

BEROEPSPRODUCT

HET WERKPROCES VAN DE CONSTRUCTIEVE UITWERKING
OPTIMALISEREN



Hanzehogeschool Groningen
University of Applied Sciences



goudstikker | de vries

Tiemen Tijs ten Have

GOUDSTIKKER - DE VRIES | THEDINGECAMP 2 EMMEN

DATUM: 22-05-2020

Algemene gegevens

Titel: Het werkproces van de constructieve uitwerking optimaliseren
Onderdeel: Beroepsproduct
Versie: Voorlopig
Datum: 22-05-2020

Gegevens afstudeerstage

Opdrachtgever: Goudstikker - de Vries
Afstudeerperiode: 7 oktober 2019 tot en met 24 april 2020
Praktijkbegeleider: Frits Bekkering
Adres: Thedingecamp 2, Emmen
E-mail: f.bekkering@goudstikker.nl
Telefoonnummer: 088 678 0300 // 06-52356298

Gegevens hogeschool

Hogeschool: Hanzehogeschool
Bezoekadres: Zernikeplein 11, Groningen
Afdeling: Built Environment
Afstudeerdocent: Marcel Wester
E-mail: m.h.p.wester@pl.hanze.nl

Gegevens afstudeerstudent

Naam: Tiemen Tijs ten Have
Studentnummer: 361864
Major: Bouwkunde
E-mail: t.t.ten.have@st.hanze.nl
Telefoonnummer: 06-48475200

VOORWOORD

Voor u ligt het beroepsproduct dat is opgesteld voor de afstudeerstage. Dit beroepsproduct bestaat uit een adviesrapport waarin advies wordt gegeven over het optimaliseren van het werkproces van de constructieve uitwerking binnen Goudstikker – de Vries. Dit beroepsproduct is geschreven in het kader van het afstudeerjaar aan de Hanzehogeschool te Groningen en is uitgevoerd in het schooljaar 2019/2020.

Het beroepsproduct dat tijdens de afstudeerstage individueel wordt opgesteld, wordt begeleid door de afstudeerdocent Marcel Wester. Bij deze wil ik graag Marcel Wester bedanken voor de begeleiding en gestructureerde feedback. Daarnaast zijn we ook ingedeeld in zogeheten reviewgroepen bestaande uit vijf studenten. Hierbij wil ik ook deze reviewgroep bestaande uit Jeroen Pijper, Wouter Dijk, Wendy Niessen en Benjamin Kremers bedanken voor de goede feedback en samenwerking.

Tot slot wordt de afstudeerstage uitgevoerd bij Goudstikker - de Vries en daarvoor wil ik mijn praktijkbegeleider Frits Bekkering bedanken voor de goede hulp en begeleiding die hij heeft gegeven tijdens de afstudeerstage.

Ik wens u veel leesplezier toe,

Tiemen Tijs ten Have

Emmen, 14-04-2020

SAMENVATTING

Dit adviesrapport is opgesteld en uitgevoerd voor Goudstikker – de Vries. Hierin wordt beschreven of het werkproces van de constructieve uitwerking verbeterd kan worden met behulp van de programma's SCIA Engineer en Revit. De hoofdvraag van dit onderzoek luidt dan ook als volgt: 'Hoe kan het werkproces van de constructieve uitwerking geoptimaliseerd worden met behulp van BIM en SCIA Engineer binnen Goudstikker – de Vries?'

In dit onderzoek is er gepoogd antwoord te krijgen op de vraag of het werkproces van constructief ontwerpen efficiënter kan. Zo is er onderzocht of verschillende modellen vanuit Revit geëxporteerd kunnen worden naar SCIA Engineer. Dit moet mogelijk zijn en bespaart veel tijd binnen Goudstikker – de Vries. Zo hoeft er maar één model gemaakt te worden en kunnen aanpassingen makkelijker verwerkt worden in het constructiemodel. Om dit te onderzoeken zijn er verschillende deelonderzoeken uitgevoerd.

Allereerst zijn er verschillende werknemers geïnterviewd om zo een programma van eisen op te kunnen stellen. Ook is er gekeken naar het voormalige werkproces om zo de verschillende negatieve en positieve aspecten in kaart te kunnen brengen. Hieruit is gebleken dat er aan het oude werkproces ook verschillende voordelen zaten die als positief werden ervaren. Deze voordelen moeten dan ook terug komen in het nieuwe werkproces. Vervolgens was er onderzocht hoe de programma's gebruikt dienen te worden om ervoor te zorgen dat het werkproces efficiënter verloopt. Uit de resultaten bleek dan ook dat de koppeling van Revit naar SCIA Engineer het beste werkt doormiddel van de Plug-In. Hierbij is het echter belangrijk dat het analytische model in Revit goed wordt opgezet. Vervolgens kan het gebouw worden berekend en kunnen er verschillende aanpassingen in het model worden gedaan. Wanneer de constructeur klaar is met de berekeningen moeten de aanpassingen in het Revit model worden verwerkt. Hiervoor kan het model het beste als IFC bestand geëxporteerd worden naar Solibri zodat de modelleur duidelijk kan zien waar de aanpassingen zijn gemaakt. Tot slot is er een berekening uitgevoerd met behulp van het nieuwe werkproces om dit vervolgens te toetsen aan het programma van eisen. Dankzij deze toetsing konden er meerdere verschillen in kaart worden gebracht tussen het nieuwe en oude werkproces. Hieruit kon dan ook geconcludeerd worden dat het nieuwe werkproces zeker efficiënter beoogd. Er wordt dan ook aan Goudstikker – de Vries aanbevolen om dit nieuwe werkproces toe te passen bij gebouwen van grote en middelgrote ordes.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Inhoudsopgave	4
Begrippenlijst.....	6
1. Inleiding	7
2. Projectomschrijving.....	8
2.1 Opgave.....	8
2.2 Projectopzet	9
2.3 Procesverloop.....	12
3. De eisen aan het nieuwe werkproces	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Soorten interviews	13
3.3 Opzet interviews.....	14
3.4 Uitkomsten interviews	14
3.5 Eigen observaties.....	15
3.6 Literatuur.....	15
3.7 Europese en Nederlandse normen.....	16
3.8 Programma Van Eisen	16
3.9 Deelconclusie.....	16
4. Het huidige werkproces	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Beschrijving huidige werkproces.....	17
4.3 Uitkomsten interviews	18
4.4 Eigen observaties.....	18
4.5 Literatuur.....	19
4.6 Deelconclusie.....	19
5. Het optimaliseren van het werkproces middels digitalisering.....	20
5.1 Inleiding	20
5.2 BIM	20
5.3 Revit.....	21
5.4 SCIA Engineer	21
5.5 Analytisch model	22
5.6 Koppeling van Revit naar SCIA Engineer	27

5.7 Koppeling van SCIA Engineer naar Revit	29
5.8 Deelconclusie.....	30
6. De verschillen tussen het nieuwe werkproces en het oude werkproces.....	31
6.1 Inleiding	31
6.2 Het project.....	31
6.3 Maken van analytisch model.....	31
6.4 Koppeling van Revit naar SCIA Engineer	32
6.5 Berekenen van het model	32
6.6 Koppeling van SCIA engineer naar Revit	33
6.7 Toetsing aan programma van eisen	33
6.8 Financiële verschillen	34
6.9 Deelconclusie.....	35
7. Conclusie	36
8. Discussie	37
9. Aanbevelingen.....	38
10. Bibliografie.....	39
11. Bijlagen	41
Bijlage A – Handleiding gebruik koppeling.....	41
Bijlage B – Gestelde vragen bij de interviews	41
Bijlage C – Uitgetypte interviews	41
Bijlage D – Programma van Eisen.....	41
Bijlage E – Berekening doormiddel van het nieuwe werkproces.....	41
Bijlage F – Berekening doormiddel van het oude werkproces.....	41
Bijlage G – Toetsing aan het Programma van Eisen	41
Bijlage H – Urenlijst oude werkproces	41
Bijlage I – Geraadpleegde interne rapporten.....	41

BEGRIPPENLIJST

Clash-controle	Controleren of het model geen onbedoelde duplicaten en doorsnijdingen bevat.
Eindige-elementenmethode	Eindige-elementenmethode (EEM) is een methode waarmee partiële differentiaal en integraal vergelijkingen kunnen worden opgelost. De methode wordt onder andere gebruikt voor doorrekenen van bouwconstructies.
Family/Families	Een Family binnen Revit is een groepering van 2D en/of 3D informatie die dient om een afzonderlijk element in het project te vertegenwoordigen. Goudstikker – de Vries heeft zelf verschillende families gemaakt die in het model zijn te laden. Denk hierbij aan bijvoorbeeld een kolom of een ligger.
IFC	Is een afkorting die staat voor Industry Foundation Classes. IFC is een open standaard. De standaard wordt gebruikt als uitwisselbestand tussen verschillende 3D-modelleer programma's
Node	Een knoop in het Analytische model binnen Revit. Hierin sluiten meerdere lijnen op elkaar aan.
Orthotropie	In de orthotropie worden de stijfheden van bepaalde platen (wanden vloeren) binnen SCIA Engineer gedefinieerd
Revit	Bouwwerkinformatiemodel-programma van Autodesk waar Goudstikker – de Vries mee werkt.
SCIA Engineer	SCIA Engineer is een geïntegreerde 3D rekensoftware om verschillende constructies met meerdere materialen te analyseren en te ontwerpen.
Solibri	Solibri Model Checker is een computerprogramma dat geschikt is voor automatische controle van een model van een gebouw of constructie.
Technosoft	Technosoft is een rekensoftware voor constructieve berekeningen en norm berekeningen op het gebied van beton, staal, hout en metselwerk.
Triangulatie	Triangulatie betekent dat de onderzoeker meerdere bronnen van data gebruikt, zodat de bevindingen gevalideerd zijn
Unity check	Een unity check is een check of een bepaald constructie element voldoet aan de gestelde eisen. Deze check moet altijd onder de 1 zijn.

1. INLEIDING

Tijdens het traject afstuderen aan de Hanzehogeschool te Groningen wordt er van 7 oktober tot en met 24 april meegewerkt binnen een bedrijf. Dit traject is verdeeld in 3 fases. De eerste fase hiervan is de voorbereiding, de tweede fase is de afstudeerstage en de derde fase is de afronding. In de tweede fase dient er een beroepsproduct te worden opgesteld. Het beroepsproduct bestaat uit een adviesrapport voor Goudstikker – de Vries waarin het werkproces van de constructieve uitwerking wordt behandeld.

Dit beroepsproduct wordt opgesteld voor Goudstikker – de Vries te Emmen. Goudstikker – de Vries is een ingenieursbureau voor de bouwtechniek dat zich voornamelijk bezig houdt met het advies geven in woningbouw en utiliteitsbouw. Hierbij gaat het voornamelijk over het adviseren bij bouwkundige constructieve vraagstukken en wordt er constructieve begeleiding gegeven bij desbetreffende bouwprojecten. Goudstikker – de Vries heeft met vestigingen in Almere, Emmen Assen, Rotterdam en 's-Hertogenbosch een goede spreiding over het land. Daarnaast behoort het bureau ook, met ongeveer 60 medewerkers, tot de grotere bouwkundige en constructieve georiënteerde ingenieursbureaus in Nederland.

Het beroepsproduct bestaat uit een onderzoek dat is opgebouwd uit vier deelvragen om zo een antwoord te kunnen krijgen op de hoofdvraag. Deze hoofdvraag luidt als volgt:

‘Hoe kan het werkproces van de constructieve uitwerking geoptimaliseerd worden met behulp van BIM en SCIA Engineer binnen Goudstikker – de Vries?’

De deelvragen die hierbij zijn opgesteld zijn hieronder weergegeven:

1. Wat zijn de eisen die Goudstikker - de Vries stellen aan het werkproces van de constructieve uitwerking?
2. Hoe verloopt het huidige werkproces van de constructieve uitwerking?
3. Hoe kan de digitalisering bijdragen aan het optimaliseren van het werkproces van de constructieve uitwerking?
4. Welke verschillen zijn er te zien in het nieuwe werkproces ten opzichte van het oude werkproces?

2. PROJECTOMSCHRIJVING

2.1 OPGAVE

Aanleiding

Goudstikker – de Vries is gericht op constructief advies binnen de woning- en utiliteitsbouw. Hierin worden veel constructieve vraagstukken vertaald naar oplossingen. Binnen Goudstikker – de Vries zijn er eigenlijk twee constructeurs te onderscheiden namelijk een ontwerpend constructeur en uitvoerend constructeur. Bij beide constructeurs en ook bij de modelleur wordt er al veel gebruik gemaakt van BIM. Toch heeft Goudstikker – de Vries laten weten dat het interne werkproces van constructief ontwerpen tussen een ontwerpend constructeur en modelleur kan worden geoptimaliseerd met behulp van digitalisering. Daarom is ervoor gekozen om te kijken of dit werkproces inderdaad geoptimaliseerd kan worden met behulp van de programma's SCIA Engineer en Revit.

Probleemstelling

Het werkproces van de constructieve uitwerking is niet efficiënt genoeg. Zo worden er verschillende dingen dubbel gedaan en kost het maken van berekeningen meer tijd dan nodig is.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om kennis te krijgen in het gebruik van SCIA en BIM om vervolgens te achterhalen of het werkproces van de constructieve uitwerking verbeterd en versneld kan worden.

Hoofdvraag

De hoofdvraag waar antwoord op gegeven wordt in dit adviesrapport luidt als volgt: Hoe kan het werkproces van de constructieve uitwerking geoptimaliseerd worden met behulp van BIM en SCIA Engineer binnen Goudstikker – de Vries?

Deelvragen

Om antwoord te krijgen op de desbetreffende hoofdvraag zijn er verschillende deelvragen opgesteld. Deze deelvragen luiden als volgt:

1. Wat zijn de eisen die Goudstikker - de Vries stellen aan het werkproces van de constructieve uitwerking?
2. Hoe verloopt het huidige werkproces van de constructieve uitwerking?
3. Hoe kan de digitalisering bijdragen aan het optimaliseren van het werkproces van de constructieve uitwerking?
4. Welke verschillen zijn er te zien in het nieuwe werkproces ten opzichte van het oude werkproces?

2.2 PROJECTOPZET

Deelvraag 1

Wat zijn de eisen die Goudstikker - de Vries stellen aan het werkproces van de constructieve uitwerking?

Methodiek

Methode(n):	Fieldresearch (Interview met constructeurs binnen bedrijf) Fieldresearch (Eigen observaties doormiddel van uitgewerkte projecten) Deskresearch (literatuuronderzoek) Onderzoek(en) Goudstikker - de Vries Almere inlezen
Resultaat:	PVE, waarin de eisen worden weergegeven waar het werkproces van de constructieve uitwerking aan moet voldoen.

Werkwijze

Om het Programma Van Eisen op te kunnen stellen wordt er een semigestructureerd interview uitgevoerd waarin verschillende vragen vooraf worden vastgelegd. Echter moet er tijdens het interview worden doorgevraagd om meer informatie te kunnen verschaffen. Hieruit wordt uiteindelijk een PVE opgesteld om een duidelijk overzicht te krijgen waaraan het eindresultaat moet voldoen. Hierbij worden verschillende werknemers binnen Goudstikker – de Vries geïnterviewd. Zo worden er vier constructeurs en twee modelleurs geïnterviewd. Deze twee modelleurs werken dagelijks met Revit, daarom is het belangrijk om te weten wat er van belang is als het gaat om de combinatie tussen Revit en SCIA Engineer. Daarnaast worden er twee constructeurs geïnterviewd waarvan één sporadisch en de andere dagelijks werkt met SCIA Engineer. Van hen moet er worden ondervonden waarom er soms wel gebruik wordt gemaakt van SCIA Engineer en waarom het nog niet bij elk project wordt gebruikt. Tot slot worden er nog twee constructeurs geïnterviewd die nog niks met SCIA Engineer te maken hebben gehad. Bij hen moet er worden ondervonden waar tegenaan wordt gelopen bij het oude proces en wat er anders moet binnen het nieuwe werkproces met behulp van SCIA Engineer.

Vervolgens worden de uitkomsten van de interviews vergeleken met de eigen observaties die in kaart worden gebracht en de literatuur dat verkregen is. Deze literatuur betreffen de interne stukken die bij andere vestigingen al aanwezig zijn. In het projectplan is er niet gesproken over eigen observaties, echter is er later besloten om deze observaties toch kenbaar te maken aangezien er dan een derde bron is toegepast. Door de toepassing van deze drie bronnen wordt er gebruik gemaakt van triangulatie waardoor de uitkomsten beter gevalideerd zijn.

Hoofdactiviteiten

- Interviews houden werknemers om de eisen en wensen in kaart te kunnen brengen.
- Interviews uitwerken.
- Uitkomsten van interviews beschrijven.
- Beschrijving literatuur interne stukken.
- Programma van eisen opstellen.

Deelvraag 2

Hoe verloopt het huidige werkproces van de constructieve uitwerking?

Methodiek

Methode(n):	Fieldresearch (Eigen observaties doormiddel van uitgewerkte projecten) Deskresearch (literatuuronderzoek) Onderzoek(en) Goudstikker - de Vries Almere inlezen Zelf berekeningen maken
Resultaat:	Overzicht waarin wordt aangegeven hoe het proces nu verloopt en waarin te zien is waar de valkuilen & positieve punten zitten.

Werkwijze

De uitkomsten zijn verkregen door de verschillende interviews die zijn gedaan bij hoofdstuk 1, door de eigen observaties en door literatuuronderzoek. In het projectplan is er gesproken over een analyse bij de constructeurs. Dit is echter vervangen door de eigen observaties die gedaan zijn bij het uitwerken van verschillende projecten. Zo zijn er in de werkervaringsperiode verschillende projecten gedaan waardoor de verschillende nadelen en voordelen deels zijn ondervonden. Deze observaties en waarnemingen zijn subjectief, echter zijn ze zoveel mogelijk gevalideerd doormiddel van triangulatie. Naast de eigen observaties is er ook nog gebruik gemaakt van andere bronnen. Deze overige bronnen betreffen de interviews en de interne stukken die aanwezig zijn.

Hoofdactiviteiten

- Beschrijving huidige werkproces.
- Uitkomsten interviews beschrijven.
- Uitkomsten eigen observaties beschrijven.
- Beschrijving literatuur interne stukken

Deelvraag 3

Hoe kan de digitalisering bijdragen aan het optimaliseren van het werkproces van de constructieve uitwerking?

Methodiek

Methode(n):	Deskresearch (literatuuronderzoek) Onderzoek(en) Goudstikker - de Vries Almere inlezen Zelf software eigen maken & experimenteren
Resultaat:	Een beschrijving van het programma SCIA engineer & Revit en hoe deze programma's samen het werkproces van de constructieve uitwerking bevorderen.

Werkwijze

Om antwoord te krijgen op deze deelvraag, moet er eerst een beschrijving worden gegeven van de verschillende programma's waarvoor het onderzoek wordt uitgevoerd. Deze programma's betreffen Revit en SCIA Engineer. Vervolgens wordt er onderzoek gedaan naar deze twee programma's, hoe dient ermee gewerkt te worden en waar dient rekening mee gehouden te worden. Hierbij wordt vooral gekeken naar de koppeling tussen deze twee programma's. Hoe kan het model efficiënt en correct geëxporteerd worden van Revit naar SCIA Engineer en andersom? Dit wordt gedaan doormiddel van literatuur onderzoek zoals het raadplegen van internet en het raadplegen van de interne stukken die aanwezig zijn binnen Goudstikker – de Vries. Wanneer dit niet de nodige informatie oplevert wordt ervoor gekozen om met verschillende deskundige in gesprek te gaan.

Hoofdactiviteiten

- Beschrijving Revit
- Beschrijving SCIA Engineer
- Onderzoek doen naar koppeling tussen beide programma's
- Beschrijving hoe deze koppeling in zijn werk gaat
- Beschrijving hoe de berekening te maken is met behulp van SCIA Engineer

Deelvraag 4

Welke verschillen zijn er te zien in het nieuwe werkproces ten opzichte van het oude werkproces?

Methodiek

Methode(n):	Deskresearch (literatuuronderzoek) Onderzoek(en) Goudstikker - de Vries Almere inlezen Constructieve uitwerking d.m.v. nieuwe werkproces
Resultaat:	Beschrijving van een bestaand project waarbij het nieuwe werkproces wordt gehanteerd. Vervolgens wordt dit werkproces getoetst aan het PvE dat is opgesteld bij deelvraag 1.

Werkwijze

Om antwoord te krijgen op de laatste deelvraag wordt er een project, dat binnen Goudstikker – de Vries aanwezig is, uitgewerkt doormiddel van het nieuwe werkproces. Op deze manier kan er worden nagegaan of het nieuwe werkproces ook daadwerkelijk efficiënter verloopt. Hierbij werd er in het projectplan gesproken over het uitwerken van een project doormiddel van het nieuwe en oude werkproces. Echter is er later voor gekozen om dit anders te doen in verband met de beperkte tijd die aanwezig was. Daarom is er besloten om alleen een project uit te werken doormiddel van het nieuwe werkproces. In dit rapport worden de belangrijkste stappen beschreven en worden de uitkomsten vergeleken met de uitkomsten van de berekening die gedaan is doormiddel van het huidige werkproces. Wanneer de uitwerking gereed is wordt het werkproces tot slot getoetst aan het programma van eisen dat bij de eerste deelvraag is opgesteld. Hierdoor kan er in de conclusie en aanbeveling een duidelijk oordeel worden geplaatst.

Hoofdactiviteiten

- Uitwerking project d.m.v. nieuwe werkproces.
- Beschrijven van de uitwerking.
- Werkproces toetsen aan PvE.

2.3 PROCESVERLOOP

Ondernomen activiteiten en werkzaamheden

Er zijn verschillende activiteiten en werkzaamheden uitgevoerd om tot het uiteindelijke resultaat te komen. Zoals al eerder vermeld zijn er verschillende deelvragen opgesteld. Om antwoord te krijgen op deze deelvragen is er per deelvraag een onderzoek uitgevoerd. Hierdoor zijn er per deelvraag ook verschillende activiteiten en werkzaamheden uitgevoerd.

Zo zijn er, om antwoord te krijgen op deelvraag 1, verschillende interviews uitgevoerd met verschillende werknemers. Ook is er contact opgenomen met werknemers van andere vestigingen. Daarnaast is het antwoord op deelvraag twee deels verkregen door de interviews die zijn gedaan bij de eerste deelvraag. Echter hebben de werkzaamheden die zijn gedaan in de werkervaringsperiode ook meegeholpen om te begrijpen waar de struikelblokken zitten. Deelvraag drie was wat lastiger. Zo is er daarvoor veel gewerkt met de verschillende programma's en is er veel onderzoek gedaan en contact gezocht met SCIA Engineer. Voor de vierde en laatste deelvraag is er een project uitgewerkt met het nieuwe werkproces om deze met het oude werkproces te kunnen vergelijken. Hierdoor wordt het duidelijk wat de verschillen zijn van het nieuwe werkproces ten opzichte van het oude werkproces.

Het totstandkomingsproces van het beroepsproduct

Dit beroepsproduct is tot stand gekomen na een gesprek te hebben gehad met Goudstikker – de Vries. Goudstikker – de Vries heeft dan ook aangegeven dat er onderzoek gedaan kan worden naar het gebruik van SCIA Engineer en dan met name de wisselwerking tussen SCIA Engineer en Revit en of het werkproces hierdoor verbeterd kan worden. Dankzij dit gesprek was het snel duidelijk hoe het beroepsproduct eruit ging zien. Hiervoor is er een hoofdvraag met verschillende deelvragen opgesteld. Ondanks dat er enthousiast gereageerd werd vanuit de hogeschool waren de hoofd- en deelvragen niet volledig genoeg. Hier zijn verschillende aanpassingen aan gedaan in overleg met zowel Goudstikker – de Vries als de Hanzehogeschool, dit heeft geresulteerd in de hoofd- en deelvragen die nu in het onderzoek verwerkt zijn.

3. DE EISEN AAN HET NIEUWE WERKPROCES

3.1 INLEIDING

In dit eerste hoofdstuk wordt onderzoek gedaan naar de eisen die vanuit Goudstikker – de Vries worden gesteld voor het eindresultaat. Zo wordt er een Programma van Eisen opgesteld aan de hand van interviews die binnen Goudstikker – de Vries locatie Emmen worden gehouden. Zo worden er verschillende constructeurs en modelleurs geïnterviewd om zo een goed beeld te krijgen waar het uiteindelijke werkproces aan moet voldoen.

3.2 SOORTEN INTERVIEWS

Er zijn verschillende soorten interviews die gehouden kunnen worden. De drie belangrijkste soorten interviewvormen zijn het gestructureerde, het semigestructureerde en het ongestructureerde interview. Andere interviewvormen zijn hier vaak op gebaseerd.

Gestructureerd interview

Bij een gestructureerd interview, ook wel een gestandaardiseerd interview genoemd, wordt er aan een vastgesteld interviewschema gehouden. Hierin staan de vragen en de volgorde van de vragen vast. Hiermee wordt ernaar gestreefd dat alle geïnterviewde personen onder dezelfde omstandigheden geïnterviewd worden en op precies dezelfde manier de vragen gesteld krijgen. Dit verhoogt de validiteit van het interview. Een gestructureerd interview wordt vaak gebruikt in kwantitatief onderzoek (maar kan ook in kwalitatief onderzoek voorkomen). Hierbij zijn de vragen die gesteld worden vaak erg specifiek en gesloten, met meerkeuzeantwoorden die vooraf gecodeerd zijn door aan de antwoordcategorieën nummers toe te kennen. Hierdoor is een statistische analyse van de antwoorden mogelijk. (Scribbr, 2018)

Semigestructureerd interview

Semigestructureerde interviews worden ook wel kwalitatieve of diepte-interviews genoemd. Hierbij is er een algemeen interviewschema met vooropgestelde, wat algemener geformuleerde, vragen. Echter kan hier altijd van worden afgeweken. Zo kan er bijvoorbeeld worden doorgevraagd als er iets interessants wordt gezegd of als er iets niet wordt begrepen. Hiermee kan er meer en gedetailleerde informatie worden verkregen, wat in kwalitatief onderzoek vaak het doel is. (Scribbr, 2018)

Ongestructureerd interview

Bij het ongestructureerde interview, wat ook wel een intensief of (net als het semigestructureerde interview) een kwalitatief of diepte-interview genoemd wordt, wordt er als onderzoeker vaak een lijst met onderwerpen (een topiclijst) gebruikt in plaats van vragen. Deze onderwerpen moeten in ieder geval besproken worden in het interview, maar op welke manier daarnaar gevraagd wordt en in welke volgorde staat helemaal vrij. Deze interviewstijl is dan ook vaak informeel. (Scribbr, 2018)

3.3 OPZET INTERVIEWS

Omdat er verschillende werknemers worden geïnterviewd die andere belangen hebben wordt er per persoon een verschillende opbouw aangehouden. Dit heeft er mee te maken dat bijvoorbeeld een modelleur andere eisen heeft dan een constructeur. Echter hebben ze allemaal hetzelfde belang en dat is dat het werkproces van de constructieve uitwerking moet worden geoptimaliseerd. In bijlage B is een tabel te vinden waarin de vragen staan weergegeven die gesteld zijn.

3.4 UITKOMSTEN INTERVIEWS

De verschillende interviews zijn in februari '20 afgenomen. Deze interviews zijn allemaal opgenomen en daarna uitgetypt. De uitgetypte interviews zijn te vinden in bijlage C. Hieronder is een samenvatting gemaakt van de desbetreffende interviews om zo weer te kunnen geven welke punten er zijn benoemd en wat vooral belangrijk is om aan te denken.

Er zijn in de interviews veel nuttige dingen benoemd zo zijn er door verschillende werknemers ook dezelfde dingen gezegd. De onderwerpen die vaker ter sprake kwamen worden gezien als de belangrijkste punten. Allereerst werd er benoemd dat de uitgangspunten duidelijk moeten zijn voor zowel de modelleur als constructeur. Hierbij gaat het bijvoorbeeld over de dikte van de vloeren en wanden. Daarnaast moet het nieuwe werkproces vooral worden toegepast bij de grotere en middelgrotere werken. Dit betreffen vooral de utiliteitsbouwprojecten en de grote woningbouwprojecten. Wat ook naar voren kwam is dat de modelleurs eigenlijk helemaal geen moeite hebben met de nieuwe rol die ze in dit werkproces krijgen. Zo moeten de modelleurs zelfstandiger werken en wordt er al begonnen met het opzetten van het 3D model voordat er een berekening gemaakt is. Echter werd er wel gezegd dat hierbij de samenwerking van belang is met de constructeur, om zo meteen al een goed model op te kunnen zetten. Toch moet het veel gecontroleerd worden en dan vooral in de beginfase omdat het nieuw is voor zowel de constructeur als modelleur.

Ook werd er vermeld dat zo'n koppeling tussen Revit en SCIA Engineer leuk is maar het moet wel werkbaar zijn, wat natuurlijk vanzelfsprekend is. Dit is dan ook alleen mogelijk wanneer het Revit model heel goed gemodelleerd wordt zodat het rekenmodel overeenkomt met de werkelijkheid. Om tot een goed rekenmodel te komen moet er van het Revit model een kloppend analytisch model gemaakt worden. Zoals ook al eerder vermeld blijft samenwerking natuurlijk erg belangrijk en moet het nieuwe werkproces duidelijk en overzichtelijk zijn voor alle partijen. Zo moeten de aanpassing die in SCIA zijn gemaakt niet meteen verwerkt worden in Revit. het meest ideale is dat de modelleur een melding krijgt zodat de modelleur dit aanpast en de hoofdverantwoordelijke blijft over het Revit model. Tot slot werd er nog gezegd dat het uitdraaien van een rapport in SCIA erg veel tijd kost, het zou dus ideaal zijn als dat beter kan.

3.5 EIGEN OBSERVATIES

Tijdens de eigen werkzaamheden die zijn gedaan in de werkervaringsperiode is er ondervonden dat het werkproces van de constructieve uitwerking zeker optimaler kan. Zo zijn er verschillende berekeningen gemaakt en zijn er ook verschillende berekeningen ingezien tijdens de werkervaringsperiode. Hierbij is ondervonden dat het van belang is dat de berekeningen altijd makkelijk te controleren zijn en dat de stappen navolgbaar zijn. Dit is dan ook wel een eis die gesteld wordt. Ook is er ondervonden dat het nieuwe werkproces alleen van toepassing moet zijn bij de grotere en middelgrotere gebouwen. Zo is een berekening van een woning goed te doen en ben je met het opzetten van 3D model bijna langer bezig dan de berekening zelf. Tot slot is er tijdens de verschillende werkzaamheden gebleken dat het inderdaad voordelig is als de uitgangspunten vooraf al duidelijk zijn. Het is namelijk erg nadelig als de berekening bijna is afgerond en dat dan bijvoorbeeld de vloer dikker wordt gemaakt. Toch is dit in het nieuwe werkproces waarschijnlijk makkelijker en sneller om aan te passen en om alle wijzigingen door te voeren.

3.6 LITERATUUR

De literatuur betreft de interne stukken die aanwezig zijn bij Goudstikker – de Vries. Zo zijn er afgelopen jaren verschillende andere onderzoeken over SCIA Engineer gedaan door studenten/afstudeerders voor Goudstikker – de Vries. Hierin is er in één rapport ook onderzoek gedaan naar de koppeling tussen Revit en SCIA Engineer. Hierin zijn verschillende nadelen weergegeven van het gebruik met SCIA Engineer. Ondanks dat er niet direct eisen worden vermeld over het gebruik met Revit en SCIA Engineer, kunnen die indirect wel te herleiden zijn aan de nadelen die worden benoemd. De volgende nadelen worden benoemd in het rapport (Berghagen J. & Dielhoff M., 2018) en gaan over de programma's Revit en SCIA Engineer.

- Er ontstaan problemen bij het importeren van 3D modellen m.b.t. het verbinden van knooppunten.
- Het hele model wordt in zijn geheel opnieuw in SCIA getekend. Dat kost veel tijd en moet beter kunnen.
- Het controleren van de uitkomsten van de berekeningen is moeilijker.
- Hartlijnen staan vaak fout waardoor berekeningen niet kloppen.
- De opbouw van het 3D model heeft grote invloed op de uitkomsten van de berekeningen, tot nu toe is daar geen rekening mee gehouden.
- Er wordt geen rekening gehouden met het analytisch model, tot voorkort was er nog geen vraag naar het analytisch model zo doende werd er niet naar omgekeken.

Om ervoor te zorgen dat werknemers het nieuwe werkproces van de constructieve uitwerking gaan gebruiken moeten eerder vernoemde nadelen dus niet voorkomen. Hieruit kunnen er indirect de volgende eisen worden opgesteld.

- Moet lijnenspel op elkaar aansluiten vanuit 3D model.
- Constructeur moet alleen maar rekenen en zo min mogelijk tekenen en modelleren.
- Controleerbaar & navolgbaar
- Analytische model in Revit moet goed zijn.
- Manier van modelleren moet anders en preciezer.

3.7 EUROPESE EN NEDERLANDSE NORMEN

Binnen de bouwsector zijn er verschillende eisen en randvoorwaarden waar een nieuw te bouwen bouwwerk aan moet voldoen. Dit geldt ook voor de constructieve berekeningen. Zo zijn er in heel Europa de zogeheten eurocodes vastgesteld. Eurocodes zijn Europese normen voor het toetsen van de constructieve veiligheid van alle mogelijke bouwconstructies (NEN, z.d.). In Nederland is er de NEN (Nederlandse Norm), deze instantie stimuleert de ontwikkeling van normen voor producten, diensten en processen (Rijksoverheid, z.d.). Veel van de Europese normen worden direct door NEN overgenomen en worden dan als NEN-EN uitgegeven (SHR, z.d.).

Het is vanzelfsprekend dat alle berekeningen die gemaakt worden met behulp van het nieuwe werkproces moeten voldoen aan deze NEN normen en Eurocodes. Onderstaand is een overzicht te zien van alle normen die als uitgangspunt dienen voor de constructieve berekeningen.

- Eurocode 0 Grondslagen	: NEN-EN 1990
- Eurocode 1 Belastingen	: NEN-EN 1991
- Eurocode 2 Beton	: NEN-EN 1992
- Eurocode 3 Staal	: NEN-EN 1993
- Eurocode 4 Staalbeton	: NEN-EN 1994
- Eurocode 5 Hout	: NEN-EN 1995
- Eurocode 6 Metselwerk	: NEN-EN 1996
- Eurocode 7 Geotechniek	: NEN-EN 1997
- Eurocode 8 Aardbevingen	: NEN-EN 1998
- Eurocode 9 Aluminium	: NEN-EN 1999

3.8 PROGRAMMA VAN EISEN

Naar aanleiding van de interviews, eigen observaties en het literatuuronderzoek is er een programma van eisen opgesteld. Dit programma van eisen is te vinden in bijlage D. Hier worden de verschillende uitkomsten weergegeven en onderverdeeld in de verschillende rubrieken, namelijk:

Randvoorwaarden, functionele eisen, gebruikswensen en ontwerpbeperkingen. Deze rubrieken zijn gekozen om zo een duidelijke verdeling te krijgen in de vele eisen.

3.9 DEELCONCLUSIE

Wat zijn de eisen die Goudstikker - de Vries stellen aan het werkproces van de constructieve uitwerking?

In het programma van eisen zijn de verschillende eisen opgesteld waar het nieuwe werkproces aan moet voldoen. Dit programma van eisen is verkregen uit de interviews, eigen observaties en de interne stukken. De uitkomsten van deze drie verschillende informatie bronnen komt nagenoeg overeen waardoor deze eisen betrekking hebben op iedereen binnen de organisatie. De verschillende eisen zijn opgenomen in het programma van eisen en zijn onderverdeeld in verschillende rubrieken, namelijk: Randvoorwaarden, functionele eisen, gebruikswensen, en ontwerpbeperking. Deze eisen worden meegenomen bij het verdere onderzoek over het werkproces van de constructieve uitwerking.

4. HET HUIDIGE WERKPROCES

4.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt er gekeken naar het huidige werkproces dat binnen Goudstikker – de Vries wordt aangehouden voor de constructieve uitwerking. Zo wordt er van daar uit gekeken wat de voor- en nadelen zijn van het oude proces. Deze voordelen moeten dan ook zoveel mogelijk behouden blijven.

Tijdens de werkervaringsperiode zijn al verschillende projecten gedaan doormiddel van het oude werkproces. Daarom is het al aardig duidelijk hoe het oude werkproces in elkaar zit. Toch moet er na worden gegaan hoe het bij andere constructeurs en modelleurs wordt gedaan, om zo de negatieve en positieve punten van dit werkproces in kaart te kunnen brengen. Hier helpt het interview van hoofdstuk 1 ook aan mee. Door dit te onderzoeken kan er straks stap voor stap worden weergegeven hoe het werkproces nu verloopt, waar de valkuilen zitten en wat de positieve punten zijn.

4.2 BESCHRIJVING HUIDIGE WERKPROCES

Bij het huidige werkproces van de constructieve uitwerking gaat het vooral over het interne werkproces tussen de ontwerpend constructeur en modelleur. Dit werkproces kan onderverdeeld worden in twee varianten. Namelijk de kleine, middelgrote werken en de grote werken. Per variant wordt er hieronder een beschrijving gegeven over hoe dat er in de praktijk aan toe gaat.

Kleine, middelgrote werken

Wanneer er een opdracht binnen komt waarbij er een constructieberekening gemaakt moet worden van de hoofddragconstructie, begint de constructeur met het maken van schetsen van de constructie. Ook worden er vooraf vaak verschillende uitgangspunten opgesteld door de constructeur/adviseur. Denk aan dikte van de vloeren, dikte van de dragende wanden etc. Wanneer dit zo ver bekend is begint de modelleur met het opzetten van het 3D constructiemodel in Revit. Wanneer dit model zo goed als volledig is begint de constructeur met het maken van constructie overzichten en constructie schetsen, dit is allemaal 2D en bestaat voornamelijk uit wanduitslagen en plattegronden. Vervolgens wordt de constructie met behulp van Technosoft uitgerekend. Wanneer er verschillende aanpassingen aan de constructie moeten worden gedaan, wordt dit gecommuniceerd met de modelleur. Zo worden er door de constructeur verschillende schetsen en details gemaakt van hoe de constructie eruit moet komen te zien. Vervolgens worden deze aanpassingen doorgevoerd door de modelleur. Verder wordt er door de constructeur nog een berekeningsrapport opgesteld.

Grote werken

Bij grote werken wordt er regelmatig al gebruik gemaakt van SCIA Engineer. Zo is het gemakkelijker om grote en complexe gebouwen uit te rekenen met behulp van dit programma. Echter wordt er ook een constructiemodel van dit gebouw in Revit opgezet. Ondanks dat dit model wordt opgezet, wordt dit model niet gebruikt voor de berekening. De constructeur zet namelijk het hele gebouw ook op in SCIA Engineer wat dus betekent dat er twee verschillende modellen worden opgezet voor één gebouw. Hierdoor wordt er dus dubbel werk gedaan. Daarnaast moeten wijzigingen in beide modellen worden doorgevoerd dit betekent dus dat er altijd naar de modelleur gecommuniceerd moet worden welke wijzigingen doorgevoerd moeten worden in het Revit model. Het rekenmodel dient namelijk alleen maar voor het berekenen van het gebouw terwijl het Revit model ook voor de externe partijen dient.

4.3 UITKOMSTEN INTERVIEWS

Uit de Interviews is er duidelijk gebleken wat de voor- en nadelen zijn van het huidige proces van constructief ontwerpen. Zo is er allereerst ondervonden dat juist het werkproces moet worden geoptimaliseerd bij de grote en middelgrote projecten waarbij er een constructiemodel moet worden gerealiseerd. Het huidige werkproces met de kleinere projecten is goed te doen. Ook zijn dit vaak projecten waarbij geen constructief model dient te worden opgezet. Het voordeel van het huidige werkproces is het feit dat de modelleur al begint met het opzetten van het model wat voor de constructeur inzicht geeft in de constructie. Daarnaast is het nadeel dat er eerst iets moet worden geschetst wat berekend is zodat de modelleur het vervolgens in het model kan verwerken. Zo worden er veel schetsen gemaakt die voor het eindproduct niet gebruikt worden, deze schetsen dienen puur voor communicatie naar de modelleur toe.

Verder zijn er voor modelleurs ook verschillende nadelen. Zo worden er bij verschillende projecten nog steeds papieren tekeningen gevraagd. De opmaak van deze tekeningen kost altijd de nodige extra tijd, denk aan maatvoering etc. Echter is dit niet nodig aangezien al deze informatie ook allemaal in het 3D model te vinden is. Daarnaast wordt er in het oude werkproces ook een model opgezet door een constructeur. Dit heeft als nadeel dat er twee modellen zijn wat ervoor zorgt dat de modelleur verschillende dingen vaak moet aanpassen als de constructeur iets heeft uitgerekend. Het voordeel hiervan is echter dat de modelleur altijd overzicht houdt over het model.

4.4 EIGEN OBSERVATIES

Uit de eigen werkzaamheden zijn er verschillende voor- en nadelen ondervonden. Hier moet wel bij gezegd worden dat deze werkzaamheden vooral bestaan uit kleine projecten en eigenlijk niet uit grote projecten. Ondanks dat er vooral gekeken wordt naar het werkproces van de constructieve uitwerking bij grote en middelgrote projecten, zijn er dus bij de kleine projecten ook aspecten ondervonden die zich bij de grote projecten voordoen. Hieronder worden de verschillende voordelen en nadelen op een rij gezet die zijn ondervonden tijdens de eigen werkzaamheden.

Voordelen

- Doordat er een constructeur rekent en modelleur tekent vindt er veel controle plaats.
- Duidelijke manier van berekenen dankzij Excel sheets en word document.
- Kan op eigen manier berekeningen maken, met de programma's die vertrouwd zijn.

Nadelen

- Veel communicatie vereist tussen modelleur en constructeur.
- Veel dingen weer aanpassen in rapport als er een kleine wijziging is.
- Kost tijd om rapport op te stellen.
- Moet vaak details maken om dingen te verduidelijken wat tijd kost om te maken.
- Moet vaak verschillende programma's gebruiken om verschillende dingen uit te rekenen.

Ondanks dat bovenstaande voor- en nadelen gezien kan worden als subjectief zijn de meeste punten gevalideerd tijdens de interviews. Zo is er door Frits bekking benoemt dat bij het oude werkproces veel controle plaats vind wat als positief wordt ervaren. Echter werd er ook verteld dat alle aanpassingen die gedaan worden, doorgegeven moeten worden aan de modelleur wat veel tijd kost. Daarnaast is er ook kenbaar gemaakt dat er vaak details geschetst/gemaakt moeten worden wat puur als communicatie dient. Tot slot is er ook verteld dat er veel dingen aangepast moeten worden bij een kleine wijziging wat als nadelig wordt ondervonden.

4.5 LITERATUUR

De literatuur betreft de interne stukken die aanwezig zijn binnen Goudstikker – de Vries. Zo zijn er verschillende onderzoeken gedaan naar SCIA Engineer waarin ook het oude/traditionele proces wordt weergegeven. Allereerst wordt hierin weergegeven dat het huidige werkproces veelal verloopt zoals eerder is aangegeven daarnaast wordt er ook benoemd dat er bij dit werkproces vooral gebruik wordt gemaakt van Revit en Technosoft. In deze rapporten wordt ook benoemd dat het huidige werkproces bij grote en middelgrote gebouwen efficiënter kan en dat er veel wisselwerking vereist is tussen de modelleur en constructeur wat niet altijd even efficiënt is. (Bergheggen J. & Dielhoff M., 2018) Verder worden er als voordelen benoemd dat de huidige manier van werken duidelijk en eenvoudig is. Zo kan het op een eigen manier worden gedaan en zijn er geen speciale programma's benodigd. (Dijk F. v., 2017)

4.6 DEELCONCLUSIE

Hoe verloopt het huidige werkproces van de constructieve uitwerking?

Het verloop van het huidige werkproces van de constructieve uitwerking kan zeker efficiënter worden gemaakt. Hierbij gaat het vooral om de grote en middelgrote projecten waarbij er een constructiemodel dient te worden opgezet. Bij de kleine projecten wordt er vaak geen constructiemodel opgezet waardoor het meer tijd kost als deze projecten met SCIA Engineer berekend moeten worden. Toch zijn er door drie verschillende informatie bronnen, die nagenoeg overeen komen verschillende voordelen te benoemen aan het oude werkproces. Zo is het een voordeel dat de modelleur vooraf begint met het opzetten van het model. Dit zorgt er namelijk voor dat de constructeur beter inzicht krijgt in de constructie. Een ander voordeel is dat er veel controle plaats vindt. Dit heeft er mee te maken dat de constructeur vaak het model in moet zien om de berekening op te stellen. Omdat de modelleur alleen dingen aanpast in het model houdt de modelleur altijd het overzicht over het model wat ook als voordeel kan worden gezien. Ondanks deze voordelen zijn er ook nadelen ondervonden bij dit huidige werkproces. Zo is het grootste nadeel dat er twee modellen moeten worden opgezet bij de grote projecten en dat wanneer er iets gewijzigd is er veel dingen moeten worden aangepast wat goede communicatie vergt en wat veel tijd kost. Dit laatste punt geldt echter ook voor de middelgrote projecten. Daarnaast zijn er voor de modelleurs ook verschillende nadelen. Zo worden er bij verschillende projecten nog steeds papieren tekeningen gebruikt wat veel tijd kost. Tot slot ervaren de modelleurs het ook als nadeel dat er 2 verschillende modellen worden opgezet.

5. HET OPTIMALISEREN VAN HET WERKPROCES MIDDELS DIGITALISERING

5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt er beschreven hoe de digitalisering bijdraagt aan het optimaliseren van het werkproces van de constructieve uitwerking. Zo wordt er een beschrijving gegeven van de definitie BIM en de programma's Revit en SCIA Engineer om vervolgens in kaart te kunnen brengen hoe deze programma's gebruikt dienen te worden om ervoor te zorgen dat het werkproces efficiënter gaat verlopen. Voor Goudstikker – de Vries is er een digitale handleiding gemaakt voor hoe de verschillende stappen in zijn werk gaan. Deze handleiding is in bijlage A te vinden.

5.2 BIM

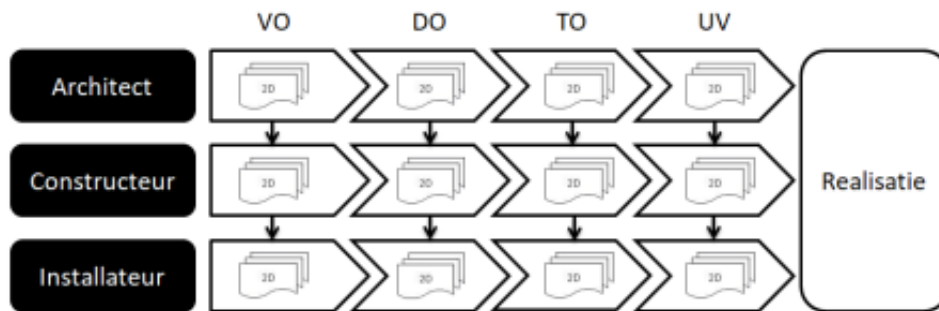
Wat is BIM

In de afgelopen jaren heeft er veel innovatie plaatsgevonden in verschillende sectoren en dus ook in de bouwsector. Er gaan steeds meer dingen digitaal en hierin heeft BIM (Building Information Modelling) steeds een groter aandeel binnen de bouwsector. Een BIM is een digitale weergave van de functionele en fysieke eigenschappen van een bouwwerk. Een virtuele versie van bijvoorbeeld een gebouw of infrastructuur, of het proces om daartoe te komen. De kern van het BIM is een 3D-model, de geometrie. Hieraan zijn alle gegevens gekoppeld die nodig zijn voor het ontwerpen, bouwen en beheren van het bouwwerk. (BIM loket, z.d.)

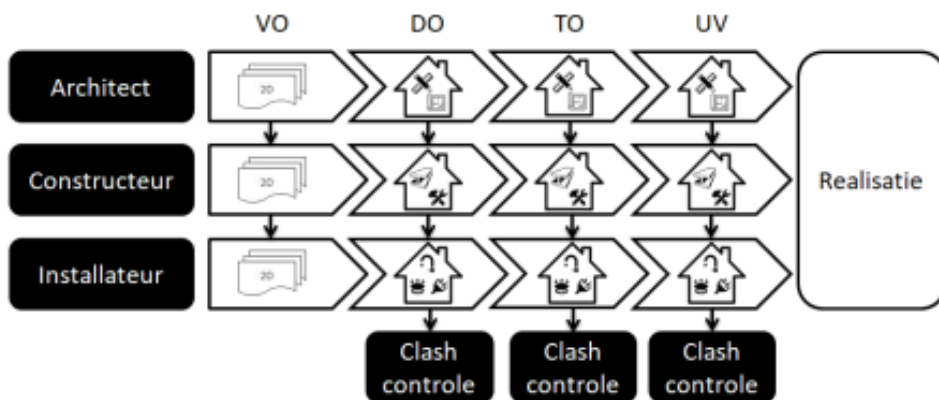
Het voordeel van BIM is dat de uitwisseling tussen verschillende partijen sneller verloopt. BIM zorgt ervoor dat alle relevante informatie van een bouwwerk gedurende de hele levenscyclus wordt opgeslagen, gebruikt, beheerd en ondersteund doormiddel van een digitaal 3D-gebouwmodel. (Bouwend Nederland, z.d.) Alle verschillende partijen gebruiken dezelfde informatie en zien van elkaar wat er gebeurt. Omdat al deze verschillende partijen werken met verschillende software pakketten wordt er bij BIM gebruik gemaakt van IFC, dit is een open en neutraal bestandsformaat voor het uitwisselen van de informatie. Hierdoor ontstaat er bij de export geen informatieverlies. (Bouwend Nederland, z.d.)

BIM binnen Goudstikker – de Vries

Binnen Goudstikker – de Vries wordt ook steeds meer gewerkt met behulp van BIM, echter gebeurt dit nog niet bij alle projecten. Zo kan er dus onderscheidt worden gemaakt tussen twee verschillende soorten projecten: BIM projecten en niet-BIM projecten. In het zogenaamde niet-BIM project wordt er wel gewerkt met een 3D constructie model, echter wordt dit model niet gedeeld met andere partijen. Ook worden er hierbij geen clash-controles uitgevoerd. Bij BIM projecten, die vooral de grote gecompliceerde bouwwerken betreffen, worden de verschillende modellen van zowel de architect, constructeur en modelleur over elkaar gelegd. Zo kan, met behulp van de clash-controles, aangetoond worden waar de clashes en fouten in het model zitten.



Figuur 5.1: Niet-BIM werkproces (Berghegen J. & Dielhoff M., juni 2018)



Figuur 5.2: BIM werkproces (Berghegen J. & Dielhoff M., 2018)

5.3 REVIT

Revit is een softwareprogramma dat ontwikkeld is door Autodesk voor BIM. Binnen goudstikker – de Vries wordt er dan ook veel gewerkt met Revit. Revit ondersteunt een multidisciplinair ontwerpproces met het oog op samenwerking. Zo bevat Revit verschillende tooltabs gericht op de verschillende disciplines binnen het BIM werkproces. Zo kan de architect gebruik maken van 'Revit architecture', de constructeur kan gebruik maken van 'Revit structure' en de installateur maakt gebruik van 'Revit systems'. De 3D modellen die worden gemodelleerd kunnen daarna als IFC bestand worden uitgewisseld met verschillende partijen.

5.4 SCIA ENGINEER

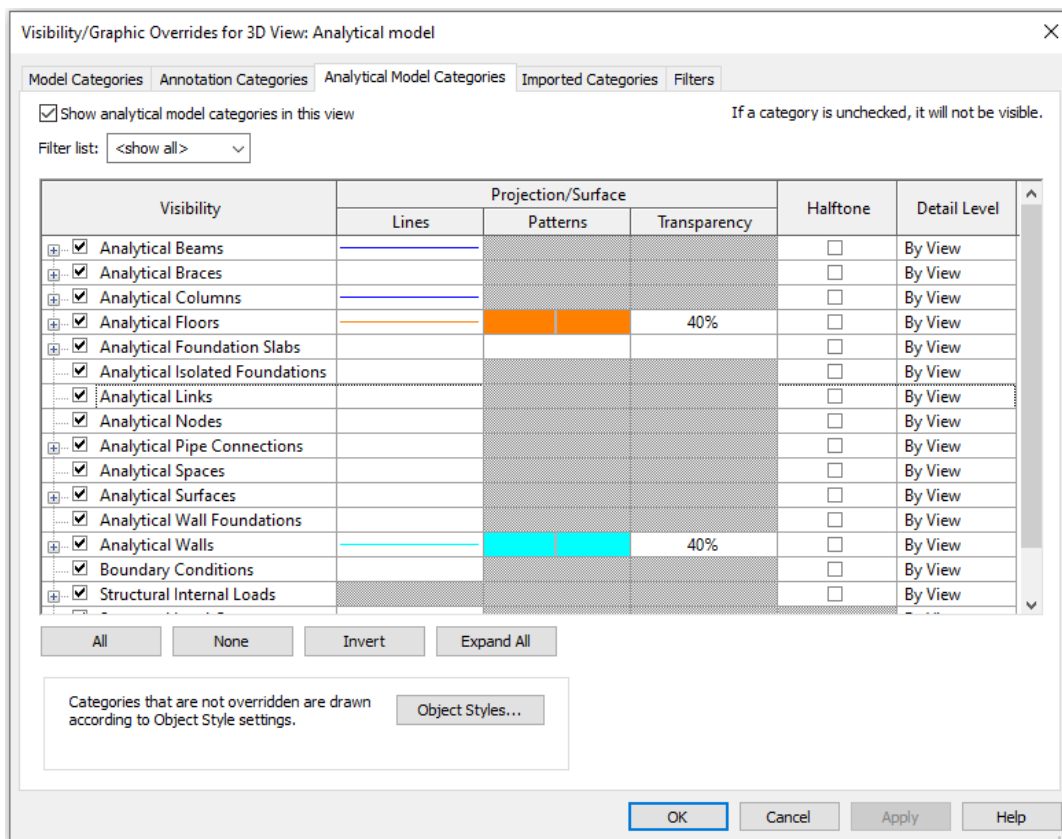
SCIA Engineer is een 3D softwarepakket voor het ontwerpen en analyseren van verschillende constructies binnen de bouwsector. Ondanks dat er mogelijkheden zijn om dit programma binnen Goudstikker – de Vries te gebruiken wordt dit op de vestiging in Emmen lang niet altijd gebruikt. Echter zou dit programma het werkproces aanzienlijk kunnen verbeteren. Daarom wordt er gekozen voor dit programma en wordt er onderzocht of dit programma het werkproces kan verbeteren in combinatie met Revit.

Het is dus belangrijk om te ondervinden hoe deze combinatie mogelijk is en of het daadwerkelijk makkelijker is of niet. Wanneer dit mogelijk is moet er goed worden gekeken naar de manier van modelleren zo moet een bepaalde ligger in Revit ook die zelfde ligger, met dezelfde eigenschappen zijn in SCIA Engineer.

5.5 ANALYTISCH MODEL

Om de uitwisseling tussen Revit en SCIA Engineer goed te laten verlopen dient er een analytisch model te worden opgezet binnen Revit. Binnen Goudstikker – de Vries wordt nu nooit iets gedaan met het analytische model. Echter moet hier zeker verandering in komen wanneer Goudstikker – de Vries gebruik wil maken van dit nieuwe werkproces van de constructieve uitwerking. Wanneer dit analytische model namelijk goed is opgezet wordt de rest van de constructieve uitwerking een stuk makkelijker gemaakt. Dit analytische model is eigenlijk een weerspiegeling van de constructie alleen dan weergegeven in lijnen en platte vlakken, wat erg van belang is bij de berekening. Het maken van het analytische model vergt echter wel de nodige tijd. Hierbij is het dan ook van belang dat de manier van modelleren veranderd wordt. Zo moet de modelleur tijdens het modelleren ook meteen aandacht besteden aan het opzetten van het analytische model.

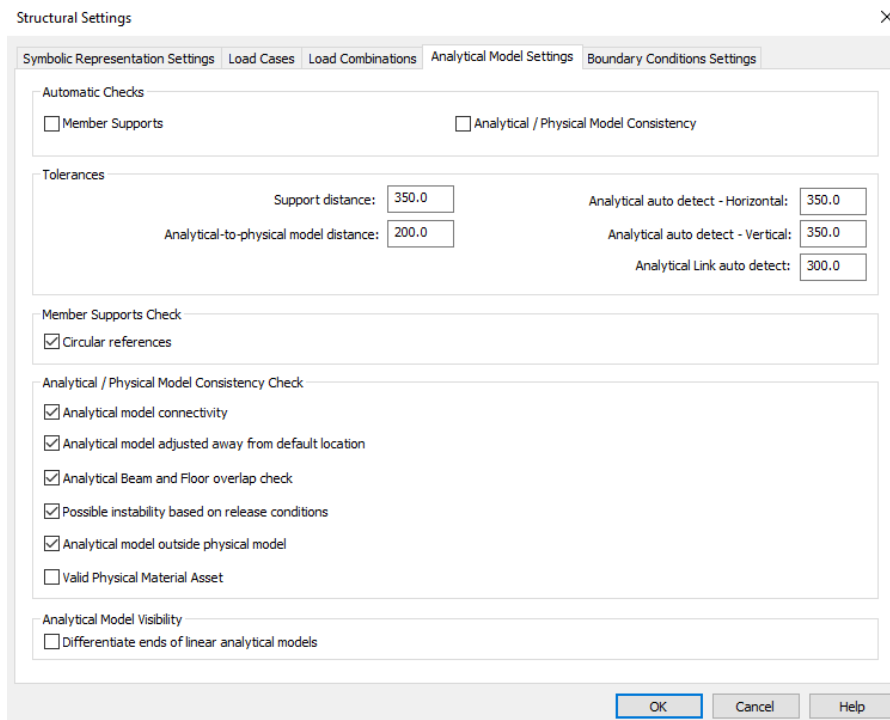
Om het analytische model weer te geven dient er naar het ‘Visibility/Graphic Overrides’ venster te worden gegaan om vervolgens het vinkje bij ‘show analytical model categories in this view’ aan te vinken. Zie figuur 5.3. Verder kan er in dit venster nog de weergave van de verschillende elementen zoals wanden, vloeren, symbolen en lijnen worden aangepast.



Figuur 5.3: Revit Visibility/Graphic overrides (Revit, 2019)

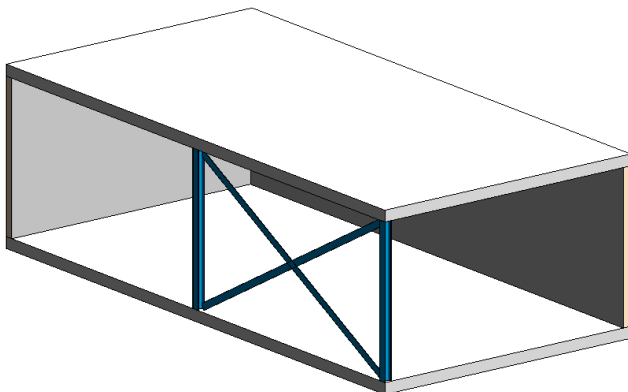
Tijdens het opzetten van een 3D model genereert Revit zelf een analytische model. Dit model wordt gemaakt op basis van assumpties van Revit, zo wordt bijvoorbeeld een analytische lijn met een andere lijn verbonden wanneer deze loodrecht op elkaar staan. De analytische lijnen moeten maximaal 350 mm van elkaar verwijderd zijn om automatisch met elkaar verbonden te worden.

Revit heeft een instellingen venster waar deze regels van onder andere 350 mm ingezien en aangepast kunnen worden. (zie figuur 5.4) Dit venster is te vinden onder het kopje 'manage' -> 'structural settings'.

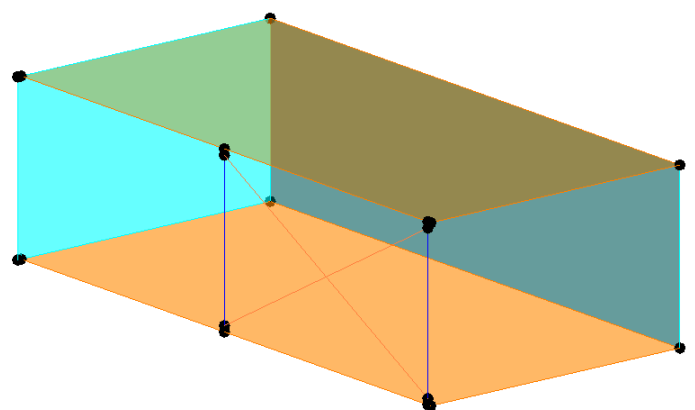


Figuur 5.4: Analytical Model Settings (Revit, 2019)

Van dit gegenereerde model moet een kloppend analytisch model worden gemaakt. Om weer te kunnen geven hoe een analytisch model dient te worden opgezet is er een klein modelletje opgezet met een vloer, dak, wanden, kolommen en windliggers. In figuur 5.6 is het 3D model te zien en in figuur 5.5 is het analytische model te zien die nog niet kloppend is. Hierbij is er voor gekozen om de liggers en kolommen weer te geven met een blauwe lijn, de vloeren zijn weergegeven als oranje lijnen en de wanden zijn turquoise.

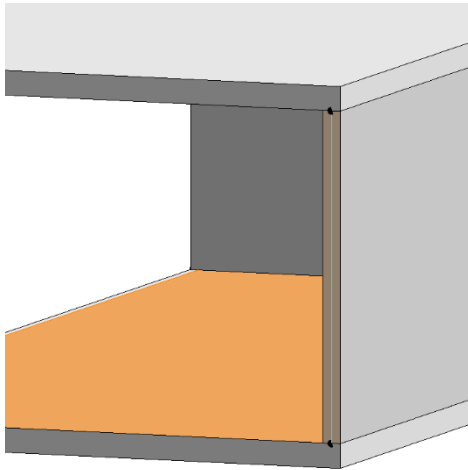


Figuur 5.6: 3D model (Revit, 2019)

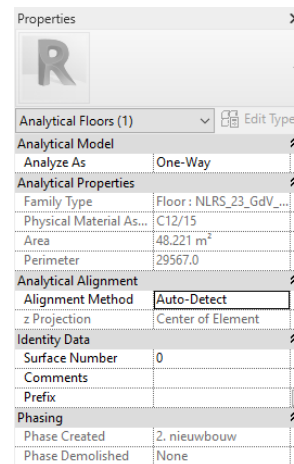


Figuur 5.5: Analytisch model (Revit, 2019)

Dit analytisch model dient verder gecontroleerd te worden en zo nodig aangepast te worden. In figuur 5.8 is te zien dat het analytische vlak op het verdiepingsniveau ligt. Dit heeft te maken met het feit dat de Alignment Method (uitlijning methode) van de analytische lijn op auto detect (automatisch detecteren) staat.

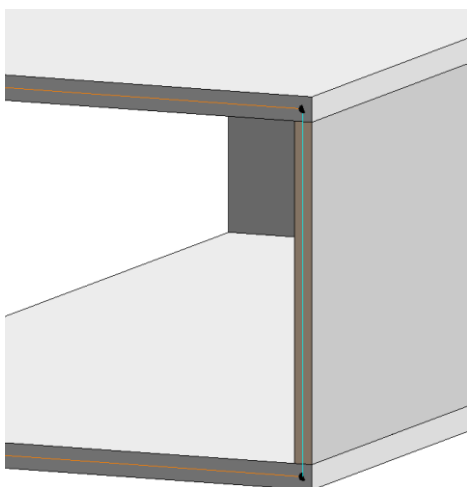


Figuur 5.8: Analytisch vlak ligt op verdiepingsniveau (Revit, 2019)

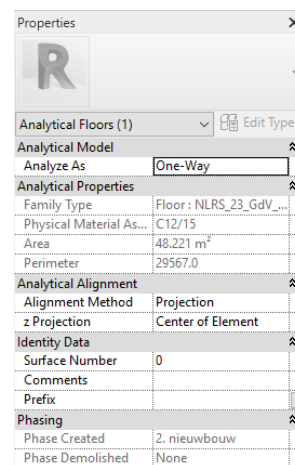


Figuur 5.7: instellingen staan op Auto-Detect (Revit, 2019)

Dit kan echter worden opgelost door de 'Alignment Method' op 'Projection' te zetten. Hierdoor kan de 'z Projection' namelijk naar Center of Element worden gezet. Hierdoor staat de analytische lijn van de vloer in het midden van het element (zie figuur 5.10) wat benodigd is voor het berekenen in SCIA Engineer. Wanneer er een groter project berekend moet worden met verschillende vloer diktes is het misschien efficiënter om binnen Revit extra verdiepingsniveau 's aan te maken. Zo is het namelijk ook mogelijk om de analytische lijnen van vloeren aan een verdiepingsniveau te koppelen.



Figuur 5.10: Analytisch vlak ligt in center of element (Revit, 2019)

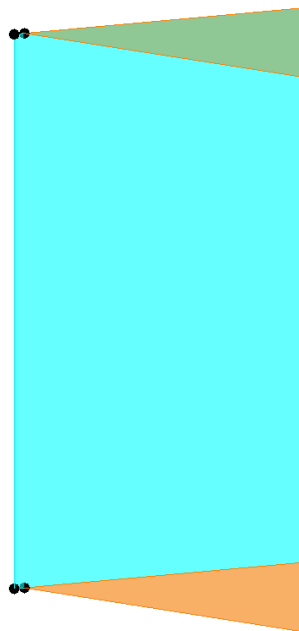


Figuur 5.9: Instellingen staan op projection (Revit, 2019)

Nu de analytische lijnen van de vloeren goed geschematiseerd zijn, wordt er gekeken naar de wanden. Deze worden automatisch al in het hard van de wand weergegeven echter wordt het vlak helemaal meegenomen tot het einde van de wand waardoor het model niet klopt zie figuur 5.11 en figuur 5.12. Hierin is te zien dat het blauwe vlak verder uitsteekt dan de twee vloeren.

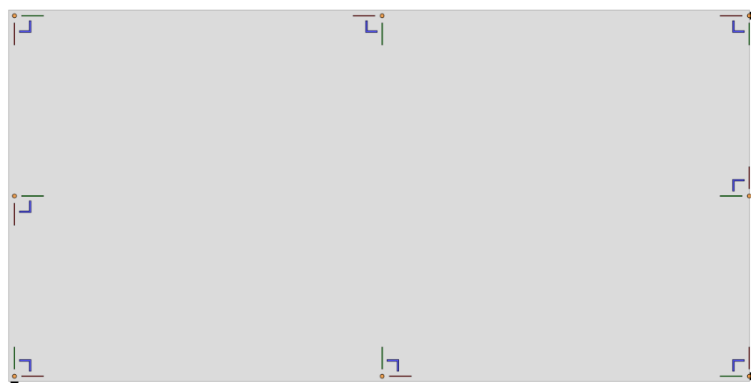


Figuur 5.12: Uitlopen analytische lijn in 3D model (Revit, 2019)

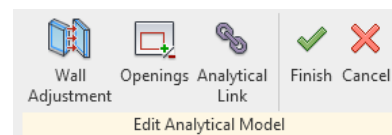


Figuur 5.11: Uitlopen analytische lijn in analytisch model (Revit, 2019)

Binnen Revit is het Analytische model aan te passen met de 'Analytical Adjust' tool (zie figuur 5.13). Hierin kunnen wanden en wand openingen worden aangepast en kunnen verschillende 'nodes' aan elkaar gelinkt worden. Daarnaast kunnen de gekleurde hoeken (zie figuur 5.14) gebruikt worden om in beide richtingen de analytische lijn aan te passen. Bij vloeren is het zo dat ze niet in de hoogte aangepast kunnen worden. Wanneer er wat wordt aangepast aan het analytische model blijft het 3D model zoals het is gemodelleerd. Zo kan je dus alles aan het analytische model aanpassen zonder dat er iets veranderd in het 3D model. Dit is te zien in figuur 5.15 waarin de analytische lijn van de wand is aangepast en in figuur 5.16 waarin te zien is dat het 3D model hetzelfde blijft.



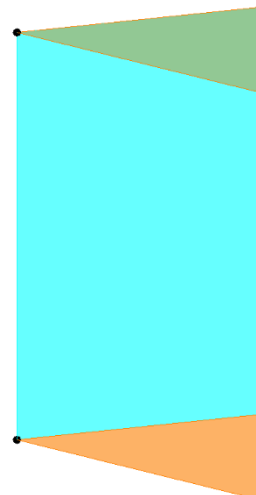
Figuur 5.14: Analytische lijnen aanpassen m.b.v. de gekleurde hoeken (Revit, 2019)



Figuur 5.13: Analytical Adjust tool (Revit, 2019)

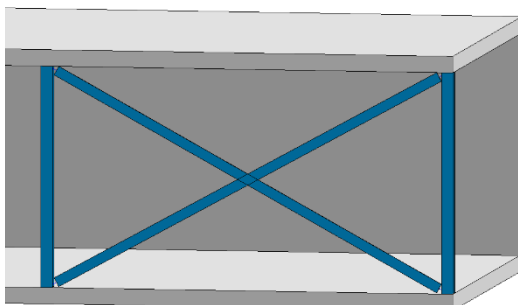


Figuur 5.16: 3D model na aanpassen van analytische lijn (Revit, 2019)

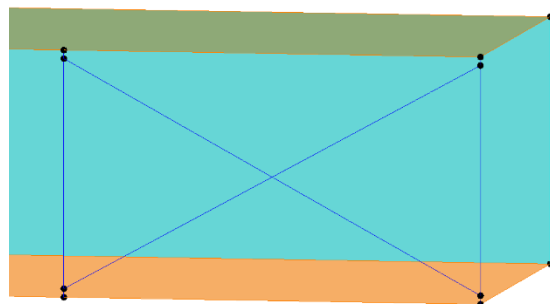


Figuur 5.15: Analytisch model na aanpassen van analytische lijn (Revit, 2019)

Tot slot wordt er gekeken naar de kolommen en windliggers die in Revit gemodelleerd zijn. In figuur 5.17 is dan ook te zien dat het op een goede manier gemodelleerd is. De kolommen lopen van vloer tot vloer en de windliggers lopen van de onderste hoek naar de bovenste hoek.

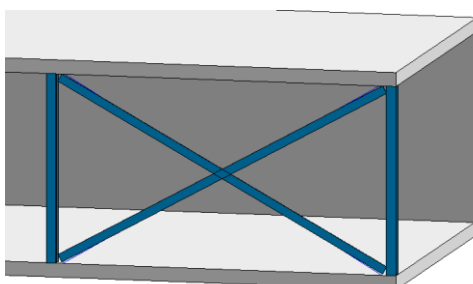


Figuur 5.18: Kolommen en windliggers in 3D model (Revit, 2019)

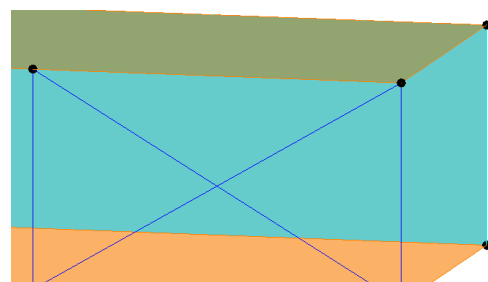


Figuur 5.17: Incorrecte schematisering van de windliggers (Revit, 2019)

Wanneer er wordt gekeken naar het analytische model dat te zien is in figuur 5.18, valt het op dat de lijnen van de kolommen netjes zijn doorgetrokken naar de analytische vlakken van de vloeren. Wanneer er echter wordt gekeken naar de windliggers is er te zien dat deze lijnen niet in de desbetreffende punten aangrijpen. Dit kan mogelijk gemaakt worden doormiddel van de tool 'Pick New Host'. Deze komt tevoorschijn wanneer je in het 'Analytical Adjust' venster zit en je op een node klikt. Vervolgens kan deze node versleept worden naar elke andere gewenste node zonder dat het 3D model aangepast wordt. (zie figuur 5.19 en 5.20)



Figuur 5.19: 3D model na aanpassing posities nodes (Revit, 2019)

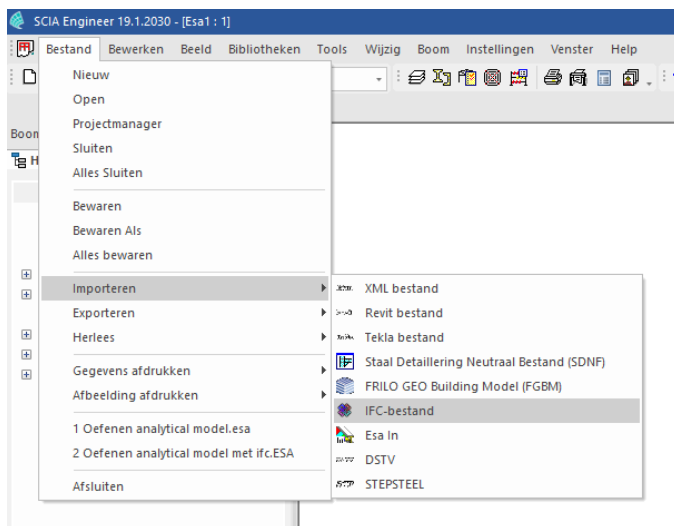


Figuur 5.20: Analytisch model na aanpassing posities nodes (Revit, 2019)

5.6 KOPPELING VAN REVIT NAAR SCIA ENGINEER

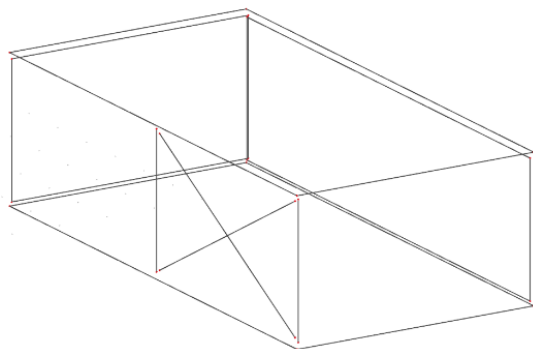
Koppeling via IFC

De koppeling tussen Revit en SCIA Engineer is op verschillende manieren te realiseren. Allereerst wordt er gekeken naar de koppeling doormiddel van het IFC bestand. Beide programma's hebben namelijk de mogelijkheid om een IFC bestand te importeren en te exporteren. Zo kan een Revit model worden opgebouwd en als IFC bestand worden opgeslagen. Vervolgens kan SCIA Engineer worden geopend en kan het IFC bestand worden ingeladen (zie figuur 5.21)

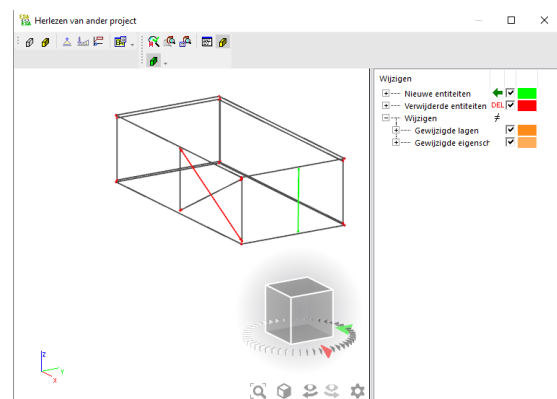


Figuur 5.21: Importeren van IFC bestand (SCIA Engineer, 19.1)

Wat opvalt bij het geïmporteerde model in SCIA Engineer is het feit dat dat SCIA Engineer alleen het 3D model importeert en van daaruit wordt er zelf door SCIA Engineer een rekenmodel geschematiseerd. Dit houdt dus in dat het rekenmodel niet goed geschematiseerd is, ondanks dat het Analytische model in Revit wel goed gemodelleerd is. Hierdoor dienen alle lijnen binnen SCIA Engineer goed op elkaar te worden aangesloten (zie figuur 5.22). Het voordeel is wel dat het model altijd 'up to date' is omdat het SCIA model kan worden geüpdatet als er aanpassingen zijn in het Revit model. Zo kan het model worden herlezen in SCIA Engineer en wordt er op een duidelijke manier aangegeven wat voor aanpassingen er zijn gemaakt. Zo wordt er met groen aangegeven welke onderdelen zijn toegevoegd en met rood wordt er aangegeven welke onderdelen zijn verwijderd (zie figuur 5.23)



Figuur 5.22: Rekenmodel gegenereerd in SCIA (SCIA Engineer, 19.1)

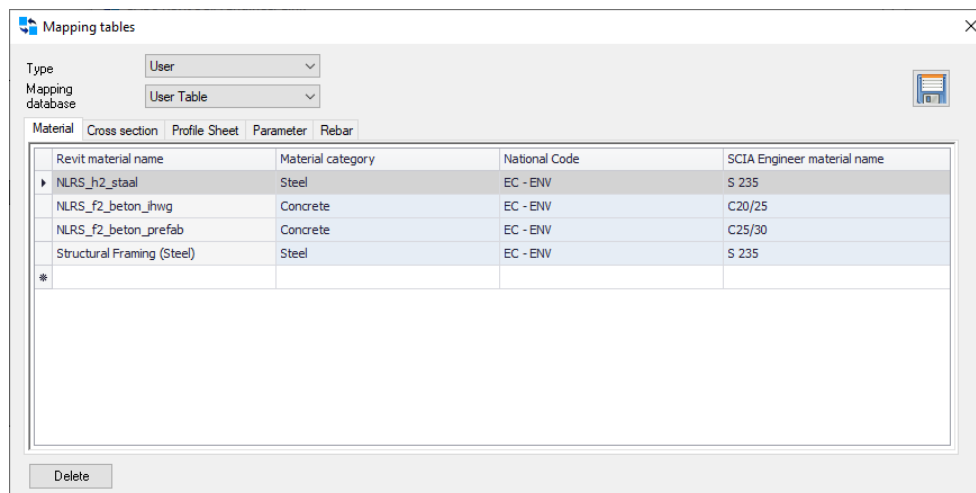


Figuur 5.23: Weergave aanpassingen in model (SCIA Engineer, 19.1)

Koppeling via Plug-In

De tweede manier waarop deze koppeling mogelijk is, is de koppeling doormiddel van een Plug-In. Deze Plug-In is geproduceerd door SCIA Engineer en is ook op de site van SCIA Engineer te downloaden. Deze Plug-In maakt gebruik van het Analytische model uit Revit. Dit Analytische model deelt het 3D model op in elementen die als lijnen en/of vlakken worden weergegeven. Deze 1D en 2D elementen, zoals ze genoemd worden, worden vervolgens voorzien van gegevens die SCIA Engineer ook herkent en kan verwerken. Wanneer het Analytische model in Revit goed is opgezet kan deze in SCIA Engineer worden geïmporteerd en hoeven alleen de krachten nog maar geschematiseerd te worden om het model te kunnen berekenen.

Wanneer het Analytische model goed is opgezet kan het model geëxporteerd worden naar SCIA Engineer. Hetgeen wat het belangrijkste is tijdens de export naar SCIA Engineer is het feit of de onderdelen wel herkent worden door SCIA Engineer. SCIA Engineer kan namelijk de families herkennen die zich standaard in Revit bevinden en kan daar de juiste waardes aan koppelen. Echter maakt Goudstikker – de Vries heel veel gebruik van eigen gemaakte families, het nadeel hiervan is dat SCIA Engineer deze families niet kan herkennen wat ervoor zorgt dat de juiste waardes daar niet aan kunnen worden gekoppeld. Om deze families alsnog te kunnen exporteren naar SCIA Engineer kunnen de waardes van de families om worden gezet naar de waardes van SCIA Engineer. Dit kan worden gedaan met behulp van de ‘mapping tables’. Alle gemaakte families die in het model zijn verwerkt moeten gekoppeld worden aan de standaard families die herkend worden door SCIA Engineer in deze ‘mapping tables’. Wanneer er eens een mapping regel is opgesteld zal de plug-in deze bewaren tot dat deze verwijderd wordt. In figuur 5.24 is een voorbeeld weergegeven van een mapping regel.



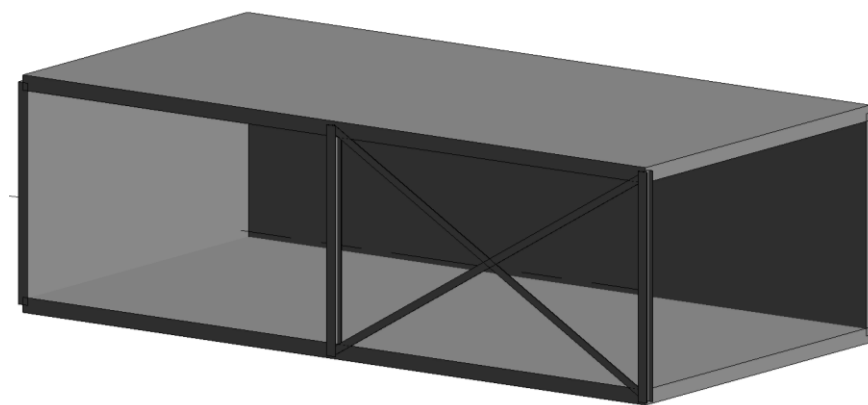
Figuur 5.24: Mapping tables (Revit, 2019)

5.7 KOPPELING VAN SCIA ENGINEER NAAR REVIT

Het model dat vanuit Revit naar SCIA Engineer is geëxporteerd, kan vervolgens geanalyseerd worden en worden berekend. Nadat er berekeningen zijn gedaan kan het voorkomen dat bijvoorbeeld een positie van een kolom of de dimensie daarvan veranderd moet worden. Wanneer deze aanpassing heeft plaats gevonden in het rekenmodel moet deze ook terug gestuurd worden naar het Revit model zodat de modelleur het daar ook kan aanpassen. Zo zijn er verschillende manieren om die terug koppeling mogelijk te maken.

Koppeling via IFC

Eerst wordt er gekeken naar de koppeling van SCIA Engineer naar Revit doormiddel van een IFC bestand. Omdat het model in SCIA Engineer gebaseerd is op het analytische model dat in Revit gemaakt is, ziet het model in SCIA Engineer er anders uit dan het model in Revit. Dit betekent dus dat het IFC model niet overeen zou komen met het Revit model die gemodelleerd is door de modelleur (zie figuur 5.25). Wanneer dit IFC model dan ook wordt ingeladen in Revit is het model verschillend en worden de verschillende onderdelen niet benoemd. Daarnaast zijn de aanpassingen op deze manier ook niet duidelijk te zien voor de modelleur wat het belangrijkste is. Met deze optie kan er dus niet voor gezorgd worden dat de aanpassingen direct verwerkt worden in het Revit model of dat er een duidelijke pop-up komt van wat er veranderd is of wat er veranderd moet worden.

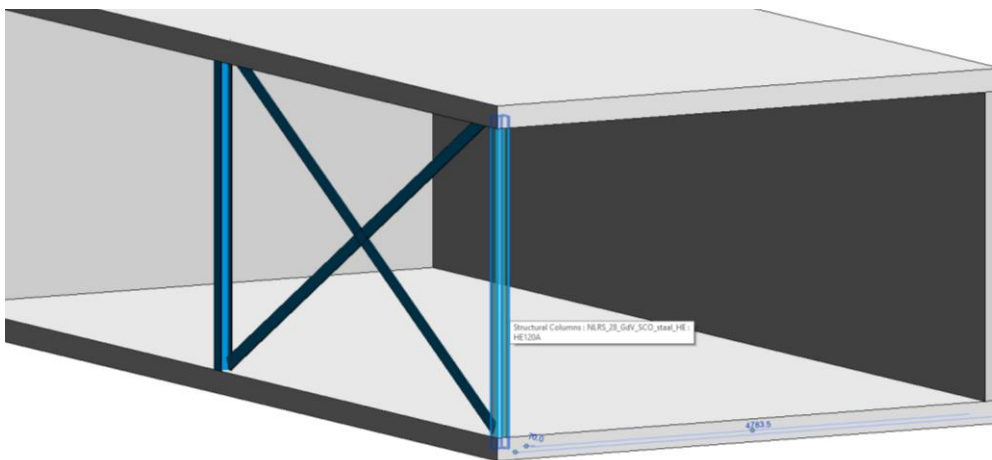


Figuur 5.25: Revit model vanuit IFC (Revit, 2019)

Een alternatief wat wel goed kan werken is de toepassing van een IFC viewer zoals Solibri. Hierin kan Het IFC bestand vanuit SCIA Engineer worden geëxporteerd. Vervolgens kan de constructeur aan het model rekenen en kunnen er aanpassingen gemaakt worden aan het model. Wanneer de constructeur klaar is en het weer als IFC heeft opgeslagen, kan de modelleur het model in Solibri herlezen. Het model is aangepast en er wordt aangegeven waar het model is aangepast. Dit kan de modelleur vervolgens verwerken in het Revit model. Hierdoor houdt de modelleur ten alle tijden het overzicht en de verantwoordelijkheid over het Revit model.

Koppeling via Plug-In

Verder is er ook gekeken naar de koppeling van SCIA Engineer naar Revit doormiddel van de Plug-In. Hiermee kan het model op dezelfde manier worden geëxporteerd naar het Revit model als andersom. In het rekenmodel kan de constructeur aanpassingen doen die vervolgens in het Revit model ook gedaan moeten worden. Wanneer deze aanpassingen gedaan zijn kan het model in Revit worden geladen. Dit model blijft vervolgens hetzelfde en alleen de aanpassingen die gedaan zijn in SCIA Engineer worden verwerkt. Dit wordt echter direct gedaan zonder enige aanduiding of opmerking. Ook wordt de aanpassing zo weergegeven als de weergave in het SCIA model. Dit zorgt er vervolgens voor dat bijvoorbeeld de kolom een stuk doorloopt tot in het hart van de vloer, daar zit immers de analytische lijn van de vloer (zie figuur 5.26). Dit zorgt ervoor dat bij een groot project, waar veel aanpassingen aan worden gedaan, het overzicht volledig verdwijnt. Allereerst worden er automatisch dingen in het model aangepast, die niet duidelijk zijn in te zien. Daarnaast moet het hele Revit model nog weer na worden gelopen om het volledig te controleren .



Figuur 5.26: Revit model na de aanpassing van de kolommen in SCIA Engineer (Revit, 2019)

5.8 DEELCONCLUSIE

Hoe kan de digitalisering bijdragen aan het optimaliseren van het werkproces van de constructieve uitwerking?

De koppeling tussen Revit en SCIA Engineer is zeker mogelijk. Echter zijn er verschillende manieren om deze koppeling mogelijk te maken. De koppeling van Revit naar SCIA Engineer werkt het beste doormiddel van de Plug-In. Deze Plug-In is te downloaden op de site van SCIA Engineer. Hierbij is het echter belangrijk dat het analytische model goed wordt opgezet. Dit vergt extra tijd voor de modelleurs, vooral bij de grotere en complexere gebouwen. Daarom dient het analytische model meteen vanaf het begin goed in elkaar te worden gezet, hierdoor wordt er overzicht gehouden in het analytische model. Wanneer dit analytische model goed is opgezet kan het model worden geëxporteerd naar SCIA Engineer. Hierbij is het echter belangrijk dat er rekening gehouden wordt met de 'mapping tables'

Vervolgens kan het gebouw worden berekend en kunnen er verschillende aanpassingen in het model worden gedaan. Wanneer de constructeur klaar is met de berekeningen moeten de aanpassingen in het Revit model worden verwerkt. Hiervoor kan het model het beste ingezien worden in IFC viewers zoals bijvoorbeeld Solibri. In deze IFC viewer kan er duidelijk worden aangegeven waar er aanpassingen hebben plaats gevonden. Deze aanpassingen kan de modelleur vervolgens inzien zodat deze aanpassingen ook in het Revit model verwerkt kunnen worden. Hiermee houdt de modelleur controle over het Revit model en houdt de constructeur controle over het SCIA Engineer model.

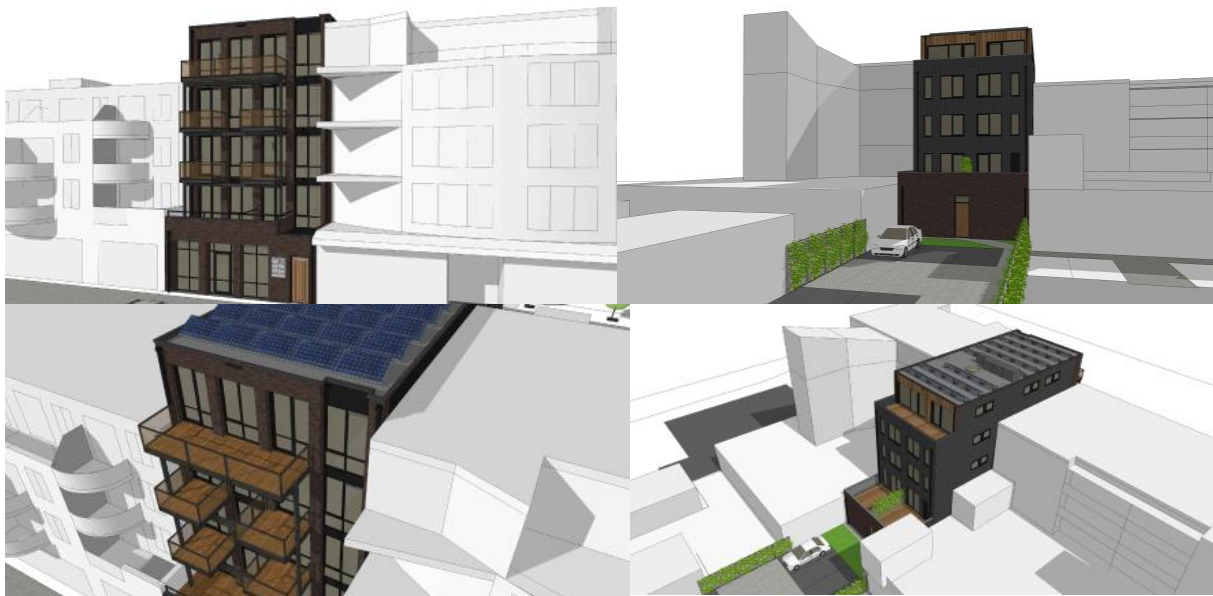
6. DE VERSCHILLEN TUSSEN HET NIEUWE WERKPROCES EN HET OUDE WERKPROCES

6.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt het huidige werkproces met het nieuwe werkproces vergeleken om zo aan te kunnen geven of het nieuwe werkproces efficiënter verloopt dan het huidige werkproces. Hierbij is er een bestaand project uitgewerkt. Deze is door de constructeur uitgewerkt met behulp van het huidige werkproces. In dit hoofdstuk wordt dat project uitgewerkt met behulp van het nieuwe werkproces om het zo met het oude werkproces te kunnen vergelijken.

6.2 HET PROJECT

Het project dat hiervoor is uitgekozen betreft de nieuwbouw van een winkel + zeven appartementen te Klazienaveen. Dit project is al in Revit gemodelleerd en de berekening doormiddel van het huidige werkproces is al uitgewerkt door een constructeur. Dit gebouw bestaat uit een stalen constructie in combinatie met de betonnen kern en de kanaalplaatvloeren. Op de begane grond wordt een winkel gerealiseerd met 6 appartementen en een penthouse. Dit project is gekozen omdat het een relatief makkelijk project is waar de nieuwe werkwijze goed op toe te passen is. Daarnaast is het model ook al in Revit gemodelleerd wat tijd scheelt vanwege de strakke tijdsplanning.



Figuur 6.1: Impressie beelden nieuwbouw project te Klazienaveen (Bouwkundig ontwerp en adviesburo Walda, 2020)

6.3 MAKEN VAN ANALYTISCH MODEL

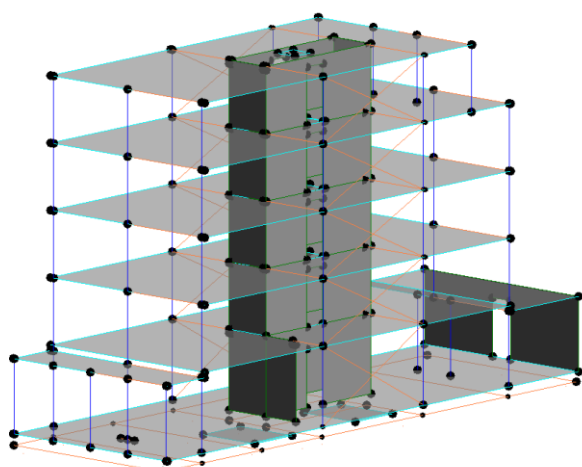
Allereerst is er begonnen met het controleren en aanpassen van het analytische model dat door Revit gegenereerd is. Wanneer het analytische model werd weergegeven bleek al snel dat dit analytische model nog lang niet goed in elkaar zat waardoor het grotendeels aangepast moest worden. Allereerst zijn de onderdelen verwijderd die niet van belang zijn als het gaat om het berekenen van de hoofddraagconstructie. Denk hierbij aan de stalen balkons die verwijderd zijn. Vervolgens zijn alle lijnen gecontroleerd en aangepast wanneer deze niet op de juiste plek stonden. Dit is per verdieping gegaan om zo het overzicht te houden. Hierbij is het dan ook belangrijk dat eerst analytische lijnen van de liggers en kolommen op de juiste plek worden gezet en dat daarna pas de vloeren goed geschematiseerd worden. Uit ervaring bleek namelijk dat de vloeren verplaatst of

aangepast worden wanneer de kolommen of liggers die met de vloer in verbinding staan gewijzigd zijn.

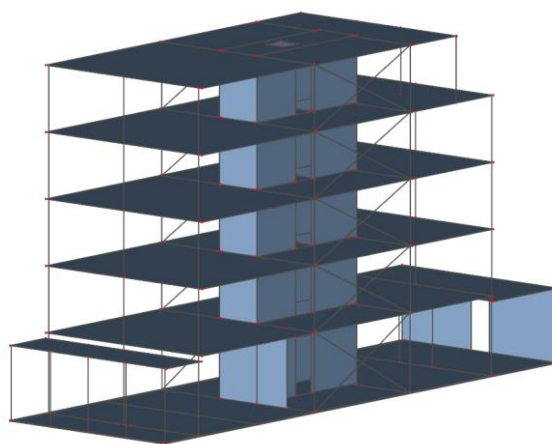
Het maken van het analytische model kostte veel tijd en was niet erg efficiënt. Echter moet er wel bij gezegd worden dat het makkelijker verliep wanneer er meer mee gewerkt werd. Wanneer het analytische model uiteindelijk gereed was zijn alle verbindingen vervolgens gecontroleerd en is het model geëxporteerd naar SCIA Engineer.

6.4 KOPPELING VAN REVIT NAAR SCIA ENGINEER

Vervolgens is het Revit model geïmporteerd in SCIA Engineer. Dit is gedaan via de Plug-In die te downloaden is via de site van SCIA Engineer. Omdat dit een wat groter project was met verschillende soorten liggers en materialen moesten er veel 'mapping tables' aangemaakt worden. Dit moet zo goed mogelijk ingevuld worden. Toch kan het voorkomen dat bepaalde onderdelen niet herkend worden door SCIA Engineer of dat bepaalde profielen niet gevonden worden. Dit hoeft niet een groot probleem te zijn aangezien de profielen ook makkelijk kunnen worden aangepast in SCIA Engineer. Hierdoor blijft het dus van belang dat de constructeur het model helemaal doorloopt en controleert wanneer het geïmporteerd is in SCIA Engineer. Zo is er in figuur 6.2 en 6.3 te zien dat het model op hoofdlijnen goed is doorgevoerd echter blijkt het niet helemaal overeen te komen. Dit zit hem vooral in het feit dat in het rekenmodel andere profielen worden gehanteerd dan in het Revit model. Dit hoeft echter geen nadeel te zijn. In de nieuwe werkwijze heeft de modelleur in deze fase namelijk alleen nog maar het model opgezet, de dimensies van de kolommen en liggers moeten immers nog berekend worden. Daarnaast kan de constructeur ook heel eenvoudig de niet kloppende dimensies aanpassen.



Figuur 6.3: Analytisch model in Revit (Revit, 2019)



Figuur 6.2: Rekenmodel in SCIA Engineer (SCIA Engineer, 19.1)

6.5 BEREKENEN VAN HET MODEL

Nu het model in SCIA Engineer staat kunnen er berekeningen aan gedaan worden. Binnen SCIA Engineer is het mogelijk om het hele gebouw in detail door te rekenen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de wapening die nodig is in de betonnen balken of het type verbinding tussen de kolom en ligger. Echter wordt er bij dit onderzoek vooral gefocust op het berekenen van de stalen profielen en worden de overige onderdelen achterwege gelaten. De profielen die hier uit volgen worden vervolgens vergeleken met de berekening die al gedaan is door de constructeur.

Er is begonnen bij het controleren van het 3D model in SCIA Engineer, hieruit bleek dat het qua afmetingen van het model goed overeen kwam. Echter kwamen verschillende stalen profielen niet overeen met de profielen die gemodelleerd waren in Revit. Dit is eerst zo gelaten om vervolgens te

kunnen beginnen met het berekenen van het model. Zo is het model allereerst voorzien van steunpunten en is er begonnen met het plaatsen van de verschillende belastingen in het model. Hierbij kan het eigen gewicht en de windbelasting zelf gegenereerd worden. De overige belastingen zijn verkregen uit het berekeningsrapport dat al was opgesteld door de constructeur. Om deze belastingen goed te laten afdragen naar de verschillende stalen liggers is er orthotropie toegepast, hiermee kan er worden vastgesteld in welke richting de vloeren moeten afdragen. Dit is van belang aangezien er bij dit project kanaalplaatvloeren worden toegepast waarbij de belastingen in één richting wordt afgedragen. Wanneer er bijvoorbeeld een breedplaatvloer werd toegepast was dit niet noodzakelijk geweest aangezien deze vloeren in meerdere richtingen afdragen. Vervolgens zijn alle verbindingen aangeduid. Bij elke verbinding moet er namelijk aangegeven worden of dit een vrije, vaste of verende verbinding is. Hierbij is een standaardverbinding binnen SCIA Engineer gedefinieerd als een moment vaste verbinding. Zo moeten er scharnieren toegevoegd worden wanneer een verbinding als scharnier moet worden gedefinieerd. Wanneer deze aspecten goed zijn ingevuld kan de berekening gedaan worden. Wanneer de berekening uitgevoerd is kunnen er verschillende aspecten makkelijk ingezien worden. Denk hierbij aan de momentenlijnen en de Unity checks in de stalen constructies maar ook de 3D verplaatsing en spanning. Vervolgens kan er hierdoor ook vastgesteld worden welke liggers en/of kolommen niet voldoen. Deze kunnen dan makkelijk aangepast worden door een ander profiel dat wel voldoet.

Wanneer de gehele constructie voldoet aan de eisen is de staalconstructie vergeleken met de constructie die berekend is door de constructeur. Hieruit bleek dat beide staalconstructies nagenoeg exact met elkaar overeen kwamen. Verschillende element konden in de berekening van het nieuwe proces lichter worden uitgevoerd, echter is hier niet voor gekozen aangezien dit niet praktisch is als er wordt gekeken naar de uitvoeringsfase. Dit houdt dus in dat er met beide processen dezelfde uitkomsten worden verkregen. (zie bijlage E voor de berekening met het nieuwe proces en bijlage F voor de berekening met het oude proces)

6.6 KOPPELING VAN SCIA ENGINEER NAAR REVIT

De Terugkoppeling van SCIA Engineer naar Revit is op verschillende manieren mogelijk. Zo is er in het onderzoek aandacht besteed aan de terugkoppeling via de plug-in maar ook via het IFC bestand. Hierbij is er gekozen om de terugkoppeling te verkrijgen via het IFC bestand en deze te analyseren in Solibri. Zo kan het bestand van de definitieve constructie worden vergeleken met de constructie die in eerste instantie was opgebouwd door de modelleur. Volgens de modelleur van Goudstikker – de Vries te Emmen, Peter Dekker, is het mogelijk om beide constructies over elkaar te leggen in Solibri, om vervolgens te kunnen zien waar de constructie is aangepast. Zo is er van Peter Dekker vernomen dat dit mogelijk is doormiddel van een kleur, zo krijgt een onderdeel een bepaalde kleur wanneer er twee elementen over elkaar heen liggen die een verschillende dimensie hebben. Dit betekent dus dat het mogelijk is om snel te kunnen zien waar de constructie gewijzigd is. Echter moet hier verder onderzoek naar worden gedaan. Tijdens het onderzoek was er namelijk geen beschikking over het programma Solibri.

6.7 TOETSING AAN PROGRAMMA VAN EISEN

In hoofdstuk drie is er een programma van eisen opgesteld en doordat er een berekening is uitgevoerd met behulp van het nieuwe werkproces kan het werkproces getoetst worden aan dit programma van eisen. Deze toetsing wordt weergegeven in bijlage G, hierin wordt duidelijk gemaakt waarom het nieuwe werkproces wel of niet voldoet aan bepaalde eisen. In deze toetsing is te zien dat het nieuwe werkproces van de constructieve uitwerking aan 13 van de 17 gestelde eisen voldoet.

Vervolgens zijn de verschillen tussen het nieuwe en het oude werkproces doormiddel van deze toetsing in kaart gebracht. De meest belangrijke verschillen worden hieronder genoemd:

- Allereerst werkt de modelleur voor op de constructeur. Zo begint de modelleur al met het modelleren van het gebouw zonder dat er een berekening gemaakt is. Dit model die door de modelleur is opgesteld dient dan ook als rekenmodel.
- Daarnaast zijn de berekeningen makkelijker te controleren. Dankzij de berekeningen en uitkomsten die tussentijds ingezien kunnen worden is het altijd makkelijk om te achterhalen waar het programma bepaalde waardes vandaan haalt ook wordt hierin dan verwezen naar de desbetreffende norm.
- Verder is de constructeur minder tijd kwijt aan het schematiseren van constructies en aan het maken van een gewichtsberekening. De constructeur hoeft geen wanduitslagen of plattegronden meer te schematiseren om de constructie uit te rekenen. Het 3D model wordt hier gebruikt als 3D rekenmodel om zo de hele constructie in één keer te kunnen berekenen.
- Ook zijn verschillende aanpassingen makkelijker te verwerken in zowel het berekeningsrapport als in de tekeningen. Wanneer er bij een berekening bijvoorbeeld een kolom veranderd is, kan de constructeur het IFC bestand exporteren waardoor de modelleur makkelijk in Solibri kan zien wat er veranderd is. Daarnaast worden dergelijke wijzigingen ook automatisch in het rapport gewijzigd.
- Tot slot is het nieuwe werkproces dankzij bovengenoemde verschillen efficiënter dan het oude werkproces. Zo zijn verschillende grote en complexe gebouwen makkelijker en sneller te berekenen.

6.8 FINANCIËLE VERSCHILLEN

Dat het nieuwe werkproces efficiënter is blijkt ook aan het aantal uren dat ervoor gebruikt is. Zo zijn er namelijk verschillen te zien in de gemaakte uren die gebruikt zijn voor de berekening van dit project. Tijdens het oude werkproces hebben er drie verschillende medewerkers aan gewerkt. Namelijk een adviseur, een constructeur en de modelleur. Dit zal in het nieuwe werkproces niet anders worden, echter kan er wel gesteld worden dat de verdeling van het aantal uren anders verdeeld wordt. Zo zal de modelleur meer uren nodig hebben en zal de uitvoerend constructeur minder uren nodig hebben om de berekening te maken. Zo is er in totaal 85 uur gewerkt aan de berekening door de constructeur en is er 94.50 uur gewerkt door de modelleur in het oude werkproces. Deze verdeling van de uren is te zien in bijlage H.

Naar schatting wordt het aantal uren van de modelleur, in het nieuwe werkproces, verhoogd met zo'n 16 tot 24 uur door het opzetten van het analytische model. Dit hangt ook af van de complexiteit van het gebouw en de ervaring die de modelleur heeft met het opzetten van het analytische model. Hierbij is het van belang dat het analytische model meteen vanaf het begin goed en correct wordt opgezet. Echter worden er ook enkele uren bij de modelleur weggenomen. Dit heeft te maken met het feit dat aanpassingen makkelijker zijn door te voeren met behulp van Solibri. Dit neemt naar schatting zo'n 3 tot 5 uur weg. Ondanks dat de modelleur in het nieuwe werkproces in totaal meer uren kwijt is aan het project neemt dit heel veel uren weg bij de constructeur. De uren van de constructeur zijn onder te verdelen in verschillende fases, namelijk het voorontwerp, het definitief ontwerp en het uitvoerend ontwerp. Hierbij zullen de uren van het voorontwerp vervallen voor de constructeur. Deze uren worden in het nieuwe proces namelijk vooral door de adviseur en modelleur opgevangen. Het definitieve ontwerp betreft het ontwerp ten behoeve van de bouwaanvraag. Denk hierbij aan de evenwichtsberekening, stabiliteitsberekening en de staalberekeningen exclusief de detailberekeningen. Deze uren kunnen doormiddel van het programma aanzienlijk worden

teruggebracht van 29 uur naar ongeveer 8 uur. In de laatste fase, het uitvoerend ontwerp, worden alle overige berekeningen gemaakt. Denk hierbij aan de detailberekeningen van de staalverbindingen en de wapeningsberekeningen van het gewapend beton. Deze berekeningen kunnen overigens ook met SCIA Engineer gedaan worden, echter heeft Goudstikker – de Vries hier nog niet alle licenties voor. Daarom zullen de uren in deze fase niet afnemen tenzij Goudstikker – de Vries in de toekomst besluit om voor deze berekeningen ook de licenties aan te schaffen. Tot slot zijn verschillende aanpassingen in het nieuwe werkproces makkelijker te doen en zijn berekeningen makkelijker te controleren wat naar schatting nog een totaal van 8 uur weg neemt bij de constructeur.

Met het nieuwe werkproces zal de modelleur in totaal 107,5 uur kwijt zijn aan het maken van het model. De constructeur daarentegen zal nog maar 52,5 uur nodig hebben om de constructie te kunnen berekenen met behulp van SCIA Engineer. In totaal is er dus 19,5 uur minder nodig met behulp van het nieuwe werkproces wat resulteert in de verlaging van de kosten van maar liefst tien procent.

6.9 DEELCONCLUSIE

Welke verschillen zijn er te zien in het nieuwe werkproces ten opzichte van het oude werkproces?

Het nieuwe werkproces is goed in kaart gebracht door het berekenen van het project te Klazienaveen. Allereerst is het analytische model opgesteld wat erg veel tijd in beslag nam. Vervolgens is dit analytische model geëxporteerd naar SCIA Engineer om zo de stalen constructie uit te kunnen rekenen. De stalen constructie die berekend is met het nieuwe werkproces kwam nagenoeg exact overeen met de berekening die gedaan is doormiddel van het oude werkproces. Zo konden er dezelfde stalen profielen gebruikt worden als de profielen die in het oude werkproces ook berekend waren.

Nadat deze berekening gedaan was, is het nieuwe werkproces getoetst aan het programma van eisen dat in Hoofdstuk 3 is opgesteld. In deze toetsing is te zien dat het nieuwe werkproces aan 13 van de 17 gestelde eisen voldoet. Doormiddel van deze toetsing zijn de belangrijkste verschillen tussen beide werkprocessen in kaart gebracht. Zo begint de modelleur al met het modelleren zonder dat er een berekening is gemaakt, daarnaast zijn de berekeningen makkelijker te controleren, verder is de constructeur minder tijd kwijt aan het schematiseren en zijn verschillende aanpassingen makkelijker te verwerken in de berekening en tekeningen. Dankzij deze verschillen is het nieuwe werkproces efficiënter ondervonden dan het oude werkproces.

Verder neemt het nieuwe werkproces minder tijd in beslag. Zo kan het bij het project in Klazienaveen wel zo'n 19,5 uur schelen wat er voor zorgt dat Goudstikker – de Vries naar schatting tien procent minder kosten gemaakt zal hebben met behulp van het nieuwe werkproces.

7. CONCLUSIE

Goudstikker – de Vries te Emmen heeft laten weten dat het interne werkproces van constructief ontwerpen tussen de ontwerpend constructeur en modelleur efficiënter moet kunnen met behulp van digitalisering. Daarom is er na gegaan hoe dit werkproces van de constructieve uitwerking geoptimaliseerd kan worden met behulp van BIM en SCIA Engineer binnen Goudstikker – de Vries.

Uit het onderzoek is gebleken dat het werkproces zeker efficiënter kan doormiddel van de koppeling tussen Revit en SCIA Engineer. Zo maakt de koppeling het mogelijk om het 3D model, dat gemaakt is door de modelleur, te gebruiken als rekenmodel in SCIA Engineer.

Om de koppeling mogelijk te maken moet er allereerst een Analytisch model opgemaakt worden door de modelleur. Hierdoor zal de modelleur meer uren in beslag nemen voor het maken van het Revit model. Echter nemen deze werkzaamheden veel uren weg bij de constructeurs. Zo hoeft de constructeur niet zelf meer het rekenmodel op te zetten en kan het gebouw meteen in één keer berekend worden met behulp van SCIA Engineer. Vervolgens kan het model weer terug gekoppeld worden naar de modelleur. Met behulp van het programma Solibri zou de modelleur snel en duidelijk kunnen zien waar er dergelijke aanpassingen zijn gedaan. Dit kan de modelleur dan vervolgens verwerken in het Revit model.

Tot slot is het nieuwe werkproces getoetst aan het programma van eisen dat vooraf is opgesteld. Hieruit blijkt dat het nieuwe werkproces aan 13 van de 17 eisen voldoet. Doormiddel van deze toetsing zijn de belangrijkste verschillen tussen beide werkprocessen in kaart gebracht. Zo begint de modelleur al met het modelleren zonder dat er een berekening is gemaakt, daarnaast zijn de berekeningen makkelijker te controleren, verder is de constructeur minder tijd kwijt aan het schematiseren en zijn verschillende aanpassingen makkelijker te verwerken in de berekening en tekeningen. Ondanks deze verschillen is er wel aangetoond dat de uitkomsten van de berekening met het nieuwe werkproces overeen komen met de berekeningen doormiddel van het oude werkproces. Dit maakt het nieuwe werkproces efficiënter betrouwbaarder maar ook goedkoper. Zo zouden de kosten doormiddel van het nieuwe werkproces naar schatting met tien procent gereduceerd kunnen worden.

8. DISCUSSIE

De verschillende uitkomsten in hoofdstuk drie en vier zijn gevalideerd doormiddel van triangulatie. Echter moet hierbij gezegd worden dat de eigen observaties die hier gebruikt zijn, voortkomen uit de werkzaamheden die gedaan zijn in de werkervaringsperiode. Deze werkzaamheden betreffen voornamelijk berekeningen van kleine projecten terwijl het werkproces van toepassing is op de grote en middelgrote werken. Ook werd er gebruik gemaakt van interne stukken. Echter is er voornamelijk gebruik gemaakt van één rapport als bron. Toch worden de onderzoeken wel als betrouwbaar geacht aangezien alle drie de informatiebronnen, de interviews, eigen observaties en interne stukken, ongeveer dezelfde uitkomsten hadden. Daarnaast zijn er in de interviews ook verschillende constructeurs en modelleurs ondervraagd die veel dezelfde aspecten benoemden.

Verder moet er ook vermeld worden dat de toetsing aan het programma van eisen als subjectief kan worden ervaren. De toetsing is namelijk gedaan door één onderzoeker en is niet gevalideerd bij meerdere personen. Wel is er in de toetsing beschreven waarom er gekozen is om het wel of niet te laten voldoen aan de eisen.

Daarnaast is er ook onderzoek gedaan naar de terugkoppeling van SCIA Engineer naar Revit. Hierin is er gesproken over de toepassing van Solibri met betrekking tot het weergeven van de aanpassingen in het model. Hiervoor is er contact gezocht met een modelleur van Goudstikker – de Vries. Hiervan is er vervolgens vernomen dat het mogelijk moet zijn om de aanpassingen in het model te kunnen weergeven met behulp van een bepaalde kleur. Hier is verder dan ook geen onderzoek naar gedaan omdat het programma niet beschikbaar was tijdens het onderzoek. Het advies is dan ook om dit verder te onderzoeken om zo het werkproces te bevorderen.

Tot slot is er in het onderzoek ook vermeld dat het tien procent scheelt aan kosten wanneer het nieuwe werkproces in gebruik wordt genomen. Echter is dit een schatting en is dit niet gevalideerd. Zo is er tijdens dit onderzoek niet het hele proces doorlopen om het met feiten en waarnemingen te kunnen onderbouwen. Daarnaast zijn de kosten voor het aanschaffen van eventuele extra Solibri en SCIA engineer licenties hier niet in meegenomen.

9. AANBEVELINGEN

Het werkproces van de constructieve uitwerking kan zeker efficiënter met behulp van dit nieuwe werkproces. Er wordt dan ook aan Goudstikker – de Vries aanbevolen om dit nieuwe werkproces toe te passen bij gebouwen van grote en middelgrote ordes. Hierbij wordt er aanbevolen om de koppeling van Revit naar SCIA Engineer te realiseren met behulp van de Plug-In en de koppeling van SCIA Engineer naar Revit via IFC en Solibri.

Ook is het belangrijk dat de manier van modelleren veranderd wordt voor de modelleurs. Zo moeten de modelleurs al beginnen met het opzetten van het model zonder dat er een berekening is gemaakt. Dit moet in goed overleg gedaan worden met de constructeur om zo dus meteen een goed model op te kunnen zetten. Hoe beter het model namelijk is opgezet hoe makkelijker dit uiteindelijk voor de constructeur is. Daarnaast moeten de modelleurs bij het opzetten van het model meteen aandacht besteden aan het analytische model. Hierdoor kan ervoor gezorgd worden dat het analytische model ook meteen goed opgezet wordt en dat dit niet op het laatst allemaal gedaan moet worden. Dit zorgt ervoor dat de modelleur meer tijd kwijt is aan het modelleren van het gebouw, echter nemen deze werkzaamheden heel veel tijd weg bij constructeurs en kunnen zij in een paar dagen complexe gebouwen meteen doorrekenen.

Ondanks dat de modelleur meer tijd kwijt is wordt er toch geadviseerd om dit werkproces wel te gebruiken omdat er verwacht wordt dat de totale kosten uiteindelijk met tien procent verminderd worden. Hierbij moet er wel gezegd worden dat dit een schatting is en dat er enkele weken over heen gaan voordat dit doel bereikt is. Er wordt dan ook aanbevolen om dit nieuwe werkproces in de praktijk toe te passen zodat er kan worden ondervonden wat de daadwerkelijke tijdswinst is.

Verder moeten verschillende constructeurs meer kennis verschaffen over SCIA Engineer. Dit kan verkregen worden met het opdoen van ervaring en het gebruiken van het programma. Hiervoor zijn verschillende instructiefilmpjes te zien die gemaakt zijn door SCIA Engineer zelf. Verder is de support van SCIA Engineer erg behulpzaam en makkelijk te bereiken, ook kan er gebruik worden gemaakt van het forum van SCIA Engineer om antwoord te krijgen op de vragen. Daarnaast kan er ook voor gekozen worden om cursussen te bezoeken om zo op die manier meer kennis te kunnen verkrijgen over het programma. Toch wordt dit in eerste instantie niet meteen aanbevolen aangezien er veel geleerd kan worden doormiddel van ervaring en de support van SCIA Engineer.

Wanneer het nieuwe werkproces positief verloopt wordt er ook aanbevolen om de verschillende licenties van SCIA Engineer te verhogen en uit te breiden. Zo kunnen er meer werknemers gebruik maken van SCIA Engineer. Het programma kan vervolgens worden uitgebreid zodat alle berekeningen in SCIA Engineer kunnen worden gedaan. Denk hierbij aan stabiliteitsberekening, verschillende detailberekeningen en berekeningen van de hoeveelheid wapening dat benodigd is. Daarnaast zouden er ook verschillende licenties van Solibri aangeschaft moeten worden zodat de terugkoppeling efficiënt verloopt. Hierbij wordt er aanbevolen om verschillende cursussen te houden zodat de modelleurs meer kennis krijgen van het programma Solibri.

10. BIBLIOGRAFIE

- Autodesk Building Solutions (Producent). (2013). *Autodesk Revit: Analytical model (Essential skill)* [Film]. Opgeroepen op april 2, 2020, van <https://www.youtube.com/watch?v=Se24OfWmlzA>
- Berghegen J. & Dielhoff M. (2018). *Eindverslag Comakership onderzoek & advies*. Almere. Opgeroepen op maart 10, 2020
- BIM loket. (z.d.). *Wat is BIM*. Opgeroepen op januari 30, 2020, van <https://www.bimloket.nl/watisbim>.
- Bouwend Nederland. (z.d.). *BIM voor beginners*. Opgeroepen op januari 29, 2020, van <https://www.bouwendnederland.nl/data/sitemanagement/media/Webpagina%20Virtueel%20bouwen/Little%20BIM.pdf>.
- DECODE BD (Producent). (2016). [Film]. Opgeroepen op april 3, 2020, van https://www.youtube.com/watch?v=rFzA_wLNCm0
- Dijk, F. v. (2017). *Uitwerking van een woontoren in SCIA Engineer*. 's-Hertogenbosch. Opgeroepen op maart 10, 2020
- Goudstikker - de Vries. (z.d.). *Info over Goudstikker - de Vries*. Opgeroepen op september 30, 2019, van <https://www.goudstikker.nl/over/>
- Haar, G. t. (2019, Augustus 28). *Afstudeerregeling en handleiding 2019/2020*. Opgeroepen op september 28, 2019, van Blackboard course afstuderen jaar 4: https://blackboard.hanze.nl/bbcswebdav/pid-4644234-dt-content-rid-42989757_2/courses/bvvt.1907.afstuderen1920/Afstudeerregeling-2019-20.pdf
- Hulst, B. B. (2017). *Basisboek interviewen*. Houten: Noordhof Uitgevers. Opgehaald van <https://www.jongbloed.nl/code/inkijkexemplaar/9789001877156/basisboek-interviewen-ben-baarda.pdf>
- MSc Building Information Project Management (Producent). (2015). *Revit Interoperability Tutorial: How to modify the Analytical model* [Film]. Opgeroepen op maart 26, 2020, van <https://www.youtube.com/watch?v=pdY2NfbRAeo>
- NEN. (z.d.). *Eurocodes*. Opgeroepen op februari 28, 2020, van [nen.nl: https://www.nen.nl/NEN-Shop/Eurocodes.htm](https://www.nen.nl/NEN-Shop/Eurocodes.htm)
- Rijksoverheid. (z.d.). *Nederlands Normalisatie Instituut (NEN)*. Opgeroepen op februari 28, 2020, van [rijksoverheid.nl: https://www.rijksoverheid.nl/contact/contactgids/nederlands-normalisatie-instituut-nen](https://www.rijksoverheid.nl/contact/contactgids/nederlands-normalisatie-instituut-nen)
- SCIA Engineer. (2014). *Webinar: berekening van betonnen gebouwen in SCIA Engineer*. Opgeroepen op april 3, 2020, van <https://www.scia.net/nl/support/webinars/webinar-berekening-van-betonnen-gebouwen-scia-engineer>
- SCIA Engineer. (2015). *Advanced training Revit Structure Interface*. Opgeroepen op maart 3, 2020, van [https://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/roundtrip/\[eng\]tutorial%20revit%20link%2015.0.60.pdf](https://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/roundtrip/[eng]tutorial%20revit%20link%2015.0.60.pdf)

- SCIA Engineer (Producent). (2015). *Webinar stalen constructies in SCIA Engineer* [Film]. Opgeroepen op april 6, 2020, van <https://www.youtube.com/watch?v=qBH2h0RTfB0>
- SCIA Engineer. (2016). *Modelling handboek*. Opgeroepen op februari 25, 2020, van https://help.scia.net/download/17.0/nl/Modelling_nld.pdf
- SCIA Engineer. (2017). *CADS Revit SCIA Enginee link*. Opgeroepen op februari 10, 2020, van https://downloads.scia.net/support/sciaengineer/revit_plugin/build_328/cads%20revit%20scia%20engineer%20link%20best%20practices.pdf
- SCIA Engineer. (z.d.). *Import, Export handboek*. Opgeroepen op maart 5, 2020, van <http://docplayer.nl/39394184-Import-export-handboek.html>
- SCIA Engineer. (z.d.). *Open BIM in actie met Revit en SCIA Engineer*. Opgeroepen op januari 29, 2020, van Scia.net: <https://www.scia.net/nl/open-bim-actie-met-revit-en-scia-engineer>
- SCIA Engineer. (z.d.). *Tips & Tricks: IFC-import en BIM-toolbox voor een snelle conversie naar een analytisch model*. Opgeroepen op maart 6, 2020, van <https://www.scia.net/nl/support/faq/andere/tips-tricks-ifc-import-bim-toolbox-snelle-conversie-analytisch-model>
- Scribbr. (2018). *Soorten Interviews*. Opgeroepen op januari 29, 2020, van Scribbr.nl: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/soorten-interviews/>
- Scribbr. (z.d.). *Hoe verwerk je een interview in een scriptie?* Opgeroepen op februari 5, 2020, van scribbr.nl: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/hoe-verwerk-je-een-interview-een-scriptie/>
- SHR. (z.d.). *NEN normen*. Opgeroepen op februari 28, 2020, van shr.nl: <https://www.shr.nl/nen-normen>
- Surf. (2018). *De APA-richtlijnen uitgelegd*. Opgeroepen op oktober 4, 2019, van auteursrechten.nl: https://www.auteursrechten.nl/files/auteursrechten/2019-09/surf_de-apa-richtlijnen-uitgelegd_versie-november-2018.pdf
- Werken aan projecten. (z.d.). *Programma van Eisen*. Opgeroepen op februari 15, 2020, van werken-aan-projecten.nl: <https://werken-aan-projecten.nl/programma-van-eisen/>

11. BIJLAGEN

BIJLAGE A – HANDLEIDING GEBRUIK KOPPELING

BIJLAGE B – GESTELDE VRAGEN BIJ DE INTERVIEWS

BIJLAGE C – UITGETYPE INTERVIEWS

BIJLAGE D – PROGRAMMA VAN EISEN

BIJLAGE E – BEREKENING DOORMIDDEL VAN HET NIEUWE WERKPROCES

BIJLAGE F – BEREKENING DOORMIDDEL VAN HET OUDE WERKPROCES

BIJLAGE G – TOETSING AAN HET PROGRAMMA VAN EISEN

BIJLAGE H – URENLIJST OUDE WERKPROCES

BIJLAGE I – GERAADPLEEGDE INTERNE RAPPORTEN

BIJLAGE A

Via onderstaande link is er een korte instructievideo te zien over hoe de koppeling van Revit naar SCIA Engineer in zijn werk gaat. Deze video is opgesteld voor Goudstikker – de Vries en is alleen met toestemming te delen met externe partijen. Verder kan de Plug-In worden gedownload met de tweede link.

Instructievideo:

<https://www.youtube.com/watch?v=j-8IXePpZdA>

Plug-In:

<https://www.scia.net/nl/support/downloads/plugin-revit-structure-scia-engineer?destination=node/2361>

BIJLAGE B

Vragen	Constructeur	Constructeur met enige ervaring van SCIA	Constructeur die dagelijks werkt met SCIA	Modelleur
Vraag 1	Wat vind je van het huidige werkproces van constructief ontwerpen? - Voordelen/Nadelen	Wat vind je van het huidige werkproces van constructief ontwerpen? Voordelen/Nadelen	Ben jij een ontwerpend constructeur en doe je echt aan constructief ontwerpen?	Wat vind je van het huidige werkproces van constructief ontwerpen? - Voordelen/Nadelen
Vraag 2	Met welke programma's werk je momenteel? - Waarom?	Met welke programma's werk je momenteel? - Waarom?	Zo ja op wat voor manier doe je dat dan? Doe je dat al mbv SCIA? - Al met behulp van SCIA?	Werk je alleen met Revit of ook nog met andere programma's? - Voordelen? - Nadelen?
Vraag 3	Wat vind je belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen?	Wat vind je belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen?	Wat vind je belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen? (Als hij aan ontwerpen doet)	Wat vind je belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen?
Vraag 4	Sta je open voor verandering? Waarom wel/niet? - Waarom dan nog geen verandering?	Sta je open voor verandering? Waarom wel/niet? - Waarom dan nog geen verandering?	- Met welke programma's werk je momenteel? Waarom?	Sta je open voor verandering? - Waarom wel/niet? - Waarom dan nog geen verandering?
Vraag 5	Ken je het programma SCIA? - Ooit iets mee gedaan? - Weet je wat er allemaal mee kan? - Waarom dan nog nooit gebruikt?	Je hebt toch een keer met SCIA Engineer gewerkt? - Bij welk project was dat? - Waarom SCIA en niet een ander programma?	Je werkt veel met SCIA bij wat voor projecten zijn dat?	- Ken je het programma SCIA? Ooit iets mee gedaan? - Weet je wat er allemaal mee kan?
Vraag 6	Hoe zie je het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?	Waarom gebruik je het niet bij elk project? - Wat zijn de voordelen? - Wat zijn de nadelen?	Waarom gebruik je het niet met elk project?	Hoe zie je het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?
Vraag 7	Welke eisen moet het nieuwe proces voldoen?	Weet je wat er allemaal mogelijk is met SCIA?	Weet je wat er allemaal mogelijk is met SCIA (uitwisseling met Revit)? Heb je dit al een keer gedaan?	Welke rol denk je in het nieuwe proces te hebben als - modelleur en wat vind je daarvan? Welke eisen moet het nieuwe proces voldoen? Zelf model opzetten
Vraag 8	Zie je een toekomst voor je waarin er alleen maar wordt gerekend met SCIA? - Waarom wel/niet?	Hoe zie je het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?	Hoe zie je het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?	Aan welke eisen moet het nieuwe proces voldoen?
Vraag 9	Nog aanvullingen?	Aan welke eisen moet het nieuwe proces voldoen?	Aan welke eisen moet het proces dan voldoen?	Zie je een toekomst voor je waarin er alleen maar wordt gerekend met SCIA? - Waarom wel/niet?
Vraag 10		Zie je een toekomst voor je waarin er alleen maar wordt gerekend met SCIA? - Waarom wel/niet?	Zie je een toekomst voor je waarin er alleen gerekend wordt met SCIA? - Waarom wel/waarom niet?	Nog aanvullingen?
Vraag 11		Nog aanvullingen?	Nog aanvullingen?	

BIJLAGE C

Interview 1

Type onderzoek: Kwalitatief onderzoek
Type interview: Semigestructureerd interview
Geïnterviewde: Alfred Santing (AS)
Functie: Constructeur met ervaring van SCIA

Datum: 03-02-2020
Tijdstip: 10:50
Duur: 18:40 min.

TT: Ik doe dus onderzoek naar het werkproces en of we dat kunnen verbeteren met SCIA en Revit. Nu heb jij al een keer met SCIA gewerkt en daarom wilde ik jou ook even interviewen. Met dit interview wil ik onderzoeken wat de eisen eigenlijk zijn voor het nieuwe werkproces en waarom het oude werkproces niet efficiënt genoeg is. Frits heeft mij namelijk laten weten dat er onderzoek gedaan kon worden naar dit werkproces en het gebruik van SCIA. Dus daar ga ik je wat vragen over stellen.

TT: Allereerst, wat vind je van het huidige werkproces van constructief ontwerpen? Heb jij daar enige voordelen of nadelen van ervaren of niet?

AS: het huidige proces?

TT: Daarbij gaat het echt om als je iets binnen krijgt, van hoe gaan we dat doen, hoe gaat het berekend worden.

AS: Ja maar vanuit het ontwerpen, meestal ligt het advies er al dus dan is het meer het uitwerken van het advies.

TT: Ja oké, eigenlijk ben ik wel op zoek naar echt het ontwerpen dus ik weet niet of je daar wat werkzaamheden in hebt gedaan?

AS: Nou misschien detaillering maar echt het hoofdontwerpen niet want dat is meestal vanuit de advies fase.

TT: Ja precies. Maar het is toch niet zo dat jij een advies krijgt en je moet dat uitrekenen. Ik bedoel als iets niet voldoet moet jij daar toch een oplossing voor verzinnen?

AS: Ja dat kan of je koppelt het terug of je zoekt daar een oplossing ja.

TT: Want waar het vooral om gaat is dat je iets binnen krijgt en dat je een schets maakt voor de modelleur die alvast bezig gaat met het modelleren van het project. Alleen als de constructeur iets uit heeft gerekend en er blijkt dat iets niet voldoet waardoor er weer iets moet worden aangepast in het model en dat is het punt wat ik wil gaan verbeteren met behulp van SCIA en Revit en om de combinatie.

AS: maar gaat het dan om het gebruik maken van het Revit model binnen SCIA?

TT: Ja daar ga ik onderzoek naar doen.

AS: Ja oké dat is dus meer iets anders he? Dat is meer de vraag of je die werkzaamheden kunt combineren. Vanuit een adviesfase zou ook al een Revit of SCIA model kunnen zijn opgezet. Om te kijken wat er constructief mogelijk is.

TT: ja oké. Maar die ontwerpfase wat ik net zei is niet echt op jou van toepassing dus?

AS: Nee als ik nu kijk naar Almere Duin, project waar ik een tijd mee bezig ben geweest met SCIA dan zijn er gewoon twee sporen. Namelijk het Revit model zelf en het SCIA model. Dat is niet één op één.

TT: En heb je daar nadelen van ondervonden? Of dat je dacht dit kan efficiënter of optimaler?

AS: Nee want de modellen die waren al opgetuigd in Revit en SCIA. Ik vraag mij af of binnen Goudstikker dat überhaupt al is gedaan in de uitvoering. Dat je een Rvit model hebt en dat je dat Revit model kunt vertalen naar een SCIA model. Door gebruik te maken van het model. Want daar zit de besparing. Die ervaring heb ik nog niet maar ik vraag mij dan ook wel af of je het Revit model en SCIA model één op één op elkaar af kan stellen.

TT: oké, Met welke rekenprogramma's werk je momenteel?

AS: SCIA dan en gewoon Technosoft.

TT: Axis VM dan?

AS: Nee heb ik in het verleden wel wat mee gedaan voor bevingbestendig bouwen. Maar dat is ook alweer een aantal jaren terug.

TT: Stel ik ga het werkproces optimaler maken wat vind je dan belangrijk? Waar moet het aan voldoen? Bijvoorbeeld dat het overzichtelijker moet zijn en dat er bij een uitdraai makkelijke te zien is hoe je aan verschillende resultaten komt.

AS: Nou ik denk dat het sowieso bij elke berekening belangrijk is dat een andere partij het makkelijk kan overzien. Het moet geen zoek plaatje zijn.

TT: En heb je nog andere dingen waarvan je denkt, daaraan moet het voldoen?

AS: Ja ik ken het oude huidige werkproces niet echt.

TT: Nee precies dat is een beetje lastig, Maar als we nu eerst gewoon eens kijken naar het oude werkproces met technosoft. Als er dan bijvoorbeeld iets klopt moet je weer allerlei dingen aanpassen. En ik ga dus onderzoeken of dat efficiënter kan met behulp van SCIA.

AS: Ja dat je het beter op elkaar afstemt. Ik denk dat dat ook afhangt van de fase. Want wanneer moeten dingen worden aangepast, dat is misschien als het constructieve niet past in het bouwkundige. Dat het dus niet goed op elkaar af is gestemd dus dat je daardoor aanpassingen moet doen. Het kan zijn vanwege info die je op dat moment nog niet hebt. Met bijvoorbeeld installaties waarvoor er gaten in de wanden moeten. Want in een adviesfase hoeft nog niet alles letterlijk te zijn doorgerekend. Er zijn wat hoofddimensies bepaald en dat wordt op papier gezet en dan wordt het bij een constructeur en modelleur neergelegd. Als die tegelijk aan het werk gaan. Dan kan het zijn dat een constructeur er net wel of net niet uit komt. En dat je van daaruit gaat aanpassen. Dus als je wilt optimaliseren zul je eerder in het traject alle dimensies berekend en doorgerekend moeten hebben zodat daar geen twijfel meer over is. Dus dat je het meer achter elkaar doet. Als die stromen tegelijk gaan hangt het er dus van af hoe precies het advies is en of daar nog wat in zit ten opzichte van modelleren. Laat je het gelijktijdig lopen of zet je het meer achter elkaar?

TT: zoals ik in het begin al zei je hebt een keer met SCIA gewerkt, bij wat voor project was dat?

AS: Almere Duin

TT: Oké en waarom is dat project uitgevoerd met behulp van SCIA?

AS: Omdat er bij Almere Duin in ieder geval 1 gebouw bij zat met een dusdanige complexe plattegrond en dat te opzichte van de hoogte van het gebouw waardoor je het niet meer goed vertaald kreeg naar een eenvoudige schematisering en waardoor er ook geen realistische krachten uit voort kwamen waar ze ook echt wat mee konden. Op een gegeven moment werden of de krachten heel groot of ze hadden geen vat op hoe de krachten zich verdelen doordat er allemaal

schuine wanden in het gebouw stonden. Toen is er bij een gebouw besloten om die in SCIA op te zetten, om zo de reactiekrachten en dergelijke te kunnen bepalen. Daarna is ook besloten om de andere gebouwen in SCIA te zetten. Zelfs de gemeente heeft bij één toren gezegd dat ze die ook graag in SCIA wilden.

TT: Dus puur omdat het wat complexer is, is er besloten om het in SCIA op te zetten?

AS: Ja.

TT: Doe je het daarom ook niet met andere projecten die minder complex zijn?

AS: Ja.

TT: Die kun je makkelijker met technosoft uitrekenen?

AS: Ja dat is bekend, daar heb je meer ervaring mee.

TT: Ja, nou ja waarom gebruik je het niet bij elk project. Dat zei je net ook al, technosoft is bekend en daar heb je meer ervaring mee.

AS: Ja terwijl je bij SCIA ook onderdelen kunt uitrekenen. Het is niet alleen een pakket waar je een heel gebouw in moet stoppen. Je kan ook gewoon onderdelen berekenen. Dus in die zin kan je het er opzich wel goed inzetten alleen dan ontbreekt misschien nog de ervaring.

TT: Denk je dat je alle projecten zou kunnen uitwerken met SCIA als je meer ervaring hebt met dat programma?

AS: je komt wel een heel eind want je hebt verschillende modules, staalcontrole, liggers met wapening. Dus wat in technosoft ook kan. Je komt er een heel eind met, het is alleen de varag van wil je het. Je gebruikt toch altijd het pakket waar je het meest vertrouwt mee bent en waar je het meest snelheid mee kan genereren. Maarja misschien is het juist goed om een ander pakket te gebruiken om zo ervaring op te doen. Want als je het alleen in zet voor complexe situaties en voor de rest doe je er nooit wat mee. Dan kom je er in die complexe situatie ook niet uit. Want dan zijn het alleen maar vraagtekens.

TT: Hoe zie jij het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je? Is beetje moeilijke vraag voor jou denk ik. Het is dus mogelijk om een revit model te importeren in SCIA om zo berekeningen uit te voeren en zo nodig aanpassingen waarna het weer kan worden terug gekoppeld naar SCIA.

AS: Nou ja als dat kan, tuurlijk dat zou ideaal zijn. Dan heb je gewoon twee modellen die altijd gelijk aan elkaar zijn. Als dat mogelijk is, is dat ideaal. Als een constructeur zeg maar een aanpassing doorvoert in SCIA en dat wordt automatisch verwerkt of als aandachtspunt op verwezen. Dat zou ideaal zijn maar ik vraag me af hoe ver men daarin nu is omdat een bouwkundig model constructief in revit is toch wat anders dan een rekenmodel.

TT: En als we kijken naar dat ideale proces, aan welke eisen zou het moeten voldoen? Heb jij punten waarvan je zegt; nou daar moet je wel voor oppassen.

AS: Nou dat is die afstemming van je rekenmodel op het bestaande. Dat is voor mij de basis. Als je dat niet red dan wordt het een lastig verhaal. Want dan kan je geen gebruik maken van elkaars model.

TT: Ja precies. Als je in Revit bijvoorbeeld een ligger op een kolom hebt gemodelleerd maar in het rekenmodel zitten die lijntjes niet aan elkaar.

AS: Ja nou dat bijvoorbeeld maar soms wijk je iets af van de maatvoering van je rekenmodel bijvoorbeeld vloeren die niet exact zijn of kleine verspringingen in wanden wat niet direct moet worden meegenomen in je rekenmodel want dan gebeuren er ook weer allerlei gekke dingen.

TT: Ja begrijpelijk. Zie jij een toekomst voor je waarin alleen gewerkt wordt met SCIA en Revit?

AS: Ik denk dat het uiteindelijk wel die kant op gaat ja. Maar dan moeten de pakketten het wel aankunnen en dat het op die manier ook werkbaar is. Dat je de fouten van elkaar ziet.

TT: Ja, oké dat was het eigenlijk, heb je nog verdere aanvullingen?

AS: Nee eigenlijk niet.

TT: Oké is goed dat was hem dan, heel erg bedankt in ieder geval.

Interview 2

Type onderzoek: Kwalitatief onderzoek
Type interview: Semigestructureerd interview
Geïnterviewde: Stijn van Nimwegen (SN)
Functie: Constructeur

Datum: 03-02-2020
Tijdstip: 11:16
Duur: 17:28 min.

TT: Ben jij veel aan het constructief ontwerpen?

SN: Soms, ik krijg wel eens werken waarbij ze willen dat ik er alvast mee begin. Omdat een adviseur er verder nog niet naar heeft gekeken. Hierdoor ben ik soms dan aan het constructief ontwerpen.

TT: Wat vind je van het huidige werkproces van constructief ontwerpen? Wat zijn de voordelen en wat zijn de nadelen?

SN: Als ik kijk naar wat grotere klussen begint de modelleur inderdaad al met het opzetten van het constructieve 3D model en dat vind ik wel heel prettig omdat je dan vrij vlot vanaf een bouwkundige tekening snel in zicht hebt van hoe het constructief eruit moet gaan zien. Hierdoor kom je ook gauw de knelpunten tegen.

TT: En heb jij verder ook nadelen ervaren?

SN: als ik wat berekend heb moet ik dat vaak wel opgeven op de tekening. Zo teken ik dingen die de modelleur vervolgens weer in het model moet tekenen. Dus daar zit altijd wel een stap tussen. Zo maak ik ook regelmatig schetsen die verder voor het eindproduct niet gebruikt worden maar dat is puur voor communicatie naar de modelleur toe.

TT: Met welke rekenprogramma's werk jij momenteel?

SN: Veel Technosoft en verder nog Axis VM.

TT: Oké. Wat vind je belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen?

SN: Wat ik wel belangrijk vind is dat je uitgangspunten duidelijk zijn voordat je begint.

TT: wat bedoel je met uitgangspunten?

SN: Dat je bijvoorbeeld al beetje weet wat voor vloeren erin komen en of er bijvoorbeeld zonnepanelen op komen. Constructie van beton of hout en welke vloerafwerking moet erop.

TT: Dus het advies moet duidelijk zijn weergegeven.

SN: Ja dat dat soort dingen vooraf gewoon helder zijn. En dan is het belangrijkste dat in de basis gewoon een goed ontwerp hebt.

TT: Sta je open voor verandering?

SN: Ja ik sta zeker open voor verandering. En jaar alles wat je kan optimaliseren is natuurlijk mooi meegenomen

TT: En waarom is er dan nog geen verandering?

SN: Ik heb er niet echt een idee bij van wat we zouden moeten veranderen. Heb niet zoiets van dit moeten we doen of dat moeten we doen.

TT: Als we bijvoorbeeld kijken naar Axis VM is dat makkelijker of niet?

SN: je kan vrij makkelijk zien bij complexe projecten hoe de krachtsverdeling is maar al met al kost het toch meer tijd.

TT: En dat komt omdat je het programma nog niet helemaal begrijpt denk ik?

SN: Ja met name wel ja. Het invoeren is vaak niet zo spannend maar waar je bijvoorbeeld wel mee in problemen komt zijn vaak de verbindingen zo heb je soms een verbinding die niet helemaal moment vast is maar ook niet alleen scharnierend. Dit zorgt er dan wel voor dat het wat lastiger wordt.

TT: heb je dat in Technosoft niet dan?

SN: in principe ook wel en vaak kies je ook wel voor moment vast of scharnierend en als het dan geen van beide is kan je gebruik maken van het verbindingen programma. En die rekent de stijfheid uit waardoor je in je rekenprogramma met de juiste stijfheid werkt.

TT: ken je het programma SCIA?

SN: Ik ken het wel, heb er op school wel eens wat mee gedaan maar daar houdt t ook wel bij op.

TT: zie jij de koppeling tussen SCIA en Revit ook als ideaal beeld?

SN: Ik denk als dat allemaal beetje goed werkt dat dat wel ideaal is ja alleen dan moeten de basis dingen van de hoofdraagconstructie vooraf al wel wat duidelijk moeten zijn. Maar wat ik wel interessant vind is dat je het Revit model kan importeren en kan gebruiken als rekenmodel. Dat kan namelijk wel echt veel tijd schelen.

TT: Als we het dan hebben over het ideaal beeld aan welke eisen moet het dan voldoen?

SN: Ik denk wel dat het Revit model al aardig volledig moet zijn wil je dat gaan gebruiken als rekenmodel. Als je er namelijk mee wil rekenen moet het al wel enigszins kloppen. Dus sowieso moet er al een ontwerp zijn gemaakt door de constructeur die aangeeft hoe de vloer overspant en waar de liggers en kolommen zitten zodat de basis goed is. Ik denk namelijk dat wanneer de basis niet goed is dat je heel veel aan het uitwisselen bent wat toch weer extra tijd kost.

TT: zie je een toekomst voor je waarin er alleen gewerkt wordt met SCIA?

SN: ik zie dat wel voor me voor bepaalde grootte van projecten waarin het tekenwerk ook volledig gedaan wordt van onderbouw tot bovenbouw. Want ik denk dat het met de kleiner projecten niet nodig is.

TT: Oké dat was het eigenlijk. Ik weet niet of jij nog aanvullingen hebt?

SN: Nee opzich niet het enige waar ik wel benieuwd naar ben is hoe die vertaling is van ifc naar rekenmodel.

TT: in SCIA kan je met 1 druk op de knop van 3d profielen naar hard op hard lijnen. En dat zou dus ook met IFC bestanden kunnen. Echter moet de invoer van het Revit model daarvoor wel goed zijn.

Interview 3

Type onderzoek: Kwalitatief onderzoek
Type interview: Semigestructureerd interview
Geïnterviewde: Frits Bekkering (FB)
Functie: Constructeur

Datum: 03-02-2020
Tijdstip: 11:42
Duur: 20:29 min.

TT: Wat vind je van het huidige werkproces van constructief ontwerpen?

FB: Er is een schikking tussen kleine werken en grote werken. Als je kleine werken hebt is het wel gewoon prima. Maar bij grote werken merk je dat er een advies is en maak je een gewichtsberekening om het vervolgens weer te communiceren met de modelleur. Hierdoor doe je vaak dubbelwerk. En het zou dan wel fijn zijn dat je gegevens krijgt om een rekenmodel te maken zodat je van daaruit een gewichtsberekening kan maken. en dat je in 1 model werkt. Ja bijvoorbeeld bij kleine werken we met balkenroosters in Technosoft. Hiervoor zet ik vaak al draadlijnen uit in autocad die wordt geïmporteerd in balkenrooster en hoef je alleen nog maar belastingen in te voeren en type balk. Dit is dan voor kleine werken ook gewoon goed behapbaar. Maar als je grote werken hebt kost het heel veel tijd om als constructeur een lijnenspel uit te zetten in 3D.

TT: Met welke rekenprogramma's werk je allemaal?

FB: Technosoft dagelijks, Axis VM af en toe en natuurlijk Excel altijd.

TT: En waarom Axis VM af en toe?

FB: Ik gebruik Axis VM veel om seismische berekeningen te maken en voor verdiepingsvloeren is het erg handig.

TT: En dat is ook 3D toch?

FB: Ja dat is een eindige elementen methode. Je kan hem dan zowel 2D als 3D gebruiken, voor de vloeren gebruiken we 2D en voor seismische berekeningen gebruiken we 3D en dan kan je ook de eigen frequentie van het gebouw uitrekenen.

TT: Wat vind je belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen?

FB: Dat je als constructeur ook echt met constructieve aandachtspunten zit. Dat je dus niet alleen maar bezig bent met het begrijpen en invoeren van het programma maar dat je echt werkt als constructeur. De programma's moeten een hulpmiddel zijn die als aanvulling aanvoelen

TT: Die programma's zijn hulpmiddelen maar je moet er toch eerst ervaring mee krijgen dus er is sowieso een tijd waarin je moet leren omgaan met een programma.

FB: Ik denk dat het ook erg onverstandig is om als beginnend constructeur alleen maar eindige elementen methodes door te rekenen zonder dat ze ooit wat anders hebben gedaan. Dan snap je namelijk wel hoe je het programma moet bedienen maar je moet ook echt de constructie begrijpen en wat achtergrond informatie weten.

TT: Oké, zijn er verder nog dingen die je belangrijk vindt?

FB: Nouja niet echt maar het zou gewoon zeer welkom zijn als er met een 3D programma gewerkt kan worden waar je als constructeur niet eerst het hele draadmodel hoeft op te zetten maar dat de modelleur dat gewoon doet met het maken van het constructie model.

TT: Sta je open voor verandering?

FB: Ja en voor verbetering.

TT: Maar ook als je in eerste instantie veel ervaring op moet doen met het programma voordat je er een beetje goed mee kan werken. Want je had namelijk eerder al aangegeven dat je niet alleen maar met het programma bezig wil zijn.

FB: Nee als het gemak groter wordt dan levert het meer rendement en geld op. Alleen als je een woning uitrekent met wat kanaalplaatvloeren en wat lateien is het niet zo van toepassing.

TT: Jij doet zelf soms ook wel wat grotere projecten en waarom is er dan nog geen verandering bij die projecten terwijl je er wel voor open staat?

FB: Ja dat heeft er ook vooral mee te maken dat ik projecten deed waar de uitvoering toch veel gedaan werd met kalkzandsteen en kanaalplaatvloeren en hiervoor is het niet echt nodig om dat uit te voeren met een eindige elementen methode.

TT: Je kent het programma SCIA wel toch? En heb je hier ooit iets mee gedaan?

FB: Ja ik ken het programma en heb er nooit iets mee gedaan.

TT: Oké en weet je wat er allemaal mogelijk is met het programma SCIA?

FB: Nee.

TT: Hoe zie jij het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?

FB: Het ideale plaatje voor mij is dat we het ontwerp binnen krijgen en dat we wat besprekingen hebben. Dat de constructeur dan een advies opstelt van dikte van vloeren/kolommen etc. dat de modelleur het model dan opzet. En als je dat model dan kan koppelen naar SCIA kan je als constructeur heel snel en gemakkelijk een gewichtsberekening maken en een ontwerpberekening voor de palen. Je kan veel makkelijker mee gaan in het ontwerpproces. Wordt er namelijk weer wat gewijzigd dan hoeft je niet weer alles opnieuw door te rekenen. Met zo'n ideaal werk proces denk ik dat je veel sneller een klant kan dienen.

TT: Aan welke eisen zou het nieuwe werkproces moeten voldoen?

FB: Als je in dit werkproces wat meer verantwoordelijkheid bij de modelleur neer legt zal er altijd nog wel die controle moeten zijn. Ik denk dat dit sowieso altijd een klasse A project moet zijn als je hiermee in ontwikkeling gaat.

TT: Zie je een toekomst voor je waarin er alleen gewerkt wordt met SCIA?

FB: Nee niet alleen omdat het werk te gevarieerd is. Zie het vooral voor me met grotere werken met bijvoorbeeld staal of beton kolommen structuur.

TT: Heb jij verder nog aanvullingen?

Interview 4

Type onderzoek: Kwalitatief onderzoek
Type interview: Semigestructureerd interview
Geïnterviewde: Hans van Aken (HVA)
Functie: Modelleur

Datum: 03-02-2020
Tijdstip: 12:11
Duur: 20:15 min.

TT: Werk je alleen met Revit of ook nog met andere programma's?

HVA: Nee ik werk alleen met Revit.

TT: Eigenlijk ben jij alleen nog maar aan het BIMMEN of maak je ook nog werktekeningen bijvoorbeeld?

HVA: Ja ik maak af en toe ook nog wel werktekeningen wat niet mijn voorkeur heeft want het liefst doe ik gewoon alles 3D. in principe zijn de werktekeningen ook dubbelwerk. Alle data staat namelijk ook gewoon in het 3D model.

TT: Sta je open voor verandering?

HVA: Ja ik sta wel open voor verandering en het is sowieso te toekomst.

TT: Ken je het programma SCIA?

HVA: Ja vaak van gehoord en ik heb een keer gezien hoe een constructeur ermee heeft gewerkt maar echt kennen nee dat niet.

TT: Maar je hebt er één keer mee gewerkt volgens mij?

HVA: Nouja ik heb 1 keer het IFC van een SCIA model in Revit geladen om zo de balkons die vaker voorkwam bij die toren te modelleren. Dus die gegevens van profielen was uit SCIA gekomen.

TT: Hoe was dat dan moest je er veel aan aanpassen?

HVA: Nou het was wel even kijken hoe zuiver de maatvoering was, heeft de constructeur de maten goed in SCIA gezet? Maar opzich was alles nauwkeurig genoeg toch moet je alles even checken en nalopen.

TT: Hoe zie jij het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?

HVA: dat er wordt gewerkt met 1 model.

TT: Wat vind je van de nieuwe rol die je als modelleur hebt in het nieuwe werkproces. Zo zetten jullie eerder het model op en moeten jullie ook wat meer inzicht hebben in constructieve vraagstukken.

HVA: Vind het niet erg want je bent eerder betrokken bij het project wat het juist wel leuker maakt echter. Moet de constructeur toch wel iets van een basis aangeven met behulp van schetsen of iets dergelijks. In het begin loopt het misschien wat moeizaam maar naarmate je meer projecten hebt gedaan wordt het vast beter.

TT: Heb je nog eisen waaraan het ideale werkproces moet voldoen?

HVA: Maatvoering zo veel mogelijk bekend van tevoren. Maar is er nog wel een Revit bestand nodig als het programma SCIA echt goed is?

TT: Ja misschien is er inderdaad helemaal geen Revit meer nodig. Maar dat is iets wat ik kan onderzoeken. Zie je verder een toekomst voor je waarin er alleen gewerkt wordt met SCIA en Revit?

HVA: Ja ik wil juist af van de platte tekeningen en details. Kan ook allemaal digitaal en in 3D.

TT: Heb jij verder nog aanvullingen?

HVA: Nee ik denk dat het zo wel duidelijk is ja.

TT: Heel erg bedankt voor je tijd.

Interview 5

Type onderzoek: Kwalitatief onderzoek
Type interview: Semigestructureerd interview
Geïnterviewde: Peter Dekker (PD)
Functie: Modelleur

Datum: 04-02-2020
Tijdstip: 16:24
Duur: 18:33 min.

TT: Ben jij veel betrokken bij grote projecten?

PD: Ja maar ook bij kleintjes.

TT: Wat vind je van het huidige werkproces van constructief ontwerpen?

PD: Het grootste nadeel vind ik voor zowel constructeurs al modelleurs maar dan vooral voor de constructeurs dat zij weer een model moeten opzetten. Constructeur doet wat modelleur doet wat. Constructeur komt erachter dat modelleur geen goed werk doet waardoor weer dingen aangepast moeten worden. Waarom laat je de modelleur niet gewoon voorlopen, dan wordt het uitgerekend door de constructeur en weer aangepast door de modelleur. Dan verandert er voor de modelleur niet zo gek veel maar de constructeur heeft veel minder werk.

TT: Je werkt alleen met Revit toch of ook nog met andere programma's?

PD: modelleer software alleen Revit. Ik doe niks meer met autocad verder.

TT: En dynamo doe jij ook wat mee toch?

PD: Ja maar heeft in principe niet zoveel hiermee te maken.

TT: Oké maar wat kan je precies met dat programma?

PD: het is een programmeer taal om het klikken in Revit weg te halen. Dus als wij er heel goed in worden kunnen wij sommige dingen wat sneller.

TT: Wat vind je belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen?

PD: Eenduidige informatie.

TT: Kan je dat nader toelichten?

PD: Het mooiste is, maar dat is de ideale wereld, dat je een profiel krijgt voorgeschreven en die verandert niet weer. Of ter wel er moet vooraf dat ik begin wel al wat vast zijn gesteld. Over profielen en verschillende afmetingen.

TT: Sta je open voor verandering?

PD: Ja natuurlijk. Je kan wel niet open staan voor verandering, maar dan sta je jezelf in de weg.

TT: Maar als je open staat voor verandering waarom is er dan nog geen verandering?

PD: Als je nou ziet hoe wij werken 10 jaar geleden en nu is er sowieso al heel veel veranderd. Werkmethodiek is maar net wat iedereen wil en verandert continu.

TT: Ken je het programma SCIA?

PD: Ja dat is een 3D rekenprogramma.

TT: Weet je wat er verder allemaal mee kan?

PD: Nee, ik weet alleen dat je er een hele constructie in 1 keer mee kan uitrekenen.

TT: Heb je er ooit iets mee gedaan in combinatie met Revit binnen Goudstikker – de Vries?

PD: Nee nog nooit.

‘Uitleg over het nieuwe werkproces’

PD: Als de constructeur iets heeft aangepast moet hij eigenlijk niet in het Revit bestand zijn aangepast maar er moet een melding worden gegeven. Als een ligger niet helemaal goed gemodelleerd is en bijvoorbeeld niet centrisch. Als het dan een IPE400 wordt ipv IPE300 en springt ineens 100mm omhoog in plaats van 50mm omhoog en 50mm naar beneden kan dat nog wel eens voor problemen zorgen.

TT: Goed dat je het zegt.

PD: Het resultaat moet zijn dat die ligger aangepast wordt maar is het mijn tekening of is het de constructeur zijn tekening dat is de vraag. Een melding zou daarom beter zijn zodat er ook een stukje controle in zit.

TT: Hoe zie jij het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?

PD: Het meest ideale vind ik nog niet eens zo zeer het uitwisselen met behulp van IFC maar eerder de rechtstreekse koppeling naar. Dus dat je samen in het zelfde model werkt en dat er ook een melding komt als er iets verandert is. Maar als de terugkoppeling er al zal zijn ben ik tevreden. Je kan hier ook Solibri bij gebruiken of BCF viewer.

TT: Welke rol denk je in het nieuwe werkproces te hebben?

PD: Ik hoop sturend.

TT: Jij maakt straks al het model wat de constructeur ook gebruikt voor zijn berekening. Is dat voor jou iets positiefs of negatiefs?

PD: Ligt eraan hoe de samenwerking is we moeten in de toekomst steeds meer samenwerken en ik denk dat de constructeur het profiel niet eens wil aanpassen maar die wil hem alleen maar uitrekenen dus voor het aanpassen ben ik dan voor. Beide functies blijven nodig maar ze zijn nodig in 1 model.

TT: Aan welke eisen moet het nieuwe werkproces voldoen?

PD: Het moet goed werkzaam zijn. En het moet controleerbaar zijn maar dat is altijd zo. Voor zowel jezelf als voor een ander.

TT: Zou je een toekomst voor je zien waarin er alleen gewerkt wordt met SCIA en Revit?

PD: Ja ik denk dat er in de toekomst alleen maar 3D wordt getekend of gerekend en hoe het programma dan ook heet maakt niet uit.

TT: Oké dat was hem al heb jij verder nog aanvullingen?

PD: Momenteel nog niet het enige belangrijke is dat we gewoon naar een werkzame methode moeten gaan.

Interview 6

Type onderzoek: Kwalitatief onderzoek
Type interview: Semigestructureerd interview
Geïnterviewde: Thijs van Stijn (TVS)
Functie: Constructeur (Almere)

Datum: 12-02-2020
Tijdstip: 12.48
Duur: 14:34 min.

TT: Ben je een ontwerpend constructeur en doe je dus aan het constructief ontwerpen?

TVS: Ja daar doe ik aan.

TT: Doe jij het constructief ontwerpen al veel met behulp van SCIA of nog niet?

TVS: Het is erg afwisselend. Voor de grote projecten doe ik steeds meer met SCIA en voor de kleinere projecten doe ik ook nog altijd veel met Technosoft.

TT: Als ik het werkproces ga verbeteren wat vind je dan belangrijk tijdens het werkproces van constructief ontwerpen?

TVS: Het is van belang om in Revit een analytisch model te maken en deze moet heel precies gemaakt worden en als dit kloppend is dan kan het goed geïmporteerd worden in SCIA. En het zou wel echt fijn zijn als het model in Revit ook gewoon gebruikt kan worden in SCIA, want wat ik nu veel doe is gewoon het model in SCIA overtekenen. Dus ik maak gewoon het tweede model.

TT: Met welke programma's werk je momenteel?

TVS: Vooral veel met SCIA maar werk ook nog wel regelmatig met Technosoft.

TT: Bij wat voor soort projecten maak je gebruik van SCIA?

TVS: Vooral bij de wat grotere projecten.

TT: Omdat het gewoon makkelijker is?

TVS: Ik zeg wel alleen grotere projecten maar wat ik nu ook wel doe is delen van een bepaald gebouw eruit te halen en te bekijken. Als een bepaald project of deel, bijvoorbeeld vloerdeel te complex is voor 2D zetten we het al gauw in 3D.

TT: Waarom gebruik je SCIA niet met elk project?

TVS: Omdat dat niet nodig is. Voor standaard rijwoningen kan je nog veel beter gewoon technosoft gebruiken. Je moet streven naar zo efficiënt mogelijk rekenen en uitvoeren en dat wil met SCIA bij de kleinere projecten nog wel eens wat lastiger zijn. Waar je met SCIA bijvoorbeeld heel veel tijd in gaat stoppen is het uitdraaien van het rapport, welke resultaten wil je laten zien etc.

TT: Weet je wat er allemaal mogelijk is met SCIA?

TVS: Ja

TT: Jij hebt nog nooit een project gehad met enige koppeling tussen Revit en SCIA?

TVS: Nee, want wat ik al zei niemand binnen Goudstikker werkt nog met dat analytische model. Want wil het functioneren dan moet dat analytische model heel precies zijn opgebouwd.

TT: Hoe zie jij het ideale werkproces van constructief ontwerpen voor je?

TVS: Zo min mogelijk modelleren en zo veel mogelijk rekenen als constructeur zijnde. En met SCIA is dat nu nog gewoon 50% om 50%

TT: Je vindt dat je te veel tijd kwijt bent aan het opzetten van het model?

TVS: Ja juist.

TT: Dus het zou mooi zijn als die koppeling er daadwerkelijk komt?

TVS: Ja dat scheelt heel veel tijd.

TT: Aan welke eisen moet het nieuwe werkproces voldoen?

TVS: Niet echt eisen maar dat analytische model in Revit dat moet kloppen dat is dan de enige eis.

TT: Zie jij een toekomst voor je waarin er alleen wordt gewerkt met SCIA?

TVS: Ja daar zie ik wel toekomst in ja. We gebruiken SCIA nu eigenlijk niet voor kleine projecten maar ik zou niet weten waarom dat niet kan.

TT: Denk je dat het sneller zou kunnen ook met kleine projecten?

TVS: Ja als je daarin gewoon een standaard sjabloon hebt dan rekent het net zo snel als Technosoft. Daar ben ik van overtuigd.

TT: Heb jij verder nog aanvullingen voor mij?

TVS: Ga vooral onderzoek doen naar het achterliggende model in Revit. Ik denk dat dat wel heel belangrijk is.

BIJLAGE D

PROGRAMMA VAN EISEN

Randvoorwaarden

- De berekeningen die gemaakt worden met behulp van dit werkproces moeten aan alle eisen voldoen die gesteld worden in de Nederlandse Norm.

Functionele eisen

- Nieuwe werkproces moet sneller verlopen dan voormalige werkproces.
- Te gebruiken bij grotere en complexere gebouwen.

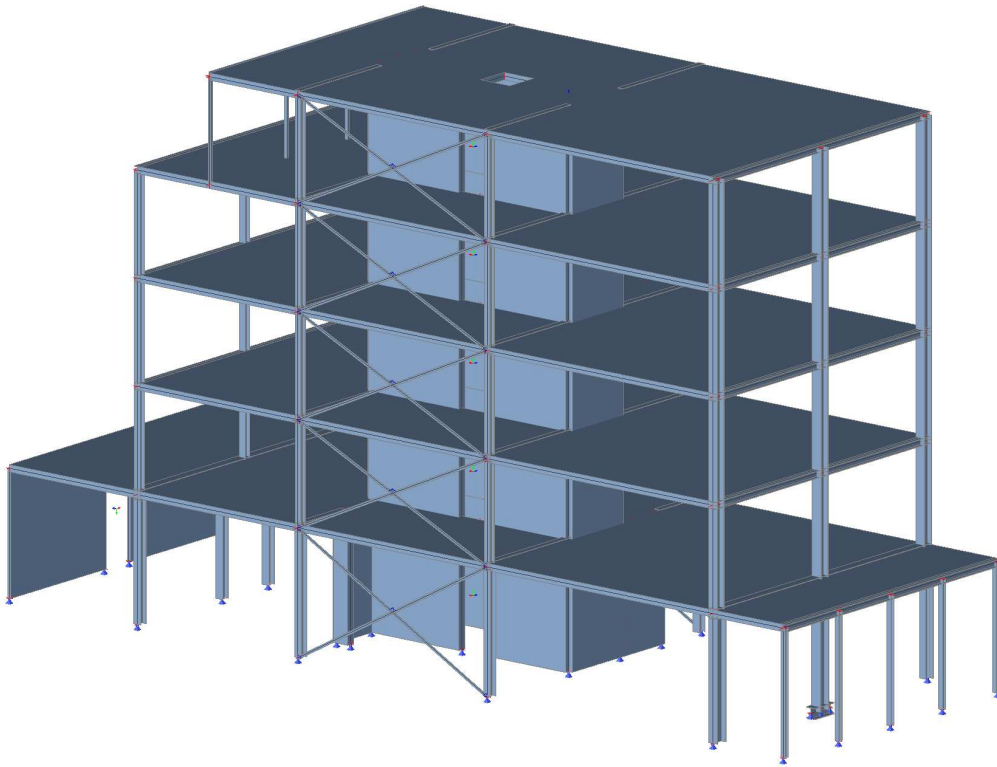
Gebruikswensen

- Uitgangspunten vooraf duidelijk.
- Niet te veel tijd kwijt zijn aan het programma.
- In het begin veel controles uitvoeren
- Modelleur loopt voor op constructeur.
- Gebruik moet duidelijk en overzichtelijk zijn.
- Werkzaam
- Controleerbaar & navolgbaar
- Constructeur moet alleen maar rekenen en zo min mogelijk tekenen en modelleren.

Ontwerpbepeningen

- Koppeling tussen SCIA en Revit moet goed werken en simpel zijn in gebruik
- Moet lijnenspel op elkaar aansluiten vanuit 3D model.
- Maatvoering moet kloppen
- Uitdraaien van rapport moet niet teveel tijd in beslag nemen.
- Als er iets wordt aangepast moet de modelleur een opmerking krijgen wat er is aangepast.
- Analytisch model in Revit moet goed te maken zijn.

BIJLAGE E



1. STATISCHE BEREKENING

Project: 20196237
Omschrijving: KLAZIENAVEEN; winkel + 7app. van Echtenskanaal NZ

Opdrachtgever: Ten Napel Explotatie te Nieuw Amsterdam
Architect: Bouwkundig ontwerp en adviesburo WALDA te Zwartemeer

Document: GDV-20196237-B03
Revisie: -
Datum: 10-04-2020
Status: Definitief

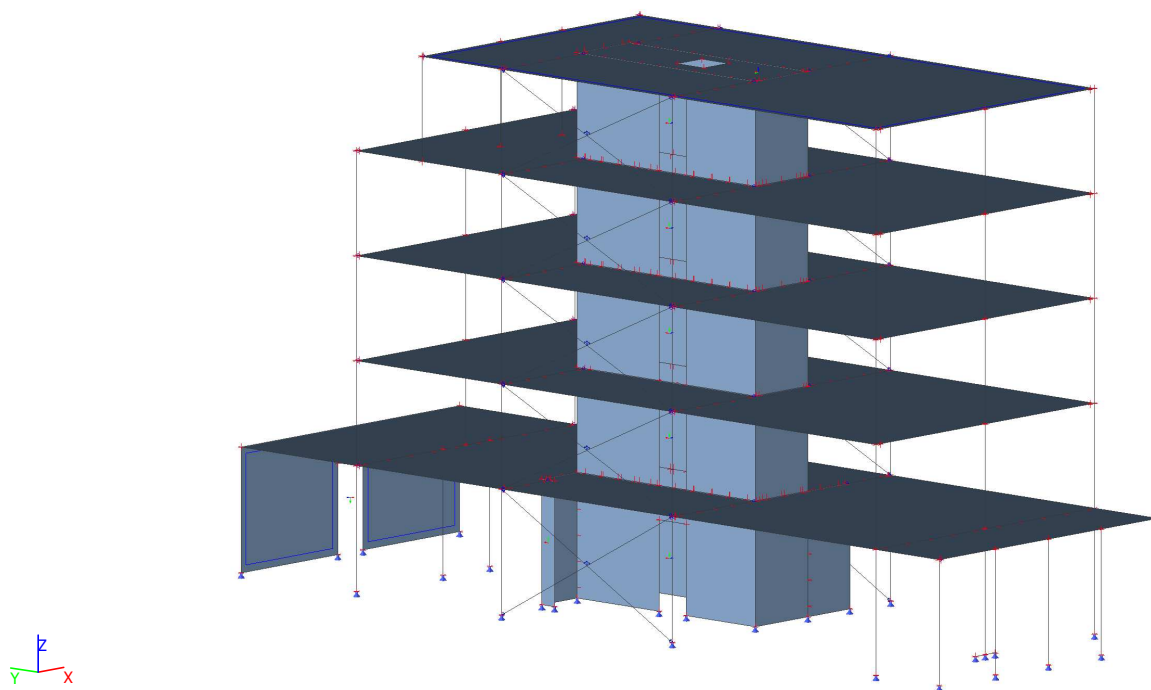
Samenstelling: T.T. ten Have

2. Inhoudsopgave

1. STATISCHE BEREKENING	1
2. Inhoudsopgave	2
3. Geometrie	3
3.1. Rekenmodel	3
3.2. Materialen	3
3.3. Doorsneden	4
3.4. Knopen	14
3.5. Staven	16
3.6. 2D-elementen	18
4. Belastingen	19
4.1. Belastingsgevallen	19
4.2. Combinaties	20
4.3. Niet-lineaire combinaties	21
4.4. Variabele last	21
4.5. Permanente last	22
4.6. Sneeuwlast	22
5. Resultaten	23
5.1. Verplaatsing	23
5.2. Interne 2D krachten beton	25
5.3. Interne 1D krachten staal	27
5.4. UC's Staal	32

3. Geometrie

3.1. Rekenmodel



3.2. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,0	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0	
S 355	7850,0	2,1000e+05	0.3	0	40	355,0	490,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	335,0	470,0	

Naam	Type	ρ [kg/m ³]	Dichtheid in natte toestand [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]	Kleur
C20/25	Beton	2500,0	2600,0	3,0000e+04	0.2	0,00	20,00	


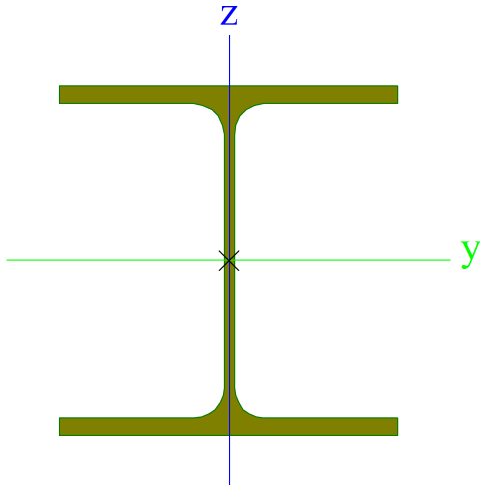
Verklaring van symbolen


Dichtheid in natte toestand	De waarde van de dichtheid van het kenmerk nieuwe toestand wordt alleen gebruikt als een samengesteld dek wordt ingevoerd en rekening wordt gehouden met de belasting van het eigengewicht.
-----------------------------	---

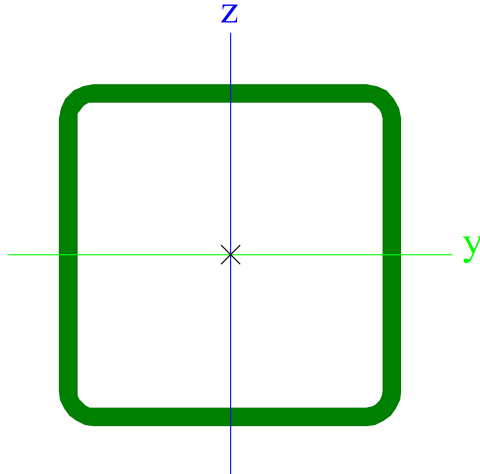

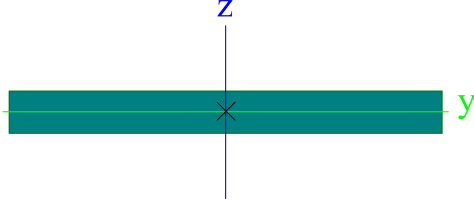

Beton EN 1992-2

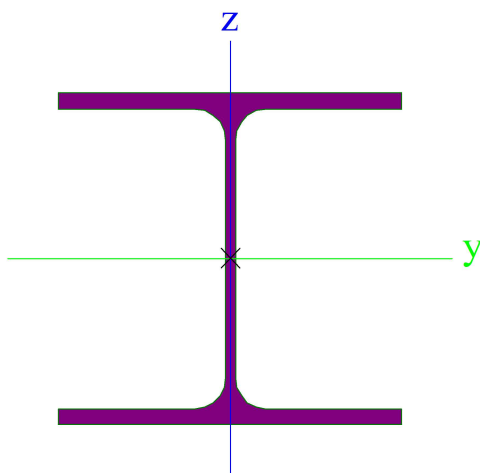
Naam	Type	Massa eenheid [kg/m ³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Kleur
C25/30(EN1992-2)	Beton	2500,0	3,1500e+04	0.2	1,3125e+04	0,00	


3.3. Doorsneden

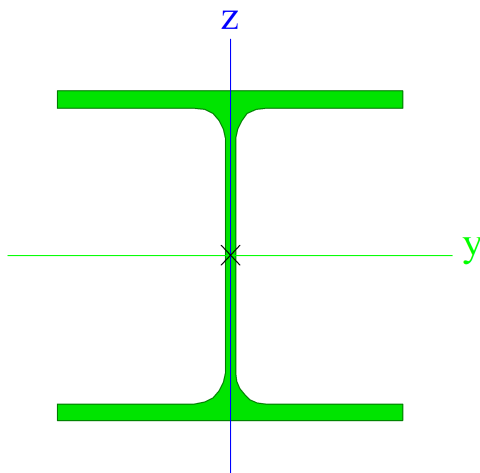

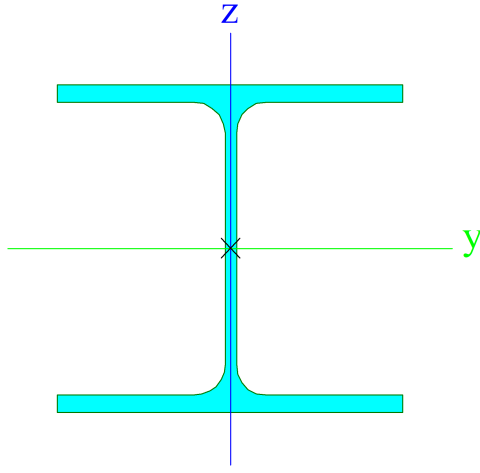
CS		
Type	HE320A	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m ²]	1,2440e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,9752e-03	2,9752e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7554e+00	1,7554e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	150	155
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,2930e-04	6,9850e-05
i _y [mm], i _z [mm]	136	75
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,4790e-03	4,6570e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,6280e-03	7,0970e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,83e+05	3,83e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,67e+05	1,67e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0800e-06	1,5120e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		


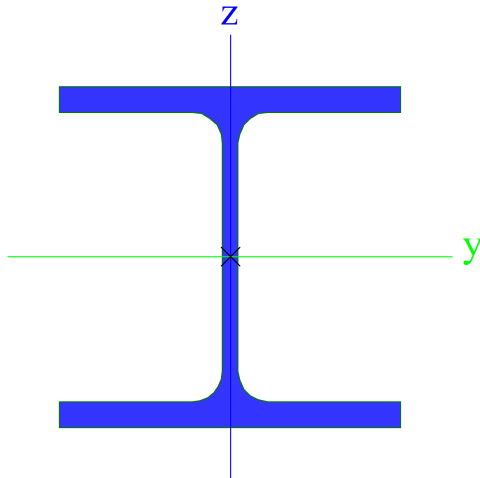
CS1		
Type	RRK80/80/4	
Vormnorm	2 - Rechthoekige kokerdoorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	koudgeformd	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	c	c
A [m ²]	1,1750e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,8702e-04	5,8702e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,0600e-01	5,8730e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	40	40
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1100e-06	1,1100e-06
i _y [mm], i _z [mm]	31	31
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,7800e-05	2,7800e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,3100e-05	3,3100e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	7,76e+03	7,76e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,76e+03	7,76e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8000e-06	1,0923e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	0


Afbeelding		
CS2		
Type	FL80X8	
Vormnorm	7 - Volledig rechthoekige doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	c	c
A [m²]	6,4000e-04	
A _y [m²], A _z [m²]	5,3333e-04	5,3333e-04
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,7600e-01	1,7600e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	40	4
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	3,4133e-09	3,4133e-07
i _y [mm], i _z [mm]	2	23
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	8,5333e-07	8,5333e-06
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	1,2800e-06	1,2800e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,01e+02	3,01e+02
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,01e+03	3,01e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	1,3653e-08	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		
CS3		
Type	HE300A	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	1,1250e-02	
A _y [m²], A _z [m²]	8,1300e-03	2,6502e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,7164e+00	1,7164e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	150	145
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	1,8260e-04	6,3100e-05
i _y [mm], i _z [mm]	127	75
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	1,2600e-03	4,2060e-04

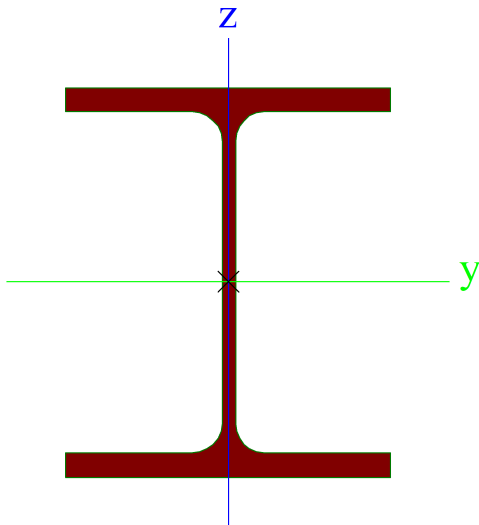

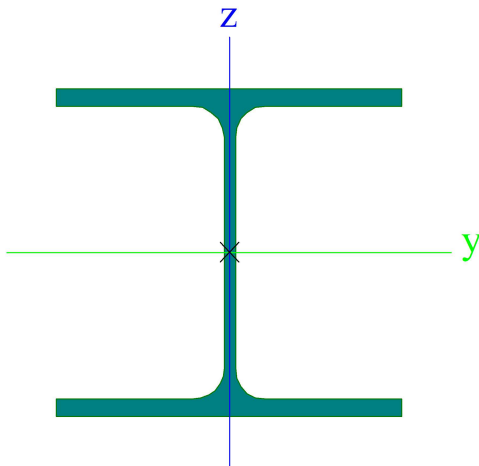
W _{pl.y} [m³], W _{pl.z} [m³]	1,3830e-03	6,4120e-04
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	3,25e+05	3,25e+05
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,51e+05	1,51e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	8,5170e-07	1,2000e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		


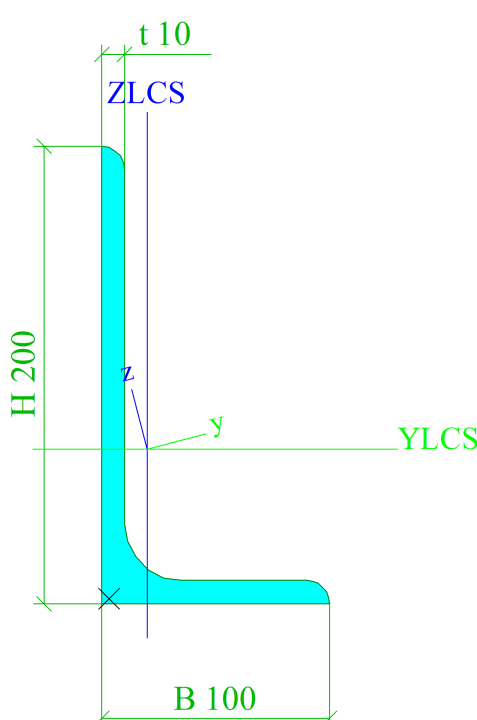
CS4		
Type	HE240A	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	7,6800e-03	
A _y [m²], A _z [m²]	5,5540e-03	1,8522e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,3688e+00	1,3688e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	120	115
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	7,7630e-05	2,7690e-05
i _y [mm], i _z [mm]	101	60
W _{el.y} [m³], W _{el.z} [m³]	6,7510e-04	2,3070e-04
W _{pl.y} [m³], W _{pl.z} [m³]	7,4460e-04	3,5170e-04
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	1,75e+05	1,75e+05
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	8,27e+04	8,27e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	4,1550e-07	3,2850e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0


Afbeelding		
CS5		
Type	HEA200	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	5,3800e-03	
A _y [m²], A _z [m²]	3,8781e-03	1,3287e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,1400e+00	1,1360e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	100	95
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	3,6900e-05	1,3400e-05
i _y [mm], i _z [mm]	83	50
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	3,8900e-04	1,3400e-04
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	4,2917e-04	2,0375e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,53e+05	1,53e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,24e+04	7,24e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	2,1000e-07	1,0800e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		
CS6		
Type	HEB200	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	

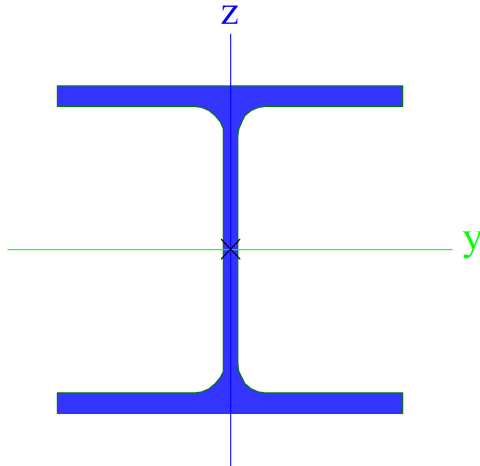
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	7,8080e-03	
A _y [m²], A _z [m²]	5,7750e-03	1,9112e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,1500e+00	1,1510e+00
C _{y.ucs} [mm], C _{z.ucs} [mm]	100	100
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	5,6960e-05	2,0030e-05
i _y [mm], i _z [mm]	85	51
W _{el.y} [m³], W _{el.z} [m³]	5,6960e-04	2,0030e-04
W _{pl.y} [m³], W _{pl.z} [m³]	6,4250e-04	3,0580e-04
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	2,28e+05	2,28e+05
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,09e+05	1,09e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	5,9280e-07	1,7112e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		


CS7		
Type	HE360B	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	1,8060e-02	
A _y [m²], A _z [m²]	1,2975e-02	4,7491e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,8484e+00	1,8484e+00
C _{y.ucs} [mm], C _{z.ucs} [mm]	150	180
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	4,3190e-04	1,0140e-04
i _y [mm], i _z [mm]	155	75
W _{el.y} [m³], W _{el.z} [m³]	2,4000e-03	6,7610e-04
W _{pl.y} [m³], W _{pl.z} [m³]	2,6830e-03	1,0320e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	6,31e+05	6,31e+05
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	2,43e+05	2,43e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	2,9250e-06	2,8830e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

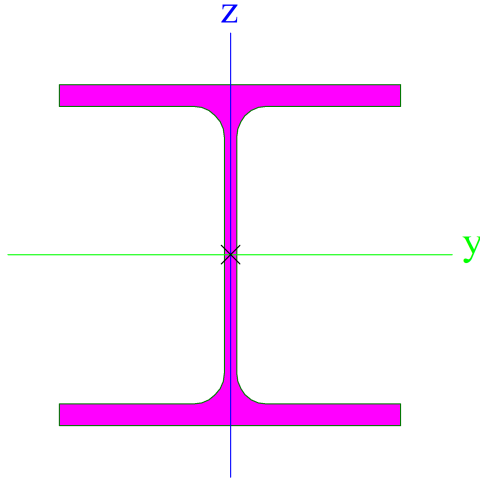

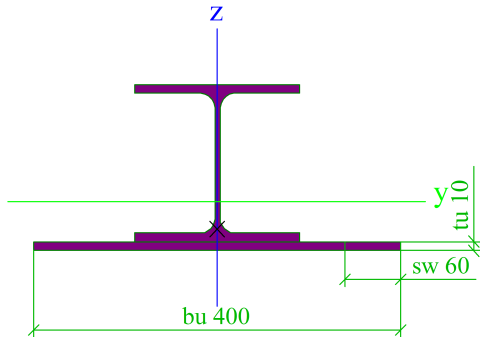

Afbeelding			
CS8			
Type	HE200A		
Vormnorm	1 - I-doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	S 235		
Bouwwijze	gewalst		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	b	c	
A [m ²]	5,3800e-03		
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,8781e-03	1,3287e-03	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1360e+00	1,1360e+00	
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	100	95	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,6920e-05	1,3360e-05	
i _y [mm], i _z [mm]	83	50	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,8860e-04	1,3360e-04	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,2950e-04	2,0380e-04	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,01e+05	1,01e+05	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	4,79e+04	4,79e+04	
d _y [mm], d _z [mm]	0	0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,0980e-07	1,0800e-07	
β _y [mm], β _z [mm]	0	0	
Afbeelding			
CS9			
Type	Hoek		
Uitaebreid	200: 100: 10: 25: 15		

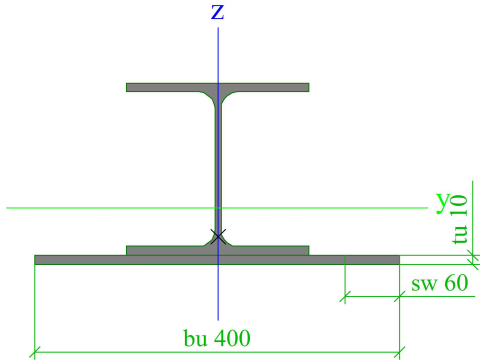
Vormnorm	4 - L-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	b
A [m²]	2,9929e-03	
A _y [m²], A _z [m²]	2,1921e-03	2,0185e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	5,8060e-01	5,8060e-01
C _{y. UCS} [mm], C _{z. UCS} [mm]	20	68
I _{y. LCS} [m⁴], I _{z. LCS} [m⁴]	1,2224e-05	2,0467e-06
I _{yz. LCS} [m⁴]	-2,7782e-06	
α [deg]	14,32	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	1,2933e-05	1,3377e-06
i _y [mm], i _z [mm]	66	21
W _{el. y} [m³], W _{el. z} [m³]	9,7059e-05	2,1835e-05
W _{pl. y} [m³], W _{pl. z} [m³]	1,7186e-04	4,9936e-05
M _{pl. y. +} [Nm], M _{pl. y. -} [Nm]	4,04e+04	4,04e+04
M _{pl. z. +} [Nm], M _{pl. z. -} [Nm]	1,17e+04	1,17e+04
d _y [mm], d _z [mm]	-32	-59
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	9,6667e-08	1,5272e-38
β _y [mm], β _z [mm]	143	184
Afbeelding		

CS10		
Type	HE140A	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	3,1400e-03	
A _y [m²], A _z [m²]	2,2882e-03	7,8192e-04
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	7,9430e-01	7,9430e-01
C _{y. UCS} [mm], C _{z. UCS} [mm]	70	66
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	1,0330e-05	3,8930e-06
i _y [mm], i _z [mm]	57	35
W _{el. y} [m³], W _{el. z} [m³]	1,5540e-04	5,5620e-05

W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,7350e-04	8,4850e-05
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	4,08e+04	4,08e+04
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,99e+04	1,99e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,1300e-08	1,5060e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

CS11		
Type	HE300B	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m ²]	1,4910e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0963e-02	3,5436e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7314e+00	1,7314e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	150	150
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5170e-04	8,5630e-05
i _y [mm], i _z [mm]	130	76
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	1,6780e-03	5,7090e-04
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,8690e-03	8,7010e-04
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	4,39e+05	4,39e+05
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	2,05e+05	2,05e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8500e-06	1,6880e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Afbeelding		
CS12		
Type	SFB	
Uitgebreid	HEA180; 400; 10; 60	
Vormnorm	153 - Slim Floor Balk	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gelast	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	8,5287e-03	
A _y [m²], A _z [m²]	7,1587e-03	1,2224e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,4841e+00	1,4841e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	200	53
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	4,2550e-05	6,2580e-05
i _y [mm], i _z [mm]	71	86
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	3,3257e-04	3,1290e-04
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	4,0682e-04	5,5652e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,44e+05	1,44e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,98e+05	1,98e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	-30
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	5,8130e-07	1,1759e-07
β _y [mm], β _z [mm]	81	0
Afbeelding		
CS13		
Type	SFB	
Uitgebreid	HEA200; 400; 10; 60	
Vormnorm	153 - Slim Floor Balk	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gelast	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	9,3883e-03	

A_y [m ²], A_z [m ²]	7,9325e-03	1,4480e-03
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	1,5560e+00	1,5560e+00
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	200	62
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	5,9944e-05	6,6689e-05
i_y [mm], i_z [mm]	80	84
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	4,3562e-04	3,3345e-04
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	5,2948e-04	6,0387e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,88e+05	1,88e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	2,14e+05	2,14e+05
d_y [mm], d_z [mm]	0	-32
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	6,8314e-07	2,0298e-07
β_y [mm], β_z [mm]	95	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen

Vormnorm	h - Hoogte b - Flensbreedte t - Flensdikte s - Lijfdikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet a - Flenshelling W - Interne boutafstand wm - Welving van eenheid bij flensvoet
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A_L	Omtrek per eenheidslengte
A_D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$c_{y,UCS}$	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$c_{z,UCS}$	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{y,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{z,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{yz,LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as

Verklaring van symbolen

i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
$W_{el,y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el,z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d_z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I_t	Torsie constante
I_w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

3.4. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
N-0001	14,100	12,855	-0,230
N-0002	14,900	12,855	-0,230
N-0003	10,020	30,045	12,200
N-0004	10,060	30,045	15,160
N-0005	18,885	20,570	6,280
N-0006	18,885	27,030	9,240
N-0007	15,575	20,570	15,160
N-0009	10,115	20,570	15,160
N-0010	10,115	27,030	12,200
N-0013	10,115	20,570	6,280
N-0014	10,115	27,030	9,240
N-0015	18,980	30,045	15,160
N-0016	10,020	30,045	15,160
N-0017	17,126	20,570	3,320
N-0018	18,980	20,570	3,320
N-0019	10,115	27,030	3,320
N-0020	18,980	20,570	-0,230
N-0021	18,865	20,570	3,320
N-0022	10,020	20,570	-0,230
N-0023	10,135	20,570	3,320
N-0024	10,020	32,520	9,240
N-0025	18,980	32,520	9,240
N-0026	10,115	20,570	3,320
N-0027	10,115	27,030	6,280
N-0028	15,764	30,045	12,200
N-0029	15,764	30,045	15,160
N-0030	18,885	27,030	3,320
N-0032	11,975	27,030	3,320
N-0035	18,980	12,855	12,200
N-0036	10,020	12,855	12,200
N-0037	18,885	20,570	12,200
N-0038	12,333	10,460	-0,230
N-0039	12,333	10,460	3,320
N-0041	14,500	32,520	6,280
N-0043	18,885	32,520	6,280
N-0045	10,115	32,520	6,280
N-0046	18,980	27,030	-0,230
N-0047	18,865	27,030	3,320
N-0048	10,020	12,855	-0,230
N-0050	15,575	27,030	15,160
N-0051	18,980	27,030	15,160
N-0052	18,885	20,570	3,320
N-0053	18,885	27,030	6,280
N-0054	16,667	10,460	-0,230
N-0055	16,667	10,460	3,320
N-0056	18,980	12,855	9,240
N-0057	10,020	12,855	9,240
N-0058	14,500	32,520	9,240
N-0059	10,020	20,570	3,320
N-0060	13,425	20,570	3,320
N-0061	18,885	32,520	9,240
N-0062	10,115	32,520	9,240
N-0063	10,115	20,570	9,240
N-0064	18,885	20,570	9,240
N-0065	18,885	27,030	12,200
N-0067	18,800	12,855	6,280
N-0068	18,800	12,855	9,240
N-0069	14,500	12,855	6,280
N-0070	14,500	12,855	9,240
N-0071	10,115	20,570	12,200
N-0072	10,115	27,030	15,160
N-0073	10,200	12,855	6,280
N-0074	10,200	12,855	9,240
N-0076	10,020	27,030	-0,230

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
N-0077	10,020	27,030	15,160
N-0078	13,425	27,030	15,160
N-0079	18,980	10,460	3,320
N-0080	10,020	10,460	3,320
N-0081	13,235	30,045	12,200
N-0082	13,235	30,045	15,160
N-0083	18,885	27,030	15,160
N-0084	18,980	10,460	-0,230
N-0085	18,914	10,460	3,320
N-0086	14,500	10,460	-0,230
N-0087	14,500	10,460	3,320
N-0088	18,800	12,855	12,200
N-0089	18,800	12,855	15,160
N-0090	10,020	10,460	-0,230
N-0091	10,087	10,460	3,320
N-0092	14,500	12,855	12,200
N-0093	14,500	12,855	15,160
N-0094	10,020	20,570	15,160
N-0095	13,425	20,570	15,160
N-0096	10,200	12,855	12,200
N-0097	10,200	12,855	15,160
N-0098	10,020	27,030	12,200
N-0099	13,425	27,030	12,200
N-0100	10,020	32,520	12,200
N-0101	18,980	32,520	12,200
N-0102	18,980	12,855	15,160
N-0103	10,020	12,855	15,160
N-0104	10,020	32,520	6,280
N-0105	18,980	32,520	6,280
N-0106	18,980	12,855	-0,230
N-0107	15,575	20,570	12,200
N-0108	18,980	20,570	12,200
N-0109	14,500	12,855	-0,230
N-0110	15,575	27,030	12,200
N-0111	18,980	27,030	12,200
N-0112	10,020	27,030	9,240
N-0113	13,425	27,030	9,240
N-0114	10,020	20,570	12,200
N-0115	13,425	20,570	12,200
N-0116	10,135	27,030	3,320
N-0117	10,020	20,570	9,240
N-0118	13,425	20,570	9,240
N-0119	18,980	12,855	6,280
N-0120	10,020	12,855	6,280
N-0121	15,575	20,570	6,280
N-0122	18,980	20,570	6,280
N-0123	15,575	27,030	6,280
N-0124	18,980	27,030	6,280
N-0125	15,575	20,570	9,240
N-0126	18,980	20,570	9,240
N-0127	10,020	27,030	6,280
N-0128	13,425	27,030	6,280
N-0129	15,575	27,030	9,240
N-0130	18,980	27,030	9,240
N-0131	10,020	20,570	6,280
N-0132	13,425	20,570	6,280
N-0133	13,565	32,520	-0,230
N-0134	13,565	32,520	3,320
N-0135	15,485	32,520	-0,230
N-0136	15,485	32,520	3,320
N-0137	14,500	32,520	12,200
N-0138	18,980	32,520	-0,230
N-0139	18,865	32,520	3,320
N-0140	18,885	32,520	12,200

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
N-0141	10,020	32,520	-0,230
N-0142	10,135	32,520	3,320
N-0143	10,115	32,520	12,200
N-0144	15,575	27,030	3,320
N-0145	18,980	27,030	3,320
N-0146	18,980	30,045	12,200
N-0147	18,940	30,045	15,160
N-0148	11,975	27,310	-0,230
N-0149	11,975	27,310	3,320
N-0150	15,575	27,310	3,320
N-0151	15,575	27,310	-0,230
N-0152	15,575	26,810	6,280
N-0153	15,520	20,570	6,280
N-0154	13,480	20,570	6,280
N-0155	13,425	26,810	6,280
N-0156	13,425	27,310	6,280
N-0157	15,575	27,310	6,280
N-0158	13,425	27,310	9,240
N-0159	13,425	24,215	6,280
N-0160	13,425	24,215	8,825
N-0161	13,425	23,180	8,825
N-0162	13,425	23,180	6,280
N-0163	15,575	20,570	12,160
N-0164	15,414	20,570	12,160
N-0165	15,414	20,570	12,200
N-0166	13,586	20,570	12,200
N-0167	13,586	20,570	12,160
N-0168	13,425	20,570	12,160
N-0169	14,000	24,055	15,160
N-0170	15,000	24,055	15,160
N-0171	15,000	23,055	15,160
N-0172	14,000	23,055	15,160
N-0173	13,425	27,310	12,200
N-0174	15,575	27,310	12,200
N-0175	15,575	27,310	9,240
N-0176	13,425	27,310	15,160
N-0177	13,425	24,215	12,200
N-0178	13,425	24,215	14,745
N-0179	13,425	23,180	14,745
N-0180	13,425	23,180	12,200
N-0181	18,980	36,890	3,320
N-0182	10,020	36,890	3,320
N-0183	15,575	27,310	15,160
N-0184	10,020	12,855	3,320
N-0185	18,980	12,855	3,320
N-0186	18,980	32,520	3,320
N-0187	10,020	32,520	3,320
N-0188	15,575	20,570	3,320
N-0189	13,480	20,570	3,320
N-0190	13,425	27,310	3,320
N-0191	15,575	26,810	3,320
N-0198	15,575	24,215	-0,230
N-0199	15,575	24,215	2,350
N-0200	15,575	23,180	2,350
N-0201	15,575	23,180	-0,230
N-0202	15,575	20,570	-0,230
N-0205	18,980	36,890	-0,230
N-0206	10,020	36,890	-0,230
N-0211	13,425	24,215	9,240
N-0212	13,425	24,215	11,785
N-0213	13,425	23,180	11,785
N-0214	13,425	23,180	9,240
N-0215	15,575	26,810	9,240
N-0216	15,520	20,570	9,240
N-0217	13,480	20,570	9,240

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
N-0218	13,425	26,810	9,240
N-0219	15,575	24,215	9,240
N-0220	15,575	24,215	11,785
N-0221	15,575	23,180	11,785
N-0222	15,575	23,180	9,240
N-0223	15,575	20,570	6,240
N-0224	15,414	20,570	6,240
N-0225	15,414	20,570	6,280
N-0226	13,586	20,570	6,280
N-0227	13,586	20,570	6,240
N-0228	13,425	20,570	6,240
N-0229	13,983	36,890	-0,230
N-0230	13,983	36,890	2,350
N-0231	15,018	36,890	2,350
N-0232	15,018	36,890	-0,230
N-0233	15,575	20,570	9,200
N-0234	15,414	20,570	9,200
N-0235	15,414	20,570	9,240
N-0236	13,586	20,570	9,240
N-0237	13,586	20,570	9,200
N-0238	13,425	20,570	9,200
N-0248	13,425	24,215	3,320
N-0249	13,425	24,215	5,865
N-0250	13,425	23,180	5,865
N-0251	13,425	23,180	3,320
N-0252	15,575	20,570	14,995
N-0253	15,414	20,570	14,995
N-0254	15,414	20,570	15,160
N-0255	13,586	20,570	15,160
N-0256	13,586	20,570	14,995
N-0257	13,425	20,570	14,995
N-0258	17,300	20,570	-0,230
N-0259	17,300	20,570	3,155
N-0260	17,126	20,570	3,155
N-0261	13,599	20,570	3,320
N-0262	13,599	20,570	3,155
N-0263	13,425	20,570	3,155
N-0264	13,425	20,570	-0,230
N-0265	11,975	26,830	3,320
N-0266	11,975	26,830	-0,230
N-0267	15,575	24,215	6,280
N-0268	15,575	24,215	8,825
N-0269	15,575	23,180	8,825
N-0270	15,575	23,180	6,280
N-0271	13,425	27,310	-0,230
N-0272	13,425	24,215	-0,230
N-0273	13,425	24,215	2,350
N-0274	13,425	23,180	2,350
N-0275	13,425	23,180	-0,230
N-0276	15,575	26,810	12,200
N-0277	15,520	20,570	12,200
N-0278	13,480	20,570	12,200
N-0279	13,425	26,810	12,200
N-0280	15,575	24,215	3,320
N-0281	15,575	24,215	5,865
N-0282	15,575	23,180	5,865
N-0283	15,575	23,180	3,320
N-0284	15,575	24,215	12,200
N-0285	15,575	24,215	14,745
N-0286	15,575	23,180	14,745
N-0287	15,575	23,180	12,200
N-288	14,500	32,520	3,320
N-292	14,500	12,855	3,320
N-302	18,980	20,570	15,160
N-305	10,020	27,030	3,320

3.5. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
Member#2112037	CS - HE320A	S 235	0,800	N-0001	N-0002	Balk (80)
Member#1768664	CS1 - RRK80/80/4	S 235	2,960	N-0003	N-0016	Kolom (100)
Member#2026733	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0122	N-0130	Balk (80)
Member#2386549	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0007	N-302	Balk (80)
Member#2027322	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0094	N-0098	Balk (80)
Member#1762157	CS3 - HE300A	S 235	8,960	N-0187	N-0186	Balk (80)
Member#2027152	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0131	N-0112	Balk (80)
Member#1774761	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	S 235	8,960	N-0015	N-0016	Balk (80)
Member#1773576	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	1,854	N-0017	N-0018	Balk (80)
Member#2027127	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0131	N-305	Balk (80)
Member#1755051	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0020	N-0018	Kolom (100)
Member#1755049	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0022	N-0059	Kolom (100)
Member#1775535	CS5 - HEA200	S 355	8,960	N-0024	N-0025	Balk (80)
Member#2027101	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0059	N-0127	Balk (80)
Member#1768882	CS1 - RRK80/80/4	S 235	2,960	N-0028	N-0029	Kolom (100)
Member#2026699	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0122	N-0145	Balk (80)
Member#1762110	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	1,955	N-305	N-0032	Balk (80)
Member#1758972	CS3 - HE300A	S 235	8,960	N-0184	N-0185	Balk (80)
Member#1775277	CS6 - HEB200	S 355	8,960	N-0035	N-0036	Balk (80)
Member#2026889	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0108	N-0130	Balk (80)
Member#1755614	CS10 - HE140A	S 235	3,550	N-0038	N-0039	Kolom (100)
Member#1762311	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-288	N-0041	Kolom (100)
Member#1762309	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0186	N-0105	Kolom (100)
Member#1762307	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0187	N-0104	Kolom (100)
Member#1755214	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0046	N-0145	Kolom (100)
Member#1754030	CS7 - HE360B	S 235	3,550	N-0048	N-0184	Kolom (100)
Member#1774462	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0050	N-0051	Balk (80)
Member#2026673	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0018	N-0124	Balk (80)
Member#1755599	CS10 - HE140A	S 235	3,550	N-0054	N-0055	Kolom (100)
Member#1775582	CS6 - HEB200	S 355	8,960	N-0056	N-0057	Balk (80)
Member#1768205	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0041	N-0058	Kolom (100)
Member#1760127	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0059	N-0060	Balk (80)
Member#1768203	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0105	N-0025	Kolom (100)
Member#1768201	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0104	N-0024	Kolom (100)
Member#2027201	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0117	N-0098	Balk (80)
Member#1768199	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0124	N-0130	Kolom (100)
Member#2026859	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0126	N-0111	Balk (80)
Member#1768197	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0127	N-0112	Kolom (100)
Member#1768195	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0122	N-0126	Kolom (100)
Member#1754397	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0185	N-0119	Kolom (100)
Member#1768193	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0131	N-0117	Kolom (100)
Member#1768191	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0119	N-0056	Kolom (100)
Member#1768189	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0069	N-0070	Kolom (100)
Member#2027258	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0114	N-0077	Balk (80)
Member#1768187	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0120	N-0057	Kolom (100)
Member#1754395	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-292	N-0069	Kolom (100)
Member#1754393	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0184	N-0120	Kolom (100)
Member#2027040	CS2 - FL80X8	S 235	7,371	N-0059	N-0076	Balk (80)
Member#1754811	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0018	N-0122	Kolom (100)
Member#1774460	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0077	N-0078	Balk (80)
Member#1761280	CS6 - HEB200	S 355	8,960	N-0079	N-0080	Balk (80)
Member#1754809	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0059	N-0131	Kolom (100)
Member#2026957	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-302	N-0111	Balk (80)
Member#1768668	CS1 - RRK80/80/4	S 235	2,960	N-0081	N-0082	Kolom (100)
Member#1768362	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0111	N-0051	Kolom (100)
Member#1762254	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0145	N-0124	Kolom (100)
Member#1768360	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0098	N-0077	Kolom (100)
Member#1762252	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-305	N-0127	Kolom (100)
Member#1768358	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0108	N-302	Kolom (100)
Member#1755552	CS10 - HE140A	S 235	3,550	N-0084	N-0079	Kolom (100)
Member#1768356	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0114	N-0094	Kolom (100)
Member#1755550	CS10 - HE140A	S 235	3,550	N-0086	N-0087	Kolom (100)
Member#1768354	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0035	N-0102	Kolom (100)
Member#1755548	CS10 - HE140A	S 235	3,550	N-0090	N-0080	Kolom (100)

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
Member#1768352	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0092	N-0093	Kolom (100)
Member#1774458	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0094	N-0095	Balk (80)
Member#1768350	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0036	N-0103	Kolom (100)
Member#1768272	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0070	N-0092	Kolom (100)
Member#1774429	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0098	N-0099	Balk (80)
Member#2026613	CS2 - FL80X8	S 235	7,371	N-0020	N-0145	Balk (80)
Member#1775437	CS5 - HEA200	S 355	8,960	N-0100	N-0101	Balk (80)
Member#1774845	CS5 - HEA200	S 355	8,960	N-0102	N-0103	Balk (80)
Member#1775632	CS5 - HEA200	S 355	8,960	N-0104	N-0105	Balk (80)
Member#2027224	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0114	N-0112	Balk (80)
Member#1768270	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0057	N-0036	Kolom (100)
Member#1754353	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,550	N-0106	N-0185	Kolom (100)
Member#1774433	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0107	N-0108	Balk (80)
Member#1754338	CS7 - HE360B	S 235	3,550	N-0109	N-292	Kolom (100)
Member#1774431	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0110	N-0111	Balk (80)
Member#1774398	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0112	N-0113	Balk (80)
Member#1774427	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0114	N-0115	Balk (80)
Member#2027175	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0117	N-0127	Balk (80)
Member#2027018	CS2 - FL80X8	S 235	7,371	N-0022	N-305	Balk (80)
Member#1774396	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0117	N-0118	Balk (80)
Member#1755212	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0076	N-305	Kolom (100)
Member#1775598	CS6 - HEB200	S 355	8,960	N-0119	N-0120	Balk (80)
Member#2027408	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0126	N-0124	Balk (80)
Member#1774011	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0121	N-0122	Balk (80)
Member#1774009	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0123	N-0124	Balk (80)
Member#1774402	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0125	N-0126	Balk (80)
Member#1774007	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0127	N-0128	Balk (80)
Member#1774400	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0129	N-0130	Balk (80)
Member#1774005	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0131	N-0132	Balk (80)
Member#1755289	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0133	N-0134	Kolom (100)
Member#2026935	CS2 - FL80X8	S 235	7,106	N-0108	N-0051	Balk (80)
Member#1755287	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0135	N-0136	Kolom (100)
Member#1768288	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0058	N-0137	Kolom (100)
Member#1755285	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0138	N-0186	Kolom (100)
Member#1768286	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0025	N-0101	Kolom (100)
Member#1755283	CS4 - HE240A	S 235	3,550	N-0141	N-0187	Kolom (100)
Member#1768284	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0024	N-0100	Kolom (100)
Member#1768282	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0130	N-0111	Kolom (100)
Member#1768280	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0112	N-0098	Kolom (100)
Member#2026641	CS2 - FL80X8	S 235	7,371	N-0018	N-0046	Balk (80)
Member#1768278	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0126	N-0108	Kolom (100)
Member#1773005	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	S 355	3,405	N-0144	N-0145	Balk (80)
Member#1768276	CS8 - HE200A	S 235	2,960	N-0117	N-0114	Kolom (100)
Member#1768274	CS11 - HE300B	S 235	2,960	N-0056	N-0035	Kolom (100)
Member#1768666	CS1 - RRK80/80/4	S 235	2,960	N-0146	N-0015	Kolom (100)

3.6. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
Member2d#1752403	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1805179	Plate	vloer (90)	Standaard	C20/25		200
Member2d#2375757	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1774203	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1805352	Plate	vloer (90)	Standaard	C20/25		200
Member2d#1774201	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2350228	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1774233	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2376271	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2375461	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1805237	Plate	vloer (90)	Standaard	C20/25		200
Member2d#2375458	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1774055	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1803961	Wall	wand (80)	Standaard	S 235	constant	120
Member2d#1774167	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1774165	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2376039	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1774235	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1752607	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2250739	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2375754	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1774053	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2376274	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#1805281	Plate	vloer (90)	Standaard	C20/25		200
Member2d#2376036	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2349155	Wall	wand (80)	Standaard	C25/30(EN1992-2)	constant	250
Member2d#2376275	Wall	vloer (90)	Standaard	C20/25		200

4. Belastingen

4.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
Eigen gewicht		Permanent Eigen gewicht	Permanent	-Z		
Variabel	Standaard	Variabel Statisch	Veranderlijk		Kort	Geen
Permanent		Permanent Standaard	Permanent			
3DWind1	0, + CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind2	0, + CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind3	0, - CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind4	0, - CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind5	90, + CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind6	90, + CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind7	90, - CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind8	90, - CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind9	180, + CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind10	180, + CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind11	180, - CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind12	180, - CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind13	270, + CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind14	270, + CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind15	270, - CPE, + CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
3DWind16	270, - CPE, - CPI Statisch wind	Variabel Statisch	Wind			Geen
Variabel sneeuw	Sneeuw	Variabel Statisch	Sneeuw			Geen

4.2. Combinaties

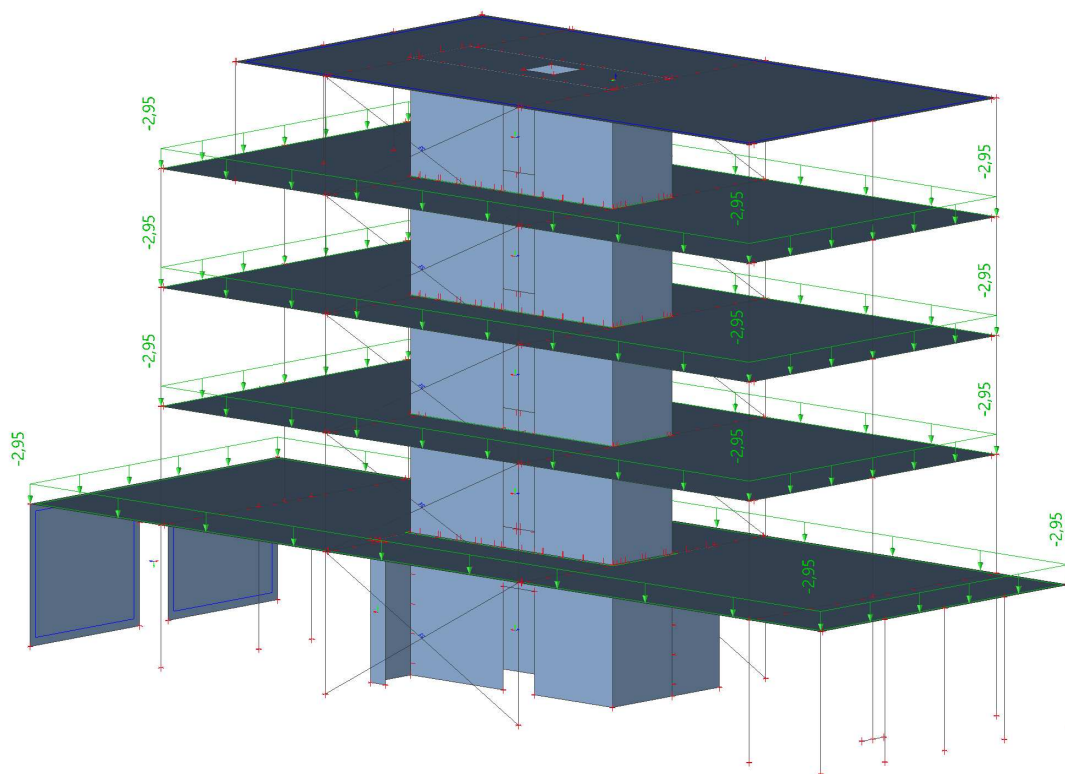
Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT-fund		EN-UGT (STR/GEO) Set B	Eigen gewicht	1,00
			Variabel	1,00
			Permanent	1,00
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,00
BGT-kar		EN - BGT Karakteristiek	Variabel	1,00
			Permanent	1,00
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,00
BGT-quasi		EN-BGT Quasi-permanent	3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,00
			Variabel sneeuw	1,00
			Eigen gewicht	1,00
			Variabel	1,00
			Permanent	1,00
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,00
BGT-freq		EN-BGT Frequent	3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,00
			Variabel sneeuw	1,00
			Eigen gewicht	1,00

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			Variabel	1,00
			Permanent	1,00
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,00
			CPI	
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,00
			Variabel sneeuw	1,00

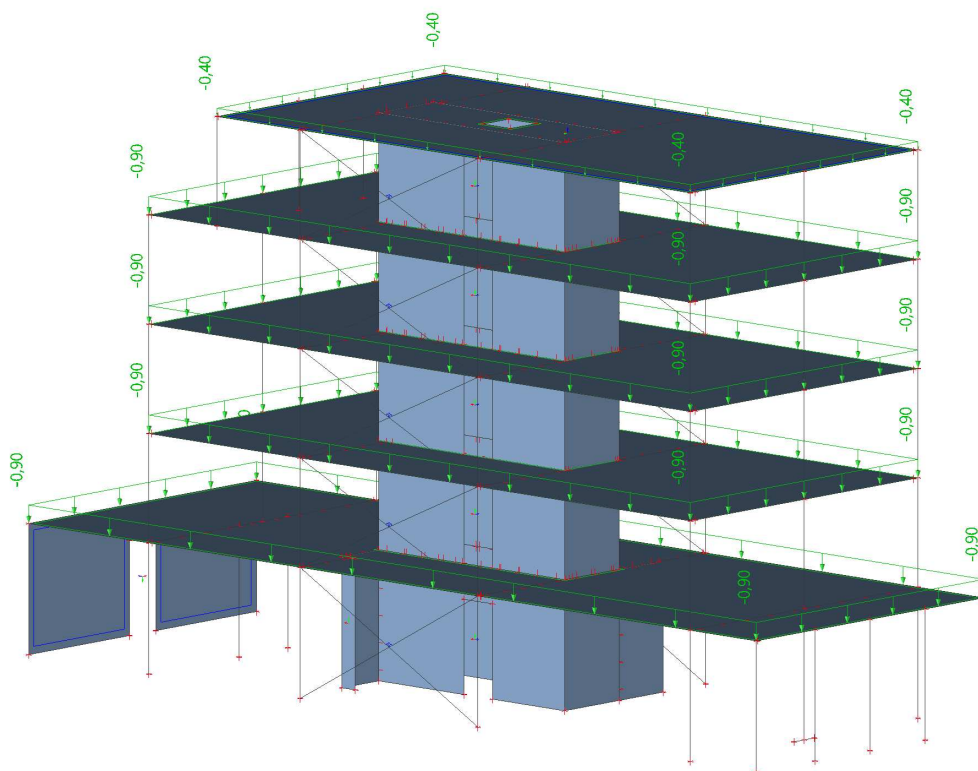
4.3. Niet-lineaire combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT	Uiterste Grenstoestand	Eigen gewicht	1,20
		Variabel	1,50
		Permanent	1,20
BGT	Bruikbaarheidsgrenstoestand	Eigen gewicht	1,00
		Variabel	1,00
		Permanent	1,00

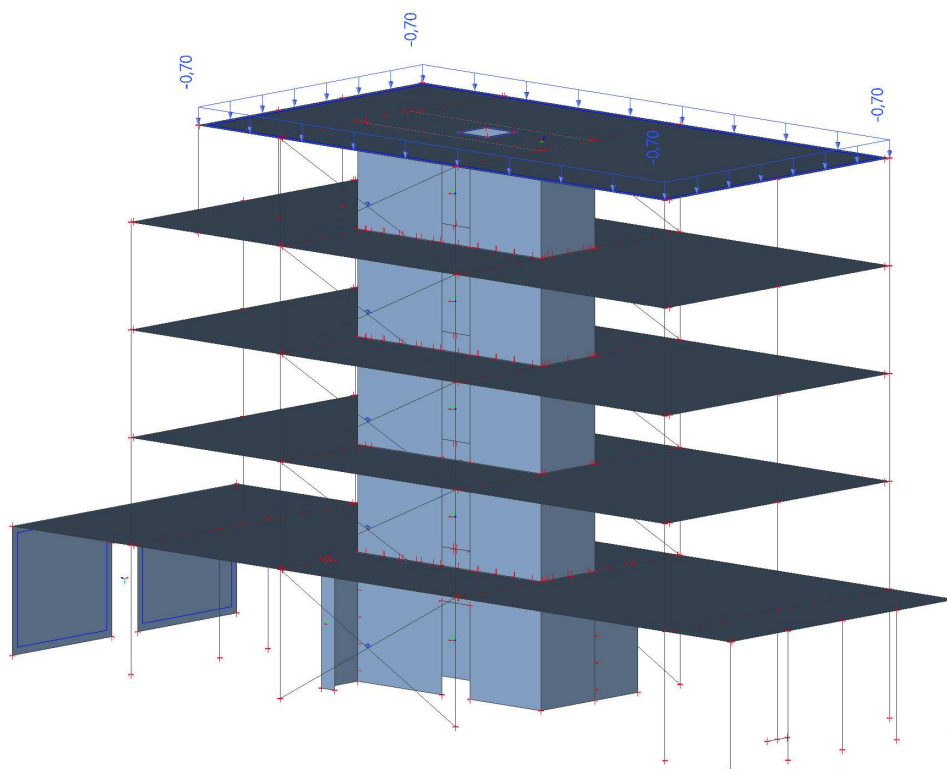
4.4. Variabele last



4.5. Permanente last



4.6. Sneeuwlast



5. Resultaten

5.1. Verplaatsing

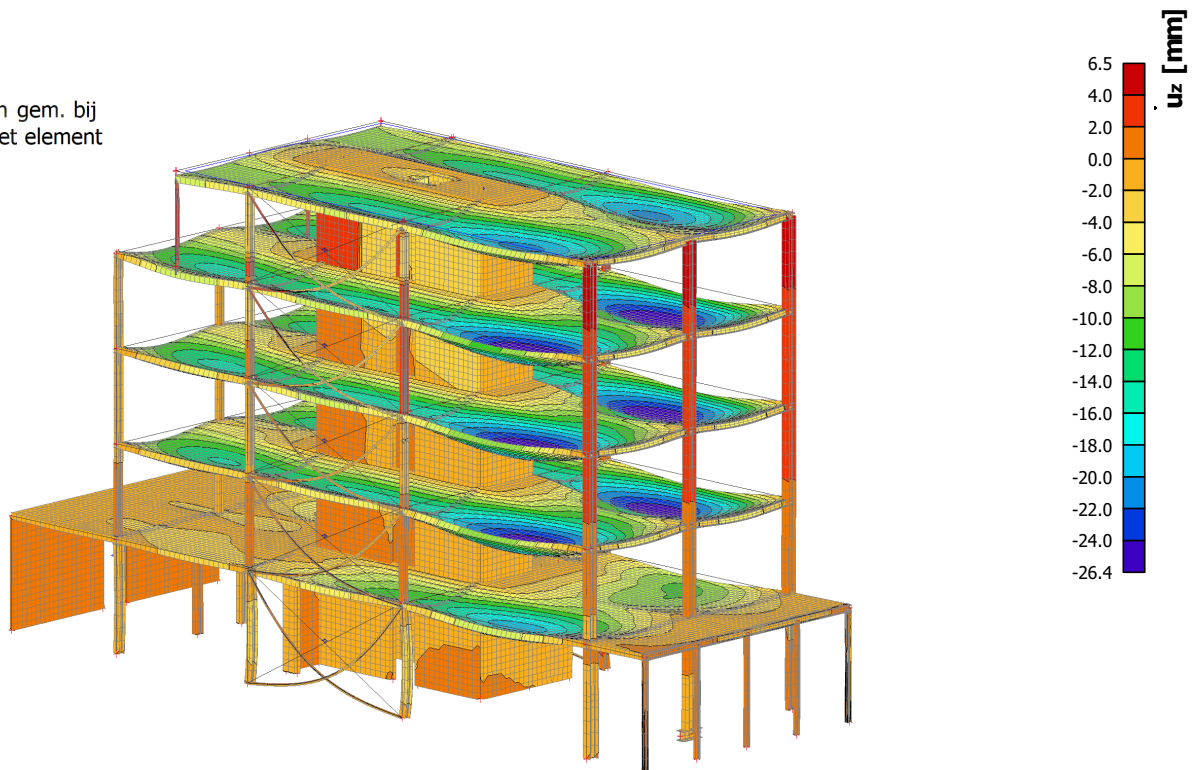
Waardes: u_z

Lineaire berekening

Combinatie: UGT-fund

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



Lineaire berekening

Combinatie: UGT-fund

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element

Resultaten op 1D-element:

Extreme 1D: Globaal

Naam	dx [m]	Vezel	BG	u_x [mm]	u_y [mm]	u_z [mm]	φ_x [mrad]	φ_y [mrad]	φ_z [mrad]	U_{total} [mm]
Member#1754353	0,000	30	UGT-fund/1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,1	0,0
Member#2027040	3,686	7	UGT-fund/2	0,5	-32,2	0,0	0,3	0,0	0,3	32,2

Resultaten op 2D-element:

Extreme 2D: Globaal

Naam	Net	Positie [m]	BG	u_{x+} [mm] u_{x-} [mm]	u_{y+} [mm] u_{y-} [mm]	u_{z+} [mm] u_{z-} [mm]	φ_x [mrad]	φ_y [mrad]	φ_z [mrad]	$U_{totaal+}$ [mm] $U_{totaal-}$ [mm]
Member2d#1774235	Element: 16772 Knoop: 158	13,586 20,570 15,160	UGT-fund/3	-3,6 -3,6	0,9 0,9	-0,5 -0,6	0,2	0,1	-0,2	3,7 3,8
Member2d#1774235	Element: 16764 Knoop: 157	15,414 20,570 15,160	UGT-fund/4	3,4 3,5	0,5 0,5	0,2 0,2	0,1	-0,1	0,2	3,5 3,5
Member2d#1774235	Element: 16764 Knoop: 157	15,414 20,570 15,160	UGT-fund/3	-3,6 -3,7	0,4 0,4	-0,8 -0,8	0,3	0,1	-0,3	3,7 3,8
Member2d#1774235	Element: 16772 Knoop: 158	13,586 20,570 15,160	UGT-fund/4	3,4 3,5	0,0 0,0	0,0 0,0	0,1	-0,1	0,3	3,4 3,5
Member2d#1805281	Element: 18921 Knoop:	10,020 15,625 12,200	UGT-fund/5	-0,1 -0,5	-5,3 -0,7	-6,5 -6,5	22,9	1,8	0,1	8,4 6,5

Naam	Net	Positie [m]	BG	ux+ [mm] ux- [mm]	uy+ [mm] uy- [mm]	uz+ [mm] uz- [mm]	φ_x [mrad]	φ_y [mrad]	φ_z [mrad]	U totaal+ [mm] U totaal- [mm]
	19202									
Member2d#1805281	Element: 18884 Knoop: 19150	18,980 15,427 12,200	UGT-fund/3	-0,8 -1,2	5,7 1,2	-6,4 -6,4	-22,8	2,0	-0,1	8,6 6,6
Member2d#1805281	Element: 18885 Knoop: 19151	18,980 15,625 12,200	UGT-fund/5	0,5 0,2	-0,8 -5,3	-6,8 -6,8	-22,5	1,7	0,1	6,8 8,6
Member2d#1805352	Element: 6227 Knoop: 6600	10,020 15,229 15,160	UGT-fund/3	0,1 -0,3	2,6 6,0	-5,6 -5,6	16,8	2,1	-0,1	6,1 8,2
Member2d#1805281	Element: 19476 Knoop: 20242	17,387 17,010 12,200	UGT-fund/6	-0,4 -0,4	0,3 0,1	-26,4 -26,4	-0,5	-0,1	0,0	26,4 26,4
Member2d#2349155	Element: 22946 Knoop: 59	15,575 20,570 15,160	UGT-fund/4	0,2 0,2	-0,5 -0,6	3,4 3,4	0,3	0,1	0,3	3,5 3,5
Member2d#1805281	Element: 18887 Knoop: 19153	18,980 16,021 12,200	UGT-fund/6	-0,3 -0,6	3,2 -2,7	-9,6 -9,6	-29,7	1,7	0,0	10,1 10,0
Member2d#1805281	Element: 18919 Knoop: 19200	10,020 16,021 12,200	UGT-fund/6	-0,1 -0,4	-2,8 3,2	-9,4 -9,4	29,9	1,8	0,0	9,8 9,9
Member2d#1805237	Element: 11494 Knoop: 12097	15,993 19,186 9,240	UGT-fund/6	-0,7 0,2	-1,2 1,5	-11,6 -11,6	13,7	-4,4	0,0	11,7 11,7
Member2d#1805281	Element: 18455 Knoop: 19098	11,373 12,855 12,200	UGT-fund/6	0,6 -1,1	0,1 0,5	-4,4 -4,4	2,2	8,6	0,0	4,4 4,6
Member2d#1752607	Element: 16915 Knoop: 161	17,300 20,570 -0,230	UGT-fund/7	0,3 -0,3	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0	0,0	-2,1	0,3 0,3
Member2d#2376274	Element: 18433 Knoop: 179	13,425 23,180 -0,230	UGT-fund/3	0,0 0,0	0,3 -0,3	0,0 0,0	-0,1	0,0	2,1	0,3 0,3
Member2d#2376271	Element: 10113 Knoop: 4	15,575 27,310 -0,230	UGT-fund/8	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 0,0

Naam	Combinatiesleutel
UGT-fund/1	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind3
UGT-fund/2	1.35*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.35*Permanent
UGT-fund/3	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind10
UGT-fund/4	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind1
UGT-fund/5	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind1
UGT-fund/6	1.20*Eigen gewicht + 1.50*Variabel + 1.20*Permanent
UGT-fund/7	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind2
UGT-fund/8	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind9

5.2. Interne 2D krachten beton

Waardes: m_x

Lineaire berekening

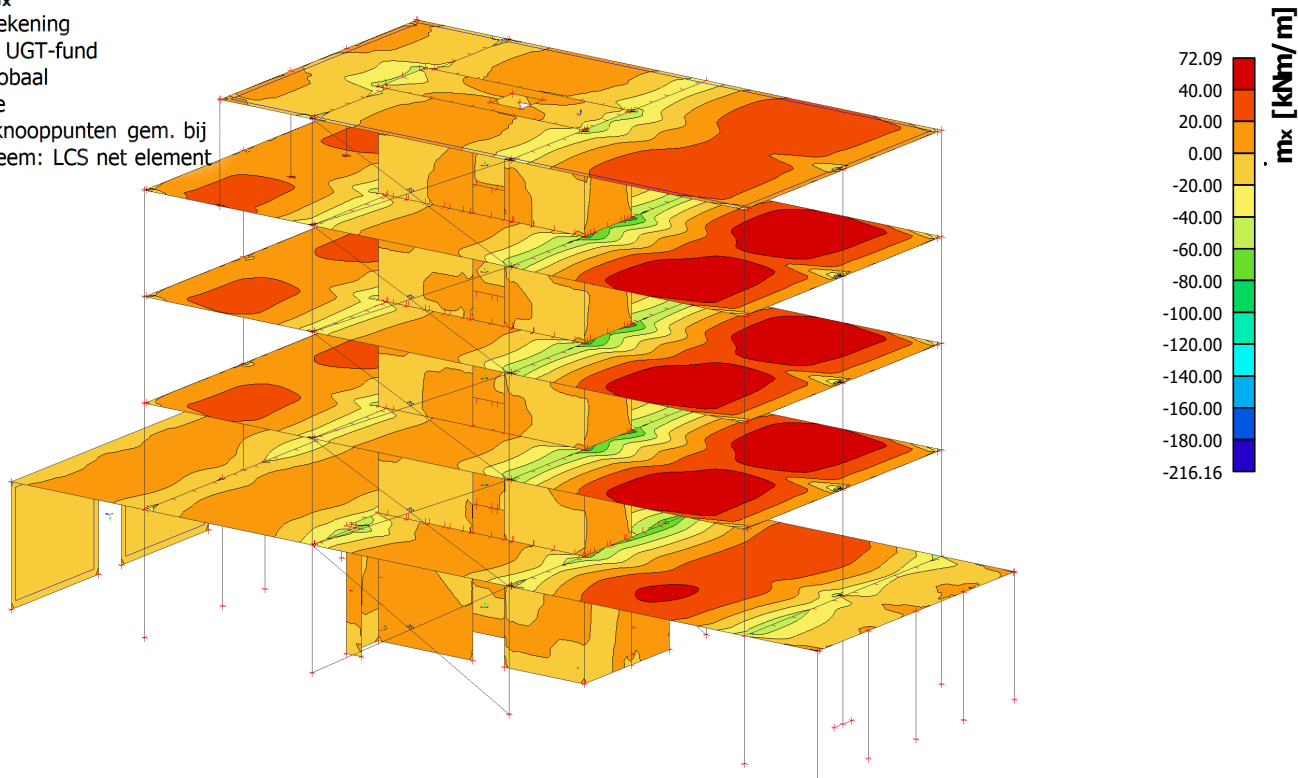
Combinatie: UGT-fund

Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Systeem: LCS net element



Lineaire berekening

Combinatie: UGT-fund

Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element

Basis grootheden

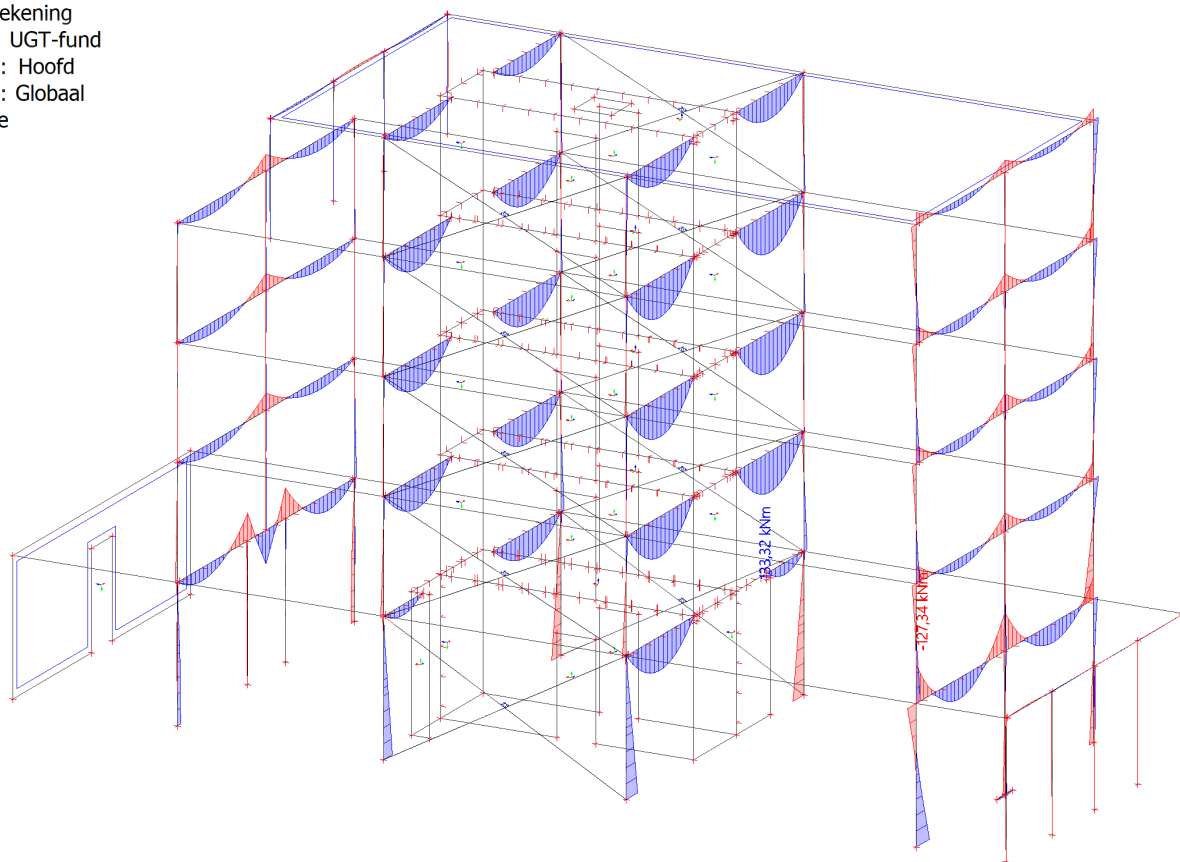
Naam	Net	Positie [m]	BG	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
Member2d#1805179	Element: 348 Knoop: 32	14,500 12,855 6,280	UGT-fund/1	-216,16 -13,25	0,00	615,54 0,00	4,69 -8,85	1,98
Member2d#1805352	Element: 5057 Knoop: 50	18,980 30,045 15,160	UGT-fund/2	72,09 1,85	-0,02	111,91 0,06	32,55 -8,58	-16,31
Member2d#1774055	Element: 15081 Knoop: 130	13,586 20,570 6,280	UGT-fund/1	-14,24 -84,86	12,13	53,95 362,67	-305,46 -1130,04	-81,91
Member2d#1774235	Element: 16786 Knoop: 81	13,425 20,570 12,200	UGT-fund/1	4,84 115,81	-14,48	-196,98 586,02	-98,22 1038,49	-710,12
Member2d#1752607	Element: 17076 Knoop: 167	13,425 20,570 -0,230	UGT-fund/3	12,90 -66,69	25,59	-105,30 -202,45	-3852,06 -9064,13	4857,12
Member2d#1805237	Element: 10615 Knoop: 106	18,980 20,570 9,240	UGT-fund/1	-94,33 -12,56	0,35	-1339,62 0,42	-98,17 -50,43	40,11
Member2d#2376275	Element: 25580 Knoop: 220	10,020 27,030 3,320	UGT-fund/1	-15,85 6,59	0,07	1329,43 -0,04	-69,45 -107,04	44,99
Member2d#1774201	Element: 8974	15,575	UGT-fund/1	10,27	-5,31	48,91	-90,40	92,54

Naam	Net	Positie [m]	BG	m _x [kNm/m] m _y [kNm/m]	m _{xy} [kNm/m]	v _x [kN/m] v _y [kN/m]	n _x [kN/m] n _y [kN/m]	n _{xy} [kN/m]
	Knoop: 74	27,310 12,200		41,95		-329,63	-241,85	
Member2d#1774167	Element: 15970 Knoop: 10	15,575 20,570 6,280	UGT-fund/1	6,79 113,92	17,35	176,74 590,82	-42,05 776,66	499,53
Member2d#1752607	Element: 16915 Knoop: 161	17,300 20,570 -0,230	UGT-fund/4	0,38 0,39	-0,17	6,53 6,27	-4877,36 -8651,43	-4566,67
Member2d#1752607	Element: 16915 Knoop: 161	17,300 20,570 -0,230	UGT-fund/5	-0,17 -0,17	0,08	-3,20 -3,09	1273,88 2706,72	1343,93
Member2d#2376274	Element: 18421 Knoop: 167	13,425 20,570 -0,230	UGT-fund/6	18,59 -63,77	-28,25	-191,51 61,06	-4595,53 -9192,14	-5121,73
Member2d#1752607	Element: 17076 Knoop: 167	13,425 20,570 -0,230	UGT-fund/6	12,90 -66,69	25,59	-105,26 -202,52	-3851,75 -9064,30	4857,12

Naam	Combinatiesleutel
UGT-fund/1	1.20*Eigen gewicht + 1.50*Variabel + 1.20*Permanent
UGT-fund/2	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind9
UGT-fund/3	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind12
UGT-fund/4	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind4
UGT-fund/5	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind11
UGT-fund/6	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind10

5.3. Interne 1D krachten staal

Waardes: M_y
 Lineaire berekening
 Combinatie: UGT-fund
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Globaal
 Selectie: Alle



Lineaire berekening
 Combinatie: UGT-fund
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Doorsnede
 Selectie: Alle

Naam	dx [m]	BG	Doorsnede	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Member#2112037	0,400+	UGT-fund/1	CS - HE320A	0,00	0,00	-15,73	0,00	6,39	0,00
Member#2112037	0,400+	UGT-fund/2	CS - HE320A	0,00	0,00	16,03	0,00	-6,32	0,00
Member#2112037	0,400-	UGT-fund/3	CS - HE320A	0,00	0,00	-16,22	0,00	-6,40	0,00
Member#2112037	0,400-	UGT-fund/4	CS - HE320A	0,00	0,00	-16,17	0,00	-6,40	0,00
Member#2112037	0,400+	UGT-fund/4	CS - HE320A	0,00	0,00	-15,81	0,00	6,39	0,00
Member#2112037	0,400-	UGT-fund/2	CS - HE320A	0,00	0,00	15,55	0,00	6,31	0,00
Member#1768666	0,000	UGT-fund/5	CS1 - RRK80/80/4	-6,87	-0,08	0,09	0,00	-0,03	-0,03
Member#1768668	2,960	UGT-fund/6	CS1 - RRK80/80/4	5,72	2,50	-0,34	0,00	-0,43	1,25
Member#1768882	0,000	UGT-fund/7	CS1 - RRK80/80/4	2,69	-8,08	0,52	0,00	-0,82	4,37
Member#1768666	0,000	UGT-fund/6	CS1 - RRK80/80/4	-0,75	-1,82	-2,27	0,00	0,34	0,76
Member#1768664	0,000	UGT-fund/6	CS1 - RRK80/80/4	-0,73	-1,82	2,27	0,00	-0,34	0,76
Member#1768882	0,000	UGT-fund/8	CS1 - RRK80/80/4	1,59	7,62	0,29	0,00	-0,44	-3,60
Member#1768668	0,000	UGT-fund/9	CS1 - RRK80/80/4	1,36	7,51	-0,42	0,00	0,63	-3,45
Member#1768666	1,850	UGT-fund/10	CS1 - RRK80/80/4	-0,81	0,41	0,19	0,00	-1,54	-0,42

Naam	dx [m]	BG	Doorsnede	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Member#1768664	1,850	UGT-fund/10	CS1 - RRK80/80/4	-0,79	0,41	-0,19	0,00	1,54	-0,42
Member#1768668	0,000	UGT-fund/11	CS1 - RRK80/80/4	2,92	10,45	-0,29	0,00	0,46	-4,94
Member#2027040	7,371	UGT-fund/12	CS2 - FL80X8	-20,74	-0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Member#2027258	7,106	UGT-fund/12	CS2 - FL80X8	4,94	-0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Member#2026733	7,106	UGT-fund/13	CS2 - FL80X8	-3,54	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Member#2026733	0,000	UGT-fund/13	CS2 - FL80X8	-3,74	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Member#2026613	0,000	UGT-fund/12	CS2 - FL80X8	-18,22	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Member#2027018	0,000	UGT-fund/12	CS2 - FL80X8	-17,10	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Member#2027018	7,371	UGT-fund/13	CS2 - FL80X8	-12,63	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Member#2027040	3,686	UGT-fund/13	CS2 - FL80X8	-15,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
Member#1774458	3,405	UGT-fund/14	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	-2,96	3,25	-66,88	0,16	0,00	0,00
Member#1774458	0,000	UGT-fund/15	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	3,56	-1,38	66,76	-0,17	0,00	0,00
Member#2386549	0,000	UGT-fund/16	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	-2,67	-4,53	91,91	-0,21	0,00	0,00
Member#2386549	3,405	UGT-fund/5	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	1,39	0,67	-97,50	0,18	0,00	0,00
Member#1774458	0,000	UGT-fund/16	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	1,95	-1,54	81,30	-0,29	0,00	0,00
Member#1774458	3,405	UGT-fund/16	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	-2,86	4,40	-91,75	0,21	0,00	0,00
Member#2386549	0,000	UGT-fund/5	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	-2,77	-4,52	92,30	-0,21	0,00	0,00
Member#1774458	1,750-	UGT-fund/5	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	-0,19	-0,02	-2,70	-0,01	86,93	-0,01
Member#2386549	0,200-	UGT-fund/16	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	-1,37	-1,51	88,12	-0,10	18,24	-0,35
Member#1774460	2,991-	UGT-fund/17	CS12 - SFB (HEA180; 400; 10; 60)	-0,02	-0,12	-50,93	0,07	24,12	0,02
Member#1758972	0,000	UGT-fund/18	CS3 - HE300A	-11,52	-2,02	135,50	0,62	-92,08	0,33
Member#1758972	8,960	UGT-fund/19	CS3 - HE300A	10,57	1,13	-106,61	-0,61	-53,84	0,18
Member#1758972	0,000	UGT-fund/3	CS3 - HE300A	-9,68	-2,44	135,90	0,62	-91,86	0,39
Member#1762157	5,465-	UGT-fund/12	CS3 - HE300A	-0,30	0,01	-239,27	-0,01	-102,14	0,00
Member#1762157	3,545+	UGT-fund/12	CS3 - HE300A	-0,47	-0,02	243,56	-0,02	-93,94	0,00
Member#1758972	8,960	UGT-fund/12	CS3 - HE300A	7,25	1,99	-140,62	-0,79	-73,52	0,32
Member#1758972	0,000	UGT-fund/12	CS3 - HE300A	-9,18	-1,76	178,38	0,81	-127,34	0,30
Member#1762157	4,480-	UGT-fund/12	CS3 - HE300A	-0,21	-0,07	191,93	0,05	111,15	-0,01
Member#1762157	4,480-	UGT-fund/20	CS3 - HE300A	-0,37	-0,61	149,03	0,14	86,25	-0,05
Member#1758972	8,960	UGT-fund/20	CS3 - HE300A	2,17	2,69	-107,39	-0,63	-51,89	0,42
Member#1774761	0,238-	UGT-fund/21	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	-0,47	0,06	1,58	0,00	0,29	0,01
Member#1774761	8,960	UGT-fund/22	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	1,44	-0,92	-9,18	0,13	0,00	0,00
Member#1774761	8,960	UGT-fund/23	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	0,84	-1,26	-6,31	-0,07	0,00	0,00
Member#1774761	0,000	UGT-fund/23	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	0,83	1,27	6,39	0,07	0,00	0,00
Member#1774761	3,216+	UGT-fund/12	CS9 - Hoek (200; 100;	0,82	-1,09	-10,82	-0,05	-0,29	0,01

Naam	dx [m]	BG	Doorsnede	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Member#1774761	5,745-	UGT-fund/12	10; 25; 15) CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	0,82	1,11	10,95	0,05	-0,24	0,02
Member#1774761	0,000	UGT-fund/24	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	0,69	-0,21	3,31	-0,19	0,00	0,00
Member#1774761	8,960	UGT-fund/3	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	0,68	0,20	-3,30	0,19	0,00	0,00
Member#1774761	4,480-	UGT-fund/12	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	0,54	-0,01	0,01	0,00	-5,98	-0,16
Member#1774761	7,439-	UGT-fund/5	CS9 - Hoek (200; 100; 10; 25; 15)	0,12	0,02	0,26	0,00	5,61	0,15
Member#1774427	3,405	UGT-fund/24	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	9,08	-1,53	-117,32	0,41	0,00	0,00
Member#1773005	3,405	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	-12,74	-5,29	-71,79	0,12	0,00	0,00
Member#1773576	1,854	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	-13,07	5,09	-71,48	0,25	0,00	0,00
Member#1774427	3,405	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	6,54	-2,10	-152,38	0,54	0,00	0,00
Member#1774433	0,000	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	6,52	2,07	152,48	-0,54	0,00	0,00
Member#1774005	0,000	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	3,97	-3,07	145,91	-0,64	0,00	0,00
Member#1774433	3,405	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	-0,03	0,97	-145,57	0,64	0,00	0,00
Member#1754353	0,000	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	-457,04	0,33	15,07	0,02	-28,52	0,00
Member#1774011	1,655-	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	0,44	-0,02	4,41	0,01	133,32	0,00
Member#1773576	1,759-	UGT-fund/12	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	-9,20	1,51	-77,67	0,16	6,98	-0,29
Member#1754353	3,550	UGT-fund/25	CS13 - SFB (HEA200; 400; 10; 60)	-354,97	0,39	6,60	0,02	15,15	1,38
Member#1755049	0,000	UGT-fund/12	CS4 - HE240A	-671,76	-0,10	-21,97	0,01	77,25	-0,07
Member#1755283	3,550	UGT-fund/26	CS4 - HE240A	-97,12	0,09	-12,50	-0,01	-3,99	0,32
Member#1755049	0,000	UGT-fund/15	CS4 - HE240A	-531,05	-0,08	-27,94	0,01	61,07	-0,05
Member#1755051	0,000	UGT-fund/15	CS4 - HE240A	-497,85	-0,13	27,35	-0,01	-57,25	0,05
Member#1755212	0,000	UGT-fund/12	CS4 - HE240A	-522,72	-0,17	-17,71	0,02	60,11	0,08
Member#1755051	0,000	UGT-fund/12	CS4 - HE240A	-628,56	-0,17	21,20	-0,02	-72,28	0,07
Member#1755287	3,550	UGT-fund/18	CS4 - HE240A	-298,72	-0,17	0,65	0,00	2,30	-0,60
Member#1755283	3,550	UGT-fund/11	CS4 - HE240A	-97,15	0,15	-8,26	-0,02	-2,11	0,52
Member#1774845	8,960	UGT-fund/27	CS5 - HEA200	-11,27	2,42	-52,66	0,49	-38,35	0,53
Member#1775632	8,960	UGT-fund/20	CS5 - HEA200	6,60	-0,97	-17,61	0,18	0,00	0,00
Member#1774845	0,000	UGT-fund/25	CS5 - HEA200	-8,87	-2,97	39,37	-0,40	-28,67	0,53
Member#1775632	4,480+	UGT-fund/12	CS5 - HEA200	-0,14	0,01	60,85	-0,05	-56,49	0,00
Member#1774845	0,000	UGT-fund/16	CS5 - HEA200	-10,88	-2,34	53,82	-0,49	-38,64	0,51
Member#1774845	8,960	UGT-fund/16	CS5 - HEA200	-11,17	2,40	-54,26	0,51	-39,36	0,52
Member#1775632	4,480-	UGT-fund/12	CS5 - HEA200	-0,14	0,00	-60,87	0,05	-56,55	0,00
Member#1775535	7,270-	UGT-fund/12	CS5 - HEA200	-0,18	-0,01	-0,42	-0,01	36,22	0,00
Member#1775535	4,480-	UGT-fund/8	CS5 - HEA200	0,76	-0,74	-28,19	0,04	-26,67	-0,04

Naam	dx [m]	BG	Doorsnede	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Member#1774845	8,960	UGT-fund/25	CS5 - HEA200	-9,11	3,02	-39,71	0,42	-29,20	0,54
Member#1775598	0,000	UGT-fund/12	CS6 - HEB200	-13,24	-0,28	82,41	-1,91	-60,30	0,30
Member#1761280	0,000	UGT-fund/28	CS6 - HEB200	10,52	1,18	0,97	1,29	0,00	0,00
Member#1775277	8,960	UGT-fund/29	CS6 - HEB200	1,66	-3,56	-49,97	1,23	-34,42	-0,46
Member#1775277	0,000	UGT-fund/22	CS6 - HEB200	1,47	3,52	49,53	-1,23	-33,45	-0,45
Member#1775277	0,000	UGT-fund/12	CS6 - HEB200	0,56	0,13	82,71	-1,98	-60,28	-0,03
Member#1775277	8,960	UGT-fund/12	CS6 - HEB200	0,92	-0,21	-83,48	2,00	-61,88	-0,04
Member#1775582	2,135-	UGT-fund/12	CS6 - HEB200	0,24	0,00	2,84	0,05	31,72	0,00
Member#1775277	8,960	UGT-fund/22	CS6 - HEB200	4,12	-3,43	-53,62	1,24	-42,63	-0,49
Member#1775598	0,000	UGT-fund/30	CS6 - HEB200	-10,68	-2,46	63,68	-1,47	-46,76	0,51
Member#1755599	0,000	UGT-fund/25	CS10 - HE140A	-8,16	-4,36	0,02	0,00	0,00	0,00
Member#1755614	3,550	UGT-fund/12	CS10 - HE140A	12,37	0,19	-0,07	0,00	-0,26	0,68
Member#1755599	0,000	UGT-fund/20	CS10 - HE140A	-2,78	7,06	-0,12	0,00	0,00	0,00
Member#1755552	3,550	UGT-fund/31	CS10 - HE140A	-1,37	1,33	-2,45	-0,05	-0,09	1,17
Member#1755548	3,550	UGT-fund/32	CS10 - HE140A	1,91	1,33	2,45	0,05	-0,12	1,16
Member#1755548	0,000	UGT-fund/3	CS10 - HE140A	4,21	2,34	0,44	-0,16	-0,28	0,00
Member#1755552	0,000	UGT-fund/24	CS10 - HE140A	0,09	2,37	-0,44	0,16	0,01	0,00
Member#1755548	1,775+	UGT-fund/15	CS10 - HE140A	2,08	0,35	-0,15	0,05	-2,52	-0,49
Member#1755552	1,775+	UGT-fund/32	CS10 - HE140A	-1,69	0,35	0,14	-0,05	2,28	-0,49
Member#1755614	3,550	UGT-fund/11	CS10 - HE140A	8,33	-10,15	0,09	0,00	0,31	-7,33
Member#1755599	3,550	UGT-fund/25	CS10 - HE140A	-7,12	7,03	0,02	0,00	0,06	5,81
Member#1754811	0,000	UGT-fund/12	CS8 - HE200A	-548,55	-0,60	-11,29	0,00	22,50	0,83
Member#1768284	2,960	UGT-fund/10	CS8 - HE200A	-20,56	-1,86	2,83	0,00	1,65	-2,20
Member#1768288	0,000	UGT-fund/3	CS8 - HE200A	-97,86	-6,83	0,59	0,00	-0,81	4,50
Member#1768288	2,960	UGT-fund/33	CS8 - HE200A	-57,84	5,76	-0,60	0,00	-0,94	1,85
Member#1754811	0,370	UGT-fund/34	CS8 - HE200A	-427,60	-0,41	-12,26	0,00	17,90	0,40
Member#1754809	0,370	UGT-fund/18	CS8 - HE200A	-417,59	-0,47	12,90	0,00	-19,36	0,48
Member#1768286	0,740	UGT-fund/1	CS8 - HE200A	-37,61	-3,63	-0,65	0,00	0,87	0,35
Member#1762309	0,740	UGT-fund/24	CS8 - HE200A	-105,97	-2,04	-4,90	0,00	6,53	-0,38
Member#1754809	0,000	UGT-fund/12	CS8 - HE200A	-541,42	-0,61	12,30	0,00	-25,08	0,86
Member#1768286	2,960	UGT-fund/12	CS8 - HE200A	-46,47	-2,64	-2,16	0,00	-3,71	-5,12
Member#1754338	0,000	UGT-fund/12	CS7 - HE360B	-927,97	1,38	0,68	0,00	-0,29	0,00
Member#1754030	3,550	UGT-fund/11	CS7 - HE360B	-219,59	0,03	-22,89	-0,01	-27,83	0,11
Member#1754030	0,000	UGT-fund/35	CS7 - HE360B	-253,87	0,01	-28,31	0,00	45,70	0,00
Member#1754030	0,000	UGT-fund/15	CS7 - HE360B	-385,70	0,44	-43,47	-0,08	69,43	0,00
Member#1754338	0,000	UGT-fund/3	CS7 - HE360B	-723,60	0,48	6,33	0,00	-12,79	0,00
Member#1754030	0,000	UGT-fund/25	CS7 - HE360B	-391,58	0,50	-38,39	-0,09	70,49	0,00
Member#1754338	0,000	UGT-fund/2	CS7 - HE360B	-609,99	0,53	-5,53	0,00	12,63	0,00
Member#1754030	3,550	UGT-fund/12	CS7 - HE360B	-494,30	0,43	-41,83	-0,08	-58,45	1,54
Member#1754030	0,000	UGT-fund/12	CS7 - HE360B	-500,24	0,43	-41,83	-0,08	90,04	0,00
Member#1754338	3,550	UGT-fund/25	CS7 - HE360B	-719,05	1,50	0,94	0,00	2,29	5,31
Member#1754395	0,000	UGT-fund/12	CS11 - HE300B	-596,77	7,43	-1,49	0,00	2,19	-10,68
Member#1768354	2,960	UGT-fund/33	CS11 - HE300B	-14,15	-0,93	6,80	0,00	8,24	1,25
Member#1754395	2,960	UGT-fund/8	CS11 - HE300B	-280,21	-2,50	2,94	0,00	2,65	1,64
Member#1754393	0,000	UGT-fund/12	CS11 - HE300B	-317,88	2,80	-18,24	0,00	27,81	-4,35
Member#1768350	0,000	UGT-fund/14	CS11 - HE300B	-36,66	3,62	-9,83	0,00	14,44	-3,71
Member#1754397	0,000	UGT-fund/34	CS11 - HE300B	-237,13	3,53	20,76	0,00	-40,67	-3,81
Member#1754397	0,000	UGT-fund/12	CS11 - HE300B	-315,01	3,16	33,73	0,00	-67,66	-4,95

Naam	dx [m]	BG	Doorsnede	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Member#1754397	2,960	UGT-fund/12	CS11 - HE300B	-310,93	3,16	33,73	0,00	32,19	4,39
Member#1768352	0,000	UGT-fund/24	CS11 - HE300B	-71,85	12,21	-2,26	0,00	3,22	-12,70
Member#1768352	2,960	UGT-fund/16	CS11 - HE300B	-106,76	7,83	-0,42	0,00	-0,73	13,12

Naam	Combinatiesleutel
UGT-fund/1	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind1
UGT-fund/2	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind12
UGT-fund/3	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind3
UGT-fund/4	0.90*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind3
UGT-fund/5	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*Variabel sneeuw
UGT-fund/6	0.90*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind13
UGT-fund/7	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind16
UGT-fund/8	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind3
UGT-fund/9	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind11
UGT-fund/10	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind13
UGT-fund/11	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind1
UGT-fund/12	1.20*Eigen gewicht + 1.50*Variabel + 1.20*Permanent
UGT-fund/13	1.35*Eigen gewicht + 1.35*Permanent
UGT-fund/14	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind2
UGT-fund/15	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind5
UGT-fund/16	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*Variabel sneeuw
UGT-fund/17	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind6
UGT-fund/18	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind2
UGT-fund/19	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind7
UGT-fund/20	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind9
UGT-fund/21	0.90*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind12
UGT-fund/22	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind9
UGT-fund/23	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind15
UGT-fund/24	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind11
UGT-fund/25	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind6
UGT-fund/26	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind2
UGT-fund/27	1.35*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.35*Permanent
UGT-fund/28	0.90*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind11
UGT-fund/29	1.20*Eigen gewicht + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind1
UGT-fund/30	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind8
UGT-fund/31	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind5
UGT-fund/32	0.90*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind5
UGT-fund/33	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind9
UGT-fund/34	1.20*Eigen gewicht + 0.60*Variabel + 1.20*Permanent + 1.50*3DWind10
UGT-fund/35	0.90*Eigen gewicht + 0.90*Permanent + 1.50*3DWind11

5.4. UC's Staal

Waardes: **Algehele eenheidscontrole**

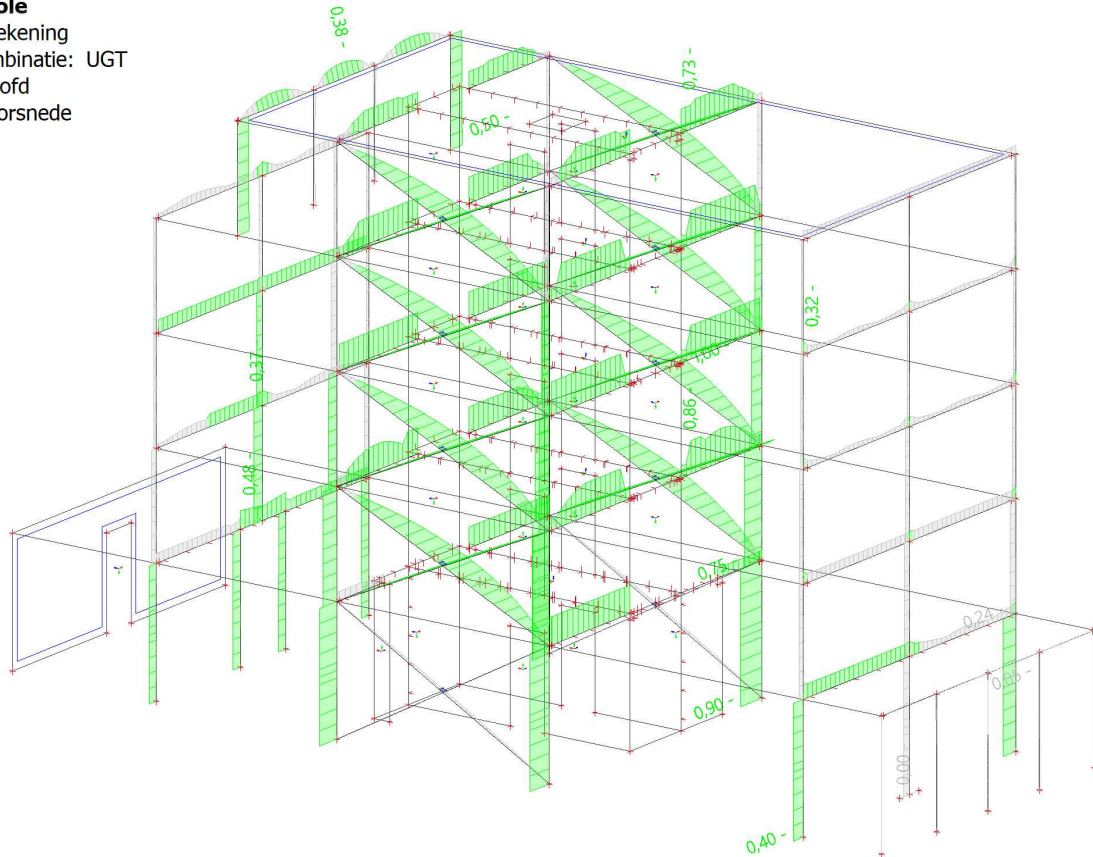
Niet-lineaire berekening

Niet-lineaire combinatie: UGT

Assenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Doorsnede

Selectie: Alle





STATISCHE BEREKENING

UITVOERING: STAALCONSTRUCTIE

project: 20196237
omschrijving: KLAZIENAVEEN; winkel en 7 app. Van Echtskanaal NZ

opdrachtgever: Ten Napel Explotatie te Nieuw Amsterdam
architect: Bouwkundig ontwerp en adviesburo WALDA te Zwartemeer

document: GDV-20196237-B03
revisie: -
datum: 26 februari 2020
status: Definitief

samenstelling: Erwin de Vegt

handtekening:

INHOUD

Hoofdstuk 1	Algemeen	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Te hanteren normen	5
1.3	Ontwerplevensduur, gevolg- en betrouwbaarheidsklasse	5
1.4	Constructief ontwerp	7
Hoofdstuk 2	Belastingen	8
Hoofdstuk 3	Belastingcombinaties	10
3.1	Uiterste grenstoestanden	10
3.2	Bruikbaarheidsgrenstoestanden	11
Hoofdstuk 4	Stabiliteit	12
4.1	Algemeen	12
4.2	Stabiliteitsbeschouwing	15
4.3	Prefab-wanden as 3 + 4	17
4.4	Wind verband as A + B	19
Hoofdstuk 5	Brandwerendheid	20
5.1	Algemene brandwerendheidseisen m.b.t. standzekerheid	20
Hoofdstuk 6	Staalconstructie	22
6.1	Aansluiting tpv BGG → Voetplaten	22
6.2	Stalenportaal as 6	22
6.3	Windverband as A + B / 3 - 4	22

Bijlagen

Bijlage A	TS-verbindingen; stalenportaal as 6
Bijlage B	TS-verbindingen; voetplaten
Bijlage C	TS-raamwerk: Portaal as 6
Bijlage D	TS-raamwerk; windverband

HOOFDSTUK 1 ALGEMEEN

1.1 INLEIDING

Het betreft een plan in opdracht van Ten Napel Explotatie BV te Nieuw-Amsterdam

Het ontwerp is gemaakt door bouwkundig ontwerp en adviesburo Walda te Zwartemeer

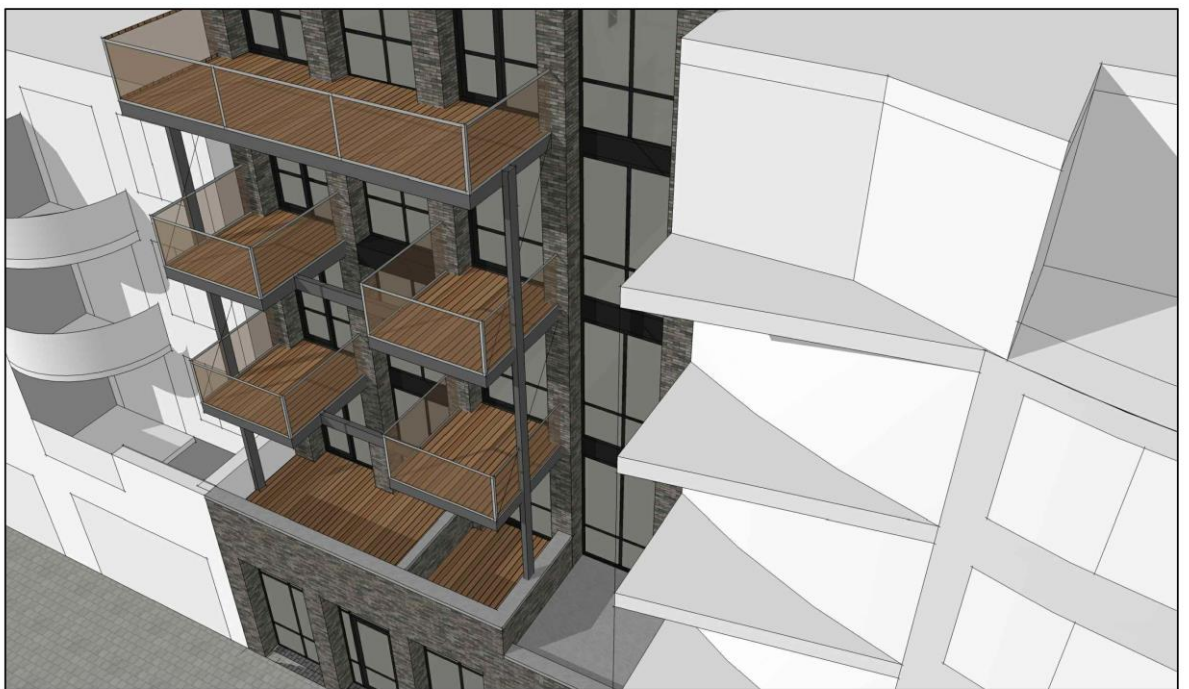
Het plan bestaat uit de realisatie van een winkel en 7 appartementen en een penthouse

Op de begane grondvloer komt ruimte voor 101m² winkelruimte en de bergingen voor de woningen.
Op bouwlaag 2 t/m 4 worden per verdieping 2 appartementen gerealiseerd. Bouwlaag 5 bevindt zich het penthouse. Aan de voorzijde komen uitkragende balkons

Dit plan komt te staan tussen bestaande bebouwing, dit heeft consequentie voor de fundering.

Overzicht:





In deze berekening worden de volgende onderdelen uitgewerkt: Staalconstructie

- Voetplaten en ankers
- Portaal in as 6
- Windverband as A+B / 3-4

1.2

TE HANTEREN NORMEN

Uitgangspunt voor de berekening vormen de documenten van de Eurocode:

- Eurocode 0 Grondslagen	: NEN-EN 1990
- Eurocode 1 Belastingen	: NEN-EN 1991
- Eurocode 2 Beton	: NEN-EN 1992
- Eurocode 3 Staal	: NEN-EN 1993
- Eurocode 4 Staalbeton	: NEN-EN 1994
- Eurocode 5 Hout	: NEN-EN 1995
- Eurocode 6 Metselwerk	: NEN-EN 1996
- Eurocode 7 Geotechniek	: NEN-EN 1997
- Eurocode 8 Aardbevingen	: NEN-EN 1998
- Eurocode 9 Aluminium	: NEN-EN 1999

1.3

ONTWERPLEVENSDUUR, GEVOLG- EN BETROUWBAARHEIDSKLASSE

Ontwerplevensduurklasse	3	Ontwerplevensduur	50	jaar
Gebouwtype	Woongebouw			
Gebouwhoogte	16 m	Gemeten vanaf het maaiveld		
Aantal bouwlagen	5			
Gevolgklasse	CC2	Middelmatige gevolgen		
Betrouwbaarheidsklasse	RC2			
Gevolgklasse bijzonder	CC2b			
Gebouwcategorie	A	Woon- of verblijfsfunctie		

In een gebouw kunnen meerdere gebouwcategorieën voorkomen. De maatgevende of meest voorkomende veranderlijke belasting bepaalt de algemene gebouwcategorie.

1.3.1 Verdiscontering van afwijkingen in de standaard gevolgklasse CC2

Vermenigvuldiging van de partiële veiligheidsfactoren met een factor K_{FI} conform NEN - EN 1990 - Bijlage A1.3.1 tabel NB5.

$$\text{factor } K_{FI} = 1,0$$

1.3.2 Verdiscontering van afwijkingen in de standaard levensduur van 50 jaar

Vermenigvuldigingsfactor voor de extreme waarde van de veranderlijke belasting tgv levensduur. Bepaald conform NEN - EN 1990 - Bijlage A1.1 lid (2)

$$F_t = F_{t0} * [1 + ((1 - \psi_0) / 9) * \ln (t / t_0)] = 1,00$$

$$\text{Gehanteerde momentaanfactor } \psi_0 \text{ bij maatgevende gebouwcategorie} = 0,4$$

[NB: De tijdsafhankelijke factor F_t wordt verdisconteerd in de belastingscombinaties van Hoofdstuk 3]

1.4 CONSTRUCTIEF ONTWERP

1.4.1 Beschrijving hoofddraagconstructie

Bouwsysteem	Staalconstructie met kanaalplaten met een druklaag	
Fundering	Balkenrooster op palen	[zie Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. voor nadere informatie]

1.4.2 Beschrijving van de onderdelen

Begane grondvloer	Kanaalplaatvloer + 50mm druklaag	200mm ¹
Verdiepingsvloeren	Kanaalplaatvloer + 50mm druklaag	200mm ¹
Dakvloer	Kanaalplaatvloer + 50mm druklaag	300mm ¹
Betonwanden	Stab. Wanden / trap- en liftwanden	250mm ¹
Kalkzandsteenwanden	niet dragende wanden	100mm ¹
	Kopwanden	100mm ¹
Binnenspouwblad	HSB-wanden	
Buitenspouwblad	Metselwerk	100mm ¹

HOOFDSTUK 2 BELASTINGEN

Zie berekening B01 en B02

HOOFDSTUK 3 BELASTINGCOMBINATIES

3.1

UITERSTE GRENSTOESTANDEN

Tabel A1.2(A) - Rekenwaarden van belastingen (EQU) (Groep A)

Blijvende en tijdelijke ontwerp-situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
(verg. 6.10)	1,1 $* G_{kj,sup}$	0,9 $* G_{kj,inf}$	1,50 $* Q_{k,1}$		1,50 $* \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Tabel A1.2(B) - Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (Groep B)

Blijvende en tijdelijke ontwerp-situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
(verg. 6.10a)	1,35 $* G_{kj,sup}^a$	0,90 $* G_{kj,inf}$			1,50 $* \psi_{0,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)
(verg. 6.10b)	1,20 $* G_{kj,sup}^b$	0,90 $* G_{kj,inf}$	1,50 $* Q_{k,1}$		1,50 $* \psi_{0,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)
a	Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met $1,2 G_{kj,sup}$.				
b	Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.				

Tabel A1.2(C) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (Groep C)

Blijvende en tijdelijke ontwerp-situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
(Verg. 6.10)	1,0 $* G_{kj,sup}$	1,0 $* G_{kj,inf}$	1,30 $* Q_{k,1}$		1,30 $* \psi_{0,i} Q_{k,i}$

buitengewone en aardbevingsbelastingscombinaties

Blijvende en tijdelijke ontwerp-situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
Buitengewoon (Verg. 6.11 a/b)	$1,0 \cdot G_{kj, sup}$	$1,0 \cdot G_{kj, inf}$	$1,0 \cdot A_d$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}^a$	$\psi_{2,i} Q_{k,i} (i > 1)$
Aardbeving (Verg. 6.12a/b)	$1,0 G_{kj, sup}$	$1,0 G_{kj, inf}$	$1,0 A_{ek}$ of $1,0 A_{Ed}$		$\psi_{2,i} Q_{k,i} (i > 1)$

a: Uitsluitend voor wind op de hoofddraagconstructie; voor overige gevallen $\psi_{2,1}$.

3.2 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN

Tabel A1.4 - Rekenwaarden van belastingen voor gebruik in belastingscombinaties

Combinatie	Blijvende belastingen G_d		Veranderlijke belastingen Q_d	
	Ongunstig	Gunstig	Overheersende	Andere
Karakteristiek	$G_{kj, sup}$	$G_{kj, inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Frequent	$G_{kj, sup}$	$G_{kj, inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quasi-blijvend	$G_{kj, sup}$	$G_{kj, inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

HOOFDSTUK 4 STABILITEIT

4.1 ALGEMEEN

4.1.1 Beschrijving van de stabiliteit

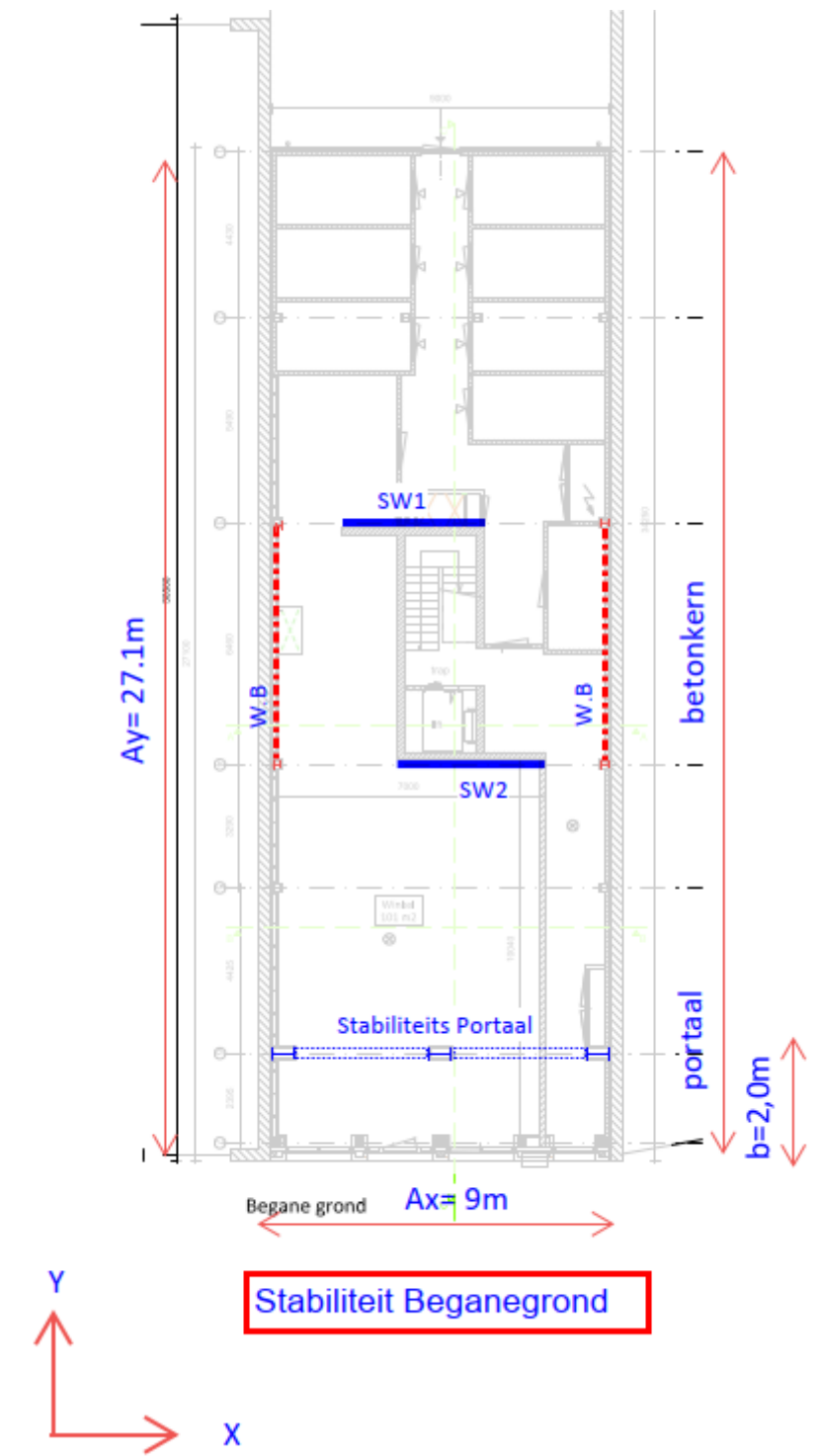
De stabiliteit van dit gebouw wordt gerealiseerd door de betonwanden tpv trappenhuis en lift en uit een stabiliteitsportaal in de voorgevel.

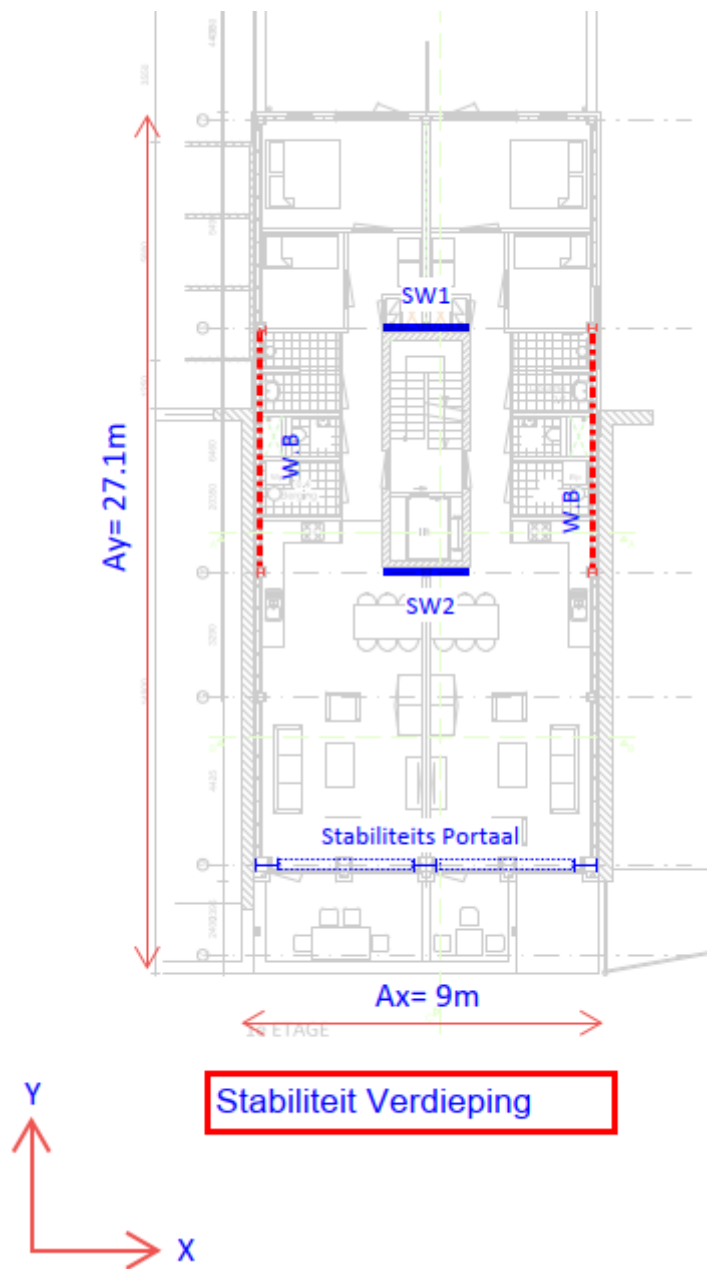
De vloeren vormden een stijve schijf; een kanaalplaat met een gewapende druklaag

Aanpassing uitvoering:

De betonwanden tpv het trappenhuis worden uitgevoerd in prefab betonwanden. Hierdoor vervalt de stabiliteits capaciteit in de Y-richting. In deze richting worden de stabiliteits functie overgenomen door windverbanden tpv de zijgevel in as A en B.

4.1.2 Overzicht van de stabiliteitselementen





4.2 STABILITEITSBESCHOUWING

4.2.1 Wind in de x-richting; wind op zijgevel

Wind // cijfer-assen

<u>Uitgangspunten:</u>	referentiehoogte	$z_e = h =$	16,00 m [$h < A_x$]
	gebouwmaat A_y	$A_y =$	27,10 m
	gebouwmaat A_x	$A_x =$	9,00 m
	gebouwafmetingsfactor	$c_s c_d =$	1,00
	resulterende stuwdruk	$c_s c_d q_{p(z);rep} =$	0,82 kN/m ²
	windvormfactor	$C_{pe;10;tot;cor} =$	1,14
	wrijving dak	$C_{fr;dak} =$	0,04
	wrijving gevel	$C_{fr;gvl} =$	0,02

Bepaling van de krachtswerking per niveau

	niveau	windhoogte	$F_{w;Ax;d+z;rep}$	$F_{w;Ax;fr;gvl;rep}$ ($F_{w;Ax;fr;dak;rep}$)	$F_{w;Ax;rep;n}$	$F_{w;Ax;rep;n}$ cumulatief	$M_{w;Ax;rep;n}$ cumulatief
	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
b.k. dakrand	16,00	0,74	13	0	13	13	0
dak	15,26	1,43	25	0 (6)	31	44	10
4	12,40	2,91	54	1	55	99	136
3	9,44	2,96	59	1	60	159	429
2	6,48	2,96	59	1	60	219	899
1	3,52	3,24	73	1	74	293	1547
0	0,00	1,76	44	1	45	338	2577

Toelichting:

$F_{w;Ax;d+z;rep}$	$= A_y * \text{windhoogte} * c_s c_d q_{p(z);rep} * C_{pe;10;tot;cor}$	windlast op de gevel uit druk + zuiging
$F_{w;Ax;fr;dak;rep}$	$= A_x * A_y * c_s c_d q_{p(z);rep} * C_{fr;dak}$	wrijving op het dakvlak
$F_{w;Ax;fr;gvl;rep}$	$= 2 * A_x * \text{windhoogte} * c_s c_d q_{p(z);rep} * C_{fr;gvl}$	wrijving op de gevels
$F_{w;Ax;rep;n}$	$= F_{w;Ax;d+z;rep} + F_{w;Ax;fr;dak;rep} + F_{w;Ax;fr;gvl;rep}$	windlast per nivo n
$M_{w;Ax;rep;n}$	$= F_{w;Ax;rep;n} \text{ cumulatief} * \text{verdiepingshoogte}$	totaal windmoment op niveau n

Stabiliteitsportaal in voorgevel

De gehele stabiliteit wordt opgenomen door de betonwanden in as 3+4 in deze richting. Het stalenportaal in de voorgevel verzorgt de stabiliteit in het voorste gedeelte van het gebouw → $b=2.0\text{m}$.

4.2.2 Wind in de y-richting ; wind op kopgevel

Wind // letter assen

<u>Uitgangspunten:</u>	referentiehoogte	$z_e = h =$	16,00 m [$h < A_x$]
	gebouwmaat A_x	$A_x =$	9,00 m
	gebouwmaat A_y	$A_y =$	27,10 m
	gebouwafmetingsfactor	$c_s c_d =$	1,00
	stuwdruk	$q_{p(z);rep} =$	0,82 kN/m ²
	windvormfactor	$C_{pe;10} =$	1,11
	wrijving dak	$C_{fr;dak} =$	0,04
	wrijving gevel	$C_{fr;gvl} =$	0,02

Bepaling van de krachtswerking per niveau

	niveau	windhoogte	$F_{w;Ay;d+z;rep}$	$F_{w;Ay;fr;gvl;rep}$ ($F_{w;Ay;fr;dak;rep}$)	$F_{w;Ay;rep;n}$	$F_{w;Ay;rep;n}$ cumulatief	$M_{w;Ay;rep;n}$ cumulatief
	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
b.k. dakrand	16,00	0,74	6	1	7	7	0
dak	15,26	1,43	12	1 (8)	21	28	5
4	12,40	2,91	24	3	26	54	85
3	9,44	2,96	24	3	27	81	245
2	6,48	2,96	24	3	27	108	485
1	3,52	3,24	26	3	29	137	805
0	0,00	1,76	14	2	16	153	1286

Toelichting:

$$F_{w;Ay;d+z;rep} = A_x * \text{windhoogte} * c_s c_d q_{p(z);rep} * C_{pe;10;tot;cor}$$

$$F_{w;Ay;fr;dak;rep} = A_x * A_y * c_s c_d q_{p(z);rep} * C_{fr;dak}$$

$$F_{w;Ay;fr;gvl;rep} = 2 * A_y * \text{windhoogte} * c_s c_d q_{p(z);rep} * C_{fr;gvl}$$

$$F_{w;Ay;rep;n} = F_{w;Ay;d+z;rep} + F_{w;Ay;fr;dak;rep} + F_{w;Ay;fr;gvl;rep}$$

$$M_{w;Ay;rep;n} = F_{w;Ay;rep;n} \text{ cumulatief} * \text{verdiepingshoogte}$$

windlast op de gevel uit druk + zuiging

wrijving op het dakvlak

wrijving op de gevels

windlast per nivo n

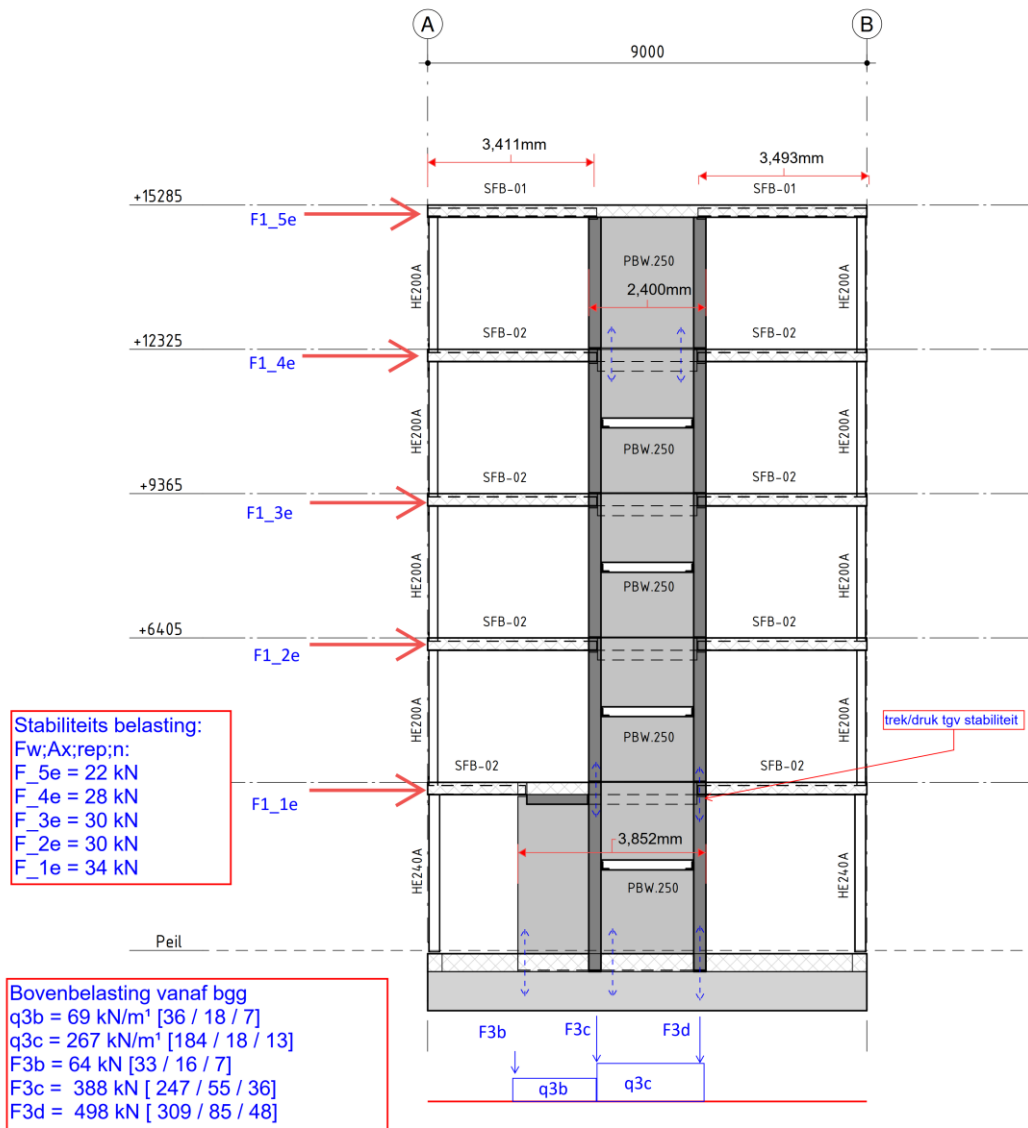
totaal windmoment op niveau n

4.3

PREFAB-WANDEN AS 3 + 4

Stabiliteit: deze wanden verzorgen de gehele stabiliteit in X-richting

Aanzicht:



Stab. Belasting op fundering:

Stabiliteit: krachten op fundering zie hst. 4.2.1

Bgg: $F_w; k = +/- 132 \text{ kN}$ tpv as 3

$F_w; k = +/- 152 \text{ kN}$ tpv as 4

Verd.: $F_w; k = +/- 368 \text{ kN}$ tpv as 3+4

Fundering: Belasting zijn ingevoerd in TS-balkrooster; fundering → zie bijlage A

Stekken: Bepaling stekken uit fundering.

- tpv uitstekende wand: (as 3+li)

Trek: $F_{ed} = 1.5 \times -152 = 228 \text{ kN}$

min. bovenbelast. $F_{ed} = 0.9 \times (33 + 36 \times 0.8) = 61 \text{ kN}$

Stekken: $A_s = (228 - 61) / 0.435 = 383 \text{ mm}^2$

→ kies 2Ø20

- tpv lift/trappenhuis: (as 3_re)

Trek: $F_{ed} = 1.5 \times (-132 - 368) = 750 \text{ kN}$

min. bovenbelast. $F_{ed} = 0.9 \times (309 + 184 \times 1.2) = 477 \text{ kN}$

Stekken: $A_s = (730 - 477) / 0.435 = 582 \text{ mm}^2$

→ kies 2Ø20

- tpv lift/trappenhuis: (as 3_midden)

Trek: $F_{ed} = 1.5 \times 368 = 552 \text{ kN}$

min. bovenbelast. $F_{ed} = 0.9 \times (247 + 184 \times 1.2 + 0.8 \times 36) = 447 \text{ kN}$

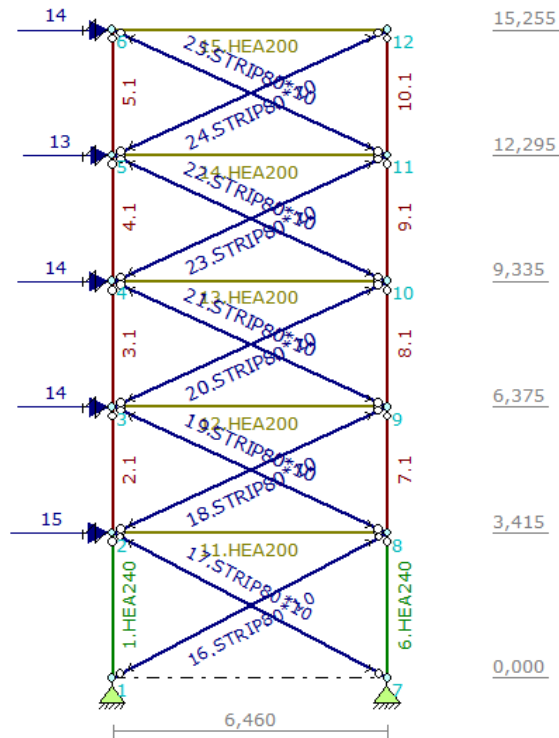
Stekken: $A_s = (522 - 447) / 0.435 = 172 \text{ mm}^2$

→ kies 1Ø20

4.4

WIND VERBAND AS A + B

Schema:



Resultaten:

zie bijlage B

Stalen kolommen voldoen (HE240A + HE200A)

Stalentrip: $F_{\text{trek}} = 137 \text{ kN} \rightarrow$ kies strip 80x10 met 3 M16 koppeling

Reactie op fundering: $F_{\text{vert.;w;k}} = \pm 100 \text{ kN}$

$F_{\text{hor;k}} = 70 \text{ kN}$

HOOFDSTUK 5 BRANDWERENDHEID

5.1 ALGEMENE BRANDWERENDHEIDSEISEN M.B.T. STANDZEKERHEID

5.1.1 Bepaling brandwerendheidseisen

<u>Beschouwd onderdeel</u>	<u>Hoogste vloer met verblijfsfunctie</u>
Gebouwniveau	12,4 m (tov meetniveau)
<u>Gebouwtype</u>	<u>Aantal bouwlagen vanaf meetniveau</u>
7b - Logiesfunctie	5
<u>Klassificatie</u>	<u>Aanvullende reductie</u>
Utiliteitsgebouw met slaapfunctie	0 minuten
<u>Hoogte vuurbelasting</u>	< 500 MJ/m ²

Geldenden artikelen volgens bouwbesluit 2012 paragraaf 2.2.1

Artikel 2.10.1	Constructie tbv een rookvrije vluchtroute in de UGT bij combinatie brand bezwijkt niet binnen 30 minuten bij brand in een subbrandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt - -
Artikel 2.10.5	Onverminderd artikel 2.10.1 geldt: Hoofddraagconstructie (UGT brand) met een vloer van een verblijfsgebied: Niet hoger dan 5m boven meetniveau = 60 minuten Hoger dan 5m boven meetniveau = 90 minuten Hoger dan 13m boven meetniveau = 120 minuten
Artikel 2.10.6	In afwijking van artikel 2.10.4 en 2.10.5 geldt: Indien permanente vuurbelasting conform NEN 6090 bepaald niet hoger is dan 500MJ/m ² Geldt een reductie van 30 minuten op artikel 2.10.4 en 2.10.5 -

Brandwerendheidseisen aan constructies

A) Constructies tbv vluchtroutes	30	minuten	
B) Constructies tbv scheiding brandcompartimenten	60	minuten	
C) Constructies tbv veiligheidstrappenhuizen	60	minuten	
D) Hoofddraagconstructies	90	minuten	
	-30	minuten	tgV lage vuurbelasting
	<u>0</u>	<u>minuten</u>	tgV aanvullende reductie
totaal	60	minuten	Vluchtroute

Voor de onderdelen A t/m C geldt: indien zij onderdeel uitmaken van de hoofddraagconstructie is de hoogste brandweerstand in vergelijking met onderdeel D uit bovenstaand overzicht van toepassing.

5.1.2 Brandwerendheid overige informatie

De onder 5.1.1 genoemde eisen aan de brandwerendheid hebben alleen betrekking op de hoofddraagconstructie.

De eisen die gesteld worden aan de brandscheidingen tussen compartimenten hebben betrekking op de standzekerheid van deze scheidingen. Dit betreft dus alle constructieonderdelen die de standzekerheid van de betreffende scheiding waarborgen.

Als uitgangspunt voor de bepaling van de constructieve voorzieningen op het gebied van brandwerendheid dienen door de opdrachtgever tijdig de functieoverzichten en de compartimenteringstekeningen te worden aangeleverd.

De weerstand tegen brandoverslag wordt in beginsel niet door Goudstikker - de Vries beschouwd. Indien expliciet en tijdig wordt aangegeven welke eisen er gesteld worden, kunnen deze wel in het ontwerp worden meegenomen.

De brandwerendheid van alle constructies tbv bouwkundige afwerkingen vallen niet onder de hoofddraagconstructie onder brandomstandigheden en worden zodoende ook niet beschouwd.

De invloed van de brandwerendheidseisen op de verschillende constructieonderdelen wordt per materiaal in het desbetreffende onderdeel behandeld.

HOOFDSTUK 6 STAALCONSTRUCTIE

6.1 AANSLUITING TPV BGG → VOETPLATEN

De voetplaten zijn berekening mbv TS-verbindingen, zie bijlage B

6.2 STALENPORTAAL AS 6

Deze is berekend in TS-raamwerk; zie bijlage C.

De verbinding zijn berekening mbv TS-verbindingen; zie bijlage A

6.3 WINDVERBAND AS A + B / 3 - 4

Deze is ingevoerd in TS-raamwerk; zie bijlage D

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel.....: Portaal voorgevel
 Dimensies.....: [kN] [kNm] [mm] [graden] [N/mm²] [kNm/rad]
 Datum.....: 20/05/2019
 Bestand.....: TWRMWVRB.INI

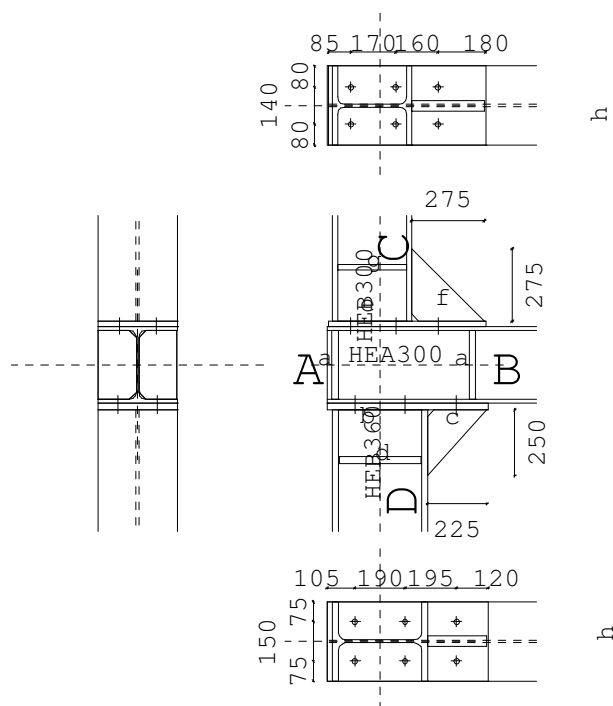
Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011, A1:2016	NB:2016 (nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011 (nl)

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS

T2:1

Verbindingstype	T-2 Gebout
Rekenwaarde vloeispanning f_y ; d platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Classificatie lijf staaf AB	Geschoord
Verbinding symmetrisch?	Nee
Afschuiving lijf staaf AB actief?	Ja
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch onbepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Ja
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja



LEGENDA

Onderdeel	Afmetingen	Aantal Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Schot AB	145x260-25	2 aw=13d af=13d
b Kopplaat	300x610-20	1 aw=6d af=11d
c Consolelijf	225x250-40	1 awe=12d awf=12d
d Schot staaf D	140x310-25	1 aw=13d af=13d
e Kopplaat	300x595-20	1 aw=6d af=10d
f Consolelijf	275x275-40	1 awe=10d awf=10d
g Schot staaf C	140x260-20	1 aw=10d af=10d
h Bout	6*M20 8.8	2

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

PROFIELEN	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaaf B	HEA300	4250	Gewalst	0	0	235
Staaaf C	HEB300	2960	Gewalst	30	0	235
Staaaf D	HEB360	3415	Gewalst	0	0	235
Staaaf A		200				

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEA300	
h :	290.0	i _y :	127.4	A : 11250.0	W _{ey} :	1260.0E3	I _y :	18260.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9		W _{ez} :	421.0E3	I _z :	6310.0E4
t _w :	8.5	r :	27.0		W _{py} :	1384.0E3	I _t :	87.8E4
t _f :	14.0				W _{pz} :	642.0E3	I _w :	1199772.0E6

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEB300	
h :	300.0	i _y :	129.9	A : 14910.0	W _{ey} :	1678.0E3	I _y :	25170.0E4
b :	300.0	i _z :	75.8		W _{ez} :	571.0E3	I _z :	8563.0E4
t _w :	11.0	r :	27.0		W _{py} :	1868.0E3	I _t :	189.2E4
t _f :	19.0				W _{pz} :	870.0E3	I _w :	1687791.4E6

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEB360	
h :	360.0	i _y :	154.6	A : 18060.0	W _{ey} :	2400.0E3	I _y :	43190.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9		W _{ez} :	676.0E3	I _z :	10140.0E4
t _w :	12.5	r :	27.0		W _{py} :	2682.0E3	I _t :	298.3E4
t _f :	22.5				W _{pz} :	1032.0E3	I _w :	2883252.0E6

PLATEN	Plaats	h	b	t	Exc	a_w	a_f	a_e	Hoek	Las	$f_{y;d}$
Kopplaat	Staaaf C	595	300	20.0	-102	$\Delta\Delta 6$	$\Delta\Delta 10$				235
Kopplaat	Staaaf D	610	300	25.0	-105	$\Delta\Delta 6$	$\Delta\Delta 11$				235
Consolelijf	B-C	275	275	40.0			$\Delta\Delta 10$	$\Delta\Delta 10$			235
Consolelijf	B-D	225	250	40.0			$\Delta\Delta 12$	$\Delta\Delta 12$			235
Schot	Staaaf C	260	140	20.0	205	$\Delta\Delta 10$	$\Delta\Delta 10$		0		235
Schot	Staaaf D	310	140	25.0	190	$\Delta\Delta 13$	$\Delta\Delta 13$		0		235
Schot	Staaaf A	260	145	25.0	170	$\Delta\Delta 13$	$\Delta\Delta 13$		0		235
Schot	Staaaf B	260	145	25.0	-350	$\Delta\Delta 13$	$\Delta\Delta 13$		0		235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief
 $\Delta\Delta$ = Dubbele hoeklas

BOUTEN	d	kw	hoh	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
Staaaf C	M20	8.8	140	Niet-corr.	49	180;340;510
Staaaf D	M20	8.8	150	Niet-corr.	54	120;315;505

BOUTGEGEVENS	d	d_0	d_m	d_{kop}	t_{kop}	d_{moer}	t_{moer}	A	A_s	γ_M	f_{ybd}	f_{tbd}	Draad
	20.0	22.0	41.6	30.0	13.0	30.0	16.0	314.2	244.8	1.25	640	800	Gerold

KRACHTEN	Normaalkr.	Dwarskr.	Moment
Staaaf B	0.00	0.00	0.00
Staaaf D	0.00	0.00	0.00
Staaaf C	0.00	0.00	0.00

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

BEZWIJKKRACHTEN

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaft C
Afsch. lijf staaf AB	481.43 (6.7)		Avc= 3725 omega=1.00 beta=0.00	
Druk lijf staaf AB	1534.75 (6.9)		367.5 Drukpunt 73.75	
Plooi lijf staaf AB	1534.75		367.5 kwc=1.00 l_rel=1.01	
Drukzone kopplaat staaf C/D	1562.21 (6.21)			
Grensmoment Mc console				
Afsch. lijf staaf C/D (mtg)	154.65 frmb 3.2		Fsd LR profiel	0.0
Plooi lijf staaf C/D	nvt frmb 3.2		Fsd profielflens	0.0
Vloei lijf staaf C/D	nvt frmb 3.2		Fsd console	0.0
Afsch. tgv. cons.	209.59			
Trek bout	141.00			
Trek boutrij	282.01			
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaf AB	1209.60 (6.7)			
Stuik kopplaat	1728.00 (6.7)			
Afsch.cap. bouten na red. trek	334.77 (6.7)			

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

Rij	$F_{t,Rd,herf}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium	Staaft C
3	220.98	220.98	436.3	96.40	Flens staaf AB: Plaat+Bout	
2	196.08	196.08	266.3	52.21	Flens staaf AB: Plaat+Bout	
1	193.93	64.37	106.3	6.84	Flens staaf AB: Plaat+Bout	
	Som F=	481.43	$M_{v,Rd} =$	155.45	Afsch. lijf staaf AB	
	Moment tbv. lassen =		438.98		gebaseerd op $1.0 \cdot M_{plRd}$	
			$V_{v,Rd} =$	334.77	Afsch.cap. bouten na red. trek	

STIJFHEID

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ	Staaft C
-------	------------------	-----	-------	--------	----------

1.0	155.45	325	42707	0.00364
1.2	129.54	325	69870	0.00185
1.5	103.63	325	127628	0.00081

Bij een moment $M_v, Ed=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=127628$.

BEZWIJKKRACHTEN

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaft D
Afsch. lijf staaf AB	481.43 (6.7)		Avc= 3725 omega=1.00 beta=0.00	
Druk lijf staaf AB	1586.79 (6.9)		347.5 Drukpunt 61.25	
Plooi lijf staaf AB	1586.79		347.5 kwc=1.00 l_rel=0.99	
Drukzone kopplaat staaf C/D	1867.47 (6.21)			
Grensmoment Mc console				
Afsch. lijf staaf C/D (mtg)	205.89 frmb 3.2		Fsd LR profiel	0.0
Plooi lijf staaf C/D	nvt frmb 3.2		Fsd profielflens	0.0
Vloei lijf staaf C/D	nvt frmb 3.2		Fsd console	0.0
Afsch. tgv. cons.	249.49			
Trek bout	141.00			
Trek boutrij	282.01			

Project : 20196237 – Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

Dwarskrachtcapaciteiten:

Stuik flens staaf AB 1209.60 (6.7)
 Stuik kopplaat 2160.00 (6.7)
 Afsch.cap. bouten na red. trek 334.77 (6.7)

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

EN3-1-8 art. 6.2.7.2 Reductie : Ja

Staaaf D

Rij	$F_{t,Rd,herv}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
3	220.98	220.98	443.8	98.06	Flens staaf AB: Plaat+Bout
2	196.24	196.24	253.8	49.79	Flens staaf AB: Plaat+Bout
1	201.12	64.21	58.8	3.77	Flens staaf AB: Plaat+Bout
Som F=		481.43	$M_{v,Rd} =$	151.63	Afsch. lijf staaf AB
Moment tbv. lassen =				630.27	gebaseerd op $1.0 \cdot M_{plRd}$
			$V_{v,Rd} =$	334.77	Afsch.cap. bouten na red. trek

STIJFHEID

Maatgevend criterium: Trekzone flens staaf AB

Staaaf D

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	151.63	343	41823	0.00363
1.2	126.36	343	68423	0.00185
1.5	101.09	343	124986	0.00081

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=124986$.**TOETSING VERBINDING**

Artikel	$M_{v,Ed}$	$M_{v,Rd}$	z	$V_{wp,Ed}$	$V_{wp,Rd}$	Toetsing
6.2.7.1	0.00	155.45				0.00
6.2.7.1	0.00	151.63				0.00
6.2.6.1			315	0.00	481.43	0.00

Met $V_{wp,Ed} = (0.00 - -0.00) / 0.3150 - (-0.00 - 0.00) / 2$

Let op: Er dient nog te worden gecontroleerd of het moment in de
 snede bij de console voldoet aan de momentcapaciteit M_c .

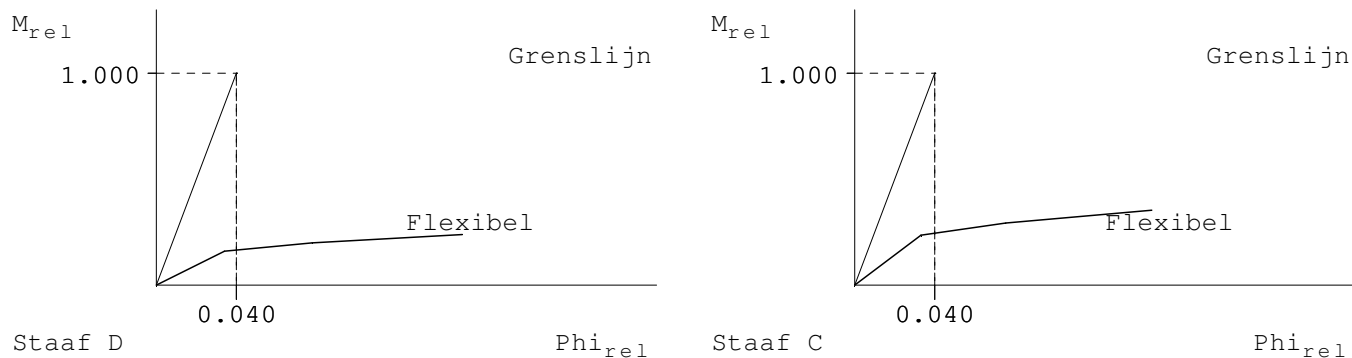
MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaaf C	155.45	438.98	Niet volledig sterk
Staaaf D	151.63	630.27	Niet volledig sterk

STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.033	0.236	
	3	0.040	1.000	0.075	0.295	
	4	0.040	1.000	0.148	0.354	
Staaaf D	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.034	0.160	
	3	0.040	1.000	0.078	0.200	
	4	0.040	1.000	0.153	0.241	

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord**CONTROLES**

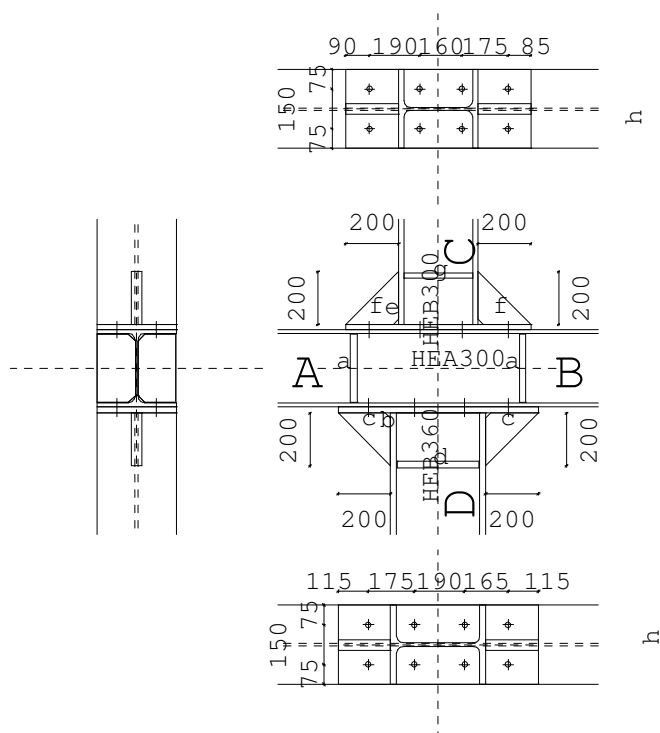
Onderdeel	Plaats	Rij	Item	Ernst	Art./ (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Bout	Staaf C	1	HOH-afstand p1	3.5	(1)	48.4	160.0	196.0
	Staaf C	1	HOH-afstand p2	3.5	(1)	109.9	140.0	196.0
	Staaf C	2	HOH-afstand p1	3.5	(1)	48.4	170.0	196.0
	Staaf C	2	HOH-afstand p2	3.5	(1)	109.9	140.0	196.0
	Staaf C	3	HOH-afstand p2	3.5	(1)	109.9	140.0	196.0
	Staaf D	1	HOH-afstand p1	3.5	(1)	48.4	195.0	196.0
	Staaf D	1	HOH-afstand p2	3.5	(1)	115.5	150.0	196.0
	Staaf D	2	HOH-afstand p1	3.5	(1)	48.4	190.0	196.0
	Staaf D	2	HOH-afstand p2	3.5	(1)	115.5	150.0	196.0
	Staaf D	3	HOH-afstand p2	3.5	(1)	115.5	150.0	196.0
Bout (Flens)	Staaf C	3	Eindafstand e1	3.5	(1)	26.4	90.0	
	Staaf D	3	Eindafstand e1	3.5	(1)	26.4	105.0	
Bout (Plaat)	Staaf C	1	Eindafstand e1	3.5	(1)	26.4	180.0	
	Staaf C	3	Eindafstand e1	3.5	(1)	26.4	85.0	
	Staaf D	1	Eindafstand e1	3.5	(1)	26.4	120.0	
	Staaf D	3	Eindafstand e1	3.5	(1)	26.4	105.0	
Console	B-C		Hoogte	6.2.6.7	(2)		275.0	275.0
	B-D		Hoogte	6.2.6.7	(2)		225.0	250.0
Consolelijf	B-C		Dikte	frmb 5.4.a		32.5	40.0	
	B-C		Las lijf-plt ΔΔ	1.0*MplRd		9.2	10.0	
	B-D		Dikte	frmb 5.4.a		39.6	40.0	
	B-D		Las lijf-plt ΔΔ	1.0*MplRd		11.5	12.0	
Kopplaat	Staaf C		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd		8.8	10.0	
	Staaf C		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd		5.08	6.00	
	Staaf C		Positie boven			194.1	195.0	
	Staaf D		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd		10.4	11.0	
	Staaf D		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd		5.77	6.00	
	Staaf D		Positie boven			195.6	200.0	
Schot	Staaf C		Breedte			20.0	140.0	144.5
	Staaf C		Dikte	6.2.6.2		19.0	20.0	
	Staaf C		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd		9.0	10.0	
	Staaf C		Lengte			252.0	260.0	262.0
	Staaf C		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd		5.2	10.0	
	Staaf C		Plaats			168.3	205.0	225.3
	Staaf D		Breedte			20.0	140.0	143.8
	Staaf D		Dikte	6.2.6.2		22.5	25.0	

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

	Staaf D	Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	10.7	13.0	
	Staaf D	Lengte		303.8	310.0	315.0
	Staaf D	Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	5.9	13.0	
	Staaf D	Plaats		142.5	190.0	210.0
Schot AB	Staaf A	Dikte	6.2.6.1	19.0	25.0	
	Staaf A	Dikte	6.2.6.1	22.5	25.0	
	Staaf A	Dikte	frmb 5.5.b	2.5	25.0	
	Staaf A	Dikte	frmb 5.5.b	4.1	25.0	
	Staaf A	Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	6.5	13.0	
	Staaf A	Lengte		252.0	260.0	262.0
	Staaf A	Lengte	frmb 5.5.b	33.0	260.0	
	Staaf A	Lengte	frmb 5.5.b	37.4	260.0	
	Staaf B	Dikte	6.2.6.2	19.0	25.0	
	Staaf B	Dikte	6.2.6.2	22.5	25.0	
	Staaf B	Dikte	frmb 5.6.a	6.8	25.0	
	Staaf B	Lengte		252.0	260.0	262.0
	Staaf B	Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	3.9	13.0	

Kruis:1

Verbindingstype	Kruis Gebout
Rekenwaarde vloeispanning f_y ; d platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Classificatie lijf staaf AB	Geschoord
Verbinding symmetrisch?	Nee
Afschuiving lijf staaf AB actief?	Ja
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch onbepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Ja
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja



Onderdeel	Afmetingen	Aantal	Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Schot AB	145x260-25	2	aw=13d af=13d
b Kopplaat	300x760-20	1	aw=6d af=11d
c Consolelijf	200x200-40	2	awe=12d awf=12d
d Schot staaf D	140x310-25	1	aw=13d af=13d
e Kopplaat	300x700-20	1	aw=6d af=10d
f Consolelijf	200x200-40	2	awe=10d awf=10d
g Schot staaf C	140x260-20	1	aw=10d af=10d
h Bout	8*M20 8.8	2	

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

PROFIELEN	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaaf B	HEA300	4250	Gewalst	0	0	235
Staaaf C	HEB300	2960	Gewalst	0	0	235
Staaaf D	HEB360	3415	Gewalst	0	0	235
Staaaf A		4250				

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEA300	
h :	290.0	i _y :	127.4	A : 11250.0	W _{ey} :	1260.0E3	I _y :	18260.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9		W _{ez} :	421.0E3	I _z :	6310.0E4
t _w :	8.5	r :	27.0		W _{py} :	1384.0E3	I _t :	87.8E4
t _f :	14.0				W _{pz} :	642.0E3	I _w :	1199772.0E6

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEB300	
h :	300.0	i _y :	129.9	A : 14910.0	W _{ey} :	1678.0E3	I _y :	25170.0E4
b :	300.0	i _z :	75.8		W _{ez} :	571.0E3	I _z :	8563.0E4
t _w :	11.0	r :	27.0		W _{py} :	1868.0E3	I _t :	189.2E4
t _f :	19.0				W _{pz} :	870.0E3	I _w :	1687791.4E6

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEB360	
h :	360.0	i _y :	154.6	A : 18060.0	W _{ey} :	2400.0E3	I _y :	43190.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9		W _{ez} :	676.0E3	I _z :	10140.0E4
t _w :	12.5	r :	27.0		W _{py} :	2682.0E3	I _t :	298.3E4
t _f :	22.5				W _{pz} :	1032.0E3	I _w :	2883252.0E6

PLATEN	Plaats	h	b	t	Exc	a_w	a_f	a_e	Hoek	Las	$f_{y;d}$
Kopplaat	Staaaf C	700	300	20.0	0	$\Delta\Delta 6$	$\Delta\Delta 10$				235
Kopplaat	Staaaf D	760	300	25.0	0	$\Delta\Delta 6$	$\Delta\Delta 11$				235
Consolelijf	A-C	200	200	40.0			$\Delta\Delta 10$	$\Delta\Delta 10$			235
Consolelijf	B-C	200	200	40.0			$\Delta\Delta 10$	$\Delta\Delta 10$			235
Consolelijf	A-D	200	200	40.0			$\Delta\Delta 12$	$\Delta\Delta 12$			235
Consolelijf	B-D	200	200	40.0			$\Delta\Delta 12$	$\Delta\Delta 12$			235
Schot	Staaaf C	260	140	20.0	185	$\Delta\Delta 10$	$\Delta\Delta 10$		0		235
Schot	Staaaf D	310	140	25.0	195	$\Delta\Delta 13$	$\Delta\Delta 13$		0		235
Schot	Staaaf A	260	145	25.0	320	$\Delta\Delta 13$	$\Delta\Delta 13$		0		235
Schot	Staaaf B	260	145	25.0	-320	$\Delta\Delta 13$	$\Delta\Delta 13$		0		235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief
 $\Delta\Delta$ = Dubbele hoeklas

BOUTEN	d	kw	hoh	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
Staaaf C	M20	8.8	150	Niet-corr.	49	85;260;420;610
Staaaf D	M20	8.8	150	Niet-corr.	54	115;280;470;645

BOUTGEGEVENS	d	d_0	d_m	d_{kop}	t_{kop}	d_{moer}	t_{moer}	A	A_s	γ_M	f_{ybd}	f_{tbd}	Draad
	20.0	22.0	41.6	30.0	13.0	30.0	16.0	314.2	244.8	1.25	640	800	Gerold

KRACHTEN						
	Normaalkr.	Dwarskr.	Moment	MSteun	DSteun	
Staaaf A	-4.85	-125.83	-62.68	6.27	-12.58	
Staaaf B	-4.39	204.25	195.81	19.58	20.42	

Kn:5 BC:6 Sit:12

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

Staaft D 1048.09 -26.02 -88.91 8.89 -2.60
 Staaft C 718.02 -24.21 -44.23 4.42 -2.42

BEZWIJKKRACHTEN

Kn:5 BC:6 Sit:12

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaft C
Afsch. lijf staaft AB	476.45	(6.7)	Avc= 3725 omega=0.51 beta=2.00	
Druk lijf staaft AB	1131.10	(6.9)	325.0 Drukpunt 650.00	
	1131.10	(6.9)	325.0 Drukpunt 50.00	
	1544.18	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staaft AB	1131.10		325.0 kwc=1.00 l_rel=0.95	
	1131.10		325.0 kwc=1.00 l_rel=0.95	
	1544.18	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staaft C/D	1562.21	(6.21)		
	1562.21	(6.21)		
	2406.39	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Grensmoment Mc console				
Afsch. lijf staaft C/D	nvt	frmb 3.2	Fsd LR profiel	-891.1
Plooi lijf staaft C/D	nvt	frmb 3.2	Fsd profielflens	-891.1
Vloei lijf staaft C/D	nvt	frmb 3.2	Fsd console	1260.3
Mvud - Fdp*arm (mtg)	125.08	frmb 3.2		
Afsch. tgv. cons.	154.86			
Trek bout	141.00			
Trek boutrij	282.01			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaft AB	1612.80	(6.7)		
Stuik kopplaat	2304.00	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	577.48	(6.7)		

BOU TRIJKKRACHTEN

Herverdeling: Nee

Kn:5 BC:6 Sit:12

EN3-1-8 art. 6.2.7.2	Reductie		: Nee			Staaft C
Rij	$F_{t,Rd,herv}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium	
4	0.00	0.00	40.0	0.00	Trek lijf staaft AB	
3	9.78	9.78	230.0	2.25	Trek lijf staaft AB	
2	135.78	135.78	390.0	52.95	Trek lijf staaft AB	
1	220.98	<u>220.98</u>	565.0	<u>124.86</u>	Flens staaft AB: Plaat+Bout	
	Som F=	366.54	$M_{v,Rd} =$	180.06	Bout/Plaat-combinatie	
	Moment tbv. lassen =			438.98	gebaseerd op 1.0*MplRd	
			$V_{v,Rd} =$	577.48	Afsch.cap. bouten na red. trek	

STIJFHEID

Kn:5 BC:6 Sit:12

Maatgevend criterium: Afschuifzone lijf staaft AB

Staaft C

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	180.06	442	17241	0.01044
1.2	150.05	442	28207	0.00532
1.5	120.04	442	51525	0.00233

Bij een moment $M_{v,Ed}=48.65$ geldt een stijfheid $S_j=51525$.De in mechanica gebruikte stijfheid is $S=48881$ kNm/rad.

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

BEZWIJKKRACHTEN

Kn:5 BC:6 Sit:12

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaft D
Afsch. lijf staaf AB	476.45 (6.7)		Avc= 3725 omega=0.63 beta=1.50	
Druk lijf staaf AB	1309.01 (6.9)		330.0 Drukpunt 710.00	
	1309.01 (6.9)		330.0 Drukpunt 50.00	
	1569.94	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staaf AB	1309.01		330.0 kwc=1.00 l_rel=0.96	
	1309.01		330.0 kwc=1.00 l_rel=0.96	
	1569.94	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staaf C/D	1867.47 (6.21)			
	1867.47 (6.21)			
	2686.84	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Grensmoment Mc console				
Afsch. lijf staaf C/D	nvt frmb 3.2		Fsd LR profiel -1337.9	
Plooi lijf staaf C/D	nvt frmb 3.2		Fsd profielflens -1337.9	
Vloei lijf staaf C/D	nvt frmb 3.2		Fsd console 1892.0	
Mvud - Fdp*arm (mtg)	155.47 frmb 3.2			
Afsch. tgv. cons.	198.74			
Trek bout	141.00			
Trek boutrij	282.01			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaf AB	1612.80 (6.7)			
Stuik kopplaat	2880.00 (6.7)			
Afsch.cap. bouten na red. trek	525.15 (6.7)			

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

Kn:5 BC:6 Sit:12

Rij	$F_{t,Rd,herv}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
4	220.98	220.98	595.0	131.49	Flens staaf AB: Plaat+Bout
3	193.11	193.11	420.0	81.11	Flens staaf AB: Plaat+Bout
2	104.69	62.35	230.0	14.34	Trek lijf staaf AB
1	19.62	0.00	65.0	0.00	Trek lijf staaf AB
	Som F=	476.45	$M_{v,Rd} =$	226.93	Afsch. lijf staaf AB
	Moment tbv. lassen =			630.27	gebaseerd op $1.0 \cdot M_{plRd}$
			$V_{v,Rd} =$	525.15	Afsch.cap. bouten na red. trek

STIJFHEID

Kn:5 BC:6 Sit:12

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	226.93	461	23089	0.00983
1.2	189.11	461	37775	0.00501
1.5	151.29	461	69001	0.00219

Bij een moment $M_{v,Ed}=97.80$ geldt een stijfheid $S_j=69001$.

De in mechanica gebruikte stijfheid is $S=73414$ kNm/rad.

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

TOETSING VERBINDING

Kn:5 BC:6 Sit:12

Artikel	$M_{v,Ed}$	$M_{v,Rd}$	z	$V_{wp,Ed}$	$V_{wp,Rd}$	Toetsing
6.2.7.1	-48.65	180.06				0.27
6.2.7.1	-97.80	226.93				0.43
6.2.6.1			476	-264.33	476.45	0.55

Met $V_{wp,Ed} = (-48.65 - 97.80) / 0.4763 - (-224.67 - -138.41) / 2$

Let op: Normaalkrachten in staven C & D zijn verwerkt in de bezwijk-
 en/of de boutrijkrachten. De conservatieve toetsingsformule van
 EN 1993-1-8 art. 6.2.7.1 (3) is niet gebruikt.

Let op: Er dient nog te worden gecontroleerd of het moment in de
 snede bij de console voldoet aan de momentcapaciteit M_c .

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

Kn:5 BC:6 Sit:12

Plaats	Profiel		Artikel	Formule	Toetsing
Staaf B	HEA300	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.66
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.66
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.66
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.44
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.45
Staaf C	HEB300	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.12
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.11
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.11
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.04
		EN3-1-1	6.2.4	(6.9)	0.20
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.25
		EN3-1-8	T.3.4		0.05
Staaf D	HEB360	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.18
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.16
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.16
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.03
		EN3-1-1	6.2.4	(6.9)	0.25
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.28
		EN3-1-8	T.3.4		0.05
Staaf A	HEA300	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.21
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.21
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.21
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.27
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.28

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

Kn:5 BC:6 Sit:12

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	180.06	438.98	Niet volledig sterk
Staaf D	226.93	630.27	Niet volledig sterk

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

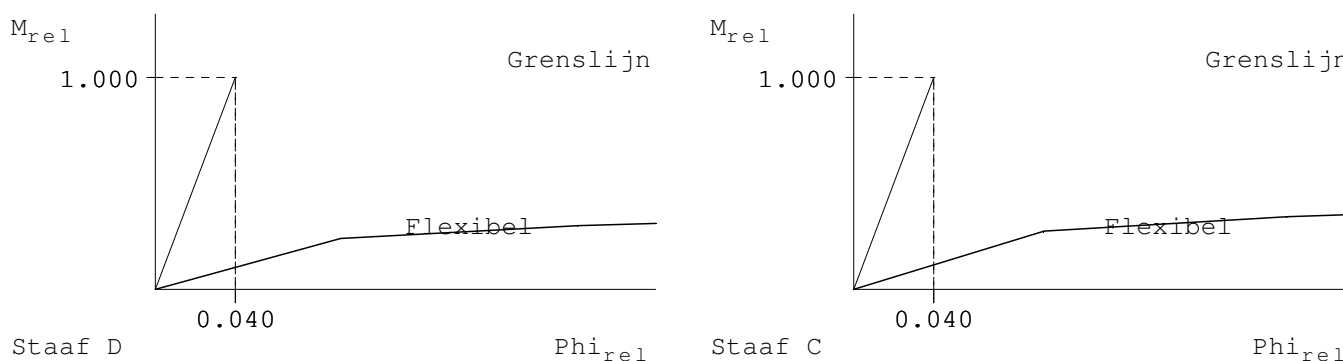
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

Kn:5 BC:6 Sit:12

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.095	0.273	
	3	0.040	1.000	0.216	0.342	
	4	0.040	1.000	0.425	0.410	
Staaf D	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.092	0.240	
	3	0.040	1.000	0.211	0.300	
	4	0.040	1.000	0.414	0.360	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

Kn:5 BC:6 Sit:12

**WAARSCHUWINGEN**

Kn:5 BC:6 Sit:12

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	718.0	175.2
		Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.			
	Staaf D	Kracht	1 6.3.1(4)	1048	212
		Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.			

CONTROLES

Kn:5 BC:6 Sit:12

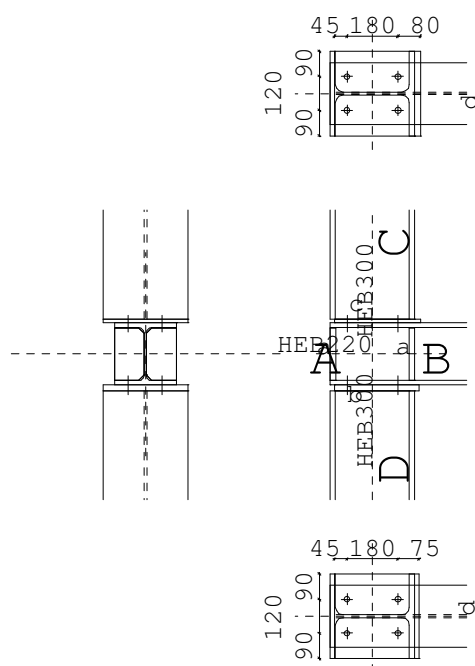
Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Bout	Staaf C	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	48.4	175.0 196.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	109.9	150.0 196.0
	Staaf C	2 HOH-afstand p1	3.5(1)	48.4	160.0 196.0
	Staaf C	2 HOH-afstand p2	3.5(1)	109.9	150.0 196.0
	Staaf C	3 HOH-afstand p1	3.5(1)	48.4	190.0 196.0
	Staaf C	3 HOH-afstand p2	3.5(1)	109.9	150.0 196.0
	Staaf C	4 HOH-afstand p2	3.5(1)	109.9	150.0 196.0
	Staaf D	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	48.4	165.0 196.0
	Staaf D	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	115.5	150.0 196.0
	Staaf D	2 HOH-afstand p1	3.5(1)	48.4	190.0 196.0

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

	Staaf D	2	HOH-afstand p2	3.5 (1)	115.5	150.0	196.0
	Staaf D	3	HOH-afstand p1	3.5 (1)	48.4	175.0	196.0
	Staaf D	3	HOH-afstand p2	3.5 (1)	115.5	150.0	196.0
	Staaf D	4	HOH-afstand p2	3.5 (1)	115.5	150.0	196.0
Bout (Plaat)	Staaf C	1	Eindafstand e1	3.5 (1)	26.4	85.0	
	Staaf C	4	Eindafstand e1	3.5 (1)	26.4	90.0	
	Staaf D	1	Eindafstand e1	3.5 (1)	26.4	115.0	
	Staaf D	4	Eindafstand e1	3.5 (1)	26.4	115.0	
Console	A-C+D		Hoogte	6.2.6.7 (2)		200.0	200.0
	B-C+D		Hoogte	6.2.6.7 (2)		200.0	200.0
Consolelijf	A-C		Dikte	frmb 5.4.a	36.2	40.0	
	A-C		Las lijf-plt ΔΔ	1.0*MplRd	9.2	10.0	
	A-D		Dikte	frmb 5.4.b	12.5	40.0	
	A-D		Las lijf-plt ΔΔ	1.0*MplRd	11.5	12.0	
	A-D		Lengte	frmb 5.4.b	40.7	200.0	
	B-C		Dikte	frmb 5.4.b	11.0	40.0	
	B-C		Las lijf-plt ΔΔ	1.0*MplRd	9.2	10.0	
	B-C		Lengte	frmb 5.4.b	40.7	200.0	
	B-D		Dikte	frmb 5.4.a	37.2	40.0	
	B-D		Las lijf-plt ΔΔ	1.0*MplRd	11.5	12.0	
Kopplaat	Staaf C		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	8.8	10.0	
	Staaf C		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	5.08	6.00	
	Staaf D		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	10.4	11.0	
	Staaf D		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	5.77	6.00	
Schot	Staaf C		Breedte		20.0	140.0	144.5
	Staaf C		Dikte	6.2.6.2	19.0	20.0	
	Staaf C		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	9.0	10.0	
	Staaf C		Lengte		252.0	260.0	262.0
	Staaf C		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	5.2	10.0	
	Staaf C		Plaats		112.0	185.0	188.0
	Staaf D		Breedte		20.0	140.0	143.8
	Staaf D		Dikte	6.2.6.2	22.5	25.0	
	Staaf D		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	10.7	13.0	
	Staaf D		Lengte		303.8	310.0	315.0
	Staaf D		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	5.9	13.0	
	Staaf D		Plaats		105.0	195.0	195.0
Schot AB	Staaf A		Dikte	6.2.6.1	22.5	25.0	
	Staaf A		Dikte	6.2.6.2	19.0	25.0	
	Staaf A		Dikte	frmb 5.5.b	5.4	25.0	
	Staaf A		Dikte	frmb 5.6.a	5.2	25.0	
	Staaf A		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	6.5	13.0	
	Staaf A		Lengte		252.0	260.0	262.0
	Staaf A		Lengte		252.0	260.0	262.0
	Staaf A		Lengte	frmb 5.5.b	41.6	260.0	
	Staaf A		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	3.9	13.0	
	Staaf B		Dikte	6.2.6.1	19.0	25.0	
	Staaf B		Dikte	6.2.6.2	22.5	25.0	
	Staaf B		Dikte	frmb 5.5.b	5.4	25.0	
	Staaf B		Dikte	frmb 5.6.a	6.8	25.0	
	Staaf B		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	6.5	13.0	
	Staaf B		Lengte		252.0	260.0	262.0
	Staaf B		Lengte		252.0	260.0	262.0
	Staaf B		Lengte	frmb 5.5.b	41.6	260.0	
	Staaf B		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	3.9	13.0	

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS**T2:2**

Verbindingstype	T-2 Gebout
Rekenwaarde vloeispanning $f_{y;d}$ platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Classificatie lijf staaf AB	Geschoord
Verbinding symmetrisch?	Nee
Afschuiving lijf staaf AB actief?	Ja
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch onbepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Ja
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja

**LEGENDA**

Onderdeel	Afmetingen	Aantal Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Schot AB	105x185-20	2 aw=10d af=10d
b Kopplaat	300x300-20	1 aw=6d af=10d
c Kopplaat	300x305-15	1 aw=6d af=10d
d Bout	4*M20 8.8	2

PROFIELEN

	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staafl B	HEB220	4250	Gewalst	0	0	235
Staafl C	HEB300	3060	Gewalst	0	0	235
Staafl D	HEB300	2960	Gewalst	0	0	235
Staafl A		150				

PROFIELGEGEVENS [mm]

PROFIELGEGEVENS [mm]						Gewalst	Klasse 1	HEB220	
h :	220.0	i _y :	94.3	A :	9100.0	W _{ey} :	736.0E3	I _y :	8091.0E4
b :	220.0	i _z :	55.9			W _{ez} :	258.5E3	I _z :	2843.0E4
t _w :	9.5	r :	18.0			W _{py} :	828.0E3	I _t :	77.0E4
t _f :	16.0					W _{pz} :	393.8E3	I _w :	295418.1E6

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

PROFIELGEGEVENS [mm]**Gewalst Klasse 1 HEB300**

h :	300.0	i _y :	129.9	A :	14910.0	W _{ey} :	1678.0E3	I _y :	25170.0E4
b :	300.0	i _z :	75.8			W _{ez} :	571.0E3	I _z :	8563.0E4
t _w :	11.0	r :	27.0			W _{py} :	1868.0E3	I _t :	189.2E4
t _f :	19.0					W _{pz} :	870.0E3	I _w :	1687791.4E6

PLATEN

	Plaats	h	b	t	Exc	a _w	a _f	a _e	Hoek	Las	f _{y;d}
Kopplaat	Staaft C	305	300	15.0	-17	ΔΔ6	ΔΔ10				235
Kopplaat	Staaft D	300	300	20.0	-15	ΔΔ6	ΔΔ10				235
Schot	Staaft A	185	105	20.0	140	ΔΔ10	ΔΔ10		0		235
Schot	Staaft B	185	105	20.0	-140	ΔΔ10	ΔΔ10		0		235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief

ΔΔ = Dubbele hoeklas

BOUTEN

	d	kw	h	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
--	---	----	---	--------	--------	-------------------

Staaft C	M20	8.8	120	Niet-corr.	46	80;260
----------	-----	-----	-----	------------	----	--------

Staaft D	M20	8.8	120	Niet-corr.	51	75;255
----------	-----	-----	-----	------------	----	--------

BOUTGEGEVENS

d	d ₀	d _m	d _{kop}	t _{kop}	d _{moer}	t _{moer}	A	A _s	γ _M	f _{ybd}	f _{tbd}	Draad
20.0	22.0	41.6	30.0	13.0	30.0	16.0	314.2	244.8	1.25	640	800	Gerold

KRACHTEN

Kn:9 BC:5 Sit:11

	Normaalkr.	Dwarskr.	Moment	MSteun	DSteun
Staaft B	-0.28	-110.83	-69.77	6.98	-11.08
Staaft D	302.13	26.23	31.27	3.13	2.62
Staaft C	424.34	29.90	38.51	3.85	2.99

BEZWIJKKRACHTEN

Kn:9 BC:5 Sit:11

Onderdeel	F _{Rd}	Formule	b _{eff}	Staaft C
-----------	-----------------	---------	------------------	----------

Afsch. lijf staaft AB	387.71	(6.7)	Avc= 2788	omega=0.52 beta=1.81
-----------------------	--------	-------	-----------	----------------------

Druk lijf staaft AB	1037.53	(6.9)	133.1	Drukpunt 305.00
---------------------	---------	-------	-------	-----------------

	1098.76	(6.9)	238.1	Drukpunt 29.50
--	---------	-------	-------	----------------

1711.94 Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)

Plooi lijf staaft AB	1037.53		133.1	kwc=1.00 l _{rel} =0.47
----------------------	---------	--	-------	---------------------------------

	1098.76		238.1	kwc=1.00 l _{rel} =0.62
--	---------	--	-------	---------------------------------

1711.94 Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)

Drukzone kopplaat staaft C/D	1562.21	(6.21)		
------------------------------	---------	--------	--	--

	1562.21	(6.21)		
--	---------	--------	--	--

2700.07 Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)

Trek bout	141.00			
-----------	--------	--	--	--

Trek boutrij	282.01			
--------------	--------	--	--	--

Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.

Dwarskrachtcapaciteiten:

Stuik flens staaft AB	921.60	(6.7)		
-----------------------	--------	-------	--	--

Stuik kopplaat	726.55	(6.7)		
----------------	--------	-------	--	--

Afsch.cap. bouten na red. trek	223.85	(6.7)		
--------------------------------	--------	-------	--	--

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

Kn:9 BC:5 Sit:11

EN3-1-8 art. 6.2.7.2

Reductie : Nee

Staaaf C

Rij	$F_{t,Rd,herf}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
2	225.42	225.42	230.5	51.96	Kopplaat: Plaat+Bout
1	94.13	94.13	50.5	4.75	Trek lijf staaaf AB
Som F= 319.55 $M_{v,Rd} =$					56.71 Bout/Plaat-combinatie
Moment tbv. lassen =					438.98 gebaseerd op $1.0 \cdot M_{plRd}$
$V_{v,Rd} =$					223.85 Afsch.cap. bouten na red. trek

STIJFHEID

Kn:9 BC:5 Sit:11

Maatgevend criterium: Afschuifzone lijf staaaf AB

Staaaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	56.71	195	4261	0.01331
1.2	47.26	195	6972	0.00678
1.5	37.81	195	12735	0.00297

Bij een moment $M_{v,Ed}=42.36$ geldt een stijfheid $S_j=9961$.De in mechanica gebruikte stijfheid is $S=12007$ kNm/rad.**BEZWIJKKRACHTEN**

Kn:9 BC:5 Sit:11

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaaf D
Afsch. lijf staaaf AB	387.71	(6.7)	$A_{vc} = 2788$ omega=0.48 beta=2.00	
Druk lijf staaaf AB	728.25	(6.9)	138.1 Drukpunt 300.00	
Plooi lijf staaaf AB	728.25		138.1 kwc=1.00 $l_{rel}=0.48$	
Drukzone kopplaat staaaf C/D	1260.08	(6.21)		
Trek bout	141.00			
Trek boutrij	282.01			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaaf AB	879.71	(6.7)		
Stuik kopplaat	1152.00	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	244.11	(6.7)		

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

Kn:9 BC:5 Sit:11

EN3-1-8 art. 6.2.7.2

Reductie : Nee

Staaaf D

Rij	$F_{t,Rd,herf}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
2	36.82	36.82	45.0	1.66	Trek lijf staaaf AB
1	240.19	240.19	225.0	54.04	Flens staaaf AB: Plaat+Bout
Som F= 277.01 $M_{v,Rd} =$					55.70 Bout/Plaat-combinatie
Moment tbv. lassen =					438.98 gebaseerd op $1.0 \cdot M_{plRd}$
$V_{v,Rd} =$					244.11 Afsch.cap. bouten na red. trek

STIJFHEID

Kn:9 BC:5 Sit:11

Maatgevend criterium: Afschuifzone lijf staaaf AB

Staaaf D

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	55.70	192	4227	0.01318
1.2	46.42	192	6916	0.00671
1.5	37.13	192	12634	0.00294

Bij een moment $M_{v,Ed}=34.40$ geldt een stijfheid $S_j=12634$.De in mechanica gebruikte stijfheid is $S=12084$ kNm/rad.

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

TOETSING VERBINDING

Kn:9 BC:5 Sit:11

Artikel	$M_{v,Ed}$	$M_{v,Rd}$	z	$V_{wp,Ed}$	$V_{wp,Rd}$	Toetsing
6.2.7.1	42.36	56.71				0.75
6.2.7.1	34.40	55.70				0.62
6.2.6.1			177	371.51	387.71	0.96

Met $V_{wp,Ed} = (42.36 - -34.40) / 0.1775 - (121.91 - 0.00) / 2$

Let op: Normaalkrachten in staven C & D zijn verwerkt in de bezwijk-
 en/of de boutrijkrachten. De conservatieve toetsingsformule van
 EN 1993-1-8 art. 6.2.7.1 (3) is niet gebruikt.

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

Kn:9 BC:5 Sit:11

Plaats	Profiel		Artikel	Formule	Toetsing
Staaaf B	HEB220	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.39
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.39
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.39
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.32
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.32
Staaaf C	HEB300	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.10
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.10
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.10
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.05
		EN3-1-1	6.2.4	(6.9)	0.12
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.17
		EN3-1-8	T.3.4		0.15
Staaaf D	HEB300	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.08
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.08
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.08
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.04
		EN3-1-1	6.2.4	(6.9)	0.09
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.13
		EN3-1-8	T.3.4		0.12

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

Kn:9 BC:5 Sit:11

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaaf C	56.71	438.98	Niet volledig sterk
Staaaf D	55.70	438.98	Niet volledig sterk

STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

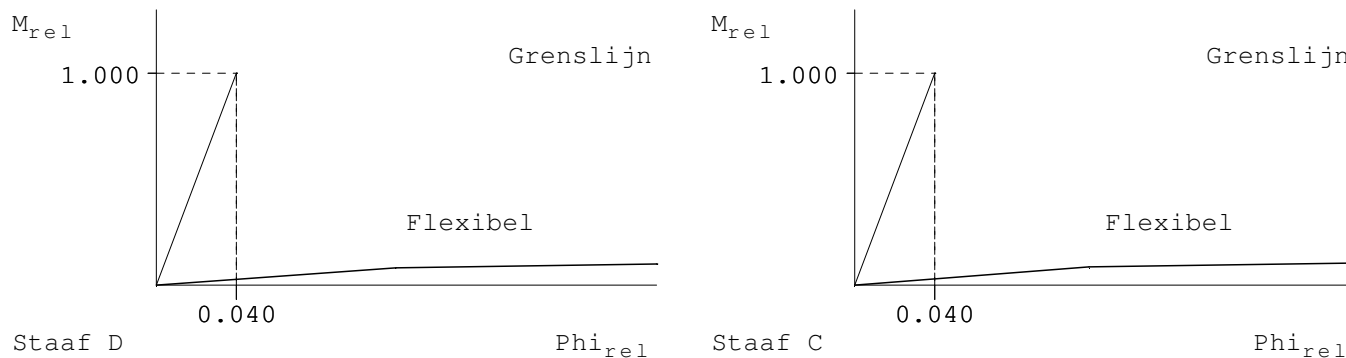
Kn:9 BC:5 Sit:11

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.117	0.086	
	3	0.040	1.000	0.267	0.108	
	4	0.040	1.000	0.524	0.129	
Staaaf D	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.120	0.085	
	3	0.040	1.000	0.273	0.106	
	4	0.040	1.000	0.536	0.127	

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

Kn:9 BC:5 Sit:11

**WAARSCHUWINGEN**

Kn:9 BC:5 Sit:11

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	424.3	175.2
		Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.			
	Staaf D	Kracht	1 6.3.1(4)	302.1	175.2
		Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.			

CONTROLES

Kn:9 BC:5 Sit:11

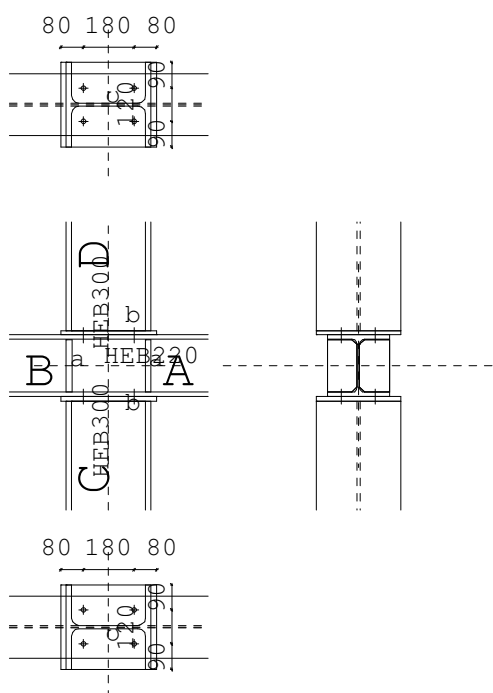
Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Bout	Staaf C/D	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	48.4	180.0 200.0
	Staaf C/D	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	87.1	120.0 167.2
	Staaf C/D	2 HOH-afstand p2	3.5(1)	87.1	120.0 167.2
Bout (Flens)	Staaf C/D	2 Eindafstand e1	3.5(1)	26.4	60.0
Bout (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5(1)	26.4	80.0
	Staaf C/D	2 Eindafstand e1	3.5(1)	26.4	45.0
	Staaf D	1 Eindafstand e1	3.5(1)	26.4	75.0
Kopplaat	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	6.9	10.0
	Staaf C/D	Lijflas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	5.08	6.00
	Staaf C/D	Positie boven		135.0	135.9
	Staaf C	Positie onder		-170.0	-164.1
	Staaf D	Flenslas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	8.8	10.0
	Staaf D	Positie onder		-165.0	-164.1
Schot AB	Staaf A	Dikte	6.2.6.1	19.0	20.0
	Staaf A	Dikte	6.2.6.2	19.0	20.0
	Staaf A	Dikte	frmb 5.5.b	4.9	20.0
	Staaf A	Dikte	frmb 5.6.a	5.4	20.0
	Staaf A	Flenslas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	7.4	10.0
	Staaf A	Lengte		178.0	185.0 188.0
	Staaf A	Lengte		178.0	185.0 188.0
	Staaf A	Lengte	frmb 5.5.b	48.8	185.0
	Staaf A	Lijflas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	4.4	10.0
	Staaf B	Dikte	6.2.6.1	19.0	20.0

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
Onderdeel : Portaal voorgevel

Staaf B	Dikte	6.2.6.2	19.0	20.0	
Staaf B	Dikte	frmb 5.5.b	5.2	20.0	
Staaf B	Dikte	frmb 5.6.a	6.2	20.0	
Staaf B	Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	7.4	10.0	
Staaf B	Lengte		178.0	185.0	188.0
Staaf B	Lengte		178.0	185.0	188.0
Staaf B	Lengte	frmb 5.5.b	52.0	185.0	
Staaf B	Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	4.4	10.0	

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS**Kruis:4**

Verbindingstype	Kruis Gebout
Rekenwaarde vloeispanning $f_{y;d}$ platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	180
Classificatie constructie	Ongeschoord
Classificatie lijf staaf AB	Geschoord
Verbinding symmetrisch?	Nee
Afschuiving lijf staaf AB actief?	Ja
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch onbepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Ja
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja

**LEGENDA**

Onderdeel	Afmetingen	Aantal	Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Schot AB	105x185-20	2	aw=10d af=10d
b Kopplaat	300x340-15	2	aw=6d af=10d
c Bout	4*M16 8.8	2	

PROFIELEN

	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaft B	HEB220	4250	Gewalst	0	180	235
Staaft C	HEB300	2960	Gewalst	0	0	235
Staaft D	HEB300	3060	Gewalst	0	0	235
Staaft A		4250				

PROFIELGEGEVENS [mm]

PROFIELGEGEVENS [mm]						Gewalst	Klasse 1	HEB220	
h :	220.0	i _y :	94.3	A :	9100.0	W _{ey} :	736.0E3	I _y :	8091.0E4
b :	220.0	i _z :	55.9			W _{ez} :	258.5E3	I _z :	2843.0E4
t _w :	9.5	r :	18.0			W _{py} :	828.0E3	I _t :	77.0E4
t _f :	16.0					W _{pz} :	393.8E3	I _w :	295418.1E6

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

PROFIELGEGEVENS [mm]**Gewalst Klasse 1 HEB300**

h :	300.0	i _y :	129.9	A :	14910.0	W _{ey} :	1678.0E3	I _y :	25170.0E4
b :	300.0	i _z :	75.8			W _{ez} :	571.0E3	I _z :	8563.0E4
t _w :	11.0	r :	27.0			W _{py} :	1868.0E3	I _t :	189.2E4
t _f :	19.0					W _{pz} :	870.0E3	I _w :	1687791.4E6

PLATEN

	Plaats	h	b	t	Exc	a _w	a _f	a _e	Hoek	Las	f _{y;d}
Kopplaat	Staaf C	340	300	15.0	0	ΔΔ6	ΔΔ10				235
Kopplaat	Staaf D	340	300	15.0	0	ΔΔ6	ΔΔ10				235
Schot	Staaf A	185	105	20.0	140	ΔΔ10	ΔΔ10		0		235
Schot	Staaf B	185	105	20.0	-140	ΔΔ10	ΔΔ10		0		235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief

ΔΔ = Dubbele hoeklas

BOUTEN

	d	kw	h	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
--	---	----	---	--------	--------	-------------------

Staaf C M16 8.8 120 Niet-corr. 43 80;260

Staaf D M16 8.8 120 Niet-corr. 43 80;260

BOUTGEGEVENS

d	d ₀	d _m	d _{kop}	t _{kop}	d _{moer}	t _{moer}	A	A _s	γ _M	f _{ybd}	f _{tbd}	Draad
16.0	18.0	33.3	24.0	10.0	24.0	13.0	201.1	156.7	1.25	640	800	Gerold

KRACHTEN

Kn:8 BC:6 Sit:12

	Normaalkr.	Dwarskr.	Moment	MSteun	DSteun
Staaf A	5.79	131.47	98.87	9.89	13.15
Staaf B	-1.36	-73.25	-54.16	5.42	-7.33
Staaf D	497.77	-16.31	-17.29	1.73	-1.63
Staaf C	713.86	-24.35	-27.42	2.74	-2.44

BEZWIJKKRACHTEN

Kn:8 BC:6 Sit:12

Onderdeel	F _{Rd}	Formule	b _{eff}	Staaf C
Afsch. lijf staaf AB	387.71	(6.7)	Avc= 2788 omega=0.57 beta=1.63	
Druk lijf staaf AB	1123.68	(6.9)	238.1	Drukpunt 310.50
	1123.68	(6.9)	238.1	Drukpunt 29.50
	1533.51	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staaf AB	1123.68		238.1 kwc=1.00 l_rel=0.62	
	1123.68		238.1 kwc=1.00 l_rel=0.62	
	1533.51	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staaf C/D	1562.21	(6.21)		
	1562.21	(6.21)		
	2410.55	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Trek bout	90.26			
Trek boutrij	180.52			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaf AB	737.28	(6.7)		
Stuik kopplaat	691.20	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	146.38	(6.7)		

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

Kn:8 BC:6 Sit:12

EN3-1-8 art. 6.2.7.2

Reductie : Ja

Staaft C

Rij	$F_{t,Rd,herf}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
2	140.11	35.59	50.5	1.80	Kopplaat: Plaat+Bout
1	173.48	162.47	230.5	37.45	Kopplaat: Plaat+Bout
Som F= 198.06 $M_{v,Rd} =$					39.25 Bout/Plaat-combinatie
Moment tbv. lassen =					438.98 gebaseerd op 1.0*MplRd
$V_{v,Rd} =$					146.38 Afsch.cap. bouten na red. trek

STIJFHEID

Kn:8 BC:6 Sit:12

Maatgevend criterium: Afschuifzone lijf staaft AB

Staaft C

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	39.25	198	4258	0.00922
1.2	32.71	198	6966	0.00469
1.5	26.16	198	12725	0.00206

Bij een moment $M_v, Ed=30.16$ geldt een stijfheid $S_j=9207$.De in mechanica gebruikte stijfheid is $S=11588$ kNm/rad.**BEZWIJJKRACHTEN**

Kn:8 BC:6 Sit:12

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaft D
Afsch. lijf staaf AB	387.71	(6.7)	Avc= 2788 omega=0.48 beta=2.00	
Druk lijf staaf AB	1072.92	(6.9)	238.1	Drukpunt 310.50
	1072.92	(6.9)	238.1	Drukpunt 29.50
	1648.06	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staaf AB	1072.92		238.1	kwc=1.00 l_rel=0.62
	1072.92		238.1	kwc=1.00 l_rel=0.62
	1648.06	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staaf C/D	1562.21	(6.21)		
	1562.21	(6.21)		
	2626.64	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Trek bout	90.26			
Trek boutrij	180.52			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaf AB	737.28	(6.7)		
Stuik kopplaat	691.20	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	146.38	(6.7)		

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

Kn:8 BC:6 Sit:12

EN3-1-8 art. 6.2.7.2

Reductie : Ja

Staaft D

Rij	$F_{t,Rd,herf}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
2	173.48	162.47	230.5	37.45	Kopplaat: Plaat+Bout
1	103.52	35.59	50.5	1.80	Trek lijf staaft AB
Som F= 198.06 $M_{v,Rd} =$					39.25 Bout/Plaat-combinatie
Moment tbv. lassen =					438.98 gebaseerd op 1.0*MplRd
$V_{v,Rd} =$					146.38 Afsch.cap. bouten na red. trek

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

STIJFHEID

Kn:8 BC:6 Sit:12

Maatgevend criterium: Afschuifzone lijf staaf AB

Staaf D

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	39.25	196	3831	0.01024
1.2	32.71	196	6268	0.00522
1.5	26.16	196	11450	0.00229

Bij een moment $M_{v,Ed}=19.02$ geldt een stijfheid $S_j=11450$.De in mechanica gebruikte stijfheid is $S=11450$ kNm/rad.**TOETSING VERBINDING**

Kn:8 BC:6 Sit:12

Artikel	$M_{v,Ed}$	$M_{v,Rd}$	z	$V_{wp,Ed}$	$V_{wp,Rd}$	Toetsing
6.2.7.1	-30.16	39.25				0.77
6.2.7.1	-19.02	39.25				0.48
6.2.6.1			198	-216.18	387.71	0.56

Met $V_{wp,Ed} = (-30.16 - 19.02) / 0.1982 - (80.58 - 144.61) / 2$

Let op: Normaalkrachten in staven C & D zijn verwerkt in de bezwijk-
 en/of de boutrijkrachten. De conservatieve toetsingsformule van
 EN 1993-1-8 art. 6.2.7.1 (3) is niet gebruikt.

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

Kn:8 BC:6 Sit:12

Plaats	Profiel		Artikel	Formule	Toetsing
Staaf B	HEB220	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.31
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.31
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.31
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.21
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.21
Staaf C	HEB300	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.08
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.07
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.07
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.04
		EN3-1-1	6.2.4	(6.9)	0.20
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.25
		EN3-1-8	T.3.4		0.18
Staaf D	HEB300	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.04
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.04
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.04
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.03
		EN3-1-1	6.2.4	(6.9)	0.14
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.17
		EN3-1-8	T.3.4		0.12
Staaf A	HEB220	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.56
		EN3-1-1	6.2.8	(6.30)	0.56
		EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.56
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)	0.38
		EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.39

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

Kn:8 BC:6 Sit:12

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	39.25	438.98	Scharnierend
Staaf D	39.25	438.98	Scharnierend

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

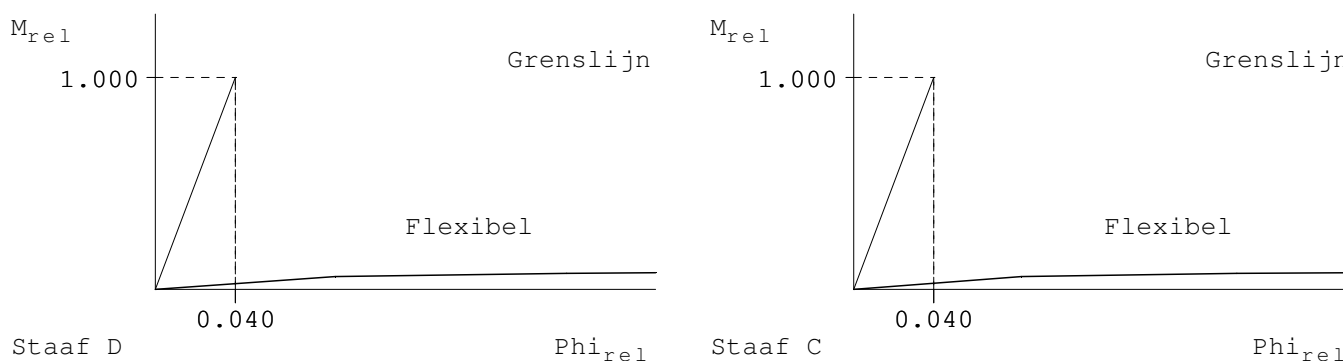
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

Kn:8 BC:6 Sit:12

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.084	0.060	
	3	0.040	1.000	0.191	0.075	
	4	0.040	1.000	0.375	0.089	
Staaf D	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.090	0.060	
	3	0.040	1.000	0.205	0.075	
	4	0.040	1.000	0.403	0.089	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

Kn:8 BC:6 Sit:12

**WAARSCHUWINGEN**

Kn:8 BC:6 Sit:12

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	713.9	175.2	
		Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.				
	Staaf D	Kracht	1 6.3.1(4)	497.8	175.2	
		Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.				

CONTROLES

Kn:8 BC:6 Sit:12

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Bout	Staaf C/D	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	39.6	180.0	200.0
	Staaf C/D	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	78.8	120.0	176.8
	Staaf C/D	2 HOH-afstand p2	3.5(1)	78.8	120.0	176.8
Bout (Plaat)	Staaf C/D	1 Eindafstand e1	3.5(1)	21.6	80.0	
	Staaf C/D	2 Eindafstand e1	3.5(1)	21.6	80.0	
Kopplaat	Staaf C/D	Flenslas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	6.9	10.0	
	Staaf C/D	Lijflas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	5.08	6.00	
	Staaf C/D	Positie boven		164.1	170.0	
	Staaf C/D	Positie onder			-170.0	-164.1
Schot AB	Staaf A	Dikte	6.2.6.1	19.0	20.0	

Project : 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel : Portaal voorgevel

Staaf A	Dikte	6.2.6.2	19.0	20.0	
Staaf A	Dikte	frmb 5.5.b	3.5	20.0	
Staaf A	Dikte	frmb 5.6.a	3.8	20.0	
Staaf A	Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	7.4	10.0	
Staaf A	Lengte		178.0	185.0	188.0
Staaf A	Lengte		178.0	185.0	188.0
Staaf A	Lengte	frmb 5.5.b	35.2	185.0	
Staaf A	Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	4.4	10.0	
Staaf B	Dikte	6.2.6.1	19.0	20.0	
Staaf B	Dikte	6.2.6.2	19.0	20.0	
Staaf B	Dikte	frmb 5.5.b	3.5	20.0	
Staaf B	Dikte	frmb 5.6.a	3.8	20.0	
Staaf B	Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd	7.4	10.0	
Staaf B	Lengte		178.0	185.0	188.0
Staaf B	Lengte		178.0	185.0	188.0
Staaf B	Lengte	frmb 5.5.b	35.2	185.0	
Staaf B	Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd	4.4	10.0	

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; 7 app
 Onderdeel.....: Windverband
 Dimensies.....: [kN] [kNm] [mm] [graden] [N/mm2] [kNm/rad]
 Datum.....: 26-02-2020
 Bestand.....: Windverband.vrb

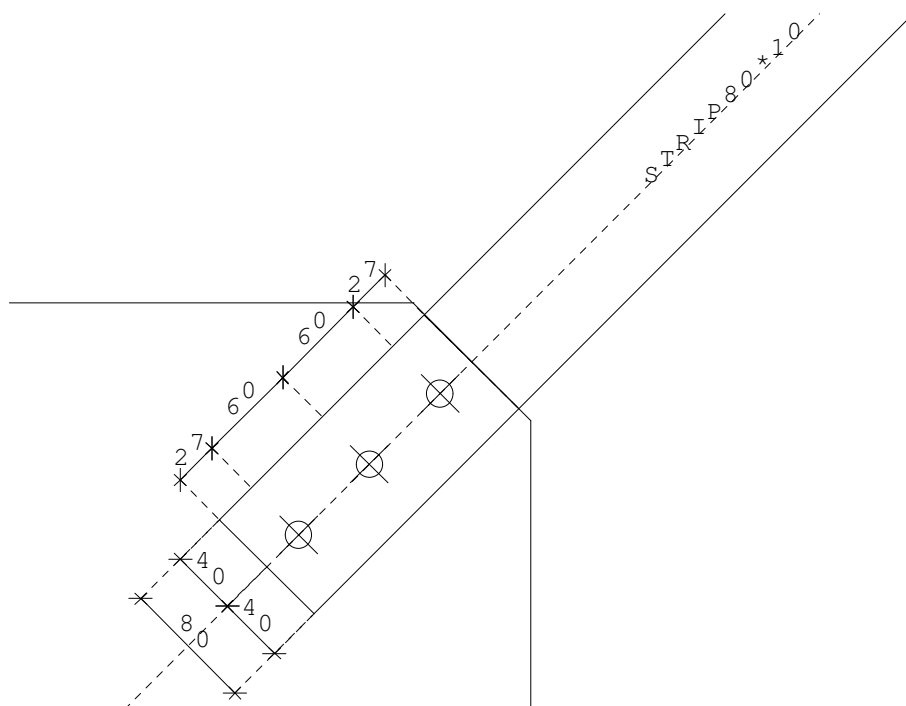
Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS

Verbindingstype

Stab. strip



PROFIELEN

	Naam	$f_{y;d}$	Opmerking
Verbandstaaf	STRIP80*10	235	
Schetsplaat	PL 10.0	235	minimale breedte 79

PROFIELGEGEVENS [mm]

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	STRIP80*10		
h :	80.0	i _y :	23.1	A :	800.0	W _{ey} :	10.7E3	I _y :	42.7E4
b :	10.0	i _z :	2.9			W _{ez} :	1.3E3	I _z :	0.7E4
t _w :	0.0					W _{py} :	16.0E3	I _t :	2.5E4
t _f :	0.0					W _{pz} :	2.0E3	I _w :	0.0E6

BOUTEN

d	kw	milieu	v (vanaf rand schetsplaat)
M16	8.8	Niet-corr.	27;87;147;174

BOUTGEGEVENS

d	d_0	d_m	d_{kop}	t_{kop}	d_{moer}	t_{moer}	A	A_s	γ_M	f_{ybd}	f_{tbd}	Draad
16.0	18.0	33.3	24.0	10.0	24.0	13.0	201.1	156.7	1.25	640	800	Gerold

Project : 20196237 – Klazienaveen; 7 app
Onderdeel : Windverband

KRACHTEN Normaalkracht

Verbandstaaf 150.00 (druk)

BEZWIJKKRACHTEN

Criterium	F_{Rd}	Formule	UC
Afschuifcapaciteit bouten	180.52	(T3.4a)	0.83
Capaciteit brutodoorsnede strip	188.00	1-1 (6.9)	
Stuik schetsplaat	256.00	(T3.4b)	
Stuik verbandstaaf	256.00	(T3.4b)	

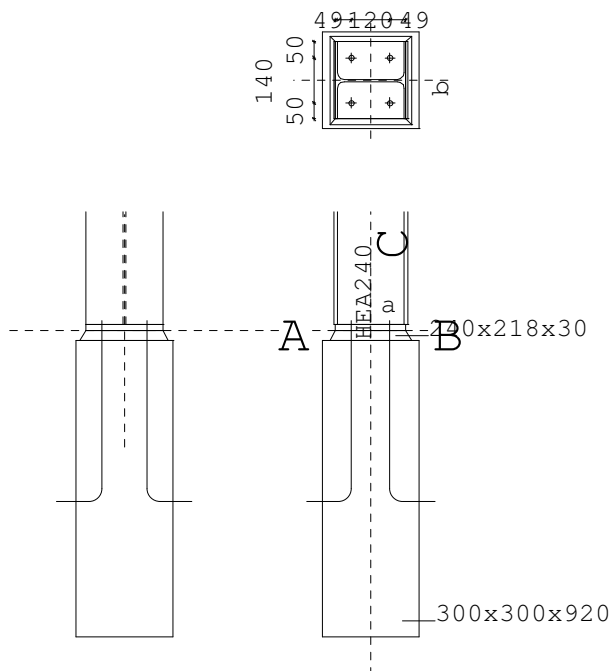
Project.....: 20196237 - Klazienaveen; 7 appp
 Onderdeel.....: Voetplaat as 2
 Constructeur.: E. de Vegt
 Dimensies.....: [kN] [kNm] [mm] [graden] [N/mm2] [kNm/rad]
 Datum.....: 21-02-2020
 Bestand.....: voetplaat as 2.vrb

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011 (nl)	C2/A1:2015 (nl)	NB:2016 (nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011, A1:2016	NB:2016 (nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011 (nl)

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS

Verbindingstype	Voetplaat
Rekenwaarde vloeispanning $f_{y;d}$ platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch bepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Nee
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja
Is poer gewapend?	Ja



LEGENDA

Onderdeel	Afmetingen	Aantal Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Voetplaat	240x218-20	1 $a_w=4d$ $a_f=4d$
b Anker	4*M16 4.6	1 $L_{b1}=500$ $r=40.0$ $L_{b2}=100$ $L_{b,tot}=686$

PROFIELEN

PROFIELEN	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaft C	HEA240	3500	Gewalst	0	0	235

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 appp
 Onderdeel : Voetplaat as 2

PROFIELGEGEVENS [mm]

Gewalst Klasse 1 HEA240

h :	230.0	i _y :	100.5	A :	7680.0	W _{ey} :	675.0E3	I _y :	7763.0E4
b :	240.0	i _z :	60.0			W _{ez} :	230.7E3	I _z :	2769.0E4
t _w :	7.5	r :	21.0			W _{py} :	744.0E3	I _t :	42.1E4
t _f :	12.0					W _{pz} :	351.6E3	I _w :	328485.9E6

PLATEN

	Plaats	h	b	t	Exc	a _w	a _f	a _e	Hoek	Las	f _{y;d}
Voetplaat	Staaft C	218	240	20.0	0	ΔΔ4	ΔΔ4				235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief

ΔΔ = Dubbele hoeklas

ANKERS

	d	kw	h	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
--	---	----	---	--------	--------	-------------------

Staaft C	M16	4.6	140	Niet-corr.	500	49;169
----------	-----	-----	-----	------------	-----	--------

ANKERGEGEVENS

d	d ₀	d _m	d _{kop}	t _{kop}	d _{moer}	t _{moer}	A	A _s	γ _M	f _{ybd}	f _{tbd}	Draad
16.0	20.0	33.3	24.0	10.0	24.0	13.0	201.1	156.7	1.25	240	400	Gesneden
d	Type	L _{b1}	r	L _{b2}	L _{b, aanw}	L _{b, tot}	A _{st}	K	P _{ldr}			
M16	Haak	500	40	100		460	523	0	0.00	0.0		

BETON EN VOEG

	Lengte	Breedte	Dikte	Helling	Kwaliteit
Beton	300	300	920.0	90.0	C30/37
Voeg	218	240	30.0	60.0	C55/67

KRACHTEN

Normaalkr. Dwarskr. Moment

BC:1

Staaft C	509.00	0.00	0.00
----------	--------	------	------

RESULTATEN DRUKZONE

BC:1

Vergrotingsfactor	k _c	:	1.31	
Rekenwaarde druksterkte	f _{c,Rd}	:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f _{jd}	:	17.49	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	48 * 240
		:		121 * 92
		:		48 * 240
Max. drukoppervlakte		:		34380
Spreidingsmaat // flenzen	l _s	:	42.33	
Spreidingsmaat // lijf	l _{s lijf}	:	42.33	
Rek meest gedrukte zijde	eps _c	:	0.00122	
Spanning meest gedrukte zijde	sigma _c	:	14.80	
Rek minst gedrukte zijde	eps _t	:	0.00122	N.B. Er is niet gerekend op
Spanning minst gedrukte zijde	sigma _t	:	14.80	druk in de ankers.
Momentcapaciteit		:	7.88	
Moment tbv. lassen		:	13.40	gebaseerd op alpha*MjRd
Max. opneembare dwarskracht		:	175.61	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTE

$$l_{b,tot} = l_{b,aanw} + t_{moer} + t_{p1} + t_{voeg} = 460 + 13 + 20 + 30 = 523 \text{ mm (druk)}$$

$$\eta_1 = 1.00 \quad f_{aanh.} = 2.0 \text{ (aanhechttingsfactor)}$$

$$\eta_2 = 1.00 \quad f_{vergr.} = 1.7 \text{ (vergrotingsfactor)}$$

$$\sigma_{sd} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{bd} = f_{aanh} * \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * l_{b,Rd}$$

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 appp
 Onderdeel : Voetplaat as 2

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:1

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaf C

i Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13 Drukzone beton	7.914	2.988	100%
15 Buiging/trek voetplaat	n.v.t.		
16 Trekzone ankerbout	n.v.t.		

STIJFHEID

BC:1

Maatgevend criterium: Drukzone beton

Staaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	7.88	218	13215	0.00060
1.2	6.57	218	21620	0.00030
1.5	5.25	218	39493	0.00013

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=39493$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:1

Artikel	Toetsing				
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	13263 /	23500	= 0.56
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	14.80 /	17.49	= 0.85
EN2 8.4.4	$L_{bd} / L_{b,aanw}$	=	160.0 /	460.0	= 0.35

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:1

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaf C	HEA240	EN3-1-1	6.2.4 (6.9)	0.28

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:1

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	7.88	174.84	Scharnierend

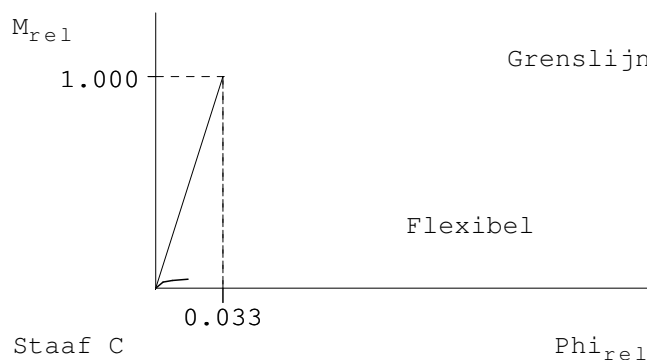
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

BC:1

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.004	0.030	
	3	0.033	1.000	0.008	0.038	
	4	0.033	1.000	0.016	0.045	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:1



Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 appp
 Onderdeel : Voetplaat as 2

WAARSCHUWINGEN

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	509.0	90.2
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.					

CONTROLES

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Anker	Staaf C	Lengte	EN2 8.4.4	160.0	460.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	44.0	120.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	52.1	140.0 192.0
	Staaf C	2 HOH-afstand p2	3.5(1)	52.1	140.0 192.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	49.0
	Staaf C	2 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	49.0
Voeg	Staaf C	Betonsterkte	6.2.5	6.0	55.0
	Staaf C	Dikte	6.2.5	30.0	43.6
Voetplaat	Staaf C	Dikte	6.2.5	18.4	20.0
	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	alpha*MjRd	3.00	4.00
	Staaf C	Lijflas $\Delta\Delta$	alpha*MjRd	3.00	4.00
	Staaf C	Positie boven		109.0	109.3
	Staaf C	Positie onder		-109.3	-109.0

KRACHTEN Normaalkr. Dwarskr. Moment

BC:2

Staaf C	0.00	0.00	0.00
---------	------	------	------

RESULTATEN DRUKZONE

BC:2

Vergrotingsfactor	k_c	:	1.94	
Rekenwaarde druksterkte	$f_{c,Rd}$:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f_{jd}	:	25.82	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	
		:	40 * 240	
		:	136 * 0	
		:	40 * 240	
		:	19614	
Max. drukoppervlakte		:		
Spreidingsmaat // flenzen	l_s	:	34.84	
Spreidingsmaat // lijf	$l_{s\ lijf}$:	34.84	
Rek getrokken zijde	ϵ_{st}	:	-0.00000	
Momentcapaciteit		:	14.77	
Moment tbv. lassen		:	25.11	gebaseerd op alpha*MjRd
Max. opneembare dwarskracht		:	73.81	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN TREKZONE

BC:2

Rij	$F_{t,Rd}$	Arm	Moment
2	0.03	168.7	0.00
1	0.01	48.7	0.00

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTE

$$l_{b,tot} = l_{b,aanw} + t_{moer} + t_{p1} + t_{voeg} = 623 + 13 + 20 + 30 = 686 \text{ mm (trek)}$$

$$\eta_1 = 1.00 \quad f_{aanh.} = 2.0 \text{ (aanhechttingsfactor)}$$

$$\eta_2 = 1.00 \quad f_{vergr.} = 1.7 \text{ (vergrotingsfactor)}$$

$$\sigma_{sd} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

Project : 20196237 – Klazienaveen; 7 appp
 Onderdeel : Voetplaat as 2

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:2

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaf C

i Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13 Drukzone beton	4.525	2.988	21%
15 Buiging/trek voetplaat	3.830	2.988	24%
16 Trekzone ankerbout	1.699	2.988	55%

STIJFHEID

BC:2

Maatgevend criterium: Trekzone ankerbout

Staaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	14.77	145	1387	0.01065
1.2	12.31	145	2270	0.00542
1.5	9.85	145	4146	0.00238

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=4146$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:2

Artikel	Toetsing					
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	4 /	23500	=	0.00
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	0.00 /	25.82	=	0.00
EN2 8.4.4	$L_{bd} / L_{b,aanw}$	=	160.0 /	622.8	=	0.26

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:2

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	14.77	174.84	Scharnierend

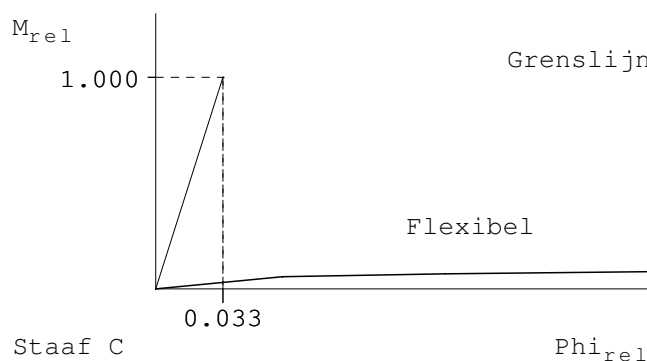
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

BC:2

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.063	0.056	
	3	0.033	1.000	0.144	0.070	
	4	0.033	1.000	0.284	0.084	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:2



Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 appp
 Onderdeel : Voetplaat as 2

CONTROLES

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij	Item	Ernst	Art./ (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Anker	Staaf C		Lengte	EN2	8.4.4	160.0	622.8	
	Staaf C	1	HOH-afstand p1	3.5	(1)	44.0	120.0	
	Staaf C	1	HOH-afstand p2	3.5	(1)	52.1	140.0	192.0
	Staaf C	2	HOH-afstand p2	3.5	(1)	52.1	140.0	192.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1	Eindafstand e1	3.5	(1)	24.0	49.0	
	Staaf C	2	Eindafstand e1	3.5	(1)	24.0	49.0	
Voeg	Staaf C		Betonsterkte	6.2.5		6.0	55.0	
	Staaf C		Dikte	6.2.5			30.0	43.6
Voetplaat	Staaf C		Dikte	6.2.4		0.3	20.0	
	Staaf C		Flenslas ΔΔ	alpha*MjRd		3.00	4.00	
	Staaf C		Lijflas ΔΔ	alpha*MjRd		3.00	4.00	
	Staaf C		Positie boven				109.0	109.3
	Staaf C		Positie onder			-109.3	-109.0	

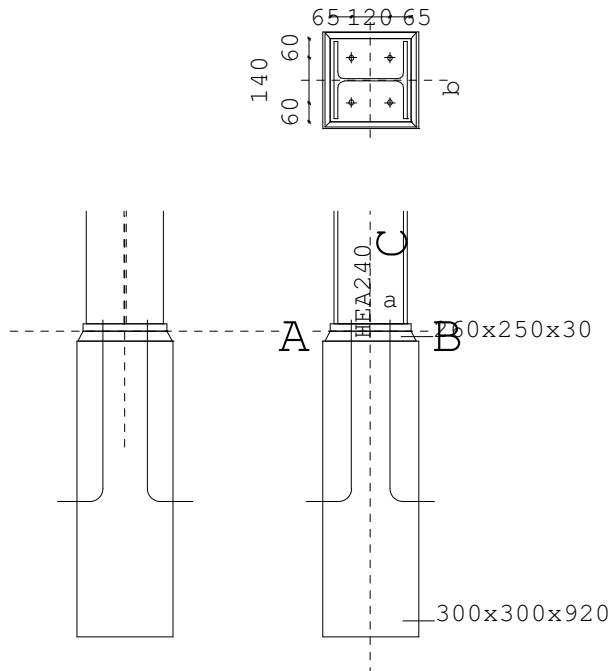
Project.....: 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel.....: kolomvoet as 3+4
 Constructeur.: E. de Vegt
 Dimensies.....: [kN] [kNm] [mm] [graden] [N/mm2] [kNm/rad]
 Datum.....: 21-02-2020
 Bestand.....: voetplaat as 3+4.vrb

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011 (nl)	C2/A1:2015 (nl)	NB:2016 (nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011, A1:2016	NB:2016 (nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011 (nl)

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS

Verbindingstype	Voetplaat
Rekenwaarde vloeispanning $f_{y;d}$ platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch bepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Nee
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja
Is poer gewapend?	Ja



LEGENDA

Onderdeel	Afmetingen	Aantal Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Voetplaat	260x250-25	1 $a_w=5d$ $a_f=5d$
b Anker	4*M16 4.6	1 $L_{b1}=500$ $r=40.0$ $L_{b2}=100$ $L_{b,tot}=691$

PROFIELEN

PROFIELEN	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaft C	HEA240	3500	Gewalst	0	0	235

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : kolomvoet as 3+4

PROFIELGEGEVENS [mm]

Gewalst Klasse 1 HEA240

h :	230.0	i _y :	100.5	A :	7680.0	W _{ey} :	675.0E3	I _y :	7763.0E4
b :	240.0	i _z :	60.0			W _{ez} :	230.7E3	I _z :	2769.0E4
t _w :	7.5	r :	21.0			W _{py} :	744.0E3	I _t :	42.1E4
t _f :	12.0					W _{pz} :	351.6E3	I _w :	328485.9E6

PLATEN

	Plaats	h	b	t	Exc	a _w	a _f	a _e	Hoek	Las	f _{y;d}
Voetplaat	Staaft C	250	260	25.0	0	ΔΔ5	ΔΔ5				235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief
 ΔΔ = Dubbele hoeklas

ANKERS

	d	kw	h	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
Staaft C	M16	4.6	140	Niet-corr.	500	65;185

ANKERGEGEVENS

d	d ₀	d _m	d _{kop}	t _{kop}	d _{moer}	t _{moer}	A	A _s	γ _M	f _{ybd}	f _{tbd}	Draad
16.0	20.0	33.3	24.0	10.0	24.0	13.0	201.1	156.7	1.25	240	400	Gesneden

d	Type	L _{b1}	r	L _{b2}	L _{b, aanw}	L _{b, tot}	A _{st}	K	P _{ldr}
M16	Haak	500	40	100		460	528	0	0.00

BETON EN VOEG

	Lengte	Breedte	Dikte	Helling	Kwaliteit
Beton	300	300	920.0	90.0	C30/37
Voeg	250	260	30.0	60.0	C55/67

KRACHTEN

	Normaalkr.	Dwarskr.	Moment	
Staaft C	770.00	120.00	0.00	BC:1

RESULTATEN DRUKZONE

Vergrotingsfactor	k _c	:	1.18	
Rekenwaarde druksterkte	f _{c,Rd}	:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f _{jd}	:	15.69	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	77 * 260
		:		94 * 119
		:		77 * 260
Max. drukoppervlakte		:		51727
Spreidingsmaat // flenzen	l _s	:	55.86	
Spreidingsmaat // lijf	l _{s lijf}	:	55.86	
Rek meest gedrukte zijde	eps _c	:	0.00155	
Spanning meest gedrukte zijde	sigma _c	:	14.89	
Rek minst gedrukte zijde	eps _t	:	0.00155	N.B. Er is niet gerekend op
Spanning minst gedrukte zijde	sigma _t	:	14.88	druk in de ankers.
Momentcapaciteit		:	3.97	
Moment tbv. lassen		:	6.75	gebaseerd op alpha*MjRd
Max. opneembare dwarskracht		:	227.81	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTE

$$l_{b,tot} = l_{b,aanw} + t_{moer} + t_{p1} + t_{voeg} = 460 + 13 + 25 + 30 = 528 \text{ mm (druk)}$$

$$\eta_1 = 1.00 \quad f_{aanh.} = 2.0 \text{ (aanhechttingsfactor)}$$

$$\eta_2 = 1.00 \quad f_{vergr.} = 1.7 \text{ (vergrotingsfactor)}$$

$$\sigma_{sd} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{bd} = f_{aanh} * \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * l_{b,reqd}$$

Project : 20196237 – Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : kolomvoet as 3+4

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:1

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaf C

i Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13 Drukzone beton	9.708	2.988	100%
15 Buiging/trek voetplaat	n.v.t.		
16 Trekzone ankerbout	n.v.t.		

STIJFHEID

BC:1

Maatgevend criterium: Drukzone beton

Staaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	3.97	218	16210	0.00024
1.2	3.31	218	26520	0.00012
1.5	2.65	218	48443	0.00005

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=48443$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:1

Artikel	Toetsing				
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	23225 /	36719	= 0.63
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	14.89 /	15.69	= 0.95
EN2 8.4.4	$L_{bd} / L_{b,aanw}$	=	160.0 /	460.0	= 0.35

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:1

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaf C	HEA240	EN3-1-1	6.2.4	(6.9)
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)
		EN3-1-1	6.2.1	N+D
		EN3-1-8	6.2.2 (7)	(6.2)

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:1

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	3.97	174.84	Scharnierend

STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

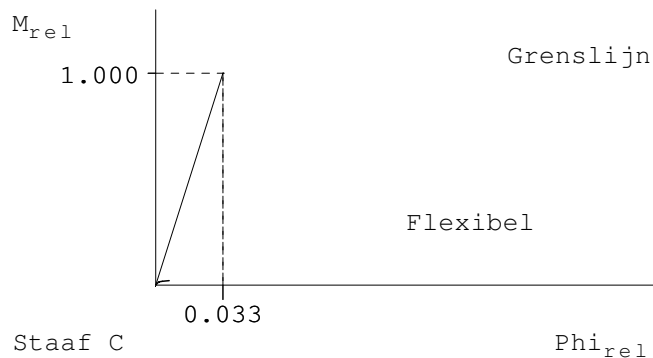
BC:1

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.001	0.015	
	3	0.033	1.000	0.003	0.019	
	4	0.033	1.000	0.007	0.023	

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : kolomvoet as 3+4

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:1

**WAARSCHUWINGEN**

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	770.0	90.2	
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.						

CONTROLES

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Anker	Staaf C	Lengte	EN2 8.4.4	160.0	460.0	
	Staaf C	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	44.0	120.0	
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	54.9	140.0	212.0
	Staaf C	2 HOH-afstand p2	3.5(1)	54.9	140.0	212.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	65.0	
	Staaf C	2 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	65.0	
Voeg	Staaf C	Betonsterkte	6.2.5	6.0	55.0	
	Staaf C	Dikte	6.2.5	30.0	50.0	
Voetplaat	Staaf C	Dikte	6.2.5	24.4	25.0	
	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	$\alpha * MjRd$	3.00	5.00	
	Staaf C	Lijflas $\Delta\Delta$	$\alpha * MjRd$	3.00	5.00	
	Staaf C	Positie boven		122.1	125.0	
	Staaf C	Positie onder		-125.0	-122.1	

KRACHTEN Normaalkr. Dwarskr. Moment

BC:2

Staaf C	290.00	112.00	0.00
---------	--------	--------	------

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : kolomvoet as 3+4

RESULTATEN DRUKZONE

BC:2

Vergrotingsfactor	k_c	:	1.18	
Rekenwaarde druksterkte	$f_{c,Rd}$:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f_{jd}	:	15.69	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	77 * 260
		:		94 * 119
		:		77 * 260
		:		51727
Max. drukoppervlakte		:		
Spreadingsmaat // flenzen	l_s	:	55.86	
Spreadingsmaat // lijf	$l_{s\ lijf}$:	55.86	
Rek meest gedrukte zijde	ϵ_{sc}	:	0.00040	
Spanning meest gedrukte zijde	σ_c	:	5.61	
Rek minst gedrukte zijde	ϵ_{st}	:	0.00040	N.B. Er is niet gerekend op
Spanning minst gedrukte zijde	σ_t	:	5.61	druk in de ankers.
Momentcapaciteit		:	33.28	
Moment tbv. lassen		:	56.57	gebaseerd op $\alpha \cdot M_{jRd}$
Max. opneembare dwarskracht		:	131.81	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTE

$l_{b,tot} = l_{b,aanw} + t_{moer} + t_{pl} + t_{voeg} = 460 + 13 + 25 + 30 = 528 \text{ mm (druk)}$
 $\eta_1 = 1.00 \quad f_{aanh.} = 2.0 \text{ (aanhechttingsfactor)}$
 $\eta_2 = 1.00 \quad f_{vergr.} = 1.7 \text{ (vergrotingsfactor)}$
 $\sigma_{sd} = 0.0 \text{ N/mm}^2$
 $l_{bd} = f_{aanh.} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rqd}$
 $= 2.0 \cdot 1.00 \cdot 1.000 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0 = 0 \text{ mm}$
 $l_{b,min} = 160 \text{ mm}$

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:2

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaf C

i Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13 Drukzone beton	7.012	2.988	16%
15 Buiging/trek voetplaat	8.419	2.988	14%
16 Trekzone ankerbout	1.654	2.988	70%

STIJFHEID

BC:2

Maatgevend criterium: Trekzone ankerbout

Staaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	33.28	134	2652	0.01255
1.2	27.73	134	4339	0.00639
1.5	22.18	134	7926	0.00280

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=7926$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:2

Artikel					Toetsing
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	8747 /	36719	= 0.24
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	5.61 /	15.69	= 0.36
EN2 8.4.4	$l_{bd} / l_{b,aanw}$	=	160.0 /	460.0	= 0.35

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : kolomvoet as 3+4

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:2

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaf C	HEA240	EN3-1-1	6.2.4 (6.9)	0.16
		EN3-1-1	6.2.6 (6.17)	0.33
		EN3-1-1	6.2.1 N+D	0.49
		EN3-1-8	6.2.2 (7) (6.2)	0.85

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:2

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	33.28	174.84	Scharnierend

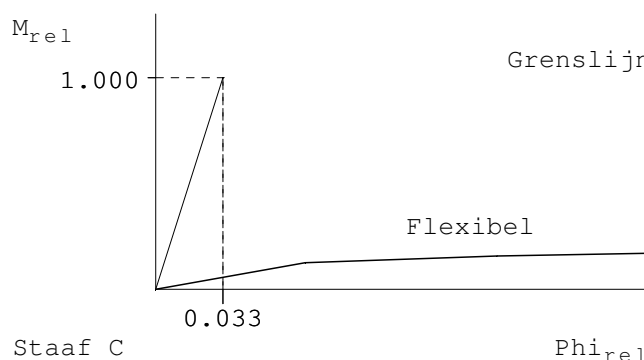
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

BC:2

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.075	0.127	
	3	0.033	1.000	0.170	0.159	
	4	0.033	1.000	0.334	0.190	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:2

**WAARSCHUWINGEN**

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1 (4)	290.0	90.2
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.					

CONTROLES

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Anker	Staaf C	Lengte	EN2 8.4.4	160.0	460.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p1	3.5 (1)	44.0	120.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5 (1)	54.9	140.0 212.0
	Staaf C	2 HOH-afstand p2	3.5 (1)	54.9	140.0 212.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5 (1)	24.0	65.0
	Staaf C	2 Eindafstand e1	3.5 (1)	24.0	65.0
Voeg	Staaf C	Betonsterkte	6.2.5	6.0	55.0

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
Onderdeel : kolomvoet as 3+4

	Staaf C	Dikte	6.2.5	30.0	50.0
Voetplaat	Staaf C	Dikte	6.2.5	14.9	25.0
	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	$\alpha*MjRd$	3.00	5.00
	Staaf C	Lijflas $\Delta\Delta$	$\alpha*MjRd$	3.00	5.00
	Staaf C	Positie boven		122.1	125.0
	Staaf C	Positie onder		-125.0	-122.1

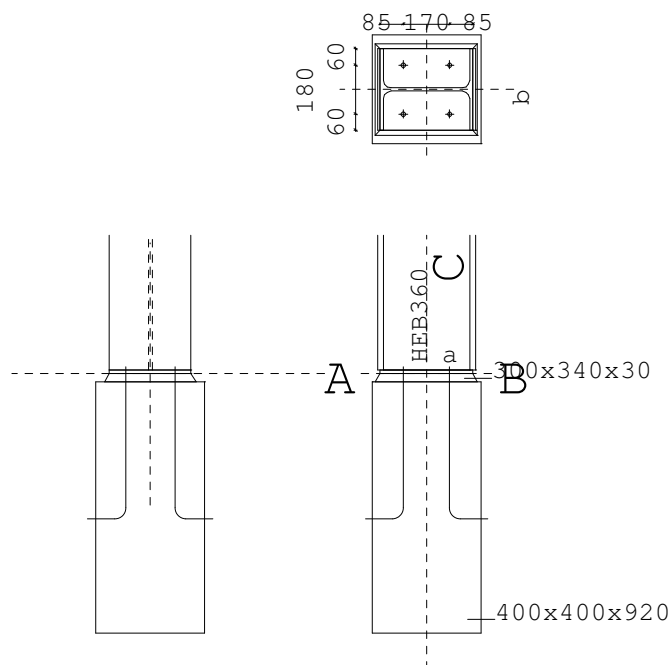
Project.....: 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel.....: Kolomvoet as 6
 Constructeur.: E. de Vegt
 Dimensies.....: [kN] [kNm] [mm] [graden] [N/mm2] [kNm/rad]
 Datum.....: 21-02-2020
 Bestand.....: voetplaat as 6_A+B.vrb

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011 (nl)	C2/A1:2015 (nl)	NB:2016 (nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011, A1:2016	NB:2016 (nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011 (nl)

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS

Verbindingstype	Voetplaat
Rekenwaarde vloeispanning $f_{y;d}$ platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch onbepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Nee
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja
Is poer gewapend?	Ja



LEGENDA

Onderdeel	Afmetingen	Aantal Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Voetplaat	300x340-15	1 $a_w=6d$ $a_f=6d$
b Anker	4*M16 4.6	1 $L_{b1}=500$ $r=40.0$ $L_{b2}=100$ $L_{b,tot}=681$

PROFIELEN

PROFIELEN	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaft C	HEB360	3500	Gewalst	0	0	235

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
Onderdeel : Kolomvoet as 6

PROFIELGEGEVENS [mm]

Gewalst Klasse 1 HEB360

h :	360.0	i _y :	154.6	A :	18060.0	W _{ey} :	2400.0E3	I _y :	43190.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9			W _{ez} :	676.0E3	I _z :	10140.0E4
t _w :	12.5	r :	27.0			W _{py} :	2682.0E3	I _t :	298.3E4
t _f :	22.5					W _{pz} :	1032.0E3	I _w :	2883252.0E6

PLATEN

	Plaats	h	b	t	Exc	a _w	a _f	a _e	Hoek	Las	f _{y;d}
Voetplaat	Staaft C	340	300	15.0	0	ΔΔ6	ΔΔ6				235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief

ΔΔ = Dubbele hoeklas

ANKERS

	d	kw	h	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
--	---	----	---	--------	--------	-------------------

Staaft C	M16	4.6	180	Niet-corr.	500	85;255
----------	-----	-----	-----	------------	-----	--------

ANKERGEGEVENS

d	d ₀	d _m	d _{kop}	t _{kop}	d _{moer}	t _{moer}	A	A _s	γ _M	f _{ybd}	f _{tbd}	Draad
16.0	20.0	33.3	24.0	10.0	24.0	13.0	201.1	156.7	1.25	240	400	Gesneden
d	Type	L _{b1}	r	L _{b2}	L _{b, aanw}	L _{b, tot}	A _{st}	K	P _{ldr}			
M16	Haak	500	40	100		460	518	0	0.00	0.0		

BETON EN VOEG

	Lengte	Breedte	Dikte	Helling	Kwaliteit
Beton	400	400	920.0	90.0	C30/37
Voeg	340	300	30.0	60.0	C55/67

KRACHTEN

Normaalkr. Dwarskr. Moment

BC:1

Staaft C	750.00	50.00	0.00
----------	--------	-------	------

RESULTATEN DRUKZONE

BC:1

Vergrotingsfactor	k _c	:	1.25	
Rekenwaarde druksterkte	f _{c,Rd}	:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f _{jd}	:	16.70	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	44 * 300
		:		250 * 77
		:		44 * 300
Max. drukoppervlakte		:		46363
Spreidingsmaat // flenzen	l _s	:	32.49	
Spreidingsmaat // lijf	l _{s lijf}	:	32.49	
Rek meest gedrukte zijde	eps _c	:	0.00165	
Spanning meest gedrukte zijde	sigma _c	:	16.18	
Rek minst gedrukte zijde	eps _t	:	0.00165	N.B. Er is niet gerekend op
Spanning minst gedrukte zijde	sigma _t	:	16.18	druk in de ankers.
Momentcapaciteit		:	3.43	
Moment tbv. lassen		:	504.22	gebaseerd op 0.8*MplRd
Max. opneembare dwarskracht		:	223.81	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTEl_{b,tot} = l_{b, aanw} + t_{moer} + t_{p1} + t_{voeg} = 460 + 13 + 15 + 30 = 518 mm (druk)η₁ = 1.00 f_{aanh.} = 2.0 (aanhechtingsfactor)η₂ = 1.00 f_{vergr.} = 1.7 (vergrotingsfactor)σ_{sd} = 0.0 N/mm²l_{bd} = f_{aanh.} * α₁ * α₂ * α₃ * α₄ * l_{b, reqd}

Project : 20196237 – Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : Kolomvoet as 6

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:1

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaf C

i Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13 Drukzone beton	9.191	2.988	100%
15 Buiging/trek voetplaat	n.v.t.		
16 Trekzone ankerbout	n.v.t.		

STIJFHEID

BC:1

Maatgevend criterium: Drukzone beton

Staaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	3.43	338	36782	0.00009
1.2	2.86	338	60177	0.00005
1.5	2.29	338	109922	0.00002

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=109922$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:1

Artikel						Toetsing
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	8537 /	13219	=	0.65
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	16.18 /	16.70	=	0.97
EN2 8.4.4	$L_{bd} / L_{b,aanw}$	=	160.0 /	460.0	=	0.35

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:1

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaf C	HEB360	EN3-1-1	6.2.4 (6.9)	0.18
		EN3-1-1	6.2.6 (6.17)	0.06
		EN3-1-1	6.2.1 N+D	0.24
		EN3-1-8	6.2.2 (7) (6.2)	0.22

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:1

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	3.43	630.27	Scharnierend

STIJFHEIDSCCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.2

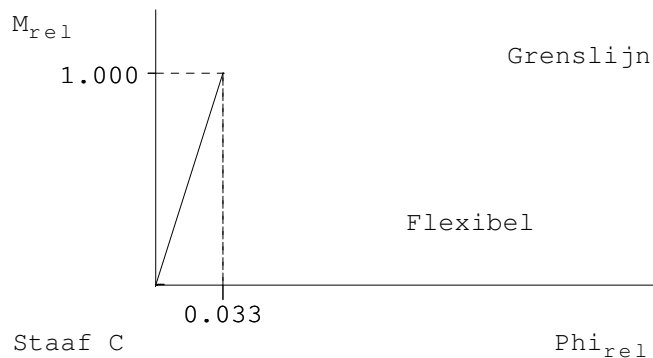
BC:1

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.001	0.004	
	3	0.033	1.000	0.002	0.005	
	4	0.033	1.000	0.004	0.005	

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : Kolomvoet as 6

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:1

**WAARSCHUWINGEN**

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	750.0	212.2	
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.						

CONTROLES

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Anker	Staaf C	Lengte	EN2 8.4.4	160.0	460.0	
	Staaf C	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	44.0	170.0	
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	62.7	180.0	252.0
	Staaf C	2 HOH-afstand p2	3.5(1)	62.7	180.0	252.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	85.0	
	Staaf C	2 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	85.0	
Voeg	Staaf C	Betonsterkte	6.2.5	6.0	55.0	
	Staaf C	Dikte	6.2.5	30.0	60.0	
Voetplaat	Staaf C	Dikte	6.2.5	14.8	15.0	
	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	$0.8 * M_{plRd}$	5.54	6.00	
	Staaf C	Lijflas $\Delta\Delta$	$0.8 * M_{plRd}$	4.62	6.00	
	Staaf C	Positie boven		170.0	171.5	
	Staaf C	Positie onder		-171.5	-170.0	

KRACHTEN Normaalkr. Dwarskr. Moment

BC:2

Staaf C	373.00	50.00	0.00
---------	--------	-------	------

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : Kolomvoet as 6

RESULTATEN DRUKZONE

BC:2

Vergrotingsfactor	k_c	:	1.25	
Rekenwaarde druksterkte	$f_{c,Rd}$:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f_{jd}	:	16.70	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	44 * 300
		:		250 * 77
		:		44 * 300
		:		46363
Max. drukoppervlakte		:		
Spreadingsmaat // flenzen	l_s	:	32.49	
Spreadingsmaat // lijf	$l_{s\ lijf}$:	32.49	
Rek meest gedrukte zijde	ϵ_{sc}	:	0.00056	
Spanning meest gedrukte zijde	σ_c	:	8.05	
Rek minst gedrukte zijde	ϵ_{st}	:	0.00056	N.B. Er is niet gerekend op
Spanning minst gedrukte zijde	σ_t	:	8.04	druk in de ankers.
Momentcapaciteit		:	45.23	
Moment tbv. lassen		:	504.22	gebaseerd op $0.8 \cdot M_{plRd}$
Max. opneembare dwarskracht		:	148.41	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTE

$l_{b,tot} = l_{b,aanw} + t_{moer} + t_{pl} + t_{voeg} = 460 + 13 + 15 + 30 = 518 \text{ mm (druk)}$
 $\eta_1 = 1.00 \quad f_{aanh.} = 2.0 \text{ (aanhechttingsfactor)}$
 $\eta_2 = 1.00 \quad f_{vergr.} = 1.7 \text{ (vergrotingsfactor)}$
 $\sigma_{sd} = 0.0 \text{ N/mm}^2$
 $l_{bd} = f_{aanh.} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rgd}$
 $= 2.0 \cdot 1.00 \cdot 1.000 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0 = 0 \text{ mm}$
 $l_{b,min} = 160 \text{ mm}$

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:2

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)				Staaft C
i	Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13	Drukzone beton	7.089	2.988	10%
15	Buiging/trek voetplaat	1.942	2.988	38%
16	Trekzone ankerbout	1.397	2.988	52%

STIJFHEID

BC:2

Maatgevend criterium: Trekzone ankerbout

Staaft C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	45.23	189	6145	0.00736
1.2	37.69	189	10053	0.00375
1.5	30.15	189	18364	0.00164

Bij een moment $M_v, Ed=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=18364$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:2

Artikel	Toetsing					
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	4246 /	13219	=	0.32
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	8.05 /	16.70	=	0.48
EN2 8.4.4	$l_{bd} / l_{b,aanw}$	=	160.0 /	460.0	=	0.35

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
 Onderdeel : Kolomvoet as 6

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:2

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaf C	HEB360	EN3-1-1	6.2.4 (6.9)	0.09
		EN3-1-1	6.2.6 (6.17)	0.06
		EN3-1-1	6.2.1 N+D	0.15
		EN3-1-8	6.2.2 (7) (6.2)	0.34

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:2

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	45.23	630.27	Scharnierend

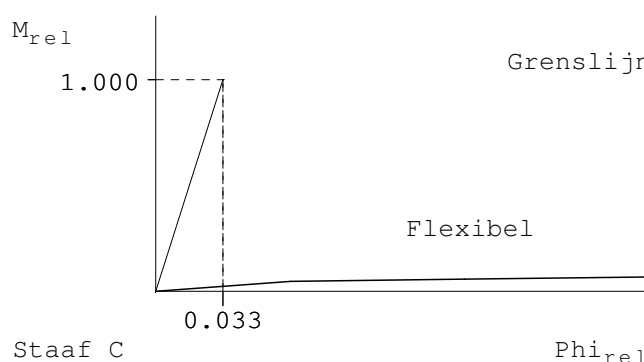
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

BC:2

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.068	0.048	
	3	0.033	1.000	0.154	0.060	
	4	0.033	1.000	0.303	0.072	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:2

**WAARSCHUWINGEN**

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1 (4)	373.0	212.2
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% \cdot N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.					

CONTROLES

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Anker	Staaf C	Lengte	EN2 8.4.4	160.0	460.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p1	3.5 (1)	44.0	170.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5 (1)	62.7	180.0 252.0
	Staaf C	2 HOH-afstand p2	3.5 (1)	62.7	180.0 252.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5 (1)	24.0	85.0
	Staaf C	2 Eindafstand e1	3.5 (1)	24.0	85.0
Voeg	Staaf C	Betonsterkte	6.2.5	6.0	55.0

Project : 20196237 - Klazienaveen; 7 App
Onderdeel : Kolomvoet as 6

	Staaf C	Dikte	6.2.5		30.0	60.0
Voetplaat	Staaf C	Dikte	6.2.5	10.4	15.0	
	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	0.8*MplRd	5.54	6.00	
	Staaf C	Lijflas $\Delta\Delta$	0.8*MplRd	4.62	6.00	
	Staaf C	Positie boven			170.0	171.5
	Staaf C	Positie onder			-171.5	-170.0

Dimensies.....: [kN] [kNm] [mm] [graden] [N/mm2] [kNm/rad]

Datum.....: 21-02-2020

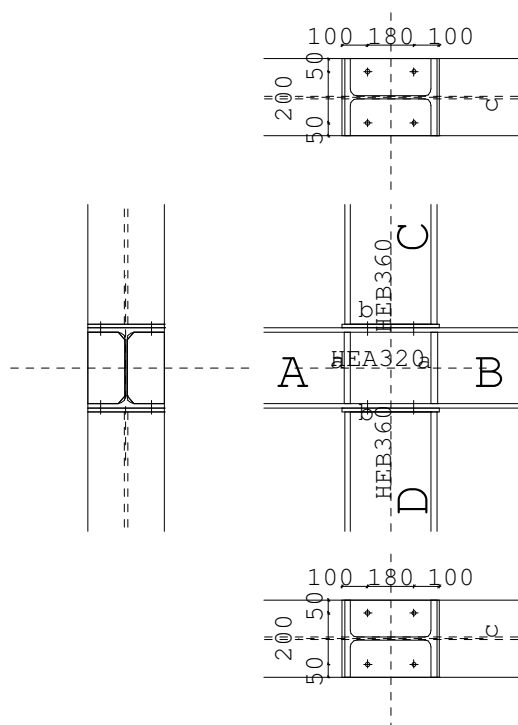
Bestand.....: voetplaat as 6_midden - staalverb.vrb

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011, A1:2016	NB:2016 (nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011 (nl)

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS

Verbindingstype	Kruis Gebout
Rekenwaarde vloeispanning f_y ; d platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Classificatie lijf staaf AB	Geschoord
Verbinding symmetrisch?	Ja
Afschuiving lijf staaf AB actief?	Ja
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch onbepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Ja
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja

**LEGENDA**

Onderdeel	Afmetingen	Aantal	Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Schot AB	145x275-25	2	aw=8d af=8d
b Kopplaat	300x380-15	2	aw=7d af=7d
c Bout	4*M16 8.8	2	

PROFIELEN	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaaf B	HEA320	3000	Gewalst	0	0	235
Staaaf C	HEB360	6000	Gewalst	0	0	235
Staaaf D	HEB360	6000	Gewalst	0	0	235
Staaaf A		3000				

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEA320	
h :	310.0	i _y :	135.8	A : 12440.0	W _{ey} :	1479.0E3	I _y :	22930.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9		W _{ez} :	466.0E3	I _z :	6985.0E4
t _w :	9.0	r :	27.0		W _{py} :	1628.0E3	I _t :	111.9E4
t _f :	15.5				W _{pz} :	710.0E3	I _w :	1512358.7E6

PROFIELGEGEVENS [mm]					Gewalst	Klasse 1	HEB360	
h :	360.0	i _y :	154.6	A : 18060.0	W _{ey} :	2400.0E3	I _y :	43190.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9		W _{ez} :	676.0E3	I _z :	10140.0E4
t _w :	12.5	r :	27.0		W _{py} :	2682.0E3	I _t :	298.3E4
t _f :	22.5				W _{pz} :	1032.0E3	I _w :	2883252.0E6

PLATEN	Plaats	h	b	t	Exc	a_w	a_f	a_e	Hoek	Las	$f_{y;d}$
Kopplaat	Staaaf C	380	300	15.0	0	$\Delta\Delta 7$	$\Delta\Delta 7$				235
Kopplaat	Staaaf D	380	300	15.0	0	$\Delta\Delta 7$	$\Delta\Delta 7$				235
Schot	Staaaf A	275	145	25.0	170	$\Delta\Delta 8$	$\Delta\Delta 8$		0		235
Schot	Staaaf B	275	145	25.0	-170	$\Delta\Delta 8$	$\Delta\Delta 8$		0		235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief

$\Delta\Delta$ = Dubbele hoeklas

BOUTEN	d	kw	h	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
Staaaf C	M16	8.8	200	Niet-corr.	42	100;280
Staaaf D	M16	8.8	200	Niet-corr.	42	100;280

BOUTGEGEVENS	d	d_0	d_m	d_{kop}	t_{kop}	d_{moer}	t_{moer}	A	A_s	γ_M	f_{ybd}	f_{tbd}	Draad
	16.0	18.0	33.3	24.0	10.0	24.0	13.0	201.1	156.7	1.25	640	800	Gerold

KRACHTEN	Normaalkr.	Dwarskr.	Moment	BC:1
Staaaf A	0.00	0.00	0.00	
Staaaf B	0.00	0.00	0.00	
Staaaf D	1175.00	51.00	0.00	
Staaaf C	1175.00	51.00	0.00	

BEZWIJKKRACHTEN

BC:1

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaft C
Afsch. lijf staaf AB	552.48	(6.7)	$A_{vc} = 4117$	$\omega = 1.00$ $\beta = 0.00$
Druk lijf staaf AB	1963.21	(6.9)	269.9	Drukpunt 358.75
	1963.21	(6.9)	269.9	Drukpunt 21.25
	2751.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staaf AB	1963.21		269.9	$k_{wc} = 1.00$ $l_{rel} = 0.85$
	1963.21		269.9	$k_{wc} = 1.00$ $l_{rel} = 0.85$
	2751.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staaf C/D	1867.47	(6.21)		
	1867.47	(6.21)		
	2559.93	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Trek bout	90.26			
Trek boutrij	180.52			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaf AB	714.24	(6.7)		
Stuik kopplaat	691.20	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	116.15	(6.7)		

TUSSENRESULTATEN LIGGERFLENS BUIGING

BC:1 Staaf C

Rij	p	m_1	e	n	m_2	alpha	l_{ef}	Formule	$F_{t,fc,Rd}$	Bezw.vorm
2	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	$T6.2v2$	161.30	2=Plt+Bout
1	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	$T6.2v2$	161.30	2=Plt+Bout
1- 2							598.3	$T6.2v2$	282.02	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN KOPPLAAT BUIGING

BC:1 Staaf C

Rij	p	m_1	e	n	m_2	alpha	l_{ef}	Formule	$F_{t,ep,Rd}$	Bezw.vorm
2	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	$T6.2v2$	152.75	2=Plt+Bout
1	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	$T6.2v2$	152.75	2=Plt+Bout
1- 2							660.9	$T6.2v2$	261.54	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN OVERIG

BC:1

	Trek lijf staaf AB		Trek lijf staaf C/D		Lassen		Staaft C
	6.2.6.3 (6.15)		6.2.6.8 (6.22)		4.5.3.2 (4.1)		
Rij	b _{ef}	F _{t,wc,Rd}	b _{ef}	F _{t,wb,Rd}	b _{ef}	F _{w,Rd}	
2	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	929.48	
1	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	926.57	
1- 2	598.3	1265.50	660.9	1941.48	660.9	1385.55	

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

BC:1

EN3-1-8 art. 6.2.7.2	Reductie	: Nee	Staaft C		
Rij	$F_{t,Rd,herv}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterion
2	152.75	152.75	258.8	39.52	Kopplaat: Plaat+Bout
1	108.79	<u>108.79</u>	78.8	<u>8.57</u>	Kopplaat: Plaat+Bout
	Som F=	261.54	$M_{v,Rd} =$	48.09	Bout/Plaat-combinatie
	Moment tbv. lassen =			630.27	gebaseerd op $1.0 \cdot M_{plRd}$
			$V_{v,Rd} =$	116.15	Afsch.cap. bouten na red. trek

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:1

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staafl C

i	Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
1	Afschuifzone lijf staaf AB	n.v.t.		
2	Drukzone lijf staaf AB	n.v.t.		
3	Trekzone lijf staaf AB	19.138	2.988	7%
4	Trekzone flens staaf AB	4.290	2.988	29%
5	Trekzone kopplaat	2.482	2.988	51%
10	Trekzone bouten	9.332	2.988	13%

STIJFHEID

BC:1

Maatgevend criterium: Trekzone kopplaat

Staafl C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	48.09	216	4109	0.01170
1.2	40.08	216	6723	0.00596
1.5	32.06	216	12280	0.00261

Bij een moment $M_v, Ed=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=12280$.**BEZWIJKKRACHTEN**

BC:1

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staafl D
Afsch. lijf staaf AB	552.48	(6.7)	$A_{vc}=4117$ omega=1.00 beta=0.00	
Druk lijf staaf AB	1963.21	(6.9)	269.9 Drukpunt 358.75	
	1963.21	(6.9)	269.9 Drukpunt 21.25	
	2751.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staaf AB	1963.21		269.9 kwc=1.00 $l_{rel}=0.85$	
	1963.21		269.9 kwc=1.00 $l_{rel}=0.85$	
	2751.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staaf C/D	1867.47	(6.21)		
	1867.47	(6.21)		
	2559.93	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Trek bout	90.26			
Trek boutrij	180.52			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaf AB	714.24	(6.7)		
Stuik kopplaat	691.20	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	116.15	(6.7)		

TUSSENRESULTATEN LIGGERFLENS BUIGING

BC:1 Staafl D

Rij	p	m_1	e	n	m_2	alpha	l_{ef}	Formule	$F_{t,fc,Rd}$	Bezw.vorm
2	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	T6.2v2	161.30	2=Plt+Bout
1	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	T6.2v2	161.30	2=Plt+Bout
1- 2							598.3	T6.2v2	282.02	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN KOPPLAAT BUIGING

BC:1 Staafl D

Rij	p	m_1	e	n	m_2	alpha	l_{ef}	Formule	$F_{t,ep,Rd}$	Bezw.vorm
2	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	T6.2v2	152.75	2=Plt+Bout
1	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	T6.2v2	152.75	2=Plt+Bout
1- 2							660.9	T6.2v2	261.54	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN OVERIG

BC:1

	Trek lijf staaf AB		Trek lijf staaf C/D		Lassen		Staaft D
	6.2.6.3 (6.15)		6.2.6.8 (6.22)		4.5.3.2 (4.1)		
Rij	b_{ef}	$F_{t,wc,Rd}$	b_{ef}	$F_{t,wb,Rd}$	b_{ef}	$F_{w,Rd}$	
2	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	929.48	
1	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	926.57	
1- 2	598.3	1265.50	660.9	1941.48	660.9	1385.55	

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

BC:1

EN3-1-8 art. 6.2.7.2 Reductie : Nee Staaf D

Rij	$F_{t,Rd,herf}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
2	152.75	152.75	258.8	39.52	Kopplaat: Plaat+Bout
1	108.79	108.79	78.8	8.57	Kopplaat: Plaat+Bout
	Som F= 261.54		$M_{v,Rd} =$	48.09	Bout/Plaat-combinatie
	Moment tbv. lassen =		630.27		gebaseerd op $1.0 \cdot M_{pl,Rd}$
			$V_{v,Rd} =$	116.15	Afsch.cap. bouten na red. trek

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:1

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1) Staaf D

i	Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
1	Afschuifzone lijf staaf AB	n.v.t.		
2	Drukzone lijf staaf AB	n.v.t.		
3	Trekzone lijf staaf AB	19.138	2.988	7%
4	Trekzone flens staaf AB	4.290	2.988	29%
5	Trekzone kopplaat	2.482	2.988	51%
10	Trekzone bouten	9.332	2.988	13%

STIJFHEID

BC:1

Maatgevend criterium: Trekzone kopplaat Staaf D

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	48.09	216	4109	0.01170
1.2	40.08	216	6723	0.00596
1.5	32.06	216	12280	0.00261

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=12280$.**TOETSING VERBINDING**

BC:1

Artikel	$M_{v,Ed}$	$M_{v,Rd}$	z	$V_{wp,Ed}$	$V_{wp,Rd}$	Toetsing
6.2.7.1	0.00	48.09				0.00
6.2.7.1	0.00	48.09				0.00
6.2.6.1			184	0.00	552.48	0.00

Met $V_{wp,Ed} = (0.00 - -0.00) / 0.1839 - (-0.00 - 0.00) / 2$

Let op: Normaal krachten in staven C & D zijn verwerkt in de bezwijk-
 en/of de boutrijkrachten. De conservatieve toetsingsformule van
 EN 1993-1-8 art. 6.2.7.1 (3) is niet gebruikt.

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:1

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaft C	HEB360	EN3-1-1	6.2.4	(6.9)
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)
		EN3-1-1	6.2.1	N+D
		EN3-1-8	T.3.4	
Staaft D	HEB360	EN3-1-1	6.2.4	(6.9)
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)

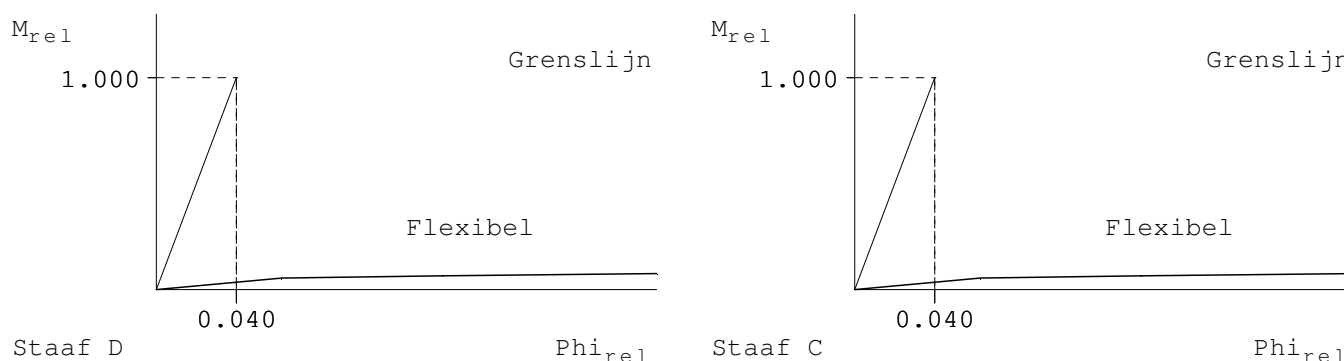
EN3-1-1	6.2.1	N+D	0.34
EN3-1-8	T.3.4		0.44

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3 BC:1

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	48.09	630.27	Scharnierend
Staaf D	48.09	630.27	Scharnierend

STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2 BC:1

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.063	0.051	
	3	0.040	1.000	0.143	0.064	
	4	0.040	1.000	0.281	0.076	
Staaf D	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.063	0.051	
	3	0.040	1.000	0.143	0.064	
	4	0.040	1.000	0.281	0.076	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord BC:1**WAARSCHUWINGEN** BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C/D	Kracht	1 6.3.1(4)	1175	212
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.					

CONTROLES BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Bout	Staaf C/D	1 HOH-afstand p1	3.5(1)	39.6	180.0 200.0
	Staaf C/D	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	96.3	200.0 200.0
	Staaf C/D	2 HOH-afstand p2	3.5(1)	96.3	200.0 200.0
Bout (Plaat)	Staaf C/D	1 Eindafstand e1	3.5(1)	21.6	100.0
	Staaf C/D	2 Eindafstand e1	3.5(1)	21.6	100.0
Kopplaat	Staaf C/D	Flenslas $\Delta\Delta$	1.0* $M_{pl,Rd}$	6.92	7.00
	Staaf C/D	Lijflas $\Delta\Delta$	1.0* $M_{pl,Rd}$	5.77	7.00
	Staaf C/D	Positie boven		189.9	190.0
	Staaf C/D	Positie onder		-190.0	-189.9

Schot AB	Staafl A	Dikte	6.2.6.1	22.5	25.0
	Staafl A	Dikte	frmb 5.5.b	3.0	25.0
	Staafl A	Flenslas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	7.18	8.00
	Staafl A	Lengte		269.0	275.0 279.0
	Staafl A	Lengte	frmb 5.5.b	45.0	275.0
	Staafl B	Dikte	6.2.6.2	22.5	25.0
	Staafl B	Dikte	frmb 5.6.a	3.7	25.0
	Staafl B	Lengte		269.0	275.0 279.0
	Staafl B	Lijflas $\Delta\Delta$	1.0*MplRd	4.17	8.00

KRACHTEN Normaalkr. Dwarskr. Moment BC:2

Staafl A	0.00	0.00	0.00
Staafl B	0.00	0.00	0.00
Staafl D	672.00	51.00	0.00
Staafl C	672.00	51.00	0.00

BEZWIJKKRACHTEN

BC:2

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staafl C
Afsch. lijf staafl AB	552.48	(6.7)	$A_{vc} = 4117$	$\omega = 1.00$ $\beta = 0.00$
Druk lijf staafl AB	1963.21	(6.9)	269.9	Drukpunt 358.75
	1963.21	(6.9)	269.9	Drukpunt 21.25
	3254.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staafl AB	1963.21		269.9	$k_{wc} = 1.00$ $l_{rel} = 0.85$
	1963.21		269.9	$k_{wc} = 1.00$ $l_{rel} = 0.85$
	3254.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staafl C/D	1867.47	(6.21)		
	1867.47	(6.21)		
	3062.93	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Trek bout	90.26			
Trek boutrij	180.52			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staafl AB	714.24	(6.7)		
Stuik kopplaat	691.20	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	116.15	(6.7)		

TUSSENRESULTATEN LIGGERFLENS BUIGING

BC:2 Staafl C

Rij	p	m_1	e	n	m_2	alpha	l_{ef}	Formule	$F_{t,fc,Rd}$	Bezw.vorm
2	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	T6.2v2	161.30	2=Plt+Bout
1	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	T6.2v2	161.30	2=Plt+Bout
1- 2							598.3	T6.2v2	282.02	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN KOPPLAAT BUIGING

BC:2 Staafl C

Rij	p	m_1	e	n	m_2	alpha	l_{ef}	Formule	$F_{t,ep,Rd}$	Bezw.vorm
2	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	T6.2v2	152.75	2=Plt+Bout
1	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	T6.2v2	152.75	2=Plt+Bout
1- 2							660.9	T6.2v2	261.54	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN OVERIG

BC:2

Trek lijf staafl AB		Trek lijf staafl C/D		Lassen		Staafl C	
6.2.6.3 (6.15)		6.2.6.8 (6.22)		4.5.3.2 (4.1)			
Rij	b_{ef}	$F_{t,wc,Rd}$	b_{ef}	$F_{t,wb,Rd}$	b_{ef}	$F_{w,Rd}$	
2	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	929.48	

1	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	926.57
1- 2	598.3	1265.50	660.9	1941.48	660.9	1385.55

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

BC:2

EN3-1-8 art. 6.2.7.2

Reductie : Nee

Staaft C

Rij	$F_{t,Rd,herf}$	$F_{t,Rd}$	Arm	M	Criterium
2	152.75	152.75	258.8	39.52	Kopplaat: Plaat+Bout
1	108.79	108.79	78.8	8.57	Kopplaat: Plaat+Bout
Som F= 261.54 $M_{v,Rd} =$ 48.09					Bout/Plaat-combinatie
Moment tbv. lassen = 630.27					gebaseerd op 1.0*MplRd
$V_{v,Rd} =$ 116.15					Afsch.cap. bouten na red. trek

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:2

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaft C

i	Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
1	Afschuifzone lijf staaft AB	n.v.t.		
2	Drukzone lijf staaft AB	n.v.t.		
3	Trekzone lijf staaft AB	19.138	2.988	7%
4	Trekzone flens staaft AB	4.290	2.988	29%
5	Trekzone kopplaat	2.482	2.988	51%
10	Trekzone bouten	9.332	2.988	13%

STIJFHEID

BC:2

Maatgevend criterium: Trekzone kopplaat

Staaft C

Verh.	$M_{v,Rd}/Verh.$	Arm	S_j	ϕ
1.0	48.09	216	4109	0.01170
1.2	40.08	216	6723	0.00596
1.5	32.06	216	12280	0.00261

Bij een moment $M_v, Ed=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=12280$.**BEZWIJKKRACHTEN**

BC:2

Onderdeel	F_{Rd}	Formule	b_{eff}	Staaft D
Afsch. lijf staaft AB	552.48	(6.7)	$A_{vc} = 4117$ omega=1.00 beta=0.00	
Druk lijf staaft AB	1963.21	(6.9)	269.9 Drukpunt	358.75
	1963.21	(6.9)	269.9 Drukpunt	21.25
	3254.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Plooi lijf staaft AB	1963.21		269.9 kwc=1.00 $l_{rel}=0.85$	
	1963.21		269.9 kwc=1.00 $l_{rel}=0.85$	
	3254.42	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Drukzone kopplaat staaft C/D	1867.47	(6.21)		
	1867.47	(6.21)		
	3062.93	Som v.d. capaciteiten (gereduceerd ivm. N)		
Trek bout	90.26			
Trek boutrij	180.52			
Let op: De normaalkracht is verwerkt in bovengenoemde bezwijkkrachten.				
Dwarskrachtcapaciteiten:				
Stuik flens staaft AB	714.24	(6.7)		
Stuik kopplaat	691.20	(6.7)		
Afsch.cap. bouten na red. trek	116.15	(6.7)		

TUSSENRESULTATEN LIGGERFLENS BUIGING

BC:2 Staaft D

Rij	p	m_1	e	n	m_2	alpha	l_{ef}	Formule	$F_{t,fc,Rd}$	Bezw.vorm
2	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	T6.2v2	161.30	2=Plt+Bout
1	180	73.9	50.0	50.0	58.4	5.25	388.2	T6.2v2	161.30	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN LIGGERFLENS BUIGING

BC:2 Staaf D

Rij	p	m ₁	e	n	m ₂	alpha	l _{ef}	Formule	F _{t;fc;Rd}	Bezw.vorm
1- 2							598.3	T6.2v2	282.02	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN KOPPLAAT BUIGING

BC:2 Staaf D

Rij	p	m ₁	e	n	m ₂	alpha	l _{ef}	Formule	F _{t;ep;Rd}	Bezw.vorm
2	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	T6.2v2	152.75	2=Plt+Bout
1	180	85.8	50.0	50.0	59.6	5.17	443.4	T6.2v2	152.75	2=Plt+Bout
1- 2							660.9	T6.2v2	261.54	2=Plt+Bout

TUSSENRESULTATEN OVERIGBC:2
Staaf D

Trek lijf staaf AB			Trek lijf staaf C/D			Lassen	
6.2.6.3 (6.15)			6.2.6.8 (6.22)			4.5.3.2 (4.1)	
Rij	b _{ef}	F _{t,wc,Rd}	b _{ef}	F _{t,wb,Rd}	b _{ef}	F _{w,Rd}	
2	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	929.48	
1	388.2	821.09	443.4	1302.42	443.4	926.57	
1- 2	598.3	1265.50	660.9	1941.48	660.9	1385.55	

BOU TRIJKRACHTEN

Herverdeling: Nee

BC:2
Staaf D

EN3-1-8 art. 6.2.7.2

Reductie : Nee

Rij	F _{t,Rd,herv}	F _{t,Rd}	Arm	M	Criterium
2	152.75	152.75	258.8	39.52	Kopplaat: Plaat+Bout
1	108.79	108.79	78.8	8.57	Kopplaat: Plaat+Bout
Som F= 261.54 M _{v,Rd} = 48.09					Bout/Plaat-combinatie
Moment tbv. lassen = 630.27					gebaseerd op 1.0*MplRd
V _{v,Rd} = 116.15					Afsch.cap. bouten na red. trek

TUSSENRESULTATEN STIJFHEIDBC:2
Staaf D

bij M _{v,Rd} voor boutrij binnen trekflens (h ₁)				Bijdrage
i	Onderdeel	k _i	mu _i	
1	Afschuifzone lijf staaf AB	n.v.t.		
2	Drukzone lijf staaf AB	n.v.t.		
3	Trekzone lijf staaf AB	19.138	2.988	7%
4	Trekzone flens staaf AB	4.290	2.988	29%
5	Trekzone kopplaat	2.482	2.988	51%
10	Trekzone bouten	9.332	2.988	13%

STIJFHEIDBC:2
Staaf D

Maatgevend criterium: Trekzone kopplaat

Verh.	M _{v,Rd} /Verh.	Arm	S _j	φ
1.0	48.09	216	4109	0.01170
1.2	40.08	216	6723	0.00596
1.5	32.06	216	12280	0.00261

Bij een moment M_{v,Ed}=0.00 geldt een stijfheid S_j=12280.**TOETSING VERBINDING**

BC:2

Artikel	M _{v,Ed}	M _{v,Rd}	z	V _{wp,Ed}	V _{wp,Rd}	Toetsing
6.2.7.1	0.00	48.09				0.00
6.2.7.1	0.00	48.09				0.00
6.2.6.1			184	0.00	552.48	0.00

Met V_{wp,Ed} = (0.00 - -0.00) / 0.1839 - (-0.00 - 0.00) / 2

Let op: Normaalkrachten in staven C & D zijn verwerkt in de bezwijk- en/of de boutrijkrachten. De conservatieve toetsingsformule van EN 1993-1-8 art. 6.2.7.1 (3) is niet gebruikt.

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:2

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaaf C	HEB360	EN3-1-1	6.2.4	(6.9)
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)
		EN3-1-1	6.2.1	N+D
		EN3-1-8	T.3.4	
Staaaf D	HEB360	EN3-1-1	6.2.4	(6.9)
		EN3-1-1	6.2.6	(6.17)
		EN3-1-1	6.2.1	N+D
		EN3-1-8	T.3.4	

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:2

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaaf C	48.09	630.27	Scharnierend
Staaaf D	48.09	630.27	Scharnierend

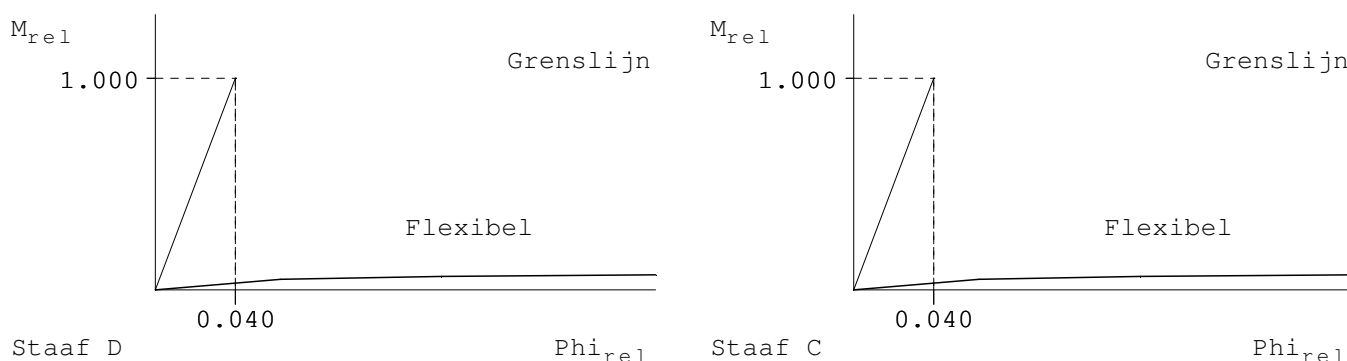
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

BC:2

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.063	0.051	
	3	0.040	1.000	0.143	0.064	
	4	0.040	1.000	0.281	0.076	
Staaaf D	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.040	1.000	0.063	0.051	
	3	0.040	1.000	0.143	0.064	
	4	0.040	1.000	0.281	0.076	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:2

**WAARSCHUWINGEN**

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaaf C/D	Kracht	1 6.3.1(4)	672.0	212.2
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% \cdot N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.					

CONTROLES

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij	Item	Ernst	Art./ (Frm.)	Min.	Waarde	Max.
Bout	Staaf C/D	1	HOH-afstand p1	3.5(1)		39.6	180.0	200.0
	Staaf C/D	1	HOH-afstand p2	3.5(1)		96.3	200.0	200.0
	Staaf C/D	2	HOH-afstand p2	3.5(1)		96.3	200.0	200.0
Bout (Plaat)	Staaf C/D	1	Eindafstand e1	3.5(1)		21.6	100.0	
	Staaf C/D	2	Eindafstand e1	3.5(1)		21.6	100.0	
Kopplaat	Staaf C/D		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd		6.92	7.00	
	Staaf C/D		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd		5.77	7.00	
	Staaf C/D		Positie boven			189.9	190.0	
	Staaf C/D		Positie onder				-190.0	-189.9
Schot AB	Staaf A		Dikte	6.2.6.1		22.5	25.0	
	Staaf A		Dikte	frmb 5.5.b		3.0	25.0	
	Staaf A		Flenslas ΔΔ	1.0*MplRd		7.18	8.00	
	Staaf A		Lengte			269.0	275.0	279.0
	Staaf A		Lengte	frmb 5.5.b		45.0	275.0	
	Staaf B		Dikte	6.2.6.2		22.5	25.0	
	Staaf B		Dikte	frmb 5.6.a		3.7	25.0	
	Staaf B		Lengte			269.0	275.0	279.0
	Staaf B		Lijflas ΔΔ	1.0*MplRd		4.17	8.00	

Dimensies.....: [kN] [kNm] [mm] [graden] [N/mm2] [kNm/rad]

Datum.....: 21-02-2020

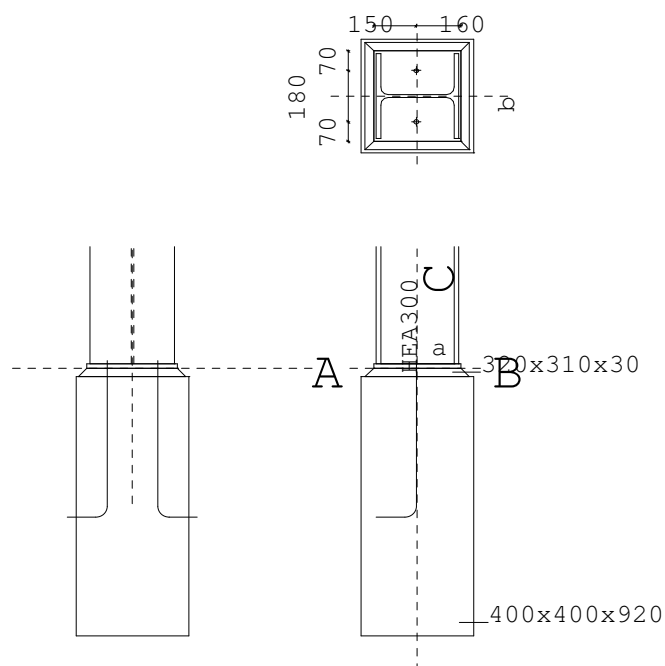
Bestand.....: voetplaat as 6_midden.vrb

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011(nl)	C2/A1:2015(nl)	NB:2016(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

VERBINDINGEN - BASISGEGEVENS

Verbindingstype	Voetplaat
Rekenwaarde vloeispanning $f_{y;d}$ platen	235
Hoek basis staaf AB t.o.v. globale as (linksom positief)	0
Classificatie constructie	Ongeschoord
Rekenmodel gebruikt bij de mechanicaresultaten	1e orde elastisch
Statisch systeem	Statisch onbepaald
Verbinding t.p.v. plastisch scharnier	Nee
Alternatieve methode T-stuk volgens EN 1993-1-8 tabel 6.2	Ja
Is poer gewapend?	Ja

**LEGENDA**

Onderdeel	Afmetingen	Aantal Lassen (d=dubb. hoeklas)
a Voetplaat	320x310-15	1 $a_w=6d$ $a_f=6d$
b Anker	2*M16 4.6	1 $L_{b1}=500$ $r=40.0$ $L_{b2}=100$ $L_{b,tot}=681$

PROFIELEN

	Naam	Lengte	Prod.meth.	Exc	Hoek	$f_{y;d}$
Staaft C	HEA300	3500	Gewalst	0	0	235

PROFIELGEGEVENS [mm]

Gewalst Klasse 1 HEA300

h :	290.0	i _y :	127.4	A :	11250.0	W _{ey} :	1260.0E3	I _y :	18260.0E4
b :	300.0	i _z :	74.9			W _{ez} :	421.0E3	I _z :	6310.0E4
t _w :	8.5	r :	27.0			W _{py} :	1384.0E3	I _t :	87.8E4
t _f :	14.0					W _{pz} :	642.0E3	I _w :	1199772.0E6

PLATEN

	Plaats	h	b	t	Exc	a _w	a _f	a _e	Hoek	Las	f _{y;d}
Voetplaat	Staaft C	310	320	15.0	0	ΔΔ6	ΔΔ6				235

Δ = Enkele stompe of hoeklas of dubbele hoeklas met slechts 1 las effectief

ΔΔ = Dubbele hoeklas

ANKERS

	d	kw	h	milieu	lengte	v (vanaf zijde C)
--	---	----	---	--------	--------	-------------------

Staaft C	M16	4.6	180	Niet-corr.	500	160
----------	-----	-----	-----	------------	-----	-----

ANKERGEGEVENS

d	d ₀	d _m	d _{kop}	t _{kop}	d _{moer}	t _{moer}	A	A _s	γ _M	f _{ybd}	f _{tbd}	Draad
16.0	20.0	33.3	24.0	10.0	24.0	13.0	201.1	156.7	1.25	240	400	Gesneden
d	Type	L _{b1}	r	L _{b2}	L _{b, aanw}	L _{b, tot}	A _{st}	K	P _{ldr}			
M16	Haak	500	40	100		460	518	0	0.00	0.0		

BETON EN VOEG

	Lengte	Breedte	Dikte	Helling	Kwaliteit
Beton	400	400	920.0	90.0	C30/37
Voeg	310	320	30.0	45.0	C55/67

KRACHTEN

	Normaalkr.	Dwarskr.	Moment
--	------------	----------	--------

BC:1

Staaft C	600.00	25.00	0.00
----------	--------	-------	------

RESULTATEN DRUKZONE

BC:1

Vergrotingsfactor	k _c	:	1.27	
Rekenwaarde druksterkte	f _{c, Rd}	:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f _{jd}	:	16.93	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	56 * 320
		:		197 * 73
		:		56 * 320
Max. drukoppervlakte		:		50428
Spreidingsmaat // flenzen	l _s	:	32.26	
Spreidingsmaat // lijf	l _{s lijf}	:	32.26	
Rek meest gedrukte zijde	eps _c	:	0.00091	
Spanning meest gedrukte zijde	sigma _c	:	11.90	
Rek minst gedrukte zijde	eps _t	:	0.00091	N.B. Er is niet gerekend op
Spanning minst gedrukte zijde	sigma _t	:	11.90	druk in de ankers.
Momentcapaciteit		:	31.53	
Moment tbv. lassen		:	260.19	gebaseerd op 0.8*MplRd
Max. opneembare dwarskracht		:	156.91	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTE

$$l_{b, tot} = l_{b, aanw} + t_{moer} + t_{p1} + t_{voeg} = 460 + 13 + 15 + 30 = 518 \text{ mm (druk)}$$

$$\eta_1 = 1.00 \quad f_{aanh.} = 2.0 \text{ (aanhechtingsfactor)}$$

$$\eta_2 = 1.00 \quad f_{vergr.} = 1.7 \text{ (vergrotingsfactor)}$$

$$\sigma_{sd} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{bd} = f_{aanh.} * \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * l_{b, reqd}$$

$$= 2.0 * 1.00 * 1.000 * 1.0 * 1.0 * 0 = 0 \text{ mm}$$

$$l_{b, min} = 160 \text{ mm}$$

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:1

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaf C

i	Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13	Drukzone beton	9.557	2.988	100%
15	Buiging/trek voetplaat	n.v.t.		
16	Trekzone ankerbout	n.v.t.		

STIJFHEID

BC:1

Maatgevend criterium: Drukzone beton

Staaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	31.53	276	25579	0.00123
1.2	26.28	276	41848	0.00063
1.5	21.02	276	76442	0.00027

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=76442$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:1

Artikel	Toetsing					
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	6192 /	13219	=	0.47
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	11.90 /	16.93	=	0.70
EN2 8.4.4	$L_{bd} / L_{b,aanw}$	=	160.0 /	460.0	=	0.35

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:1

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaf C	HEA300	EN3-1-1	6.2.4 (6.9)	0.23
		EN3-1-1	6.2.6 (6.17)	0.05
		EN3-1-1	6.2.1 N+D	0.28
		EN3-1-8	6.2.2 (7) (6.2)	0.16

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:1

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	31.53	325.24	Scharnierend

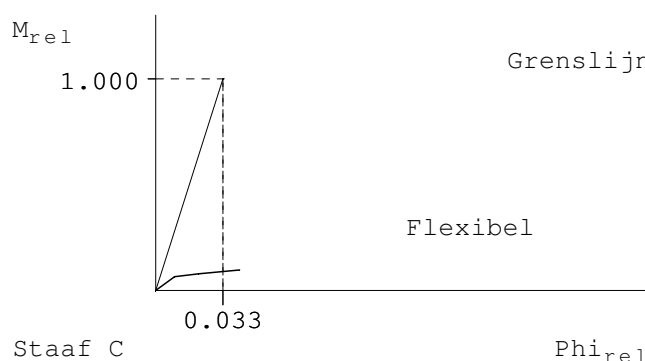
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

BC:1

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.009	0.065	
	3	0.033	1.000	0.021	0.081	
	4	0.033	1.000	0.042	0.097	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:1



WAARSCHUWINGEN

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	600.0	132.2
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.					

CONTROLES

BC:1

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art. / (Frm.)	Min. Waarde	Max.
Anker	Staaf C	Lengte	EN2 8.4.4	160.0	460.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	58.7	180.0 272.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	150.0
Voeg	Staaf C	Betonsterkte	6.2.5	6.0	55.0
	Staaf C	Dikte	6.2.5	30.0	62.0
Voetplaat	Staaf C	Dikte	6.2.5	12.6	15.0
	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	0.8*MplRd	5.17	6.00
	Staaf C	Lijflas $\Delta\Delta$	0.8*MplRd	3.14	6.00
	Staaf C	Positie boven		153.5	155.0
	Staaf C	Positie onder		-155.0	-153.5

KRACHTEN Normaalkr. Dwarskr. Moment

BC:2

Staaf C	300.00	25.00	0.00
---------	--------	-------	------

RESULTATEN DRUKZONE

BC:2

Vergrotingsfactor	k_c	:	1.27	
Rekenwaarde druksterkte	$f_{c,Rd}$:	20.00	
Rekenwaarde druksterkte	f_{jd}	:	16.93	
Vorm van de indrukkingsprent		:	I-vormig	56 * 320
		:		197 * 73
		:		56 * 320
Max. drukoppervlakte		:		50428
Spreidingsmaat // flenzen	l_s	:	32.26	
Spreidingsmaat // lijf	$l_{s\ lijf}$:	32.26	
Rek meest gedrukte zijde	ϵ_{sc}	:	0.00039	
Spanning meest gedrukte zijde	σ_c	:	5.95	
Rek minst gedrukte zijde	ϵ_{st}	:	0.00039	N.B. Er is niet gerekend op
Spanning minst gedrukte zijde	σ_t	:	5.95	druk in de ankers.
Momentcapaciteit		:	43.11	
Moment tbv. lassen		:	260.19	gebaseerd op 0.8*MplRd
Max. opneembare dwarskracht		:	96.91	Crit.: Afsch.cap.ankers
Trekcapaciteit ankerrij		:	76.72	

RESULTATEN VERANKERINGSLENGTE

$$l_{b,tot} = l_{b,aanw} + t_{moer} + t_{p1} + t_{voeg} = 460 + 13 + 15 + 30 = 518 \text{ mm (druk)}$$

$$\eta_1 = 1.00 \quad f_{aanh.} = 2.0 \text{ (aanhechttingsfactor)}$$

$$\eta_2 = 1.00 \quad f_{vergr.} = 1.7 \text{ (vergrotingsfactor)}$$

$$\sigma_{sd} = 0.0 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{bd} = f_{aanh.} * \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * l_{b,rqd}$$

$$= 2.0 * 1.00 * 1.000 * 1.0 * 1.0 * 0 = 0 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = 160 \text{ mm}$$

TUSSENRESULTATEN STIJFHEID

BC:2

bij $M_{v,Rd}$ voor boutrij binnen trekflens (h_1)

Staaf C

i	Onderdeel	k_i	μ_i	Bijdrage
13	Drukzone beton	6.481	2.988	12%
15	Buiging/trek voetplaat	2.387	2.988	32%
16	Trekzone ankerbout	1.397	2.988	56%

STIJFHEID

BC:2

Maatgevend criterium: Trekzone ankerbout

Staaf C

Verh.	$M_{v,Rd}/\text{Verh.}$	Arm	S_j	ϕ
1.0	43.11	122	2851	0.01512
1.2	35.92	122	4665	0.00770
1.5	28.74	122	8521	0.00337

Bij een moment $M_{v,Ed}=0.00$ geldt een stijfheid $S_j=8521$.**TOETSING VOETPLAAT-VERBINDING**

BC:2

Artikel	Toetsing					
6.2.6.5	$m_{Ed} / m_{pl,Rd}$	=	3096 /	13219	=	0.23
6.2.6.5	σ_{Ed} / f_{jd}	=	5.95 /	16.93	=	0.35
EN2 8.4.4	$L_{bd} / L_{b,aanw}$	=	160.0 /	460.0	=	0.35

TOETSING PROFIELEN EN AFSCHUIVING

BC:2

Plaats	Profiel	Artikel	Formule	Toetsing
Staaf C	HEA300	EN3-1-1	6.2.4 (6.9)	0.11
		EN3-1-1	6.2.6 (6.17)	0.05
		EN3-1-1	6.2.1 N+D	0.16
		EN3-1-8	6.2.2 (7) (6.2)	0.26

MOMENTCLASSIFICATIE EN3-1-8 art.5.2.3

BC:2

Plaats	$M_{v,Rd}$	$M_{v,Rd,staaf}$	Classificatie
Staaf C	43.11	325.24	Scharnierend

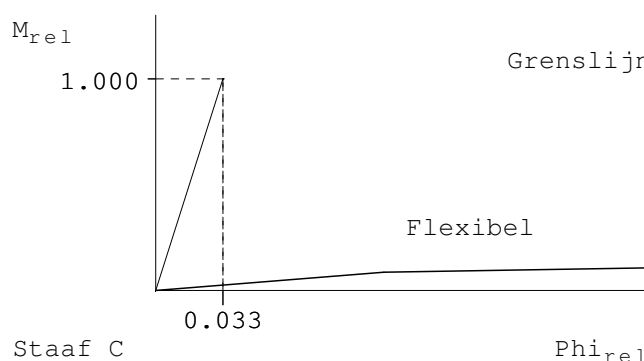
STIJFHEIDSClassificatie EN3-1-8 art.5.2.2

BC:2

Plaats	Punt	Grenswaarden		Actuele waarden		Classificatie
		Φ_{rel}	m_{rel}	Φ_{rel}	m_{rel}	
Staaf C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	Flexibel
	2	0.033	1.000	0.114	0.088	
	3	0.033	1.000	0.259	0.110	
	4	0.033	1.000	0.509	0.133	

M-PHI DIAGRAM EN3-1-8 fig. 5.4 Ongeschoord

BC:2



WAARSCHUWINGEN

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Profiel	Staaf C	Kracht	1 6.3.1(4)	300.0	132.2
Berekening rotatiestijfheid volgens EN 1993-1-8 geldt niet voor ligger-kolom verbinding of liggerstuik waarbij $N_{Ed} > 5\% * N_{pl,Rd}$. De berekende rotatiestijfheid is daarom slechts indicatief.					

CONTROLES

BC:2

Onderdeel	Plaats	Rij Item	Ernst Art./(Frm.)	Min. Waarde	Max.
Anker	Staaf C	Lengte	EN2 8.4.4	160.0	460.0
	Staaf C	1 HOH-afstand p2	3.5(1)	58.7	180.0 272.0
Anker (Plaat)	Staaf C	1 Eindafstand e1	3.5(1)	24.0	150.0
Voeg	Staaf C	Betonsterkte	6.2.5	6.0	55.0
	Staaf C	Dikte	6.2.5	30.0	62.0
Voetplaat	Staaf C	Dikte	6.2.5	8.9	15.0
	Staaf C	Flenslas $\Delta\Delta$	0.8*MplRd	5.17	6.00
	Staaf C	Lijflas $\Delta\Delta$	0.8*MplRd	3.14	6.00
	Staaf C	Positie boven		153.5	155.0
	Staaf C	Positie onder		-155.0	-153.5

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ
 Onderdeel.....: Portaal voorgevel
 Dimensies.....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Datum.....: 20/05/2019
 Bestand.....: I:\Gdv\2019\20196237\Ber\U0\TS-bestanden\portaal
 voorgevel as 6.rww

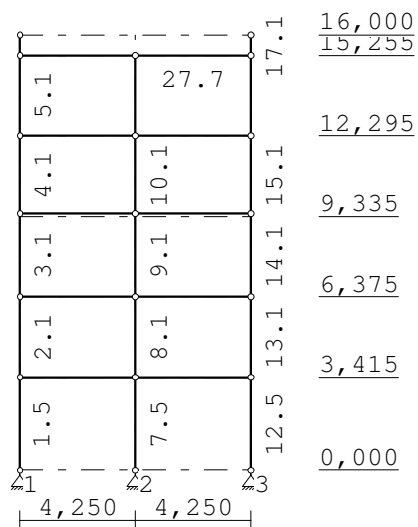
Belastingbreedte.: 4.400
 Rekenmodel.....: 1e-orde-elastisch.
 Theorie voor de bepaling van de krachtsverdeling:
 Geometrisch lineair.
 Fysisch lineair.

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

GEOMETRIE



STRAMIENLIJNEN

Nr.	Naam	X	Z-min	Z-max
1		0.000	0.000	16.000
2		4.250	0.000	16.000
3		8.500	0.000	16.000

NIVEAUS

Nr.	Z	X-min	X-max
1	0.000	0.000	8.500
2	3.415	0.000	8.500
3	6.375	0.000	8.500
4	9.335	0.000	8.500
5	12.295	0.000	8.500
6	15.255	0.000	8.500

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

NIVEAUS

Nr.	Z	X-min	X-max
7	16.000	0.000	8.500

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05
2	S355	210000	78.5	0.30	1.2000e-05
3	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	HEB300	1:S235	1.4910e+04	2.5170e+08	0.00
2	SFB190-HEA200+ 100/200*10	2:S355	8.3917e+03	5.6274e+07	0.00
3	SFB200-HEB200+ 100/200*10	2:S355	1.0817e+04	8.0941e+07	0.00
4	HEA300	1:S235	1.1250e+04	1.8260e+08	0.00
5	HEB360	1:S235	1.8060e+04	4.3190e+08	0.00
6	HEB220	3:S235	9.1000e+03	8.0910e+07	0.00
7	HEB200	3:S235	7.8100e+03	5.6960e+07	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	300	300	150.0					
2	0:Normaal	300	200	69.3					
3	0:Normaal	300	210	80.9					
4	0:Normaal	300	290	145.0					
5	0:Normaal	300	360	180.0					
6	0:Normaal	220	220	110.0					
7	0:Normaal	200	200	100.0					

KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	0.000	6	8.500	3.415
2	4.250	0.000	7	0.000	6.375
3	8.500	0.000	8	4.250	6.375
4	0.000	3.415	9	8.500	6.375
5	4.250	3.415	10	0.000	9.435
11	4.250	9.435	16	0.000	15.255
12	8.500	9.435	17	8.500	15.255
13	0.000	12.295	18	0.000	16.000
14	4.250	12.295	19	8.500	16.000
15	8.500	12.295	20	4.250	15.255

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	4	5:HEB360	NDV	NDV	3.415	2
2	4	7	1:HEB300	NDV	NDV	2.960	2
3	7	10	1:HEB300	NDV	NDV	3.060	2
4	10	13	1:HEB300	NDV	NDV	2.860	2
5	13	16	1:HEB300	NDV	NDV	2.960	2
6	16	18	1:HEB300	NDV	NDM	0.745	2
7	2	5	5:HEB360	NDV	NDV	3.415	2
8	5	8	1:HEB300	NDV	NDV	2.960	2
9	8	11	1:HEB300	NDV	NDV	3.060	2
10	11	14	1:HEB300	NDV	NDV	2.860	2
11	14	20	1:HEB300	NDV	NDV	2.960	2
12	3	6	5:HEB360	NDV	NDV	3.415	2
13	6	9	1:HEB300	NDV	NDV	2.960	2
14	9	12	1:HEB300	NDV	NDV	3.060	2
15	12	15	1:HEB300	NDV	NDV	2.860	2
16	15	17	1:HEB300	NDV	NDV	2.960	2
17	17	19	1:HEB300	NDV	NDM	0.745	2
18	4	5	4:HEA300	NDM	NDM	4.250	
19	5	6	4:HEA300	NDM	NDM	4.250	
20	7	8	6:HEB220	NDM	NDM	4.250	
21	8	9	6:HEB220	NDM	NDM	4.250	
22	10	11	6:HEB220	NDM	NDM	4.250	
23	11	12	6:HEB220	NDM	NDM	4.250	
24	13	14	6:HEB220	NDM	NDM	4.250	
25	14	15	6:HEB220	NDM	NDM	4.250	
26	16	20	7:HEB200	NDM	NDM	4.250	
27	20	17	7:HEB200	NDM	NDM	4.250	

Opmerkingen

[2] De momentveerwaarde is vastgelegd met een tri-lineair
moment-veerstijfheidsdiagram volgens onderstaande tabel

STAVEN (vervolg - tri-lineair moment-veerstijfheidsdiagram)

St.	Kn.	Mvud	Cvud	Cvud (Mvud/1.2)	Cvud (Mvud/1.5)
1	1	9.82	38990	63789	116520
	4	-154.41	14462	23660	43219
		163.45	14871	24329	44441
2	4	-115.00	10048	16440	30029
		132.58	11354	18576	33931
	7	-56.25	4297	7030	12841
		57.84	4438	7261	13263
3	7	-53.04	3904	6387	11667
		54.56	4039	6608	12070
	10	-56.25	4297	7030	12841
		57.84	4438	7261	13263
4	10	-53.04	3904	6387	11667
		54.56	4039	6608	12070

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel.....: Portaal voorgevel

STAVEN (vervolg - tri-lineair moment-veerstijfheidsdiagram)

St.	Kn.	Mvud	Cvud	Cvds (Mvud/1.2)	Cvds (Mvud/1.5)
	13	-56.25	4297	7030	12841
		57.84	4438	7261	13263
5	13	-53.04	3904	6387	11667
		54.56	4039	6608	12070
	16	-37.01	2809	4596	8394
		35.62	2909	4758	8692
6	16	-36.93	3598	5886	10752
		37.81	3771	6170	11270
7	2	9.82	38990	63789	116520
	5	-229.09	22943	37535	68564
		226.93	22687	37116	67799
8	5	-180.06	17241	28207	51525
		176.90	16356	26760	48881
	8	39.25	3914	6404	11698
9	8	39.25	3831	6268	11450
	11	39.25	3914	6404	11698
10	11	39.25	3831	6268	11450
	14	39.25	3914	6404	11698
11	14	39.25	3831	6268	11450
	20	51.27	4492	7348	13423
12	3	9.82	38990	63789	116520
	6	-163.45	14871	24329	44441
		154.41	14462	23660	43219
13	6	-132.58	11354	18576	33931
		115.00	10048	16440	30029
	9	-54.56	4039	6608	12070
		53.04	3904	6387	11667
14	9	-57.84	4438	7261	13263
		56.25	4297	7030	12841
	12	-54.56	4039	6608	12070
		53.04	3904	6387	11667
15	12	-57.84	4438	7261	13263
		56.25	4297	7030	12841
	15	-54.56	4039	6608	12070
		53.04	3904	6387	11667
16	15	-57.84	4438	7261	13263
		56.25	4297	7030	12841
	17	-37.81	3771	6170	11270
		36.93	3598	5886	10752
17	17	-35.62	2909	4758	8692
		37.01	2809	4596	8394

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode	XZR	1=vast	0=vrij	Hoek
1	1	110				0.00
2	2	110				0.00
3	3	110				0.00

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

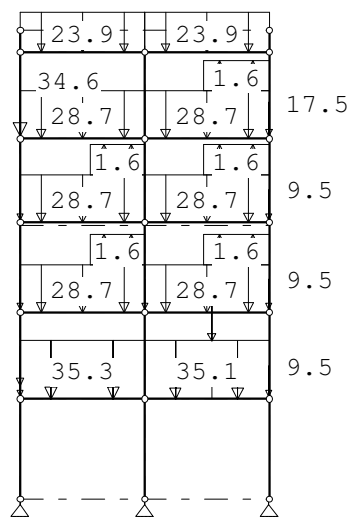
BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	EGZ	Type
1	Permanente belasting	EGZ=-1.00	1
2	Ver. bel. mom		2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)
3	Ver. bel. ex		3 Ver. bel. pers. ed. (F_rep)
4	Wind van links		7 Wind van links onderdruk A
5	Wind van rechts		8 Wind van links overdruk A
6	Sneeuw A		22
7	Knik		0 Onbekend

BELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	13	Z	-34.600			
2	15	Z	-17.500			
3	10	Z	-9.500			
4	12	Z	-9.500			
5	7	Z	-9.500			
6	8	Z	-9.500			
7	9	Z	-9.500			
8	4	Z	-9.500			
9	6	Z	-9.500			
10	4	Z	-20.400			

STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staat	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
18	1:QZLokaal	-35.30	-35.30	0.000	0.000			
19	1:QZLokaal	-35.10	-35.10	0.000	0.000			
20	1:QZLokaal	-28.70	-28.70	0.000	0.000			
21	1:QZLokaal	-28.70	-28.70	0.000	0.000			
22	1:QZLokaal	-28.70	-28.70	0.000	0.000			
23	1:QZLokaal	-28.70	-28.70	0.000	0.000			

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

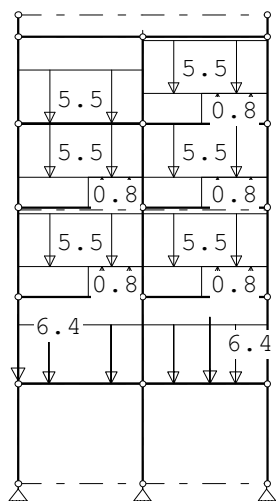
STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staat	Type	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
24	1:QZLokaal	-28.70	-28.70	0.000	0.000			
25	1:QZLokaal	-28.70	-28.70	0.000	0.000			
26	1:QZLokaal	-23.90	-23.90	0.000	0.000			
27	1:QZLokaal	-23.90	-23.90	0.000	0.000			
19	10:PZGepro.j.	-20.40		2.300				
25	1:QZLokaal	1.60	1.60	2.000	0.000			
22	1:QZLokaal	1.60	1.60	2.400	0.000			
23	1:QZLokaal	1.60	1.60	2.000	0.000			
20	1:QZLokaal	1.60	1.60	2.400	0.000			
21	1:QZLokaal	1.60	1.60	2.000	0.000			

BELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. mom

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:2 Ver. bel. mom

Last	Knoop	Richting	waarde	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	4	Z	-6.400	0.4	0.5	0.3

STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. mom

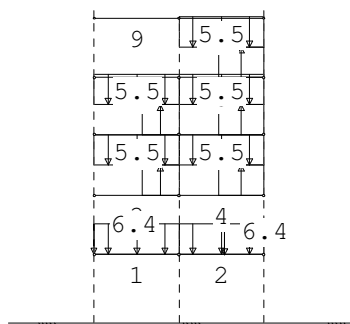
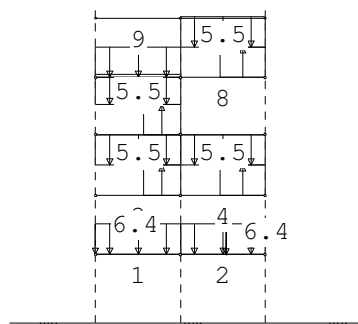
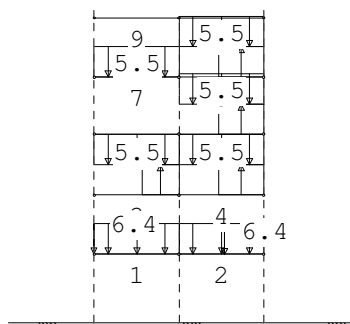
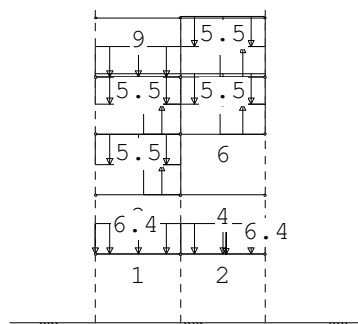
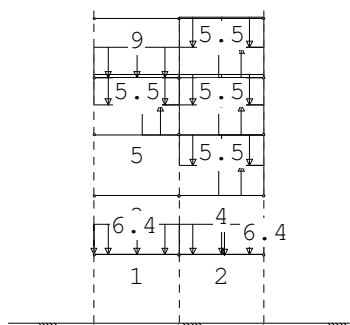
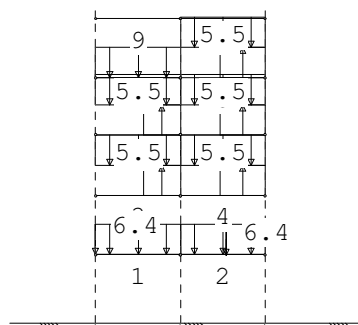
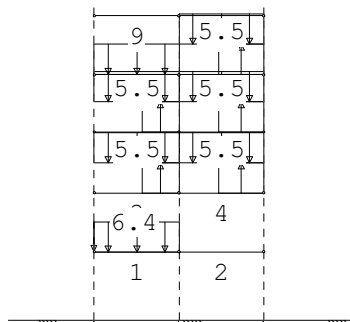
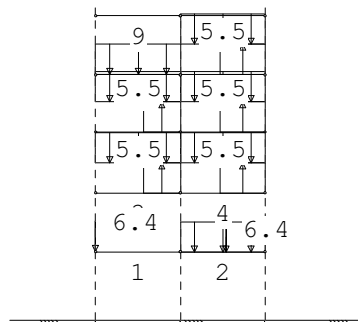
Staat	Type	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
18	3:QZgeProj.	-6.10	-6.10	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
19	3:QZgeProj.	-6.10	-6.10	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
20	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
21	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
22	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
23	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
24	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
25	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
19	10:PZGepro.j.	-6.40		2.300		0.4	0.5	0.3
25	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.000	0.000	0.0	0.0	0.0
22	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.400	0.000	0.0	0.0	0.0
23	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.000	0.000	0.0	0.0	0.0
20	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.400	0.000	0.0	0.0	0.0
21	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.000	0.000	0.0	0.0	0.0

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:2 Ver. bel. mom

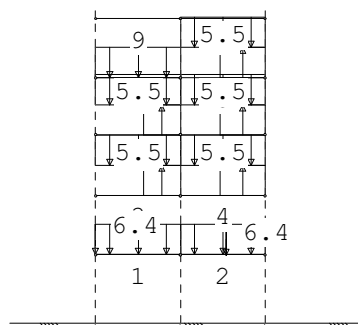
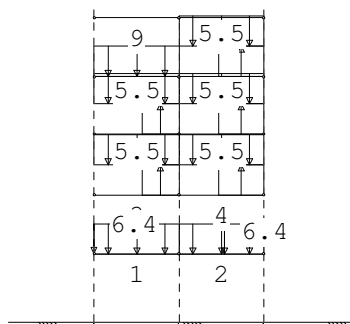
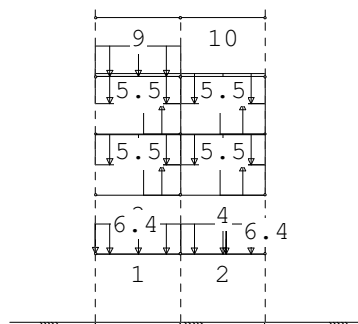


Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:2 Ver. bel. mom

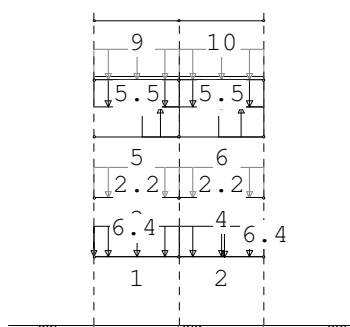
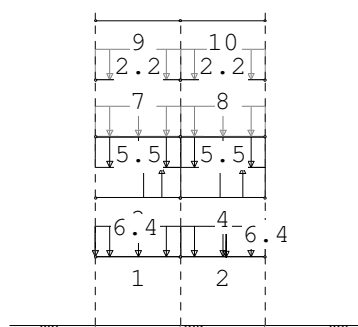
**SITUATIES BELAST/ONBELAST**

Belastingtype: P-rep

Nr Lastvelden belast	Lastvelden onbelast
1 2-10	1
2 1,3-10	2
3 1-10	
4 1,2,4-10	3
5 1-3,5-10	4
6 1-4,6-10	5
7 1-5,7-10	6
8 1-6,8-10	7
9 1-7,9,10	8
10 1-8,10	9
11 1-9	10

SITUATIES EXTREME VERDIEPINGSVLOEREN

B.G:2 Ver. bel. mom

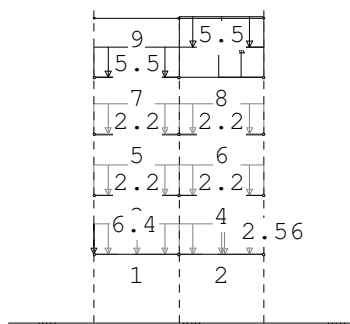
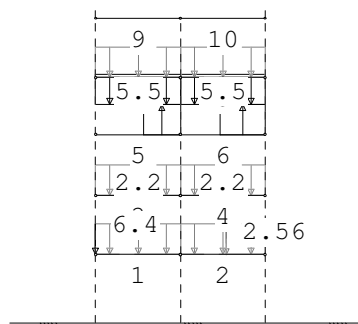
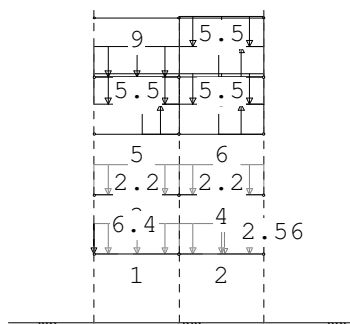
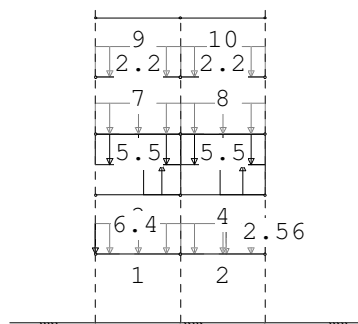
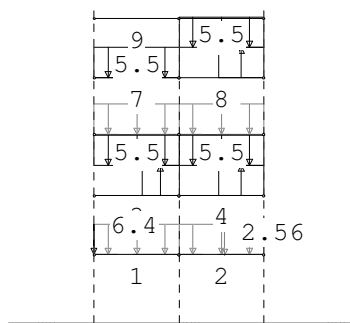
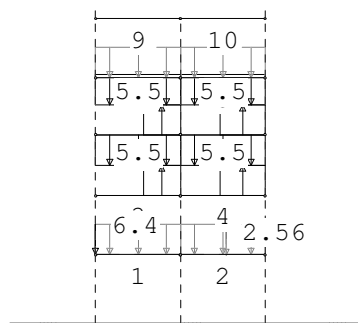
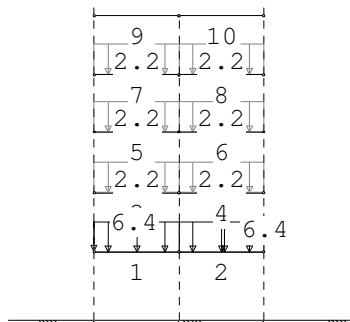
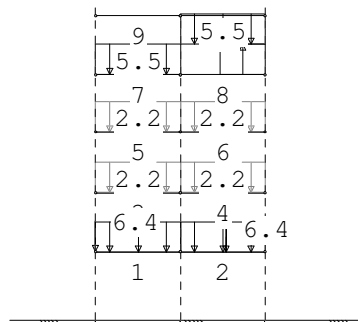


Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

SITUATIES EXTREME VERDIEPINGSVLOEREN

B.G:2 Ver. bel. mom



Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

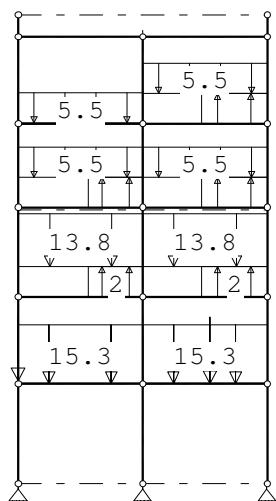
SITUATIES EXTREME VERDIEPINGSVLOEREN

Belastingtype: P-rep

Nr Verdieping extreem belast	Verdieping *Psi0 belast
1 1,2	3-5
2 1,3	2,4,5
3 1,4	2,3,5
4 1,5	2-4
5 2,3	1,4,5
6 2,4	1,3,5
7 2,5	1,3,4
8 3,4	1,2,5
9 3,5	1,2,4
10 4,5	1-3

BELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. ex

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:3 Ver. bel. ex

Last	Knoop	Richting	waarde	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	4	Z	-13.100	0.4	0.5	0.3

STAAFBELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. ex

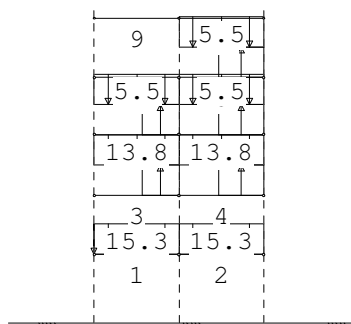
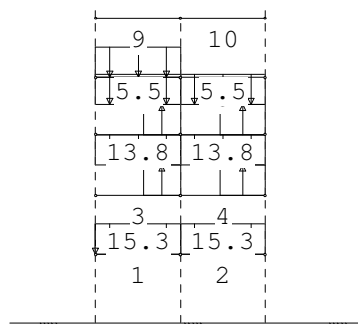
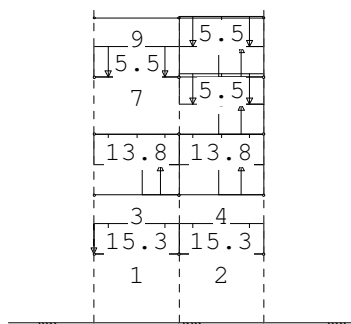
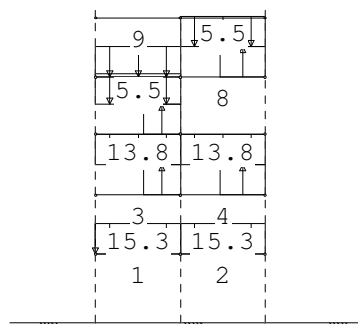
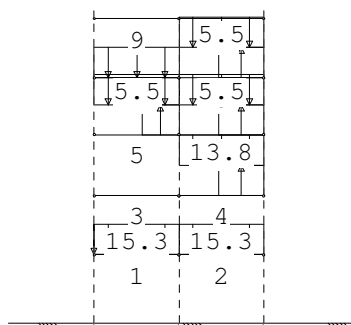
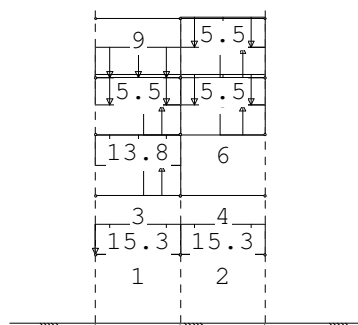
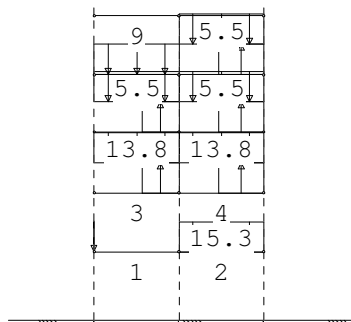
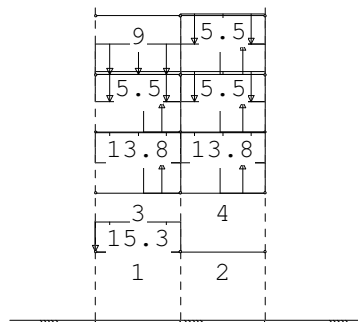
Staat	Type	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
18	3:QZgeProj.	-15.30	-15.30	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
19	3:QZgeProj.	-15.30	-15.30	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
20	3:QZgeProj.	-13.80	-13.80	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
21	3:QZgeProj.	-13.80	-13.80	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
22	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
23	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
24	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
25	3:QZgeProj.	-5.50	-5.50	0.000	0.000	0.4	0.5	0.3
19	10:PZGeproproj.	-13.10		2.300		0.4	0.5	0.3
25	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.000	0.000	0.0	0.0	0.0
22	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.400	0.000	0.0	0.0	0.0
23	1:QZLokaal	0.80	0.80	2.000	0.000	0.0	0.0	0.0
20	1:QZLokaal	2.00	2.00	2.400	0.000	0.0	0.0	0.0
21	1:QZLokaal	2.00	2.00	2.000	0.000	0.0	0.0	0.0

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:3 Ver. bel. ex

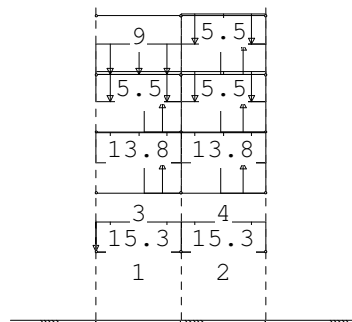
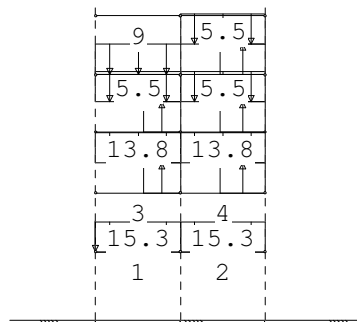


Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:3 Ver. bel. ex

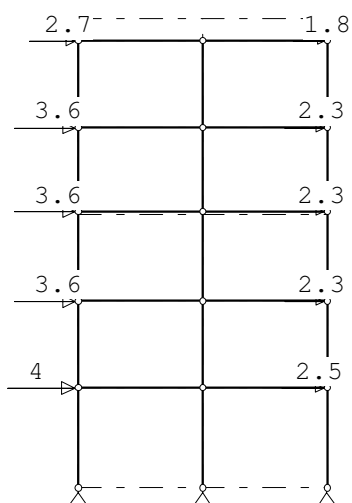
**SITUATIES BELAST/ONBELAST**

Belastingtype: F-rep

Nr Lastvelden belast	Lastvelden onbelast
1 1,3-10	2
2 2-10	1
3 1-3,5-10	4
4 1,2,4-10	3
5 1-5,7-10	6
6 1-4,6-10	5
7 1-7,9,10	8
8 1-6,8-10	7
9 1-9	10
10 1-8,10	9

BELASTINGEN

B.G:4 Wind van links

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:4 Wind van links

Last	Knoop	Richting	waarde	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	16	X	2.700	0.0	0.2	0.0
2	17	X	1.800	0.0	0.2	0.0
3	13	X	3.600	0.0	0.2	0.0
4	15	X	2.300	0.0	0.2	0.0
5	10	X	3.600	0.0	0.2	0.0

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

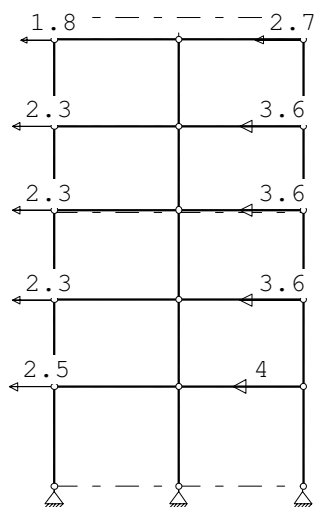
KNOOPBELASTINGEN

B.G:4 Wind van links

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
6	12	X	2.300	0.0	0.2	0.0
7	7	X	3.600	0.0	0.2	0.0
8	9	X	2.300	0.0	0.2	0.0
9	4	X	4.000	0.0	0.2	0.0
10	6	X	2.500	0.0	0.2	0.0

BELASTINGEN

B.G:5 Wind van rechts

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:5 Wind van rechts

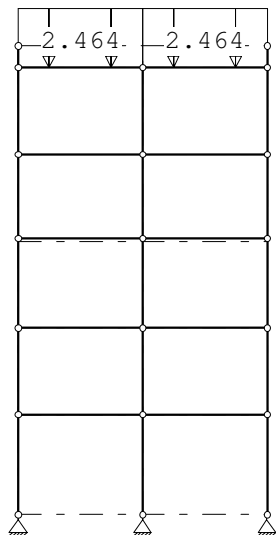
Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	16	X	-1.800	0.0	0.2	0.0
2	17	X	-2.700	0.0	0.2	0.0
3	13	X	-2.300	0.0	0.2	0.0
4	15	X	-3.600	0.0	0.2	0.0
5	10	X	-2.300	0.0	0.2	0.0
6	12	X	-3.600	0.0	0.2	0.0
7	7	X	-2.300	0.0	0.2	0.0
8	9	X	-3.600	0.0	0.2	0.0
9	4	X	-2.500	0.0	0.2	0.0
10	6	X	-4.000	0.0	0.2	0.0

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

BELASTINGEN

B.G:6 Sneeuw A

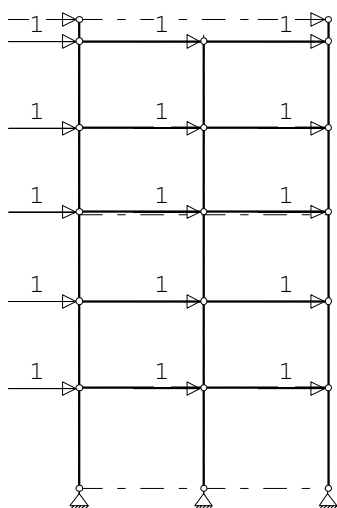
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:6 Sneeuw A

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
26	3:QZgeProj.	-2.46	-2.46	0.000	0.000	0.0	0.2	0.0
27	3:QZgeProj.	-2.46	-2.46	0.000	0.000	0.0	0.2	0.0

BELASTINGEN

B.G:7 Knik

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:7 Knik

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	4	X	1.000			
2	5	X	1.000			
3	6	X	1.000			
4	7	X	1.000			
5	8	X	1.000			
6	9	X	1.000			

Project.....: 20196237 – Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel.....: Portaal voorgevel

KNOOPBELASTINGEN

B.G:7 Knik

Last	Knoop	Richting	waarde	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
	7	10 X	1.000			
	8	11 X	1.000			
	9	12 X	1.000			
	10	13 X	1.000			
	11	14 X	1.000			
	12	15 X	1.000			
	13	16 X	1.000			
	14	17 X	1.000			
	15	18 X	1.000			
	16	19 X	1.000			
	17	20 X	1.000			

REACTIES

Kn.	B.G.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	1	5.55		389.52			
1	2	-0.09	1.01	12.13	38.15		
1	3	-0.21	2.48	45.71	91.65		
1	4	-7.77		-30.21			
1	5	7.96		30.20			
1	6	0.01		4.68			
1	7	-4.58		-20.26			
2	1	1.21		720.16			
2	2	-1.07	1.46	44.21	76.55		
2	3	-2.69	3.47	142.80	185.12		
2	4	-13.00		0.02			
2	5	12.93		-0.01			
2	6	0.00		11.59			
2	7	-7.72		-0.03			
3	1	-6.77		355.98			
3	2	-1.39	0.08	12.29	33.75		
3	3	-3.26	0.20	41.20	80.48		
3	4	-7.94		30.18			
3	5	7.81		-30.19			
3	6	-0.01		4.68			
3	7	-4.69		20.29			

IMPERFECTIES

Scheefstand : 0.00410 * Hoogte

Deze imperfecties worden in beide richtingen aangenomen.

Lokale staaf imperfecties worden niet meegenomen.

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type									
1 Fund.	1.35	$G_{k,1}$							
2 Fund.	0.90	$G_{k,1}$							
3 Fund.	1.35	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$				
4 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,2}$				
5 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$	+	1.50	$Q_{k,4}$	
6 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$	+	1.50	$Q_{k,5}$	
7 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,4}$				
8 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,5}$				
9 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,6}$				
10 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,2}$				
11 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$				
12 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$	+	1.50	$Q_{k,4}$	
13 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$	+	1.50	$Q_{k,5}$	
14 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,6}$	+	1.50	$Q_{k,3}$	
15 Kar.	1.00	$G_{k,1}$							
16 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$				
17 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,4}$				
18 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,5}$				
19 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$				
20 Quas.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$				
21 Quas.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$				
22 Freq.	1.00	$G_{k,1}$							
23 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$				
24 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$				
25 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,4}$				
26 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,5}$				
27 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,6}$				
28 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,4}$	+	1.00	$Q_{k,3}$	
29 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,5}$	+	1.00	$Q_{k,3}$	
30 Blij.	1.00	$G_{k,1}$							

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Staven met gunstige werking									
1	Geen								
2	Alle staven de factor:0.90								
3	Geen								
4	Geen								
5	Geen								
6	Geen								
7	Geen								
8	Geen								
9	Geen								
10	Alle staven de factor:0.90								
11	Alle staven de factor:0.90								

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Staven met gunstige werking

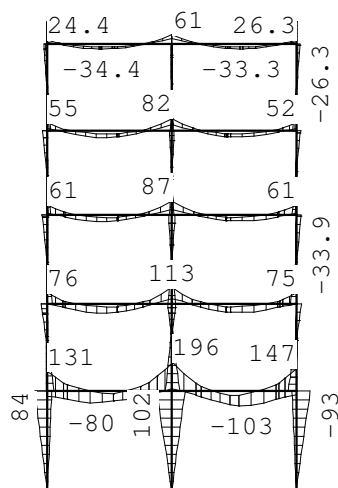
12 Alle staven de factor:0.90

13 Alle staven de factor:0.90

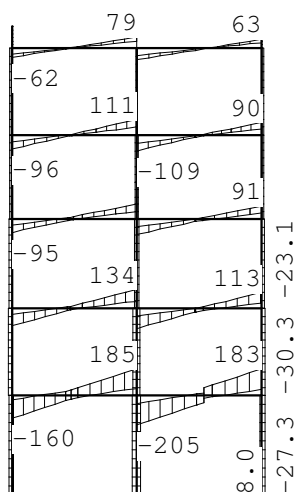
14 Geen

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES**MOMENTEN**

Fundamentele combinatie

**DWARSKRACHTEN**

Fundamentele combinatie

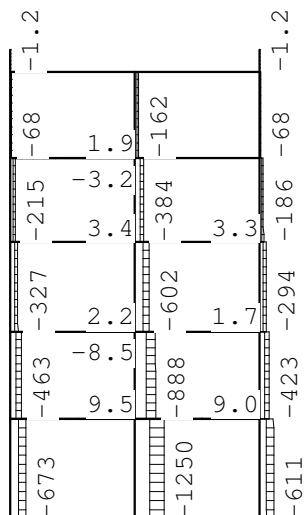


Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel.....: Portaal voorgevel

NORMAALKRACHTEN

Fundamentele combinatie

**REACTIES**

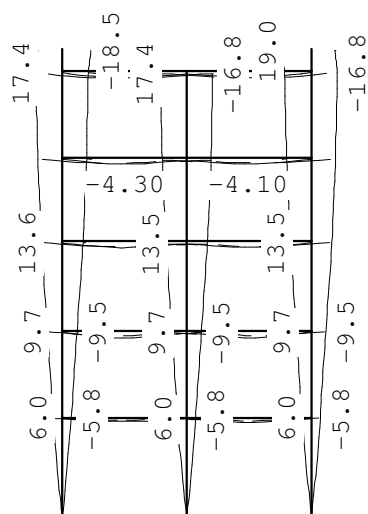
Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-7.52	22.42	345.03	672.96		
2	-22.67	26.43	648.14	1250.07		
3	-24.92	6.64	314.85	610.90		

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES**VERPLAATSINGEN**

[mm]

Karakteristieke combinatie



Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Ongeschoord
 Belastinggeval m.b.t. bepaling kniklengte: 7=Knik
 Aanpassing inkl. parameter C : Steunpunten
 Tweede-orde-effect:
 Aan te houden verhouding $n/(n-1)$
 voor steunmomenten en verplaatsingen: 1.10
 Doorbuiging en verplaatsing:
 Aantal bouwlagen: 4
 Gebouwtype: Overig
 Toel. horiz. verplaatsing gehele gebouw: h/500
 Kleinste gevelhoogte [m]: 0.0

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm ²]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	HEB300	235	Gewalst	1
2	SFB190-HEA200+100/200*10	355	Gelast	1
3	SFB200-HEB200+100/200*10	355	Gelast	1
4	HEA300	235	Gewalst	1
5	HEB360	235	Gewalst	1
6	HEB220	235	Gewalst	1
7	HEB200	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:

Gamma M;0 : 1.00 Gamma M;1 : 1.00

KNIKSTABILITEIT

Staafl	l_{sys} [m]	Classif. y sterke as	$l_{knik,y}$ [m]	Extra		$l_{knik,z}$ [m]	Extra aanp. z [kN]
				aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as		
1	3.415	Ongeschoord	12.048	0.0	Geschoord	3.415	0.0
2	2.960	Ongeschoord	10.401	0.0	Geschoord	2.960	0.0
3	3.060	Ongeschoord	11.900	0.0	Geschoord	3.060	0.0
4	2.860	Ongeschoord	12.137	0.0	Geschoord	2.860	0.0
5	2.960	Ongeschoord	13.916	0.0	Geschoord	2.960	0.0
6	0.745	Ongeschoord	1997.753	0.0	Geschoord	0.745	0.0
7	3.415	Ongeschoord	9.818	0.0	Geschoord	3.415	0.0
8	2.960	Ongeschoord	7.785	0.0	Geschoord	2.960	0.0
9	3.060	Ongeschoord	9.947	0.0	Geschoord	3.060	0.0
10	2.860	Ongeschoord	9.739	0.0	Geschoord	2.860	0.0
11	2.960	Ongeschoord	9.629	0.0	Geschoord	2.960	0.0
12	3.415	Ongeschoord	11.940	0.0	Geschoord	3.415	0.0
13	2.960	Ongeschoord	10.759	0.0	Geschoord	2.960	0.0
14	3.060	Ongeschoord	11.888	0.0	Geschoord	3.060	0.0
15	2.860	Ongeschoord	12.143	0.0	Geschoord	2.860	0.0
16	2.960	Ongeschoord	13.152	0.0	Geschoord	2.960	0.0
17	0.745	Ongeschoord	7694.286	0.0	Geschoord	0.745	0.0
18	4.250	Ongeschoord	5.598	0.0	Geschoord	4.250	0.0
19	4.250	Ongeschoord	5.598	0.0	Geschoord	4.250	0.0
20	4.250	Ongeschoord	5.574	0.0	Geschoord	4.250	0.0

Project.....: 20196237 – Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

KNIKSTABILITEIT

Staaf	l _{sys} [m]	Classif. y sterke as	l _{knik;y} [m]	Extra		l _{knik;z} [m]	Extra aanp. z [kN]
				aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as		
21	4.250	Ongeschoord	5.574	0.0	Geschoord	4.250	0.0
22	4.250	Ongeschoord	5.578	0.0	Geschoord	4.250	0.0
23	4.250	Ongeschoord	5.580	0.0	Geschoord	4.250	0.0
24	4.250	Ongeschoord	5.601	0.0	Geschoord	4.250	0.0
25	4.250	Ongeschoord	5.603	0.0	Geschoord	4.250	0.0
26	4.250	Ongeschoord	5.622	0.0	Geschoord	4.250	0.0
27	4.250	Ongeschoord	5.601	0.0	Geschoord	4.250	0.0

KIPSTABILITEIT

Staaf	Plts. aangr.	l gaffel [m]	Kipsteunafstanden	
			[m]	[m]
1	1.0*h	boven:	3.41	3,415
		onder:	3.41	3,415
2	1.0*h	boven:	2.96	2,96
		onder:	2.96	2,96
3	1.0*h	boven:	3.06	3,06
		onder:	3.06	3,06
4	1.0*h	boven:	2.86	2,86
		onder:	2.86	2,86
5	1.0*h	boven:	2.96	2,96
		onder:	2.96	2,96
6	1.0*h	boven:	0.74	0,745
		onder:	0.74	0,745
7	1.0*h	boven:	3.41	3,415
		onder:	3.41	3,415
8	1.0*h	boven:	2.96	2,96
		onder:	2.96	2,96
9	1.0*h	boven:	3.06	3,06
		onder:	3.06	3,06
10	1.0*h	boven:	2.86	2,86
		onder:	2.86	2,86
11	1.0*h	boven:	2.96	2,96
		onder:	2.96	2,96
12	0.0*h	boven:	3.41	3,415
		onder:	3.41	3,415
13	0.0*h	boven:	2.96	2,96
		onder:	2.96	2,96
14	0.0*h	boven:	3.06	3,06
		onder:	3.06	3,06
15	0.0*h	boven:	2.86	2,86
		onder:	2.86	2,86
16	0.0*h	boven:	2.96	2,96
		onder:	2.96	2,96
17	1.0*h	boven:	0.74	0,745
		onder:	0.74	0,745
18	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250

Project.....: 20196237 – Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

KIPSTABILITEIT

Staafl	Plts.	l gaffel	Kipsteunafstanden	
	aangr.	[m]	[m]	
19	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
20	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
21	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
22	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
23	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
24	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
25	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
26	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250
27	1.0*h	boven:	4.25	4.250
		onder:	4.25	4.250

TOETSING SPANNINGEN

Staafl	Mat	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing		Opm.
nr.									U.C. [N/mm ²]		
1	5	6	3	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.357	84	47
2	1	6	3	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.286	67	47
3	1	6	15	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.226	53	47
4	1	6	21	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.165	39	47
5	1	3	24	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.089	21	47
6	1	1	1	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.1.1	(6.47y)	0.336	79	47
7	5	6	6	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.490	115	47
8	1	6	6	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.404	95	47
9	1	5	8	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.277	65	47
10	1	5	14	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.167	39	47
11	1	6	24	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.075	18	47
12	5	5	5	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.349	82	47
13	1	5	5	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.293	69	47
14	1	5	11	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.213	50	47
15	1	5	23	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.147	34	47
16	1	3	20	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.090	21	47
17	1	1	1	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.1.1	(6.47y)	0.336	79	47
18	4	5	8	1	Einde	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.614	144	
19	4	6	12	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.663	156	46
20	6	5	2	1	Einde	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.638	150	46
21	6	6	6	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.638	150	46
22	6	5	8	1	Einde	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.493	116	46
23	6	6	12	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.491	115	46
24	6	3	14	1	Einde	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.462	109	

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

TOETSING SPANNINGEN

Staaft nr.	Mat	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm ²]	Opm.
---------------	-----	----	-----	----	--------	------	---------	---------	---	------

25	6	3	18	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.459	108	46
26	7	9	2	1	Einde	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.444	104	
27	7	9	3	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.446	105	

Opmerkingen:

[46] T.b.v. kip is een equivalente Q-last berekend.

[47] Bij verlopende normaalkracht wordt de grootste drukkracht genomen.

TOETSING DOORBUIGING

Staaft	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I J	Zeeg [mm]	u _{tot} [mm]	BC	Sit	u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
18	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-1.9	19	1 Eind	-1.9	±17.0	0.004
		db					19	1 Bijk	-0.7	±12.8	0.003
19	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-2.6	19	2 Eind	-2.6	±17.0	0.004
		db					19	2 Bijk	-0.9	±12.8	0.003
20	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-3.7	19	3 Eind	-3.7	±17.0	0.004
		db					19	3 Bijk	-1.4	±12.8	0.003
21	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-3.6	19	4 Eind	-3.6	±17.0	0.004
		db					19	4 Bijk	-1.4	±12.8	0.003
22	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-2.9	16	18 Eind	-2.9	±17.0	0.004
		db					16	18 Bijk	-0.6	±12.8	0.003
23	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-2.8	16	17 Eind	-2.8	±17.0	0.004
		db					16	17 Bijk	-0.5	±12.8	0.003
24	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-3.0	19	7 Eind	-3.0	±17.0	0.004
		db					19	7 Bijk	-0.6	±12.8	0.003
25	Vloer	db	4.25	N N	0.0	-2.8	19	8 Eind	-2.8	±17.0	0.004
		db					19	8 Bijk	-0.6	±12.8	0.003
26	Dak	db	4.25	N N	0.0	-3.2	17	1 Eind	-3.2	-17.0	0.004
		ss					19	2 Bijk	-0.2	-34.0	2*0.004
27	Dak	db	4.25	N N	0.0	-3.1	18	1 Eind	-3.1	-17.0	0.004
		ss					19	9 Bijk	-0.2	-34.0	2*0.004

TOETSING HORIZONTALE VERPLAATSING

Staaft	BC	Sit	Lengte [m]	u _{eind} [mm]	Toelaatbaar [mm]	[h/]
1	18	1	3.415	6.6	11.4	300
2	17	1	2.960	-4.1	9.9	300
3	17	1	3.060	-4.4	10.2	300
4	17	1	2.860	-2.6	9.5	300
5	18	1	2.960	1.6	9.9	300
6	17	1	0.745	-1.8	2.5	300
7	18	1	3.415	6.6	11.4	300
8	17	1	2.960	-4.1	9.9	300
9	17	1	3.060	-4.4	10.2	300
10	18	1	2.860	2.6	9.5	300
11	18	1	2.960	1.7	9.9	300
12	18	1	3.415	6.6	11.4	300
13	18	1	2.960	4.1	9.9	300

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

TOETSING HORIZONTALE VERPLAATSING

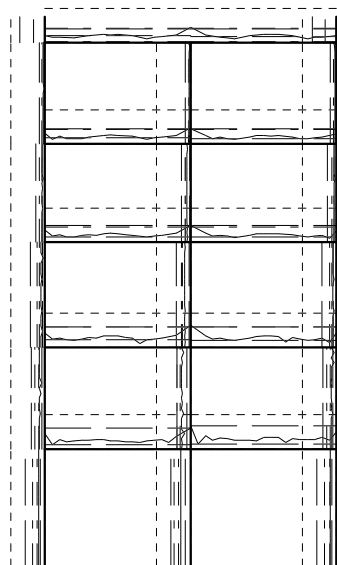
Staaft	BC	Sit	Lengte [m]	u_{eind} [mm]	Toelaatbaar [mm]	[h/]
14	17	1	3.060	-4.4	10.2	300
15	17	1	2.860	-2.6	9.5	300
16	18	1	2.960	1.7	9.9	300
17	18	1	0.745	1.7	2.5	300

TOETSING HOR. VERPLAATSING GLOBAAL

Er is een maximale horizontale verplaatsing van -0.0210 [m] gevonden
 bij knoop 19 en combinatie 18; belastingsituatie 1 (combinatietype 2).
 Bij een hoogte van 16.000 [m] levert dit h / 764 (toel.: h / 500).

UNITY-CHECK 'S

OMHULLENDE VAN ALLES



```

----- Toelaatbare unity-check (1.0)
- - - - - Hoogste unity-check i.v.m. knikstabiliteit
----- Unity-check i.v.m. kipstabiliteit
- - - - - Unity-check i.v.m. kip- en knikstabiliteit
----- Hoogste unity-check i.v.m. doorsnedecontrole
----- Hoogste unity-check i.v.m. doorbuiging

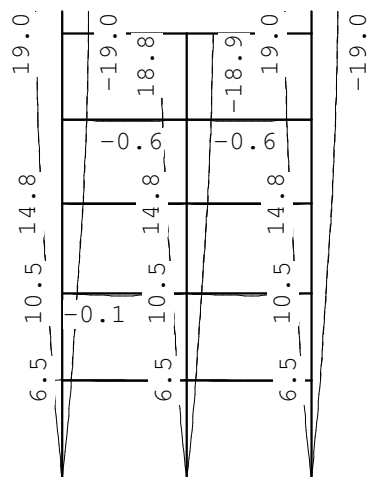
```

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

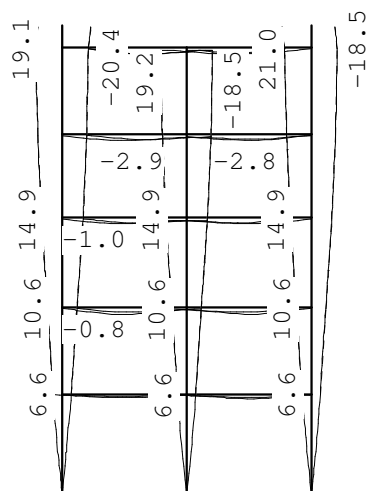
Onderdeel.....: Portaal voorgevel

VERVORMINGEN w_{bij}

Karakteristieke combinatie

**VERVORMINGEN w_{max}**

Karakteristieke combinatie

**DOORBUIGINGEN**

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	w_{bij}	w_{tot}	w_c	w_{max}
			[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm] [lrep/]	[mm]	[mm]	[mm] [lrep/]
18	18	Neg.	1.889	4250	-1.2	-0.7	6204	-1.9	-1.9	2237
19	19	Neg.	2.300	4250	-1.7	-0.9	4543	-2.6	-2.6	1639
20	20	Neg.	1.920	4250	-2.3	-1.4	3046	-3.7	-3.7	1144

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel....: Portaal voorgevel

DOORBUIGINGEN

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]	$l_{rep}/$
21	21	Neg.	2.000	4250	-2.2		-1.3	3156	-3.6	-3.6	1194
22	22	Neg.	1.920	4250	-2.3		-0.6	7592	-2.9	-2.9	1470
23	23	Neg.	2.000	4250	-2.2		-0.5	7831	-2.8	-2.8	1526
23	23	Pos.	/	8500	0.9		0.1	>99999	0.9	0.9	9285
24	24	Neg.	2.361	4250	-2.3		-0.6	7203	-2.9	-2.9	1482
25	25	Neg.	2.000	4250	-2.2		-0.6	7703	-2.8	-2.8	1528
25	25	Pos.	/	8500	1.0		0.2	52060	1.2	1.2	7341
26	26	Neg.	1.417	4250	-2.9		-0.1	63139	-3.0	-3.0	1426
27	27	Neg.	2.833	4250	-2.8		-0.1	49895	-2.8	-2.8	1493
27	27	Pos.	/	8500	1.1		0.1	>99999	1.1	1.1	7553

HORIZONTALE VERPLAATSING

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	h [mm]	u_1 [mm]	u_2 [mm]	u_3 [mm]	u_{tot} [mm]	h/
1	1	Neg.	3415	0.1		-6.5	-6.4	536
1	1	Pos.	3415	0.1		6.5	6.6	518
2	2	Neg.	2960	-0.0		-4.1	-4.1	727
2	2	Pos.	2960	-0.0		4.0	4.0	735
3	3	Neg.	3060	-0.0		-4.3	-4.4	702
3	3	Pos.	3060	-0.0		4.3	4.3	714
4	4	Neg.	2860			-2.6	-2.6	1098
4	4	Pos.	2860			2.6	2.6	1098
5	5	Neg.	2960	0.2		-1.4	-1.1	2578
5	5	Pos.	2960	0.2		1.4	1.6	1812
6	6	Neg.	745	-1.7		-0.1	-1.8	405
7	7	Neg.	3415	0.1		-6.5	-6.4	536
7	7	Pos.	3415	0.1		6.5	6.6	519
8	8	Neg.	2960			-4.1	-4.1	729
8	8	Pos.	2960			4.0	4.0	733
9	9	Neg.	3060	-0.0		-4.3	-4.4	701
9	9	Pos.	3060	-0.0		4.3	4.3	714
10	10	Neg.	2860			-2.6	-2.6	1098
10	10	Pos.	2860			2.6	2.6	1098
11	11	Neg.	2960	0.3		-1.4	-1.1	2654
11	11	Pos.	2960	0.3		1.4	1.7	1778
12	12	Neg.	3415	0.1		-6.5	-6.4	535
12	12	Pos.	3415	0.1		6.5	6.6	519
13	13	Neg.	2960	0.0		-4.1	-4.0	731
13	13	Pos.	2960	0.0		4.0	4.1	730
14	14	Neg.	3060	-0.0		-4.3	-4.4	700
14	14	Pos.	3060	-0.0		4.3	4.3	716
15	15	Neg.	2860			-2.6	-2.6	1098
15	15	Pos.	2860			2.6	2.6	1098
16	16	Neg.	2960	0.3		-1.4	-1.1	2737

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkels en 7 app. Van Echtenkan. NZ

Onderdeel.....: Portaal voorgevel

HORIZONTAL VERPLAATSING

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	h [mm]	u_1 [mm]	u_2 [mm]	u_3 [mm]	-- u_{tot} -- [mm]	[h/]
16	16	Pos.	2960	0.3		1.4	1.7	1743
17	17	Pos.	745	1.6		0.1	1.7	427

TOTALE HORIZONTAL VERPLAATSING

Karakteristieke combinatie

knoop	Zijde	h [mm]	u_1 [mm]	u_2 [mm]	u_3 [mm]	-- u_{tot} -- [mm]	[h/]
19	Neg.	16000	-2.0		-19.0	-21.0	764
18	Pos.	16000	1.4		19.0	20.4	785

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ
 Onderdeel.....: Staalconstructie portalen as A + B
 Dimensies.....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Datum.....: 26-02-2020
 Bestand.....: I:\Gdv\2019\20196237\Ber\U0\TS-bestanden\Windverband as A
 +B.rww

Rekenmodel.....: 2e-orde-elastisch.

Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:

1) Uiterste grenstoestand:

Geometrisch niet lineair alle staven.

Fysisch lineair alle staven.

2) Gebruiksgrenstoestand:

Geometrisch niet lineair alle staven.

Fysisch lineair alle staven.

Maximum aantal iteraties.....: 50

Max.deellengte kolommen/wanden: 0.500 Max.deellengte balken/vloeren: 0.500

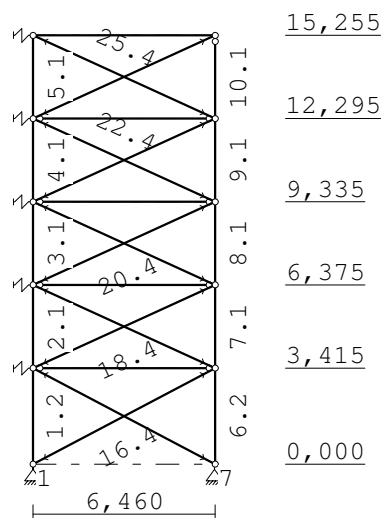
Max. X-verplaatsing in UGT.....: 0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT...: 0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)
	NEN-EN 1993-1-8:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

GEOMETRIE



STRAMIENLIJNEN

Nr.	Naam	X	Z-min	Z-max
1		0.000	0.000	15.255
2		6.460	0.000	15.255

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

NIVEAUS

Nr.	Z	X-min	X-max
1	0.000	0.000	6.460
2	3.415	0.000	6.460
3	6.375	0.000	6.460
4	9.335	0.000	6.460
5	12.295	0.000	6.460
6	15.255	0.000	6.460

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	S355	210000	78.5	0.30	1.2000e-05
2	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	HEA200Z	2:S235	5.3800e+03	1.3360e+07	0.00
2	HEA240	2:S235	7.6800e+03	7.7630e+07	0.00
3	HEA200	2:S235	5.3800e+03	3.6920e+07	0.00
4	STRIP80*10	2:S235	8.0000e+02	6.6667e+03	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	200	190	100.0					
2	0:Normaal	240	230	115.0					
3	0:Normaal	200	190	95.0					
4	1:Trek	80	10	5.0					

PROFIELVORMEN [mm]

1 HEA200Z



2 HEA240



3 HEA200



4 STRIP80*10



Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	0.000	6	0.000	15.255
2	0.000	3.415	7	6.460	0.000
3	0.000	6.375	8	6.460	3.415
4	0.000	9.335	9	6.460	6.375
5	0.000	12.295	10	6.460	9.335
11	6.460	12.295			
12	6.460	15.255			

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte Opm.
1	1	2	2:HEA240	NDM	NDM	3.415
2	2	3	1:HEA200Z	NDM	NDM	2.960
3	3	4	1:HEA200Z	NDM	NDM	2.960
4	4	5	1:HEA200Z	NDM	NDM	2.960
5	5	6	1:HEA200Z	NDM	NDM	2.960
6	7	8	2:HEA240	NDM	NDM	3.415
7	8	9	1:HEA200Z	NDM	NDM	2.960
8	9	10	1:HEA200Z	NDM	NDM	2.960
9	10	11	1:HEA200Z	NDM	NDM	2.960
10	11	12	1:HEA200Z	NDM	ND-	2.960
11	2	8	3:HEA200	ND-	ND-	6.460
12	3	9	3:HEA200	ND-	ND-	6.460
13	4	10	3:HEA200	ND-	ND-	6.460
14	5	11	3:HEA200	ND-	ND-	6.460
15	6	12	3:HEA200	NDM	NDM	6.460
16	1	8	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.307
17	7	2	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.307
18	2	9	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106
19	8	3	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106
20	3	10	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106
21	9	4	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106
22	10	5	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106
23	4	11	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106
24	5	12	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106
25	11	6	4:STRIP80*10	NDM	NDM	7.106

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode	XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	110		0.00
2	7	110		0.00

VEREN

Veer	Knoop	Richting	Hoek	Veerwaarde	Type	Ondergrens	Bovengrens
1	2	1:X-transl.	0.00	1.000e+02	Normaal	-1.000e+10	1.000e+10

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtenskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

VEREN

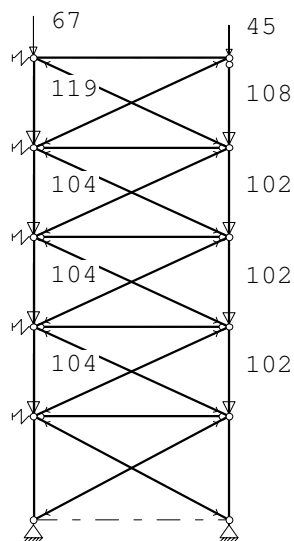
Veer	Knoop	Richting	Hoek	Veerwaarde	Type	Ondergrens	Bovengrens
2	3	1:X-transl.	0.00	1.000e+02	Normaal	-1.000e+10	1.000e+10
3	4	1:X-transl.	0.00	1.000e+02	Normaal	-1.000e+10	1.000e+10
4	5	1:X-transl.	0.00	1.000e+02	Normaal	-1.000e+10	1.000e+10
5	6	1:X-transl.	0.00	1.000e+02	Normaal	-1.000e+10	1.000e+10

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	EGZ=0.00	Type
1	Permanente belasting		1
2	Veranderlijk_ex		2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)
3	Veranderlijk_mom		2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)
4	Stabiliteit		7 Wind van links onderdruk A

BELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

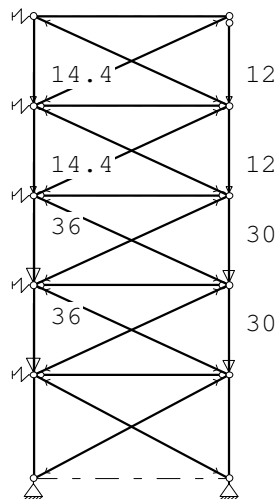
Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	12	Z	-45.000			
2	11	Z	-108.000			
3	10	Z	-102.000			
4	9	Z	-102.000			
5	8	Z	-102.000			
6	6	Z	-67.000			
7	5	Z	-119.000			
8	4	Z	-104.000			
9	3	Z	-104.000			
10	2	Z	-104.000			

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

BELASTINGEN

B.G:2 Veranderlijk_ex

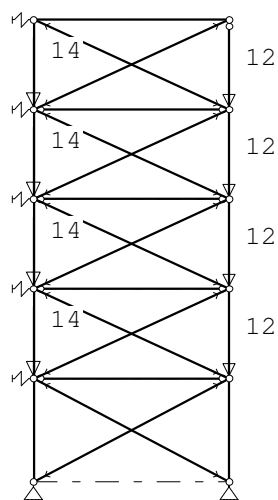
**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:2 Veranderlijk_ex

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	11	Z	-12.000	0.4	0.5	0.3
2	10	Z	-12.000	0.4	0.5	0.3
3	9	Z	-30.000	0.4	0.5	0.3
4	8	Z	-30.000	0.4	0.5	0.3
5	5	Z	-14.400	0.4	0.5	0.3
6	4	Z	-14.400	0.4	0.5	0.3
7	3	Z	-36.000	0.4	0.5	0.3
8	2	Z	-36.000	0.4	0.5	0.3

BELASTINGEN

B.G:3 Veranderlijk_mom



Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

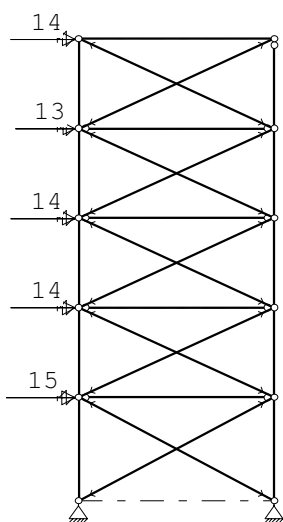
KNOOPBELASTINGEN

B.G:3 Veranderlijk_mom

Last	Knoop	Richting	waarde	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	2	Z	-14.000	0.4	0.5	0.3
2	3	Z	-14.000	0.4	0.5	0.3
3	4	Z	-14.000	0.4	0.5	0.3
4	5	Z	-14.000	0.4	0.5	0.3
5	8	Z	-12.000	0.4	0.5	0.3
6	9	Z	-12.000	0.4	0.5	0.3
7	10	Z	-12.000	0.4	0.5	0.3
8	11	Z	-12.000	0.4	0.5	0.3

BELASTINGEN

B.G:4 Stabiliteit

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:4 Stabiliteit

Last	Knoop	Richting	waarde	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	6	X	14.000	0.0	0.2	0.0
2	5	X	13.000	0.0	0.2	0.0
3	4	X	14.000	0.0	0.2	0.0
4	3	X	14.000	0.0	0.2	0.0
5	2	X	15.000	0.0	0.2	0.0

BEREKENINGSTATUS

Controlerende berekening

B.C.	Iteratie	Status
1	4	Nauwkeurigheid bereikt
2	4	Nauwkeurigheid bereikt
3	4	Nauwkeurigheid bereikt
4	4	Nauwkeurigheid bereikt
5	4	Nauwkeurigheid bereikt
6	4	Nauwkeurigheid bereikt
7	4	Nauwkeurigheid bereikt
8	4	Nauwkeurigheid bereikt
9	4	Nauwkeurigheid bereikt
10	4	Nauwkeurigheid bereikt

Project.....: 20196237 – Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

BEREKENINGSTATUS

Controlerende berekening

B.C. Iteratie Status

11 4 Nauwkeurigheid bereikt

IMPERFECTIES

Scheefstand : 0.00500 * Hoogte

Deze imperfecties worden in beide richtingen aangenomen.

Vooruitbuiging (van kolommen) wordt conform EN 1993-1-1 art. 5.3.2 berekend.

De lokale staaf imperfecties worden per staaf in de ongunstigste richting aangenomen.

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type

1 Fund.	0.90	$G_{k,1}$						
2 Fund.	1.35	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$			
3 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,2}$			
4 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$	+	1.65	$Q_{k,4}$
5 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$	+	-1.65	$Q_{k,4}$
6 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.65	$Q_{k,4}$			
7 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	-1.65	$Q_{k,4}$			
8 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$	+	1.00	$Q_{k,4}$
9 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$			
10 Quas.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$			
11 Blij.	1.00	$G_{k,1}$						

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Staven met gunstige werking

1	Alle staven de factor:0.90
2	Geen
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Alle staven de factor:0.90
7	Alle staven de factor:0.90

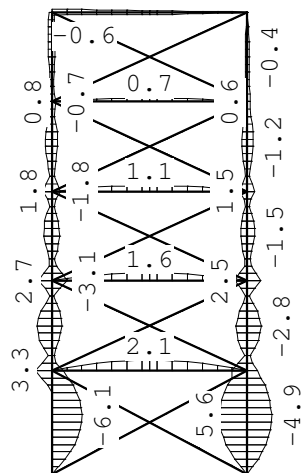
Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES**MOMENTEN**

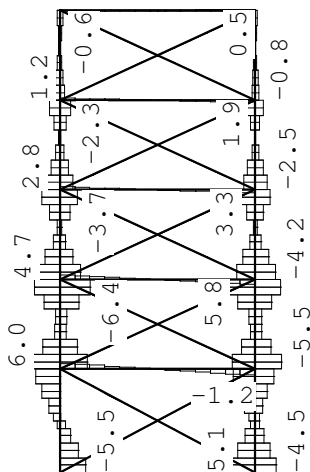
2e orde

Fundamentele combinatie

**DWARSKRACHTEN**

2e orde

Fundamentele combinatie



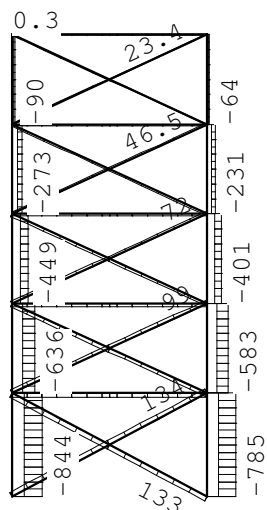
Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

NORMAALKRACHTEN

2e orde

Fundamentele combinatie

**REACTIES**

2e orde

Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-113.13	1.84	289.03	844.18		
2	-0.81	0.75				
3	-1.42	1.38				
4	-1.88	1.86				
5	-2.18	2.21				
6	-2.35	2.43				
7	-1.73	113.62	253.86	785.48		

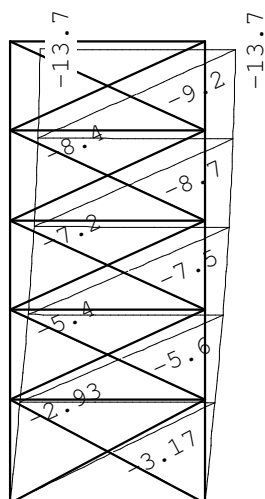
Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES**VERPLAATSINGEN**

2e orde [mm]

Karakteristieke combinatie

**STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS**

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

Doorbuiging en verplaatsing:

Aantal bouwlagen: 5
 Gebouwtype: Overig
 Toel. horiz. verplaatsing gehele gebouw: h/500
 Kleinste gevelhoogte [m]: 0.0

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm ²]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	HEA200Z	235	Gewalst	1
2	HEA240	235	Gewalst	1
3	HEA200	235	Gewalst	1
4	STRIP80*10	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:

Gamma M;0 : 1.00 Gamma M;1 : 1.00

KNIKSTABILITEIT

Staafl	l_{sys} [m]	Classif. y sterke as	$l_{knik;y}$ [m]	Extra aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as	$l_{knik;z}$ [m]	Extra aanp. z [kN]
1	3.415	Geschoord	2e orde		Geschoord	3.415	0.0
2	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde	
3	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde	
4	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde	
5	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde	
6	3.415	Geschoord	2e orde		Geschoord	3.415	0.0
7	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde	
8	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde	

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

KNIKSTABILITEIT

Staafl	l _{sys} [m]	Classif. y sterke as	l _{knik;y} [m]	Extra		l _{knik;z} [m]	Extra	
				aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as		aanp. z [kN]	
9	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde		
10	2.960	Geschoord	2.960	0.0	Geschoord	2e orde		
11	6.460	Geschoord	2e orde		Geschoord	6.460	0.0	
12	6.460	Geschoord	2e orde		Geschoord	6.460	0.0	
13	6.460	Geschoord	2e orde		Geschoord	6.460	0.0	
14	6.460	Geschoord	2e orde		Geschoord	6.460	0.0	
15	6.460	Geschoord	2e orde		Geschoord	6.460	0.0	
16	7.307	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.307	0.0	
17	7.307	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.307	0.0	
18	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	
19	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	
20	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	
21	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	
22	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	
23	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	
24	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	
25	7.106	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.106	0.0	

KIPSTABILITEIT

Staafl	Plts.		l gaffel	Kipsteunafstanden
	aangr.		[m]	[m]
1	1.0*h	boven:	3.41	3.415
		onder:	3.41	3.415
2	1.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
3	1.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
4	1.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
5	1.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
6	0.0*h	boven:	3.41	3.415
		onder:	3.41	3.415
7	0.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
8	0.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
9	0.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
10	0.0*h	boven:	2.96	2.960
		onder:	2.96	2.960
11	1.0*h	boven:	6.46	6.460
		onder:	6.46	6.460
12	1.0*h	boven:	6.46	6.460
		onder:	6.46	6.460
13	1.0*h	boven:	6.46	6.460
		onder:	6.46	6.460

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

KIPSTABILITEIT

Staafl	Plts. aanr.	l gaffel	Kipsteunafstanden	
			[m]	[m]
14	1.0*h	boven:	6.46	6.460
		onder:	6.46	6.460
15	1.0*h	boven:	6.46	6.460
		onder:	6.46	6.460
16	1.0*h	boven:	7.31	7.307
		onder:	7.31	7.307
17	1.0*h	boven:	7.31	7.307
		onder:	7.31	7.307
18	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106
19	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106
20	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106
21	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106
22	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106
23	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106
24	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106
25	1.0*h	boven:	7.11	7.106
		onder:	7.11	7.106

TOETSING SPANNINGEN

Staafl	Mat	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing		Opm.
nr.									U.C.	[N/mm ²]	
1	2	5	3	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.631	148	46
2	1	5	3	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.738	173	
3	1	5	3	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.507	119	
4	1	5	3	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.311	73	
5	1	5	3	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.109	26	
6	2	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.587	138	46
7	1	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.675	159	
8	1	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.453	107	
9	1	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.265	62	
10	1	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.074	17	
11	3	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.278	65	
12	3	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.211	50	
13	3	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.154	36	
14	3	4	2	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.099	23	
15	3	6	1	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.052	12	
16	4	4	2	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.710	167	76
17	4	5	3	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.710	167	76
18	4	4	2	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.529	124	76
19	4	5	3	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.529	124	76

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

TOETSING SPANNINGEN

Staafl nr.	Mat	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm ²]	Opm.
---------------	-----	----	-----	----	--------	------	---------	---------	---	------

20	4	4	2	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.383	90	76
21	4	5	3	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.383	90	76
22	4	5	3	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.247	58	76
23	4	4	2	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.247	58	76
24	4	6	2	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.124	29	76
25	4	7	3	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.124	29	

Opmerkingen:

[46] T.b.v. kip is een equivalente Q-last berekend.

[76] Toetsing van kipstabiliteit voor dit profieltype is niet voorzien.

TOETSING DOORBUIGING

Staafl	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I J	Zeeg [mm]	u _{tot} [mm]	BC	Sit	u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
11	Vloer	ss	6.46	N N	0.0	-0.2	8	1 Eind	-0.2	±51.7	2*0.004
		ss					8	1 Bijk	-0.3	±38.8	2*0.003
12	Vloer	ss	6.46	N N	0.0	-0.3	8	1 Eind	-0.3	±51.7	2*0.004
		ss					8	1 Bijk	-0.5	±38.8	2*0.003
13	Vloer	ss	6.46	N N	0.0	-0.4	8	1 Eind	-0.4	±51.7	2*0.004
		ss					8	1 Bijk	-0.7	±38.8	2*0.003
14	Vloer	ss	6.46	N N	0.0	-0.4	8	1 Eind	-0.4	±51.7	2*0.004
		ss					8	1 Bijk	-0.7	±38.8	2*0.003
15	Dak	ss	6.46	N N	0.0	-0.3	8	1 Eind	-0.3	-51.7	2*0.004
		ss					8	1 Bijk	-0.7	-51.7	2*0.004

TOETSING HORIZONTALE VERPLAATSING

Staafl	BC	Sit	Lengte [m]	u _{eind} [mm]	Toelaatbaar [mm]	[h/]
1	8	1	3.415	-4.7	11.4	300
2	8	1	2.960	-3.6	9.9	300
3	8	1	2.960	-2.7	9.9	300
4	8	1	2.960	-1.8	9.9	300
5	8	1	2.960	-0.9	9.9	300
6	8	1	3.415	-4.4	11.4	300
7	8	1	2.960	-3.6	9.9	300
8	8	1	2.960	-2.8	9.9	300
9	8	1	2.960	-1.9	9.9	300
10	8	1	2.960	-1.0	9.9	300

TOETSING HOR. VERPLAATSING GLOBAAL

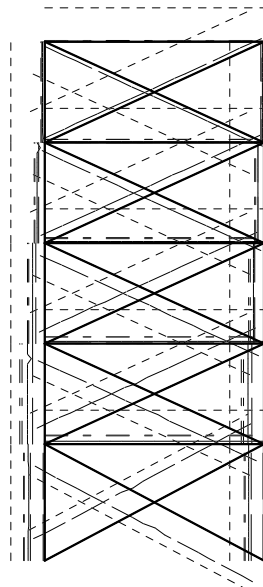
Er is een maximale horizontale verplaatsing van 0.0137 [m] gevonden bij knoop 6 en combinatie 8; belastingsituatie 1, iter:4 (combinatietype 2). Bij een hoogte van 15.255 [m] levert dit h /1111 (toel.: h / 500).

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

UNITY-CHECK'S

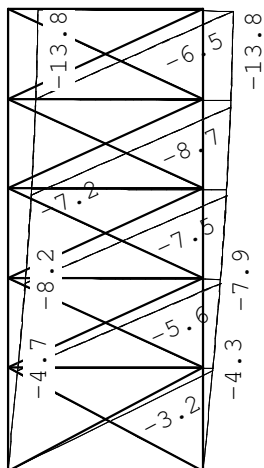
OMHULLENDE VAN ALLES



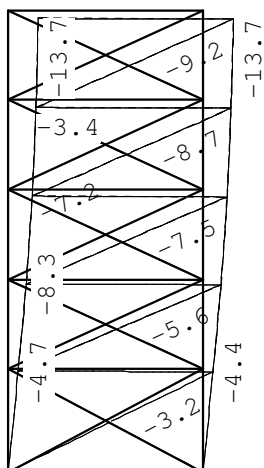
-----	Toelaatbare unity-check (1.0)
- - - - -	Hoogste unity-check i.v.m. knikstabiliteit
— — — —	Unity-check i.v.m. kipstabiliteit
- - - - -	Unity-check i.v.m. kip- en knikstabiliteit
-----	Hoogste unity-check i.v.m. doorsnedecontrole
— — — —	Hoogste unity-check i.v.m. doorbuiging

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

Karakteristieke combinatie



Karakteristieke combinatie



Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	-- w_{bij} --	w_{tot}	w_c	-- w_{max} --
			[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm] [lrep/]	[mm]	[mm]	[mm] [lrep/]
16	16	Neg.	/	14614			-3.2 4617	-3.2		-3.2 4617
18	18	Neg.	/	14212			-2.6 5386	-2.6		-2.6 5386
20	20	Neg.	/	14212			-2.1 6780	-2.1		-2.1 6780

Project.....: 20196237 - Klazienaveen; Winkel en 7 app. Van Echtskan NZ

Onderdeel....: Staalconstructie portalen as A + B

DOORBUIGINGEN

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	w_{bij}	w_{tot}	w_c	w_{max}
			[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
23	23	Neg.	/	14212			-1.5	9665	-1.5	9665

Velden met een w_{bij} en $w_{max} < l_{rep}/9999$ zijn niet afgedrukt

HORIZONTALE VERPLAATSING

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	h	u_1	u_2	u_3	u_{tot}
			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[h/]
1	1	Neg.	3415	-0.0		-4.7	720
2	2	Neg.	2960	-0.0		-3.5	831
3	3	Neg.	2960	0.0		-2.7	1101
4	4	Neg.	2960	0.1		-1.8	1652
5	5	Neg.	2960	0.1		-1.1	3129
6	6	Neg.	3415	-0.0		-4.3	782
7	7	Neg.	2960	-0.0		-3.6	811
8	8	Neg.	2960	0.0		-2.8	1070
9	9	Neg.	2960	0.1		-1.9	1586
10	10	Neg.	2960	0.1		-1.1	2917

TOTALE HORIZONTALE VERPLAATSING

Karakteristieke combinatie

knoop	Zijde	h	u_1	u_2	u_3	u_{tot}
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[h/]
9	Pos.	6375	0.1		13.7	464



project

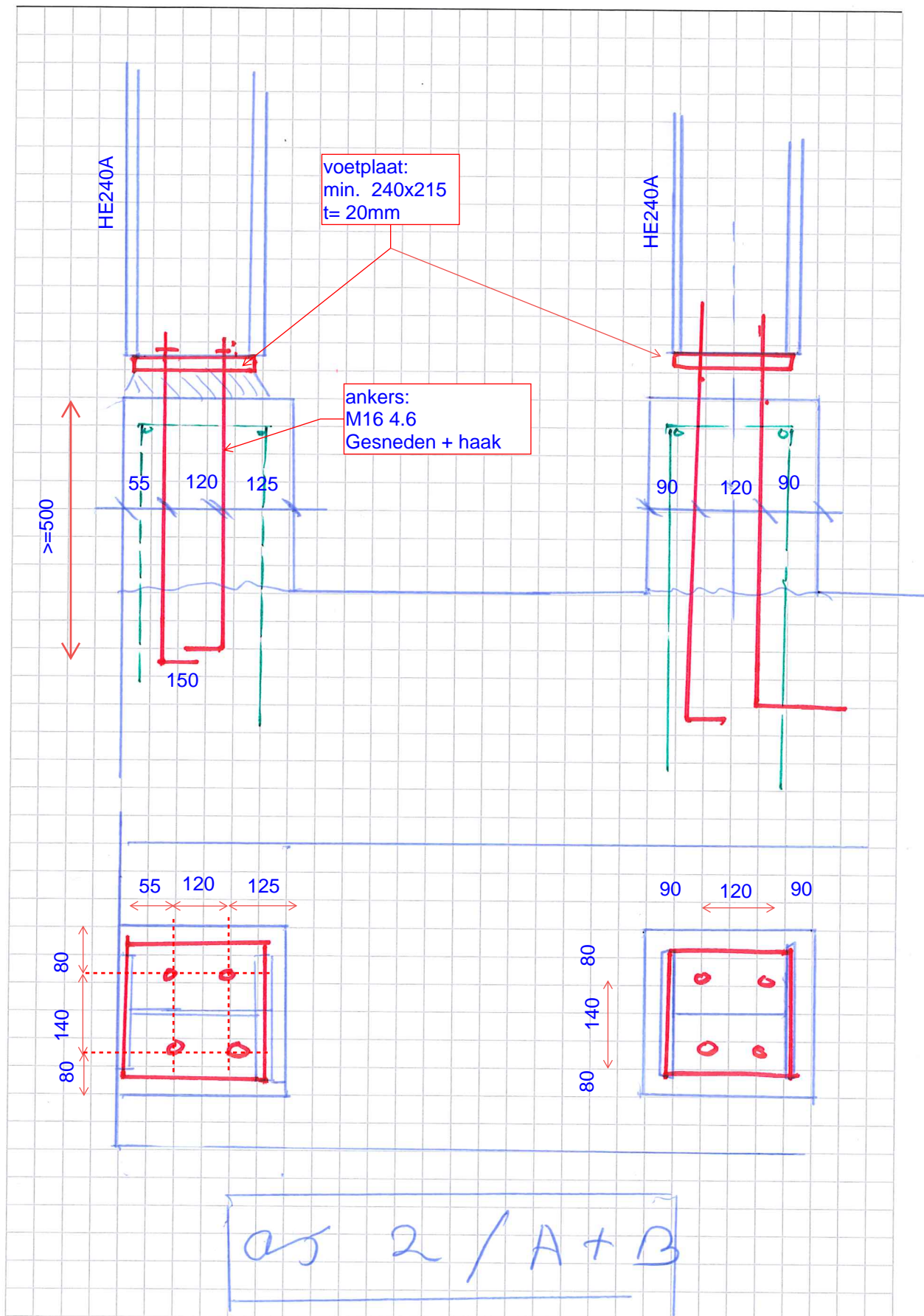
projectnr

25-2-20

datum

bladnr

1





project

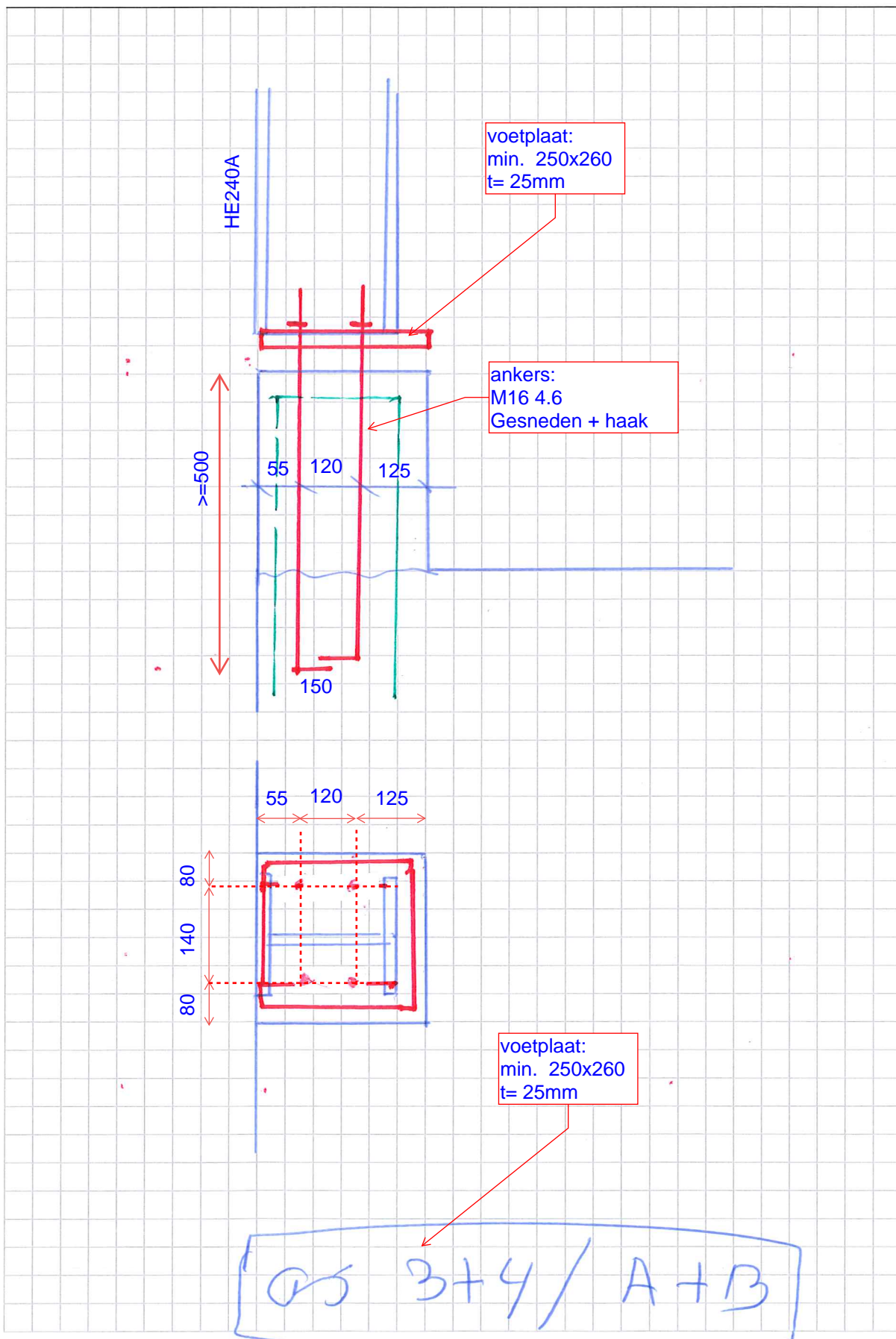
projectnr

25-2-20

datum

bladnr

2





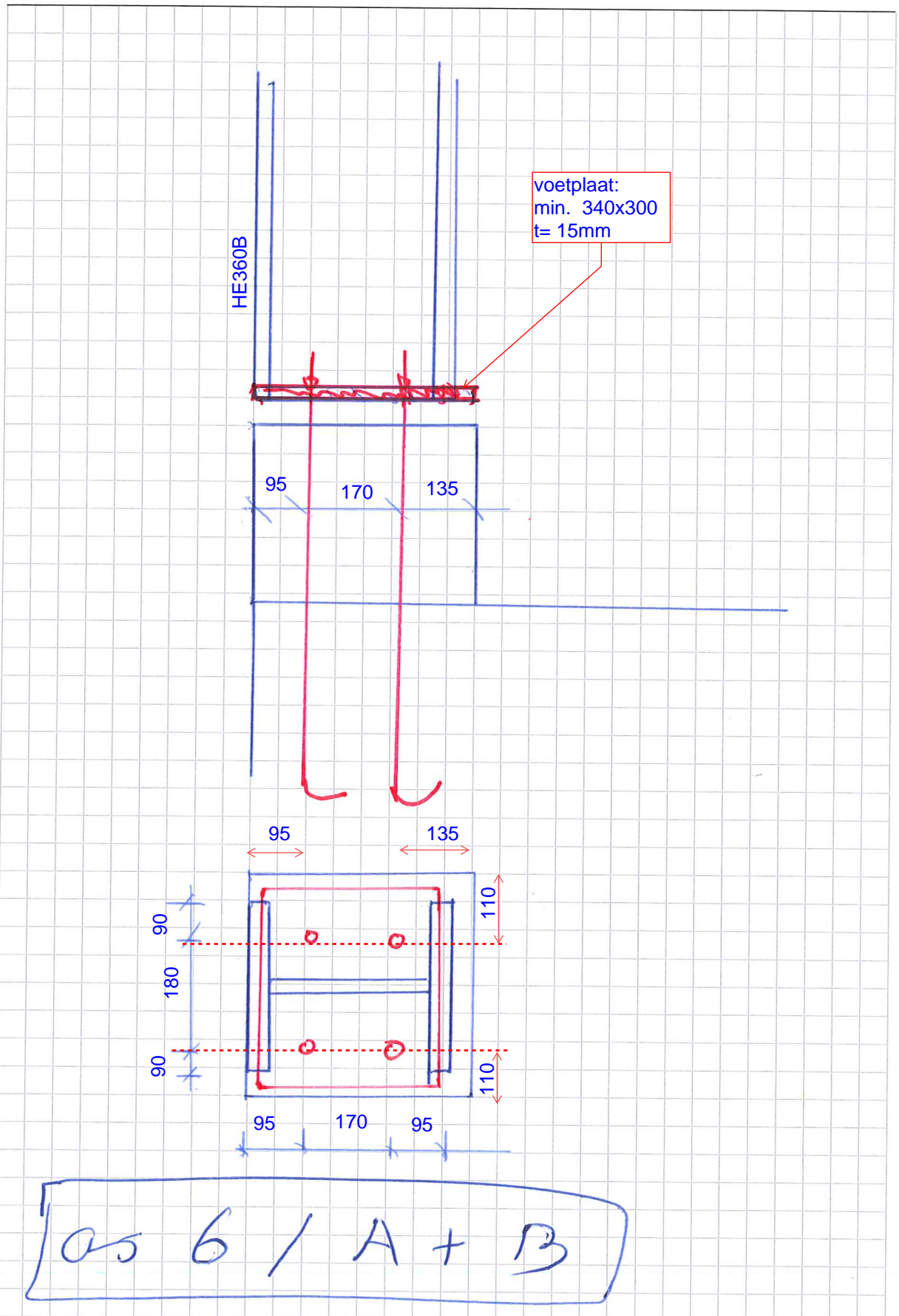
project

projectnr 20196237

datum

bladnr

3





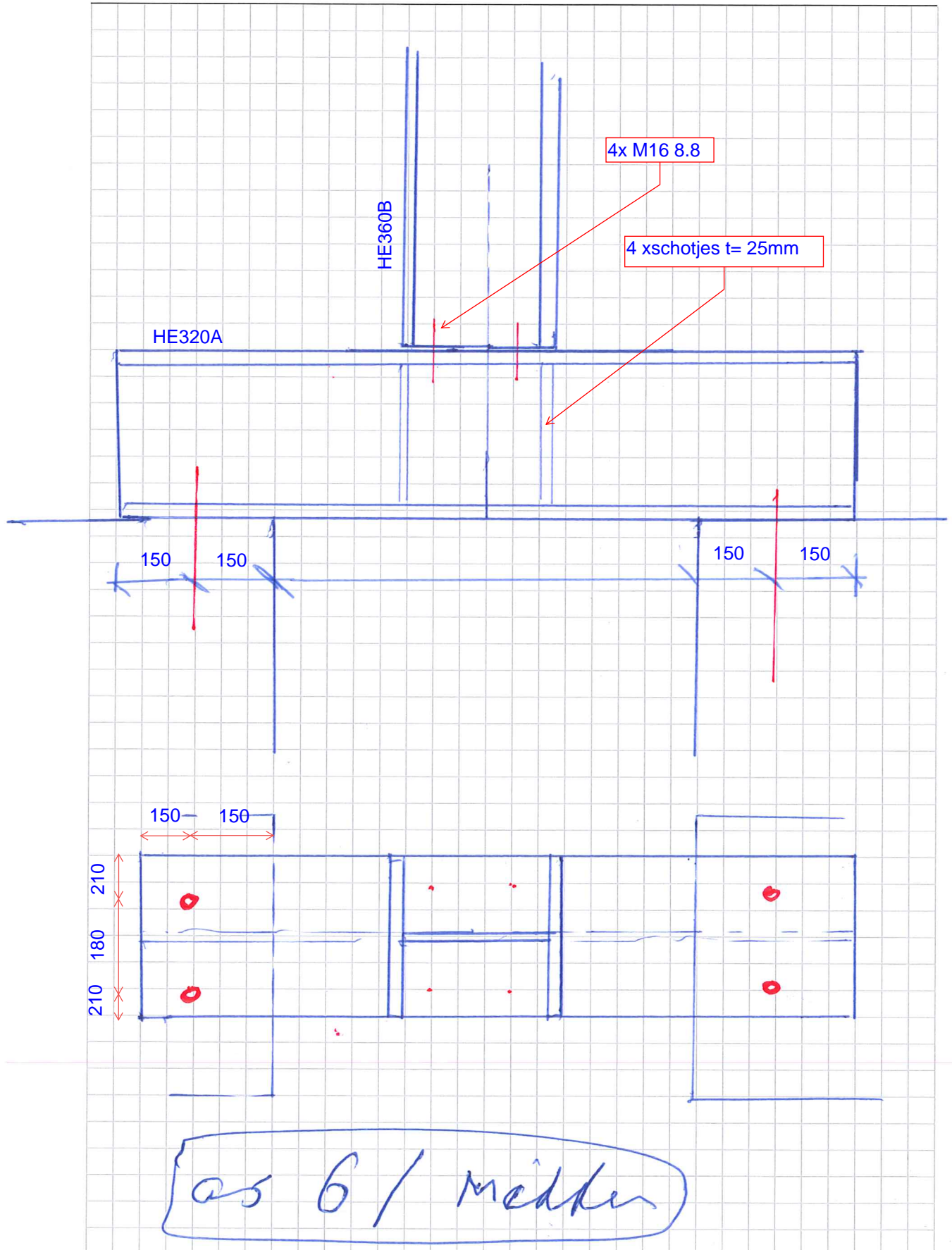
project

projectnr

datum

bladnr

21





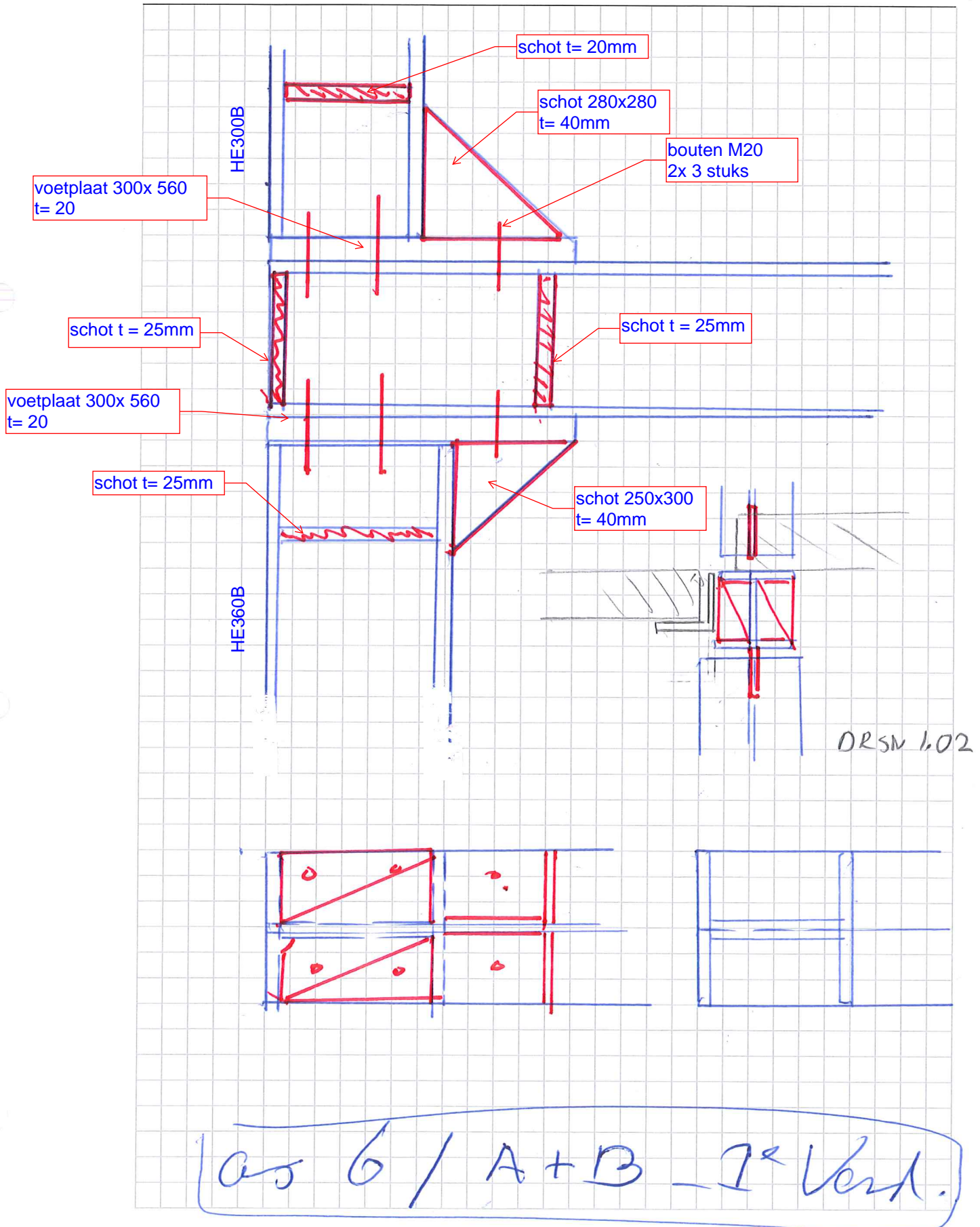
project

projectnr

datum

bladnr

3





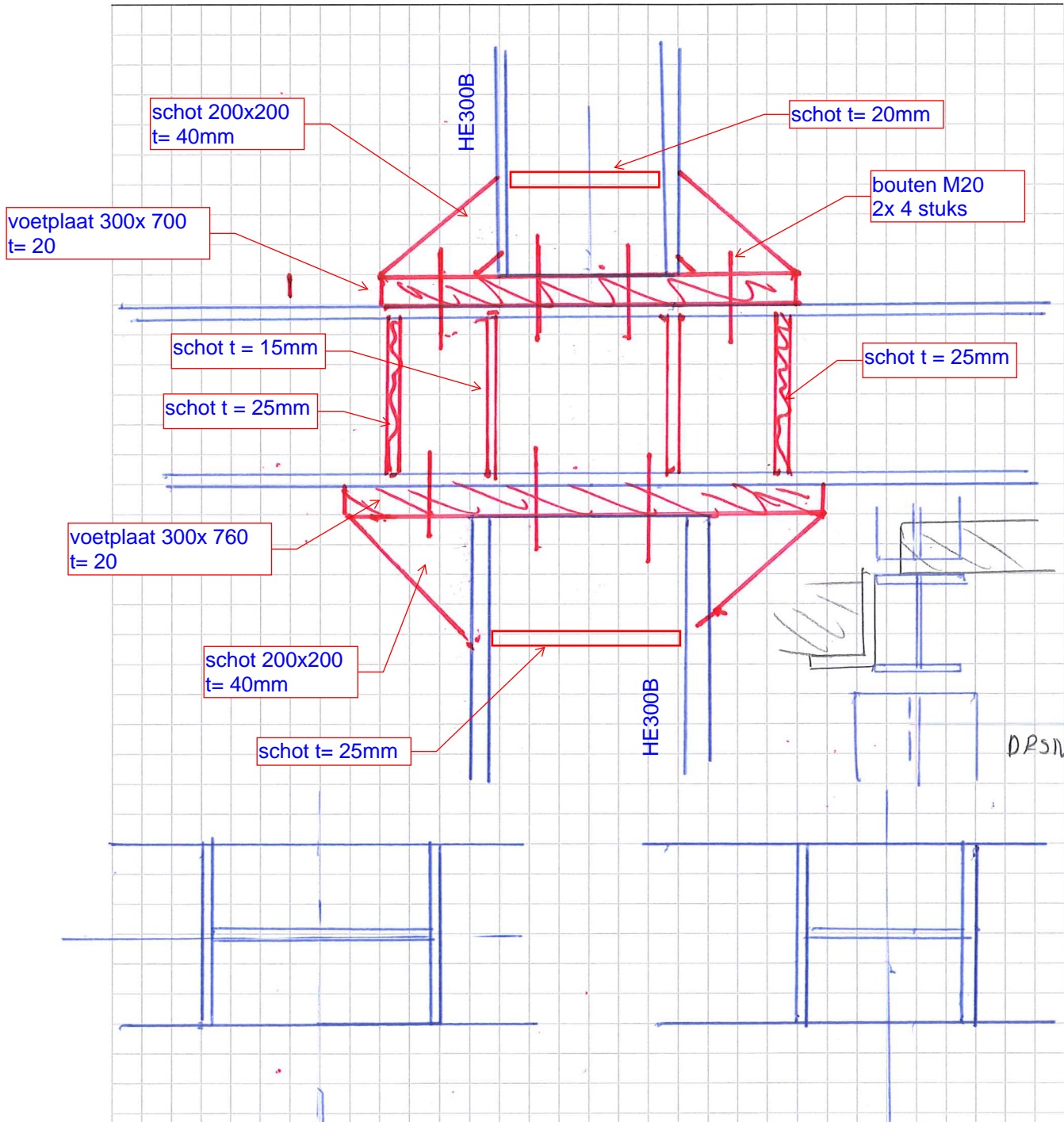
project

projectnr

datum

bladnr

4



los b/midden - I'-Verst.



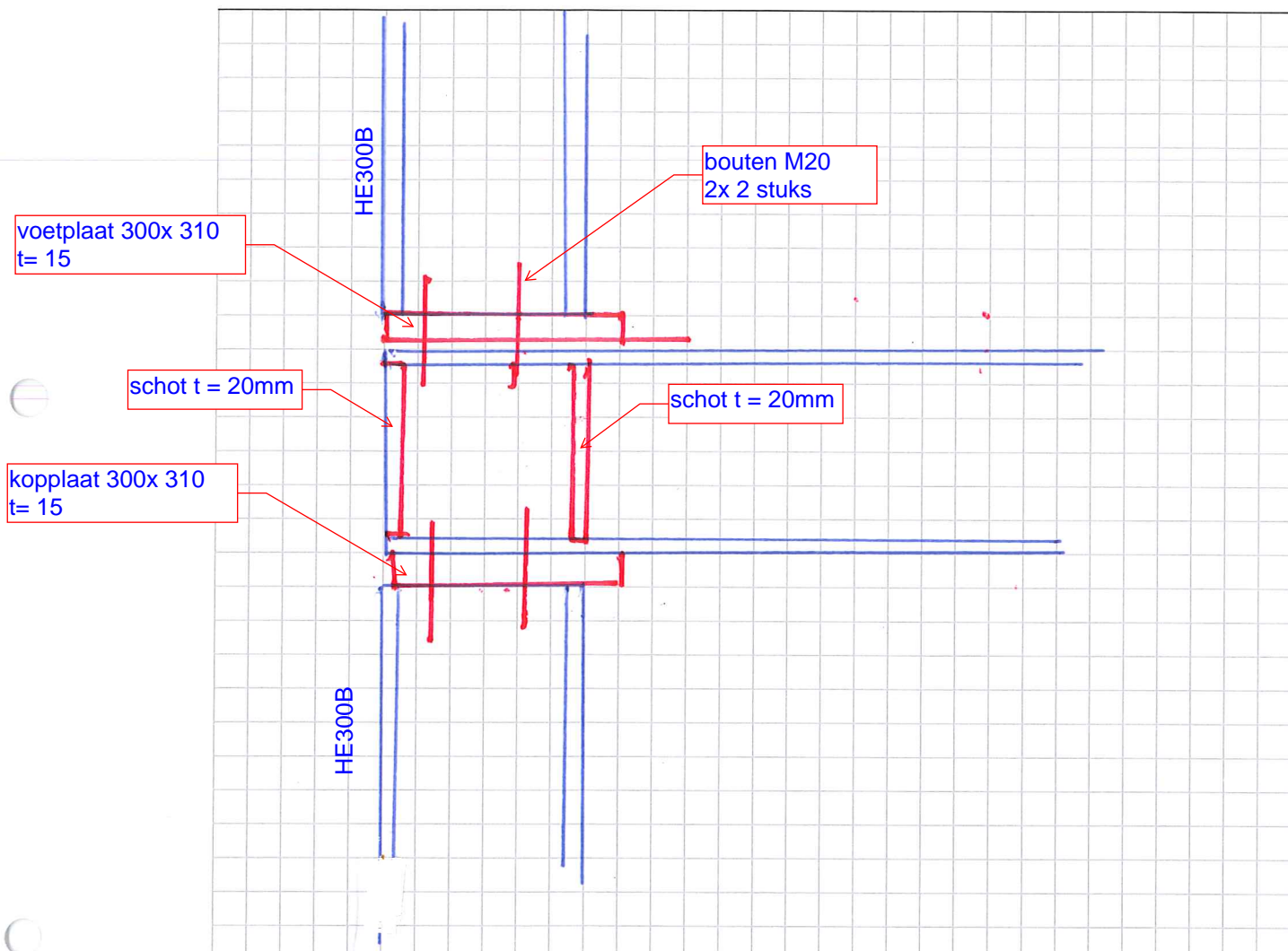
project

projectnr

datum

bladnr

5



as 6 / A+B - 2^e - 4^e verd.



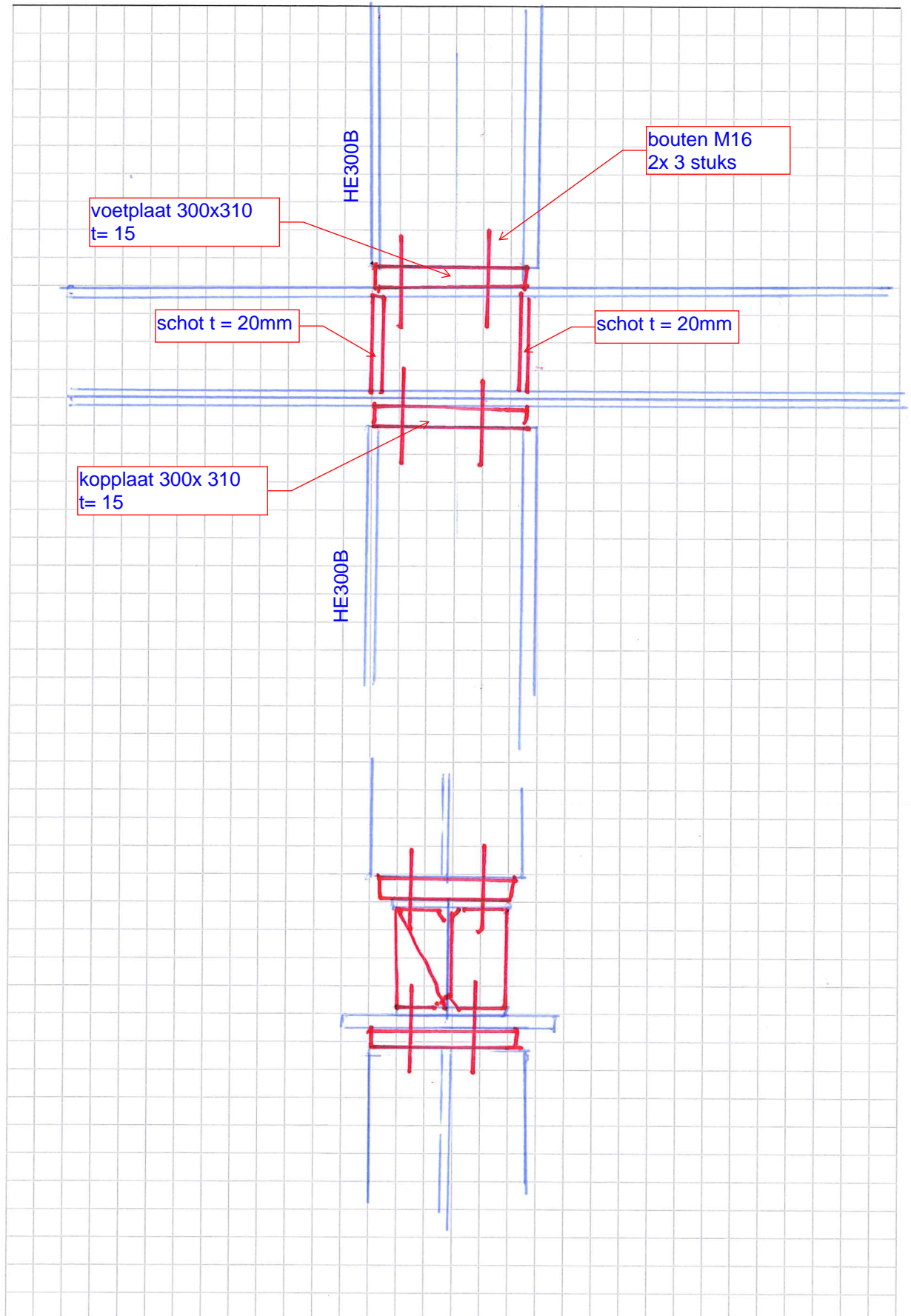
project

projectnr

datum

bladnr

6





project :

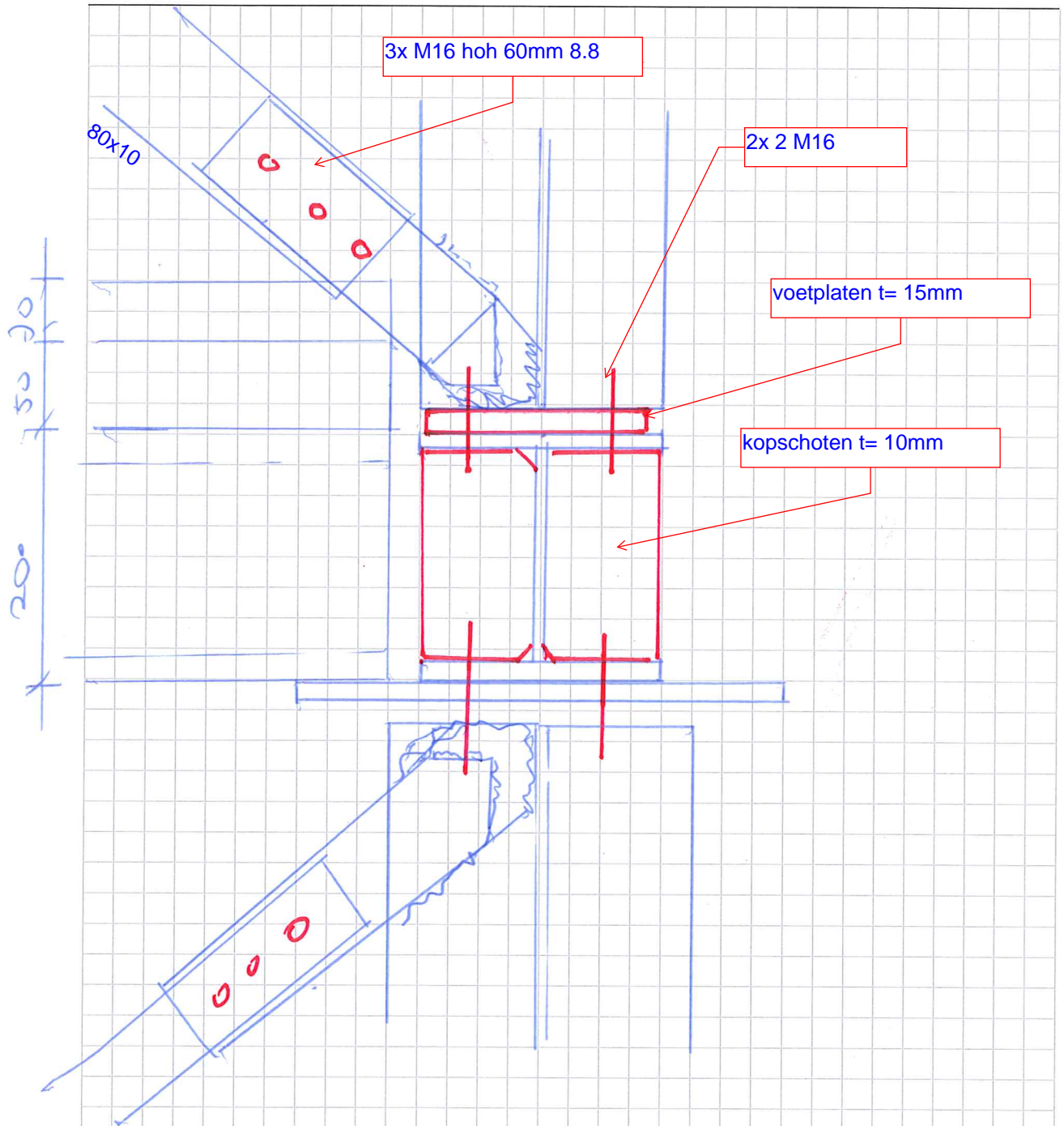
projectnr

datum

26-2

bladnr

2



Wond VerBand as 3+4/A+B

BIJLAGE G

TOETSING PROGRAMMA VAN EISEN

Randvoorwaarden

- **De berekeningen die gemaakt worden met behulp van dit werkproces moeten aan alle eisen voldoen die gesteld worden in de Nederlandse Norm. ✓**
- De verschillende nationale normen zijn verwerkt in het programma daarom voldoen de berekeningen altijd aan de gestelde normen. Zo kunnen er verschillende nationale normen worden ingesteld. Hierdoor is het dus mogelijk om het via de Nederlandse norm te berekenen maar kunnen er projecten ook met andere normen worden berekend als er een project in een ander land plaats vindt.

Functionele eisen

- **Nieuwe werkproces moet sneller verlopen dan voormalige werkproces ✓**
- Het nieuwe werkproces verloopt zeker sneller en efficiënter wanneer de constructeur goed overweg kan met SCIA Engineer en de modelleur het analytisch model goed weet op te zetten. Zo kan er een model worden aangeleverd van de modelleur. Hier kan de constructeur vrij eenvoudig en snel verschillende dingen aan berekenen. Zo kan de staalconstructie in één keer worden berekend en hoeft het niet telkens naar een 1D element te worden geschematiseerd. Vervolgens kan het terug gekoppeld worden naar de modelleur die meteen de aanpassingen ziet en ze vervolgens kan verwerken in het Revit model.
- **Te gebruiken bij grotere en complexere gebouwen ✓**
- Het nieuwe proces is zeker te gebruiken bij grotere en complexere gebouwen. Hier moet echter wel bij gezegd worden dat het extra belangrijk is dat het analytische model goed wordt opgezet. Ondanks dat dit meer tijd kost voor de modelleur kan de berekening wel sneller worden uitgevoerd door de constructeur.

Gebruikswensen

- **Uitgangspunten vooraf duidelijk ✗**
- Dit verschilt per project. Zo kan er bij het ene project al veel duidelijk zijn over wat voor elementen er worden gebruikt en waar de stalen kolommen moeten komen. Echter zijn er ook projecten waarbij er nog niet zo veel duidelijk is. Dit is echter wel van belang bij het nieuwe werkproces aangezien de modelleur een model op moet zetten. Zo kan de modelleur niet zomaar wat tekenen. Dit zal dan ook altijd in goed overleg met de constructeur gedaan moeten worden.
- **Niet te veel tijd kwijt zijn aan het programma ✗**
- Met het nieuwe werkproces zal de modelleur meer tijd kwijt zijn aan het modelleren. Zo moet de modelleur ook het analytische model opzetten wat meer tijd in beslag neemt. Daarnaast zal de constructeur vooral in het begin ook meer tijd kwijt zijn aan het berekenen met behulp van SCIA Engineer. Dit wordt echter minder naarmate het programma meer gebruikt wordt.

- **In het begin veel controles uitvoeren** ✓

- Bij deze werkzaamheden moeten er altijd verschillende controles worden uitgevoerd. Dit is in dit nieuwe werkproces echter goed mogelijk. Zo dient de constructeur altijd het model te controleren wanneer dit naar SCIA Engineer is geëxporteerd. Verder dient de modelleur het model ook weer te controleren als de berekening gemaakt is. Dit kan goed gedaan worden met behulp van dit nieuwe werkproces. Daarnaast houdt de modelleur ten alle tijden de verantwoordelijkheid over het Revit model en de constructeur over de berekeningen. Tot slot kan SCIA Engineer ook zelf controles uitvoeren. Zo controleert het programma bijvoorbeeld of alle verbindingen wel juist zijn aangesloten.

- **Modelleur loopt voor op constructeur** ✓

- Dit is noodzakelijk bij het nieuwe werkproces. De modelleur dient een model op te zetten die de constructeur kan gebruiken voor de berekeningen. Dit moet altijd in goede samenwerking met de constructeur worden gedaan.

- **Gebruik moet duidelijk en overzichtelijk zijn** ✓

- In het nieuwe werkproces zijn gebouwen makkelijk en snel door te rekenen. De koppeling is simpel voor elkaar te krijgen en het berekenen met behulp van SCIA Engineer is duidelijk en overzichtelijk. Wanneer er een vraag is over het programma kan er worden gebeld naar de support die erg snel en duidelijk zijn.

- **Werkzaam** ✓

- Het nieuwe werkproces is zeker werkzaam. Allereerst zouden de medewerkers wel moeten wennen aan bepaalde dingen maar als dit gedaan is wordt het zeker efficiënter. Zo zijn de berekeningen makkelijk te maken waarbij je wel op dezelfde uitkomsten uitkomt. Toch moet er wel gekeken worden hoelang de modelleurs bezig zullen zijn met het opzetten van het analytische model.

- **Controleerbaar & navolgbaar** ✓

- Het nieuwe werkproces is zeker controleerbaar en navolgbaar. Zo kan het Revit model makkelijk gecontroleerd worden door de constructeur en daarnaast wordt het model dat volgt uit de berekeningen ook weer gecontroleerd door de modelleur met behulp van Solibri. Daarnaast zijn alle berekeningen in SCIA Engineer goed te controleren, zo kunnen alle berekeningen en uitkomsten tussentijds in worden gezien. Dit kan stap voor stap worden weergegeven inclusief de formules en de verwijzingen naar de desbetreffende norm.

- **Constructeur moet alleen maar rekenen en zo min mogelijk tekenen en modelleren** ✓

- Tijdens het nieuwe werkproces zal de constructeur aanzienlijk minder modelleren of tekenen. Dit hangt er echter wel af van hoe goed de modelleur het model opzet en welke uitgangspunten vooraf allemaal duidelijk zijn. Wanneer het model namelijk heel goed is opgezet hoeft de constructeur nauwelijks tot niks te modelleren. Echter moeten er altijd verschillende dingen gemodelleerd worden, denk hierbij aan de belastingen en aanpassingen van verbindingen.

Ontwerpbependingen

- **Koppeling tussen SCIA en Revit moet goed werken en simpel zijn in gebruik** ✓
 - Nadat het analytische model goed is opgezet, is de koppeling van Revit naar SCIA Engineer met één knop voor elkaar te krijgen. Hierbij moeten er wel 'mapping tables' worden aangemaakt. Wanneer deze worden aangemaakt slaat Revit ze automatisch op. Dit betekent dus dat er steeds minder 'mapping tables' moeten worden aangemaakt naarmate er meer met de koppeling gewerkt wordt.
- **Moet lijnenspel op elkaar aansluiten vanuit 3D model** ✓
 - Het lijnenspel wordt in Revit minder goed op elkaar aangesloten dan in SCIA Engineer. Zo moet er in Revit wel heel precies gewerkt worden om alles op elkaar aan te laten sluiten echter wordt het in SCIA Engineer automatisch gedaan. Mocht dit uiteindelijk om één of andere reden toch niet gebeuren, dan kan er binnen SCIA Engineer een controle worden uitgevoerd zodat het programma lijnen, die dicht bij elkaar liggen, alsnog aan elkaar verbindt.
- **Maatvoering moet kloppen** ✓
 - Het rekenmodel komt exact overeen met het analytische model. Wanneer het analytische model dus goed wordt gemodelleerd klopt ook de maatvoering van het rekenmodel.
- **Uitdraaien van rapport moet niet teveel tijd in beslag nemen** ✗
 - Het maken van een dergelijk goed uitziend rapport neemt veel tijd in beslag. Daarnaast zijn er alleen standaard tabellen of berekeningen in te plaatsen. Aanpassingen aan die tabellen is dan ook niet mogelijk. Verder kan er ook niet echt een eigen huisstijl gemaakt worden. Het voordeel is echter dat aanpassingen aan de berekening meteen in het rapport worden verwerkt.
- **Als er iets wordt aangepast moet de modelleur een opmerking krijgen wat er is aangepast** ✓
 - Volgens modelleur Peter Dekker zou het mogelijk moeten zijn om aanpassingen aan het model weer te kunnen geven met behulp van een bepaalde kleur in Solibri. Hier moet echter verder onderzoek naar gedaan worden. Tijdens het onderzoek was er geen beschikking over het programma Solibri.
- **Analytisch model in Revit moet goed te maken zijn** ✗
 - Het analytische model is te maken in Revit, echter neemt dit veel tijd in beslag en is het niet erg efficiënt. Dit kan misschien verbeterd worden met een andere manier van modelleren. Zo moet het analytische model ook meteen worden meegenomen wanneer de modelleur begint met het opzetten van het model. Of dit het maken van het analytische model bevordert zal in de praktijk moeten worden uitgewezen.

BIJLAGE H

* Urenlijst per medewerker en datum op tariefsoort

6 mei 2020

Sortering
Bedrijfsnaam

Medewerker, datum
Goudstikker de Vries

Rapportselectie
Project : 20196237

Datum	Project	Fase	Uursoort	Omschrijving	Uren		Totaal
BG Grimberg, B.A.							
25-04-2019	20196237	100 Prospect	PRO Projectleiding	intake en opzet constructie	1.00	0.00	0.00
02-05-2019	20196237	110 Voorontwerp	ADV Advies- en onderzoekuren	opzet met staalconstructie	2.00	0.00	0.00
03-05-2019	20196237	180 Besprekingen (in hon.)	BES Overleg/bespr derden + werkbez	overleg bouwteam bij Wolken	2.00	0.00	0.00
14-05-2019	20196237	110 Voorontwerp	ADV Advies- en onderzoekuren	3e concept constructie	1.50	0.00	0.00
20-05-2019	20196237	110 Voorontwerp	ADV Advies- en onderzoekuren	afmetingen portaalspanten	1.00	0.00	0.00
21-05-2019	20196237	180 Besprekingen (in hon.)	BES Overleg/bespr derden + werkbez	overleg bouwteam bij GdV	1.50	0.00	0.00
18-06-2019	20196237	100 Prospect	PRO Projectleiding	kostenopgave	0.50	0.00	0.00
25-06-2019	20196237	180 Besprekingen (in hon.)	PRO Projectleiding	voorbereiding overleg	0.50	0.00	0.00
25-06-2019	20196237	180 Besprekingen (in hon.)	BES Overleg/bespr derden + werkbez	overleg bouwteam bij GdV	1.00	0.00	0.00
27-06-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	gegevens belendingen	0.50	0.00	0.00
01-07-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	inventarisatie belendingen	1.50	0.00	0.00
01-07-2019	20196237	110 Voorontwerp	ADV Advies- en onderzoekuren	concept fundering	3.50	0.00	0.00
19-08-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	planning uitwerking	0.50	0.00	0.00
06-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	aansturing EdV	0.50	0.00	0.00
06-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	uitvoering SFB liggers	0.50	0.00	0.00
05-11-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	communicatie bouwteam	0.50	0.00	0.00
13-11-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	voorbereiding overleg	1.00	0.00	0.00
13-11-2019	20196237	180 Besprekingen (in hon.)	BES Overleg/bespr derden + werkbez	overleg bij Wolken	2.50	0.00	0.00
15-11-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	notities overleg	1.00	0.00	0.00
18-11-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	organisatie sonderingen	0.50	0.00	0.00
19-11-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	gegevens tbv prefab wanden	0.50	0.00	0.00
21-11-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	organisatie sonderingen	0.50	0.00	0.00
02-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	communicatie prefab wanden	0.50	0.00	0.00
03-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	communicatie voortgang	0.50	0.00	0.00
04-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	aansturing PD	0.50	0.00	0.00
05-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	aansturing PD	0.50	0.00	0.00
10-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	aansturing PD	0.50	0.00	0.00
11-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	aansturing PD	0.50	0.00	0.00
12-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	tekeningen tbv uitvoering	0.50	0.00	0.00
07-01-2020	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	controle paalwapening	0.50	0.00	0.00
09-01-2020	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	uitvoering sonderingen	0.50	0.00	0.00

Sortering
Bedrijfsnaam

Medewerker, datum
Goudstikker de Vries

Rapportselectie
Project : 20196237

Datum	Project	Fase	Uursoort	Omschrijving	Uren		Totaal
10-01-2020	20196237	110 Voorontwerp	PRO Projectleiding	uitvoering houten balkons	0.50	0.00	0.00
15-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	controle paalwapening	0.50	0.00	0.00
17-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	voorbereiding overleg	0.50	0.00	0.00
17-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	acties nav bouwteamoverleg	1.50	0.00	0.00
17-01-2020	20196237	180 Besprekingen (in hon.)	BES Overleg/bespr derden + werkbez	bouwteamoverleg	2.50	0.00	0.00
21-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	uitvoering balkons	0.50	0.00	0.00
21-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	uitvoering verd.vloeren	0.50	0.00	0.00
22-01-2020	20196237	201 3D scan bestaand (point cloud) e-mail 24-2-20	PRO Projectleiding	organisatie 3D-scan	0.50	0.00	0.00
23-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	beoordeling sparingen	0.50	0.00	0.00
23-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	definitieve paalopgave	0.50	0.00	0.00
23-01-2020	20196237	201 3D scan bestaand (point cloud) e-mail 24-2-20	PRO Projectleiding	organisatie 3D-scan	0.50	0.00	0.00
27-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	uitvoering kruipgaten	0.50	0.00	0.00
28-01-2020	20196237	201 3D scan bestaand (point cloud) e-mail 24-2-20	PRO Projectleiding	beoordeling 3D scan	0.50	0.00	0.00
29-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	controle mortelschroefpalen	0.50	0.00	0.00
30-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	uitvoering balkons	0.50	0.00	0.00
30-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	aansturing PD en EdV	0.50	0.00	0.00
31-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	voorbereiding overleg	0.50	0.00	0.00
31-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	afstemming sparingen	0.50	0.00	0.00
31-01-2020	20196237	180 Besprekingen (in hon.)	BES Overleg/bespr derden + werkbez	bouwteamoverleg	2.00	0.00	0.00
03-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	interne controle en verzending	0.50	0.00	0.00
11-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	PRO Projectleiding		0.50	0.00	0.00
12-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	PRO Projectleiding		0.50	0.00	0.00
13-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	PRO Projectleiding		0.50	0.00	0.00
14-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	PRO Projectleiding		1.00	0.00	0.00
17-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	PRO Projectleiding	maatvoering trappen en bordessen	0.50	0.00	0.00
20-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	controle bgg vloer	0.50	0.00	0.00
20-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	meterkastsparingen	0.50	0.00	0.00
21-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	meterkast sparingen	0.50	0.00	0.00

Sortering
Bedrijfsnaam

Medewerker, datum
Goudstikker de Vries

Rapportselectie
Project : 20196237

Datum	Project	Fase	Uursoort	Omschrijving	Uren		Totaal
25-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	communicatie Walda	0.50	0.00	0.00
26-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	communicatie Walda	0.50	0.00	0.00
28-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	communicatie Walda	0.50	0.00	0.00
09-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	controle 2e en 3e verd.vloer	0.50	0.00	0.00
11-03-2020	20196237	203 hamerkop sparingen (e-mail d.d. 10-03-2020)	PRO Projectleiding	opgave hamerkopsparingen	0.50	0.00	0.00
16-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	bgg vloer definitief	0.50	0.00	0.00
17-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	wijziging noodafvoeren	0.50	0.00	0.00
17-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	communicatie Walda	0.50	0.00	0.00
19-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	intake kanaalplaatvloeren	0.50	0.00	0.00
25-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	communicatie Huls Staalbouw	0.50	0.00	0.00
20-04-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	PRO Projectleiding	bordessen te smal	0.50	0.00	0.00
Totaal					53.50		0.00

EDV Vegt, E. de

17-05-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren	VO	0.50	0.00	0.00
20-05-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren		3.00	0.00	0.00
05-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren		6.00	0.00	0.00
06-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren		4.00	0.00	0.00
09-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren	DO	2.00	0.00	0.00
10-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren		5.00	0.00	0.00
12-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren		6.00	0.00	0.00
13-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren		6.00	0.00	0.00
20-11-2019	20196237	110 Voorontwerp	REK Rekenuren		1.50	0.00	0.00
16-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		3.00	0.00	0.00
22-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		2.00	0.00	0.00
23-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		4.00	0.00	0.00
28-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		4.00	0.00	0.00
30-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren	UO	4.00	0.00	0.00
31-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		1.50	0.00	0.00
04-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		4.50	0.00	0.00
05-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		3.00	0.00	0.00
06-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		1.50	0.00	0.00

Sortering
Bedrijfsnaam

Medewerker, datum
Goudstikker de Vries

Rapportselectie
Project : 20196237

Datum	Project	Fase	Uursoort	Omschrijving	Uren	Totaal
11-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		1.00	0.00
13-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren	aanpassing Uitvoering	2.00	0.00
14-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		2.00	0.00
14-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		1.00	0.00
20-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		1.00	0.00
20-02-2020	20196237	200 Detailberekeningen staalconstructie (e-mail 09-03)	REK Rekenuren		2.00	0.00
21-02-2020	20196237	200 Detailberekeningen staalconstructie (e-mail 09-03)	REK Rekenuren	Staal detail berekening	2.00	0.00
25-02-2020	20196237	200 Detailberekeningen staalconstructie (e-mail 09-03)	REK Rekenuren		2.00	0.00
26-02-2020	20196237	200 Detailberekeningen staalconstructie (e-mail 09-03)	REK Rekenuren		4.00	0.00
27-02-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		1.00	0.00
03-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		1.00	0.00
04-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren	Controle derden	1.00	0.00
16-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		0.50	0.00
19-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren	staal controle	1.50	0.00
20-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		0.50	0.00
25-03-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		0.50	0.00
14-04-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	REK Rekenuren		0.50	0.00
Totaal					85.00	0.00

PD Dekker, P.

03-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		2.00	0.00
10-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		1.00	0.00
11-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		3.00	0.00
12-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		2.00	0.00
13-09-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		8.00	0.00
15-10-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		1.00	0.00
03-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		1.50	0.00
04-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		1.50	0.00
05-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		7.50	0.00
06-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		4.50	0.00
10-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		3.00	0.00
11-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		7.00	0.00
12-12-2019	20196237	110 Voorontwerp	TEK Tekenuren		3.00	0.00
21-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	TEK Tekenuren		2.00	0.00

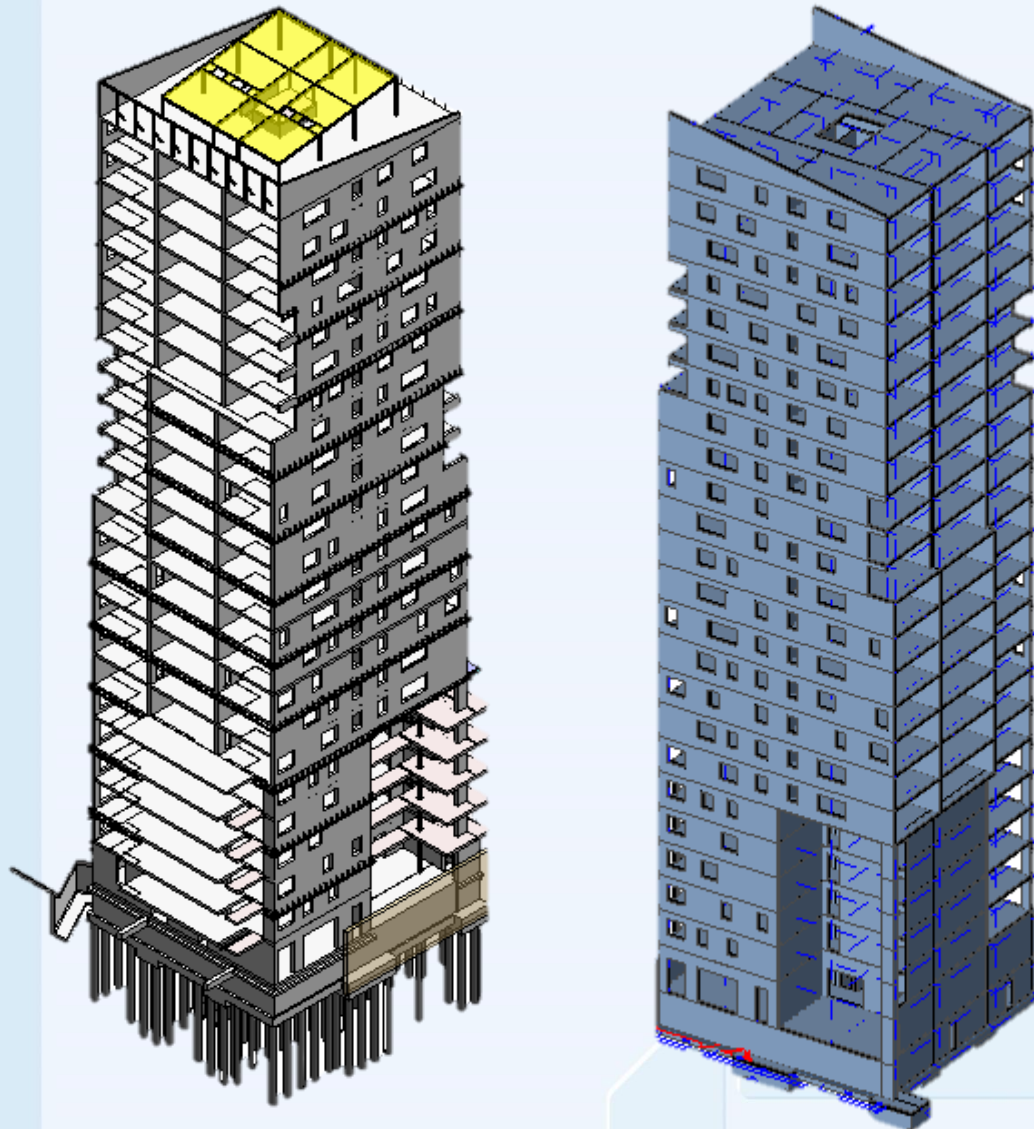
Sortering Medewerker, datum
Bedrijfsnaam Goudstikker de Vries

Rapportselectie
Project : 20196237

Datum	Project	Fase	Uursoort	Omschrijving	Uren	Totaal
28-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	TEK Tekenuren		3.00	0.00
28-01-2020	20196237	201 3D scan bestaand (point cloud) e-mail 24-2-20	TEK Tekenuren		3.00	0.00
29-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	TEK Tekenuren		2.00	0.00
30-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	TEK Tekenuren		3.50	0.00
31-01-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	TEK Tekenuren		2.00	0.00
04-02-2020	20196237	201 3D scan bestaand (point cloud) e-mail 24-2-20	TEK Tekenuren		1.50	0.00
05-02-2020	20196237	201 3D scan bestaand (point cloud) e-mail 24-2-20	TEK Tekenuren		4.00	0.00
06-02-2020	20196237	201 3D scan bestaand (point cloud) e-mail 24-2-20	TEK Tekenuren		5.00	0.00
11-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	TEK Tekenuren		2.50	0.00
12-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	TEK Tekenuren		1.50	0.00
13-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	TEK Tekenuren		2.50	0.00
14-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	TEK Tekenuren		8.50	0.00
25-02-2020	20196237	202 Maatvoering controle trappen en bordessen	TEK Tekenuren		3.00	0.00
11-03-2020	20196237	203 hamerkop sparingen (e-mail d.d. 10-03-2020)	TEK Tekenuren		1.00	0.00
12-03-2020	20196237	203 hamerkop sparingen (e-mail d.d. 10-03-2020)	TEK Tekenuren		1.00	0.00
13-03-2020	20196237	203 hamerkop sparingen (e-mail d.d. 10-03-2020)	TEK Tekenuren		1.50	0.00
16-03-2020	20196237	203 hamerkop sparingen (e-mail d.d. 10-03-2020)	TEK Tekenuren		1.00	0.00
14-04-2020	20196237	140 Uitvoering (e-mail d.d. 18-06-2019)	TEK Tekenuren		1.00	0.00
Totaal					94.50	0.00
Totaal alle medewerkers					233.00	0.00

Afstudeerscriptie

Uitwerking van een woontoren in SCIA Engineer



*Afstudeerscriptie
Frank van Dijk
Goudstikker- de Vries*

Versie: definitief

Datum: 30-03-2017

Colofon

Titel	Uitwerking van een woontoren in SCIA Engineer
Onderdeel	Afstudeerscriptie
Versie	Definitief
Datum	30-03-2017

Afstudeerder

Auteur	Frank van Dijk
Studentennummer	2010048
Email	faldijk@student.avans.nl
Opleiding	Bouwkunde, Constructie

Afstudeerbedrijf

Afstudeerorganisatie	Goudstikker – de Vries Stadionlaan 83, 5213 JJ 's-Hertogenbosch 073 627 82 00
Bedrijfsbegeleider	Dietmar van Loon
Email	denbosch@goudstikker.nl
Telefoonnummer	073 - 6278200

Onderwijsinstelling

Hogeschool	Avans Hogeschool 's-Hertogenbosch
Academie	Academie voor Bouw en Infra Onderwijsboulevard 215, 5223DE 's-Hertogenbosch +31 (0)88 525 75 00
1 ^e begeleider	Dhr. A. van den Bogaard
2 ^e begeleider	Dhr. H. Sloots

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerrapport van Frank van Dijk ter afronding van de opleiding bouwkunde met uitstroombrofiel constructie aan de Avans Hogeschool te 's-Hertogenbosch. Deze scriptie is opgesteld in opdracht van Goudstikker- de Vries te 's-Hertogenbosch en heeft als titel *'uitwerking van een woontoren in SCIA Engineer'*.

Allereerst wil ik mijn afstudeerdocenten dhr. A. van den Bogaard, dhr. H. Sloots en dhr. J. Vreede vanuit de opleiding bedanken voor de begeleiding en tips tijdens het afstuderen. Daarnaast wil ik ook mijn studieloopbaanbegeleidster mevr. A. van Welie bedanken voor de steun in het begin van de afstudeeropdracht.

Naast de begeleiding vanuit school wil ik ook de begeleiding van het bedrijf Goudstikker- de Vries bedanken. Dankzij het ingenieursbureau heb ik een SCIA cursus mogen volgen welke enorm van waarde was bij het uitwerken van de casus. Daarnaast hebben werknemers van Goudstikker- de Vries mij geholpen met het beantwoorden van vragen en interviews, waarvoor mijn dank. Hierbij wil ik in het bijzonder Dietmar van Loon bedanken, hij was mijn stagebegeleider tijdens de afgelopen periode en heeft mij van adviezen voorzien.

De afstudeeropdracht was voor mij een uitdagende en leerzame opdracht, ik heb veel geleerd van het programma SCIA en van hoogbouw. Ik wens de lezer dan ook veel plezier met het lezen van dit rapport.

's-Hertogenbosch, 30 maart 2017

Frank van Dijk

Samenvatting

Het doel van dit afstudeeronderzoek is het uitwerken van een gebouw in SCIA Engineer met de nadruk op betonconstructies. Op deze manier kan er meer kennis en ervaring opgedaan worden in de rekensoftware van SCIA. Hiervoor is een casus uitgekozen, namelijk de Nimbustoren te Nijmegen. Dit gebouw is eerder uitgewerkt door Goudstikker- de Vries in de uitvoeringsfase, om de resultaten te analyseren wordt het SCIA model aan bestaande tekeningen / berekeningen gespiegeld.

Het afstudeeronderzoek is opgedeeld in twee delen, namelijk het vooronderzoek en een casestudie van de Nimbustoren te Nijmegen. Uit de vooronderzoeken is gebleken dat 3D rekenmodellen pas voordelen bieden bij complexere vraagstukken waarbij de krachtsafdracht lastig met handberekeningen te bepalen is. Daarnaast wordt de werkwijze van SCIA beschreven, daarin wordt duidelijk hoe betonnen constructies gewapend moeten worden in SCIA en hoe een model het eenvoudigst opgezet kan worden. Vervolgens zijn de uitgangspunten van de casus toegelicht, deze zijn overgenomen uit bestaande berekeningen om de vergelijking tussen SCIA en bestaand zuiver te houden.

Bij het uitwerken van de casestudie is het model handmatig ingevoerd, koppelingen uit Revit, IFC of de applicatie CADS werken nog niet optimaal. De analytische lijnen van de elementen sluiten namelijk nog niet goed op elkaar aan en materialen worden nog niet helemaal correct herkend.

Na het invoeren van alle belastingen op de constructie is het model 1^{ste} orde lineair doorgekend. Vervolgens zijn de 2^{de} orde factoren in SCIA engineer bepaald. Om 2^{de} orde goed te begrijpen is dit eerst toegepast op enkele korte casussen, namelijk een wandschijf en een dichte kern. Met de functie stabiliteitscombinaties in SCIA zijn op deze elementen de 2^{de} orde factoren berekend. Helaas werkt deze methode nog niet voor een volledig gebouw, daarom is voor de Nimbustoren een vereenvoudigde methode toegepast om 2^{de} ordekrachten te berekenen.

Betonvervormingen zijn in SCIA te bepalen met een 'CDD-berekening'. In deze berekening wordt rekening gehouden met kruip en gescheurde betondoorsneden. Een tweetal onderdelen zijn berekend met deze methode, namelijk een vloer én het gehele gebouw. De vervormingen zijn geanalyseerd en geven reële resultaten.

Ten slotte zijn er een drietal onderdelen gewapend namelijk: een vloer, een kolom en een wand. De kolom en de wand zijn gespiegeld aan bestaande tekeningen / berekeningen. Hierbij viel het op dat in de wand met een kleinere trekband volstaan kan worden, slechts 45% van de trekbandwapening zou nodig zijn. Ook de belasting op de kolom is aanzienlijk lager dan waar voorheen mee is gerekend. Hierdoor kan er geconcludeerd worden dat construeren in SCIA voordelen heeft op het gebied van materiaalbesparing en beschouwingen van krachtsverdelingen. Een ander voordeel is dat slechts één rekenmodel is gebruikt voor diverse output / rekenkundige onderbouwing van meerdere onderdelen, zonder dat daarvoor verschillende losse rekenschema's worden gebruikt.

Verklarende woordenlijst

Analytisch model	Een rekenkundig model bestaande uit 1D en 2D elementen
EEM	De EEM (eindige-elementenmethode), is een wiskundige oplossing voor partiële differentiaalvergelijkingen.
EN (19.....)	Een verwijzing naar de Eurocode.
Eurocode	Europese normen en richtlijnen voor de bouwwereld.
FEA / FEM	de Engelse afkorting voor eindige-elementenmethode is finite element analysis (FEA) of finite element method (FEM).
Fysisch lineair	Het gedrag van het materiaal wordt in dit rekenmodel als lineair beschouwd.
Fysisch niet lineair	Het gedrag van het materiaal wordt in dit rekenmodel als niet-lineair beschouwd.
Geometrisch lineair	De geometrie wordt in het rekenmodel als lineair beschouwd, ook wel 1 ^e orde genoemd
Geometrisch niet lineair	De geometrie wordt in dit rekenmodel als niet lineair beschouwd, ook wel 2 ^{de} orde genoemd.
Isotroop	Materiaal waarbij materiaaleigenschappen niet van de richting afhangen.
IFC	Afkorting voor Industry Foundation Classes. Met IFC bestanden kunnen partijen hun 3D tekenmodellen uitwisselen met hierin alle informatie over de te bouwen onderdelen.
Orthotroop	materiaaleigenschappen zijn verschillend in 2 of 3 loodrechte richtingen.
Referentiemodel	Een model gegenereerd uit een IFC bestand met als doel de vormgeving van het gebouw weer te geven.
SCIA	Een 3D rekenprogramma voor constructeurs in de bouw.
Technosoft	Een 2D rekenprogrammatuur voor constructeurs in de bouw.

Inhoud

1. Introductie	3
2. Onderzoeksvragen.....	4
2.1 Hoofdvraag	4
2.2 Deelvragen	4
3. Vooronderzoeken	5
3.1 Inleiding	5
3.2 Eindige-elementenmethode (EEM)	6
3.2.1 Wat is de eindige-elementenmethode?	6
3.2.2 Waarvoor kan de EEM worden gebruikt?	7
3.2.3 Toepassing van EEM bij Goudstikker- de Vries	9
3.2.4 Wat zijn de voor- en nadelen van de EEM t.o.v. traditioneel rekenen?	11
3.3 SCIA Engineer	12
3.3.1 Wat is SCIA Engineer?	13
3.3.2 Hoe werkt men met SCIA Engineer?	15
3.3.3 Hoe modelleert men in SCIA Engineer?	22
3.4 Nimbustoren te Nijmegen	27
3.4.1 Introductie van het gebouw	28
3.4.2 Constructieve uitgangspunten	29
4. Casus – de Nimbustoren in SCIA Engineer	32
4.1 Modelleren	32
4.2 Windbelasting	35
4.3 2 ^{de} orde berekening	38
4.3.1 Casusmodellen 2 ^{de} orde berekeningen	40
4.3.2 Nimbustoren te Nijmegen; 2 ^{de} orde berekening d.m.v. SCIA	42
4.3.3 Nimbustoren; 2 ^{de} orde berekening handmatig ingevoerd.....	44
4.4 Betonvervorming in SCIA (CDD).....	46
4.4.1 Windbelasting op het gebouw	46
4.4.2 Doorbuiging vloer.....	48
4.5 Wapening.....	50
4.5.1 Kolom	51
4.5.2 Wandligger	54
4.5.3 Vloer	57

5. Conclusies en Aanbevelingen	59
5.1 Conclusies	59
5.3 Aanbevelingen	61
5.3 Vervolgonderzoeken	62
6. Bibliografie.....	63

Bijlagen zijn toegevoegd in het document: Afstudeerscriptie - BIJLAGEN

1. Introductie

1.1 Aanleiding

Tijdens mijn stageperiode in het 3^{de} leerjaar bij Goudstikker- de Vries heb ik erg veel gewerkt met Excel en Technosoft berekeningen. Dit zijn berekeningen in het 2D-vlak en vereisen een visueel denkvermogen van de lezer en bedenker. Binnen het bedrijf was ook de beschikking over 3D rekensoftware, echter werd deze niet veel gebruikt. Hierdoor stelde ik mezelf de vraag: waarom wordt hier zo weinig gebruik van gemaakt? De bouwwereld gaat steeds verder in het maken van 3D modellen om meer inzicht in het gebouw te verkrijgen. Moeten we als constructeur dan ook niet in 3D gaan rekenen? Daarnaast interesseer ik me voornamelijk in hoogbouw en stabiliteit, dit kan dus perfect gecombineerd worden in een afstudeeropdracht door een hoogbouwproject uit te werken in SCIA Engineer.

1.2 Probleemstelling

Bij het bedrijf heerst voornamelijk de gedachte dat er met 3D rekensoftware inderdaad veel mogelijk is. Echter is er nog niet voldoende kennis over het pakket, hoe moet er bijvoorbeeld gewapend worden in SCIA (een 3D rekensoftwarepakket)? Daarbij kan er met bijna dezelfde invoer een totaal andere uitvoer ontstaan, hierdoor is het vertrouwen in de uitkomsten er niet altijd en grijpen veel constructeurs dan ook naar hun 'vertrouwde rekenmethoden', namelijk een combinatie van Excel-sheets en Technosoft. Wellicht kan dat allemaal veel eenvoudiger in slechts één 3D rekenmodel.

1.3 Doelstelling

Bij het uitvoeren van dit onderzoek moet er duidelijk worden hoe er in SCIA (3D rekensoftware) gewerkt moet worden met het:

1. opzetten van een 3D rekenmodel;
2. materiaaleigenschappen;
3. opstellen van belastingen;
 - combinaties;
 - windbelasting;
4. 2^{de} orde in SCIA;
5. vervorming;
 - elasticiteitsmodules van beton;
6. wapenen van betonnen onderdelen;
 - kolommen;
 - wanden;
 - vloeren.

Deze doelstellingen moeten ervoor zorgen dat de kennis van het bedrijf én van de afstudeerder wordt vergroot omtrent het gebruik van SCIA engineer.

1.4 Resultaat

Om de bovenstaande doelstelling te kunnen behalen is ervoor gekozen om een casus te gebruiken. De casus is de Nimbustoren te Nijmegen, dit is een project wat in het verleden al door Goudstikker- de Vries is uitgewerkt in de uitvoeringsfase. Er zijn dus gegevens over bekend, echter is dit gebouw met behulp van Excel en 2D-rekensoftware uitgewerkt. Als resultaat moeten de doelstellingen uitgewerkt zijn voor de casus en moet zichtbaar zijn hoe dit is gerealiseerd.

1.5 Afbakening

Bij Goudstikker- de Vries zijn er een tweetal 3D rekensoftwarepakketten aanwezig, namelijk SCIA engineer en AxisVM. Omdat het gebouw geheel gemodelleerd dient te worden zal er enkel met SCIA gewerkt worden. Het modeleren kost namelijk erg veel tijd, en tijd om het gebouw in twee pakketten te modeleren is er niet.

Daarnaast wordt de opdracht voornamelijk in het kader van het materiaal beton uitgewerkt. De reden hiervan is omdat er bij Goudstikker- de Vries voornamelijk betonnen constructies worden uitgewerkt. Daarbij ligt mijn interesse ook bij betonconstructies. Het is niet zo dat er geen stalen liggers in voor kunnen komen, maar hier zal minder aandacht aan worden besteed.

2. Onderzoeksvragen

2.1 Hoofdvraag

Om de doelstelling en resultaten in voorgaande hoofdstuk te kunnen realiseren is er een hoofdvraag opgesteld, deze luidt als volgt:

Hoofdvraag:

In hoeverre kan de nimbustoren te Nijmegen worden geconstrueerd in SCIA engineer?

2.2 Deelvragen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er een aantal deelvragen opgesteld. Deze deelvragen zijn opgesteld met twee verschillende doelstellingen.

De eerste doelstelling is het verkrijgen van enige voorkennis over de achtergrond van de eindige-elementenmethode, SCIA Engineer en het gebouw de Nimbustoren te Nijmegen. Met deze doelstelling, zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

Deelvraag 1:

Wat is de eindige-elementenmethode en waarvoor wordt het gebruikt?

Deelvraag 2:

Wat is SCIA en hoe dient het programma gebruikt te worden?

Deelvraag 3:

Wat zijn de uitgangspunten van het uit te werken gebouw?

Nadat het vooronderzoek is uitgewerkt, zal de casus worden ingevoerd in SCIA Engineer. Vanuit het bedrijf en vanuit mezelf zijn er een aantal onderdelen die we graag duidelijk willen hebben. Uit deze onderdelen hebben we de volgende deelvragen op kunnen stellen.

Deelvraag 4

Hoe wordt de Nimbustoren te Nijmegen gemodelleerd in SCIA?

Deelvraag 5

Hoe wordt de windbelasting op de Nimbustoren aangebracht?

Deelvraag 6

Hoe worden 2^{de} ordeberekeningen voor het gebouw uitgevoerd?

Deelvraag 7

Hoe kan de vervorming op lange termijn worden berekend voor het gebouw in SCIA?

Deelvraag 8

Hoe kunnen wanden, vloeren en kolommen gewapend worden m.b.v. SCIA?

Onder het kopje van elke deelvraag zal er verder worden ingegaan op het onderwerp. Daarnaast moeten de resultaten die uit SCIA komen gecontroleerd worden. Op die manier moet er inzicht verkregen worden of de resultaten ook reëel zijn.

3. Vooronderzoeken

3.1 Inleiding

Om een woontoren uit te kunnen werken in SCIA zal er eerst achtergrondinformatie bekend moeten zijn. Zo gebruikt het programma SCIA de eindige-elementenmethode om de constructie door te rekenen. Maar wat is dan eigenlijk de eindige-elementenmethode? Ook wordt er beweerd dat SCIA een 3D rekenprogramma is, maar wat wordt er dan verstaan onder een 3D rekenprogramma? Tijdens de vooronderzoeken wordt er ook onderzocht hoe er met SCIA omgegaan dient te worden. Hoe moet een gebouw worden ingevoerd en welke gegevens zijn van belang? Daarna zal de casus verder worden toegelicht. Wat zijn de afmetingen en hoe is de hoofddraagstructuur opgebouwd?

Deze vragen zijn allemaal van belang om SCIA en de rekenmethodes daarachter goed te kunnen begrijpen. De deelvragen die in de vooronderzoeken zijn opgesteld zijn:

Deelvraag 1:

Wat is de eindige-elementenmethode en waarvoor wordt het gebruikt?

Deelvraag 2:

Wat is SCIA en hoe dient het programma gebruikt te worden?

Deelvraag 3:

Wat zijn de uitgangspunten van het uit te werken gebouw?

Elke deelvraag zal in een apart hoofdstuk worden beantwoord en per deelvraag zullen subdeelvragen opgesteld worden om het hoofdstuk verder uit te kunnen diepen. Vervolgens kan er na het beantwoorden van deze vragen de casus worden opgesteld, om zo de kennis uit de vooronderzoeken toe te leren passen in de praktijk.

3.2 Eindige-elementenmethode (EEM)

Bij het rekenen in SCIA wordt er gebruik gemaakt van de eindige-elementenmethode (EEM), of in het Engels finite element analysis / method (FEA / FEM). Bij het begrijpen van SCIA is het dus belangrijk om te weten hoe dit programma zijn gegevens verwerkt in de berekening. In dit hoofdstuk wordt de eindige-elementenmethode verder toegelicht, hierbij wordt antwoord gegeven op de volgende deelvraag:

Deelvraag 1:

1. Wat is de eindige-elementenmethode en waarvoor wordt het gebruikt?

De subdeelvragen die hierbij horen zijn:

1. Wat is de eindige-elementenmethode?
2. Waarvoor kan de EEM worden gebruikt?
3. Hoe wordt dit in de bouwsector gebruikt?
4. Wat zijn de voor- en nadelen van de EEM t.o.v. traditioneel rekenen?
5. Wat zegt de regelgeving over het indienen van EEM-berekeningen?

Na het uitwerken van deze vragen moet er meer duidelijk zijn over het gebruik van de eindige-elementenmethode, de rekenmethode en waarom dit wordt gebruikt.

3.2.1 Wat is de eindige-elementenmethode?

De EEM wordt veel gebruikt in hedendaagse engineering van gebouwen of werktuigbouwkundige onderdelen. Het is een uitkomst voor een complex probleem dat nauwelijks of niet meer met de hand te berekenen valt.

Een simpel voorbeeld hiervan is een ligger op 4 steunpunten met verschillende overspanningen. Het kost veel tijd om de momenten in deze balk met de cross-methode of met gaapvergelijkingen te berekenen. Bij het invoeren van een dergelijke staaf in een softwarepakket als Technosoft zijn de momenten echter zeer snel te bepalen. Hierbij wordt ook nog eens vrij eenvoudig de maatgevende belastingcombinatie bepaald.

Definitie

Een definitie van de eindige-elementenmethode volgens de website www.quadco.be (Martin, 2016):

De eindige-elementenmethode is een numerieke techniek die een complex probleem opdeelt in een groot aantal eenvoudiger elementen, die kunnen opgelost worden in relatie tot elkaar. Daarbij wordt gebruik gemaakt van geavanceerde wiskundige technieken om de antwoorden op al die problemen samen te voegen om tot een benaderde oplossing van dat complexe probleem te komen.

Een vereenvoudigde definitie van de eindige-elementenmethode wordt gegeven op www.manufacturingterms.com (Manufacturingterms, 2016), deze definitie luidt als volgt:

Een techniek voor het modelleren van een complexe structuur. Wanneer het wiskundige model is onderworpen aan bekende belastingen, kan de verplaatsing van de structuur worden bepaald.

Geschiedenis

De ontwikkeling van de eindige-elementenmethode is eigenlijk begonnen met de behoefte voor het oplossen van complexe elasticiteitsproblemen en structurele analyse problemen in de vliegtuigbouw. De ontwikkeling hiervan is begonnen rond 1940 met het werk van Alexander Hrennikoff (1941) en Richard Courant (1942). Terwijl deze heren beide een andere benadering hadden, deelden ze wel een essentieel kenmerk wat later de basis zou zijn voor de eindige-elementenmethode.

De eindige-elementenmethode is verder ontwikkeld in de eind jaren 50. Het werd in die tijd ingezet voor de luchtvaarttechnologie door het werk van John Argyris aan de universiteit van Stuttgart. Later in de jaren 60 werd het ook ingezet door Ray W. Clough een student van de universiteit van Berkeley om civiel technische problemen op te lossen. In die tijd werd al gewerkt met de stijfheidsmatrix, wat vandaag de dag nog steeds de hoofdzakelijke vorm is van de eindige-elementenmethode.

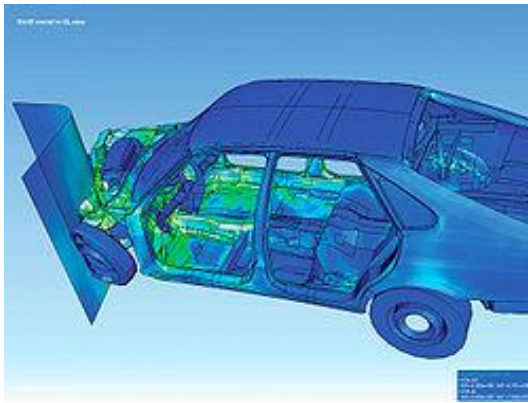
Later in de jaren 60 werd het programma NASTRAN ontwikkeld voor de NASA, dit programma bestaat nu nog steeds. In de loop der jaren zijn er meerdere programma's ontwikkeld voor verschillende typen problemen in de sectoren van werktuigbouwkunde, bouwkunde en civiele techniek.

3.2.2 Waarvoor kan de EEM worden gebruikt?

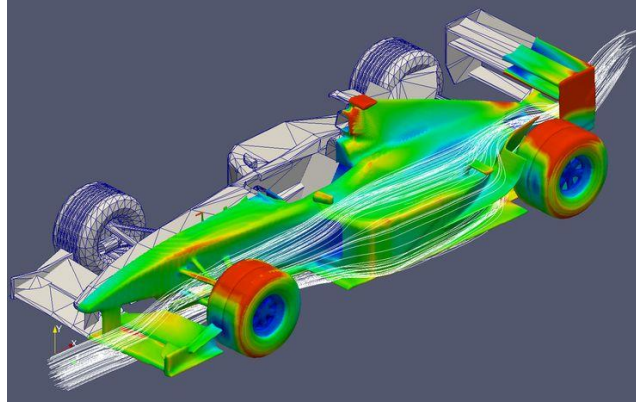
Na ontwikkeling van de eindige-elementenmethode kan deze methode voor veel verschillende typen berekeningen worden gebruikt (eindige-elementenmethode, 2016):

- lineaire statische sterkteberekeningen (meest gebruikte vorm);
- niet-lineaire berekeningen, waarbij ook plastisch gedrag wordt meegerekend;
- eigenfrequentiebepaling;
- thermische berekening;
- knikberekening;
- schok (tijdafhankelijke berekening);
- elektrostatische- en dynamische berekeningen;
- combinaties van bovengenoemde (multiphysics);
- trillingsproblemen.

Bovenstaande verschijnselen worden niet allemaal gebruikt in de bouwsector. Vooral lineaire statische berekeningen komen het meeste voor in de bouwsector. Maar ook voor onder andere de auto-industrie en werktuigbouwkunde is de EEM ook een veelgebruikte vorm om een ontwerp te kunnen onderbouwen. Zo kan er met de eindige-elementenmethode een botsing van een auto nagebootst worden, de aerodynamica kan worden getest of de warmte die ontstaat door wrijving kan berekend worden (zie Figuur 1 en Figuur 2). De belangrijkste methoden voor de bouw worden hieronder nog kort toegelicht.



Figuur 1 - EEM en botsing auto



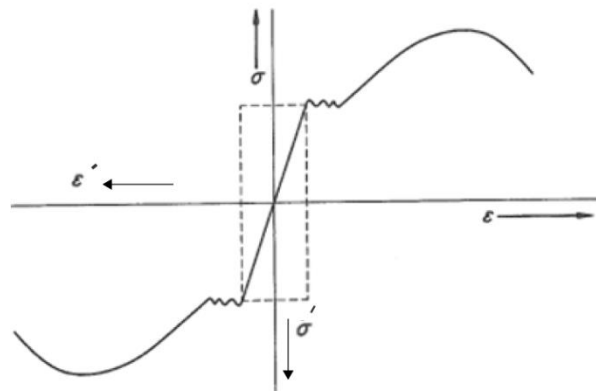
Figuur 2 - F1 auto en windwrijving

Op deze afbeeldingen is te zien hoe uitgebreid de eindige-elementenmethode kan worden toegepast. Dit kan de ingenieur erg goed helpen bij het ontwerpen zonder diverse prototypes te hoeven maken, wat uiteraard veel in ontwerpkosten kan besparen.

Fysisch lineair en fysisch niet lineair

Staal

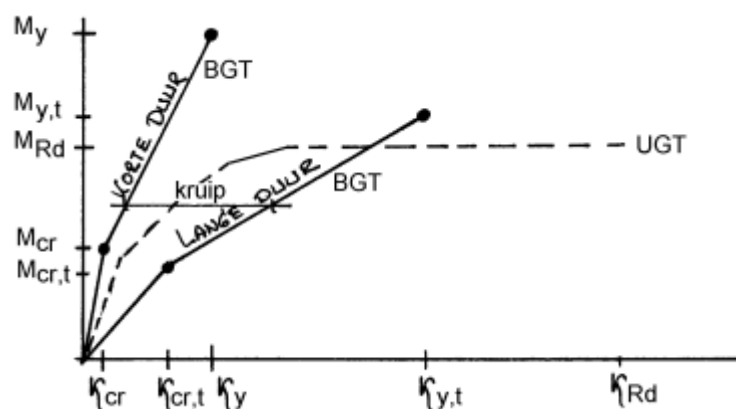
Bij het maken van fysisch lineaire berekeningen wordt er gebruik gemaakt van een lineair verband tussen spanning en rek (Figuur 3). Bij een lineaire berekening blijft de E-modules van het materiaal dus naarmate de spanning toeneemt hetzelfde. Bij het maken van fysisch niet lineaire berekeningen verandert de E-modules tijdens het opvoeren van de spanning. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer staal over de vloeigrens belast wordt, dit noemen we ook wel plastisch rekenen.



Figuur 3 - spanning-rekdiagram

Beton

Bij het uitvoeren van berekeningen van betonconstructies wordt in eerste instantie gerekend met een E-modules van beton van $\pm 33000 \text{ N/mm}^2$. Echter als de doorsnede ook op trek wordt belast, dan zal de doorsnede hier scheuren en daarmee zal de stijfheid van de doorsnede verlagen. Daarnaast heeft beton de eigenschap dat na langere tijd van belasten, er kruipvervorming zal optreden. Voor een doorsnede die op buiging belast wordt, kan de vervorming op lange en korte duur worden bepaald met een M-K

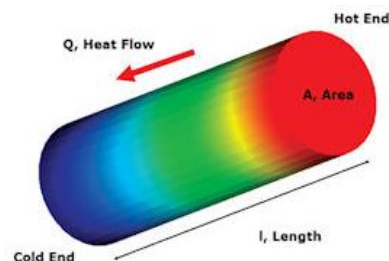


Figuur 4 - M-K diagram betonnen doorsnede

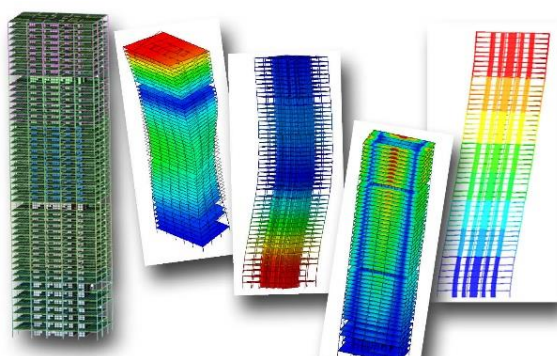
diagram (Figuur 4). Omdat in een balk of vloerdeel in verschillende doorsnedes andere momenten optreden, zal het M-K diagram er op deze doorsnedes ook anders uitzien. Het zou erg veel tijd kosten om deze exercitie met de hand te berekenen en daarom worden betonvervormingen dan ook meestal berekend met EEM software.

Thermische berekening

Met de eindige-elementenmethode kan er ook het verloop van warmte in een constructie worden berekend (Figuur 5). Dit kan worden gebruikt voor het ontwerpen van bijvoorbeeld een uitlaat of het berekenen van een brandwerend staalprofiel.



Figuur 5 - verloop van warmte in EEM



Figuur 6 - EEM en aardbevingen in DIANA

Schok (tijdsafhankelijke berekening)

Het berekenen van schok met behulp van de eindige-elementenmethode kan erg nuttig zijn bij het engineeren van een gebouw. De schokberekening is namelijk nodig om een gebouw te ontwerpen tegen aardbevingen. Een berekening met de hand is namelijk erg lastig wanneer het een

groot en complex werk is. Op de afbeelding (Figuur 6) is te zien hoe er in het programma DIANA een aardbevingsbenadering wordt uitgevoerd.

3.2.3 Toepassing van EEM bij Goudstikker- de Vries

Uit de interviews bij Goudstikker- de Vries kan worden opgemaakt dat er vooral veel gebruik wordt gemaakt van traditionele berekeningsmethoden. Met traditionele berekeningsmethoden worden berekeningen met de hand en Excel bedoeld. Bij complexere vraagstukken, bijvoorbeeld een ligger op 3 steunpunten of meer, wordt er al snel gebruik gemaakt van een 2D rekenpakket (vb. Technosoft). Mocht het probleem zelfs voor een 2D rekenprogramma te complex worden dan is er de uitvlucht naar een 3D rekenpakket (vb. SCIA of AxisVM). Deze interviews zijn te vinden in de volgende bijlage:

- BIJLAGE 7 - Interviews

Om een beeld te krijgen van de complexere vraagstukken waarbij de constructeur zijn hulp zoekt in 3D rekenmodellen zijn hieronder een aantal voorbeelden gegeven. Deze voorbeelden zijn verkregen door middel van een open interview* met de heer R. Sterrenburg, een constructeur bij Goudstikker- de Vries met enige ervaring in het programma SCIA Engineer.

*) = "Bij een open interview wordt enkel het onderwerp en de beginvraag vastgesteld." (Bruinooge)

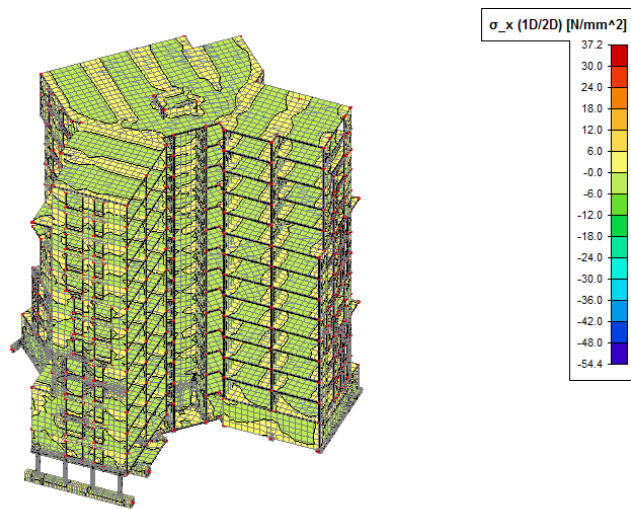
SCIA toegepast door R. Sterrenburg

De heer Sterrenburg heeft bij Goudstikker- de Vries meerdere gebouwen in een 3D rekenmodel uitgewerkt. Om die reden ben ik bij hem gaan informeren d.m.v. een open interview, om antwoord te kunnen krijgen op de vraag waarom hij voor een 3D rekenpakket heeft gekozen en hoe de uitwerking hiervan is verlopen. De gebouwen die in dit verslag worden toegelicht zijn:

- gebouw A te Almere Duin;
- Orco bank te Sint Maarten

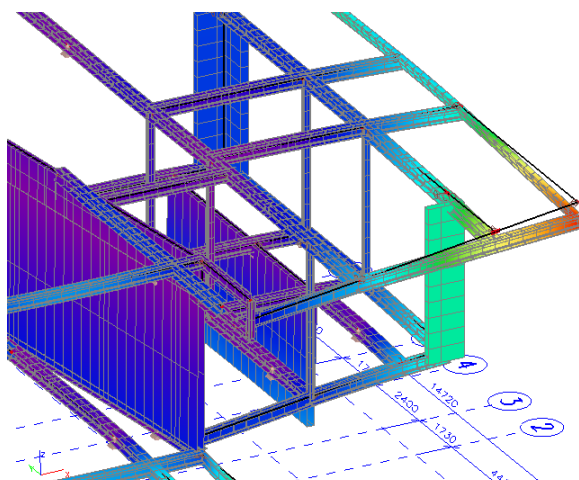
Almere Duin gebouw A

De gemeente vroeg om een rekenkundige onderbouwing van de stabiliteit. Deze was wel bepaald door een andere constructeur maar de berekening was niet duidelijk genoeg en onoverzichtelijk, aldus de gemeente. Aangezien de betonwanden reeds waren gestort tot aan de 2^{de} verdieping, moesten de ontworpen betonwanden voldoen. Dit was voldoende reden om een 3D rekenmodel op te zetten in het programma SCIA (Figuur 7). Het opzetten van dit rekenmodel heeft circa twee weken (± 80 uur) in beslag genomen, in mijn ogen erg veel tijd voor het controleren van een berekening.



Figuur 7 - SCIA model van project Almere Duin

Het model is gebruikt voor het controleren van de paalreacties en voor controle van het wapeningswerk. Het gebouw bleek aan de gestelde eisen te voldoen, op dit onderdeel heeft SCIA zich dus bewezen.



Figuur 8 - SCIA model Orco Bank Sint Maarten

Sint Maarten Orco Bank

Dit gebouw bestaat voornamelijk uit een staalconstructie (Figuur 8), de betonnen wanden die in het rekenmodel staan zijn constructief enkel gebruikt om steunpunten in het model te schematiseren. De uitdaging bij dit project was dat de doorbuiging van de constructie lastig te bepalen was. Het dak was namelijk uitkragend en de ondersteuning van het dak stond ook op een uitkragende stalen balk. Hierdoor was het lastig om de

doorbuiging van de totale constructie (combinatie van meerdere liggers) te bepalen en is er een beroep gedaan op de 3D rekensoftware van SCIA.

Volgens dhr. Sterrenburg is het gebruik van SCIA met name voor staal erg eenvoudig in het gebruik. Er kan namelijk direct worden getoetst of de staalspanning te hoog wordt, hierdoor zijn er geen extra controles meer nodig. Uiteraard moet de krachtsafdracht complex zijn om het in een 3D rekensoftwarepakket te gaan invoeren. Want een gebouw met veel herhaling in constructie kan ook heel eenvoudig in Technosoft worden berekend.

Samengevat

Volgens dhr. Sterrenburg is het toepassen van deze methode erg goed geschikt voor:

- complexere vraagstukken;
- staalcontroles in constructies;
- doorbuigingen van staal in constructies.

Over de uitwerking van betonnen constructies is bij dhr. Sterrenburg nog niet alles bekend. Mede daarom ben ik extra gemotiveerd om hier onderzoek naar te doen.

3.2.4 Wat zijn de voor- en nadelen van de EEM t.o.v. traditioneel rekenen?

De voor- en nadelen van de eindige-elementenmethode ten opzichte van traditionele rekenmethoden is al eens uitgewerkt in het boek eindige-elementenmethode van G.E. Hofman. De voor- en nadelen die hieronder zijn opgesomd komen uit dit boek (Hofman, 2003).

Traditionele berekeningen

Voordelen:

- Een oplossing in (min of meer) gesloten vorm wordt verkregen, die het mogelijk maakt tal van parameters zonder additionele moeite te variëren;
- Toepassing in de ontwerpfase daardoor eenvoudig mogelijk is;
- Als oplossing meestal alleen de essentieel resultaten worden geleverd;
- Geen speciale programma's benodigd;
- Eenvoudiger is in te zien wat de invloed van het wijzigen van een parameter is op het gedrag van de constructie.

Nadelen:

- Voor lang niet alle vraagstukken kan een juiste benaderingsoplossing gevonden worden;
- De nauwkeurigheid van benaderingsoplossingen zijn vaak gering;
- Het afleiden van een goede benaderingsoplossing kan tijdrovend zijn;
- De resultaten van de berekening geven doorgaans geen gedetailleerde informatie;
- Indien geen standaardformules worden gebruikt, is goede theoretische kennis vereist.

Eindige-elementenmethode (EEM)

Voordelen:

- Doordat het ontwerp in 3D uitgewerkt kan worden, zijn bijna alle spanningsverdelingen uit te werken met behulp van de EEM;
- De nauwkeurigheid van de EEM is normaal gesproken erg hoog (mits dit goed is uitgevoerd);
- De berekening levert zeer veel en gedetailleerde informatie op;
- De vereiste theoretische kennis is voor veel toepassingen betrekkelijk klein.

Nadelen:

- De verkregen oplossing geldt slechts voor één bepaalde situatie, en verandering in het ontwerp maakt daardoor een nieuwe analyse noodzakelijk;
- Toepassing in de ontwerpfase is daardoor moeilijk te verwezenlijken;
- Een berekening volgens de EEM levert vaak zo veel informatie op, dat het vaak moeilijk wordt hoofd- en bijzaken te onderscheiden.

Samengevat

Uit de voor- en nadelen van traditioneel rekenen en rekenen met de EEM kunnen we concluderen dat het rekenen met de EEM alleen zinvol is als aan het volgende wordt voldaan:

- De situatie kan niet met handberekeningen worden opgelost;
- De berekening vereist een nauwkeurigheid die niet met klassieke berekeningsmethoden wordt verkregen;
- Er wordt een gedetailleerde oplossing verlangd;
- De kennis en ervaring in het gebruik van de elementenmethode is duidelijk beter dan de kennis en ervaring van de theoretische achtergronden.

3.3 SCIA Engineer

SCIA is een 3D softwarepakket dat rekent met behulp van de eindige-elementenmethode. Deze rekensoftware wordt in de bouw veel gebruikt om gebouwen of losse vraagstukken uit te werken en te berekenen in 3D. In dit onderdeel van het verslag wordt dit programma verder toegelicht. In dit afstudeeronderzoek wordt alleen dit programma beschouwd, omdat dit in gebruik is bij het afstudeerbedrijf Goudstikker- de Vries. Daarnaast is dit een bekend programma bij veel ingenieurs, waardoor het ook persoonlijke waarde heeft om hier enige kennis over te hebben. In dit hoofdstuk zal er antwoord worden gegeven op de volgende deelvraag.

Deelvraag 2:

2. Wat is SCIA en hoe dient het programma gebruikt te worden?

Om antwoord te kunnen geven op de bovenstaande deelvraag zullen de volgende subdeelvragen worden beantwoord.

1. Wat is SCIA Engineer?
2. Hoe werkt men met SCIA Engineer?
3. Hoe modelleert men in SCIA Engineer?

Bij het behandelen van deze onderwerpen moet duidelijker worden hoe er met het programma gewerkt dient te worden. Naast het beantwoorden van deze vragen zal er ook nog een cursus SCIA Engineer beton voor gevorderden worden gevolgd, ook hier zal een kort verslag over uitgewerkt worden.

3.3.1 Wat is SCIA Engineer?

Hier zal in het kort worden toegelicht wat SCIA Engineer is, maar ook wat het vooral niet is.

Daarnaast wordt toegelicht wat het grote voordeel van een 3D rekenprogramma zoals SCIA Engineer is. De onderdelen die in dit hoofdstuk worden verwerkt zijn:

- Wat is de definitie van SCIA Engineer?
- Wat zijn de voordelen van SCIA Engineer?
- Wat is een 3D berekening in SCIA engineer?
- Hoe zit het met de Eurocode regelgeving ?

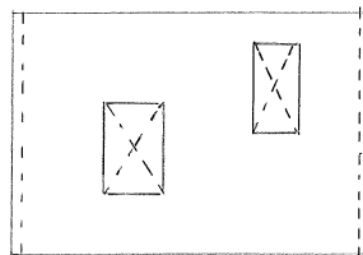
Definitie

Op de website van SCIA Engineer staat de volgende definitie (www.scia.net, 2016):

“SCIA Engineer is een 3D rekensoftware voor het analyseren en ontwerpen van bouwkundige en civiele constructies bestaande uit beton, staal, hout en aluminium.”

Voordelen SCIA Engineer

Op basis van Eurocode normen kan er met SCIA Engineer gerekend worden aan constructies. Het voordeel van een programma als SCIA is dat er in een 3D omgeving ontworpen kan worden. Hierdoor kunnen complexere constructies reëler benaderd worden. Een voorbeeld hiervan is een vloer met meerdere sparingen (Figuur 9). In dit voorbeeld is het lastig om de wapening te berekenen omdat er spanningen in meerdere richtingen zullen ontstaan. Het invoeren van zo'n model in SCIA kan dan erg helpen bij het wapenen.

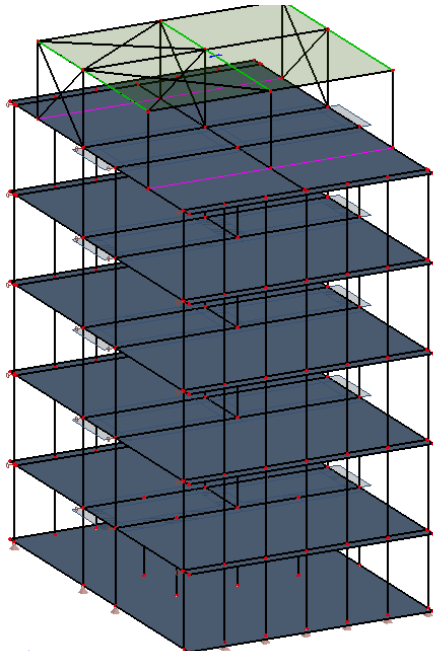


Figuur 9 - overzicht vloer met meerdere sparingen

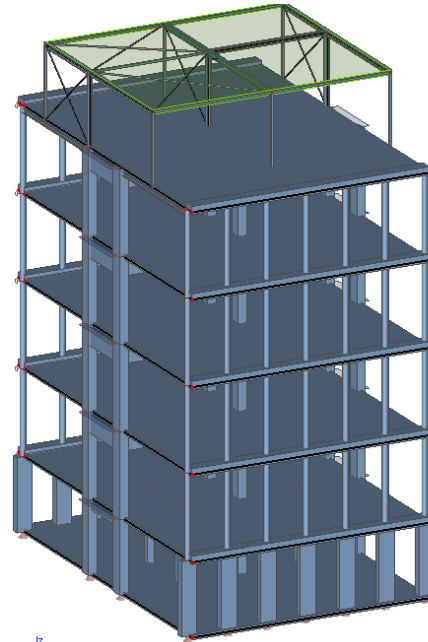
Wat is een 3D berekening in SCIA engineer?

Omdat er in een 3D omgeving wordt gemodelleerd wil dat niet zeggen dat de elementen ook in 3D zijn gemodelleerd. In SCIA engineer zijn er slechts twee elementtypen, dat zijn 1D elementen en 2D elementen. Aan deze elementen worden gegevens gekoppeld zoals: de elasticiteitsmodules, de oppervlakte, het traagheidsmoment, etc. Met behulp van deze gegevens kan het programma de verplaatsing in elk knooppunt berekenen. Vervolgens kan deze verplaatsing worden vertaald naar momenten, normaal- / en dwarskrachten. Deze krachten kunnen d.m.v. mechanica worden omgerekend naar spanningen en verplaatsingen. Daardoor kan het model getoetst worden aan rekenregels uit de Eurocode.

Daarnaast kan SCIA, omdat er afmetingen aan de elementen zijn gekoppeld, wel een beeld genereren van het gebouw alsof het lijkt dat er 3D elementen zijn gemodelleerd. In (Figuur 10) is te zien hoe deze rekenkundige 1D en 2D elementen in SCIA zijn verwerkt, daarnaast is in (Figuur 11) te zien hoe SCIA deze elementen in 3D visualiseert in een gerenderd model.

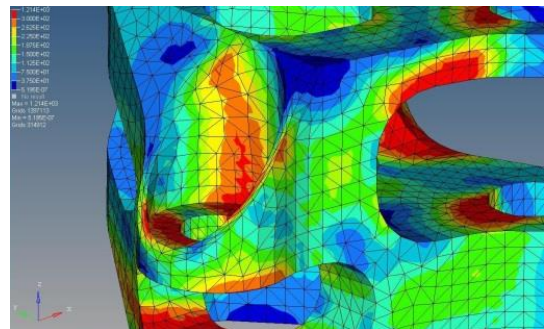


Figuur 10 - SCIA rekenmodel bestaande uit 1D en 2D elementen



Figuur 11 - SCIA gerenderd model

Het wil dus zeggen dat er géén 3D elementen aanwezig zijn in het model van SCIA, iets wat men in eerste instantie niet zou verwachten bij het begrip 3D rekenen. Een voorbeeld van een element wat wel in 3D is uitgewerkt in een ander programma is te zien in (Figuur 12).



Figuur 12 - EEM voor 3D elementen

Hoe zit het met de Eurocode regelgeving?

Om te kunnen voldoen aan de regelgeving gebruikt het programma de krachten / spanningen om doorsneden te kunnen toetsen aan de Eurocode. Door de regelgeving is het programma ook in staat om staaltoetsen uit te voeren of om betonnen doorsneden te wapenen. De Eurocode maakt hierbij onderscheid in elementtypen, omdat een balk ook om andere voorwaarden vraagt dan een kolom. Tijdens het modeleren moet er een keuze gemaakt worden uit de volgende elementtypen:

- kolommen;
- balken;
- vloeren (platen);
- wanden.

In de volgende hoofdstukken zullen deze elementen verder worden toegelicht, hierbij wordt telkens de vraag gesteld hoe dienen deze elementen ingevoerd te worden en hoe kunnen deze gecontroleerd worden?

3.3.2 Hoe werkt men met SCIA Engineer?

Tijdens de afstudeerperiode is er de geavanceerde betoncursus gevolgd voor SCIA Engineer. Hierdoor is er inzicht verkregen in de werkwijze van het programma. Deze werkwijze zal in dit onderdeel van het hoofdstuk verder worden toegelicht, hierbij worden de volgende onderwerpen toegelicht:

- algemene informatie;
- 1D-elementen;
- 2D-elementen;
- Windbelasting;
- doorbuiging op lange termijn (CDD).

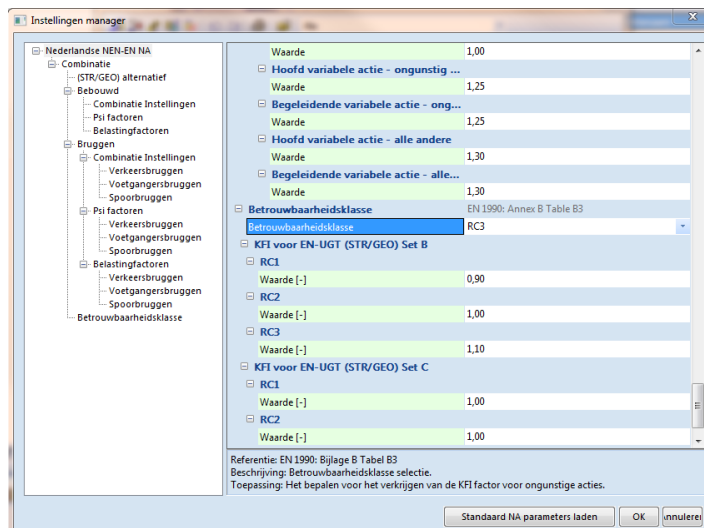
Algemene informatie

In het hoofdstuk algemeen zal worden toegelicht hoe de basis instellingen van SCIA werken. En waar men op moet letten bij het gebruik van SCIA voor betonnen constructies. De onderdelen die worden toegelicht zijn:

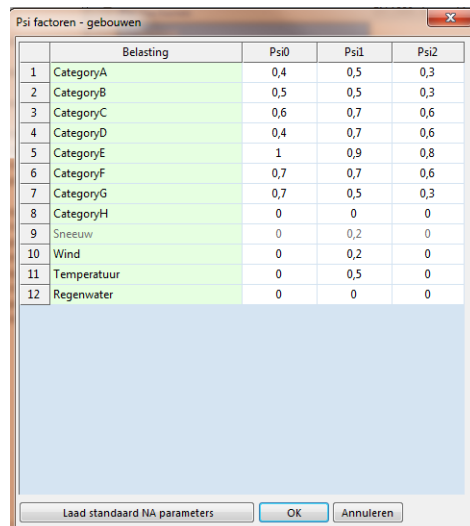
- instellingen Eurocode;
- invoer belastingen en combinaties;
- doorbuigingen van (on)gescheurd beton;
- oude en nieuwe betonmenu.

Instellingen Eurocode

De instellingen van de Eurocode zijn te vinden onder projectgegevens. Hierbij kan o.a. ook de gevolgklasse worden ingesteld (Figuur 13), in dit geval is dat CC3.



Figuur 13 - SCIA instellingen gevolgklasse



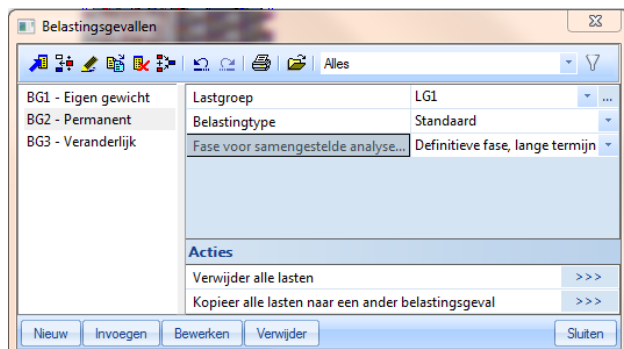
	Belasting	Psi0	Psi1	Psi2
1	CategoryA	0,4	0,5	0,3
2	CategoryB	0,5	0,5	0,3
3	CategoryC	0,6	0,7	0,6
4	CategoryD	0,4	0,7	0,6
5	CategoryE	1	0,9	0,8
6	CategoryF	0,7	0,7	0,6
7	CategoryG	0,7	0,5	0,3
8	CategoryH	0	0	0
9	Sneeuw	0	0,2	0
10	Wind	0	0,2	0
11	Temperatuur	0	0,5	0
12	Regenwater	0	0	0

Figuur 14 - SCIA instellingen Ψ factoren

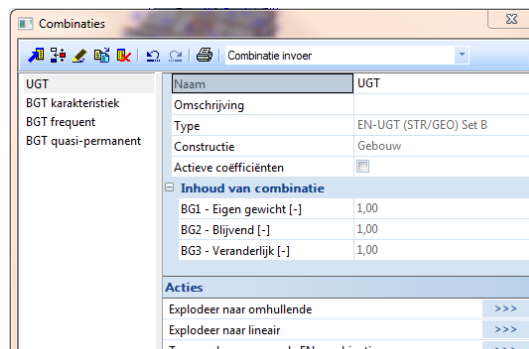
Ook kunnen in dit menu de Ψ -factoren gevonden worden (Figuur 14). Zo kan men controleren of de juiste gegevens worden gebruikt in het model, deze zijn overigens aanpasbaar. Echter, de groene velden zijn normen uit de Eurocode die men waarschijnlijk liever niet wil aanpassen. Blauwe velden kunnen project of zelfs elementafhankelijk worden aangepast. Een voorbeeld hiervan is te vinden onder het betonmenu, de ontwerplevensduur is aan te passen evenals de milieuklassen.

Invoer belastingen en combinaties

In SCIA is het mogelijk om verschillende belastinggevallen toe te voegen. Het programma kan zelf combinaties genereren. Wel moeten de verschillende belastinggevallen worden toegevoegd aan een combinatie. De combinaties die worden gemaakt zijn ook weer opgesteld volgens de EC-norm, alle combinaties kunnen zichtbaar gemaakt worden door de combinatie te selecteren en op de knop 'explodeer naar omhullende te klikken' (Figuur 15 en Figuur 16).



Figuur 15 - SCIA belastinggevallen



Figuur 16 - SCIA automatische combinaties

Doorbuiging in (on)gescheurd beton

Het is belangrijk om te weten dat SCIA Engineer in een standaard berekening lineair rekent. Hierbij gebruikt het programma de E-modules van ongescheurd beton (ca. 33000 N/mm²). De vervorming van betonnen elementen zal bepaald worden aan de hand van deze hogere elasticiteitsmodules. Dit is geen reële vervorming en wil men vervormingen bepalen van betonnen constructies dan zal er een aanvullende module gebruikt moeten worden of men zal de E-modules handmatig aan moeten passen. Indien men gebruik wil maken van het programma dan kan de vervorming op lange termijn bepaald worden met behulp van de module Code Dependent Deflection (CDD) of Physical Non Linear (PNL). Beide modules zijn beschikbaar bij SCIA, echter kan de module PNL alleen gebruikt worden voor 1D elementen. Daarom wordt alleen de CDD berekening verder toegelicht in het hoofdstuk van doorbuiging op lange termijn.

Oude en nieuwe betonmenu

In het betonmenu is het mogelijk om elementen praktisch te wapenen en te controleren op scheurvorming. Op dit moment zijn er in SCIA Engineer twee betonmenu's beschikbaar, een oud betonmenu (beton) en een nieuw betonmenu (beton 15). Het nieuwe betonmenu is nog in ontwikkeling en om die reden heeft het softwarepakket ook het oude betonmenu nog beschikbaar gesteld. Een groot voordeel van het oude betonmenu is dat er op een eenvoudige manier praktische wapening kan worden toegepast door middel van de knop 'automatische praktische wapening'. Een nadeel van dit oude betonmenu is dat de uitvoer alleen in tabelvorm weergegeven wordt en geen verdere rekenkundige onderbouwing wordt weergegeven, ook wel de black box genoemd*. Dit is in het nieuwe betonmenu verbeterd, met behulp van een rapport is nu zichtbaar welke rekenregels het programma heeft gebruikt. Een voorbeeld van een betonnen balk met de vergelijking van het oude en nieuwe betonmenu is toegevoegd in:

- BIJLAGE 2 – vergelijking oude en nieuwe betonmenu

*) = geen inzicht in de berekening die op de achtergrond wordt uitgevoerd.

Volgens de instructrice van de betoncursus (mevrouw I. Schepers) is de werkwijze voor betonnen onderdelen op dit moment het meest eenvoudig om eerst de praktische wapening te ontwerpen in het oude betonmenu en de controle en berekening hiervan te bekijken in het nieuwe betonmenu. Overigens geldt het bovenstaande wel alleen voor 1D-elementen.

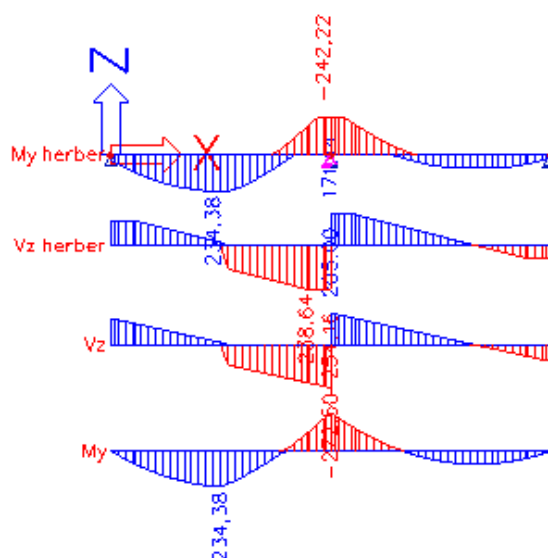
1D – elementen

Bij het invoeren van 1D elementen in SCIA Engineer zijn er twee basisprincipes waaruit men een keuze kan maken, namelijk een balk of kolom. Het is belangrijk dat de juiste gegevens worden geselecteerd omdat het programma dit element zal toetsen aan de rekenregels uit de Eurocode behorend bij een kolom of balk. Hieronder zal in het kort worden toegelicht hoe SCIA rekent aan deze onderdelen. Bij het beschrijven van 1D – elementen is er gebruik gemaakt van de kennis die opgedaan is in de geavanceerde betoncursus van SCIA Engineer en de handleiding van SCIA – 1D members (Advanced concept training - Reinforced concrete (EN 1992) - 1D members, 2015).

Balken

Na het invoeren van constructiegegevens en belastingen kan de berekening worden gestart. Met behulp van de ingevoerde gegevens en eindige-elementenmethode berekent het programma de interne krachten van de balk. Deze krachten zijn te zien in het menu 'resultaten'.

Hierbij is nog geen rekening gehouden met het verschuiven van de momentenlijn en het reduceren van de dwarskrachten op een afstand (d) van de oplegging. Dit kan echter wel worden bekeken in het betonmenu. Dit moet wel ingesteld worden (betonsolver). In het nieuwe betonmenu (beton15) lijkt de breedte van de oplegging nog niet verwerkt te zijn bij het berekenen van de interne krachten. In (Figuur 17) is goed te zien dat de het maximale moment wordt gereduceerd door de oplegging die een dikte heeft van 200mm.



Figuur 17 - SCIA resultaten voor en na herberekening

In de onderstaande tabellen (Tabel 1 en Tabel 2) worden de interne krachten weergegeven in het oude betonmenu (beton) en het nieuwe betonmenu (beton15), hierin is ook zichtbaar dat de krachten gereduceerd worden door de breedte van de oplegging en de hoogte van de constructie bij het oude betonmenu.

Beton	d x [m]	BG	V z [kN]	V z;herber [kN]	M y [kNm]	M y;herber [kNm]
S1	4,833	ULS/1	-262,22	-238,64	-209,6	-242,22
S1	2,333	ULS/1	26,95	26,95	230,74	234,38
S1	5	ULS/1	-272,5	-238,64	-254,16	-242,22
S1	2,5	ULS/1	16,67	16,67	234,38	234,38

Tabel 1 - Resultaten oude betonmenu

Beton15	dx [m]	BG	Vz [kN]	VEdz [kN]	My [kNm]	MEdy [kNm]
S1	5,000+	ULS/1	205	205	-254,16	-254,16
S1	5,000-	ULS/1	-272,5	-272,5	-254,16	-254,16
S1	2,500-	ULS/1	16,67	16,67	234,38	234,38

Tabel 2 - Resultaten nieuwe betonmenu

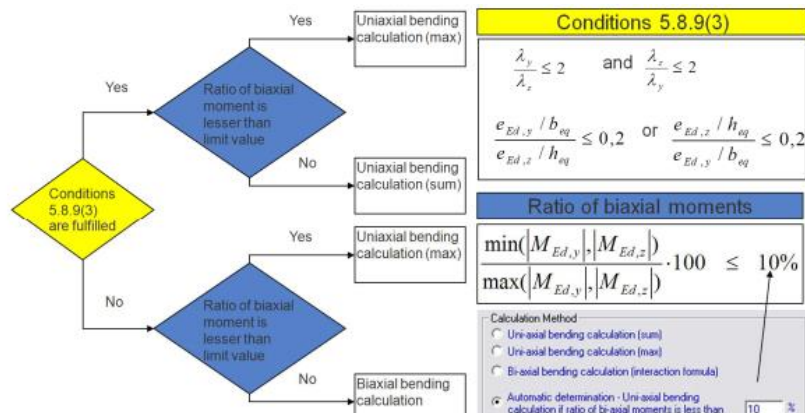
Kolommen

Bij het berekenen van kolommen maakt het programma gebruik van drie berekeningsmethoden namelijk:

- enkel op druk belaste elementen;
- druk en enkele buiging (uni-axial);
- druk en dubbele buiging op het element (bi-axial).

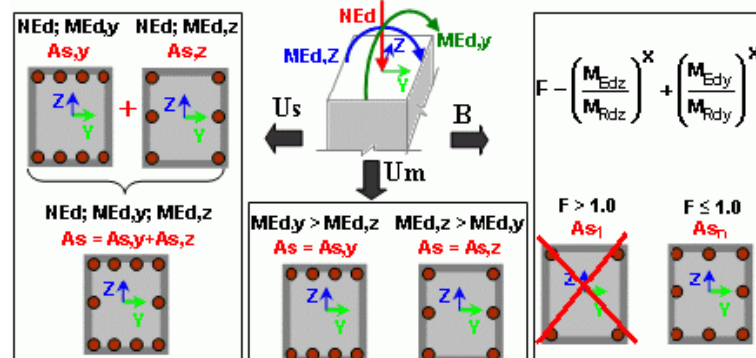
In de handleiding van SCIA – 1D members (Advanced concept training - Reinforced concrete (EN 1992) - 1D members, 2015), wordt uitgelegd hoe het programma rekent aan deze verschillende methoden. In het kort wordt hier een toelichting gegeven op deze rekenmethoden, zodat duidelijk wordt hoe je als gebruiker deze instellingen kunt inzien en kunt aanpassen.

Bij het berekenen van kolommen wordt door SCIA het volgende schema aangehouden (Figuur 18). In SCIA wordt er het volgende uitgevoerd. Er wordt bepaald of er om één enkele as gerekend mag worden (uniaxial) of om twee assen (biaxial). Indien er om één as gerekend mag worden, kan het nog steeds zo zijn dat de wapening in beide richtingen berekend moet worden om de eigen as. Dan wordt wapening om beide assen opgeteld, dit wordt in het schema uniaxial (sum) genoemd. Indien het ene moment een grootte heeft van minder dan 10% dan de andere, dan hoeft er slechts om één as gerekend te worden.



Figuur 18 - Berekeningsmethode voor kolommen in SCIA

In het schema (Figuur 19) is te zien wat de verschillen zijn tussen uniaxial (sum), uniaxial (max) en biaxial. Dit schema is ook terug te vinden in het programma in de 'betonsolver'.



Figuur 19 - Weergave verschil tussen Us, Um en B

2D – elementen

In dit hoofdstuk zullen de 2D vloerelementen verder worden toegelicht. Hierbij wordt bekeken welke berekeningsmethoden SCIA Engineer gebruikt om interne krachten in platen te berekenen. Hoe moet er worden omgegaan met ondersteuning en de daarbij horende piekspanningen en hoe moeten resultaten worden gelezen. Daarnaast is het belangrijk om ook de juiste net-instellingen te gebruiken, hoe dat moet wordt hier ook toegelicht. De informatie is onder andere verkregen tijdens de geavanceerde betoncursus van SCIA Engineer en de handleiding: (Advanced concept training - Reinforced concrete (EN 1992) - 2D members, 2015).

Kirchoff en Mindlin

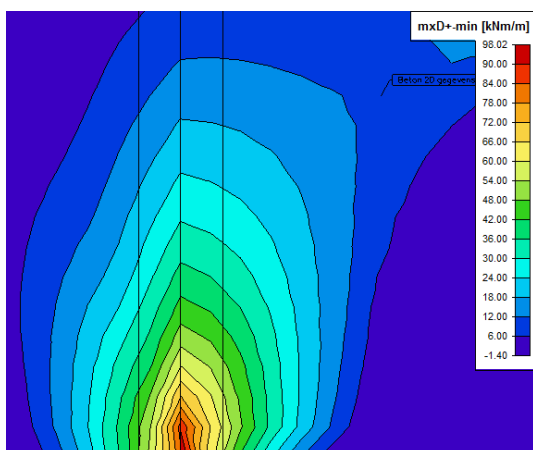
In het programma zijn er twee berekeningsmethoden beschikbaar, dit zijn *Kirchoff* en *Mindlin*. De standaard berekeningsmethode is *Mindlin*, deze kan gebruikt worden voor dunne en dikke platen. *Kirchoff* kan alleen gebruikt worden voor dunne platen. Wil men gebruik maken van *Kirchoff* dan zal er aan de volgende voorwaarden moeten worden voldaan:

- De dikte van de plaat (t) is ten opzichte van de overspanning L kleiner dan 0,2 ($t/L < 1/5$)
- De doorbuiging w is klein ($1/5$) in vergelijking met de dikte van de plaat t ($w/t < 1/5$)

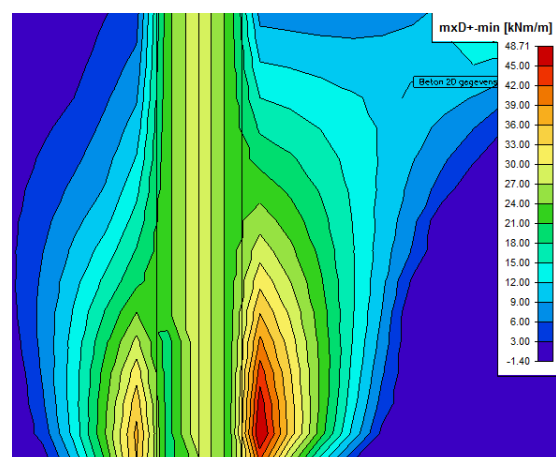
Op de website van SCIA Engineer is meer te vinden over de verschillen en de werkwijze van de twee theorieën (Advanced concept training - FEM). Volgens de instructrice van SCIA is het goed om de standaard instelling te gebruiken (Mindlin), indien er dwarskrachtproblemen zijn kan er gekeken worden of er met *Kirchoff* gerekend kan worden.

Piekspanningen

In een plaat, die opgelegd is op een lijnvormige scharnierende ondersteuning, vormen zich bij opleggingen vaak hoge momenten. Dit geeft geen reëel beeld van de werkelijkheid, omdat de breedte en de stijfheid van de oplegging standaard niet wordt meegenomen.



Figuur 20 - piekspanningen in vloer



Figuur 21 - piekspanningen gemiddeld d.m.v. middellingsstrook

Voor de breedte van de oplegging kan er een middellingsstrook worden opgenomen. Voor de breedte hiervan mag worden aangenomen $b = t + 2d$ met t = de dikte van de oplegging en d = de nuttige betonhoogte.

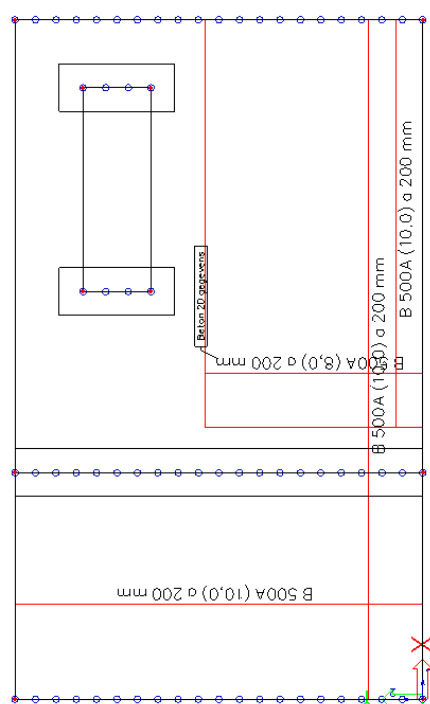
De stijfheid van de oplegging kan worden berekend met de vuistregel $k = (E * t) / h$. Hierin is E = elasticiteitsmodules van de wand, t = de dikte van de wand in meters en h = de hoogte van de wand in meters.

Net-instellingen

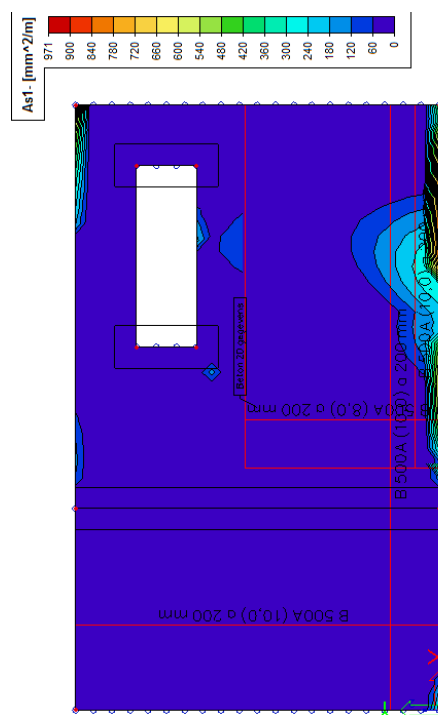
Voor het instellen van de fijnheid van de netten wordt in de vuistregel gebruikt van één à twee maal de plaatdikte. Het is te controleren of de net-instellingen juist zijn. De instellingen van locatie: *‘in centrum’*, *‘in knopen geen gemiddelde’* en *‘in knopen gemiddeld op element’* moeten ongeveer dezelfde waarden weergeven. Is dat niet het geval, dan dienen de net-elementen fijner te worden gemaakt.

Resultaten

In het betonmenu kunnen de interne krachten en het wapeningsontwerp worden toegevoegd. Er kan gekozen worden voor een standaard wapeningsnet (zie Figuur 23) door de standaardinstellingen te veranderen of 2D elementgegevens toe te voegen. Daarna kan er in het menu 2D-wapeningsontwerp gekeken worden hoeveel bijlegwapening er nodig is (zie Figuur 22). Deze wapeningsnetten kunnen ook handmatig worden toegevoegd.



Figuur 23 - Wapeningsnetten op 2D element



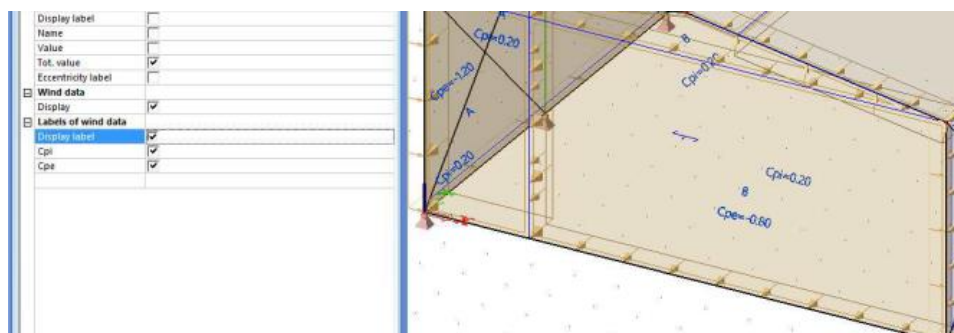
Figuur 22 - benodigde bijleg wapening

Windbelasting

Volgens de handleidingen van SCIA Engineer is het mogelijk om de windbelasting op een gebouw te genereren door middel van de 3D windgenerator. Hoe deze module gebruikt dient te worden wordt hier onder in het kort toegelicht.

Om gebruik te maken van de 3D windgenerator is het noodzakelijk om de extra module te activeren in het hoofdmenu. Als dat geactiveerd is zal het gebouw volledig gesloten gemodelleerd moeten worden d.m.v. panelen. Deze panelen maken het mogelijk om windbelasting in sparingen af te dragen naar de constructie. Hierbij moet niet vergeten worden, om onder de eigenschappen van het paneel, de '3D wind' aan te vinken. Wat belangrijk is bij het modeleren van deze windpanelen, is dat het pijltje van de lokale as naar buiten het gebouw moet wijzen. Dit kan door de gebruiker worden aangepast.

Door in het menu belastingen op de knop 3D windgenerator te klikken kunnen er door SCIA windbelastingen worden gegenereerd. SCIA Engineer genereert automatisch belastingsvelden op de windpanelen. Deze kunnen zichtbaar worden gemaakt onder het menu van alle beeldparameters (zie Figuur 24).



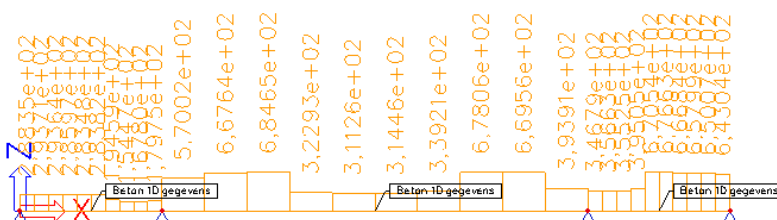
Figuur 24 - winddruk coëfficiënten in SCIA

Voor meer informatie hierover zie de handleiding van SCIA (Topic training - Load generators).

Doorbuiging op lange termijn (CDD)

Bij het bepalen van de doorbuiging op lange termijn voor betonconstructies is een lineaire berekening niet genoeg. Standaard gebruikt het programma de hoge E-modules van beton (ca. 33000 N/mm²). Echter zal het beton gaan scheuren en op langere termijn zal het verder vervormen ten gevolge van kruip. Om toch de vervorming te kunnen bepalen is hiervoor een extra module ontwikkeld door SCIA, dit is de zogeheten CDD berekening. De afkorting CDD staat voor Code Dependent Deflection, dat letterlijk vertaald code afhankelijke doorbuiging betekent. Hoe hier gebruik van moet worden gemaakt wordt toegelicht in de handleidingen van SCIA (Advanced concept training - Reinforced concrete (EN 1992) - adv. modules, 2015).

De methode berekend aan de hand van de Eurocode (EN 1992-1-1 7.4 (7.18)) een gereduceerde E-modules van het beton op meerdere doorsnedes. Daarna kan de vervorming worden bepaald door deze E-modules op verschillende segmenten van de balk toe te passen. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 25.



Figuur 25 - Ely van de betonnen balk na CDD-berekening in SCIA

Stappenplan voor het uitvoeren van CDD berekening

De stappen die doorlopen moeten worden voor een CDD berekening staan hieronder beschreven.

1. Aanmaken van betonvervormingscombinaties
 - CC1 = blijvend (1,0) + onmiddellijke deel van de vervorming
 - CC2 = blijvend (1,0) + veranderlijk $\cdot (\Psi_0)$ + kruip deel van de vervorming
 - CC3 = blijvend (1,0) + veranderlijk (1,0)
2. Lineaire berekening uitvoeren
3. Wapeningsontwerp berekenen (beton menu)
4. Berekening betonvervorming uitvoeren

3.3.3 Hoe modelleert men in SCIA Engineer?

Om een analytisch model te genereren in SCIA zijn er verschillende mogelijkheden. De meest voor de hand liggende methode is een nieuw model op te stellen door het invoeren van elementen. Maar met de komst van het 3D tekenen en het BIM-en worden de mogelijkheden ook voor de rekenprogrammatuur steeds uitgebreider. Deze mogelijkheden worden hieronder verder toegelicht, uiteindelijk wordt er een keuze gemaakt in een van die mogelijkheden. De mogelijkheden die worden beschreven zijn:

- handmatige invoer;
- IFC naar SCIA;
- applicatie CADs;
- visual scripting.

Handmatige invoer

Bij de eigen invoer zal de gebruiker elk onderdeel zelf moeten invoeren door middel van het opgeven van coördinaten en profielgegevens. Dit is een bewerkelijk proces, maar de gebruiker heeft hierbij wel het overzicht op het model. Als de gebruiker bekend is met het programma zal deze ook sneller kunnen modelleren.

Pluspunten

De controle over het model blijft bij de gebruiker. Hierdoor zullen er weinig aansluitingsfouten in het analytisch model plaatsvinden.

Minpunten

Er zijn geen koppelingen mogelijk tussen een ander model en het analytisch model. De controle moet dus door de gebruiker uitgevoerd worden, daarom is de kans op fouten in het ontwerp dus groter.

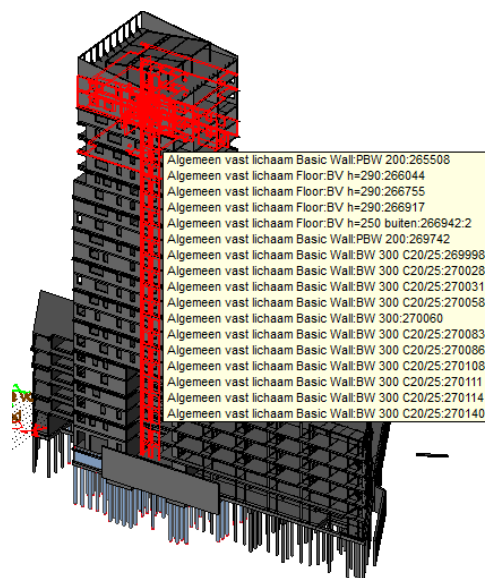
IFC naar SCIA

In het programma SCIA bestaat de mogelijkheid om een IFC in te laden (zie Figuur 26). Tijdens het inladen kan er gekozen worden om de elementen als referentiemodel in te laden. Op deze manier worden er geen staven of platen aangemaakt. De zichtbare onderdelen kunnen daarna handmatig met de BIM-toolbox in het programma geconverteerd worden naar staven en/of platen. Een andere manier is het laden van de IFC als staaf- en plaatmodel. Bij het gebruik van deze methode zal SCIA de beschikbare staven en platen gebruiken om het IFC model om te zetten naar een analytisch model.

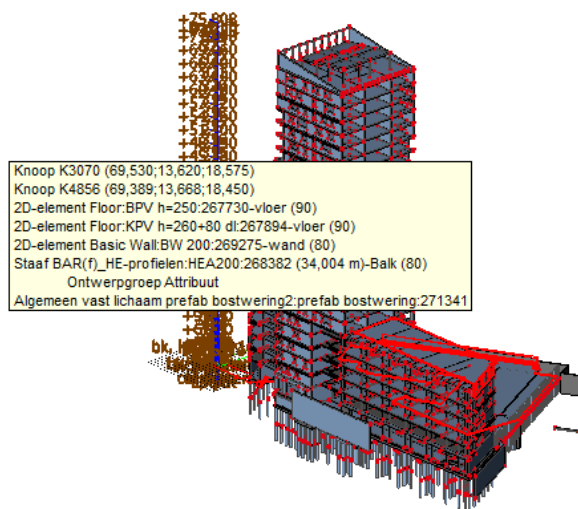


Figuur 26 - Mogelijkheden van IFC naar analytisch model

Het inladen van een model als referentie of als staven is getest met de casus. Hieronder zijn twee afbeeldingen te zien met daarvan één als referentie model (Figuur 28) en één als staafmodel (Figuur 27).



Figuur 28 - IFC als referentiemodel in SCIA



Figuur 27 - IFC inladen als staafmodel in SCIA

Na het uitvoeren van deze test is goed zichtbaar wat de grootste knelpunten zijn. In het referentiemodel moeten alle staven en 2D elementen nog worden toegevoegd dit kost tijd maar hierdoor weet de modelleur goed wat hij heeft gedaan. In het staafmodel heeft SCIA alle staven en elementen zelf toegevoegd, helaas is in de eigenschappen te zien dat de materiaalgegevens niet kloppen. Hierdoor zal de SCIA-modelleur alsnog alle elementen moeten nakijken.

Pluspunten

Bij het inladen van een IFC model in SCIA is er geen beperking in het laden van geometrie. Er is uitwisseling mogelijk met 150 verschillende BIM-applicaties. Hierbij is het ook mogelijk om niet analytische data te importeren zoals een architectonisch model en leidingen in een IFC model getekend.

Minpunten

Er zijn problemen met het uitlijnen van de draagstructuur omdat er geen analytische lijnen in het IFC model zijn weergegeven. De massa elementen in het IFC model zullen geconverteerd moeten worden naar een analytisch element, dit kan redelijk eenvoudig in SCIA met de BIM Toolbox.

CADS

Bij het installeren van SCIA Engineer is het mogelijk om de applicatie CADS te installeren. Met deze applicatie is het mogelijk om het analytische Revit model te converteren naar een analytisch model in SCIA (zie Figuur 29). Hierdoor zou het model dus niet twee keer (Revit en SCIA) gemodelleerd hoeven te worden. In de onderstaande tekst worden de plus- en minpunten kort weergegeven.

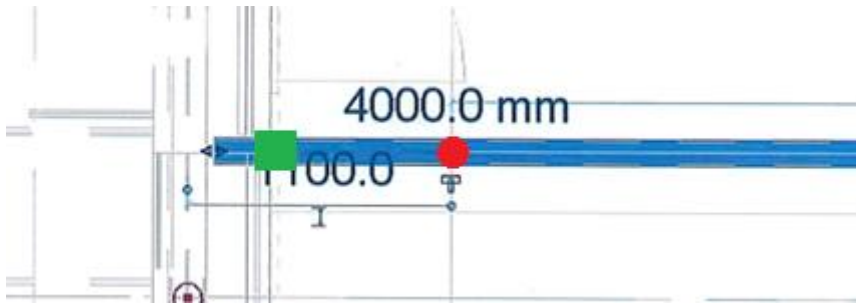


Figuur 29 - Applicatie CADS en converteren Revit naar SCIA

Intern bij Goudstikker- de Vries is er overleg gevoerd met dhr. H. Akkermans over de mogelijkheid om het analytische model van Revit te gebruiken voor SCIA. Hierover werd het volgende gezegd:

“Bij het maken van een tekenmodel zorgt de modelleur ervoor dat de constructie ‘voor het oog’ goed gemodelleerd wordt. Hierdoor weet de ontvanger van het model hoe de constructie gemaakt moet worden. Echter bij het converteren van ‘tekenmodel’ naar ‘rekenmodel’ is het belangrijk dat het analytisch model ook goed gemodelleerd is.”

“Het is hierbij van belang dat de modelleur in Revit zijn analytisch model modelleert zoals het uiteindelijk berekent zal moeten worden. Voor de modelleur zal er dan veel veranderd moeten worden omdat de analytische knooppunten vaak niet aan elkaar gekoppeld zitten, zoals in onderstaand figuur is te zien (Figuur 30). De rode cirkel geeft het einde van de analytische staaf aan in Revit, het groene vierkantje geeft de kolom aan waar de staaf aan zou moeten sluiten en het blauwe gedeelte geeft de staaf zelf aan.”



Figuur 30 - Analytische knooppunten sluiten in Revit niet altijd aan

Wil men gebruik maken van de applicatie CADS dan zal er door de Revit modelleur anders gemodelleerd moeten worden. De analytische modellen moeten correct op elkaar aansluiten.

Pluspunten

Bij de applicatie CADS is het mogelijk om het model direct over te dragen naar SCIA en van SCIA terug naar Revit. Het is mogelijk om eigen families toe te voegen aan het model in SCIA.

Minpunten

Bij het ontbreken van een analytische model in Revit is er geen uitwisseling mogelijk. Een analytisch model dat niet goed is uitgewerkt in Revit zal leiden tot verbindingsproblemen in SCIA. Doorsneden die niet aanwezig zijn in de bibliotheek in SCIA zullen niet worden uitgewisseld.

Grafische scripting

Met 'grafische scripting' is het mogelijk om door middel van verschillende parameters een constructie te laten genereren (zie Figuur 31). Hiervoor worden programma's als Dynamo, Grasshopper en Vectorworks gebruikt. Omdat de constructie wordt gegenereerd door parameters kan er eenvoudig een aanpassing in de constructie worden doorgevoerd. Echter is het opzetten van zo'n model tijdrovend en dient men te beschikken over enige programmeer ervaring.

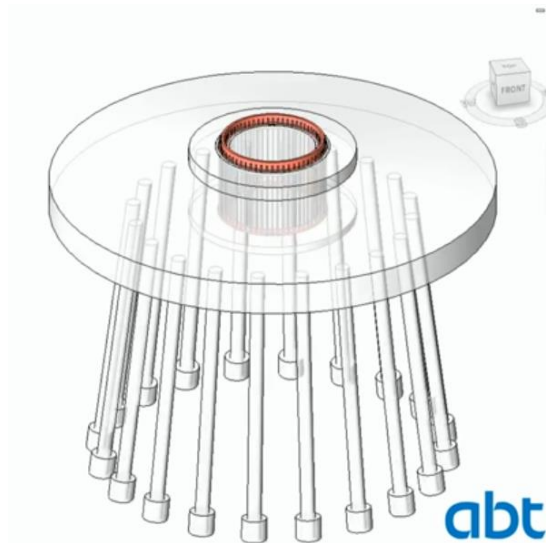


Figuur 31 - Mogelijkheden van grafisch scripten

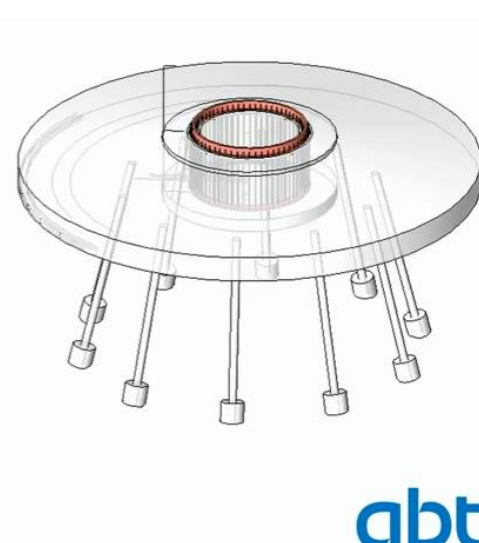
Op de onderstaande afbeeldingen (Figuur 32 en Figuur 33) zijn funderingen weergegeven voor een windmolen. De windmolens worden gebouwd op verschillende locaties en daardoor zullen er verschillende funderingsontwerpen nodig zijn. Om die reden is het interessant om dit te ontwerpen met behulp van grafische scripting. Door een aantal parameters aan te passen kunnen er bijvoorbeeld meerdere palen worden toegevoegd. Dit voorbeeld van het ingenieursbureau ABT is in

Revit uitgewerkt, maar dat is dus ook mogelijk in SCIA Engineer. Een kort filmpje over deze toepassing is te vinden in de volgende link:

<https://www.abt.eu/en/news/news/rebar-modelling-in-revit-with-dynamo--use-case-by-abt.aspx>



Figuur 32 – ABT variant 1; een fundering met relatief veel palen



Figuur 33 - ABT variant 2; een fundering met minder palen

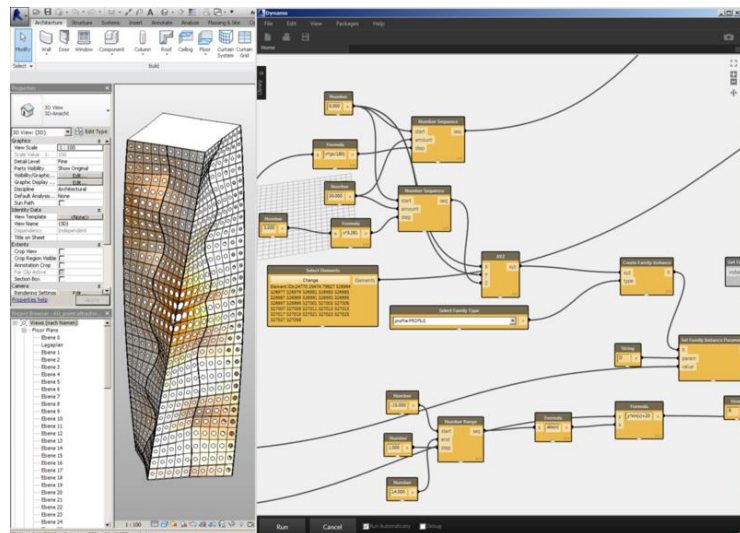
Op de afbeelding (Figuur 34) is te zien wat voor schema's hierbij ingevoerd moeten worden. Ook is goed te zien dat er aparte vormen ontworpen kunnen worden. Deze manier van ontwerpen is complex en hier is meer kennis voor nodig om het toe te kunnen passen. In deze afstudeerscriptie wordt hier dan ook niet verder ingegaan maar wordt deze mogelijkheid van ontwerpen alleen benoemd.

Pluspunten

Bij 'grafische scripting' is het mogelijk om snel complexe 3D constructies te creëren en / of te wijzigen. Dit is geautomatiseerd door middel van verschillende parameters.

Minpunten

Het opstellen van een model met alle aanpasbare parameters is tijdrovend. Hierbij is het belangrijk dat er ervaring is in programmeren. Het is daarom niet echt een praktische toepassing om een standaard gebouw uit te werken.



Figuur 34 - schema overzicht in Dynamo

Conclusie

Bij het invoeren van de modelgegevens wordt er gekozen voor de 'eigen invoer' van het model. Het inladen van IFC in het programma werkt goed, maar dan dient alsnog het model gecontroleerd te worden. Sommige staven of balken zullen ook niet goed gekoppeld zijn waardoor de kans op fouten groter is. De applicatie CADS is niet bruikbaar omdat het beschikbare Revit model analytisch niet juist is opgebouwd. Het grafisch scripten van een model is erg complex en er is geen ervaring in programmeren wat wel een vereiste is. In Tabel 3 zijn de plus- en minpunten overzichtelijk gemaakt.

Voor- en nadelen verschillende modelleringsopties	Handmatige invoer	IFC naar SCIA	CADS	grafische scripting
Controle door gebruiker	+	-	-	+
Koppelingen tekenmodel	-	+/-	+	+
Aansluiting elementen	+	-	-	+
Inladen referentiemodel	-	+	-	-
Moeilijkheidsgraad*	+	+/-	-	--
Verwerken van aanpassingen	-	--	+	++

Tabel 3 - Overzicht plus- en minpunten modelleringsmogelijkheden

*) = een plusteken geeft aan dat het relatief eenvoudig is om hiermee te werken.

3.4 Nimbustoren te Nijmegen

De casus die uitgewerkt zal worden in SCIA Engineer is de Nimbustoren te Nijmegen (Figuur 35). Dit is een bestaand gebouw dat is opgeleverd in 2016 en voorheen is uitgewerkt door Goudstikker- de Vries. Voordat aan deze casus gestart kan worden dienen er een aantal gegevens bekend te zijn, deze zullen uit dit hoofdstuk volgen. Daarna moet er voldoende bekend zijn om het gebouw uit te kunnen werken in SCIA Engineer. In dit hoofdstuk dient er antwoord te worden verkregen op de volgende vraag:

Deelvraag 3:

Wat zijn de uitgangspunten van het uit te werken gebouw?

Om deze deelvraag te kunnen beantwoorden zullen de volgende subdeelvragen worden beantwoord:

1. Wat zijn de algemene gegevens van het gebouw?
2. Wat zijn de constructieve uitgangspunten?



Figuur 35 - Foto Nimbustoren te Nijmegen

Deze gegevens zullen in dit hoofdstuk verder worden uitgewerkt. Tevens zal in de afbakening beschreven staan dat niet het gehele gebouw uitgewerkt zal worden maar enkel de toren.

3.4.1 Introductie van het gebouw

In dit hoofdstuk zal er antwoord worden gegeven op de volgende subdeelvraag:

1. Wat zijn de algemene gegevens van het gebouw?

Bij het beantwoorden van deze vraag zal voornamelijk worden bekeken wat de functie is van het gebouw en door wie het is uitgewerkt.

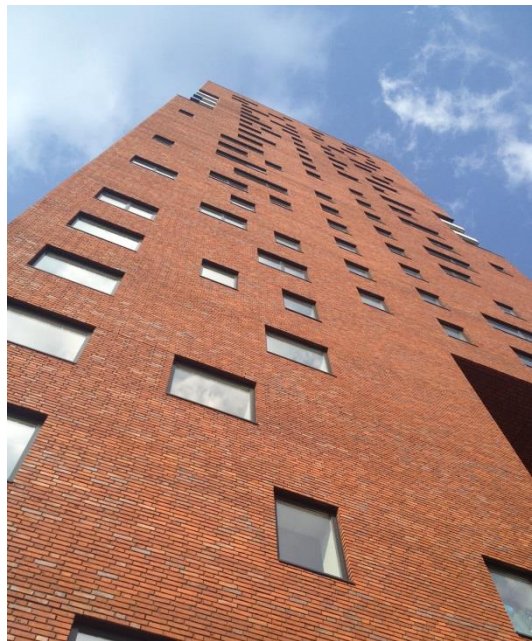
Locatie:	Spoorstraat te Nijmegen
Gebouwhoogte:	76 m
Opdrachtgever:	Woningstichting Talis
Architect:	Hoogte Twee architecten te Arnhem
Aannemer:	Slokker Bouwgroep te Breda
Hoofdconstructeur ontwerpfase:	Bartels ingenieursbureau te Elst
Hoofdconstructeur uitvoeringsfase:	Goudstikker- de Vries B.V.

Het te modeleren gebouw betreft een woontoren aan de spoorstraat te Nijmegen (Figuur 36). Dit gebouw is in opdracht van woningstichting Talis gerealiseerd. De toren heeft een hoogte van 76 m en biedt ruimte aan 116 woningen, 2 bedrijfsruimten en een 2-laagse ondergrondse parkeergarage.

De constructie bestaat uit in het werk gestorte betonwanden in combinatie met breedplaatvloeren. De stabiliteit van de 76m hoge woontoren wordt verzorgd door dragende betonwanden in beide windrichtingen. Het gebouw is gefundeerd op Olivierpalen (trillingsarm, grondverdringend) op doorgaande poerstroken.

Op 17 maart 2016 is de woontoren Nimbus opgeleverd. Goudstikker- de Vries is in opdracht van Slokker Bouwgroep verantwoordelijk geweest voor de volledige engineering tijdens de uitvoeringsfase.

Het gebouw bestaat niet alleen uit de hoogbouw toren, maar ook uit een laagbouw met appartementen en commerciële ruimten. Tijdens de afstudeeropdracht zal enkel de hoogbouw toren worden beschouwd. Er is simpelweg niet genoeg tijd om het gehele gebouw te modeleren en door te rekenen, daarbij is de grootste uitdaging het hoogbouw gedeelte.



Figuur 36 - Foto Nimbustoren te Nijmegen

3.4.2 Constructieve uitgangspunten

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de vraag:

2. Wat zijn de constructieve uitgangspunten?

Tijdens de ontwerpfase is er door ingenieursbureau Bartels gerekend met de TGB-norm. Het constructieve ontwerp van deze woontoren is dus ook gebaseerd op een oudere norm. Op dit moment is de Eurocode van kracht, bij modeleren van het gebouw in SCIA zal er dan ook gerekend worden met de Eurocode. In dit hoofdstuk zullen deze uitgangspunten worden toegelicht met de volgende onderdelen:

- grondslagen van het ontwerp volgens EC-norm;
- belastingen;
- constructieafmetingen;
 - vloerdiktes;
 - wanddiktes;
 - funderingsafmetingen;
 - stabiliteit;
- materiaalgegevens;
 - betonsterkteklassen;
 - staalsoort;
 - milieuklassen.

Grondslagen van het ontwerp volgens Eurocode

De Eurocode stelt allerlei eisen aan het ontwerp van een gebouw. Hiermee wordt onder andere bepaald wat de belastingsfactoren zijn en

Ontwerplevensduurklasse	3
Ontwerplevensduur	50 jaar
Gevolgklasse	CC3*

* Volgens Eurocode-norm -> Gebouwen hoger dan 70m vallen onder gevolgklasse CC3

Gebouwcategorie	A	Woon- of verblijfsfunctie
Windgebied	III	onbebouwd

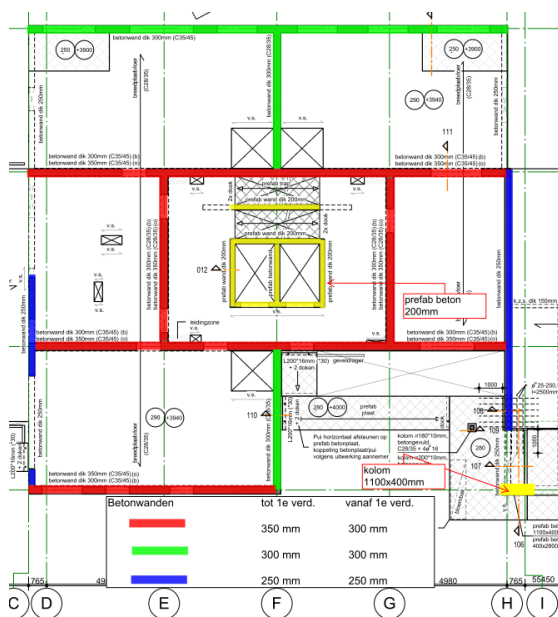
Belastingen

De belastingen zijn terug te vinden in:

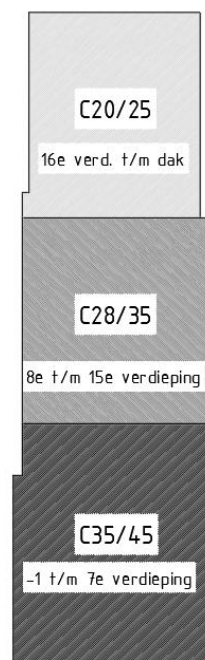
- BIJLAGE 1 – statische berekening Nimbustoren te Nijmegen (hfdst. 2).

Constructieafmetingen

Keldervloer	i.h.w. gestorte betonvloer	300 mm
Verdiepingsvloeren	breedplaatvloer	290 mm
Dakvloer	breedplaatvloer	250 mm
Betonwanden (zie Figuur 37)		
tot 1e verd.	stabiliteitswanden	350 mm
	as C en H	250 mm
	as A4	300 mm
vanaf 1e verd.	stabiliteitswanden	300 mm
	as C en H	250 mm
	as A4	300 mm
Prefab beton	Liftwanden	200 mm
Lichte gevels	Hsb-elementen	



Figuur 37 - dragende betonwanden



Figuur 38 - Opbouw betonsterkteklassen

Stabiliteit

De stabiliteit wordt gewaarborgd door betonnen stabiliteitswanden op as A1 t/m as A4 in de X-richting en de stabiliteitswanden op as E, F en G in de Y-richting. De vloeren werken als schijf en zorgen voor de krachtsafdracht naar de stabiliteitswanden.

Materiaalgegevens

Betonsterkteklassen **C20/25** **C28/35** **C35/45**

De betonsterkteklassen van de hoofddraagconstructie is opgebouwd van een hogere sterkteklasse onderin het gebouw naar een lagere sterkteklasse bovenin het gebouw. Dit is weergegeven in een van de voorgaande afbeeldingen (zie Figuur 38). Het gebouw zal met deze gegevens worden ingevoerd zodat er een vergelijking gemaakt kan worden met andere modellen.

Staalkwaliteit **B500A**

Betonkwaliteit fundering **C28/35**

Betonkwaliteit vloeren **C28/35**

Stalen kolommen **S275**

Stalen liggers **S235**

Veerstijfheden palen

Volgens het funderingsadvies van Fugro van 21 september 2010 kan er een veerstijfheid worden aangehouden van 350 a 475 MN/m bij een belasting van 2000 à 3000 kN. Dit advies is te vinden in:

- BIJLAGE 4 – Funderingsadvies Fugro

4. Casus – de Nimbustoren in SCIA Engineer

In dit hoofdstuk van de afstudeeropdracht wordt de casus uitgewerkt in SCIA engineer. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de kennis die uit de vooronderzoeken is opgedaan. Tijdens het uitwerken van deze casus moeten er een aantal zaken duidelijk worden en daarom zijn de volgende deelvragen opgesteld:

Deelvraag 4

Hoe wordt de Nimbustoren te Nijmegen gemodelleerd in SCIA?

Deelvraag 5

Hoe wordt de windbelasting op de Nimbustoren aangebracht?

Deelvraag 6

Hoe worden 2^{de} ordeberekeningen voor het gebouw uitgevoerd?

Deelvraag 7

Hoe kan de vervorming op lange termijn worden berekend voor het gebouw in SCIA?

Deelvraag 8

Hoe kunnen wanden, vloeren en kolommen gewapend worden m.b.v. SCIA?

Na het beantwoorden van deze deelvragen moet duidelijk zijn hoe dit gebouw is uitgewerkt en welke methodes zijn toegepast. Ook zal er bij enkele deelvragen een kleinere casus worden gebruikt om de methode te begrijpen en te kunnen onderbouwen.

4.1 Modelleren

De eerste stap in het uitwerken van de casus, is het gebouw te modeleren in SCIA. Om inzicht te krijgen op hoe dit is gedaan wordt hierbij antwoord gegeven op de volgende deelvraag.

Deelvraag 4

Hoe wordt de Nimbustoren te Nijmegen gemodelleerd in SCIA?

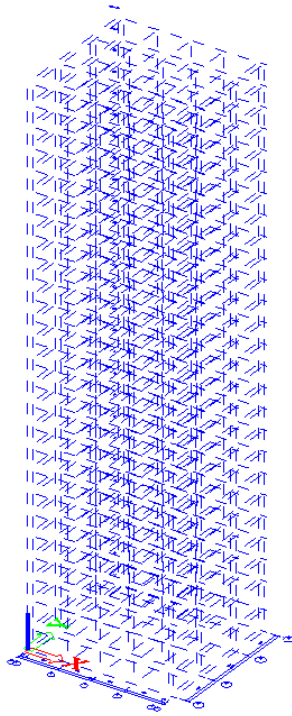
In de vooronderzoeken is reeds onderzocht welke verschillende mogelijkheden er zijn voor het modelleren van een gebouw in SCIA Engineer. Daar is besloten dat het modelleren van het gebouw volledig door de afstudeerder zal worden uitgevoerd. Tijdens het modelleren is er gebruik gemaakt van een aantal handige tools in het programma, dat zijn:

- 3D raster;
- autoCAD tekeningen;
- lagensysteem;
- belastingcombinaties.

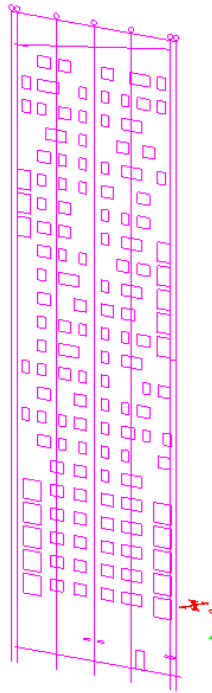
Deze tools zullen verder worden toegelicht.

3D raster

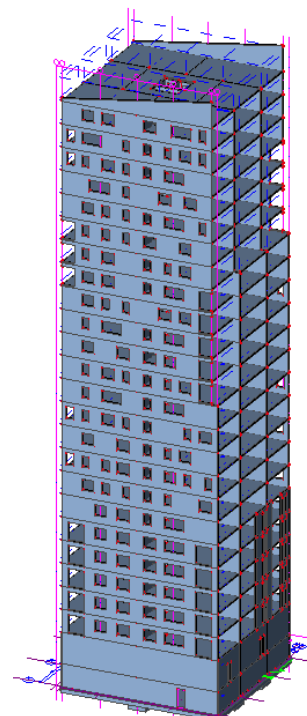
Met behulp van het 3D raster kunnen de hartmaten en verdiepingshoogtes aangegeven worden. Dit is erg praktisch omdat er tijdens het modeleren vloeren en wanden gekoppeld kunnen worden aan dit 3D raster. Het programma genereert dan aanpikpunten waarop de elementen kunnen worden geplaatst. Het 3D raster van de casus is te zien in Figuur 39.



Figuur 39 - 3D raster in SCIA



Figuur 40 - Geïmporteerde AutoCAD tekening



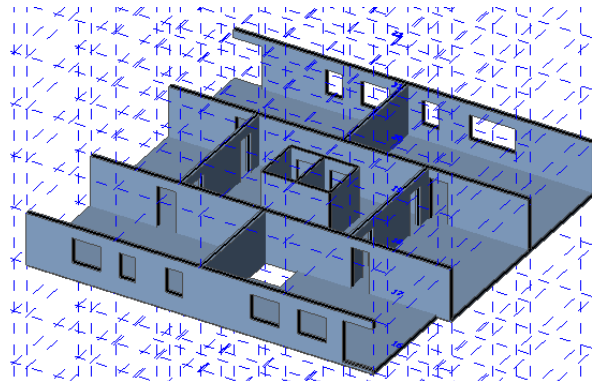
Figuur 41 - Resultaat in SCIA

AutoCAD tekeningen

In de gevels van het gebouw is weinig tot geen repetitie van sparingen aanwezig, daarom is er gebruik gemaakt van bestaande autocad tekeningen in dwg-formaat. Deze dwg-tekeningen zijn in te laden in SCIA en kunnen gebruikt worden in het model als onderlegger voor het aangeven van sparingen. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 40, het resultaat hiervan is te zien in Figuur 41. Dit principe is ook gebruikt voor het plaatsen van de palen omdat de posities anders per paal opgemeten moesten worden.

Lagensysteem

Vanaf de eerste verdiepingvloer tot aan het dak is er erg veel repetitie in afmetingen van vloeren en wanden. Om niet elke wand en vloer opnieuw te moeten modelleren is er gebruik gemaakt van een lagensysteem. Elke verdieping incl. wanden zijn in een aparte laag getekend, daardoor was het erg eenvoudig om de elementen te kopiëren, de gevels zijn in eerste instantie als dichte wand



Figuur 42 - Laag 17e verdieping

gemodelleerd en later zijn de sparingen hieraan toegevoegd. In Figuur 42 is bijvoorbeeld te zien hoe de laag van de 17^e verdieping gemodelleerd is.

Belastingcombinaties

Nadat het model in SCIA gemodelleerd is, zijn de belastingen toegevoegd. De waardes van deze belastingen zijn te vinden in:

- BIJLAGE 1 – statische berekening Nimbustoren te Nijmegen (hfdst. 2)

Het is mogelijk om door SCIA belastingcombinaties uit te voeren, echter is daar nu niet voor gekozen. De reden daarvan is dat de windbelastingen in verschillende richtingen door SCIA in één belastingcombinatie geplaatst zullen worden, waardoor de combinatie niet juist zal zijn. De belastingcombinaties worden door de afstudeerder zelf opgesteld, zodat het overzichtelijk blijft waar mee gerekend wordt.

4.2 Windbelasting

In dit onderdeel van de casus wordt de windbelasting op het gebouw uitgewerkt. De deelvraag die hierbij centraal staat is:

Deelvraag 5

Hoe wordt de windbelasting op de Nimbustoren aangebracht?

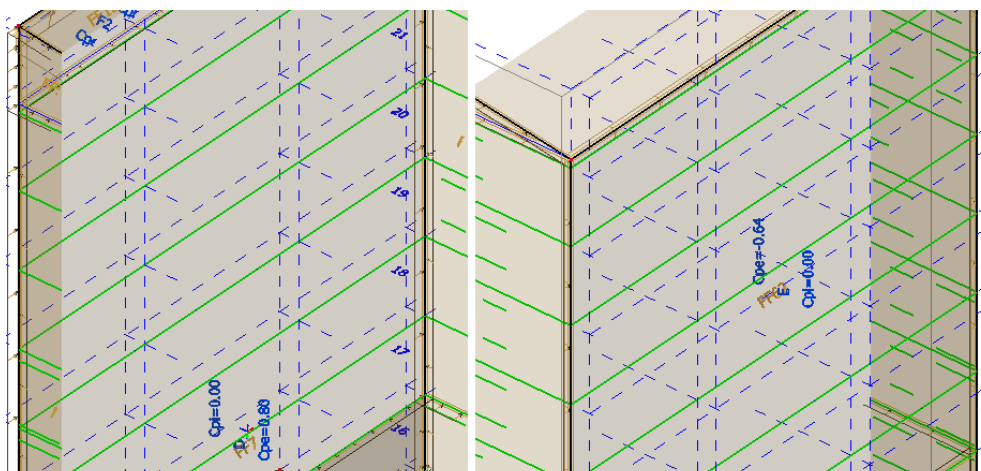
Om de windbelasting op een gebouw te genereren is door SCIA een module ontwikkeld (3D windbelasting), deze module zal in dit hoofdstuk worden toegepast en onderzocht. Om deze module te controleren wordt er een schaduwberekening in Excel gemaakt. Echter, in de Excel berekening wordt er vanuit gegaan dat het gebouw oneindig stijf is, dat is geen juiste weergave van de realiteit. Daarom wordt naast deze Excel berekening ook nog eens de windbelasting uit Excel handmatig ingevoerd in het SCIA model. Dat betekent dat er uiteindelijk drie berekeningen worden uitgevoerd, dat zijn:

1. Automatische windgenerator in SCIA;
2. Handmatige invoer windbelasting per verdieping;
3. Schaduwberekening in Excel.

De resultaten zullen worden vergeleken om vervolgens een conclusie over deze berekeningen te kunnen maken.

Invoer

Het invoeren van windbelasting in SCIA engineer leek vrij eenvoudig. Door het toevoegen van constructiepanelen kan een open gevel dicht worden gezet, zodat de windbelasting afgedragen kan worden naar de vloeren. Het is wel van belang dat de extra module van klimaatlasten wordt geactiveerd in het hoofdmenu. Daarnaast moeten alle panelen die de windbelasting opvangen worden geactiveerd als 3D windpaneel. Dan kan er in het hoofdstuk belastingen 3D windbelasting worden gegenereerd. Hierbij kan zichtbaar worden gemaakt dat wat de $C_{PE,10}$ coëfficiënten zijn (zie Figuur 43).



Figuur 43 - winddruk (0,8) en windzuigging (0,64) coëfficiënten

Deze factoren zijn gecontroleerd en komen overeen met de waardes die berekend zijn in de schaduwberekening in Excel. In deze berekening zijn waarden uit de Eurocode gehanteerd, hieruit volgt een druk coëfficiënt van $C_{pe,10} = 0,8$ en voor de zijde waar zuiging optreedt $C_{pe,10} = -0,63$. Dat komt dus overeen met hetgeen wat in SCIA is aangegeven.

Met behulp van deze winddrukfactoren en de berekening van maximale stuwdruk is de windbelasting per verdieping opgesteld in een Excel berekening. Deze berekening is te zien in:

- BIJLAGE 1 – statische berekening Nimbustoren te Nijmegen (hfdst. 4.2.1 en 4.3.1)

Resultaten

Om de uitvoer van de windbelastingen te vergelijken is gebruik gemaakt van de paalreacties uit de verschillende berekeningen. Deze paalreacties zijn hieronder te zien in de tabel. Een uitgebreide versie van de SCIA uitvoer is te zien in:

- BIJLAGE 3 – paalreacties t.g.v. windbelasting

Tevens is de handberekening ook te zien in bovenstaande bijlage. De resultaten zijn in onderstaande tabel samengevat (zie Tabel 4).

Paalreacties	Paalreacties as H		Paalreacties as A4	
	X-richting	-X-richting	Y-richting	-Y-richting
Excel handberekening	209,5 kN	-209,5 kN	niet ber.	niet ber.
SCIA eigen invoer	204,8 kN	-204,8 kN	217,4 kN	-213,9 kN
<i>verschil met Excel</i>	-2,23%	-2,23%		
SCIA 3D windgenerator	256,3 kN	-238,4 kN	254,0 kN	-239,6 kN
<i>verschil met Excel</i>	22,4%	13,8%		

Tabel 4 - Paalreacties t.g.v. windbelasting

Zoals in bovenstaande tabel zichtbaar is, lijken de paalreacties na het invoeren van de 3D windgenerator erg hoog. Dit is om die reden dan ook nader onderzocht en hierbij zijn een tweetal dingen opgevallen. In de helpdesk van SCIA is een handleiding te vinden over de berekening van windbelastingen, hierin zijn de volgende onderdelen niet terug te vinden:

- $C_s C_d$ factoren vlg. NEN-EN 1991-1-4 6;
- Factor 0,85 NEN-EN 1991-1-4 7.2.2 (4).

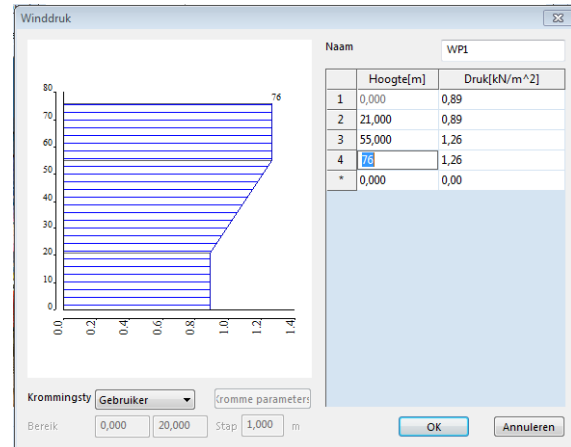
Ten eerste is het opgevallen in een kleinere casus, die niet verder in dit verslag zal worden toegelicht, dat er in de 3D windgenerator niet met $C_s C_d$ factoren wordt gerekend. Nu is deze factor voor deze casus één, maar mocht men een gebouw uitwerken waarbij deze factor hoger is dan één, zoals de casus waarbij de 3D windgenerator wordt getoetst, dan wordt er met een te lage windbelasting gerekend.

Ten tweede lijkt SCIA niet te rekenen met de factor 0,85 die in de nationale bijlage wordt genoemd (zie NEN-EN 1991-1-4 7.2.2 (4)). Hierdoor zou de totale windbelasting met 15% verlaagd moeten worden. Indien deze factor zou worden toegepast op de 3D windgenerator, dan zouden de paalreacties uitkomen op 217,9 kN en 202,64 kN. Zoals te zien is komen de uitkomsten dan wel redelijk goed overeen met wat berekend is in de schaduwberekening en de handmatige invoer van windbelasting in SCIA.

Conclusie

De 3D windgenerator in SCIA werkt wel, maar houdt geen rekening met alle factoren die in de Nederlandse eurocode beschreven staan. Zoals op de vorige pagina beschreven is, wordt er niet gerekend met de $C_s C_d$ factoren en wordt er niet gerekend met de factor 0,85. Daardoor is er in dit project gekozen om niet met de 3D windgenerator te werken, maar verder te gaan met het model waarin de windbelasting handmatig is ingevoerd.

Tijdens het invoeren van de windbelasting is nog een andere functionaliteit gevonden in het programma. Het is namelijk ook mogelijk om de windbelasting te laten genereren met behulp van de windbelastingspanelen, die ook nodig zijn voor de 3D windgenerator, maar zonder op elke vloer lijnlasten handmatig in te voeren. Hiervoor kan er in de projectgegevens een windbelasting op worden gegeven door de gebruiker (zie Figuur 44), deze windbelasting wordt vervolgens op het gebouw gegenereerd maar is dan wel door de gebruiker opgegeven. Hierdoor blijft het voor de gebruiker inzichtelijker met welke lasten er gerekend gaat worden.



Figuur 44 - Windbelasting opgegeven door gebruiker

4.3 2^{de} orde berekening

Nadat de windbelasting correct is ingevoerd en gecontroleerd, is de volgende stap om de 2^{de} orde momenten t.g.v. de windbelasting op het gebouw te genereren. Hierbij staat de volgende deelvraag centraal:

Deelvraag 6

Hoe worden 2^{de} orde berekeningen op het gebouw uitgevoerd met behulp van SCIA Engineer?

In de geavanceerde betoncursus van SCIA Engineer is er uitleg gegeven over 2^{de} orde momenten op kolommen, echter is niet duidelijk geworden hoe 2^{de} orde momenten op gebouwen inclusief de fundering berekend moeten worden met behulp van SCIA. Om dit toch te kunnen bereiken wordt er gebruik gemaakt van het SMART-doelen systeem, dat hieronder verder is uitgewerkt.

SMART (Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdgebonden)

“Een SMART-doelstelling is richtinggevend: het geeft aan wat je wilt bereiken en stuurt het gedrag van je medewerkers en van jezelf. Bovendien wordt aangegeven welke resultaten wanneer moeten worden bereikt” (Pijlman & Oosterhout). Door een doelstelling SMART te formuleren is de kans groter dat er in de praktijk iets van terecht komt. SMART staat voor:

- specifiek;
- meetbaar;
- acceptabel;
- realistisch;
- tijdgebonden.

In de onderstaande toepassing van het SMART-doelen systeem wordt het volgende doel uitgewerkt: Hoe kan kunnen 2^{de} orde berekeningen uitvoeren in SCIA engineer en vervolgens toegepast worden in het SCIA model van de Nimbustoren te Nijmegen?

Specifiek

Wat willen we bereiken?

Het verkrijgen van 2^{de} orde krachten uit SCIA Engineer in een vereenvoudigd model. Indien dit doel behaald is en de kennis is verkregen over de toepassing hiervan, dan kunnen we dit toepassen op het project de Nimbustoren te Nijmegen.

Wie zijn erbij betrokken?

De afstudeerder, het afstudeerbedrijf en derden waar hulp aan gevraagd kan worden bv. SCIA engineer.

Wanneer gebeurt het?

Nadat is vastgesteld dat het invoeren van de windbelasting in het SCIA rekenmodel goed is gelukt. De 2^{de} orde krachten komen voornamelijk tot stand door de vervorming van de windbelasting en het gebouwgewicht.

Welke delen van de doelstelling zijn essentieel ?

De vraag moet worden gesteld of het überhaupt mogelijk is om 2^{de} orde te berekenen met SCIA engineer. Daarnaast moet worden onderzocht hoe dit moet worden toegepast, de resultaten moeten ook verklaarbaar zijn, daarom is het goed om dit eerst in een vereenvoudigd model te toetsen.

Waarom willen we dit doel bereiken?

Bij een hoogbouwproject is een berekening van 2^{de} orde krachten vaak essentieel om het juiste funderingsplan op te kunnen stellen en de vervormingen aan de top te controleren. Op dit moment worden de 2^{de} orde krachten veelal met Excel berekeningen bepaald, hierbij wordt gebruik gemaakt van de Ec-methode. Wellicht kan dit eenvoudiger met behulp van SCIA engineer.

Meetbaar

Het vereenvoudigde model waarop 2^{de} orde berekend gaat worden in SCIA Engineer, moet gecontroleerd worden met een schaduwberekening. Als de uitvoer van SCIA overeenkomt met de schaduwberekening dan mag ervan uitgegaan worden dat de berekening van SCIA klopt en kan deze methode worden toegepast op het SCIA model van de Nimbustoren te Nijmegen. Het model van de Nimbustoren is helaas te complex om te controleren en hier moet er dus vertrouwd worden op het programma.

Acceptabel

De afstudeerder zal ervoor moeten zorgen dat het doel behaald wordt. Hij zorgt ervoor dat het vereenvoudigde SCIA model wordt opgesteld en gaat hier de 2^{de} orde op berekenen. Ook de schaduwberekening wordt door de afstudeerder uitgevoerd, hierbij zal het afstudeerbedrijf kunnen helpen met het opstellen van een schaduwberekening. Bij het opstellen van 2^{de} orde krachten in het SCIA model, wordt gebruik gemaakt van de SCIA support.

Realistisch

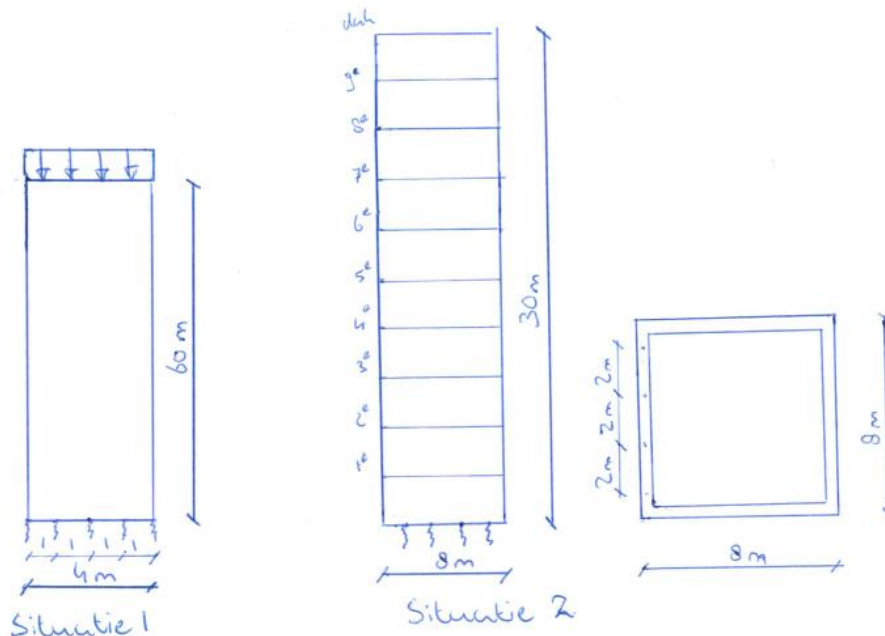
Het is nog niet zeker of het doel ook uitvoerbaar zal zijn, omdat er bij de afstudeerder en het afstudeerbedrijf nog niet genoeg kennis over dit onderwerp is. Wel is er bekend gemaakt bij SCIA dat er mogelijkheden zijn in SCIA om 2^{de} orde krachten te berekenen.

Tijdgebonden

De gehele afstudeerperiode bedraagt een tijdsbestek van 20 weken, de afstudeeropdracht moet binnen deze periode worden afgerond. Dat betekent dat er voor het uitwerken van de 2^{de} orde berekening maximaal 3 á 4 weken gebruikt mag worden.

4.3.1 Casusmodellen 2^{de} orde berekeningen

Voor het uitvoeren en controleren van 2^{de} orde momenten in SCIA wordt gebruik gemaakt van twee verschillende casussen. Beide casussen zijn zichtbaar in Figuur 45. Op deze manier kan er op vereenvoudigde modellen getoetst worden of SCIA Engineer het 2^{de} orde effect op de juiste wijze in rekening brengt. Omdat de modellen vereenvoudigd zijn is de berekening ook eenvoudiger te controleren.



Figuur 45 - Schets casus 1 en casus 2

Hieronder zijn de uitgangspunten van beide situaties zichtbaar.

Situatie 1 – wandschijf

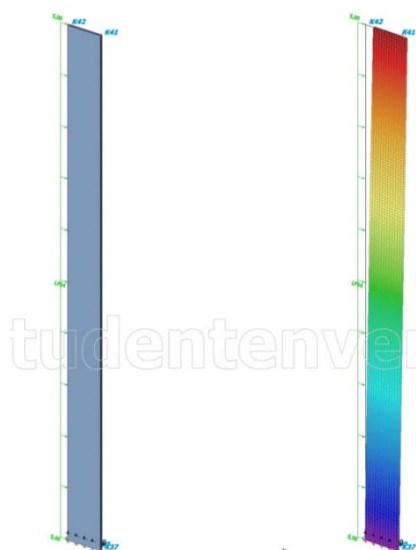
Hoogte =	60m
Breedte =	4m
Dikte wand =	0,3m
Betonkwaliteit =	C30/37
Steunpunten =	1 st/m
Veerstijfheid =	100000 N/mm
Belasting =	700 kN/m
NV,Ed =	2800 kN
windbelasting =	5 kN/m
H_i (t.g.v. scheefst.) =	0,1 kN/m

Situatie 2 – Kern

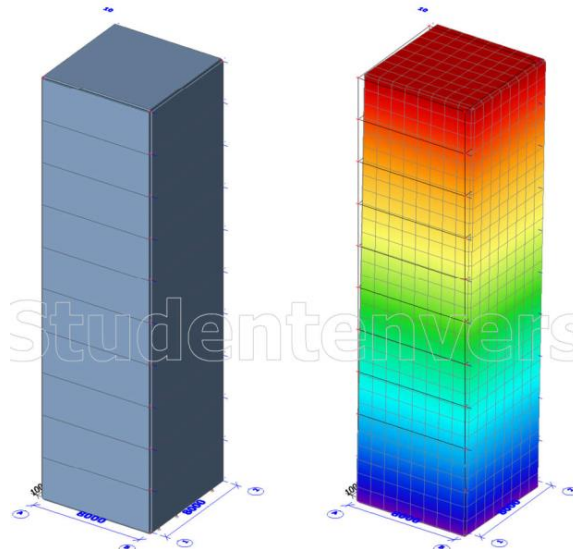
Hoogte =	30m
Breedte, lengte =	8m, 8m
Wanden / vloeren =	0,3m
Betonkwaliteit =	C30/37
Steunpunten =	8 stuks
Veerstijfheid =	100000 N/mm
Vert. belasting =	e.g. beton (12243 kN)
NV,Ed =	$12243 * 1,2 = 14692$ kN
Windbelasting =	zie BIJLAGE 5
H_i (t.g.v. scheefst.) =	1,088 kN/m

Bovenstaande situaties zijn ingevoerd in SCIA Engineer (zie Figuur 46 en Figuur 47), hiermee zijn 1^e en 2^{de} ordeberekeningen uitgevoerd. Deze SCIA berekening is te vinden in bijlage 5, naast deze SCIA berekening is ook een schaduwberekening uitgevoerd met behulp van de Ec-methode, zodat kan worden vastgesteld of de resultaten uit SCIA reëel zijn. Deze resultaten zijn te vinden in:

- BIJLAGE 5 – 2^{de} orde op vereenvoudigde modellen



Figuur 46 - Casus 1 in SCIA Engineer



Figuur 47 - Casus 2 in SCIA Engineer

Stappenplan 2^{de} orde in SCIA Engineer

Het stappenplan dat gebruikt wordt in deze casussen is door de SCIA support afdeling opgesteld en dient als volgt te worden toegepast:

1. stabiliteitscombinatie aanmaken;
2. stabiliteitsberekening uitvoeren;
3. niet lineaire combinatie aanmaken;
 - a. globale imperfectie = knikvorm;
 - b. verwijzen naar juiste stabiliteitscombinatie;
 - c. kleine waarde ingeven als maximale vervorming (bijvoorbeeld 1/1000, 2^{de} orde doet de rest);
4. niet lineaire berekening uitvoeren.

Resultaten

Hieronder zijn de resultaten te zien voor casus 1 (zie Tabel 5) de stabiliteit op een wandschijf en voor casus 2 (zie Tabel 6) de stabiliteit op een kern. De vergrotingsfactoren zijn gebruikt om de berekeningen te controleren.

Casus 1	SCIA			Excel		
	1e orde	2de orde	vgf	1e orde	2de orde	vgf
BGT uitwijking u (mm)	715,9	944,5	1,32	-	-	-
UGT paalreactie (kN)	3357	4381	1,31	-	-	-
Windmoment;k (kNm)	-	-	-	9000	11476	1,28

Tabel 5 - 2^{de} orde factoren casus 1

Casus 2	SCIA			Excel		
	1e orde	2de orde	vgf	1e orde	2de orde	vgf
BGT uitwijking u (mm)	42,7	44,8	1,05	-	-	-
UGT paalreactie (kN)	2506	2558	1,02	-	-	-
Windmoment;k (kNm)	5520	5793	1,05	5520	5897,4	1,07

Tabel 6 - 2^{de} orde factoren casus 2

Conclusie

Zoals uit bovenstaande resultaten is af te lijden, blijkt dat de vergrotingsfactor die uit SCIA Engineer volgt, redelijk overeenkomt met de vergrotingsfactor die berekend is door middel van een Excel berekening. Tussen de uitvoer zit namelijk maar zo'n 2% verschil, wat te verwaarlozen is. Daardoor kan er geconcludeerd worden dat de toegepaste methode uit SCIA toe te passen is en betrouwbaar is.

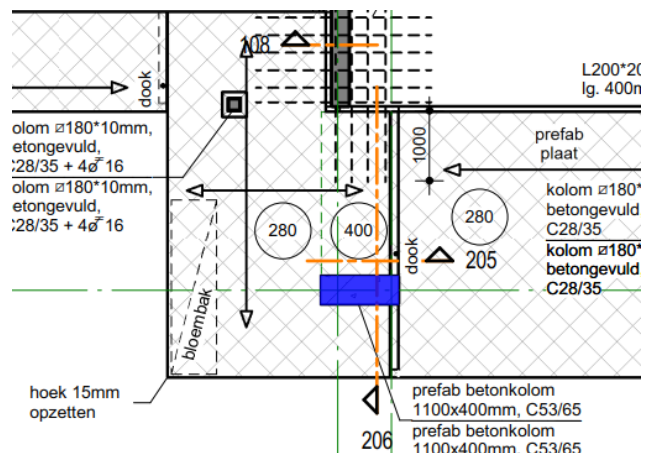
4.3.2 Nimbustoren te Nijmegen; 2^{de} orde berekening d.m.v. SCIA

Nu de methode van 2^{de} orde berekening in SCIA duidelijk is en betrouwbare resultaten geeft, kan deze methode toegepast worden op de casus van de Nimbustoren te Nijmegen. Er wordt geen 2^{de} orde controleberekening gemaakt van het gehele gebouw. Hiervoor kan de bestaande berekening van Bartels ingenieurs gebruikt worden. De 2^{de} orde factor kan worden vergeleken en op die manier wordt geanalyseerd of de resultaten reëel zijn.

Invoer

Voor het invoeren van het gebouw wordt het SCIA model gebruikt waarin de windbelasting handmatig is ingevoerd. In dit model zijn 8 verschillende stabiliteitscombinaties aangemaakt, met vier stabiliteitscombinaties voor de UGT en vier voor de BGT, beide met vier windrichtingen. Deze stabiliteitscombinaties worden later gebruikt in de niet-lineaire berekening.

De stabiliteitsberekening nam erg veel tijd in beslag (ca. 4 uur) en gaf ook nog eens diverse foutmeldingen. Daardoor was het noodzakelijk om het model kritischer te bekijken en hierbij werd geconcludeerd dat de kolom in de voorgevel niet juist gemodelleerd was. Deze kolom is ca. 21 meter hoog en is in het model ongesteund, dat is in feite niet juist. De kolom wordt in werkelijkheid op elke verdieping in twee richtingen gesteund door de aansluitende balkons (zie Figuur 48). Deze balkons waren in eerste instantie niet gemodelleerd, omdat hiermee tijd bespaard kon worden. Echter, blijkt nu dat deze van belang zijn voor de stabiliteit van de kolom en zullen deze alsnog gemodelleerd worden.



Figuur 48 - Kolom in voorgevel in blauw gearceerd

Resultaten

Na het uitvoeren van de berekening worden de volgende vervormingen gevonden (zie Tabel 7) en paalreacties (zie Tabel 8).

Vervorming (mm)	BGT		
	1 ^e orde	2 ^{de} orde	vgf
U_x ; Links	13,2	13,3	1,01
U_x ; Rechts	8,2	8,2	1,00
U_y ; Voor	7,5	7,6	1,01
U_y ; Achter	16,4	16,5	1,01

Tabel 7 - Resultaten SCIA 2de orde vervorming (BGT)

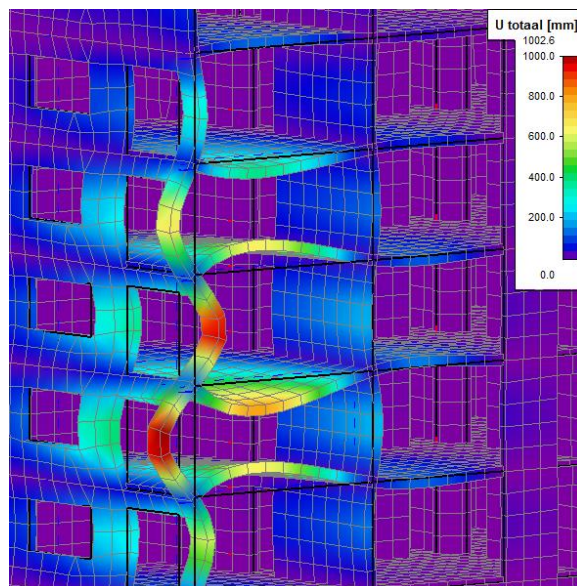
Paalreacties (kN)	UGT		
	1 ^e orde	2 ^{de} orde	vgf
$F_{Ed,max}$; Links	2720	2692	0,99
$F_{Ed,max}$; Rechts	2592	2564	0,99
$F_{Ed,max}$; Voor	2574	2546	0,99
$F_{Ed,max}$; Achter	2589	2561	0,99

Tabel 8 - Resultaten SCIA 2de orde paalreacties (UGT)

In de resultaten van de vervorming en reactiekrachten lijken geen reële 2^{de} orde waarden zichtbaar. Het feit dat de vergrotingsfactor voor UGT vervorming kleiner is dan één geeft aan dat de 2^{de} ordeberekening niet goed verlopen is. Dit wordt dus verder onderzocht.

Stabiliteitscombinatie SCIA Engineer

Door te kijken naar de stabiliteitscombinaties wordt o.a. duidelijk wat SCIA Engineer heeft berekend op de achtergrond. Volgens de 'help' van de website van SCIA, worden de belastingen verhoogd totdat de constructie bezwijkt. Op die manier heeft het programma de kritische knikbelasting van het gebouw / element bepaald. Onder bezwijken wordt een vervorming van ca. 1000mm verstaan. Hierdoor zullen de zwakkere elementen in de constructie als eerste bezwijken zoals kolommen of kleinere wanddelen (Figuur 49). Deze stabiliteitscombinatie wordt vervolgens gebruikt in de niet-lineaire berekening om de 2^{de} orde te bepalen.



Figuur 49 - bezwijken in stabiliteitscombinaties

Aangezien in deze stabiliteitscombinatie de zwakke elementen zijn vervormd / bezweken geeft dit geen goede weergave van de realiteit. In realiteit zal de horizontale belastingen door de stijve verticale elementen (stabiliteitswanden) worden opgenomen en moeten deze elementen dus zorgen voor de stabiliteit en 2^{de} ordefactoren.

Conclusie

De methode van SCIA voor het berekenen van 2^{de} orde factoren d.m.v. het aanmaken van stabiliteitscombinaties in SCIA Engineer werkt goed voor 2D-elementen. Dit hebben we gezien in de *casus 1 – 2^{de} orde wandschijf*. Daarnaast werkt het ook naar behoren voor een dichte kern, zoals in *casus 2 – 2^{de} orde berekening kern* te zien is. Echter voor een geheel gebouw lijkt deze methode niet geschikt, de zwakste schakels bezwijken als eerst en hieraan wordt de stabiliteit van het gebouw gekoppeld. Terwijl dit alleen de stabiliteit van deze zwakke elementen aangeeft.

Aanbevelingen

Een oplossing van het bovenstaande vraagstuk is om enkel één stabiliteitswand te modelleren in SCIA Engineer en hierop de belastingen aan te laten grijpen. Hiervoor moet wel eerst bekeken worden welke belastingen er op deze wand aangrijpen, berekeningen die erg tijdrovend zullen zijn. Dan is het wel mogelijk om een reële 2^{de} orde factor te berekenen m.b.v. SCIA. Echter, zijn we op deze manier het gebouw aan het ontleden in kleinere stukken, dat is iets wat juist niet de bedoeling was met dit afstudeeronderzoek.

Een andere methode is het berekenen van de 2^{de} orde krachten door de verplaatsing vanuit 1^e orde en de verticale belasting van het gebouw te vertalen naar een extra horizontale kracht op het gebouw. Op die manier wordt de samenwerking van alle elementen in SCIA behouden en kan er toch 2^{de} orde berekent worden op een gebouw op een vrij eenvoudige manier.

4.3.3 Nimbustoren; 2^{de} orde berekening handmatig ingevoerd

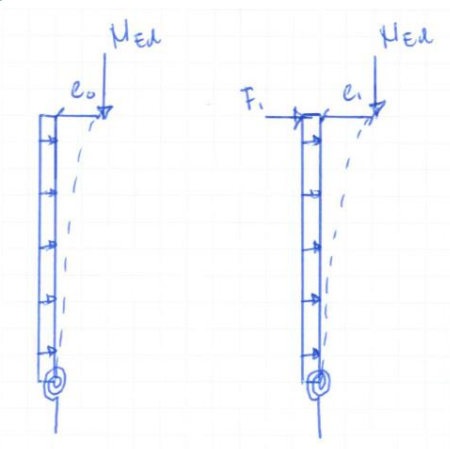
Zoals in het voorgaande hoofdstuk is beschreven kan er ook 2^{de} orde worden berekend door de verplaatsing uit 1^e orde te vertalen naar een horizontale kracht (zie Figuur 50). De kracht F_1 ontstaat door de vervorming t.g.v. wind en door de verticale belasting N_{Ed} uit het eerste figuur. Deze kracht F_1 zorgt voor een extra vervorming e_1 , wat dan als 2^{de} orde vervorming kan worden gezien. De berekening van deze kracht F_1 is als volgt:

$$F_1 = \frac{N_{Ed} * e_0}{h}$$

Invoer

De kracht F_1 zal per verdieping worden berekend, want de verticale last grijpt ook per verdieping aan en de verplaatsing is ook elke verdieping anders. Om de berekening niet te complex te maken wordt in deze casus het gebouwgewicht evenredig verdeeld over het aantal verdiepingen. De berekening van de horizontale krachten is uitgevoerd in Excel, deze berekening is te vinden in:

- BIJLAGE 1 – Statische berekening Nimbustoren te Nijmegen (hfdst. 4.2 en 4.3)



Figuur 50 - Bepalen van F_1 t.g.v. e_0 en N_{Ed}

Standaard rekent het programma met een hoge E-modules (ca. 33000 N/mm²). Indien het beton gescheurd is dan zal deze waarde dalen tot ca. 11000 N/mm². Echter, in de BGT en UGT- combinaties zijn er geen trekkrachten in de palen zichtbaar. Daardoor kan ervan uitgegaan worden dat er geen trekkrachten in de wanden zullen plaatsvinden. De wanden zullen wel scheuren op plaatsen boven en onder sparingsen, daarom wordt er in deze casus een effectieve elasticiteitsmodules aangehouden van $E_f = 22000 \text{ N/mm}^2$. Dat is nog steeds een veilige waarde indien de wanden voor het grootste deel ongescheurd zullen zijn. Naast deze lagere waarde wordt er ook een berekening uitgevoerd met de standaard hoge elasticiteitsmodulus. In het volgende hoofdstuk zal kritischer naar gescheurd- en ongescheurd beton worden gekeken en zal dit verder onderzocht worden.

Resultaten

Wind op linkergevel

Bij het beschouwen van de vervorming van wind in de X-richting van het gebouw, blijkt het belastingsgeval met wind op de linkergevel maatgevend. Deze wordt dus ook uitgewerkt in de 2^{de} orde berekening. De resultaten van de vervorming aan de top zijn hieronder te zien in Tabel 9.

q;k;wind linkergevel	Vervorming $E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$	Toename	Vervorming (mm) $E_f = 22000 \text{ N/mm}^2$	Toename
1e orde	11,60 mm		13,72 mm	
2de orde	11,70 mm	0,86%	13,87 mm	1,06%

Tabel 9 - 2^{de} orde factoren bij windbelasting op linkergevel

Wind op achtergevel

Bij het beschouwen van de vervorming van wind in de Y-richting van het gebouw, blijkt het belastingsgeval met wind op de achtergevel maatgevend. Deze wordt dus ook uitgewerkt in de 2^{de} orde berekening. De resultaten van de vervorming aan de top zijn hieronder te zien in Tabel 10.

q;k;wind achtergevel	Vervorming $E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$	Toename	Vervorming (mm) $E_{cm} = 22000 \text{ N/mm}^2$	Toename
1e orde	13,37 mm		15,99 mm	
2de orde	13,52 mm	1,12%	16,18 mm	1,22%

Tabel 10 - 2^{de} orde factoren bij windbelasting op achtergevel

Conclusie

De toename van vervorming is erg laag, slechts $\pm 1\%$. Daardoor hoeft er volgens de norm niet met 2^{de} orde worden gerekend. In bestaande berekeningen van Bartels zijn wanden apart bekeken en sommige van deze wanden moeten wel op 2^{de} orde berekend worden, hier is een . Dat betekent dat er met de bestaande berekening met hogere krachten is gerekend dan dat er werkelijk op zou treden. Verder is ook zichtbaar dat indien de elasticiteitsmodules lager wordt, de 2^{de} orde factoren iets hoger worden. Dat is uiteraard ook logisch en dit is ook verwerkt in formules voor berekeningen van 2^{de} orde factoren. Echter heeft het verlagen van de elasticiteitsmodules met $\pm 33\%$ weinig invloed op de 2^{de} orde factoren van dit gebouw. Er is wel een redelijke toename van de vervorming zichtbaar, echter wordt de vervorming in het volgende hoofdstuk verder toegelicht.

4.4 Betonvervorming in SCIA (CDD)

In dit hoofdstuk zal de vervorming worden berekend voor het gebouw de Nimbustoren te Nijmegen. De deelvraag die hierbij centraal staat is dan ook als volgt:

Deelvraag 7

Hoe kan de vervorming op lange termijn worden berekend voor het gebouw in SCIA?

In eerste instantie wordt in het programma gerekend met de hoge E-modules wat in feite niet helemaal reëel is. Voor betonnen doorsneden zal ten gevolge van kruip en scheurvorming een lagere rekenwaarde voor de stijfheid (EI) gehanteerd moeten worden. Hiervoor heeft het programma een CDD-berekening ontworpen, meer informatie over deze module is in hoofdstuk 2.3 uitgewerkt.

Ten tweede zal bij het maken van een berekening van doorbuiging op lange termijn een tweetal situaties worden bekeken. De eerste situatie is de verplaatsing van het gebouw ten gevolge van de windbelasting. De tweede situatie die wordt bekeken is een vloer die veel repetitie heeft in het gebouw.

4.4.1 Windbelasting op het gebouw

Bij het berekenen van de vervorming van het gebouw worden een drietal situaties bekeken, dat zijn de volgende situaties:

1. Vervormingen met hoge elasticiteitsmodules ($E = \pm 33000 \text{ N/mm}^2$);
2. Handmatig aangepaste elasticiteitsmodules ($E = 15000 \text{ N/mm}^2$);
3. Vervormingen met CDD-berekening.

De resultaten van deze drie berekeningen zullen worden geanalyseerd, om hier vervolgens een conclusie over te kunnen schrijven. De situaties die worden bekeken zijn de BGT combinaties met hierin de vier verschillende windrichtingen.

Vervorming met hoge E (33000 N/mm²)

Dit is een berekening waarin standaard wordt gerekend in het programma. De vervorming t.g.v. de stijfheid van het gebouw zal dus niet reëel zijn.

Vervorming met aangepaste E (15000 N/mm²)

De E-module wordt handmatig verlaagd tot 15000 N/mm^2 . Voor een volledig gescheurde doorsnede mag $\pm 11000 \text{ N/mm}^2$ worden aangehouden. Echter, mogen we ervan uitgaan dat niet de gehele doorsnede gescheurd zal zijn. Dan is 15000 N/mm^2 nog steeds een erg veilige waarde. Met deze handmatige aangepaste elasticiteitsmodules, wordt wel inzichtelijker hoeveel het gebouw vervormd als deze waarde slechts $\pm 50\%$ zo groot is.

Vervorming met betonvervormingsmodules SCIA

Met de betonvervormingsmodule van SCIA wordt in elke doorsnede berekend wat de stijfheid is. Hiermee kan een nauwkeurig en reëel vervormingsgedrag aangetoond worden.

Resultaten

In Tabel 11 zijn de vervormingen te zien aan de top van het gebouw met de verschillende uitgangspunten zoals voorgaand is beschreven. Hierbij zijn twee dingen opgevallen.

Vervorming	E = 33000	E = 15000		CDD	
		U (mm)	vgf	U (mm)	vgf
BGT-links	13,2	22,2	1,68	14,0	1,06
BGT-voor	7,5	11,2	1,49	7,9	1,05
BGT-rechts	8,1	14,1	1,74	8,1	1,00
BGT-achter	16,4	29,6	1,80	19,2	1,17

Tabel 11 - Vervormingen t.g.v. aangepaste elasticiteitsmodules

Ten eerste is de vervorming enorm toegenomen bij het aanpassen van de E-modules van 33000 naar 15000, hierbij is er een gemiddelde toename van $\pm 70\%$. Dit lijkt erg veel en de uitkomst hiervan is ook onwaarschijnlijk. Op het moment dat er wordt gerekend met een E van 15000 N/mm² over het gehele gebouw, wil dat zeggen dat bijna het gehele gebouw als gescheurd wordt gezien. Dat is niet reëel, omdat op een groot deel van de stabiliteitselementen alleen drukspanningen zal staan.

Ten tweede is het opgevallen dat voor met name de windbelasting van achter er de meeste toename van vervorming plaatsvindt, in eerste instantie is de vervorming daar al het grootst. Dat is goed te verklaren omdat er in de voorgevel een groot deel van de belasting wordt opgevangen door enkel één kolom. De stijfheid van de voorgevel is dan ook een stuk kleiner en dus zal er meer vervorming optreden als deze door de windbelasting van de achtergevel op druk komt te staan. Indien de E-modules kleiner wordt zal de vervorming dus ook in verhouding nog meer toenemen.

Een berekening op basis van de betonvervormingsmodule voor een geheel gebouw heeft erg veel tijd nodig ± 2 uur. Dat betekent dat men er vooraf zeker van moet zijn dat alle onderdelen juist in het model verwerkt zijn. Komt men na berekening erachter dat er nog dingen gewijzigd moeten worden, dan verliest men zo weer 2 uur aan deze berekening.

De norm schrijft een maximale horizontale vervorming voor van $h/500 = 152\text{mm}$. In alle gevallen is de maximale vervorming kleiner dan 152mm en dus voldoet het gebouw aan de vervormingseis.

Conclusie

Het is lastig om te controleren of de betonvervormingscombinatie van SCIA op de achtergrond goed wordt uitgevoerd. Voor een complex gebouw is het lastig om de aangepaste E-modules globaal te berekenen en dus is het ook op die manier moeilijk controleerbaar. In de handmatige berekening met een elasticiteitsmodules van 15000 N/mm^2 lijkt deze ook te laag aangenomen in vergelijking met de CDD berekening.

Als er dan teruggekeken wordt naar het hoofdstuk van de 2^{de} orde berekening, waar de vervorming t.g.v. een aangepaste elasticiteitsmodules (van ca. 33000 naar 22000 N/mm^2) ook met ca. 18% vergroot. Kunnen we concluderen dat deze vergroting overeenkomstig is met de grootste toename in de CDD-berekening. Dat wil zeggen dat indien men veilig wil rekenen aan stabiliteit zonder het gebruik van een CDD berekening, ervoor gekozen kan worden om de elasticiteitsmodules aan te passen naar 66% van de hoge elasticiteitsmodules.

Om te onderzoeken of de vervormingsberekening van SCIA toch reële resultaten geeft, wordt deze berekening in het volgende hoofdstuk op enkel een vloerdeel uitgevoerd. Deze kan versimpeld worden gecontroleerd met behulp van Technosoft.

4.4.2 Doorbuiging vloer

Voor het bepalen van de doorbuiging van een vloer, wordt er een vloer genomen uit de casus van de Nimbustoren te Nijmegen. Deze vloer komt veel voor in het gebouw en de vervorming is makkelijker controleerbaar met behulp van programma's als Technosoft. Daarnaast kan de scheurvorming na deze berekening worden gecontroleerd. Bij het bepalen van de doorbuiging van deze vloer op lange termijn, worden een tweetal situaties bekeken. Dat is een situatie waarbij de vervorming is bepaald op de theoretisch benodigde wapening en de andere situatie is de vervorming bepaald op de praktische toegepaste wapening. Hoe de wapening is ontworpen wordt verder toegelicht in het hoofdstuk 5.5.3.

Invoer

De vloer die gecontroleerd zal worden op doorbuiging, is geïsoleerd uit het gebouw. Op die manier hoeft alleen de vloer berekend te worden en dat scheelt weer rekentijd. De belastingen die op de vloer staan zijn zoals is opgegeven in:

- BIJLAGE 1 – statische berekening Nimbustoren te Nijmegen

Daarnaast zijn de rapporten van beide vloeren zichtbaar in:

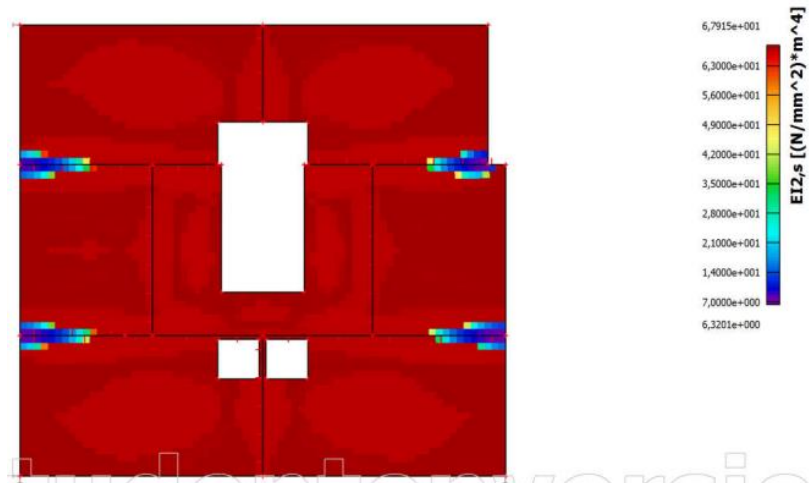
- BIJLAGE 8 – Wapening vloer en vervorming (CDD)

Na het wapenen wat beschreven zal worden in hoofdstuk 5.5.3 kan de betonvervormingsmodule worden uitgevoerd. Hierbij is het noodzakelijk om betonvervormingscombinaties aan te maken (zie hfdst. 3.3.b). De resultaten hiervan zullen hieronder worden weergegeven.

Resultaten

Na het uitvoeren van berekeningen is het interessant om te bekijken wat SCIA heeft berekend. Het is namelijk zichtbaar met welke stijfheid het programma heeft gerekend. Als we het voorbeeld nemen van de stijfheid voor de vloer met theoretische wapening is hierin de volgende afbeelding zichtbaar (Figuur 51).

Hierbij is zichtbaar dat het ongescheurde beton een stijfheid heeft van 67,915 N/mm² * m⁴. Als we deze waarde controleren blijkt dat dat goed overeenkomt.



Figuur 51 - EI waardes berekend in SCIA Engineer

$$EI_{ong. beton} = E_{cm} * I = 32300 * \left(\frac{1}{12}\right) * 1 * 0,29^4 = 65,65 \frac{N}{mm^2} * m^4$$

Het kleine verschil wat er nog is, kan verklaard worden doordat er in de SCIA doorsnede wapening verwerkt is. Daardoor heeft de doorsnede dus een iets hogere EI.

Als we hetzelfde figuur bekijken kan ook de gereduceerde elasticiteitsmodules worden bepaald ter plaatse van de opleggingen. De EI is op die locatie berekend en deze kan dus worden teruggerekend tot een elasticiteitsmodule, bij deze exercitie vinden we de volgende waarde:

$$E_{gesch. beton} = \frac{7}{\left(\frac{1}{12}\right) * 1 * 0,29^3} = 3444 \frac{N}{mm^2}$$

De elasticiteitsmodules die we normaal gesproken hanteren bij een gescheurde doorsnede is een stuk hoger ($E = \pm 11000 \text{ N/mm}^2$) dan de E die in SCIA is gehanteerd. Dat kan verklaart worden omdat in SCIA slechts zeer lokaal deze waarde wordt toegepast, dat is alleen op de locatie waar de doorsnede zal scheuren. Globaal gezien zal deze waarde wel overeen kunnen komen met de waarde $E=11000 \text{ N/mm}^2$.

De doorbuiging die in SCIA wordt berekend heeft de volgende waarden (zie Tabel 12). Hierbij is de lineaire vervorming de vervorming met de hoge E. De niet lineaire vervorming is de vervorming op basis van het M-K diagram zonder kruip, de laatste waarde is de vervorming incl. kruip.

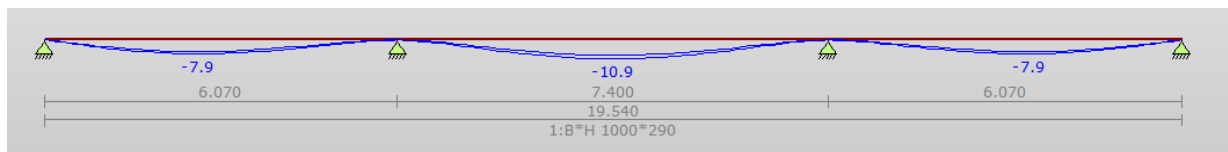
vervorming (mm)	lineair	niet lineair	liet lineair incl. kruip
Theoretisch wap.	2,1	3,8	8,8
Praktische wap.	2,1	3,3	7,4

Tabel 12 - Maximale vervormingen in SCIA

Hierbij valt het op dat de vervormingen met praktische wapening lager zijn dan de vervormingen gebaseerd op theoretische wapening. Dat is ook logisch omdat de wapening ervoor zal zorgen dat de stijfheid hoger is en er minder kruip op zal kunnen treden.

Controle

In de resultaten van de vervorming lijken reëel te zijn, dit wordt nog gecontroleerd met een Technosoft berekening. Deze vergelijking zal nooit helemaal overeenkomen omdat er in Technosoft een vloer in slechts één richting kan worden gemodelleerd. Daarnaast rekent TS met een gereduceerde E-modules, deze gereduceerde waarde zal nooit helemaal hetzelfde zijn als de waardes waar SCIA mee rekent. De vervorming die in TS wordt gevonden is te zien in onderstaande afbeelding (Figuur 52).



Figuur 52 - Vervormingen in Technosoft

In de vervorming van TS is zichtbaar dat de waardes iets groter zijn dan in SCIA. Dit heeft te maken met de volgende beschrijvingen: de vloer in TS draagt slechts in één richting krachten af en er wordt gerekend met een gereduceerde elasticiteitsmodulus.

4.5 Wapening

In dit hoofdstuk is de doelstelling om een aantal onderdelen te kunnen wapenen met behulp van SCIA Engineer. De deelvraag die hierbij centraal staat is dan ook als volgt:

Deelvraag 8

Hoe kunnen kolommen, wanden en vloeren gewapend worden m.b.v. SCIA?

Een doel van dit afstudeeronderzoek is het leren wapenen van betonnen constructies in SCIA Engineer, hiervoor wordt ook de casus van de Nimbustoren gebruikt. In eerste instantie was het de bedoeling om eerst de 2^{de} orde berekening uit te voeren daarna de CDD berekening en als laatste de wapening. Echter vanwege de complexiteit van de 2^{de} orde berekening en de CDD berekening, wordt de wapeningsberekening gescheiden van de andere berekeningen. De windbelasting die eerder op het gebouw is toegevoegd wordt wel meegenomen in dit hoofdstuk. Voor het wapenen worden drie onderdelen bekeken, namelijk:

- kolom;
- wandligger;
- vloer.

Hoe deze drie onderdelen worden gewapend zal in de volgende hoofdstukken verder worden toegelicht.

4.5.1 Kolom

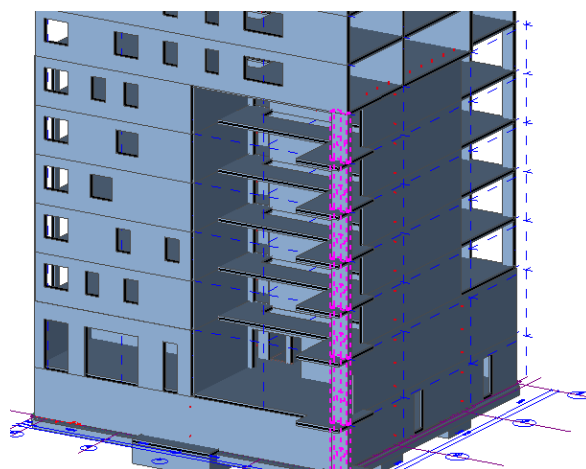
De kolom die wordt gewapend in SCIA is een belangrijk onderdeel van het gebouw. Het ondersteunt namelijk een hoekpunt van het gebouw vanaf de 7^{de} verdieping (zie Figuur 53).

De uitgangspunten van de kolom worden overgenomen uit het bestaande ontwerp, deze uitgangspunten zijn:

- betonsterkteklasse C55/67;
- afmetingen 1100x400 mm.

De berekening en wapening die in SCIA is uitgevoerd is te zien in:

Bijlage 6 – Wapening in SCIA Engineer



Figuur 53 - Te wapenen kolom

Interne krachten

Volgens het programma zijn er ook momenten aanwezig in de kolom terwijl er gebruik gemaakt is van staven die enkel normaalkracht op kunnen nemen (zie Tabel 13).

Staaft	dx [m]	BG	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	ME _{dy} [kNm]	ME _{dz} [kNm]
S17	0	UGT8/1	-5401,26	0	0	198,05	244,22
S16	4	UGT/2	-2567,57	0	0	94,14	163,89

Tabel 13 - Interne krachten staaf S16 en S17

Om deze interne krachten te kunnen verklaren is er verder gekeken naar de berekening van deze interne krachten. Na het onderzoeken van dit vraagstuk blijkt dat SCIA een aantal Eurocode normen hanteert. Deze worden hieronder toegelicht.

Ten eerste rekent SCIA met een beginexcentriciteit die in “EN 1992-1-1 6.1 (4)” wordt opgegeven. Deze regel luidt als volgt:

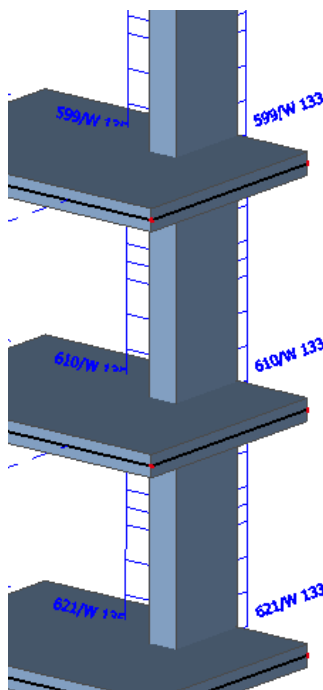
$$e_0 = h/30 \text{ met } e_0 \geq 20\text{mm}$$

Dat wil zeggen dat de beginexcentriciteit in de z-richting $e_{0,z} = 20\text{mm}$ en y-richting $e_{0,y} = \frac{1100}{30} = 36,7\text{ mm}$ is. Dat wil zeggen dat de eerste ordemomenten voor staaf 17 een grootte hebben van $M_{1e,z} = 5400 * 0,02 = 108\text{ kNm}$ en $M_{1e,y} = 5400 * 0,0367 = 198\text{ kNm}$. Zoals te zien is komt de rekenwaarde van het moment om de sterke as overeen zoals in SCIA is berekend. De waarde van de z-as lijkt nog niet te kloppen.

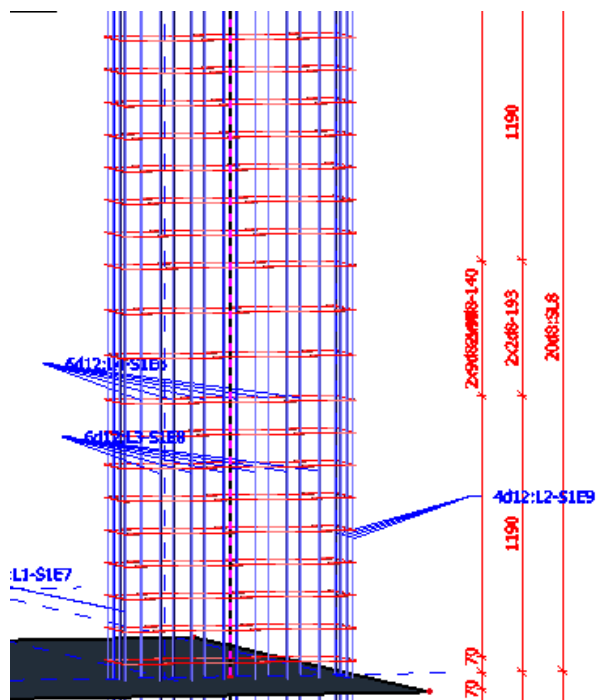
Dit kan verklaart worden omdat SCIA op de achtergrond controleert of er met 2^{de} ordefactoren voor kolommen gerekend moet worden. Dit wordt gedaan aan de hand van “EN 1992-1-1 5.8.3.1”, volgens deze regel moet worden voldaan aan: $\lambda \leq \lambda_{lim}$. Als daar niet aan wordt voldaan, moet er met 2^{de} orde gerekend worden. De rekenmethode wordt niet verder toegelicht, maar volgens SCIA wordt aan deze regel niet voldaan om de zwakke as, waardoor we de vergroting van de momenten om de zwakke as kunnen verklaren.

Wapening

In eerste instantie wilde ik gebruik maken van de functie: “*automatische praktische wapening*”, die in SCIA is ingebouwd. Echter, gaf deze functie een foutmelding en ik kon de exacte oorzaak hiervan niet vinden. Om die reden ben ik gaan kijken hoeveel wapening er theoretisch benodigd is (zie Figuur 54) en aan de hand van deze benodigde wapening, is er wapening gekoppeld aan de staaf door deze wapening handmatig toe te voegen (zie Figuur 55).



Figuur 54 - Theoretisch benodigde wapening



Figuur 55 - Toegepaste wapening

Vervolgens zijn er controles uitgevoerd op deze wapening. Hierbij kwam ik tot de ontdekking dat de maximale onderlinge staafafstand op 350mm ingesteld stond. Dat is geen correcte waarde, want volgens de detailleringsregels in “EN 1992-1-1 9.5.3 (6)”, mogen staven binnen de drukzone niet verder dan 150mm uit elkaar liggen.

Daarnaast controleert het programma niet op de regel “EN 1992-1-1 9.5.3 (4)” uit de Eurocode. Deze regel geeft aan dat binnen een afstand van de hoogte van de kolomdoorsnede t.o.v. de boven- en onderkant moet de h.o.h. afstand voor beugels $S_{cl,max}$ met een factor 0,6 worden vermenigvuldigd, waardoor de maximale h.o.h. afstand van beugels slechts 144mm is. Deze regel wordt niet toegepast in het programma.

Omdat de huidige ontworpen wapening gebaseerd is op de UGT combinatie kon er geen controle worden uitgevoerd op scheurvorming / kruip. Om dit toch te kunnen realiseren zal er een CDD berekening moeten worden uitgevoerd. Deze actie zal niet worden uitgevoerd voor dit afstudeeronderzoek vanwege de tijd.

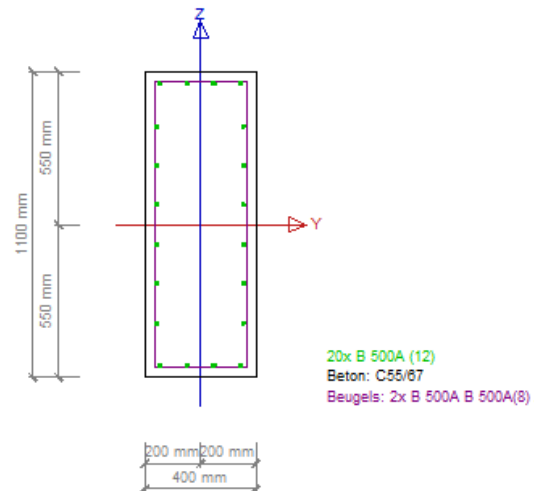
Controle

De wapening die in SCIA ontworpen is wordt gecontroleerd door de reeds ontworpen kolom te vergelijken. Hierbij wordt de wapening vergeleken maar ook de interne krachten.

SCIA ontwerp

In de afbeelding (Figuur 56) is het wapeningsontwerp te zien, wat in SCIA is toegepast en gecontroleerd. Deze kolom heeft de volgende interne krachten en wapening.

$N_{Ed} =$ 5500 kN
Langswapening 20 Ø12 (2262 mm²)

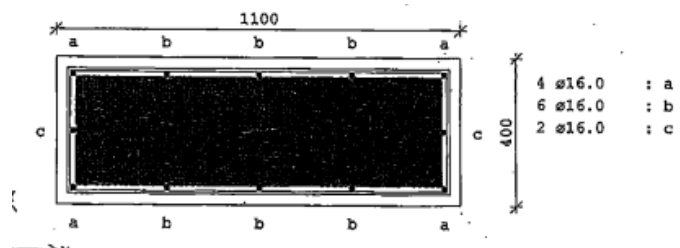


Figuur 56 - wapeningsontwerp SCIA

Ontwerp bestaande kolom

In de onderstaande afbeelding (Figuur 57) is de wapening te zien van de ontworpen kolom. Zoals te zien is, zijn de h.o.h. afstanden van de langswapening groter dan 150mm. De reden dat dit afwijkt van de Eurocode is waarschijnlijk omdat deze kolom is ontworpen in de TGB, dat is de regelgeving die van kracht was voor de Eurocode. Deze kolom heeft de volgende interne krachten en toegepaste wapening:

$N_{Ed} =$ 7400 kN
Langswapening 12 Ø16 (2413 mm²)



Figuur 57 - bestaand wapeningsontwerp

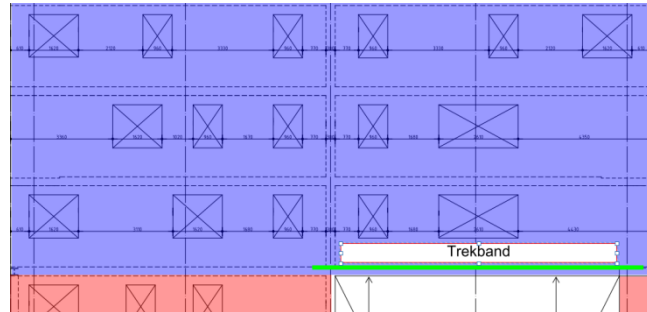
Conclusie

Met het automatische wapeningsontwerp kon er geen wapening gegenereerd worden, dit moet waarschijnlijk verder worden onderzocht om het toch toe te kunnen passen. Daarnaast is het belangrijk om zelf de detailleringsregels te controleren dat geldt voornamelijk voor het opgeven van beugels.

Het valt op dat de maximale belasting in SCIA een stuk lager is dan de belasting berekend op traditionele manier. Een verklaring hiervoor is dat er destijds met een extra veiligheidsfactor op de kolom is gerekend, omdat deze kolom een 'key-element' is van het gebouw. Ook kan er worden opgemerkt dat er ongeveer evenveel wapening in de kolom is ontworpen. Dit heeft meer te maken met de detailleringsregels te maken, want de minimum vereiste wapening op basis van krachten was slechts 700 mm².

4.5.2 Wandligger

De wand boven de kolom is interessant om te bekijken en te wapenen omdat deze als een wandligger zal gaan werken. Dat wil zeggen dat er onderin de wand waarschijnlijk een trekband moet worden toegepast om de krachten uit bovenliggende vloeren over te kunnen



Figuur 58 - Te wapenen wandligger met trekband

dragen naar de kolom en de naastgelegen wand. Naast dit principe van een wandligger, zijn er ook nog eens sparings in de wand gemaakt, waardoor de krachtsafdracht moeilijk met de hand te berekenen is (zie Figuur 58). Het blauwe gedeelte geeft het principe aan van de wandligger en het rode gedeelte geeft de ondersteuning van deze wandligger aan.

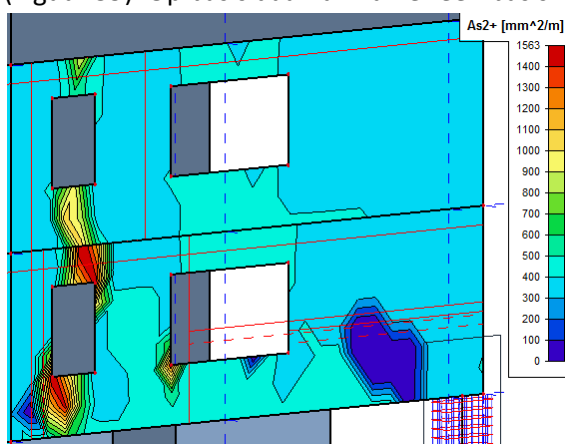
Deze wandligger is gewapend met behulp van SCIA, de uitvoer van hiervan is te zien in:

- BIJLAGE 6 – Wapenen in SCIA Engineer

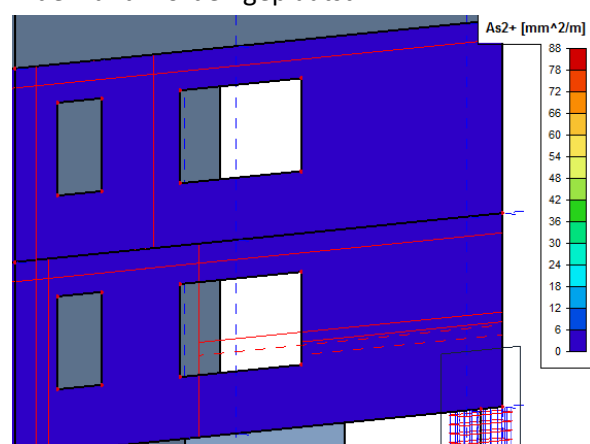
Verder wordt de werkwijze van het wapenen van deze wand kort toegelicht en de uitkomsten van SCIA worden gecontroleerd aan de hand van de bestaande wapeningstekeningen.

Wapenen

Om de wandligger te kunnen wapenen wordt er eerst bekeken hoeveel wapening er benodigd is (Figuur 59). Op basis daarvan kan er een basisnet in de wand worden geplaatst.



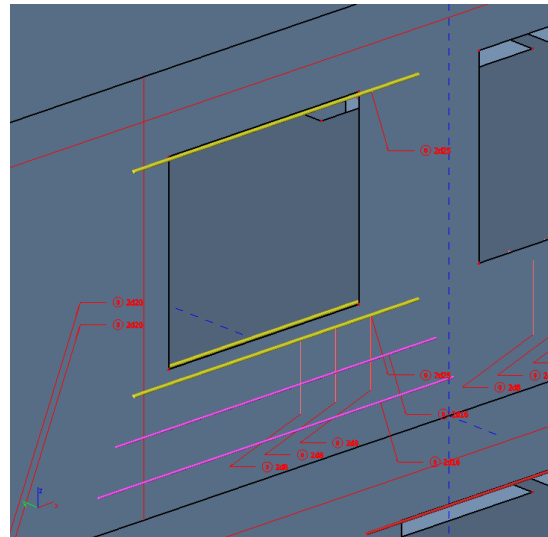
Figuur 59 - Totaal benodigde wapening in SCIA



Figuur 60 - Bijleg wapening in SCIA

Vervolgens is er extra wapening toegevoegd totdat SCIA aangeeft dat er nergens wapening meer bijgelegd hoeft te worden (zie Figuur 60).

Boven de sparingen is hier gekozen om losse staven toe te voegen (zie Figuur 61), op de locatie van de trekband is gekozen om een net toe te voegen. Het toevoegen van losse wapening kan ook in het menu 'beton'. Het toevoegen van deze wapening is vrij eenvoudig maar ook erg bewerkelijk. In dit geval is gebruik gemaakt van een vrije staaf die twee maal herhaald wordt. Om de staaf op de juiste positie te krijgen moet deze ook nog in de richting van het vlak van de wand worden verplaatst. Daarna kan er telkens in het wapeningsontwerp worden gecontroleerd of de ontworpen wapening voldoet.



Figuur 61 - Losse wapeningsstaven in wanden

Controle

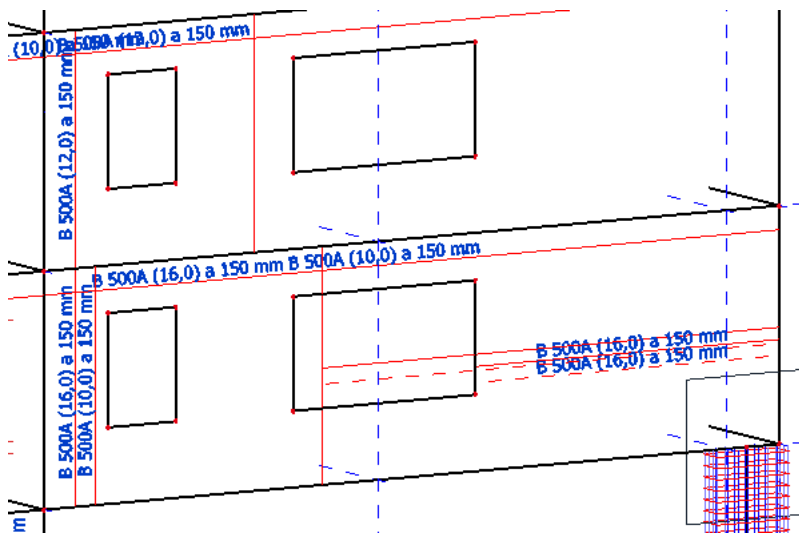
De bestaande wapeningstekening en de ontworpen wapening vanuit SCIA lijken aardig overeen te komen, behalve voor de trekband. Beide gevallen, de wand in SCIA engineer en de wand zoals uitgevoerd zijn hieronder weergegeven en toegelicht.

Wand in SCIA Engineer

Basiswapening #10 – 150 v/a ($524 \text{ mm}^2 / \text{m}$)

Trekband wapening $h = 1450 \text{ mm}$ #16 – 150 v/a (3887 mm^2)

Voor een fragment van de wand zie Figuur 62.



Figuur 62 - Overzicht wandwapening in SCIA

Aanbeveling

Het wapenen van wanden was achteraf gezien, erg eenvoudig en de resultaten komen ook goed overeen met de verwachte waarden. Het toevoegen van losse staven is enigszins tijdrovend. Daarom is het te adviseren om niet voor elke sparing losse wapeningsstaven toe te voegen. Een oplossing is bijvoorbeeld om enkel de maatgevende situaties te wapenen met losse staven.

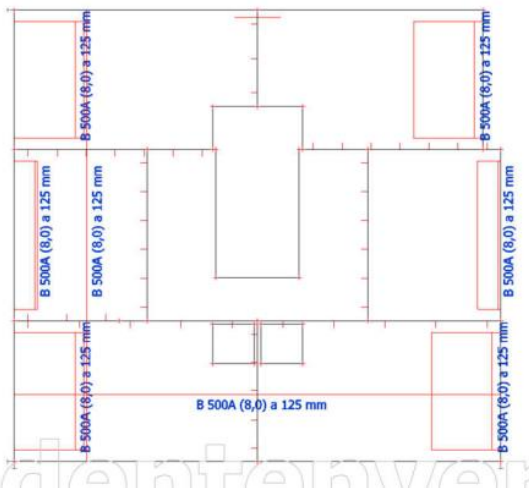
4.5.3 Vloer

In een eerder hoofdstuk is de vloer van de Nimbustoren al gecontroleerd op doorbuiging met theoretische en praktische wapening. Hoe deze praktische wapening ontworpen is zal hier verder worden toegelicht. Na toevoegen van praktische wapening kan er ook worden gecontroleerd op scheurvorming, deze exercitie zal ook hier worden toegepast.

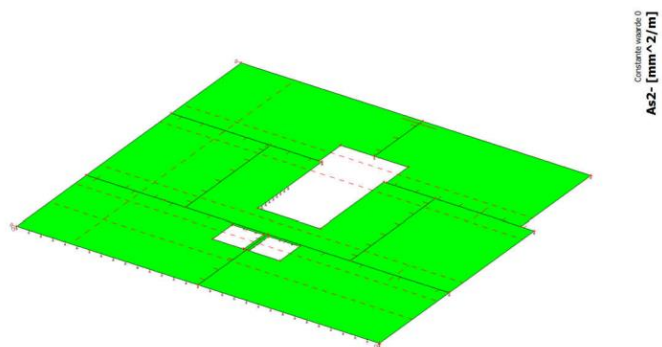
Invoer

Nadat belastingen en ondersteuning zijn gemodelleerd, kan een berekening worden uitgevoerd. Vervolgens is in het betonmenu de theoretisch benodigde wapening zichtbaar. Op dezelfde manier als dat wanden gewapend zijn, kunnen nu de vloeren gewapend worden. Dit wapeningsontwerp kan worden opgezet en verder ontwikkeld totdat er geen bijlegwapening meer benodigd is. In (Figuur 65) is te zien welke wapeningsnetten er zijn toegepast onderin de vloer en in (Figuur 66) is te zien dat er geen bijlegwapening meer benodigd is. Dit is allemaal verwerkt in een SCIA rapportage, deze is te vinden in:

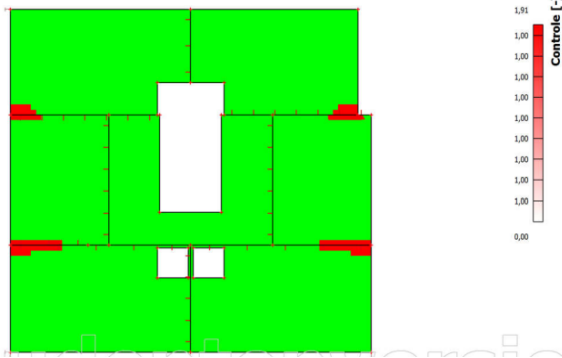
- BIJLAGE 8 – vloerwapening en vervorming (CDD)



Figuur 65 - Praktische wapening in SCIA



Figuur 66 - bijlegwapening



Figuur 67 - scheurvorming theoretische wapening

Scheurvorming

Nadat de wapening is ontworpen dient er een betonvervormingscombinatie worden opgesteld. Met deze combinatie kan er in SCIA gerekend worden aan de vervorming en aan scheurvorming. Hierbij is ondervonden dat het model met theoretische wapening niet voldoet op scheurvorming. De scheuren ontstaan voornamelijk bij de opleggingen aan de linkergevel en rechtergevel (zie Figuur 67). Het model waarin praktische wapening is toegevoegd voldoet wel op scheurvorming.

Controle

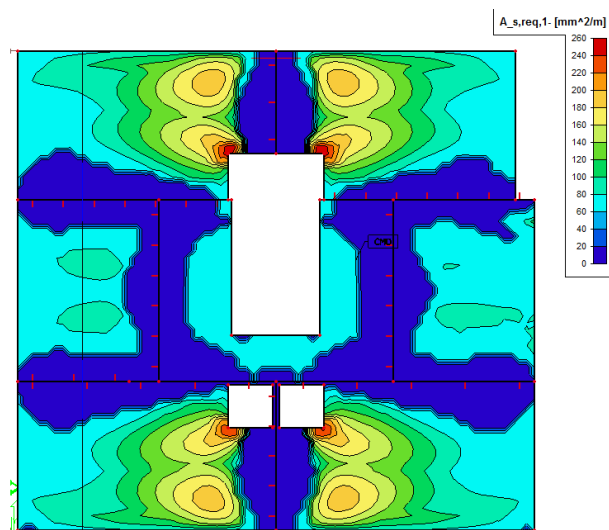
De vloer die ontworpen is in SCIA wordt gecontroleerd aan de hand van het bestaande wapeningsontwerp voor de breedplaatvloer gemaakt door Geelen beton. Een overzicht van de toegepaste wapening is weergegeven in onderstaande tabel (zie Tabel 14).

Wapening (mm ² / m)	Onderwapening (as C)		Bovenwapening (as A2)	
	As1- (↔)	As2- (↑)	As1+ (↔)	As2+ (↑)
SCIA - Theoretisch	387	514	387	582
SCIA - Praktisch	402	804	402	804
Geelen beton	132	660	188	691

Tabel 14 - Vergelijking theoretische en praktische wapening SCIA en bestaand ontwerp van Geelen beton

Zoals in de tabel zichtbaar is, wordt er in de X-richting (As1-) bij Geelen beton aanzienlijk minder wapening toegepast dan theoretisch nodig zou zijn volgens SCIA. Dit kan verklaart worden doordat Geelen beton gerekend heeft met een vloerstrook die zijn krachten afdraagt in slechts één richting. De hogere theoretisch benodigde wapening in deze richting in SCIA heeft te maken met het feit dat de hier de minimale wapeningseis voor langswapening wordt gehanteerd.

In het nieuwe betonmenu is het mogelijk om de wapening in deze richting als secundaire wapening te beschouwen, hierdoor zou er slechts ±100 mm²/m nodig zijn in de X-richting als onderwapening (zie Figuur 68). Echter, is het nieuwe betonmenu nog in ontwikkeling en kan er geen wapening toegevoegd en gecontroleerd worden zoals in het oude betonmenu, daardoor is het praktisch wapenen in dit menu nog niet volledig en kan het enkel gebruikt worden ter controle. De verwachting is dat dit in de nabije toekomst wel mogelijk wordt.



Figuur 68 - onderwapening As1- als secundaire beschouwd

Conclusie

Evenals bij het wapenen van wanden is het wapenen van een vloer redelijk eenvoudig. Het controleren op doorbuiging en scheurvorming is iets complexer, deze controle heeft ook iets meer tijd nodig. Daarnaast is het opgefallen dat in het oude betonmenu de verdeelwapening niet als secundaire wapening kan 'aangevinkt' worden, waardoor er gerekend wordt met de minimale wapeningseis. Deze beschouwing levert meer wapening op dan er nodig zou zijn, indien men dus wapening wil besparen is het raadzaam om de verdeelwapening als secundair te beschouwen in het nieuwe betonmenu.

5. Conclusies en Aanbevelingen

5.1 Conclusies

Voordat dit onderzoek was opgesteld heerste er de gedachte dat er te weinig kennis was over het werken met 3D rekensoftware Goudstikker- de Vries. Daarom is er in dit onderzoek een casus in SCIA Engineer uitgewerkt, namelijk de Nimbustoren te Nijmegen. Het doel van het uitwerken van deze casus is om de kennis te vergroten van het softwarepakket SCIA Engineer. De hoofdvraag die hierbij beantwoord moest worden is als volgt:

Hoofdvraag

In hoeverre kan de Nimbustoren te Nijmegen worden geconstrueerd in SCIA engineer?

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden is er eerst een vooronderzoek opgesteld waarin duidelijk moet worden wat de eindige elementen methode is, hoe er met SCIA gewerkt dient te worden en wat de uitgangspunten van de casus zijn. Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 3, deze kennis is benodigd om de casus verder uit te werken.

In de casus moesten een aantal onderdelen uitgewerkt worden, deze onderdelen zijn elk verwerkt in een deelvraag. In het kort wordt samengevat wat de conclusies van deze deelvragen zijn, de onderwerpen die aan bod komen zijn:

- modeleren in SCIA;
- windbelasting;
- 2^{de} orde in SCIA;
- betonvervorming;
- wapenen.

Deze conclusies zijn hieronder nogmaals in het kort toegelicht en geven samen een antwoord op de hoofdvraag.

5.1.1 Modelleren in SCIA

Een SCIA model opzetten is vrij eenvoudig. Met behulp van een 3D raster en het toevoegen van AutoCAD tekeningen kan het model eenvoudig worden opgezet. Voor het modeleren is niet gekozen om het IFC model te gebruiken, de analytische lijnen zullen in een IFC model vaak niet aansluiten op elkaar en daarom kan er in SCIA niet mee gerekend worden.

5.1.2 Windbelasting

In SCIA Engineer is een module 3D windbelasting aanwezig. Deze module is toegepast op het model van de casus en er is een vergelijking gemaakt met de windbelasting die handmatig is toegevoegd op het gebouw. Hierbij is geconcludeerd dat de module in SCIA een toename van de windbelasting van $\pm 120\%$ geeft ten opzichte van de handmatig berekende windbelasting. Dit is te verklaren doordat er in SCIA een aantal factoren niet worden meegenomen in de berekening van de windbelasting, om die reden is er dan ook voor gekozen om de windbelasting handmatig in te voeren.

5.1.3 2^{de} orde momenten in SCIA Engineer

Bij het maken van een berekening met 2^{de} orde was verwacht dat dit door middel van een module in SCIA mogelijk zou zijn. Echter, bleek dit alleen het geval voor 'losse 2D elementen' en niet voor volledige gebouwen. Met een andere methode is het toch gelukt om 2^{de} orde te berekenen, echter was de doelstelling om alle berekeningen in SCIA uit te voeren en dat is helaas niet helemaal gelukt.

5.1.4 Betonvervorming

Deze exercitie voor het bepalen van de betonvervorming is uitgevoerd op het gehele gebouw en op een vloer. De berekening voor het gehele gebouw kost veel tijd (± 2 uur), daarom wordt niet geadviseerd om deze berekening voor het gehele gebouw uit te voeren. Het hanteren van een gereduceerde elasticiteitsmodules (ca. 66% reduceren), zal dan ook volstaan en is in feite nog een erg veilige waarde. Hierbij kunnen we eveneens concluderen dat de vervorming voldoet aan de norm

$$19,2 \leq \frac{h}{500} = \frac{76000}{500} = 152 \text{ mm}$$

Voor het bepalen van de vloervervorming kan deze methode wel goed gebruikt worden, het is dan tevens mogelijk om de scheurvorming te controleren. Daarnaast is het ook zichtbaar waar de vloeren exact zullen scheuren.

5.1.5 Wapening

Bij het opstellen van een SCIA model voor betonconstructies is het doel om uiteindelijk alle elementen te wapenen. Dit is voor de casus uitgevoerd voor drie verschillende elementen namelijk:

- vloeren;
- wanden;
- kolommen.

Voordat dit onderzoek opgestart was, was het nog niet duidelijk hoe er gewapend moest worden in SCIA. Nu kan er geconcludeerd worden dat het wapenen voor deze elementen goed is gelukt. Hierbij moet wel de kanttekening opgemaakt worden dat de detailleringsregels voor kolommen gecontroleerd dienen te worden door de gebruiker.

5.1.6 Samengevat

In het afstudeeronderzoek is de casus uitgewerkt, in deze casus zijn alle gebouwgegevens verwerkt en daarom zijn er geen 'losse' berekeningen in het 2 dimensionale vlak nodig. Dit is een enorm voordeel ten opzichte van het traditioneel berekenen van gebouwen. Deze casestudie heeft ook bewezen dat een volledig gebouw is uit te werken in SCIA Engineer. Vanuit dit model kunnen alle benodigde rekenkundige toetsen worden gehaald. Voor een overzicht van de voor- en nadelen van SCIA t.o.v. handberekeningen is de volgende tabel opgesteld (zie Tabel 15).

Voor- en nadelen SCIA vs. Handb.	SCIA	Handberekening
Nauwkeurigheid	+	-
Materiaal besparend	+	-
Presentatie berekening	-	+
Reken capaciteit PC	-	+
Alle informatie in één model	+	-
Aanpassingen verwerken	+	-
Complexe vraagstukken	+	-

Tabel 15 - Voor- en nadelen van SCIA t.o.v. traditioneel berekeningen

Zoals in de bovenstaande tabel te zien is zijn er veel voordelen bij het construeren van een gebouw in SCIA. Echter, wanneer er veel repetitie in het gebouw voorkomt kan er toch veel tijd bespaard worden door het op de traditionele manier uit te werken. Dan kan er redelijk eenvoudig worden geconstateerd wat de maatgevende situaties zijn en dan hoeven enkel deze worden ontworpen.

5.3 Aanbevelingen

5.3.1 Werken met SCIA

Om met de programmatuur van SCIA te kunnen werken en om te begrijpen hoe dit programma rekent, dient men enige kennis en ervaring over dit programma op te doen. Deze kennis is door mij vergaard door middel van:

- een geavanceerde betoncursus van SCIA;
- SCIA webhulp.

Geavanceerde betoncursus SCIA

Tijdens het afstuderen is er door mij een cursus gevolgd van SCIA. Deze cursus heet de geavanceerde betoncursus, deze heeft mij enorm geholpen om te leren werken met de betonmodules in SCIA en het heeft me inzicht gegeven in de werkwijze van het programma. Indien men dus erg weinig kennis heeft van dit programma, is een dergelijke cursus zeker aan te raden.

SCIA hulp

Tijdens het interpreteren van de gegevens in SCIA is door mij vaak een oproep gedaan op de website van SCIA. Op deze website staan enorm veel handleidingen en voor bijna elk vraagstuk is wat te vinden in deze handleidingen. Bij het maken van constructieve berekeningen in SCIA, zijn deze handleidingen bijna niet te missen.

5.3 Vervolgonderzoeken

Tijdens het onderzoek is duidelijk geworden hoe het gebouw in SCIA kan worden geconstrueerd. Echter blijven er nog wel een aantal vraagstukken open staan, deze zijn in volgende paragrafen toegelicht.

5.3.1 Wapenen van poeren

In de fundering van het gebouw komen veel poeren voor, in SCIA kunnen enkel 2D en 1D elementen worden geconstrueerd. Daardoor kunnen gedrongen constructies zoals poeren niet uitgewerkt worden met de standaard modules. In het studies zou dit nog verder uitgezocht kunnen worden.

5.3.2 Presentatie van berekening

Op dit moment zijn veel onderdelen van de berekening los gedocumenteerd. Bijvoorbeeld de vloerwapening is in een aparte berekening uitgewerkt en dat geldt ook voor de windbelasting. Een vervolgonderzoek zou interessant zijn met hierin als doel om een berekeningsrapport te standaardiseren, zodat dit niet voor elke opdracht opnieuw opgezet dient te worden.

5.3.3 2^{de} orde in SCIA

In dit onderzoek is er gebruik gemaakt van een vereenvoudigde methode om 2^{de} orde te kunnen berekenen. Het ideale beeld is dat er met een eenvoudige module een 2^{de} ordeberekening door SCIA wordt uitgevoerd. Dat is nog niet het geval, wellicht kan dit ontwikkeld worden door SCIA of zijn er andere mogelijkheden binnen het programma die niet door mij zijn gevonden.

5.3.4 Koppelingen teken- en rekenmodel

Op dit moment werken de koppelingen tussen een Revit en SCIA model nog niet optimaal. Met de huidige ontwikkelingen op het gebied van programma's en ICT-afdelingen is het niet geheel ondenkbaar dat deze koppelingen verder ontwikkeld zullen worden. Als deze mogelijkheid beschikbaar is kan dat voor veel verandering zorgen in het berekenen van constructies, hierdoor zal het eenvoudiger zijn om een 3D rekenmodel op te stellen.

6. Bibliografie

- Advanced concept training - FEM.* (sd). Opgeroepen op Januari 6, 2017, van [www.scia.net](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/fem/[eng]advanced%20concept%20training%20-%20fem%202011.pdf):
[http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/fem/\[eng\]advanced%20concept%20training%20-%20fem%202011.pdf](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/fem/[eng]advanced%20concept%20training%20-%20fem%202011.pdf)
- Advanced concept training - Reinforced concrete (EN 1992) - 1D members.* (2015). Opgeroepen op Januari 6, 2017, van [www.scia.net](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/[eng]advanced%20concept%20training%20-%20reinforced%20concrete%20(en%201992)%20-%201d%20members%202013.0.pdf):
[http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/\[eng\]advanced%20concept%20training%20-%20reinforced%20concrete%20\(en%201992\)%20-%201d%20members%202013.0.pdf](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/[eng]advanced%20concept%20training%20-%20reinforced%20concrete%20(en%201992)%20-%201d%20members%202013.0.pdf)
- Advanced concept training - Reinforced concrete (EN 1992) - 2D members.* (2015). Opgeroepen op Januari 6, 2017, van [www.scia.net](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/[eng]advanced%20concept%20training%20-%202d%20concrete%20members%20(en%201992)%20-%202013.1%20v2.pdf):
[http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/\[eng\]advanced%20concept%20training%20-%202d%20concrete%20members%20\(en%201992\)%20-%202013.1%20v2.pdf](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/[eng]advanced%20concept%20training%20-%202d%20concrete%20members%20(en%201992)%20-%202013.1%20v2.pdf)
- Advanced concept training - Reinforced concrete (EN 1992) - adv. modules.* (2015). Opgeroepen op Januari 6, 2017, van [www.scia.net](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/[eng]advanced%20concept%20training%20-%20adv.%20concrete%20modules%20(en1992)%20-%202011.0%20v2.pdf):
[http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/\[eng\]advanced%20concept%20training%20-%20adv.%20concrete%20modules%20\(en1992\)%20-%202011.0%20v2.pdf](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/concrete/[eng]advanced%20concept%20training%20-%20adv.%20concrete%20modules%20(en1992)%20-%202011.0%20v2.pdf)
- Bruinooge, J. (sd). *Interview*. Opgeroepen op Januari 10, 2017, van [www.carrieretijger.nl](http://www.carrieretijger.nl/functioneren/communiceren/mondeling/modellen/interview):
<http://www.carrieretijger.nl/functioneren/communiceren/mondeling/modellen/interview>
- eindige-elementenmethode.* (2016, Oktober 22). Opgehaald van wikipedia:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Eindige-elementenmethode>
- Hofman, I. G. (2003). *Eindige Elementen Methode deel 1*. Baarn: HBuitgevers.
- Manufacturingterms. (2016, Oktober 20). *Finite Element Analysis (FEA) - dutch*. Opgeroepen op Oktober 20, 2016, van [manufacturingterms](http://www.manufacturingterms.com/Dutch/Finite-Element-Analysis-(FEA).html):
[http://www.manufacturingterms.com/Dutch/Finite-Element-Analysis-\(FEA\).html](http://www.manufacturingterms.com/Dutch/Finite-Element-Analysis-(FEA).html)
- Martin, F. (2016, Oktober 20). *De eindige elementen methode definitie*. Opgeroepen op Oktober 20, 2016, van quadco: <http://www.quadco.be/artikels-nl/de-eindige-elementen-methode-definitie.htm>
- Pijlman, R., & Oosterhout, M. v. (sd). *SMART doelen stellen*. Opgeroepen op Januari 16, 2017, van [www.carrieretijger.nl](http://www.carrieretijger.nl/functioneren/management/leidinggeven/doelen-stellen/smart):
<http://www.carrieretijger.nl/functioneren/management/leidinggeven/doelen-stellen/smart>
- prof. dr. ir. J. Blaauwendraad, i. D.-R. (2011). *Herziening uitwerking indieningsvereisten EEM*. Centraal overleg bouwconstructies bwt.
- Topic training - Load generators.* (sd). Opgeroepen op Januari 9, 2016, van [www.scia.net](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/loads/[eng]%20topic%20training%20-%20load%20generators%2014.0.pdf):
[http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/loads/\[eng\]%20topic%20training%20-%20load%20generators%2014.0.pdf](http://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/loads/[eng]%20topic%20training%20-%20load%20generators%2014.0.pdf)

www.scia.net. (2016, Oktober 27). Opgehaald van Product SCIA Engineer:
<https://www.scia.net/nl/software/product-selection/scia-engineer>

Eindverslag

COMAKERSHIP ONDERZOEK & ADVIES

WFBK.CON.17



Optimaliseren van het 3D construeren en rekenen met behulp van SCIA Engineer



Versie: 3.0
Datum: 22 juni 2018, Almere

Studenten: Jozua Berghegen & Max Dielhoff
Studentnummers: S1069336 & S1067496
Studie: HBO- Duurzame bouwkunde, built environment
Comakership coach: Ir. S. (Sascha) Laurensen, Karel Fouraschen
Onderwijs instelling: Hogeschool Windesheim Flevoland
Praktijkbegeleider: Ing. Gert van Hoom, Gert van Ek
Praktijkinstelling: Ingenieursbureau 'Goudstikker- de Vries' vestiging Almere

Voorwoord

Voor u ligt het eindrapport van de Comakership Onderzoek en Advies. Dit rapport is het eindverslag van de comakership bij 'Goudstikker- de Vries' vestiging Almere. Deze comakership maakt deel uit van de studie 'Bouwkunde' aan de Hogeschool Windesheim Flevoland.

Onze dank gaat uit naar Gert van Hoorn, Sascha Laurensen en Karel Fouraschen voor hun begeleiding tijdens de Comaker. Daarnaast willen wij Albert Dijkstra bedanken voor de mogelijkheid die ons is geboden om deze Comakership te mogen uitvoeren als onderdeel van 'Goudstikker- de Vries'.

Jozua Berghegen & Max Dielhoff,

Almere, juni 2018

Summary

In collaboration with Goudstikker-de Vries Ingenieursbureau, research has been done into the optimization of 3D construction modelling and calculating. The focus of this research is on the exchange of models between calculation software and 3D modelling software.

For years Goudstikker- de Vries has been working with various software packages for the processing of architectural information in BIM models . These software packages are Revit for drawing and 3D modelling and Technosoft for constructive calculations. Due to the constant development in the field of technology, constructions are becoming increasingly complex. As a result of these developments, the calculations for these constructions are getting increasingly complex as well. The result of these increasingly complex calculations is that software such as Technosoft is no longer sufficient for calculating these complex constructions.

SCIA Engineer is a software package that has recently been introduced in the working method of Goudstikker-de Vries specifically for these complex calculations. SCIA Engineer is a calculation software that makes calculations based on a 3D model. However, the current working method has not had the time to be able to develop and grow with these recent changes, which has had adverse consequences for the use of SCIA Engineer in the current working method. In order to be able to use SCIA Engineer in the current working method, the engineer has to re-model an existing model. This requires a lot of time and is a lot of extra work which is unnecessary and very inefficient.

The aim of this research is to advise on a more efficient working method for 3D constructive calculations, which the employees can use within the engineering firm Goudstikker- de Vries. This working method will make it possible to ensure a correct exchange between 3D calculation software and 3D modelling software. This goal will be achieved through research into the design of 3D models using Revit and its use in the SCIA Engineer calculation software. In addition, a manual will be drawn up for correctly setting up a 3D model in Revit, intended for use in SCIA Engineer .

Before the start of the research a small-scale preliminary research has been done. This preliminary research consists of a research into the various software packages that Goudstikker-de Vries is using and a problem assessment. As part of the problem assessment interviews were held with the employees of Goudstikker-de Vries.

The preliminary investigation showed that problems arise when importing a 3D model. The engineers can't make any calculations based on the imported 3D model because of its incompleteness. They will first have to carry out various actions that take so much time that they prefer to model a new 3D model themselves. The problems that arise during the exchange have not been investigated further so far. It has also been shown that, to date, the analytical model of the 3D model has never been taken into account while setting up a 3D model.

After the preliminary research, research was done, on how a 3D model in the current working method is set up and how the exchange of 3D models takes place. This showed that the analytical model originating from Revit was not correctly copied and that the exchange via IFC format was a incomplete exchange. Based on a test case, it turned out that IFC doesn't copy the analytical model originating from Revit but only copies the 3D elements. SCIA Engineer itself generates an incorrect analytical model based on these 3D elements. In addition, it appeared that the material properties were not correctly reproduced when IFC was used for exchanging the 3D model. SCIA Engineer could not recognize the materials and their properties.

By using the SCIA-Revit plugin, a correct exchange could take place from Revit to SCIA Engineer. Then a test case was set up to see what happens when a model is correctly exchanged. However, the method of exchanging a model is still limited. The exchange is currently a one-sided exchange, namely from Revit to SCIA Engineer. This means that if an engineer changes something in the model, it cannot be directly translated to the Revit model itself. The change has to be implemented manually in Revit by the modeller.

By using the SCIA Revit plugin an option was given to add materials and elements to the SCIA Engineer library. This option turned out to solve the problem of unrecognizable material properties, which arise when exchanging via IFC. It was also discovered that the analytical model from Revit was not correctly set up. The analytical lines were not connected or were even missing. Because of this, calculations couldn't be made. Subsequently, an investigation was carried out into how an existing model could be optimized so that it could then be used for calculations in SCIA Engineer.

The problem that arises during the exchange of 3D models with regard to recognition of materials and material properties can partially be remedied with the aid of the SCIA-Revit plugin. Completing the library during the exchange of the 3D model offers a complete solution to the problem.

The problems that arise when exchanging a model between SCIA Engineer and Revit can be partially solved by using the SCIA-Revit plugin. Adding to that, the method by which a model is modelled within Goudstikker-de Vries has to grow with the recent developments with regard to 3D construction and calculating. Modellers will have to take the analytical model into account when setting up a 3D model with the purpose of being used in SCIA Engineer.

As soon as the current working method catches up to the recent developments in the process of 3D calculation, the workload for the engineers will decrease. They will no longer have to setup a new model in SCIA Engineer. A little more time will have to be spent on the analytical model in the process of setting up a new model. Which is time well spent when comparing to the time that is being saved when the model is being used for 3D calculating in SCIA Engineer.

Samenvatting

In samenwerking met Goudstikker- de Vries Ingenieursbureau is er onderzoek gedaan naar de optimalisatie van het 3D construeren. Waarbij de focus wordt gelegd op de uitwisseling tussen rekensoftware en tekensoftware.

Goudstikker- de Vries werkt al jaren met verschillende softwarepakketten voor het verwerken van bouwkundig informatie in BIM- modellen. Deze software pakketten zijn Revit voor het tekenwerk en Technosoft voor het rekenwerk. Door de constante ontwikkeling op het gebied van techniek worden constructies steeds complexer. Dit maakt dat de berekeningen voor deze constructies ook steeds complexer worden. Zodra er echter complexere constructies moeten worden berekend is het rekenprogramma Technosoft niet meer toereikend genoeg voor deze complexe berekeningen.

SCIA Engineer is een softwarepakket dat sinds kort is geïntroduceerd in de werkmethode van Goudstikker- de Vries voor deze complexe berekeningen. SCIA Engineer is een rekensoftware dat op basis van een 3D model berekeningen maakt. Echter is het zo dat de huidige werkmethode niet heeft kunnen mee ontwikkelen, wat nadelige gevolgen heeft gehad voor het gebruik van SCIA Engineer in deze werkmethode. Om toch gebruik te kunnen maken van SCIA Engineer in de huidige werkwijze moet de constructeur een bestaand model opnieuw modelleren. Dit vraagt een hoop tijd en is een hoop extra werk wat onnodig en zeer inefficiënt is.

Het doel van deze Comakership is advies uitbrengen voor een efficiëntere werkmethode omtrent het 3D construeren, die de werknemers binnen het ingenieursbureau Goudstikker – de Vries kunnen hanteren. Deze werkmethode zal het mogelijk moeten maken om een correcte uitwisseling tussen reken en tekensoftware te kunnen laten plaats vinden. Dit doel zal worden behaald door middel van een onderzoek naar de opzet van 3D modellen met behulp van Revit en het gebruik ervan in het rekenprogramma SCIA Engineer. Daarnaast zal er een handleiding worden opgesteld voor het correct opzetten van een 3D model in Revit, bestemd voor gebruik in SCIA Engineer.

In eerste instantie is er een kleinschalig vooronderzoek gedaan. Dit vooronderzoek bestaat uit een inventarisatie van, en onderzoek naar, de verschillende softwarepakketten die Goudstikker- de Vries in gebruik heeft, en een probleeminventarisatie. Als onderdeel van de probleeminventarisatie zijn er verschillende interviews met de medewerkers van Goudstikker- de Vries gehouden.

Uit het vooronderzoek is gebleken dat er problemen ontstaan bij het importeren van een 3D model. De constructeurs kunnen op basis van het geïmporteerde 3D model geen berekeningen maken. Zij zullen eerst verschillende handelingen moeten verrichten die dermate veel tijd kosten dat zij er liever voor kiezen om zelf een nieuw model te modelleren. De problemen die ontstaan bij de uitwisseling zijn verder niet onderzocht. Ook is gebleken dat er tot op heden nooit rekening is gehouden met het analytische model van het 3D model.

Na aanleiding van het vooronderzoek, is er onderzocht hoe een 3D model in de huidige werkmethode wordt opgezet en hoe de uitwisseling van 3D modellen plaats vind. Hier uit bleek dat het analytische model afkomstig uit Revit niet juist overgenomen werd en dat de uitwisseling middels IFC formaat niet correct verloopt. Aan de hand van een testcase is er gebleken dat er bij de uitwisseling middels IFC, het analytische model ontbreekt dat gegenereerd wordt in Revit.

SCIA Engineer genereert zelf op basis van de 3D elementen een incorrect analytisch model. Daarnaast bleek dat ook de materiaal eigenschappen niet correct waren overgenomen, ze werden niet herkend door SCIA Engineer.

Door gebruik te maken van de SCIA-Revit plugin kon er een correcte uitwisseling plaats vinden van Revit naar SCIA Engineer. Vervolgens is er een testcase opgezet om te zien wat er gebeurd als een model correct word geëxporteerd. Door gebruik te maken van de SCIA- Revit plugin werd er een optie gegeven om materialen en elementen toe te voegen aan de SCIA Engineer bibliotheek. Door deze optie bleek het probleem van onherkenbare materiaaleigenschappen te zijn verholpen.

Hieruit kwam tevens naar voren dat het analytisch model afkomstig uit Revit, niet juist gemodelleerd was. Door dat de analytische lijnen niet verbonden waren of zelfs ontbraken, konden er geen berekeningen worden gemaakt. Vervolgens is er onderzocht hoe een bestaand model geoptimaliseerd kan worden om vervolgens toch mee te kunnen rekenen.

Na aanleiding van het onderzoek naar de optimalisatie van een bestaand model is er onderzocht hoe een model correct opgezet dient te worden om te kunnen gebruiken in SCIA Engineer. Op basis hiervan is er een handleiding opgesteld voor het modeleren van een 3D model bestemd voor gebruik in SCIA Engineer. Het doel van deze handleiding is het correct opzetten van een 3D model, waarbij de focus ligt op het analytisch model. Als een model correct is opgezet kan de constructeur het model namelijk direct gebruiken voor zijn berekeningen.

Het probleem dat ontstaat bij de uitwisseling van 3D modellen met betrekking tot herkenning van materialen en materiaal eigenschappen kan gedeeltelijk worden verholpen met behulp van de SCIA-Revit plugin. Het aanvullen van de bibliotheek tijdens de uitwisseling biedt een volledige oplossing.

De problemen die ontstaan bij de uitwisseling van een model tussen SCIA Engineer en Revit kunnen gedeeltelijk worden opgelost doormiddel van het gebruik van de SCIA-Revit plugin. Anderzijds moet de werkwijze waarop een model gemodelleerd wordt binnen Goudstikker-de Vries meegroeien in de ontwikkelingen met betrekking tot het 3D construeren. Modelleurs zullen rekening moeten houden met het analytisch model bij de opbouw van een 3D model als hiermee gewerkt zal moeten worden in SCIA Engineer.

Zodra de huidige werkwijze mee verandert in de recente ontwikkelingen in het proces van 3D-calculeren, neemt de efficiëntie toe. Er hoeft niet langer een nieuw model in SCIA Engineer te worden gemodelleerd. Er zal wel iets meer tijd moeten worden besteed aan het analytisch model tijdens het opzetten van een nieuw model. Deze tijd weegt echter niet op tegen de tijd die benodigd is om een geheel nieuw analytisch model te modelleren in SCIA Engineer.

Inhoud

Voorwoord.....	3
Summary.....	4
Verklarende woordenlijst.....	9
1. Inleiding.....	10
1.1 Aanleiding.....	10
1.2 Goudstikker – de Vries Ingenieursbureau.....	11
1.3 Probleemstelling.....	11
1.4 Doelstelling.....	12
1.5 Vraagstelling.....	13
1.6 Onderzoeksmethode.....	14
1.7 Afbakening.....	14
1.8 Theoretisch kader.....	35
2.0 Vooronderzoek.....	17
2.1 Softwareonderzoek.....	17
2.2 Probleeminventarisatie.....	24
2.3 Conclusie vooronderzoek.....	26
3.0 Huidige werkmethode.....	27
3.1 Algemeen proces.....	27
3.2 Opzet model.....	29
3.3 Uitwisseling Reken & Tekensoftware.....	33
3.4 Constructieve berekeningen.....	35
3.5 Conclusie.....	37
4.0 Optimaliseren werkmethode.....	38
4.1 Uitwisseling Tekens- & Rekensoftware.....	38
4.2 Optimaliseren bestaand model.....	43
4.3 Opzet nieuw model.....	46
4.4 Constructieve berekeningen.....	48
4.5 Conclusie.....	49
5.0 Conclusie en aanbevelingen.....	50
5.1 Conclusie.....	50
5.2 Aanbeveling.....	51
5.3 Discussie.....	51
6.0 Bronnenlijst.....	52
7.0 Bijlagen.....	53
Bijlage 1 Studiedocumenten.....	53
Bijlage 2 Testcase verslagen.....	53
Bijlage 3 Berekening.....	53
Bijlage 4 Handleiding.....	53
Bijlage 5 Interviews.....	53

Verklarende woordenlijst

Afkortingen en definities weergegeven op alfabetische volgorde:

Analytische model: Het 3D model bestaande uit analytische/hart-lijnen.

Bouwkundig model: Het 3D model opgebouwd uit 3D-elementen.

BIM: Building Information Modelling.

Constructief model: Het 3D model bestaande uit alle constructieve elementen.

CAD: Universeel bestandsformaat tussen Revit en SCIA Engineer

DWG: Drawing, bestandsformaat voor tekeningen.

EEM: Eindige Elementen Methode, een rekenmethode die gebruikt wordt door SCIA Engineer.

IFC: Industry Foundation Classes, bestandsformaat.

Meshen: Het opdelen van een object in kleinere elementen.

Offset: Verplaatsing vanaf referentie punt.

Custom familie: Specifiek zelf aangemaakt element in Revit.

Axonometrisch: Een projectie van een 3D tekening zonder perspectief.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Goudstikker- de Vries werkt al jaren met verschillende softwarepakketten voor het verwerken van bouwkundig informatie in BIM- modellen. Deze software pakketten zijn Revit voor het tekenwerk en Technosoft voor het rekenwerk.

Door de constante ontwikkeling op het gebied van techniek is er steeds meer mogelijk en vraagt men ook steeds meer. De constructies zijn over de jaren complexer geworden. Dit maakt dat de berekeningen voor deze constructies ook steeds complexer worden.

In eerste instantie wordt er bij Goudstikker- de Vries een bouwkundig model getekend in Revit. Vervolgens wordt er gebruik gemaakt van het rekenprogramma Technosoft, waar met behulp van schematische weergave constructieve berekeningen gemaakt worden op basis van 2D tekeningen. Handmatig wordt dan stuk voor stuk de constructie berekend. **Op deze manier wordt de constructeur dus niet in het BIM-proces mee genomen.** Zodra er ook complexere constructies moeten worden berekend is het rekenprogramma Technosoft niet meer toereikend genoeg voor deze complexe berekeningen.

Tijdens de nieuwjaarsbijeenkomst van Goudstikker – de Vries op 12 januari 2018 is er bekend gemaakt dat het bedrijf zich meer bezig moet houden met BIM. Dit houdt ook in dat constructeurs in 3D rekenprogramma's moeten gaan rekenen. Momenteel wordt er nauwelijks met 3D rekenprogramma's gewerkt binnen het bedrijf. Goudstikker – de Vries bestaat uit meerdere afdelingen verspreid door Nederland. De afdelingen zijn onderverdeeld in Regio Noord, Regio Midden en Regio Zuid. Regio Noord is gevestigd in Emmen, Regio Midden is gevestigd in Almere en Assen en Regio Zuid is gevestigd in 's-Hertogenbosch. In de afdeling Regio Midden wordt door 3 personen met een 3D rekenprogramma gewerkt en in Regio Zuid wordt door 1 persoon met een 3D rekenprogramma gewerkt. Van de ca. 90 werknemers zijn er ca. 40 constructeurs werkzaam binnen Goudstikker – de Vries. 10% van de constructeurs werkt dus met een 3D rekenprogramma. Dit is erg mager met de huidige ontwikkelingen van BIM. De constructeurs worden namelijk totaal achterwegen gelaten in het BIM-proces. De BIM werkzaamheden worden volledig door de modelleurs opgenomen. Het hele idee van BIM is dat alle disciplines samen werken aan een model. De constructeur wordt in dit geval door de modelleur geïnformeerd van wijzigingen in het BIM model indien dit gevolgen heeft voor de draagconstructie.

Om complexere berekeningen uit te kunnen voeren en om de constructeurs te betrekken in het BIM-proces wordt sinds kort gebruik gemaakt van het softwarepakket 'SCIA engineer'. Het gebruik van SCIA Engineer is nog vrij beperkt, en wordt nog niet voor alle projecten gebruikt. De reden hiervoor is omdat het gebruik ervan nog in de kinderschoenen staat. **Een andere reden is dat de invoer in SCIA veel complexer is t.o.v. Technosoft.** De constructeurs lopen tegen verschillende problemen aan zodra er gewerkt wordt met SCIA Engineer. In dit onderzoek zal worden onderzocht wat de aard is van deze problemen en hoe deze verholpen kunnen worden **en zo dus de constructeur meer betrokken kan worden in het BIM-proces.**

1.2 Goudstikker – de Vries Ingenieursbureau

Goudstikker- de Vries Ingenieursbureau, regio midden, vestiging Almere

Adres: Rentmeesterstraat 50
1301 AA Almere

Telefoon nr.: 036-5483400

E-mail: almere@goudstikker.nl

Goudstikker- de Vries is een ingenieursbureau met verschillende vestingen in Nederland. Met ongeveer 80 medewerkers verspreid over vijf vestigingen zijn ze één van de grotere bouwkundigen constructief geïntendeerde ingenieursbureaus van Nederland.

Als bureau richten zij zich op advies in de woningbouw en aan de woningbouw gelieerde utiliteitsbouwprojecten; combinaties van wonen en werken, maar ook met de pure utiliteitsbouw als kantoren, scholen, theaters, multifunctionele centra, zorgcentra en bedrijfscomplexen.

Als missie stellen zij zich zelf om te bouwen aan een duurzame en veilige omgeving.

1.3 Probleem

SCIA Engineer is een softwarepakket dat sinds kort is geïntroduceerd in de werkmethode van Goudstikker- de Vries. Echter is het zo dat de huidige werkmethode niet mee heeft kunnen ontwikkelen, wat nadelige gevolgen heeft gehad voor het gebruik van SCIA Engineer in deze werkmethode. Om toch gebruik te kunnen maken van SCIA Engineer in de huidige werkwijze moet de constructeur een bestaand model opnieuw modelleren. Dit betekent dat bij wijzigingen van het model de constructeur deze wijzigingen ook nog eens in het constructief model moet verwerken. Dit vraagt een hoop tijd en is een hoop extra werk wat onnodig en zeer inefficiënt is. Omdat het BIM-model van de modelleur niet gebruikt wordt door de constructeur wordt de constructeur ook niet meegenomen in het BIM proces. Hierdoor kan er minder goed gebruik worden gemaakt van alle voordelen die het concept BIM met zich meebrengt.

Het optimale softwarepakket voor constructeurs heeft de mogelijkheid om VO t/m werktekeningen van bouwkundige constructies te maken, kan als basis gebruikt worden om snelle berekeningen van constructies te maken en heeft de mogelijkheid om grotere complexe constructies te berekenen. Daarnaast moet het mogelijk zijn voor de constructeur en de modelleur van het gebouw om tegelijkertijd hun werkzaamheden uit te kunnen voeren. Dit programma bestaat echter niet. In de huidige maatschappij is het namelijk zo dat er in bouwkunde opleidingen, studenten worden opgeleid tot constructeur of bouwtechnisch tekenaar of andere disciplines. Omdat er een scheiding is tussen constructeurs en bouwtechnisch tekenaars is er ook een scheiding ontstaan tussen reken- en tekenprogramma's. Het probleem hierbij is dat de recente ontwikkeling: BIM, ervoor zorgt dat de verschillende disciplines van de bouw digitaal met elkaar moeten gaan samenwerken in een model. Terwijl ze door de splitsing van die disciplines juist met verschillende softwarepakketten van verschillende leveranciers werken. Hierdoor hebben de verschillende software leveranciers hun software beschikbaar moeten maken voor het uitwisselen van modellen tussen allerlei verschillende softwarepakketten. Deze uitwisseling gaat momenteel daarom erg moeizaam en niet zonder enige fouten.

Goudstikker- de Vries zou graag een efficiëntere omgang met betrekking tot het 3D construeren willen bewerkstelligen. Er moet dus onderzoek worden gedaan naar een andere werkmethode waarbij er efficiënt gebruik gemaakt kan worden van SCIA Engineer.

Het bovenstaande heeft geleid tot de volgende probleemstelling:

De constructeurs van Goudstikker- de Vries kunnen momenteel nog geen accurate/complete uitwisseling verwezenlijken tussen reken en tekensoftware.

1.4 Doelstelling

Het doel van deze Comakership is advies uitbrengen voor een efficiëntere werkmethode betreffende het 3D construeren, die de werknemers binnen het ingenieursbureau Goudstikker – de Vries kunnen hanteren. Deze werkmethode zal het mogelijk moeten maken om een correcte uitwisseling tussen reken en tekensoftware te kunnen laten plaats vinden.

Dit doel zal worden behaald door middel van een onderzoek naar de opzet van 3D modellen met behulp van Revit en het gebruik ervan in het rekenprogramma SCIA Engineer. Daarnaast zal er een handleiding worden opgesteld voor het correct opzetten van een 3D model in Revit, bestemd voor gebruik in SCIA Engineer.

De resultaten van het onderzoek zullen voornamelijk relevant zijn voor het bedrijf Goudstikker – de Vries. Desalniettemin kunnen de resultaten van het onderzoek gebruikt worden door ieder constructief ingenieursbureau dat gebruik maakt van Revit in combinatie met SCIA engineer. Met het gebruik van de resultaten en de handleiding in het onderzoek zal het bedrijf verschillende procesverbeteringen door kunnen voeren. Deze procesverbeteringen maken het mogelijk voor het bedrijf om efficiënter gebruik te maken van het 3D rekenprogramma SCIA Engineer. Wanneer er efficiënter gebruik gemaakt kan worden van SCIA engineer kunnen er ook meer projecten met dit rekenprogramma worden berekend. Hierdoor kunnen de constructeurs van het bedrijf meer in het BIM proces worden meegenomen. Met dit onderzoek zal het bedrijf indirect een betere machtspositie in de huidige markt verkrijgen.

1.5 Vraagstelling

Voor het onderzoek is er een onderzoeksvraag opgesteld. In deze paragraaf zal de vraagstelling voor het onderzoek bestaande uit een hoofdvraag, deel vragen en subvragen worden behandeld.

Hoofdvraag:

Welke richtlijnen en oplossingen kunnen wij Goudstikker- de Vries adviseren voor het optimaliseren van het 3D construeren en rekenen met behulp van SCIA Engineer in combinatie met Revit?

Deel & subvragen:

Hoe wordt het constructieve model in de huidige werkmethode met behulp van Revit opgezet?

- Welke informatie wordt er weergegeven/verwerkt in het Revit model?
- Welke informatie in het Revit model is relevant voor de constructieve berekeningen?

Welke werkmethode hanteert Goudstikker- de Vries voor de constructieve berekeningen?

- Welke middelen worden er gebruikt voor de constructieve berekeningen?
- Welke informatie is er nodig voor deze berekeningen?

Welke input heeft 'SCIA engineer' nodig om constructieve berekeningen te kunnen maken?

- Welke informatie is er nodig om met 'SCIA engineer' accurate constructieve berekeningen te kunnen maken?

Hoe verloopt de samenwerking tussen 'SCIA engineer' en 'Revit' als software?

- Zijn er problemen die zich voordoen bij het exporteren en importeren van de 3D modellen?
- Welke exacte problemen doen zich voor bij de import/export van de 3D modellen?
- Welke oplossingen zijn er toepasbaar om de geconstateerde problemen te verhelpen?

Heeft/hebben de toepasbare oplossing/oplossingen het probleem verholpen?

- Kan de constructeur zonder extra handelingen het 3D model één op één overnemen voor zijn constructieve berekeningen?

Is het gebruik maken van 'SCIA engineer' in combinatie met 'Revit' voor constructieve berekeningen in de nieuwe werkmethode efficiënter en nauwkeuriger ten opzichte van de huidige werkmethode?

- Welke resultaten worden behaald met het toepassen van de huidige werkmethode?
- Welke resultaten worden behaald met het toepassen van de nieuwe werkmethode?

1.6 Onderzoeksmethode

Het complete onderzoek is opgedeeld in drie onderdelen, het vooronderzoek, het onderzoek naar de huidige werkwijze en het onderzoek met betrekking tot de optimalisatie van de huidige werkwijze.

Vooronderzoek:

Software verdieping	- Literatuuronderzoek, webinars, handleidingen en experimenteren met de software.
Probleem inventarisatie	- Doormiddel van interviews met zowel de modelleers als de constructeurs.

Werkmethodeonderzoek:

Opzet model	- Doormiddel van interviews met de modelleers.
Uitwisseling 3D model, reken & tekensoftware	- Casestudy, experimenteel onderzoek met behulp van de softwarepakketten.

Optimalisatie werkmethode:

Opzet optimaal model	- Doormiddel van casestudy, literatuuronderzoek en experimenteel onderzoek.
Uitwisseling 3D model, reken & tekensoftware	- Casestudy, experimenteel onderzoek met behulp van de softwarepakketten.
Controle uitkomsten berekeningen	- Doormiddel van controle door constructeur.

1.7 Afbakening

De volgende afbakeningen zijn opgesteld voor het onderzoek:

- Het onderzoek beperkt zich tot een aantal softwarepakketten die worden gebruikt door Goudstikker- de Vries, het betreft de volgende softwarepakketten: SCIA Engineer, Technosoft en Revit.
- Uitbereidingen en plug-ins van betreffende softwarepakketten worden meegenomen in het onderzoek.
- Voor het onderzoek wordt Revit gezien als de basis voor het modeleren van 3D modellen.
- Het uitgangspunt voor het onderzoek is niet om marktonderzoek te doen naar andere software.
- Het onderzoek zal zich richten op de huidige werkmethode, met als doel een werkwijze te ontwikkelen met een hogere efficiëntie waarbij gebruik wordt gemaakt van de huidige softwarepakketten.
- Het onderzoek zal zich in eerste instantie beperken tot de Almeerse vestiging van Goudstikker- de Vries. Betrekking van andere vestigingen van Goudstikker- de Vries zou in een later stadium van het onderzoek van toepassing kunnen zijn.
- Voor het onderzoek zal gebruik worden gemaakt van referentie projecten van Goudstikker- de Vries. Er zullen geen volledige projecten uitgetekend of berekend worden. Met uitzondering van de casestudy waarbij kleinschalige modellen uitgetekend en berekend worden.

1.8 Theoretisch kader

Building Information Model

Ofwel bouw informatie model. Een BIM is een 3D model waarbij verschillende disciplines uit de bouwsector integraal samen werken in één model. De standaardisatie commissie van het Amerikaanse National BIM Standard-United States, beschrijft BIM als volgt:

‘Een Building Information Model (BIM) is een digitale representatie van fysieke en functionele kenmerken van een gebouw. Het dient als een gedeelde kennisbron met informatie over het bouwwerk dat als een betrouwbare basis fungeert voor besluitvorming tijdens de levenscyclus van het bouwwerk, van begin tot eind.’

Een van de basis principes van BIM is dat verschillende partijen en disciplines samenwerken in de verschillende fasen van de levenscyclus van het bouwwerk waarbij men informatie kan aanleveren, bewerken, en ophalen in het BIM-model. Het dient als ondersteuning en faciliteert de diverse rollen van de deelnemende partijen.

In dit onderzoek zal het gaan om de uitwisseling van een BIM-model van teken naar rekensoftware. Waarbij in dit geval de deelnemende partijen bestaan uit de modelleur en de constructeur.

Optimaliseren

Het woord ‘Optimaliseren’ wordt in de Dikke Van Dale omschreven als ‘optimaal maken, in de meest gunstige omstandigheden of tot de gunstigste oplossing brengen’. Echter verwijst optimaliseren in de onderzoeksvraag naar ‘3D construeren’ een proces. Lees hierom in de volgende paragrafen ‘proces’ als ‘3D construeren’.

Procesoptimalisatie is een abstract, maar veelgebruikt begrip. Daarom is het van belang om de twee begrippen ‘proces’ en ‘optimalisatie’ te definiëren. Een mogelijke definitie van het begrip ‘proces’ is: ‘iedere handeling of serie van handelingen om productiefactoren om te zetten in waarde voor belanghebbenden’. Ofwel, het proces is de handeling van het creëren van waarde. ISO (International organization for standardization) definieert een proces als ‘een set van gerelateerde en onderling afhankelijke activiteiten om productiemiddelen (inputs) om te zetten in resultaten (outputs)’.

‘Optimalisatie’ voor dit onderzoek wordt gedefinieerd als: ‘Het verbeteren van de kwaliteit van de bestaande processen’. Bekende kwaliteitscriteria daarbij zijn efficiëntie (minder onnodig werk, minder inspanning) en hogere nauwkeurigheid. Optimalisatie van processen heeft betrekking op verschillende procesonderdelen. Zo wordt er gestreefd naar standaardisatie van input, het efficiënter vormgeven van de uitwisseling en het verhogen van de toegevoegde waarde aan de uitvoer ofwel het resultaat.

Een methode die wordt gebruikt voor het verbeteren van processen is de Japanse methode voor productiviteitsverbetering genaamd ‘Kaizen’. Deze methode is ontstaan uit de toepassing van het werk van Amerikaanse experts zoals Frederick Winslow Taylor, Frank Bunker Gilberth, Walter shewart en een samenwerkingsprogramma van het United States Department of War met de industrie na de Tweede Wereldoorlog.

Kaizen wordt ook wel eens geformuleerd als: "uiteen halen en opnieuw in elkaar steken op een betere manier". Datgene wat uiteen gehaald wordt is meestal een proces, een systeem, een product of een dienst. Kaizen is een dagelijkse activiteit die mensen leert de verspillingen in een proces te zien en te elimineren.

De hoofddoelstelling van kaizen is:

- De eliminatie van verspilling ofwel "muda's"(handelingen die productiemiddelen kosten maar geen meerwaarde opleveren.)
- Cyclus van voortdurende verbetering.

Masaki Imai, een Japanse organisatie wetenschapper bekend om zijn werk met betrekking tot het Kaizen-proces formuleert kaizen als volgt:

“'kaizen' betekent continu verbeteren, waarbij alle werknemers betrokken zijn, zonder veel geld uit te geven.. “

Bij de 'Kaizen' methode wordt er gebruik gemaakt van een bestaand proces, en wordt deze heringericht. Wat aansluit bij het onderwerp van het onderzoek naar de optimalisatie van het 3D Construeren. Met de razendsnelle ontwikkelingen op het gebied van techniek en 3D modelleren is het van belang dat er een cyclus ontstaat van voortdurende verbetering. Voor het onderzoek naar de optimalisatie van het 3D construeren is het van belang dat de werknemers inzicht krijgen in het proces en verspilling hierin elimineren.

3D Construeren en calculeren

De term 'Construeren' wordt door de Dikke Van Dale omschreven als 'bouwen, in elkaar zetten'. Een andere definitie van K. Dictionaries luidt als volgt: 'Vervaardigen, (uit losse delen) in elkaar zetten'.

Met 3D construeren wordt er het proces aangeduid dat bestaat uit een reeks handelingen die als resultaat een constructief 3D BIM model oplevert.

In het kader van het onderzoek wordt 3D Calculeren gedefinieerd als:

'Het maken van constructieve berekeningen op basis van een constructief 3D BIM model'.

2.0 Vooronderzoek

Voor er onderzoek kan worden gedaan naar de optimalisatie van het 3D construeren met behulp van SCIA Engineer, zal er vooronderzoek moeten worden gedaan. Dit vooronderzoek legt de focus op de inhoud van de softwarepakketten die in gebruik zijn bij Goudstikker- de Vries. De problemen die zich voordoen bij het gebruik van deze softwarepakketten. En tot slot zal er een conclusie worden geformuleerd.

2.1 Softwareonderzoek

Ten behoeven van het onderzoek is er ook gekeken naar andere softwarepakketten dan de huidige gebruikte softwarepakketten. Dit wordt gedaan omdat het softwarepakket wat momenteel gebruik wordt misschien wel makkelijk is omdat de werknemers er ervaring in hebben, maar andere softwarepakketten kunnen misschien beter met de problemen omgaan of zijn misschien verder ontwikkeld dan het huidige softwarepakket.

De meest gebruikte bouwkundige 3D rekenprogramma's in Europa zijn:

- RFEM
- SCIA engineer
- AxisVM
- Matrixframe
- Robot structural analysis

Robot structural wordt niet veel in Nederland gebruikt en wordt meestal uitsluitend voor industriële bouw gebruikt maar omdat het door dezelfde software leverancier als Revit wordt gemaakt, wordt dit wel benoemd aangezien Robot misschien een betere uitwisseling van modellen heeft t.o.v. softwarepakketten van andere leveranciers.

Omdat 3D rekenprogramma's redelijk nieuw zijn in deze samenleving, zullen er veel cursussen moeten worden gevolgd. Omdat SCIA engineer erg dominant is in west Europa zijn er voor SCIA engineer ook de meeste cursussen beschikbaar in de omliggende landen van het hoofdkantoor. RFEM is bijvoorbeeld erg dominant in Duitsland volgens de reference list of users beschikbaar op hun website. AxisVM wordt veel gebruikt in het oosten van Europa. Deze verdeling is erg afhankelijk van waar het de leverancier van het softwarepakket gevestigd is. RFEM is door een Duits bedrijf ontwikkeld en wordt dus voornamelijk door Duitsers gebruikt. AxisVM is weer populair in Oost-Europa omdat het hoofdkantoor gevestigd is in Hongarije. Zo zijn de programma's SAP2000 en ETABS populair in Amerika. ETABS wordt ook in Azië gebruikt. MatrixFrame is door het Nederlandse bedrijf Matrix Software ontwikkeld. MatrixFrame is ontwikkeld in samenwerking met leveranciers. Dit softwarepakket is echter niet zo uitgebreid en vooruitstrevend als de softwarepakketten van de grotere ontwikkelaars. In dit opzicht staat SCIA engineer bovenaan in de lijst. SCIA engineer is een van de meest vooruitstrevende 3D rekenprogramma's op de markt.

Er zijn ook meerdere bouwkundige 3D tekenprogramma's die gebruikt kunnen worden voor constructief modelleren op de markt beschikbaar:

- Revit
- ArchiCAD
- AutoCAD
- SketchUp
- Vectorworks

Er wordt gebruik gemaakt van Revit Structure, ook omdat dit is het meest gebruikte softwarepakket in Nederland. Omdat dit het meest gebruikte softwarepakket is in Nederland en Goudstikker – de Vries alleen werkzaam is binnen Nederland, is het gemakkelijk om BIM- modellen met andere disciplines uit te wisselen als deze ook gebruik maken van Revit. Daarnaast is het makkelijk om deze modellen van gelijke softwarepakketten te gebruiken om fouten en conflicten van elementen te controleren en zo veel bouwfouten te voorkomen. Wanneer er niet met gelijke softwarepakketten wordt gewerkt zijn er vaak nog foutmeldingen of moeilijkheden die naar voren komen bij het controleren.

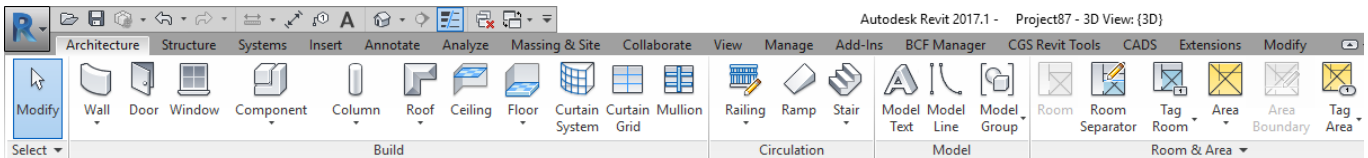
Voor het softwareonderzoek zijn er drie softwarepakketten uitgekozen die als basis dienen voor het onderzoek naar de optimalisatie van het 3D construeren bij Goudstikker-de Vries. De keuze om deze drie softwarepakketten te behandelen heeft te maken met dat ze alle drie onderdeel uitmaken van de werkwijze van Goudstikker-de Vries als ingenieursbureau. Alle vestigingen van Goudstikker-de Vries maken gebruik van dezelfde softwarepakketten, de licenties zijn dan ook centraal geregeld voor alle vestigingen.

De volgende drie softwarepakketten zullen in de opvolgende paragrafen worden behandeld:

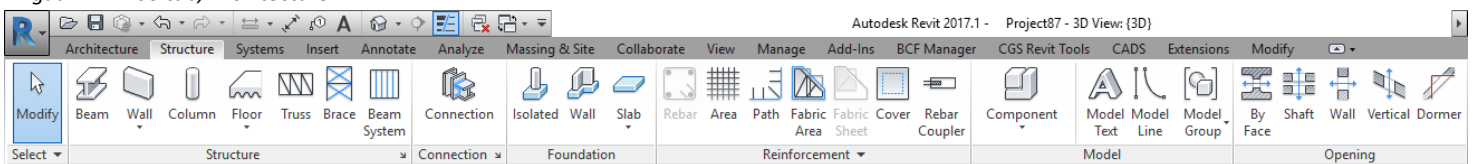
<u>Softwarepakket:</u>	<u>Leverancier:</u>	<u>Ontwikkeld voor:</u>
-Revit	-Autodesk.	-BIM, Building Information Modelling
-SCIA Engineer	-SCIA	-Voor het ontwerpen en rekenen aan constructies en het rapporteren van de uitkomsten.
-Technosoft '2D rekensoftware'	-Technosoft	-Het berekenen van verschillende constructieve werken.

2.1.1 Revit

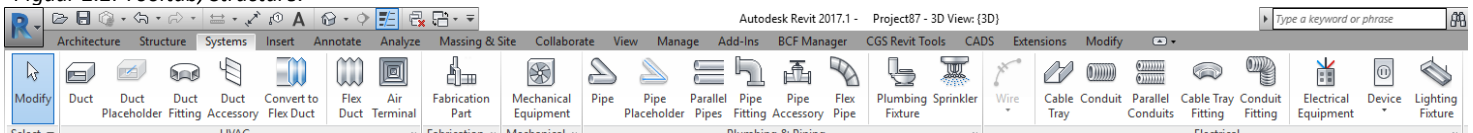
Revit is een softwarepakket dat ontwikkeld is door Autodesk voor BIM (Building information Modelling). Revit ondersteunt een multidisciplinair ontwerpproces met het oog op samenwerking. Zo bevat Revit verschillende tooltabs gericht op de verschillende disciplines die deelnemen aan het proces. Voor het ontwerp kan de architect gebruik maken van 'Revit Architecture', voor het constructieve model kan de constructeur gebruik maken van 'Revit Structure' en voor de installaties kan de installateur gebruik maken van 'Revit Systems'.



Figuur 2.1: Tooltab, Architecture.



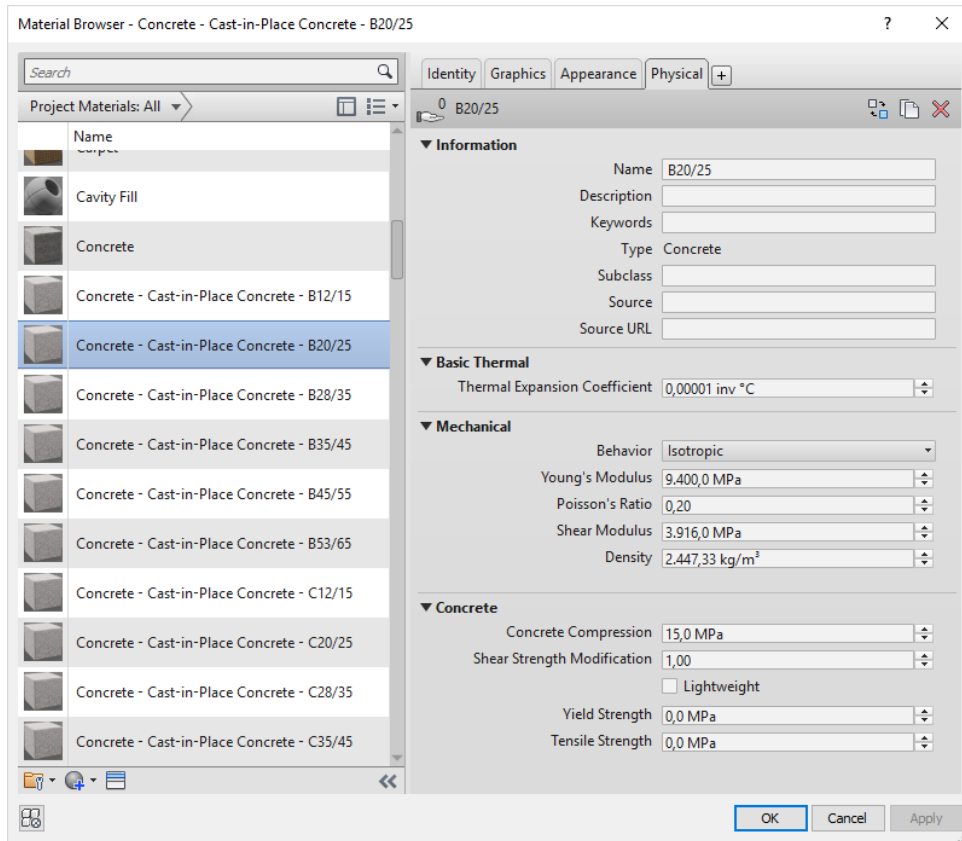
Figuur 2.2: Tooltab, Structure.



Figuur 2.3: Tooltab, Systems.

Voor het onderzoek naar 3D construeren is 'Revit Structure' de belangrijkste tooltab in het softwarepakket, omdat hier de functies voor het modelleren van constructies staan. Met de tools uit 'Revit Structure' kan de modelleur de constructie uittekenen met constructieve elementen. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van tools zoals, 'Floor', 'Wall', 'Beam', 'Column', 'Truss', 'Brace', 'Beam system', etc. Alle getekende elementen kunnen worden gespecificeerd met behulp van parameters. Een beton kolom krijgt bijvoorbeeld de specificaties voor een bepaalde betonsterkte en het type beton (prefab, in het werk gestort, gewapend, etc.) een stalen ligger krijgt een parameter voor de staal kwaliteit, etc.

In figuur 2.4 hieronder staat een overzicht van verschillende parameters en ingevulde waarden.



Figuur 2.4: Revit Material Browser.

Deze parameters zorgen ervoor dat een element zich gedraagt als zijnde dat element in het 3D model. Zonder de parameters is een gemodelleerde kolom slechts een 3D object met een bepaalde afmeting. De software erkent de kolom, maar heeft voor de rest geen andere informatie over de kolom. Om een sterkte berekening te kunnen maken dienen er parameters aanwezig te zijn die de vaste waarden voor het type materiaal bevatten. Om te kunnen rekenen met het 3D model is het van belang om deze parameters zorgvuldig in te voeren voor een juiste uitkomst van een berekening.

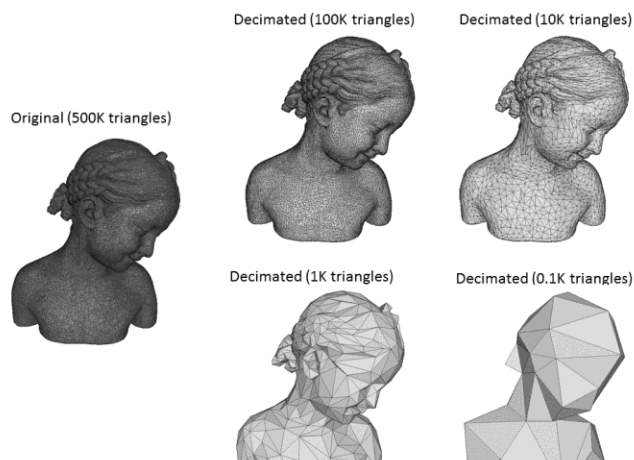
Het 3D model dat is gemodelleerd in 'Revit' kan vervolgens worden geëxporteerd middels IFC, DWG, etc. om er vervolgens berekeningen mee te maken in rekensoftware.

2.1.2 SCIA Engineer

SCIA engineer is een 3D rekensoftware voor het analyseren en berekenen van bouwkundige constructies gebaseerd op EEM. SCIA is opgericht in 1974. SCIA is lid van de wereldwijd opererende Nemetschek Group. Samen met SCIA, Allplan, Graphisoft, Vectorworks, Maxon en diverse andere firma's vormt deze de grootste firma wereldwijd in IT voor de AEC-sector (Architecture, Engineering and Construction). SCIA engineer is een Structural Analysis applicatie die IFC2x3 is gecertificeerd. Dit betekent dat SCIA engineer uitstekend om kan gaan met het importeren en exporteren van IFC bestanden. Het programma wordt door ingenieurs en constructeurs gebruikt bij het modelleren, berekenen, dimensioneren, optimaliseren en documenteren van hun constructies.

EEM is de afkorting voor 'Eindige Elementen Methode'. De 'Eindige Elementen Methode' is een rekenmethode waarmee er partiële differentiaalvergelijkingen en integraalvergelijkingen kunnen worden opgelost. Het doel van deze rekenmethode is om een complexe berekening op te delen in een veelvoud van eenvoudigere berekeningen. Het berekenen van complexe constructies kan met behulp van de deze rekenmethode nauwkeuriger worden uitgevoerd.

Met de eindige elementen methode wordt een constructie opgedeeld in een (eindig) aantal elementen. Deze elementen worden vervolgens aan elkaar verbonden door knooppunten ook wel nodes genoemd. Deze verzameling van elementen noemt men een 'mesh'. Hoe fijner er gemeshed wordt hoe nauwkeuriger de berekening.



In figuur 2.5 hiernaast wordt het principe van een grove en fijne mesh duidelijk weergegeven. Hoe groter de hoeveelheid elementen, hoe fijner de mesh. De grote van de mesh heeft op zijn beurt weer invloed op de rekentijd. Meer elementen betekent meer berekeningen.

Figuur 2.5: Meshes (Bron: <http://kmamou.blogspot.nl/2015/06/a-simple-class-for-3d-mesh-decimation.htm>)

De eindige elementen methode maakt gebruik van drie type elementen voor het opbouwen van een mesh. De volgende drie typen elementen worden gebruikt:

- 1D Staafelementen
- 2D Oppervlakte elementen (driehoekig of vierhoekig)
- 3D Volume elementen (tetraëder of kubus)

Voor het berekenen van constructies zijn voornamelijk de eerste twee types van belang. Het gebruik van 3D elementen levert bij het berekenen van constructies in hoofdlijnen geen meerwaarde op (wel langere rekentijd) omdat de constructeur zich in hoofdzaak bezig houdt met de draagconstructie. Deze draagconstructie bestaat uit wanden, vloeren, kolommen en liggers, ofwel 1D (kolommen en liggers) en 2D (Vloeren en wanden) elementen.

Onder 1D Objecten worden de lijnvormige constructie onderdelen verstaan, voorbeelden hiervan zijn kolomen en liggers. SCIA Engineer ziet deze objecten (mits juist gemodelleerd) als een oneindig dunne lijn in het hart van het object (een kolom of ligger). Om berekeningen te kunnen uitvoeren moeten er aan deze hartlijnen, ook analytische lijnen en eigenschappen worden verbonden. Op deze manier gedraagt een element zich naar zijn werkelijke eigenschappen zoals in de realiteit.

Voorbeelden van deze eigenschappen zijn: materiaal soort, buigstijfheid, dikte, etc.

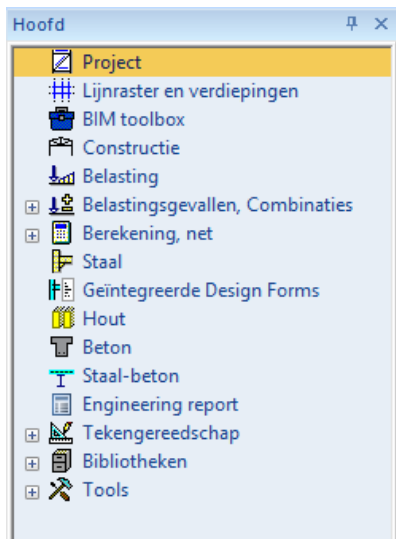
Bij het 'meshen' van 1D objecten zoals een ligger of kolom wordt de hartlijn opgebouwd uit kleinere 1D elementen, ofwel lijnen. Op deze manier kan de software rekenen met het fenomeen 'knik'. Op het moment dat een 1D object niet gemeshed wordt, kan SCIA Engineer 'knik' niet waarnemen wat resulteert in een onnauwkeurigheid in de constructieve berekening.

Onder 2D Objecten worden de oppervlakte constructiedelen verstaan, voorbeelden hiervan zijn vloeren en wanden. SCIA Engineer ziet deze objecten (mits juist gemodelleerd) als een oneindig dunne lijn in het hart van het object (een wand of vloer). Ook voor de 2D objecten geldt dat er eigenschappen moeten worden verbonden aan de hartlijnen. Bij het 'meshen' van 2D objecten zoals een vloer of wand, wordt het betreffende oppervlakte opgedeeld in kleinere oppervlaktes. Hierdoor kan SCIA Engineer berekeningen maken met het object. Het fenomeen 'pons' kan op deze manier worden waargenomen.

SCIA Engineer maakt gebruik van de 'Eindige Elementen Methode' voor het uitvoeren van berekeningen. Om de juiste uitkomsten van deze berekeningen te kunnen genereren dient er rekening te worden gehouden met de opzet van het 3D model. SCIA maakt gebruik van het analytische model afkomstig uit het Revit model. De modelleur dient dus rekening te houden met de ligging van de analytische lijnen van elk constructief element.

SCIA Engineer bouwt een model op uit 1D, 2D en 3D elementen. Aan deze elementen kunnen parameters worden meegegeven zoals het soort materiaal, de materiaal kwaliteit en de afmetingen. Met 1D elementen worden balken en kolommen bedoeld, 2D elementen zijn schijven zoals wanden en vloeren en 3D elementen zijn complexe vormen. Met behulp van deze parameters wordt het gewicht van de constructie berekend. Daarnaast moeten de externe krachten handmatig worden ingevoerd zoals o.a. de veranderlijke belastingen, wind belastingen en sneeuw belastingen. Wanneer deze belastingen zijn ingevoerd in verschillende belasting gevallen, kunnen er met SCIA verschillende belasting combinaties worden gemaakt. Wanneer SCIA dan een berekening maakt, wordt er uitgegaan van de uiterste grenstoestand ofwel UGT en de bruikbaarheidsgrenstoestand ook wel BGT.

De uiterste grenstoestand is de belastingen op de constructie in extreme gevallen en de bruikbaarheidsgrenstoestand is de belastingen op de constructie tijdens normaal gebruik.



Figuur 2.6: SCIA engineer menu

In SCIA engineer worden de te gebruiken tools in verschillende categorieën verdeeld. Deze categorieën staan in chronologische volgorde van het opzetten van een project. Allereerst worden de project gegevens ingevoerd, zoals de project naam/datum, materialen die gebruikt worden, welke norm er gebruikt wordt, of er een 3 dimensionale berekening of een 2 dimensionale berekening gemaakt gaat worden. Daarna worden het stramien raster en de verdiepingshoogtes opgezet. Wanneer er een model is geïmporteerd kan de BIM toolbox gebruikt worden om sommige importeer fouten op te lossen. Hierna moet de constructie worden gedefinieerd. De elementen moeten worden gedefinieerd en deze moeten ondersteund zijn door steunpunten. Daarna moeten de

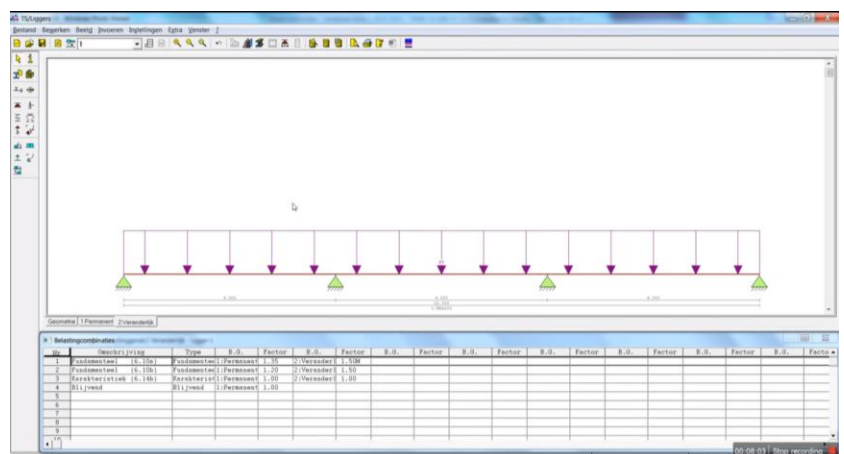
belastingen op de constructie worden aangegeven. Deze moeten in verschillende belasting combinaties samengevoegd worden om verschillende soorten van het bezwijken van de constructie te berekenen. Pas wanneer al deze waardes zijn ingevuld kan er een berekening worden gemaakt. De rest van de tools onder berekening zijn voor complexere verbindingen en constructies.

Naast het berekenen van constructies kan er met SCIA Engineer ook gerapporteerd worden doormiddel van de Engineering report tool. Hierin kan men de berekeningen die relevant zijn in een rapport zetten, ind. visualisaties.

2.1.3 Technosoft

Technosoft is een softwarebedrijf uit Deventer dat sinds 1977 software ontwikkelt voor professionals. Het softwareprogramma is een 2D rekenprogramma voor het berekenen van portalen, wanden en andere 2D constructieonderdelen. Technosoft is het eerste constructieve softwarebedrijf in Nederland die de software heeft laten certificeren. Technosoft is al jaren een vertrouwd rekenprogramma bij vele constructeurs. Technosoft biedt zekerheid bij de gebruikers omdat de berekeningen overzichtelijk en goed te controleren zijn. Het is gemakkelijk te gebruiken, de invoer van de constructie en de belastingen worden weergegeven in tabellen en in een grafische weergave van de constructie.

De uitvoer van de gegevens is ook overzichtelijk, gemakkelijk te begrijpen en erg bewerkbaar. De methode van berekenen van de constructies is hetzelfde als wanneer de constructie met de hand wordt berekend. De constructie moet net als met de hand per sectie worden berekend omdat Technosoft geen 3 dimensionale berekeningen kan uitvoeren.



Figuur 2.7: Technosoft.

2.2 Probleem inventarisatie

Om een beter beeld te krijgen van de huidige efficiëntie waarmee Goudstikker-de Vries gebruik maakt van SCIA Engineer met betrekking tot 3D construeren zijn er interviews afgenomen bij de constructeurs en modelleurs van Goudstikker-de Vries. Na aanleiding van de interviews is er geïnventariseerd welke problemen er worden ervaren door de constructeurs en modelleurs met betrekking tot het gebruik van SCIA Engineer. Hieronder staan de hoofdpunten afkomstig uit de interviews opgesomd:

Thijs van Stijn, Constructeur:

-	Link tussen 3D modeleren en 3D construeren wordt steeds belangrijker. En daarmee dus de link tussen Revit en SCIA Engineer.
-	Om te kunnen rekenen met SCIA Engineer moet de constructeur zelf nog handmatig aanpassingen verrichten in het 3D model.
-	Wijzigingen in het model worden niet in één keer doorgevoerd, waardoor opnieuw handmatig deze wijzigingen moeten worden aangepast door de constructeur.
-	Onnauwkeurigheden die ontstaan bij het importeren van 3D modellen in de huidige situatie vergen veel tijd voor controle en herstel, daarnaast biedt het geen zekerheid met betrekking tot nauwkeurigheid over het geheel na herstel.
-	Materiaal specificatie moeten in de huidige situatie handmatig worden toegekend aan elementen.
-	Werken met verschillende rekenprogramma's maakt dat er extra tijd moet worden besteed aan het uitzoeken en samenvoegen van berekeningsrapporten afkomstig uit Technosoft en SCIA Engineer.

Willem Schraal, Constructeur:

-	Er ontstaan problemen bij het importeren van 3D modellen, m.b.t. het verbinden van knooppunten.
-	Het hele model wordt in zijn geheel opnieuw in SCIA getekend. Dat kost veel tijd, en moet beter kunnen.
-	Er zijn in SCIA een hele hoop krachten op te vragen, maar daar door raakt het overzicht kwijt.
-	Gebrek aan inhoudelijke kennis met betrekking tot SCIA. We zijn altijd begonnen met hele grote projecten, dat hadden we misschien toch anders moeten doen.
-	Krachten worden over meerdere elementen verdeeld, welke krachten daarna direct relevant zijn voor de berekening, is vervolgens niet meer helemaal duidelijk.
-	Het controleren van de uitkomsten uit de berekeningen is moeilijker.
-	Er worden bij kolommen nog veel 2 ^e orde toetsing gedaan, terwijl het gebouw zelf ook al in 2 ^e orde is getoetst, waardoor er veel meer wapening nodig zou zijn volgens de berekening dan in werkelijkheid nodig zou zijn.
-	Tijdens berekeningen, ontstaan er soms ontzettend hoge piekspanningen, waardoor er bijna 10x zoveel wapening in zou moeten.
-	Hartlijnen staan vaak fout, waardoor berekeningen niet kloppen.
-	De opbouw van het 3D model heeft grote invloed op de uitkomsten van de berekeningen, tot nu toe is daar geen rekening mee gehouden.

Gert van Ek, Modelleur:

-	Er is een uniforme werkwijze, echter kan natuurlijk niet worden vastgelegd m.b.t. manier van tekenen. Iedereen tekent/modelleert op zijn/haar manier.
-	Er wordt geen rekening gehouden met het analytisch model, tot voorkort was er nog geen vraag naar het analytisch model zo doende werd er niet naar omgekeken.
-	Teken technische fouten kunnen nog wel eens voort komen uit het automatische gegenereerde analytische model. Deze fouten worden dan simpel opgelost door de analytische lijn van het betreffende element of zelfs het gehele analytische model uit te zetten. Dit zorgt ervoor dat deze bij het exporteren ontbreekt.

2.3 Conclusie vooronderzoek

De softwarepakketten die in gebruik zijn bij Goudstikker-de Vries hebben een duidelijk doel. Revit wordt gebruikt voor het 3D modelleren van hoofdconstructies, Technosoft wordt gebruikt voor het berekenen van constructies in 2D, en SCIA Engineer wordt gebruikt voor het rekenen met 3D constructies.

Uit de interviews met de constructeurs is gebleken dat het gebruik van SCIA Engineer steeds interessanter wordt. Complexe constructies kunnen niet meer eenvoudig worden uitgerekend met Technosoft. SCIA Engineer biedt veel kansen maar wordt tot dusverre nog niet efficiënt genoeg gebruikt. Geïmporteerde 3D modellen kunnen niet één op één worden overgenomen. De extra handelingen die de constructeur moet verrichten om het model afkomstig uit Revit te kunnen gebruiken zijn dermate veel, dat de constructeur er vaak voor kiest zelf een heel nieuw model te tekenen.

De constructeurs zijn nog onvoldoende bekend met het programma om verschillende problemen te kunnen verklaren. Een veel voorkomend probleem is de verbinding tussen elementen zodra er gebruik wordt gemaakt van een geïmporteerd 3D model. Het gaat hierbij om de verbinding van de hartlijnen van elementen. Daarnaast zijn er verschillende problemen die ontstaan bij het rekenen aan de constructie met SCIA Engineer. Zo zijn er onwaarschijnlijk hoge piek belastingen die kunnen worden weergegeven op bepaalde plaatsen in de constructie.

De problemen die zich tot nu toe hebben voorgedaan zijn tot op heden nog niet verder onderzocht. Omdat er vanaf het begin direct is gewerkt met grote projecten is er niet de gelegenheid geweest om gaande weg te oefenen. Doordat SCIA Engineer een zeer uitgebreid programma is, en daarmee veel informatie kan genereren, raakt het overzicht nog wel eens kwijt.

Uit het interview met de modelleur is gebleken dat er tot voor kort geen rekening werd gehouden met het analytische model. Omdat analytische lijnen soms voor kleinschalige problemen zorgen worden deze nog wel eens verwijderd of uitgezet. Nu dat er vraag is naar het analytische model wordt het interessant om hier aandacht aan te besteden.

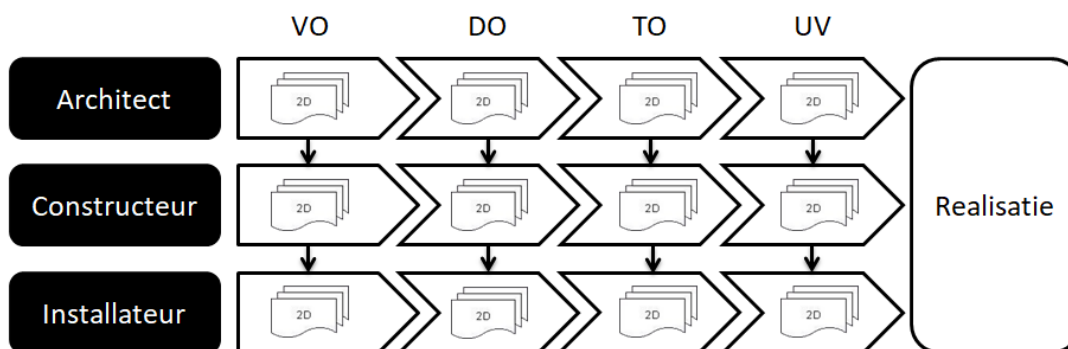
Uit het vooronderzoek kunnen we concluderen dat het analytisch model belangrijk is voor het 3D calculeren met SCIA Engineer. Aangezien er tot voor kort geen rekening mee werd gehouden is het van belang om de werkmethode in kaart te brengen, om te zien hoe een model dan wordt opgezet. En welke gevolgen deze werkmethode heeft voor het analytisch model.

3.0 Huidige werkmethode

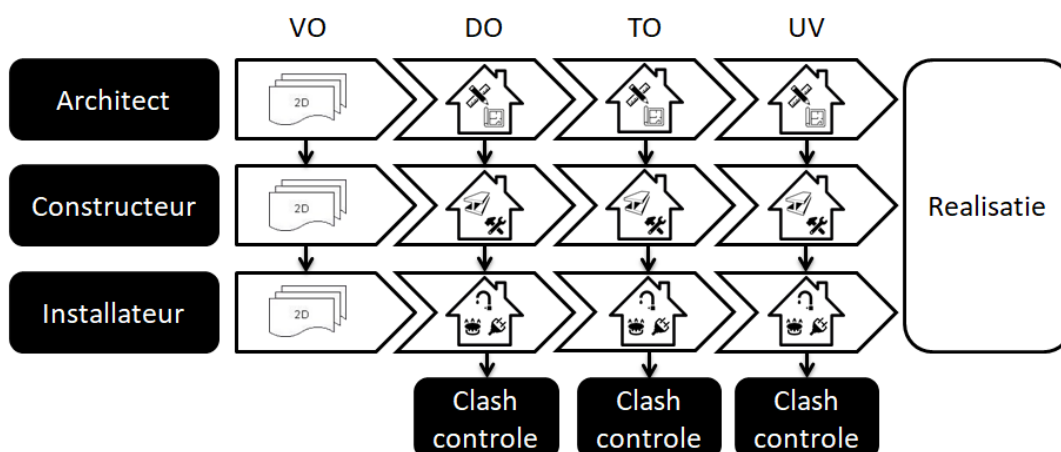
In dit hoofdstuk zal de huidige werkmethode worden behandeld die Goudstikker-de Vries hanteert met betrekking tot het modelleren en 3D construeren. Vervolgens zal deze methode worden gebruikt om alle specifieke problemen die zich voordoen te kunnen documenteren. Als eerst zal er een model worden opgezet volgens de gedocumenteerde methode. Vervolgens zal met dit model een casestudy worden gedaan met betrekking tot de uitwisseling van 3D modellen tussen reken en teken software. Daarna zullen de uitkomsten van de 3D rekensoftware worden behandeld met de constructeur.

3.1 Algemeen proces

Binnen Goudstikker- de Vries wordt onderscheid gemaakt tussen twee verschillende soorten projecten: BIM projecten en niet-BIM projecten. In een niet-BIM project werkt Goudstikker – de Vries wel met een 3D model maar dit wordt niet gedeeld met de andere partijen. Ook worden er geen clash-controles gedaan, clash-controles zijn erg handig om problemen die in de uitvoering naar voren komen eerder te tackelen.



Figuur 3.1: Algemeen bouwproces.



Figuur 3.2: BIM bouwproces.

Voorontwerp

In het voorontwerp (VO) fase is het doel om te bepalen wat er gebouwd gaat worden en hoe het gebouw er uit moet gaan zien. In de VO fase worden er allereerst 2D tekeningen opgeleverd door de architect met een globaal ontwerp van het gebouw. Deze tekeningen worden hierna doorgestuurd naar de constructeur. Op basis van deze 2D tekeningen maakt de constructeur een constructieve opgave en wordt er alvast een model opgezet. Dit model wordt meestal in het VO nog niet gedeeld met de andere partijen omdat het model nog niet relevant is voor de andere partijen. Dit model wordt namelijk alleen gebruikt voor het genereren van de 2D tekeningen en kan nog misleidende incorrecte informatie bevatten. De constructeur geeft hier aanpassingen aan die benodigd zijn voor de constructie, deze kunnen dan in het Definitief ontwerp meegenomen worden door de architect. Op basis van de 2D tekeningen van de constructeur kan de installateur zijn installaties gaan intekenen. Op deze tekeningen kan de installateur de wijzigingen die nodig zijn voor de installaties weergeven. Aan het eind van deze fase moet de opdrachtgever goedkeuring geven voor het voorontwerp waarna er een definitief ontwerp kan worden gemaakt.

Definitief ontwerp

In het definitief ontwerp (DO) worden de tekeningen uit de VO fase aangepast op basis van de wijzigingen uit de VO fase. In het voorontwerp is het doel om antwoord te geven op de vraag: "wat gaan we bouwen?" en in het definitief ontwerp is de vraag: "hoe gaan we het bouwen?". De architect levert als eerste een BIM-model op. Dit BIM-model wordt als basis gebruikt voor het constructief model. De installateur maakt ook een model op basis van de modellen van de architect en de constructeur. Vervolgens worden deze drie BIM-modellen tijdens de DO fase met elkaar vergeleken door middel van de modellen te 'dashen' met elkaar. Dit houdt in dat de BIM-modellen bij elkaar worden gevoegd om onregelmatigheden in het gebouw te zoeken. Dit wordt voornamelijk gedaan met het programma Solibri. Solibri is een programma waarin meerdere 3D modellen samen kunnen worden gevoegd om deze te controleren op eventuele onregelmatigheden in het tekenwerk. In Solibri kan in 3D gekeken worden of alle modellen overeen komen en of dit in de uitvoering goed gaat. Wanneer het definitief ontwerp is goedgekeurd door de opdrachtgever, wordt het plan voorgelegd aan een bevoegde instantie om een omgevingsvergunning te verstrekken.

Technisch ontwerp

In de technisch ontwerp fase wordt er voorbereid op de uitvoeringsfase. Dit betekent dat de tekeningen uitvoering gereed gemaakt moeten worden. Dit houdt bijvoorbeeld in dat alle detail aansluitingen moeten worden uitgewerkt, de dimensies en zwaarte van de constructieve elementen bepaald moeten worden, de wapening moet worden berekend en het bestek moet worden geschreven. Vaak wordt de schaal van de tekeningen ook vergroot, om meer informatie in de tekeningen te verwerken. Ook in deze fase worden de modellen bij elkaar gevoegd en wordt er een clashcontrole uitgevoerd.

Uitvoering

In de uitvoering fase wordt er door de ontwerpende partijen gecontroleerd of de uitvoering van het gebouw wel volgens het afgesproken ontwerp verloopt. Daarnaast moeten er nog uitvoeringstekeningen worden gemaakt zoals wapeningstekeningen.

3.2 Opzet model

Voor de opzet van het 3D model hanteert Goudstikker – de Vries een aantal richtlijnen:

Bij het opzetten van een nieuw model wordt er gebruik gemaakt van een algemeen template waarin veel parameters al zijn gestandaardiseerd. Er zijn bijvoorbeeld al verschillende wandtypes aangemaakt, waar bijvoorbeeld de parameters betonsterkte, dikte en annotatieve naam al zijn ingevuld.



Allereerst worden de niveaus aangemaakt. Deze niveaus dienen als referentie punt voor de verschillende bouwlagen die getekend gaan worden. Bij het naamgeven van de niveaus wordt er gebruik gemaakt van codering, zo worden de niveaus -01 (Kelder), 00 (Begane grond), 01 (1^e vd vloer), 02 (2^e vd Vloer), etc. genoemd om ze te sorteren van laag naar hoog.



Hierbij kan er bij een funderingsbalk voor worden gekozen om de niveaus 'b.k. fundering' (b.k. = bovenkant) en 'o.k. fundering' (o.k. = onderkant) aan te maken.

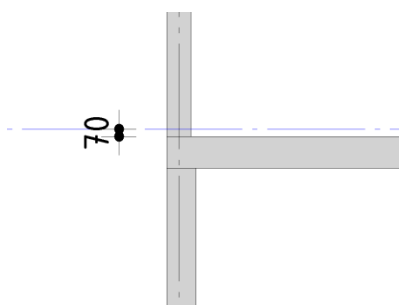


Dan worden de stramienlijnen aangemaakt. Deze worden overgenomen van de architect of handmatig getekend. Wanneer deze overgenomen worden moet er wel gecontroleerd worden op accuraatheid.

Figuur 3.3: Revit niveaus.

Vervolgens wordt de fundering getekend op basis van de constructieopgave. Funderingsbalken worden getekend door middel van de wall tool, dit in verband met het feit dat de beam tool minder bewerkelijk is en anders met ingewikkelde aansluitingen omgaat. Keldervloeren kunnen op twee verschillende manieren worden getekend. De keldervloeren kunnen met de 'structural foundation: slab tool' of met de normale 'floor tool' getekend worden.

Daarna worden de begane grondvloer, de wanden en de verdiepingsvloeren getekend. Bij het tekenen van deze elementen moet worden aangegeven aan welk niveau deze gekoppeld moeten worden. Deze koppeling geeft aan op welke hoogte het element wordt geplaatst en tot welke hoogte het element doorloopt. Omdat de verdiepingshoogtes meestal op de bovenkant van de dekvloer worden aangegeven, wordt bij het tekenen van de vloeren een negatieve offset aan de vloer gegeven ter grootte van de dikte van de dekvloer.



In figuur 3.4 hiernaast staat een voorbeeld met betrekking tot de offset. Hierbij is er een offset van 70mm ten opzichte van het niveau aan de vloer gegeven. Deze 70mm komt overeen met de dikte van de dekvloer.

Figuur 3.4: Revit vloer offset.

De dekvloer is niet een constructief element en wordt dus niet in het constructieve model getekend. Hierom moeten de wanden aan de boven- en onderkant ook een offset krijgen. Deze offset zorgt er voor dat de wanden aan zowel de onderkant als de bovenkant goed aansluiten op de vloeren. Zonder deze offset zou er een gat ontstaan van over de gehele lengte van de wand ten opzichte van de vloer.

Omdat de betonvloeren op de wanden liggen wordt aan de bovenkant van de wanden de dikte van de verdiepingsvloer doormiddel van een offset verminderd. Op deze manier steekt de wand niet in de vloer, maar ligt de vloer op de wand.

In dit stadia worden ook kolommen en balken getekend waarbij er rekening dient gehouden te worden met de gebruikte offsets. Balken kunnen op twee verschillende manieren een offset worden gegeven. Dit kan met de parameters 'end level offset' samen met de 'start level offset' of met de parameter 'z offset value'.

De volgende stap is het verwerken van sparingen in de wanden en vloeren. De sparingen, zowel deuren als ramen, in wanden worden met de 'window tool' gemaakt uit de 'architectural tool tab'. Dit is een ander tabblad dan waar de rest van het model mee opgezet wordt, dit is namelijk de 'structural tool tab'. Dit wordt gedaan omdat er dan automatisch een sparingskruis in kan worden getekend. Wanneer dit met de 'wall opening tool' uit de 'structural tool tab' wordt gedaan moet het sparingskruis er handmatig in getekend worden. Vloer sparingen worden wel met een tool uit de 'structural tool tab' gemaakt. Dit is de 'shaft opening tool' waarmee sparingen over meerdere verdiepingen gelijk gemaakt kunnen worden. In deze tool is het ook mogelijk om een sparingskruis mee te nemen. Het sparingskruis is de grootste reden om deze tools te gebruiken omdat het sparingskruis in deze tools automatisch mee beweegt bij wijzigingen van de sparing.

Wanneer de constructie gemodelleerd is kunnen er met behulp van sheets tekeningen worden gegenereerd. Voor deze sheets wordt een vaste lay-out gebruikt. Afhankelijk van de opdracht worden er detail tekeningen, wapeningstekeningen, werktekeningen, etc. gemaakt.

3.2.1 Opzet testcase 1

Aanleiding

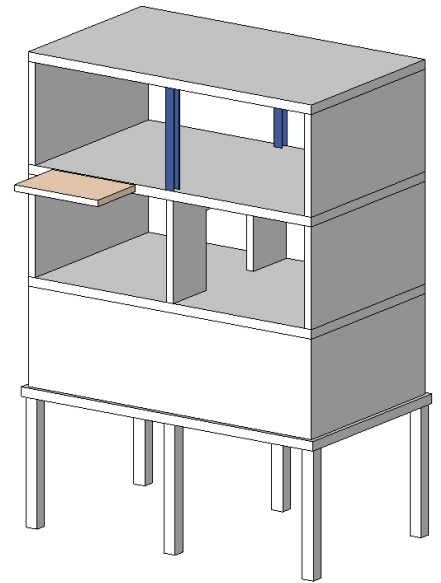
Voor het onderzoek naar het uitwisselen van 3D modellen tussen de softwarepakketten Revit en SCIA engineer wordt er onder andere onderzoek gedaan naar de huidige werkmethode van Goudstikker – de Vries. Om de onvolkomenheden in deze werkmethode te achterhalen moet er een kleinschalig model worden opgezet volgens de huidige werkmethode.

Probleem

In de huidige werkmethode van Goudstikker – de Vries bevinden zich een paar onvolkomenheden die het uitwisselen van 3D modellen tussen de twee softwarepakketten verhinderen.

Doel

In dit onderzoek zal worden getest of het binnen de huidige werkmethode van Goudstikker – de Vries mogelijk is om een analytisch model te exporteren in het softwarepakket Revit en dit model te importeren in SCIA Engineer. Het doel is om tijdens het opzetten van dit model, verslag te leggen welke onvolkomenheden zich voordoen met betrekking tot het uitwisselen van de 3D modellen.



Figuur 3.5: Model testcase 1.

Methode

Om te kijken hoe de huidige werkmethode in elkaar zit en waarom deze niet voldoet om te importeren in SCIA is Testcase 1 opgezet. Op deze manier kunnen de fouten in de huidige werkmethode gerecreëerd worden. Op deze manier kunnen deze fouten geanalyseerd en verholpen worden. Volgens de werkmethode in voorgaande paragraaf is er een 3D model gemodelleerd met het tekenprogramma Revit. Dit model wordt gebruikt voor testcase 1. In dit 3D model zijn verschillende soorten constructieve elementen opgenomen om de variatie van constructieve krachten te kunnen berekenen. In figuur 3.5 is te zien hoe het model er uitziet.

In dit model wordt er tijdens het modelleren dus geen rekening gehouden met het analytische model. Het doel van Testcase 1 is om een kleinschalig model gemodelleerd volgens de huidige werkmethode, te testen middels uitwisseling met SCIA Engineer om te zien welke problemen zich voordoen.

Het model bestaat uit een kelder, begane grond, een verdieping en een dakvloer. Tevens zijn er palen, kolommen, een balk en een balkon opgenomen in het model. De dimensies van de gebruikte elementen zijn in de tabel hier onder weergegeven.

Constructief element	Specificaties
- Dakvloer	Dikte = 250mm Beton
- verdiepingsvloer	Dikte = 250mm Beton
- Begane grond vloer	Dikte = 300mm Beton
- Kelder vloer	Dikte = 300mm Beton
- Wanden, BG & verdieping	Dikte = 250mm Beton
- Kelder wanden	Dikte = 300mm Beton
- HEA 200 kolommen	Staal
- HEA 200 Balk	Staal
- Funderingspalen	Dikte = 300x300mm Beton

Waarnemingen

Wanneer SCIA Engineer een IFC bestand importeert, kijkt het programma naar de fysieke elementen in het model en koppelt hier zelf een analytische lijn aan. Deze analytische lijn wordt automatisch in het hart van het element geplaatst. De analytische lijnen worden niet met elkaar verbonden.

Bij het importeren van een IFC-bestand worden tevens de materiaal gegevens afkomstig uit Revit niet herkend. In het model zijn betonwanden van het materiaal C20/25 gemodelleerd in Revit. SCIA heeft tijdens het importeren van het model deze wanden het materiaal S235(staal) toegekend.

Conclusie

Het is zonder aanpassingen in SCIA engineer niet mogelijk om berekeningen te maken met dit model. Elk element zal nagelopen en indien nodig aangepast moeten worden op correcte materialen en analytische lijnen. Voor een kleinschalig model als deze zal dat geen probleem zijn maar wanneer er grootschalige modellen worden geïmporteerd kost dit erg veel tijd. Dit is een groot probleem aangezien er alleen grootschalige modellen in SCIA engineer berekend worden.

3.3 Uitwisseling Reken & Teken software

Om te kunnen rekenen aan een constructie met behulp van SCIA Engineer is er een 3D model van de constructie nodig. Om deze constructie tot stand te brengen kan er in SCIA engineer een 3D model worden gemodelleerd op basis van een 2D tekening of er kan in een tekensoftware programma een 3D model gemodelleerd worden. Er zijn namelijk mogelijkheden voor het importeren van een constructief model. Deze methodes van uitwisseling van modellen zijn niet allemaal even efficiënt. Vaak is het zo dat de modelleers tekenen met het tekensoftwarepakket van een software ontwikkelaar en dat de constructeurs rekenen met een rekensoftwarepakket van een andere softwareontwikkelaar. Dit maakt het zo dat de bestanden van het ene softwarepakket niet compatibel zijn met het andere softwarepakket.

Voor het universeel uitwisselen van modellen is er een neutraal en open bestandsformaat ontwikkeld voor het uitwisselen van informatie binnen het Bouwwerk Informatie Model (BIM), namelijk het bestandsformaat IFC.

Uitwisseling doormiddel van DWG.

In de huidige werkmethode wordt er gebruik gemaakt van DWG tekeningen om een analytisch model op te zetten in SCIA engineer. DWG is afkomstig uit AutoCAD en andere Autodesk softwareprogramma's. Het was een van de meest gebruikte bestandsformaten voor het uitwisselen van bouwkundige tekeningen. Met DWGs wordt meestal gesproken over 2D digitale tekeningen. Deze tekeningen worden dan als onderlegger door de constructeur in SCIA geïmporteerd. Met behulp van deze onderlegger kan de constructeur dan een analytisch model op zetten door de hartlijnen van de constructieve elementen over te nemen en hier dan een hoogte aan te koppelen. Op deze manier ontstaat er een 3D analytisch model waarmee gerekend kan worden.

Een groot nadeel aan deze methode is dat de verdiepingen stuk voor stuk moeten worden overgetrokken en bijvoorbeeld sparingen in wanden uit aanzichten en doorsneden moeten worden gehaald. De informatie over sparingen wordt echter vaak in eerdere stadium van het proces nog niet verstrekt. Deze methode kost erg veel tijd en is dus niet optimaal als er ook efficiënter gewerkt kan worden met 3D modellen.

Omdat de focus van het onderzoek ligt op de uitwisseling van 3D modellen tussen reken en tekensoftware is er gekozen om geen gebruik te maken van deze methode van uitwisseling.

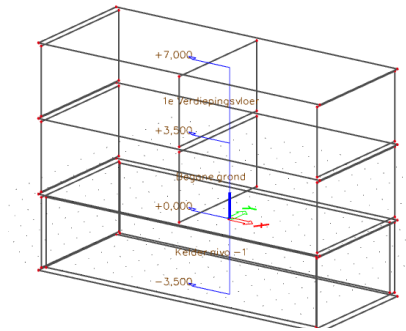
3.3.1 Uitwisseling testcase 1

Uitwisseling door middel van IFC.

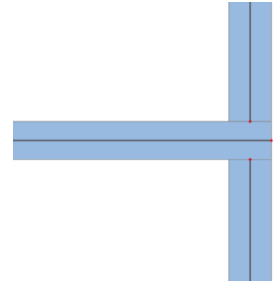
Een van de mogelijkheden om een model te importeren in SCIA Engineer is dus met het wereldwijd bekende standaard IFC bestandsformaat. IFC staat voor Industry Foundation Classes. Bijna elk reken- of tekensoftwarepakket kan IFC bestanden importeren en/of exporteren. IFC wordt veelal gebruikt om modellen uit te wisselen tussen verschillende softwareprogramma's van verschillende softwareontwikkelaars. IFC is onafhankelijk waardoor men niet gebonden is aan softwarepakketten.

Bij testcase 1 is dus gebruik gemaakt van de uitwisseling door middel van een IFC bestand. Wanneer SCIA Engineer een IFC bestand importeert, kijkt het programma naar de fysieke elementen en koppelt hier zelf een analytische lijn aan. Deze analytische lijn wordt automatisch in het hart van het element geplaatst zoals te zien in figuur 3.7. De analytische lijnen worden niet met elkaar verbonden.

Bij het importeren van een IFC-bestand worden tevens de materiaal gegevens niet herkend. In testcase 1 zijn betonwanden van het materiaal C20/25 gemodelleerd in Revit deze zijn vervolgens via een IFC bestand geëxporteerd naar SCIA Engineer. SCIA heeft deze wanden het materiaal S235(staal) toegekend.



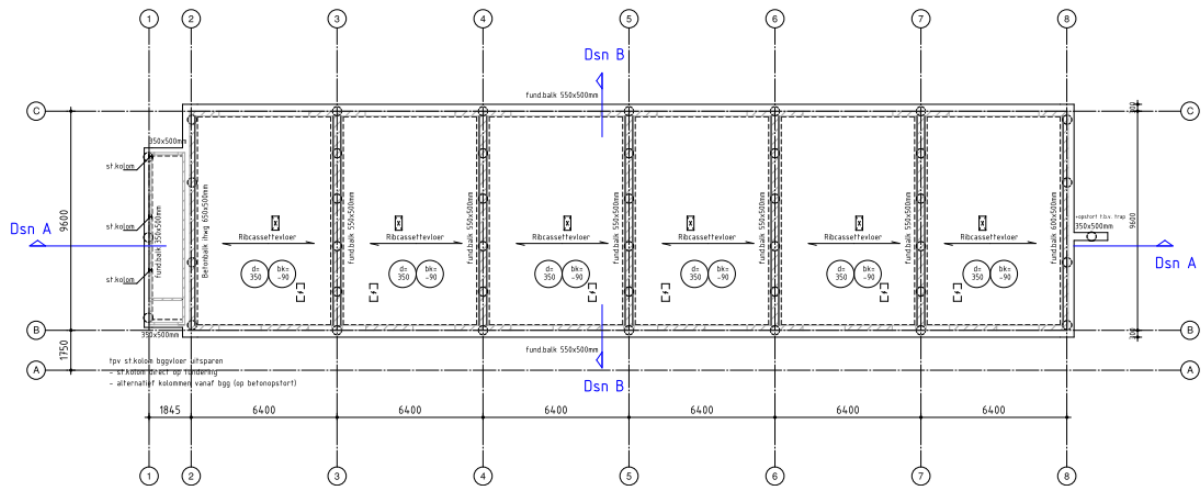
Figuur 3.6: SCIA IFC import.



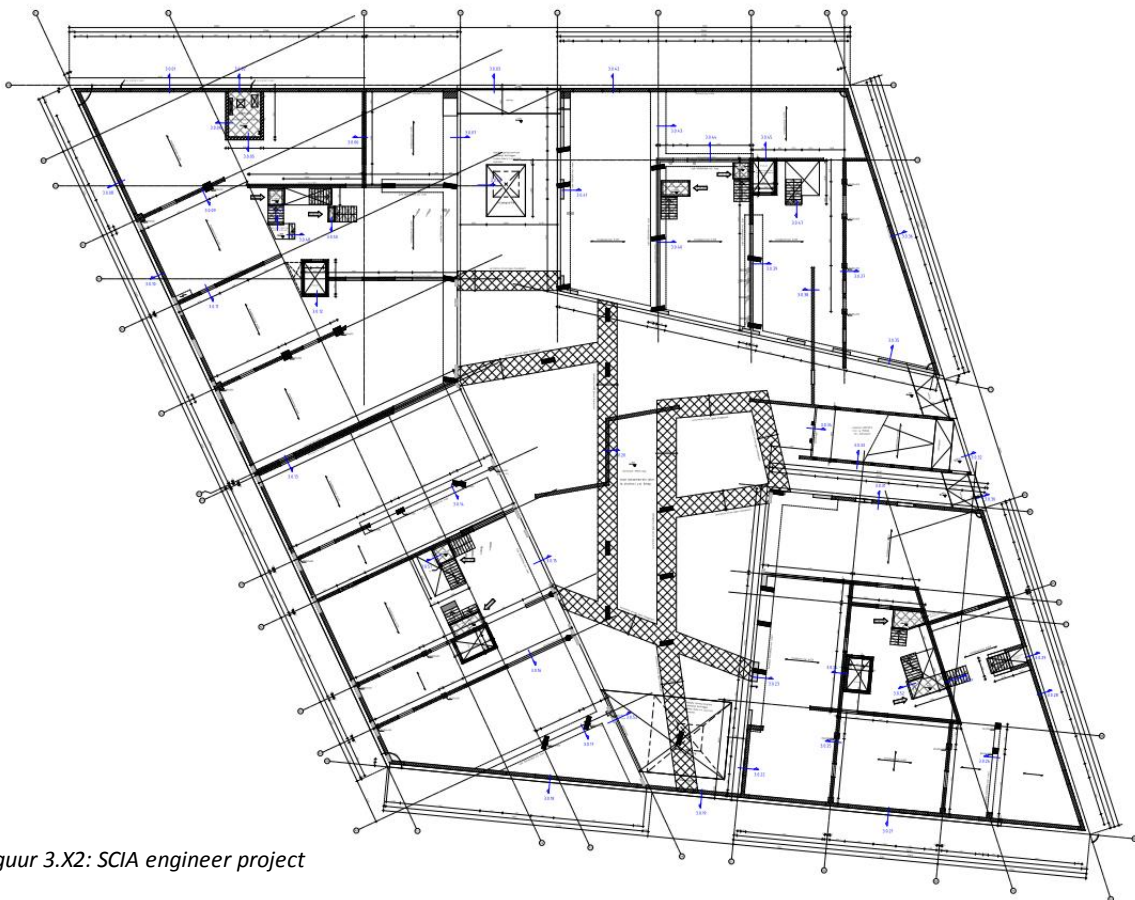
Figuur 3.7: IFC analytische lijnen.

3.4 Constructieve berekeningen

Voor het maken van een berekening wordt er bij Goudstikker – de Vries eerst bepaald of er een berekening gemaakt gaat worden met Technosoft of met SCIA engineer. Voor de kleinere projecten met veel herhaling in de elementen, wordt er Technosoft gebruikt. Maar voor de grotere complexere projecten wordt er SCIA engineer gebruikt. In onderstaande afbeeldingen wordt een project wat berekend zal worden met Technosoft weergegeven en er wordt een project wat berekend zal worden met SCIA engineer weergegeven. Het is namelijk zo dat complexere constructies moeilijk in 2D te schematiseren zijn i.v.m. bijvoorbeeld windbelastingen. Hiervoor moet het gebouw dan in SCIA engineer berekend worden waar dit eenvoudig in te voeren is.



Figuur 3.X1: Technosoft project



Figuur 3.X2: SCIA engineer project

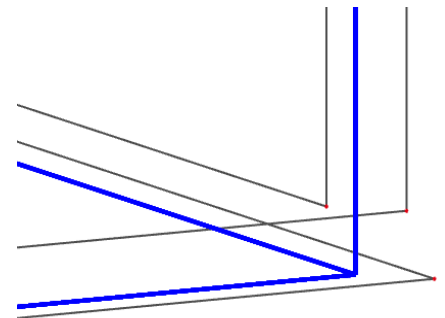
Als experiment is er een model gemodelleerd volgens de huidige werkwijze van Goudstikker-de Vries en met behulp van SCIA Engineer is er geprobeerd een berekening te maken. In de paragrafen hieronder staat de uitwerking van dit experiment.

3.4.1 Berekening testcase 1

De berekening wordt uitgevoerd met behulp van SCIA Engineer. De berekeningen zijn gebaseerd op het 3D model afkomstig uit Revit model van testcase 1. Voor deze berekening is er geen speciale aandacht besteed aan de plaatsing van de analytische lijnen in Revit, maar is het model als IFC rechtstreeks geïmporteerd. Dit maakt dus dat SCIA engineer zelf een analytisch model gaat genereren op basis van de fysieke elementen. SCIA engineer heeft bij het importeren van het model ook de materialen van Revit niet herkend en heeft hier zelf een materiaal aan gekoppeld.

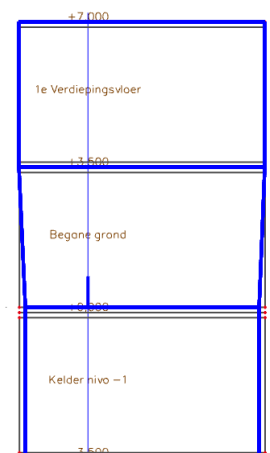
Het middels IFC geïmporteerde 3D model kan niet gebruikt worden voor het maken van een correcte berekening. Om een berekening te kunnen maken moeten er namelijk nog een aantal dingen aangepast worden aan het analytische model. Allereerst vereist een berekening dat alle elementen goed met elkaar verbonden zijn en zo hun kracht kunnen afdragen naar beneden. Wanneer er dus ruimte tussen de analytische lijnen zit kunnen er geen krachten worden afgedragen. Om deze lijnen te corrigeren zijn er een paar mogelijkheden die door SCIA worden aangeboden:

In SCIA engineer is een tool beschikbaar waarmee de analytische lijnen automatisch verbonden kunnen worden. Dit is de tool 'Oplijnen' in de map 'BIM toolbox'. De oplijnen tool kan gebruikt worden om een model aan te passen zodat het model geanalyseerd kan worden. Oplijnen houdt vaak in dat elementen worden uitgerekt, ingekort of verplaatst om de elementen met elkaar te verbinden. SCIA engineer biedt een grafische aanpak, met behulp van hoofdvlakken, waarbij de uit te voeren acties vooraf ingesteld kunnen worden en een voorbeeld van het resultaat weergegeven wordt. Wanneer het voorbeeld van het resultaat is gecontroleerd kan de oplijning uitgevoerd worden. Het voorbeeld van het resultaat is het opgelijnde analytische model, parallel aan het ongewijzigde structurele model. In figuur 3.8 is het resultaat van het opgelijnde analytische model in het blauw te zien en de andere lijnen zijn de ongewijzigde hartlijnen van de elementen. In dit geval is dit een vloer met twee wanden er op.



Figuur 3.8: Oplijnen.

Het oplijnen van een model is echter meestal geen 1-klik-op-de-knop oplossing. Het afleiden van een correct analysemodel van een structureel analysemodel vereist de juiste vaardigheden en hangt sterk af van de hypothese van de constructeur. Het oplijnen kan namelijk incorrect uitgevoerd worden. In figuur 3.9 is een voorbeeld van een dragende betonwand boven een kelder. Omdat de hartlijn van de kelderwand terug ligt ten opzichte van de hartlijn van de wand er boven, wordt de hartlijn van de wand er boven afgeschuind om te verbinden met de kelderwand.



Figuur 3.9: Oplijnen fout.

Daarnaast zijn er nog verschillende andere mogelijkheden voor het aanpassen van het model met de geometriemanipulaties. Hiermee kunnen elementen worden verplaatst, opgerekt, ingekort, etc. In de oplijnen tool zijn nog 2 andere tools beschikbaar:

- Constructie-entiteiten verbinden
- Controleer constructie

Met de tool Constructie-entiteiten verbinden kan het hele model worden verbonden met elkaar. Extra knooppunten worden gegenereerd op de snijpunten van 1D- en 2D-elementen, zodat de resultaten op die plaatsen geëvalueerd kunnen worden.

Controleer constructie is een hulpmiddel voor kwaliteitsborging dat controleert of het model voldoet aan de vereisten voor het analyseren. Dubbele of vrije knooppunten worden verwijderd, gegevensverwijzingen worden gecontroleerd en aanvullende gegevens worden geverifieerd.

Hier wordt echter nog niet aangegeven dat het model geen steunpunten heeft, de fundering wordt namelijk niet juist geïmporteerd en zal handmatig in het analytische model moeten worden gemodelleerd.

Met behulp van deze tools is het dus mogelijk om een IFC model te importeren en deze zodanig aan te passen zodat er berekeningen mee gemaakt kunnen worden. Het aanpassen van een model op deze manier kost veel tijd i.v.m. controles. Alle punten zullen moeten worden nagelopen en gecontroleerd worden op accurate weergave m.b.t. materiaal eigenschappen, plaatsing, type knoop, en soort steunpunt. Dit maakt dat de uitkomsten van de berekeningen van dergelijke modellen onbetrouwbaar kunnen zijn.

3.5 Conclusie

Het samenwerken van Revit en SCIA Engineer verloopt in de huidige werkmethode nog niet helemaal soepel. Als men het 3D-model vanuit Revit als IFC importeert in SCIA Engineer komt er een onvolledige weergave van de constructieve opzet tot stand. De onvolledigheid bestaat uit het ontbreken van de koppeling tussen hartlijnen van elementen en het ontbreken van materiaal eigenschappen.

De constructeur zal alle materialen en knooppunten langs moeten gaan en controleren of deze correct zijn opgelijnd en daar waar nodig zullen deze moeten worden aangepast. Hierdoor heeft men te maken met het risico dat er elementen en knooppunten over het hoofd kunnen worden gezien. Voor grotere projecten kost dit dus te veel tijd en is er een extra risico m.b.t. onvolledige/inaccurate gegevens. Het exporteren van een 3D model middels een IFC bestand van Revit naar SCIA engineer heeft dus nauwelijks toegevoegde waarde voor het vervolgproces van de constructeur gebaseerd op de extra tijd in verband met het controle werk en aanpassingen.

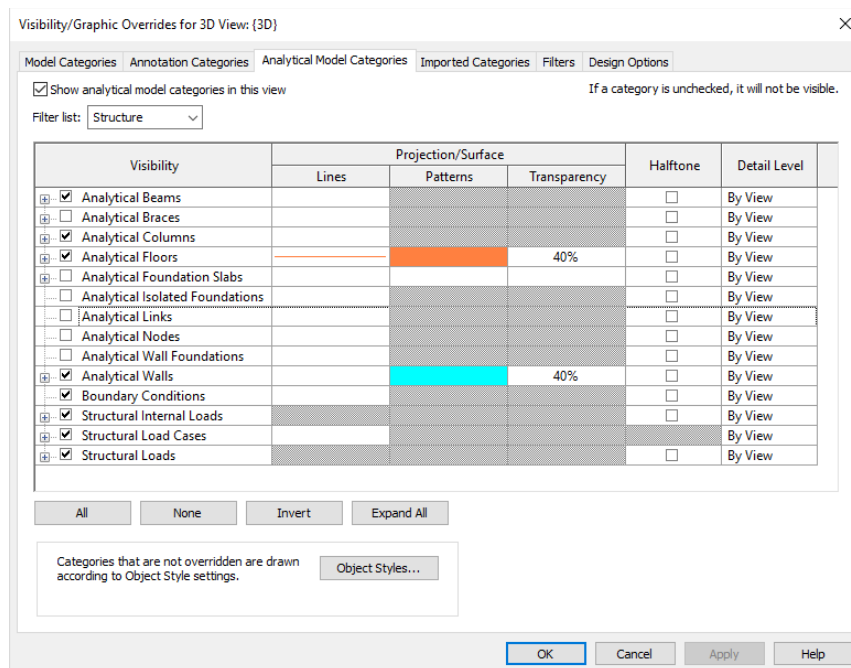
4.0 Optimaliseren werkmethode

In dit hoofdstuk zullen er een aantal aspecten worden behandeld. In de eerste plaats zal er worden gekeken of een bestaand model geoptimaliseerd kan worden om vervolgens te kunnen gebruiken in SCIA Engineer, omdat er momenteel bij het bedrijf projecten gemodelleerd zijn, waar nog geen berekeningen voor zijn gedaan. Als dit mogelijk is zou het bedrijf dezelfde werkwijze kunnen aanhouden en deze optimalisaties toevoegen aan de werkwijze t.b.v. een berekening. Vervolgens zal er worden behandeld hoe een nieuw model opgezet moet worden om een correcte weergave te krijgen van de constructie in SCIA Engineer. Daarna zal de uitwisseling van reken en tekensoftware volgens een alternatieve methode worden behandeld. En tot slot zal de constructieve berekening worden behandeld.

4.1 Uitwisseling Tekening- & Rekensoftware

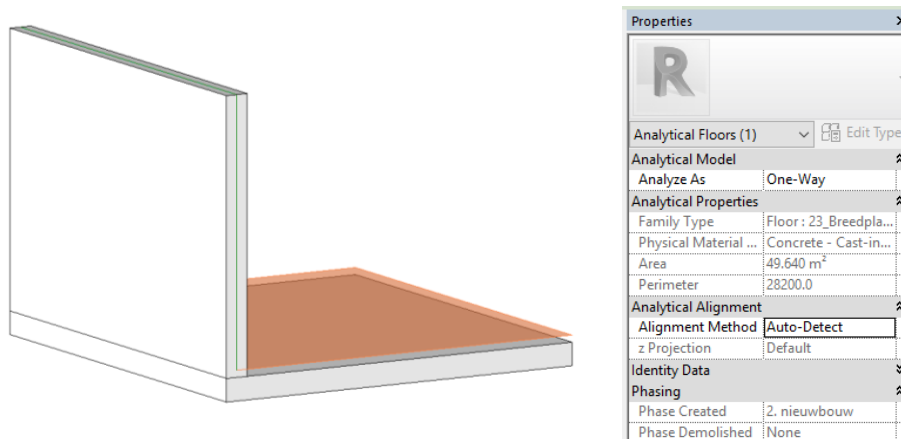
Omdat de uitwisseling tussen Revit en SCIA middels IFC modellen in de huidige werkmethode niet soepel verloopt, is er onderzoek gedaan naar een alternatieve manier voor de uitwisseling van 3D modellen. In de opvolgende paragrafen zullen methodes om het analytische model goed te modelleren en om deze te kunnen exporteren beschreven worden.

Om het analytische model in Revit te bekijken moet deze eerst zichtbaar worden gemaakt in het 'Visibility/Graphic Overrides' venster. In dit venster kunnen de weergave van element categorieën (zoals wanden of vloeren) of van annotatieve categorieën (zoals symbolen en lijnen) aangepast worden. Hier kan dus ook de weergave van het analytische model aangepast worden onder het kopje 'Analytical Model Categories'. Voor een overzichtelijke weergave van het analytische model zijn in het voorbeeld andere kleuren van de wanden en vloeren gebruikt. Zo zijn de vloeren in het voorbeeld dus oranje gekleurd met een transparantie van 40% en de wanden turquoise met een transparantie van 40%.



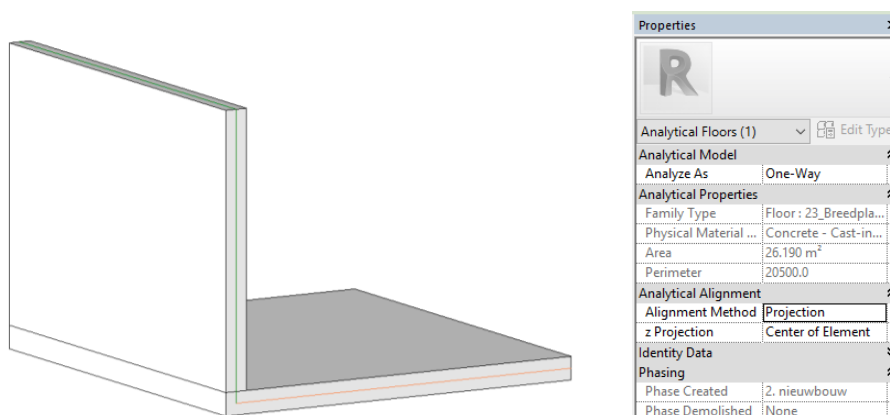
Figuur 4.1: Revit Visibility/Graphics Overrides.

Wanneer een vloer wordt getekend met de structural floor tool, wordt de analytische lijn automatisch aan het level gebonden waar de vloer aan gebonden is. Wanneer de vloer dan met een offset naar beneden wordt gebracht, blijft de analytische lijn boven de vloer ter hoogte van het level staan.



Figuur 4.2: Revit vloer analytische lijn offset.

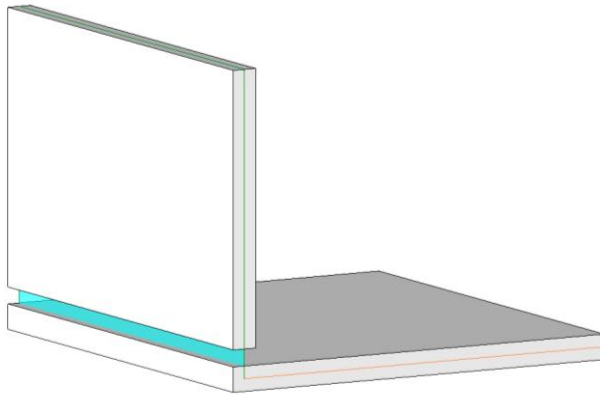
De analytische lijn kan door middel van het wijzigen van de parameters van deze lijn in het midden van het element worden gezet. De parameter 'Alignment Method' onder het kopje 'Analytical Alignment' staat standaard op Auto-Detect, op deze manier koppelt hij de analytische lijn aan het level. Wanneer de parameter 'Alignment Method' op Projection en de 'z Projection' op Centre of Element wordt gezet, staat de analytische lijn in het midden van het element wat benodigd is voor de berekening in SCIA engineer. Wanneer de analytische lijn niet in het midden van het element staat, wordt er in SCIA engineer met een excentriciteit gerekend wat niet het geval is.



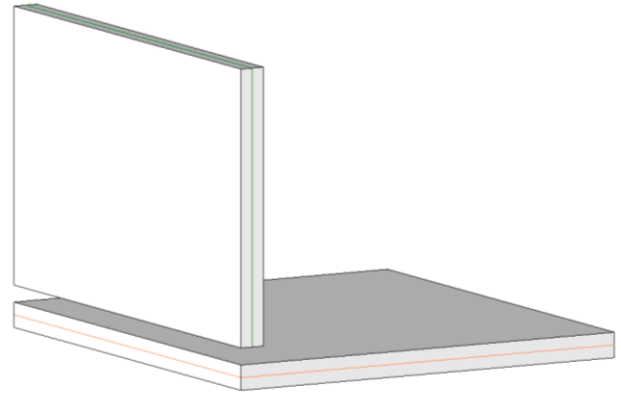
Figuur 4.3: Revit vloer analytische lijn.

Tijdens het modelleren wordt er door Revit zelf een analytisch model bij gehouden. Dit analytisch model wordt gemaakt op basis van assumpties van Revit. Bijvoorbeeld wanneer een analytische lijn loodrecht op een andere analytische lijn komt dan worden deze met elkaar verbonden. Wanneer een analytische lijn in de buurt komt van een andere analytische lijn die loodrecht daar op aan kan sluiten dan verbindt Revit deze lijnen. De analytische lijnen moeten maximaal 350 millimeter van elkaar verwijderd zijn om automatisch met elkaar verbonden te worden. In figuur 4.4 is te zien dat de analytische lijnen van de wand en de vloer met elkaar verbonden zijn desondanks de elementen zelf niet met elkaar verbonden zijn.

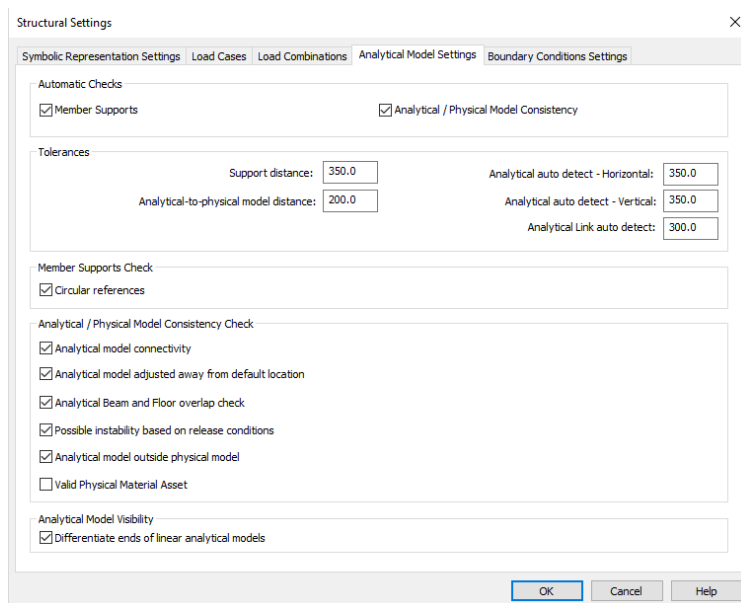
In figuur 4.4 is de afstand tussen de onderkant van de wand en het hart van de vloer 350 millimeter. Wanneer deze afstand groter is dan 350 millimeter worden de analytische lijnen niet met elkaar verbonden. Dit is in figuur 4.5 te zien. In figuur 4.5 is de afstand tussen de onderkant van de wand en het hart van de vloer 351 millimeter.



Figuur 4.4: Revit wand analytische lijn 350mm.



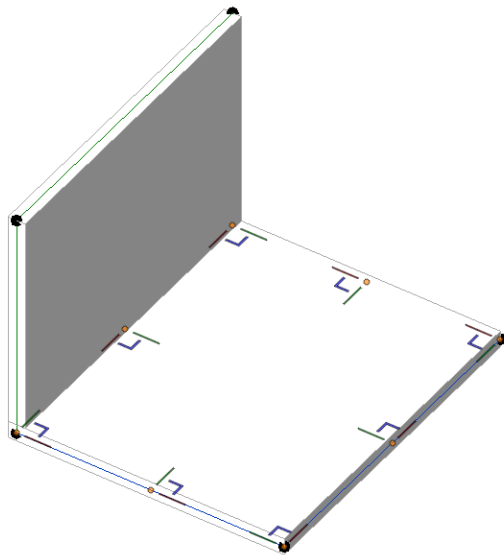
Figuur 4.5: Revit wand analytische lijn 351mm.



Figuur 4.6: Analytical model setting.

Revit heeft een instellingen venster waar deze regels bepaald kunnen worden. Hier zijn ook de waardes van 350mm terug te vinden. Met deze instellingen zijn dus de regels waarop Revit het analytische model genereerd te manipuleren.

Om het analytische model verder te bewerken kan de tool 'Adjust Analytical' gebruikt worden. Deze tool is te vinden onder het 'Analyze' tabblad. Wanneer deze tool gebruikt wordt, zijn er verschillende bewerkingsmogelijkheden te zien. In deze tool kunnen de analytische lijnen van de elementen worden aangepast. De gekleurde lijnen kunnen worden verslept om zo de analytische lijn in de richting van de lijn aan te passen. De gekleurde hoeken kunnen gebruikt worden om in beide richtingen de analytische lijn aan te passen. Bij vloeren is het zo dat ze niet in de hoogte aangepast kunnen worden.



Figuur 4.7: Adjust Analytical.



Figuur 4.8: Adjust Analytical kolom.

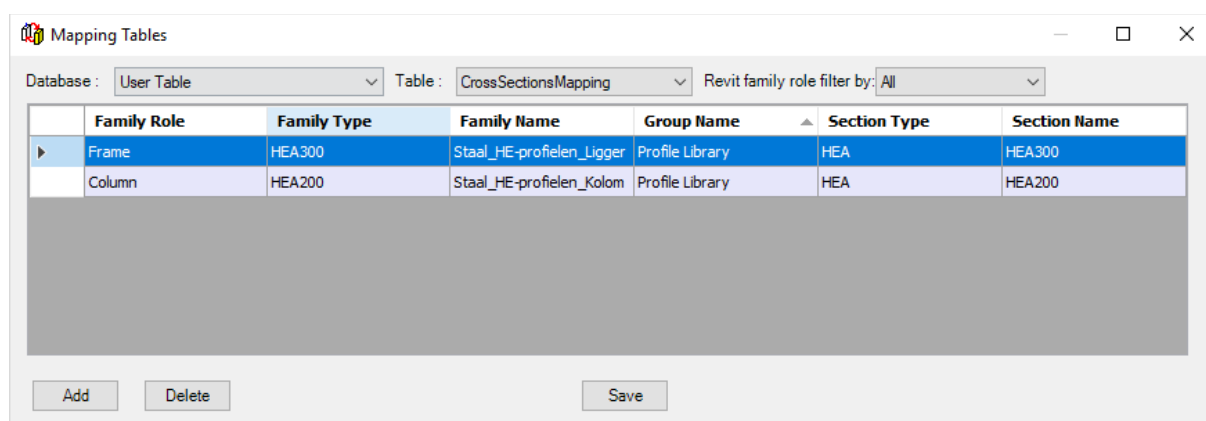
Uitwisseling door middel van een Plug-in.

Naast het gebruik van IFC-bestanden is er een alternatieve manier voor het uitwisselen van 3D-modellen tussen Revit en SCIA engineer. Voor de uitwisseling van 3D-modellen tussen Revit en SCIA Engineer heeft SCIA een plug-in ontwikkeld. De 'CADS Revit SCIA Engineer link' maakt gebruik van het Analytische model afkomstig uit het 3D Revit model. Het analytische model in Revit is een automatisch gegenereerd model op basis van het structurele model. Het analytische model deelt het model op in elementen. Deze elementen worden als lijnen of vlakken weergegeven. Dit worden 1D en 2D elementen genoemd. Aan deze lijnen worden de gegevens van de elementen meegegeven.

Analyse 3D model.

Voor een correcte weergave van het model en de analyse van het model in SCIA Engineer is het van belang dat er in het Revit model tijdens het modelleren rekening is gehouden met het analytisch model. Als elementen in het Revit model namelijk niet goed zijn getekend, en niet de juiste waardes krijgen toebedeeld, zorgt dat voor problemen in het SCIA model. SCIA Engineer kan namelijk zelf de standaard families in Revit herkennen en hier de juiste waardes aan koppelen. Maar wanneer er gebruik wordt gemaakt van zelf gemaakte families, dan kan SCIA engineer de waardes in Revit niet meer herkennen en dus hier ook geen juiste waardes meer aan koppelen. Om de zelf gemaakte families met de juiste waardes te exporteren uit Revit en te importeren in SCIA, kunnen de waardes van deze families omgezet worden naar waardes in SCIA engineer met behulp van 'mapping'. Er zijn standaard mapping tables beschikbaar voor de standaard Revit families, maar er kan ook handmatig een 'mapping table' worden aangemaakt.

Hierbij vertel je in principe het programma hoe de waardes geïnterpreteerd moeten worden. Er kunnen 'mapping tables' gemaakt worden voor kolommen/balken en voor materialen. Elke keer dat er een materiaal of doorsnede van een kolom/balk uit een handgemaakte familie wordt geëxporteerd, zullen de gelijke materialen of doorsnedes moeten worden geselecteerd in een mapping table. Wanneer dit niet wordt gedaan zal de plug-in hier alsnog om vragen bij het exporteren. Wanneer er eens een mapping regel is opgesteld zal de plug-in deze bewaren tot dat deze verwijderd wordt. De plug-in bewaard deze regels apart van Revit en kunnen dus ook in andere projecten gebruikt worden. In Figuur 4.9 is te zien hoe een HEA300 balk (frame) uit een zelf gemaakte familie, overgezet wordt naar een HEA300 in SCIA Engineer. Ook wordt er een HEA200 kolom (column) overgezet.



Figuur 4.9: Mapping Tables.

Met de plug-in kan er gekozen worden voor een directe uitwisseling (direct exchange) of een bestand uitwisseling (file exchange). Bij een directe uitwisseling wordt het model vanuit Revit gelijk overgezet in SCIA engineer. Hiervoor moeten beide programma's met bijhorende licenties aanwezig zijn op de pc. De file exchange is het exporteren van een .r2s bestand met behulp van de plug-in en deze kan dan in SCIA engineer worden geïmporteerd.

Uitwisseling van SCIA Engineer naar Revit.

Naast de uitwisseling van Revit naar SCIA Engineer is er ook gekeken naar de uitwisseling andersom. Is het mogelijk om een 3D model uit SCIA Engineer naar Revit te exporteren. Het belang van deze uitwisseling zit hem in de wijziging van elementen. Als een constructeur een element wijzigt omdat dat gunstig is voor zijn berekening, is het dan mogelijk dat deze wijziging vertaald kan worden en in Revit kan worden overgenomen. Echter is dit niet het geval. Er zijn een aantal pogingen gedaan om het geïmporteerde Revit model in SCIA Engineer te exporteren terug naar Revit. Echter lukte dat niet. Met behulp van de Revit – SCIA Engineer plug-in is het vervolgens opnieuw geprobeerd. Maar ook deze poging is mislukt. Hierbij werd er door SCIA Engineer alleen de melding gegeven 'Import not completed'. In alle waarschijnlijkheid is dit een softwarematig gebrek en zal na verloop van tijd de mogelijkheid tot import vanuit SCIA Engineer wel een mogelijkheid zijn.

De wijze waarop de huidige werkmethode moet worden aangepast om correct het analytische model van Revit naar SCIA engineer te exporteren wordt in de handleiding in bijlage 5 beschreven.

4.2 Optimaliseren bestaand model

4.2.1 Optimalisatie testcase 2

Aanleiding

Er zijn een aantal projecten die met de huidige werkmethode zijn opgezet waar nog geen berekeningen mee zijn gedaan. Deze projecten zijn van dermate grote schaal en complexiteit dat deze liever met SCIA engineer berekend kunnen worden.

Probleem

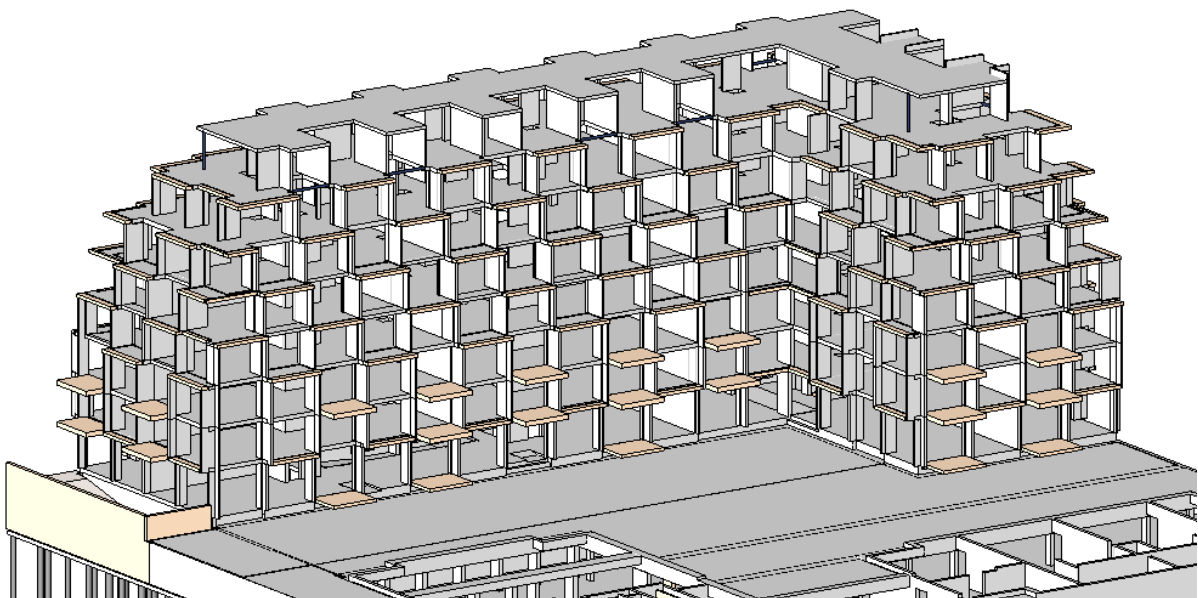
Als de constructeurs van Goudstikker – de Vries berekeningen in SCIA engineer willen maken met de modellen van de huidige werkmethode, zal dit niet efficiënt kunnen.

Doel

Het doel van deze testcase is om te kijken of de modellen van de huidige werkmethode kunnen worden opgewaardeerd om deze toch te kunnen importeren in SCIA engineer.

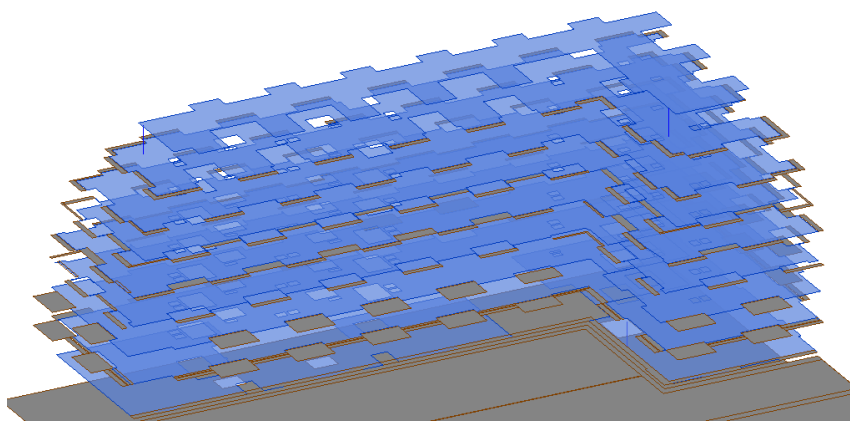
Methode

Voor deze testcase zijn er een aantal actuele projecten van Goudstikker - de Vries geoptimaliseerd. Het project hieronder is in dit rapport uitgewerkt omdat dit project het meest complex is en het bevat de meeste fouten die in de huidige werkmethode voorkomen. Het project heet Overhoeks blok A1. Het is een zeer complex project zonder enige repetitie in de elementen. Het project is reeds opgezet zonder rekening te houden met het analytische model. In deze testcase wordt er onderzocht of het mogelijk is om het analytische model te corrigeren zodat deze met de Revit extensie geëxporteerd kan worden naar SCIA engineer om er vervolgens berekeningen mee te kunnen maken.



Figuur 4.10: Model testcase 2.

Allereerst zullen alle vloeren moeten worden gewijzigd, de uitlijning van de analytische lijnen staan namelijk op Auto-Detect. Wanneer de vloer op Auto-Detect staat, wordt de analytische lijn op het verdiepingsniveau getekend. Er wordt echter een zwevende dekvloer met een totale dikte van 100mm toegepast en t.b.v. de berekening moeten de vloeren in het midden van het element staan. Hiervoor moet de uitlijning van de analytische lijnen van de vloeren handmatig op 'center of element' worden gezet. Dit is gemakkelijk te doen door alle verdiepingsvloeren te selecteren en deze dan op 'center of element' te zetten.



Figuur 4.11: Analytische vloeren testcase 2.

De balkons zijn meestal niet dezelfde dikte als de verdiepingsvloeren, hiervoor is het ongunstig om ook de balkons op 'center of element' te zetten. Hiervoor kan wel de 'Auto-Detect' functie worden gebruikt. Deze functie werkt echter niet consistent in dit project. Het grootste deel van de balkons worden uitgelijnd met de hartlijn van de verdiepingsvloeren. Wanneer dit niet gebeurt, zijn twee methodes om deze alsnog uit te lijnen met de verdiepingsvloeren. Een methode is om alle balkons te selecteren die niet uitgelijnd zijn met de verdiepingsvloeren. Dit is gemakkelijk te doen door alleen het analytische model weer te geven en een axonometrisch zijaanzicht te selecteren. Wanneer alle balkons zijn geselecteerd, de analytische lijnen op 'center of element' te zetten en dan weer terug naar 'Auto-Detect'. Als deze methode nog niet werkt kan het werken om het element te verwijderen met de knip functie (Ctrl + X) en deze dan op dezelfde plaats weer terug te plakken.

Ook moeten de wanden, kolommen en balken worden gecontroleerd. De analytische lijnen van de wanden, kolommen en balken staan automatisch op 'center of element'. In het grootste deel van de gevallen gaat dit goed. Wanneer dit echter fout kan gaan is wanneer er wanden van verschillende diktes tegen elkaar aan of boven elkaar staan. In dit geval verspringt de analytische lijn en dit is niet handig voor de berekening. Dit kan opgelost worden door de uitlijning van een of meerdere van de elementen op 'Auto-Detect' te zetten zoals te zien in figuur 4.12



Figuur 4.12: Analytische lijn wand testcase 2.

Kolommen moeten vaak ook gecorrigeerd worden. Wanneer een kolom aan de rand van een vloer op 'center of element' staat, zal de hartlijn niet aansluiten met de rand van de vloer. Ook t.b.v. de berekening zal deze analytische lijn naar de rand van de vloer moeten worden gebracht.

Om het model juist te exporteren naar SCIA engineer moeten de materialen van het model juist in kaart worden gebracht. Wanneer het model wordt geëxporteerd met de Revit plug-in zal de plug-in waarschuwingen geven bij de doorsneden en materialen die niet herkend worden. Deze kunnen dan handmatig in kaart worden gebracht.

Hiervoor bleek het handig te zijn om de nationale code op EC – ENV te zetten in plaats van de gebruikelijke EC-EN. Deze code is een vaste set parameters waarmee SCIA Engineer rekening houdt zodra er een berekening wordt gemaakt. Volgens SCIA Engineer, is deze set parameters gelijk aan die van EC- ENV namelijk EC-EN 1992-1-1. Als deze wijziging in euro code niet wordt gedaan worden er tijdens het 'mappen' geen opties weergegeven voor het in kaart brengen van de materialen of doorsneden. Waarschijnlijk is dit een softwarematige fout.

Waarnemingen

Wanneer de verdiepingsvloeren op 'center of element' worden gezet, staan niet alle analytische lijnen van de balkons en andere aangrenzende vloervlakken op dezelfde hoogte als de analytische lijn van de verdiepingsvloer.

Toen het model in SCIA engineer werd geïmporteerd, werden er meerdere foutmeldingen gegeven door kolommen die niet herkend werden. Er zijn kleine stukken wand als kolom gemodelleerd in Revit wat verwarring veroorzaakte in SCIA engineer. Deze zijn met een drop down menu naar wanden om te zetten. Afgezien hiervan is het model goed geïmporteerd en kunnen er berekeningen mee worden gemaakt. Het heeft de constructeur veel tijd gescheeld om het analytische model op deze manier te genereren in plaats van het model zelf op te bouwen.

Conclusie

Het is goed mogelijk om de modellen die gemodelleerd zijn volgens de huidige werkmethode op te waarderen. Het scheelt een hoop tijd en er zullen accuratere berekeningen worden gemaakt in vergelijking met Technosoft.

4.3 Opzet nieuw model

Het doel van dit hoofdstuk is om een methode te vinden om de uitwisseling van Revit naar SCIA Engineer soepel te laten verlopen. Dit is gedaan door veel met de trial en error methode te werken. Steeds nieuwe methodes blijven proberen en te leren van wat er fout gaat. Vaak geeft een van de softwarepakketten of de plug-in een foutmelding. Soms is het zo dat er in de foutmelding vermeld staat wat het probleem is, dan is het probleem ook makkelijker op te lossen. Echter in een groot gedeelte van de tests zijn de foutmeldingen niet informatief genoeg om hier gemakkelijk een oplossing voor te vinden. De methode die gebruikt is om een model correct te exporteren naar SCIA Engineer is in paragraaf 4.1 en onderstaande paragraaf 4.3.1 beschreven. Hierbij is het doel geweest om een model te modeleren waarmee de constructeur direct kan rekenen.

4.3.1 Opzet testcase 3

Aanleiding

Aangezien er een nieuwe werkmethode wordt geformuleerd in het onderzoek naar de uitwisseling van 3D modellen tussen Revit en SCIA engineer, zal er een model moeten worden opgezet met de nieuwe werkmethode om te kijken of de nieuwe werkmethode voldoet en werkt.

Probleem

Er is niet bekend of de methodes van de nieuwe werkmethode daadwerkelijk geschikt zijn om te gebruiken in plaats van de methodes uit de huidige werkmethode.

Doel

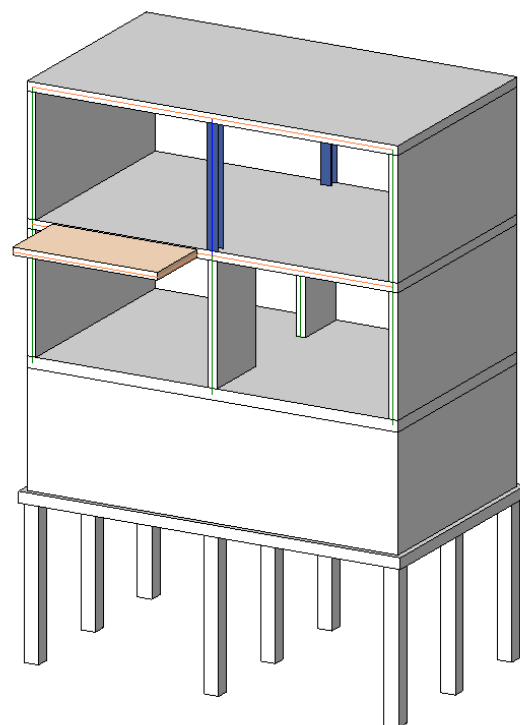
Het doel is om te testen of er berekeningen gemaakt kunnen worden met een kleinschalig model wat opgezet is volgens de nieuwe werkmethode.

Methode

Met het modelleren van het zelfde gebouw als in testcase 1 wordt er nu opgelet op het analytische model en zullen de methodes zoals eerder vermeld in hoofdstuk 4.1 gebruikt worden om een correct analytisch model te genereren. Wanneer dit analytisch model geëxporteerd zou worden via de plug-in zal de constructeur nauwelijks nog aanpassingen moeten doen aan het model om hier aan te kunnen rekenen.

Het model bestaat uit een kelder, begane grond, een verdieping en een dakvloer. Tevens zijn er palen, kolommen, een balk en een balkon opgenomen in het model. De dimensies van de gebruikte elementen zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Constructief element	Specificaties
- Dakvloer	Dikte = 250mm Beton
- verdiepingsvloer	Dikte = 250mm Beton
- Begane grond vloer	Dikte = 300mm Beton
- Kelder vloer	Dikte = 300mm Beton
- Wanden, BG & verdieping	Dikte = 250mm Beton



Figuur 4.13: Model testcase 3.

- Kelder wanden	Dikte = 300mm Beton
- HEA 200 kolommen	Staal
- HEA 200 Balk	Staal
- Funderingspalen	Dikte = 300x300mm Beton

Waarnemingen

Om een berekening te maken met testcase 3 is het model volgens eerder genoemde methodes opgebouwd zodat het analytische model correct te exporteren is met de Revit plug-in. Zo zijn de vloeren in het midden van het element gezet. De kolommen zijn met de vloeren verbonden door de analytische lijn naar de rand van de vloer te verplaatsen. Het balkon staat op de zelfde hoogte als de vloer en de analytische lijn van het balkon is ook met de analytische lijn van de vloer verbonden.

Bij het maken van de berekening moesten er nog palen worden getekend in SCIA engineer, deze werden niet geëxporteerd. Afgezien hiervan zijn er geen aanpassingen gedaan aan de constructie en kon de constructeur gelijk de lasten in voeren en hier een berekening mee maken.

Conclusie

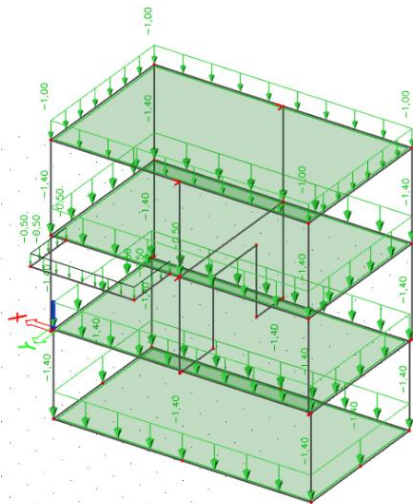
De constructeur heeft het model zonder enige aanpassingen aan de constructie kunnen gebruiken om er berekeningen mee te maken. Door deze methode zou er een deel van de werkdruk van de constructeur naar de modelleur schuiven. De hoeveelheid tijd die de constructeur wint is echter aanzienlijk hoger dan de werkdruk die de modelleur er bij krijgt. De constructeur weet echter niet hoe het analytische model er uit moet zien om deze te kunnen gebruiken voor een berekening.

In de testcase is het mogelijk gebleken dat er berekeningen gemaakt kunnen worden met het model. In het algemeen wordt er tijd bespaart doordat de constructeur geen model meer hoeft te tekenen.

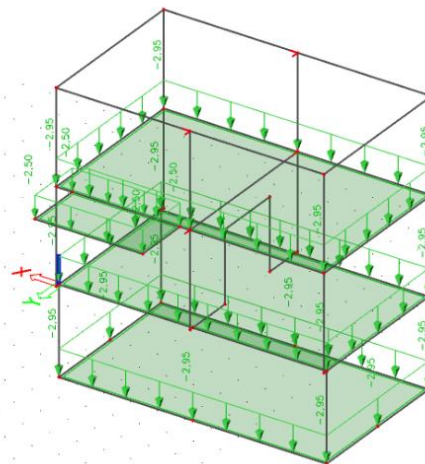
4.4 Constructieve berekeningen

In deze paragraaf zal de constructieve berekening van testcase 3 worden behandeld. Hiervoor is het model van Testcase 3 geïmporteerd in SCIA engineer. Aan de constructie hoeft verder niets aangepast te worden om er berekeningen aan te maken. Dit komt door dat het model van Testcase 3 een correct analytisch model heeft. De paalfundering wordt echter niet mee geïmporteerd en zal handmatig moeten worden toegevoegd. Dit is te doen door steunpunten verend in de Z richting toe te voegen aan de knopen op de locaties van de palen. De stijfheid van deze verende steunpunten worden meestal aangenomen op 50.000 kN/m. Deze waarde kan veranderd worden wanneer het palenplan definitief is.

Wanneer de constructie voldoet, kunnen er belastingsgevallen worden aangemaakt. In dit geval worden de vijf belasting gevallen aangemaakt waar de meest interessante resultaten uit komen. Dit zijn de belastingsgevallen: Eigen gewicht, Permanente belasting, Veranderlijke belasting, Grondwaterdruk en Gronddruk. Met deze belastingsgevallen kunnen de belastingen op de constructie worden aangegeven. In figuur 4.14 en figuur 4.15 zijn de waardes van de permanent en de variabele belasting te zien.

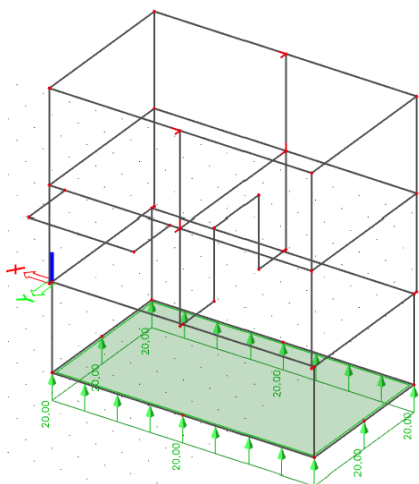


Figuur 4.14: Permanente belasting testcase 3.

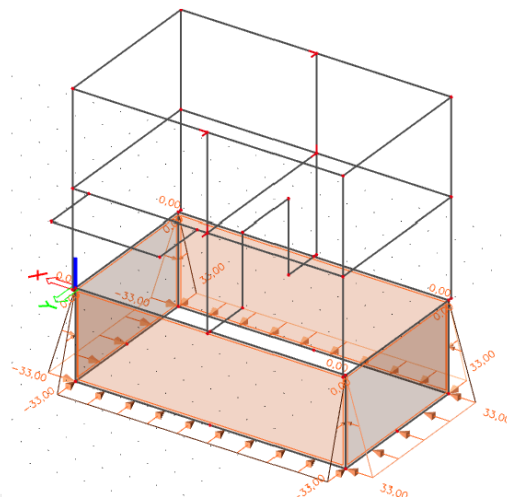


Figuur 4.15: Veranderlijke belasting testcase 3.

Naast de permanente en variabele belasting worden ook grond druk en waterdruk belasting opgenomen in de berekening. In figuur 4.16 en figuur 4.17 staan de betreffende belastingen.



Figuur 4.16: Grondwaterdruk testcase 3.



Figuur 4.17: Gronddruk testcase 3.

In het belang van dat de berekening interessante resultaten genereert worden er twee belasting combinaties aangemaakt.

Inhoud van combinatie		Inhoud van combinatie	
BG1 - Eigen gewicht [-]	1,20	BG1 - Eigen gewicht [-]	0,90
BG2 - Permanente belasting [-]	1,20	BG2 - Permanente belasting [-]	0,90
BG5 - Gronddruk [-]	1,20	BG5 - Gronddruk [-]	0,90
BG3 - Veranderlijke belasting [-]	1,50	BG4 - Grondwaterdruk [-]	1,50

Figuur 4.18: Belasting combinatie 1 testcase 3.

Figuur 4.19: Belasting combinatie 2 testcase 3.

Hierna kan de berekening worden uitgevoerd. Bij het maken van het resultaten rapport wordt er gebruik gemaakt van een sjabloon wat automatisch de indeling van het rapport invult. Wanneer er een sjabloon gebruikt wordt moeten er echter wel nog een paar delen handmatig worden toegevoegd. De hoofdstukken zijn namelijk niet voor elk project hetzelfde. Vooral de afbeeldingen van het model in het rapport zullen opnieuw moeten worden gegenereerd en uitgelijnd.

4.5 Conclusie

Er zijn een groot aantal testcases uitgevoerd om de juiste manier van het uitwisselen van modellen te vinden. In dit hoofdstuk is er gebruik gemaakt van twee verschillende testcases die de ideale situaties representeren. Testcase 2 is een project waarvan het model al van was opgezet door een van de modelleers van Goudstikker – de Vries. Het doel van deze testcase was om te kijken of het mogelijk is om de modellen die opgezet zijn in Revit met de huidige werkmethode te kunnen opwaarderen zodat deze correct kunnen worden geïmporteerd in SCIA Engineer.

Testcase 3 is een model wat opgezet is volgens de nieuwe werkmethode. Dit model wordt gebruikt om te testen of er berekeningen mee gemaakt kunnen worden. Zonder enige aanpassingen aan het model zou de constructeur het model moeten kunnen gebruiken om er berekeningen mee te maken.

Hierdoor zou er een deel van de werkdruk van de constructeur naar de modelleur schuiven. De hoeveelheid tijd die de constructeur wint is echter aanzienlijk hoger dan de werkdruk die de modelleur er bij krijgt.

In beide testcases is het mogelijk gebleken dat er berekeningen gemaakt kunnen worden met het model. In testcase 2 zijn echter meer handelingen benodigd geweest voor het bewerken van het model. In het algemeen wordt er tijd bespaard doordat de constructeur geen model meer hoeft te tekenen.

5.0 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Door de constante vernieuwingen en ontwikkelingen in de bouw, ontstaan er steeds complexere constructies. Hierdoor zijn traditionele rekensoftwarepakketten niet meer toereikend om deze complexe constructies te berekenen. Hiervoor zijn 3D rekensoftwarepakketten ontwikkeld, waar deze berekeningen wel in uitgevoerd kunnen worden. Voor veel ingenieurs is dit nog een onbekend terrein waar nog veel ontwikkeling gedaan moet worden. Ook de softwareleveranciers hebben nog problemen met bijvoorbeeld de samenwerking met andere softwarepakketten. Deze samenwerking wordt steeds belangrijker met de huidige ontwikkelingen in BIM, waarin elke discipline van de bouw samen werkt. Het probleem in de huidige samenwerking van de constructeur en modelleur binnen ingenieursbureaus is dat het BIM-model van de modelleur niet gebruikt wordt door de constructeur voor de constructieve berekeningen. Er wordt namelijk gebruik gemaakt van voornamelijk wanduitslagen en plattegronden om berekeningen te maken. Het BIM model wordt dus niet gebruikt omdat de samenwerking tussen deze softwarepakketten niet soepel verloopt.

Een correcte en accurate uitwisseling van het 3D teken model afkomstig uit Revit met het 3D reken model in SCIA Engineer is wel degelijk mogelijk.

Echter is de manier van uitwisseling van het model nog beperkt. De uitwisseling is momenteel een eenzijdige uitwisseling namelijk van Revit naar SCIA Engineer. Dit betekent dat als een constructeur een wijziging maakt in het model deze niet direct kan worden vertaald naar het Revit model. Deze wijziging zou dan handmatig moeten worden doorgevoerd in Revit.

De problemen die ontstaan bij de uitwisseling van een model tussen SCIA Engineer en Revit kunnen gedeeltelijk worden opgelost doormiddel van het gebruik van de SCIA-Revit plug-in. Anderzijds moet de werkwijze waarop een model gemodelleerd wordt binnen Goudstikker- de Vries meegroeien in de ontwikkelingen met betrekking tot het 3D construeren. Modelleurs zullen rekening moeten houden met het analytisch model bij de opbouw van een 3D model als hiermee gewerkt zal moeten worden in SCIA Engineer.

Het probleem dat ontstaat bij de uitwisseling van 3D modellen met betrekking tot herkenning van materialen en materiaal eigenschappen kan eveneens gedeeltelijk worden verholpen met behulp van de SCIA-Revit plug-in. Het aanvullen van de bibliotheek tijdens de uitwisseling biedt een volledige oplossing.

Zodra de huidige werkmethode mee ontwikkeld in het proces van 3D calculeren, zal de werkdruk voor de constructeur verminderen. Er zal niet langer meer een nieuw model hoeven te worden gemodelleerd door de constructeur. In essentie zal er in het modelleer proces iets meer tijd moeten worden besteed aan het analytische model. Maar deze tijd staat niet in vergelijking met de tijd die wordt bespaard met het 3D calculeren in SCIA Engineer, doordat er geen extra model hoeft te worden opgezet.

5.2 Aanbeveling

De aanbeveling die gedaan worden hebben voornamelijk betrekking op de opzet van een model. Het analytische model afkomstig uit Revit zou de basis moeten vormen waarop de berekeningen in SCIA Engineer gemaakt wordt. In het kort zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

- *Vooraf inventariseren wanneer een model bestemd is voor gebruik in SCIA Engineer. Op deze manier weet de modelleur van te voren dat er rekening dient gehouden te worden met het analytische model.*
- *De modelleurs op de hoogte stellen van het belang van het analytische model, en de behoefte er naar met betrekking tot het 3D construeren.*
- *Gebruik maken van een protocol/handleiding bij het opzetten van een nieuw 3D model. (Eventueel alleen voor de modellen bestemd voor gebruik in SCIA Engineer)*
- *Opbouwen van de SCIA Engineer bibliotheek met behulp van de mapping tool. Deze bibliotheek zou opgebouwd moeten worden uit materialen en profielen afkomstig uit de custom families die gebruikt worden door Goudstikker- de Vries in Revit. De standaard Revit families worden door SCIA Engineer herkend, maar de custom families dienen te worden toegevoegd middels de mapping tool om door SCIA Engineer herkend te kunnen worden en op een juiste manier geïnterpreteerd te worden.*
- *Het gebruik van SCIA Engineer rapportage sjablonen zou een oplossing kunnen zijn voor het filteren van informatie. Door het gebruik van een SCIA Engineer sjabloon wordt er een basis rapport als standaard ingesteld. Op deze manier hoeven alleen de onderdelen van het rapport te worden her-gegenereerd om de specifieke project gerelateerde informatie te krijgen maar wel het zelfde soort informatie als van alle andere projecten (bijv. de krachten op de vloer).*

5.3 Discussie

De uitkomsten van het onderzoek zijn tot op zekere hoogte direct implementeerbaar volgens de opdrachtgever. Zo zijn de problemen die ontstonden bij het exporteren en importeren van 3D modellen verholpen. Echter zijn de hoeveelheid projecten die uitgewerkt worden in SCIA Engineer dermate klein dat er nog geen concrete uitspraak kan worden gedaan over de aangeleverde methode met betrekking tot de opzet van het model.

Er is heeft zich nog geen gelegenheid aangeboden om de daadwerkelijke aangeleverde methode toe te passen in de praktijk. De oplossingen die zijn aangedragen voor het verhelpen van problemen tijdens het exporteer proces zijn geïmplementeerd door de constructeur Thijs van Stijn. Hij heeft aangegeven dat het voor hem een bruikbare oplossing is geweest voor de uitwisseling van 3D modellen.

Voor de nabije toekomst is het interessant om de wederzijdse uitwisseling tussen SCIA Engineer en Revit te onderzoeken.

6.0 Bronnenlijst

- Goudstikker-de Vries. (2018, februari). *Goudstikker- de Vries ingenieursbureau*.
Opgehaald van: www.Goudstikker.nl
- Wikipedia. (2018, februari). *Eindige-elementenmethode*.
Opgehaald van Eindige-elementenmethode: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Eindige-elementenmethode>
- SCIA. (2018, februari). *Gratis Engineering Software – Studentenlicentie Aanvraagformulier*.
Opgehaald van Studentenlicentie SCIA: <https://www.scia.net/nl/forms/gratis-engineering-software-studentenlicentie-aanvraagformulier>
- SCIA. (2018, februari). *Webinars*.
Opgehaald van SCIA: <https://www.scia.net/nl/support/webinars>
- Nemetschek SCIA nv. (2018, februari). *Basic Concept Training – Scia Engineer 15*.
- SCIA. (2018, februari). *Plugin For Revit Structure – (<>SCIA Engineer)*.
Opgehaald van Downloads SCIA: <https://www.scia.net/en/support/downloads/plugin-revit-structure-scia-engineer>
- CADs. (2018, maart). *CADs Revit SCIA Engineer Link Getting Started*.
- Technosoft. (2018, maart). *Producten*.
Opgehaald van: <https://www.technosoft.nl/rekensoftware/producten/2d-rekensoftware>
- Autodesk. (2018, maart). *Autodesk products*. Opgehaald van Autodesk:
<http://www.autodesk.nl/products>
- Youtube. (2018, maart). *Webinar beton constructies in SCIA Engineer*.
opgehaald van: https://www.youtube.com/watch?v=_26p7vnTMtM
- Youtube. (2018, maart). *Webinar SCIA Engineer 17- The New and Powerful Concrete Design*.
opgehaald van: <https://www.youtube.com/watch?v=lj-eqKBLbRU>
- Davis, Dianne (2007) *National Building Information Model Standard NBIMS*
- International Organization for Standardization (2015) *THE PROCES APPROACH IN ISO 9001:2015*
- Bolwerk weekers, *De BIM werkmethode*, geraadpleegd op 19-06-2018
- Dlubal, *Reference list of users*, geraadpleegd op 21-06-2018 via
<https://www.dlubal.com/en/company/references/reference-list-of-users>

7.0 Bijlagen

Bijlage 1 Studiedocumenten

- Plan van aanpak
- Logboeken w6-w20

Bijlage 2 Testcase verslagen

- Testcase 1 verslag
- Testcase 2 verslag
- Testcase 3 verslag

Bijlage 3 Berekening

- Engineering report Testcase 3

Bijlage 4 Handleiding

- Revit->SCIA handleiding

Bijlage 5 Interviews

- Interview Constructeur Thijs van Stijn
- Interview Constructeur Willem Schraal
- Interview Modelleur Gert van Ek

Opmerking: Interviews zijn audio files te vinden online via de volgende link:

<https://www.dropbox.com/sh/4o9ozwbvjyqj25z/AACuDihvGY5pNJBAMEaRr9sma?dl=0>

Bijlage 2: Verslagen Testcases

Testcase 1

Inleiding

Aanleiding

Voor het onderzoek naar het uitwisselen van 3D modellen tussen de softwarepakketten Revit en SCIA engineer wordt er onder andere onderzoek gedaan naar de huidige werkmethode van Goudstikker – de Vries. Om de onvolkomenheden in deze werkmethode te achterhalen moet er een kleinschalig model worden opgezet volgens de huidige werkmethode.

Probleem

In de huidige werkmethode van Goudstikker – de Vries bevinden zich een paar onvolkomenheden die het uitwisselen van 3D modellen tussen de twee softwarepakketten verhinderen.

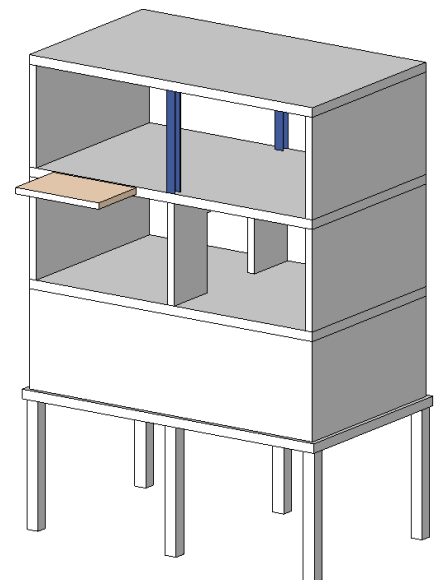
Doel

In dit onderzoek zal worden getest of het binnen de huidige werkmethode van Goudstikker – de Vries mogelijk is om een analytisch model te exporteren in het softwarepakket Revit en dit model te importeren in SCIA Engineer. Het doel is om tijdens het opzetten van dit model, verslag te leggen welke onvolkomenheden zich voordoen met betrekking tot het uitwisselen van de 3D modellen.

Methode

Volgens de huidige werkmethode van Goudstikker – de Vries is er een 3D model gemodelleerd met het tekenprogramma Revit. Dit model wordt gebruikt voor testcase 1. In dit 3D model zijn verschillende soorten constructieve elementen opgenomen om de variatie van constructieve krachten te kunnen berekenen. In afbeelding X is te zien hoe het model er uitziet.

Het model bestaat uit een kelder, begane grond, een verdieping en een dakvloer. Tevens zijn er palen, kolommen, een balk en een balkon opgenomen in het model. De dimensies van de gebruikte elementen zijn in tabel X weergegeven.



Constructief element	Specificaties
- Dakvloer	Dikte = 250mm Beton
- verdiepingsvloer	Dikte = 250mm Beton
- Begane grond vloer	Dikte = 300mm Beton
- Kelder vloer	Dikte = 300mm Beton
- Wanden, BG & verdieping	Dikte = 250mm Beton
- Kelder wanden	Dikte = 300mm Beton
- HEA 200 kolommen	Staal
- HEA 200 Balk	Staal
- Funderingspalen	Dikte = 300x300mm Beton

Vervolgens wordt het model geëxporteerd naar een IFC bestand, welke hierna wordt geïmporteerd in SCIA Engineer.

Waarnemingen

Wanneer SCIA Engineer een IFC bestand importeert, kijkt het programma naar de fysieke elementen in het model en koppelt hier zelf een analytische lijn aan. Deze analytische lijn wordt automatisch in het hart van het element geplaatst. De analytische lijnen worden niet met elkaar verbonden.

Bij het importeren van een IFC-bestand worden tevens de materiaal gegevens afkomstig uit Revit niet herkend. In het model zijn betonwanden van het materiaal C20/25 gemodelleerd in Revit. SCIA heeft tijdens het importeren van het model deze wanden het materiaal S235(staal) toegekend.

Conclusie

Het is zonder aanpassingen in SCIA engineer niet mogelijk om berekeningen te maken met dit model. Elk element zal nagelopen moeten worden op correcte materialen en analytische lijnen. Voor een kleinschalig model als deze zal dat geen probleem zijn maar wanneer er grootschalige modellen worden geïmporteerd kost dit erg veel tijd.

Testcase 2

Inleiding

Aanleiding

Er zijn een aantal projecten die met de huidige werkmethode zijn opgezet waar nog geen berekeningen mee zijn gedaan. Deze projecten zijn van dermate grote schaal en complexiteit dat deze liever met SCIA engineer berekend kunnen worden.

Probleem

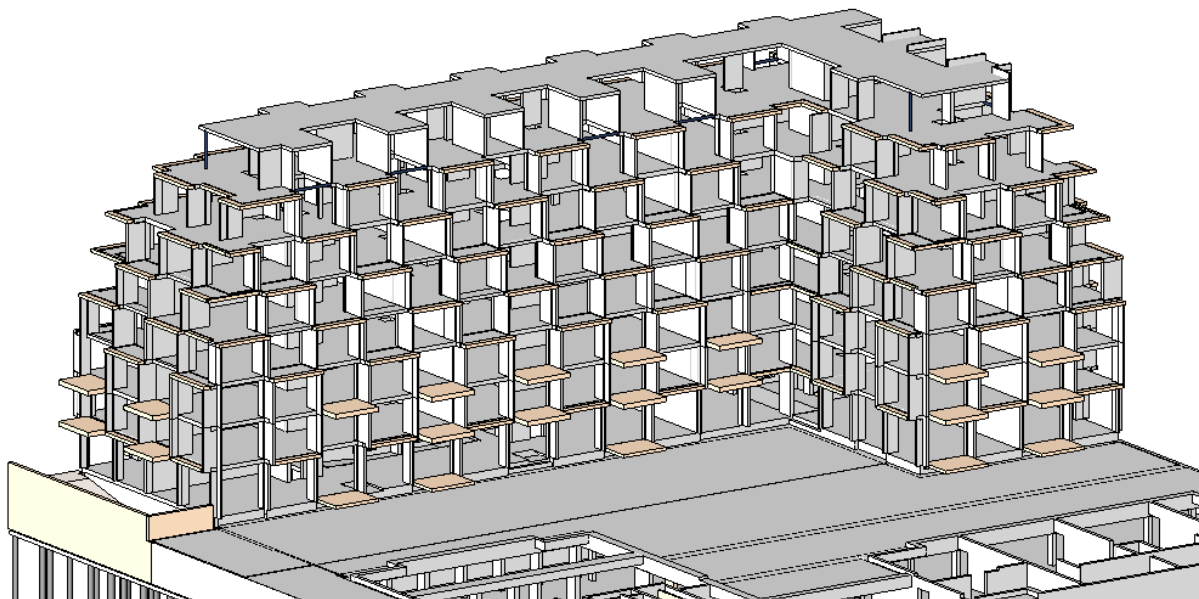
Als de constructeurs van Goudstikker – de Vries berekeningen in SCIA engineer willen maken met de modellen van de huidige werkmethode, zal dit niet efficiënt kunnen.

Doel

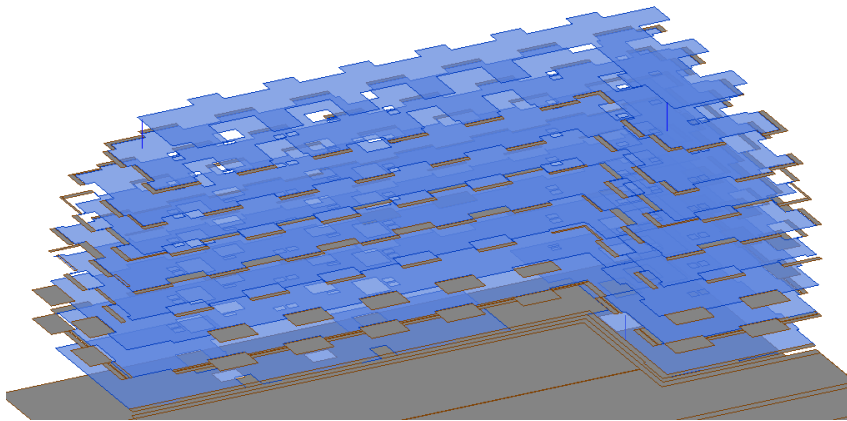
Het doel van deze testcase is om te kijken of de modellen van de huidige werkmethode kunnen worden opgewaardeerd om deze toch te kunnen importeren in SCIA engineer.

Methode

Voor deze testcase is er een actueel project van Goudstikker – de Vries gekozen. Het project heet Overhoeks blok A1. Het is een zeer complex project zonder enige repetitie in de elementen. Het project is reeds opgezet zonder rekening te houden met het analytische model.



Allereerst zullen alle vloeren moeten worden gewijzigd, de uitlijning van de analytische lijnen staan namelijk op Auto-detect. Wanneer de vloer op Auto-detect staat, wordt de analytische lijn op het verdiepniveau getekend. Er wordt echter een zwevende dekvloer met een totale dikte van 100mm toegepast en t.b.v. de berekening moeten de vloeren in het midden van het element staan. Hiervoor moet de uitlijning van de analytische lijnen van de vloeren handmatig op 'center of element' worden gezet. Dit is gemakkelijk te doen door alle verdiepningsvloeren te selecteren en deze dan op 'center of element' te zetten.



De balkons zijn meestal niet dezelfde dikte als de verdiepingsvloeren, hiervoor is het ongunstig om ook de balkons op 'center of element' te zetten. Hiervoor kan wel de 'Auto-detect' functie worden gebruikt. Deze functie werkt echter niet consistent in dit project. Het grootste deel van de balkons worden uitgelijnd met de hartlijn van de verdiepingsvloeren. Wanneer dit niet gebeurt, zijn twee methodes om deze alsnog uit te lijnen met de verdiepingsvloeren. Een methode is om alle balkons te selecteren die niet uitgelijnd zijn met de verdiepingsvloeren. Dit is gemakkelijk te doen door alleen het analytische model weer te geven en een axonometrisch zijaanzicht te selecteren. Wanneer alle balkons zijn geselecteerd, de analytische lijnen op 'center of element' te zetten en dan weer terug naar 'Auto-detect'. Als deze methode nog niet werkt kan het werken om het element te verwijderen met de knip functie (Ctrl + X) en deze dan op dezelfde plaats weer terug te plakken.

Ook moeten de wanden, kolommen en balken worden gecontroleerd. De analytische lijnen van de wanden, kolommen en balken staan automatisch op 'center of element'. In het grootste deel van de gevallen gaat dit goed. Wanneer dit echter fout kan gaan is wanneer er wanden van verschillende diktes tegen elkaar aan of boven elkaar staan. In dit geval verspringt de analytische lijn en dit is niet handig voor de berekening. Dit kan opgelost worden door de uitlijning van een of meerdere van de elementen op 'Auto-detect' te zetten zoals te zien in **afbeelding X**



Kolommen moeten vaak ook gecorrigeerd worden. Wanneer een kolom aan de rand van een vloer op 'center of element' staat, zal de hartlijn niet aansluiten met de rand van de vloer. Ook t.b.v. de berekening zal deze analytische lijn naar de rand van de vloer moeten worden gebracht.

Om het model juist te exporteren naar SCIA engineer moeten de materialen van het model juist in kaart worden gebracht. Wanneer het model wordt geëxporteerd met de Revit plug-in zal de plug-in waarschuwingen geven bij de doorsneden en materialen die niet herkend worden. Deze kunnen dan handmatig in kaart worden gebracht. Hiervoor bleek het handig te zijn om de nationale code op EC –

ENV te zetten. Als dit niet wordt gedaan worden er tijdens het 'mappen' geen opties weergegeven voor het in kaart brengen van de materialen of doorsnedes.

Waarnemingen

Wanneer de verdiepingsvloeren op 'center of element' worden gezet, staan niet alle analytische lijnen van de balkons en andere aangrenzende vloervlakken op dezelfde hoogte als de analytische lijn van de verdiepingsvloer.

Toen het model in SCIA engineer werd geïmporteerd, werden er meerdere foutmeldingen gegeven door kolommen die niet herkend werden. Er zijn kleine stukken wand als kolom gemodelleerd in Revit wat verwarring veroorzaakte in SCIA engineer. Deze zijn met een drop down menu naar wanden om te zetten. Afgezien hiervan is het model goed geïmporteerd en kunnen er berekeningen mee worden gemaakt. Het heeft de constructeur veel tijd gescheeld om het analytische model op deze manier te genereren in plaats van het model zelf op te bouwen.

Conclusie

Het is goed mogelijk om de modellen die gemodelleerd zijn volgens de huidige werkmethode op te waarderen. Het scheelt een hoop tijd en er zullen accuratere berekeningen worden gemaakt in vergelijking met Technosoft.

Testcase 3

Inleiding

Aanleiding

Aangezien er een nieuwe werkmethode wordt geformuleerd in het onderzoek naar de uitwisseling van 3D modellen tussen Revit en SCIA engineer, zal er een model moeten worden opgezet met de nieuwe werkmethode om te kijken of de nieuwe werkmethode voldoet en werkt.

Probleem

Er is niet bekend of de methodes van de nieuwe werkmethode daadwerkelijk geschikt zijn om te gebruiken in plaats van de methodes uit de huidige werkmethode.

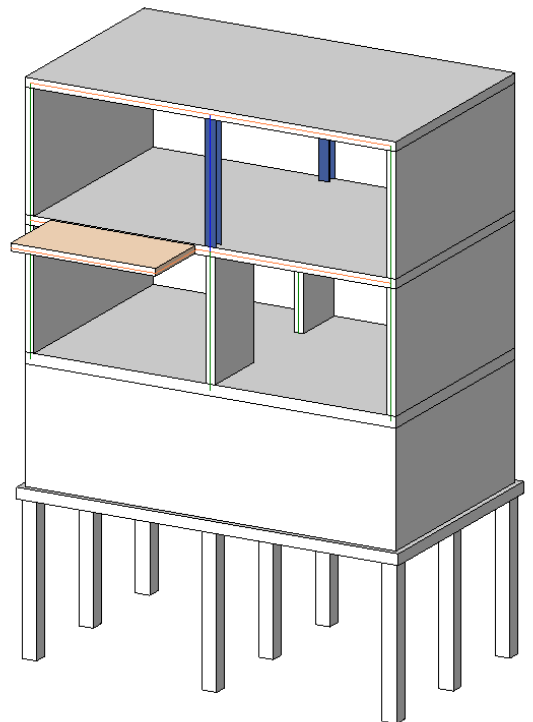
Doel

Het doel is om te testen of er berekeningen gemaakt kunnen worden met een kleinschalig model wat opgezet is volgens de nieuwe werkmethode.

Methode

Het model bestaat uit een kelder, begane grond, een verdieping en een dakvloer. Tevens zijn er palen, kolommen, een balk en een balkon opgenomen in het model. De dimensies van de gebruikte elementen zijn in **tabel X** weergegeven.

Constructief element	Specificaties
- Dakvloer	Dikte = 250mm Beton
- verdiepingsvloer	Dikte = 250mm Beton
- Begane grond vloer	Dikte = 300mm Beton
- Kelder vloer	Dikte = 300mm Beton
- Wanden, BG & verdieping	Dikte = 250mm Beton
- Kelder wanden	Dikte = 300mm Beton
- HEA 200 kolommen	Staal
- HEA 200 Balk	Staal
- Funderingspalen	Dikte = 300x300mm Beton



Waarnemingen

Om een berekening te maken met testcase 3 is het model volgens de huidige werkmethode opgebouwd zodat het analytische model correct te exporteren is met de Revit plug-in. Zo zijn de vloeren in het midden van het element gezet. De kolommen zijn met de vloeren verbonden door de analytische lijn naar de rand van de vloer te verplaatsen. Het balkon staat op de zelfde hoogte als de vloer en de analytische lijn van het balkon is ook met de analytische lijn van de vloer verbonden.

Bij het maken van de berekening moesten er nog palen worden getekend in SCIA engineer, deze werden niet geëxporteerd. Afgezien hiervan zijn er geen aanpassingen gedaan aan de constructie en kon de constructeur gelijk de lasten in voeren en hier een berekening mee maken.

Conclusie

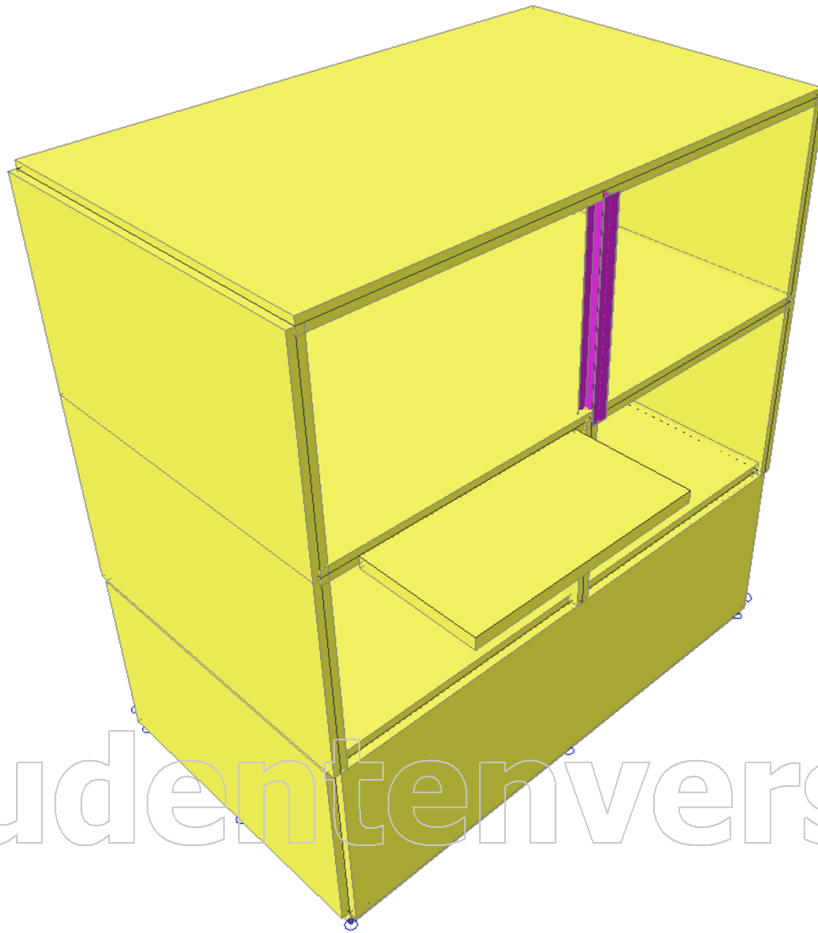
De constructeur heeft het model zonder enige aanpassingen aan de constructie kunnen gebruiken om er berekeningen mee te maken. Door deze methode zou er een deel van de werkdruk van de constructeur naar de modelleur schuiven. De hoeveelheid tijd die de constructeur wint is echter aanzienlijk hoger dan de werkdruk die de modelleur er bij krijgt. De constructeur weet echter niet hoe het analytische model er uit moet zien om deze te kunnen gebruiken voor een berekening.

In de testcase is het mogelijk gebleken dat er berekeningen gemaakt kunnen worden met het model. In het algemeen wordt er tijd bespaart doordat de constructeur geen model meer hoeft te tekenen.

Studentenversie

Datum: 09-05-2018 | Project: Testcase 3

Bijlage B Scia engineer



Licentienaam	Goudstikker - de Vries
Project	-
Onderdeel	-
Omschrijving	-
Auteur	-
Datum	24. 06. 2017
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	40
Aantal staven :	2
Aantal platen :	14
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	4
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

Studentenversie

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	2
2. Constructie	3
2.1. Materialen	3
2.2. Doorsneden	4
2.3. Staven	6
2.4. 2D-elementen	7
3. Belastingen	8
3.1. Belastingsgevallen	8
3.1.1. BG2 - Permanente belasting	9
3.1.2. BG3 - Veranderlijke belasting	9
3.1.3. BG4 - Grondwaterdruk	10
3.1.4. BG5 - Gronddruk	10
3.2. Resultaatklassen	11
4. Resultaten op gebouwniveau	12
4.1. Verplaatsingen	12
4.2. Reacties	13
5. Wapeningsontwerp	14
5.1. Interne krachten 2D - mx	14
5.2. Interne krachten 2D - my	14
6. Resultatenafbeeldingsgenerator	15
6.1. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - As,req,1+	15
6.2. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - As,req,2+	15
6.3. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - As,req,1-	16
6.4. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - As,req,2-	16

2. Constructie

2.1. Materialen

Staal EC3

Naam	Massa eenheid [kg/m ³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	Fy (bereik) [MPa]	Fu (bereik) [MPa]
		G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]				
S 235	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0

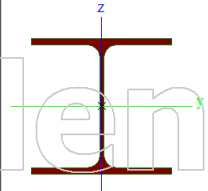
Beton EC2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m ³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cilinderdruksterkte f _{ck} (28) [MPa]
C20/25	Beton	2500,0	3,0000e+04	0,2	0,00	20,00
C35/45	Beton	2500,0	3,4100e+04	0,2	0,00	35,00

Wapening EC2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m ³]	E-mod [MPa]	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke vloeiesterkte f _{yk} [MPa]
B 400A	Betonstaal	7850,0	2,0000e+05	8,3333e+04	0,00	400,0

2.2. Doorsneden

HEA300		
Type	HEA300	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m ²]	1,1300e-02	
Ay [m ²], Az [m ²]	8,1300e-03	2,6502e-03
Iy [m ⁴], Iz [m ⁴]	1,8300e-04	6,3100e-05
Wely [m ³], Welz [m ³]	1,2600e-03	4,2100e-04
Wply [m ³], Wplz [m ³]	1,3833e-03	6,4167e-04
Iw [m ⁶], It [m ⁴]	1,1998e-06	8,5200e-07
dy [mm], dz [mm]	0	0
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	150	145
α [deg]	0,00	
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	3,25e+05	3,25e+05
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	1,51e+05	1,51e+05
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	1,7200e+00	1,7164e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Flensbreedte t - Flensdikte s - Lijfdikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet a - Flenshelling W - Interne boutafstand wm - Welving van eenheid bij flensvoet
A	Gebied
Ay	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
Az	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
Iy	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
Iz	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
Wely	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Welz	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Wply	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Wplz	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Iw	Welvings constante
It	Torsie constante
dy	Afschuif middencoördinaat in

Verklaring van symbolen	
	hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
dz	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
cYUCS	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
cZUCS	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
IYZLCS	Product moment van het gebied in het LCS systeem
Mply+	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
Mply-	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
Mplz+	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
Mplz-	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
AL	Omtrek per eenheidslengte
AD	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte

Studentenversie

Datum: 09-05-2018 | Project: Testcase 3

Bijlage B Scia engineer

Verklaring van symbolen	
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as

Verklaring van symbolen	
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

Studentenversie

Studentenversie

2.3. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Afsteekpunt	Indknoop	Type
Member#1249136	HEA300 - HEA300	S 235	3,500	N-0001	N-0002	Kolom (100)
Member#1249726	HEA300 - HEA300	S 235	3,500	N-0003	N-0004	Kolom (100)

2.4. 2D-elementen

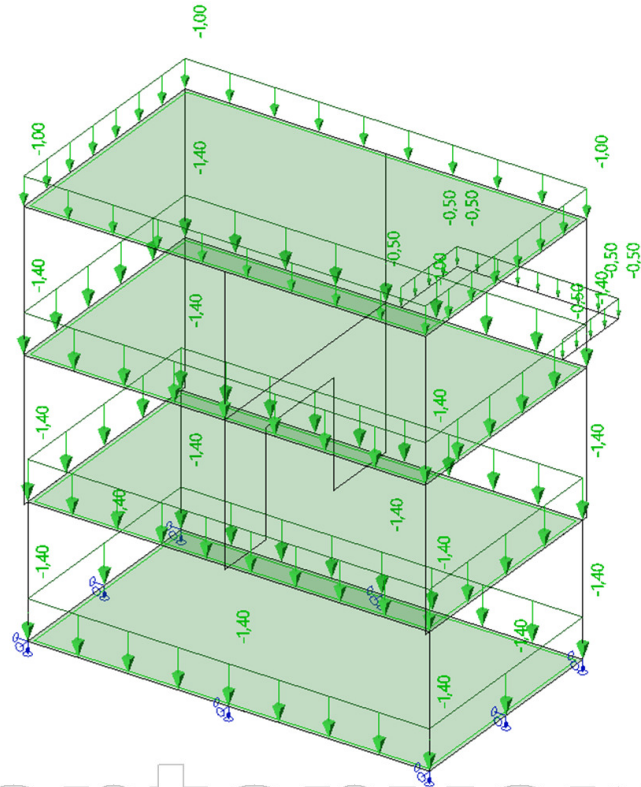
Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
Member2d#1233792	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	250
Member2d#1233991	Layer1	vloer (90)	Standaard	C20/25	constant	250
Member2d#1234228	Layer1	vloer (90)	Standaard	C20/25	constant	250
Member2d#1237077	Layer1	vloer (90)	Standaard	C20/25	constant	300
Member2d#1242390	Layer1	vloer (90)	Standaard	C35/45	constant	200
Member2d#1242762	Layer1	vloer (90)	Standaard	C20/25	constant	300
Member2d#1248143	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	300
Member2d#1248370	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	300
Member2d#1248434	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	300
Member2d#1248513	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	300
Member2d#1250722	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	250
Member2d#1250724	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	250
Member2d#1250921	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	250
Member2d#1250923	Layer1	wand (80)	Standaard	C20/25	constant	250

3. Belastingen

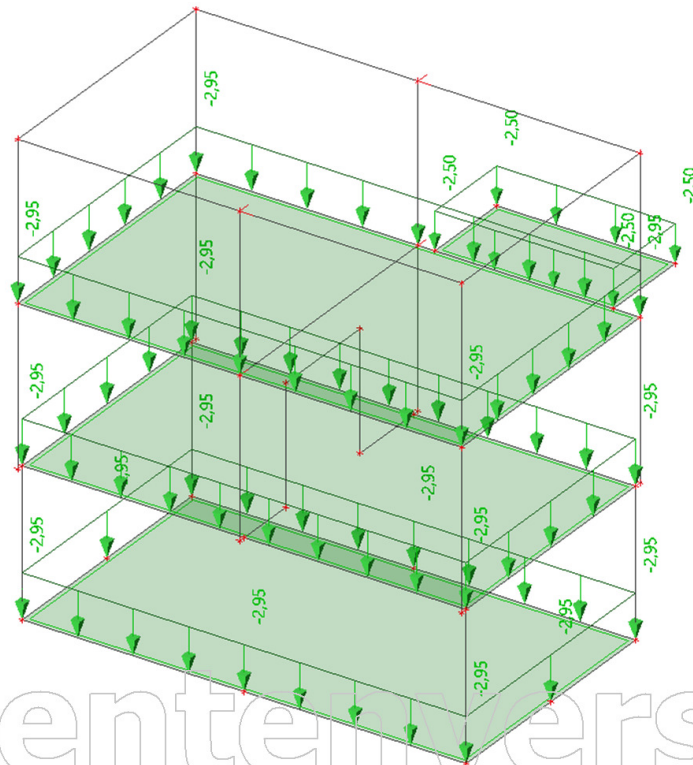
3.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' lastingsgev
	Spec	Belastingtype				
BG1	Eigen gewicht	Permanent Eigen gewicht	Gewicht	-Z		
BG2	Permanente belasting	Permanent Standaard	Gewicht			
BG3	Veranderlijke belasting Standaard	Variabel Statisch	Dakbelasting		Kort	Geen
BG4	Grondwaterdruk Standaard	Variabel Statisch	Dakbelasting		Kort	Geen
BG5	Gronddruk	Permanent Standaard	Gewicht			

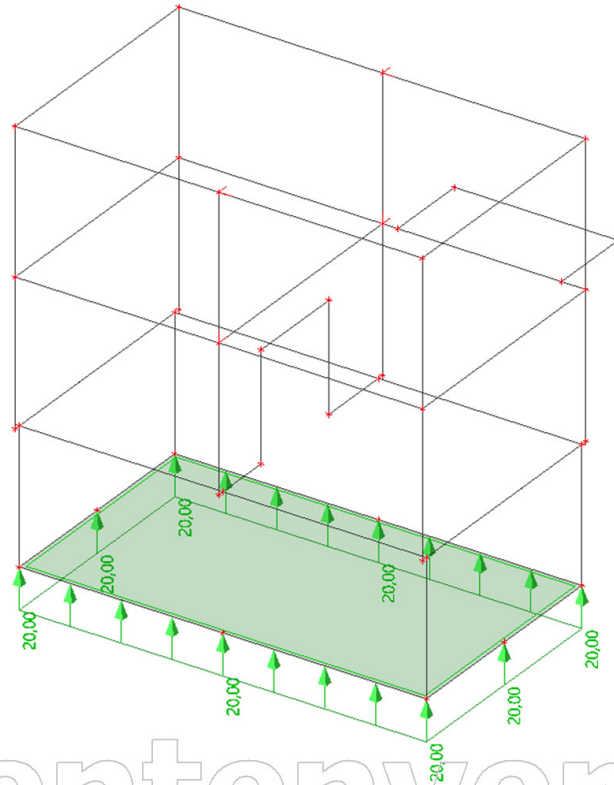
3.1.1. BG2 - Permanente belasting



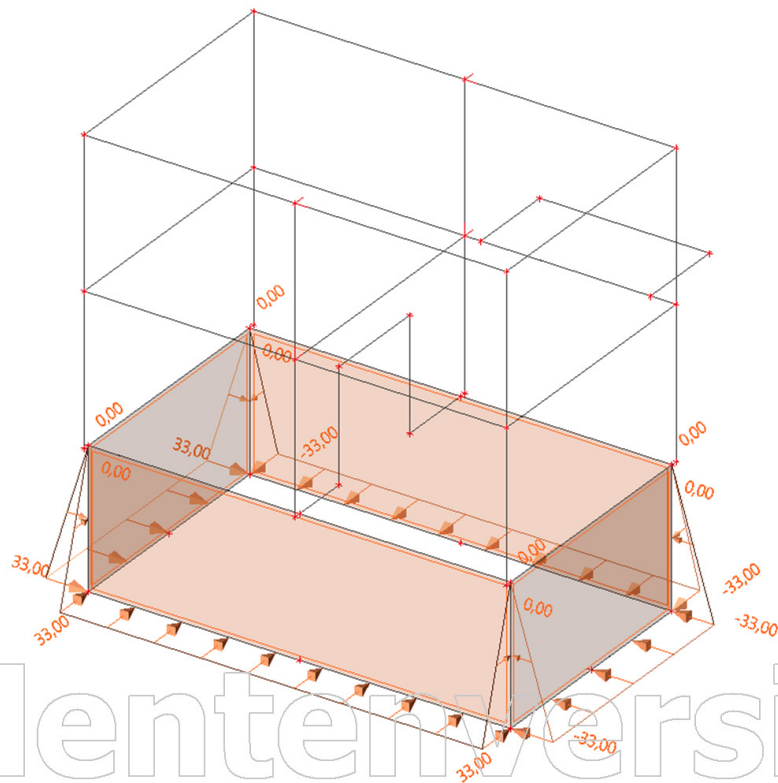
3.1.2. BG3 - Veranderlijke belasting



3.1.3. BG4 - Grondwaterdruk



3.1.4. BG5 - Grondddruk



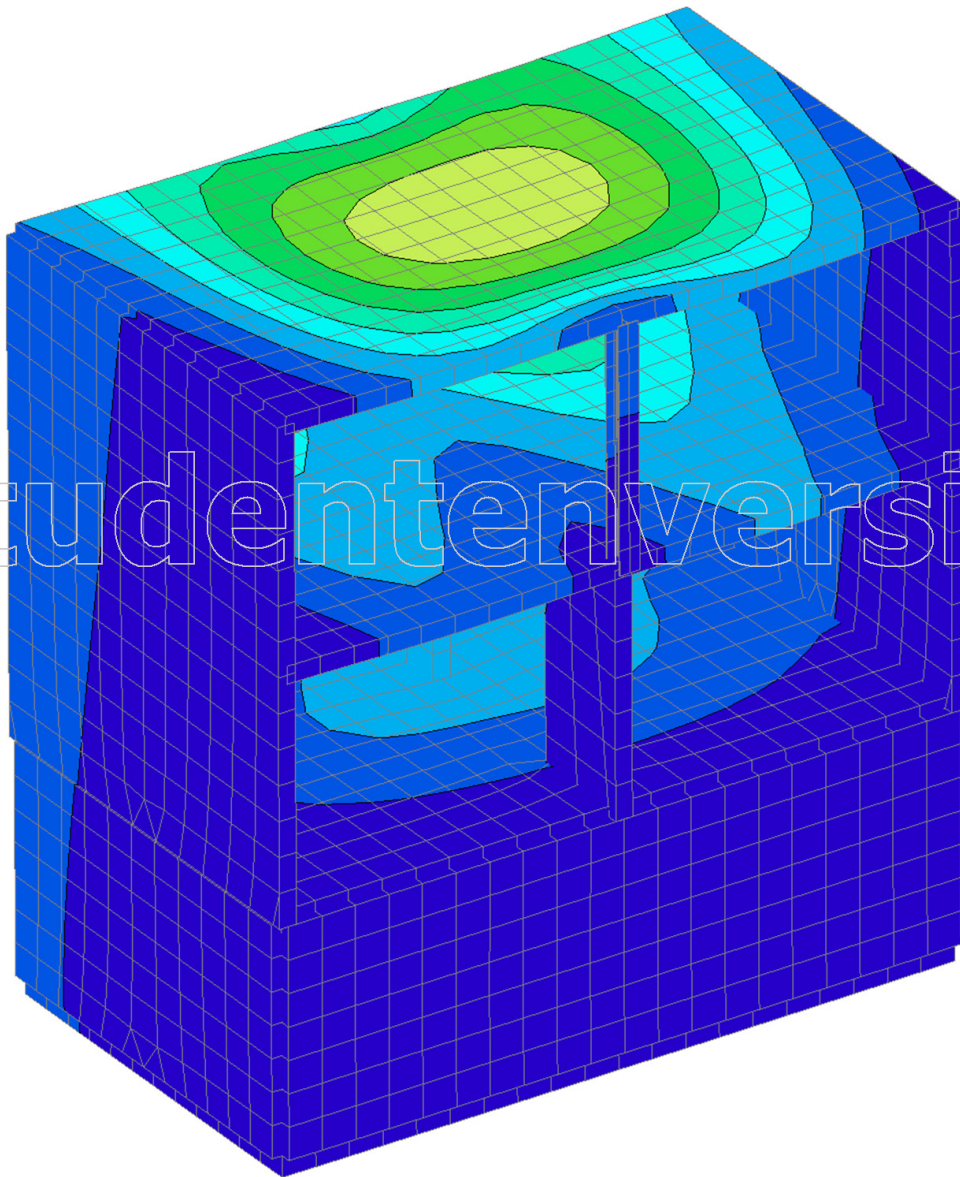
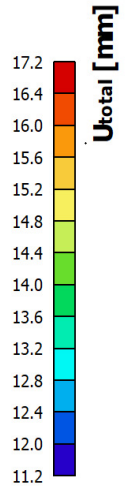
3.2. Resultaatklassen

Naam	Lijst
Alle UGT	Combi1 - Omhullende - uiterst
	Combi2 - Omhullende - uiterst

4. Resultaten op gebouwniveau

4.1. Verplaatsingen

Waardes: U_{total}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



4.2. Reacties

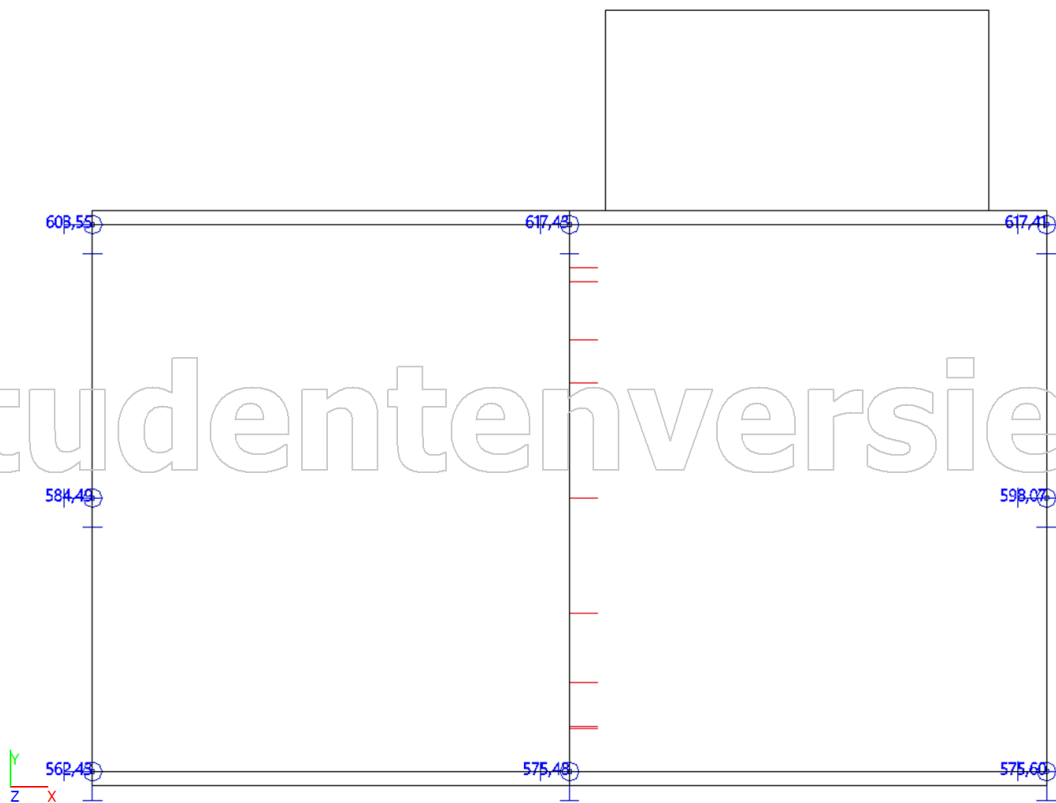
Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Klasse : Alle UGT

Schuine steunpunten

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn2/N-36	Combi1/1	-238,73	0,97	584,49	0,00	0,00	0,00
Sn4/N-38	Combi1/1	239,80	10,36	598,07	0,00	0,00	0,00
Sn3/N-37	Combi1/1	-6,35	-363,25	575,48	0,00	0,00	0,00
Sn1/N-35	Combi1/1	6,10	357,19	617,43	0,00	0,00	0,00
Sn6/N-0022	Combi2/2	-21,38	3,94	143,48	0,00	0,00	0,00
Sn1/N-35	Combi1/3	3,90	315,96	509,18	0,00	0,00	0,00



5. Wapeningsontwerp

5.1. Interne krachten 2D - m_x

Waardes: m_x

Lineaire berekening

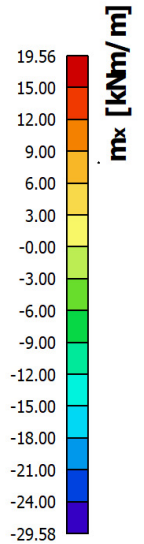
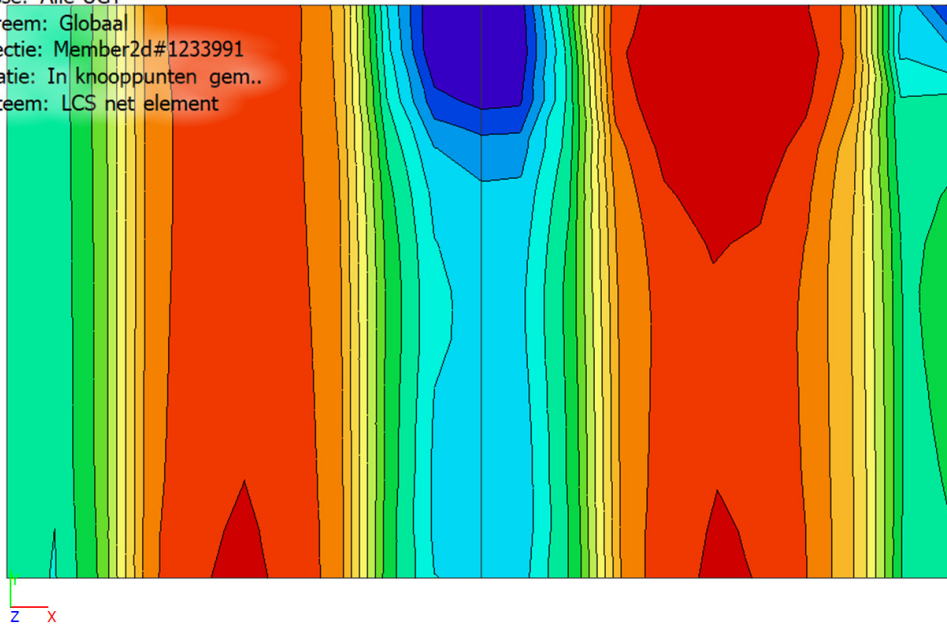
Klasse: Alle UGT

Extreem: Globaal

Selectie: Member2d#1233991

Locatie: In knooppunten gem..

Systeem: LCS net element



5.2. Interne krachten 2D - m_y

Waardes: m_y

Lineaire berekening

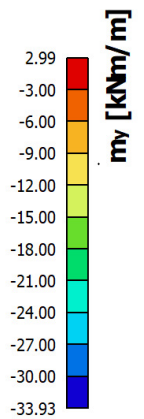
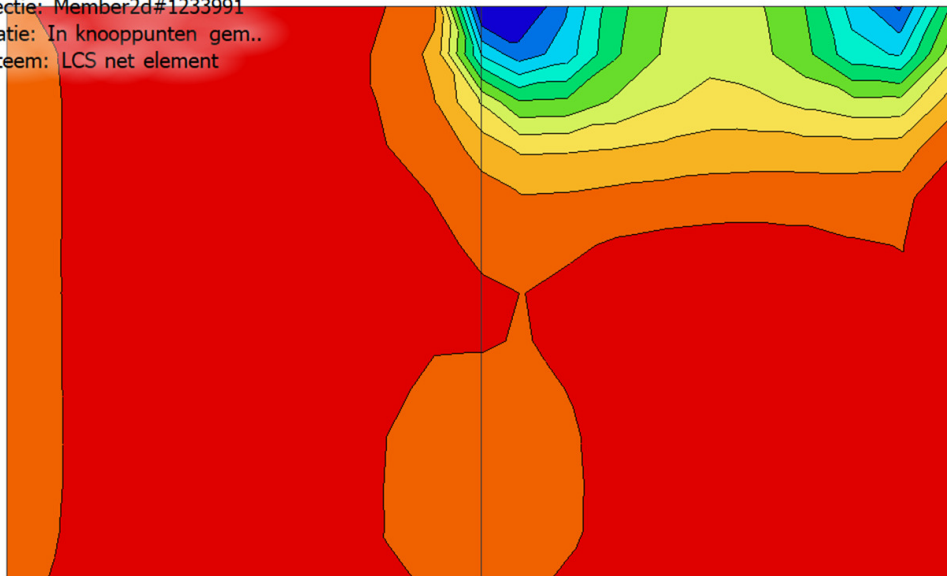
Klasse: Alle UGT

Extreem: Globaal

Selectie: Member2d#1233991

Locatie: In knooppunten gem..

Systeem: LCS net element



6. Resultatenafbeeldingsgenerator

6.1. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - $A_{s,req,1+}$

Waardes: $A_{s,req,1+}$

Lineaire berekening

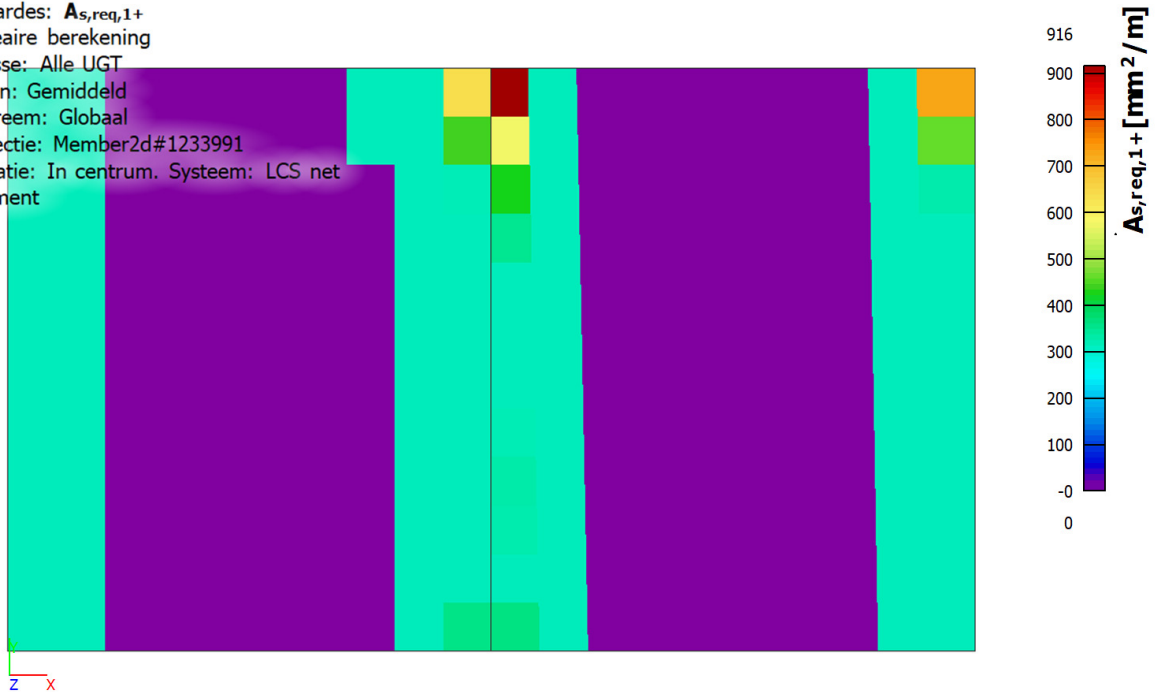
Klasse: Alle UGT

Baan: Gemiddeld

Extreem: Globaal

Selectie: Member2d#1233991

Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



6.2. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - $A_{s,req,2+}$

Waardes: $A_{s,req,2+}$

Lineaire berekening

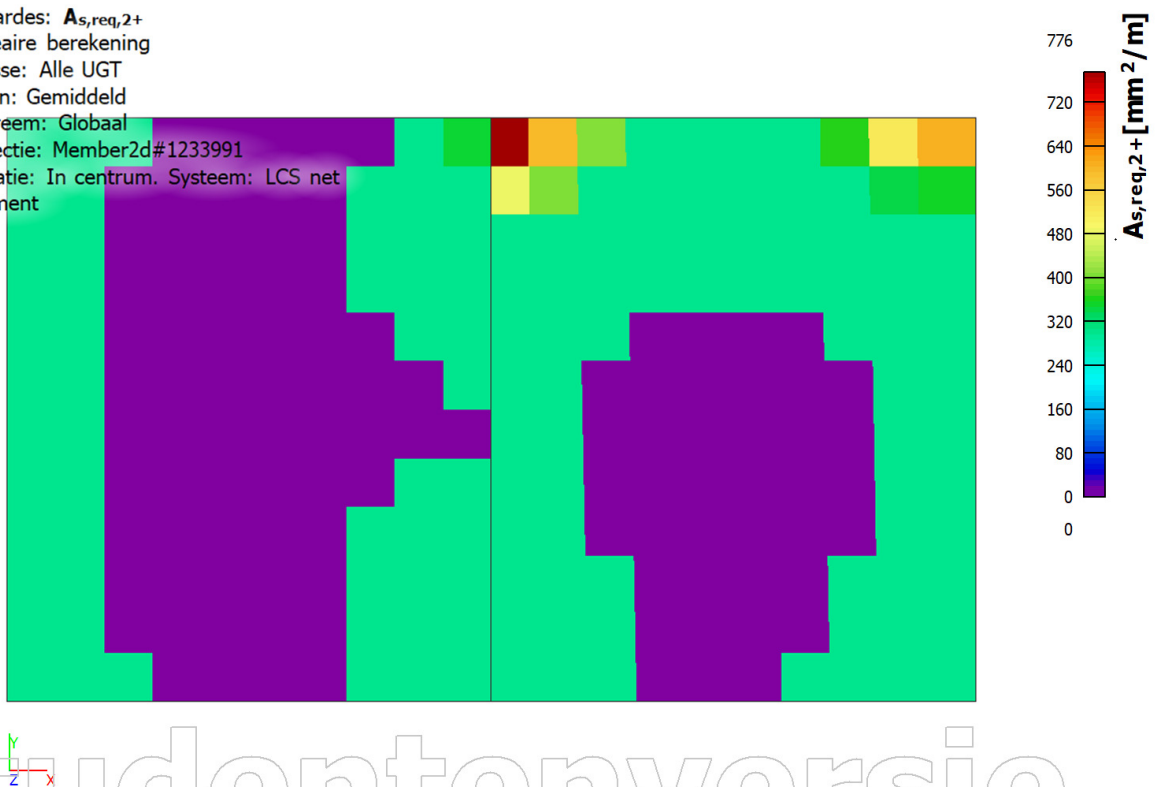
Klasse: Alle UGT

Baan: Gemiddeld

Extreem: Globaal

Selectie: Member2d#1233991

Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



6.3. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - $A_{s,req,1}$ -

Waardes: $A_{s,req,1}$ -

Lineaire berekening

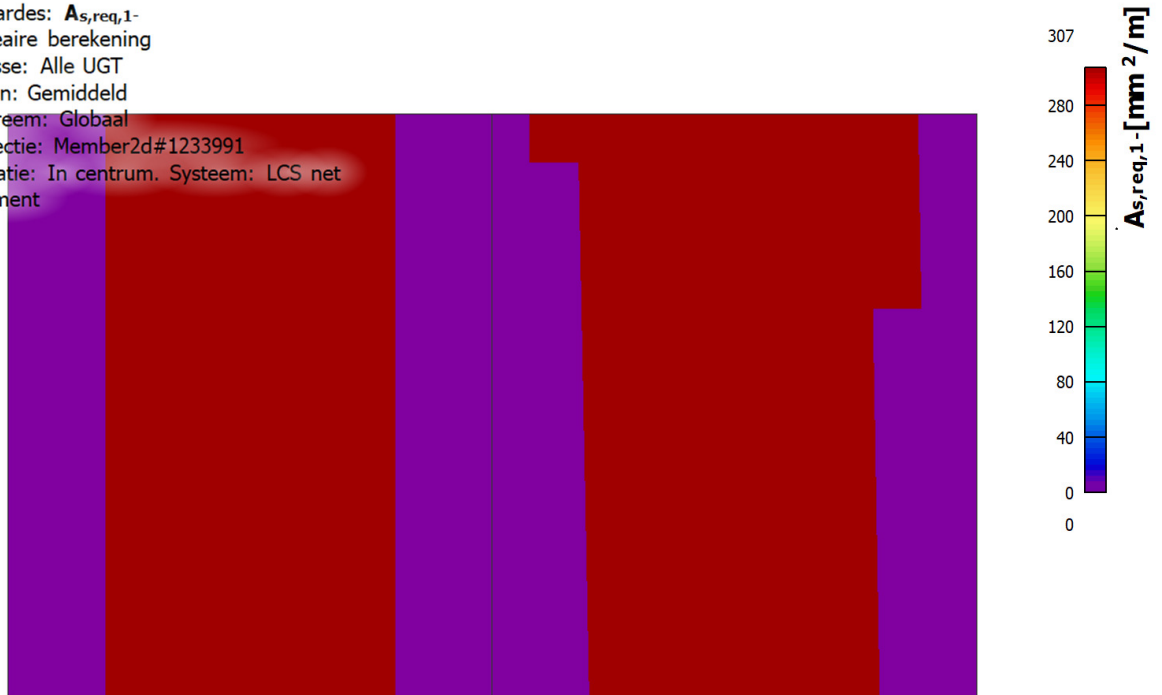
Klasse: Alle UGT

Baan: Gemiddeld

Extreem: Globaal

Selectie: Member2d#1233991

Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



6.4. 2D-wapeningsontwerp (UGT) - $A_{s,req,2}$ -

Waardes: $A_{s,req,2}$ -

Lineaire berekening

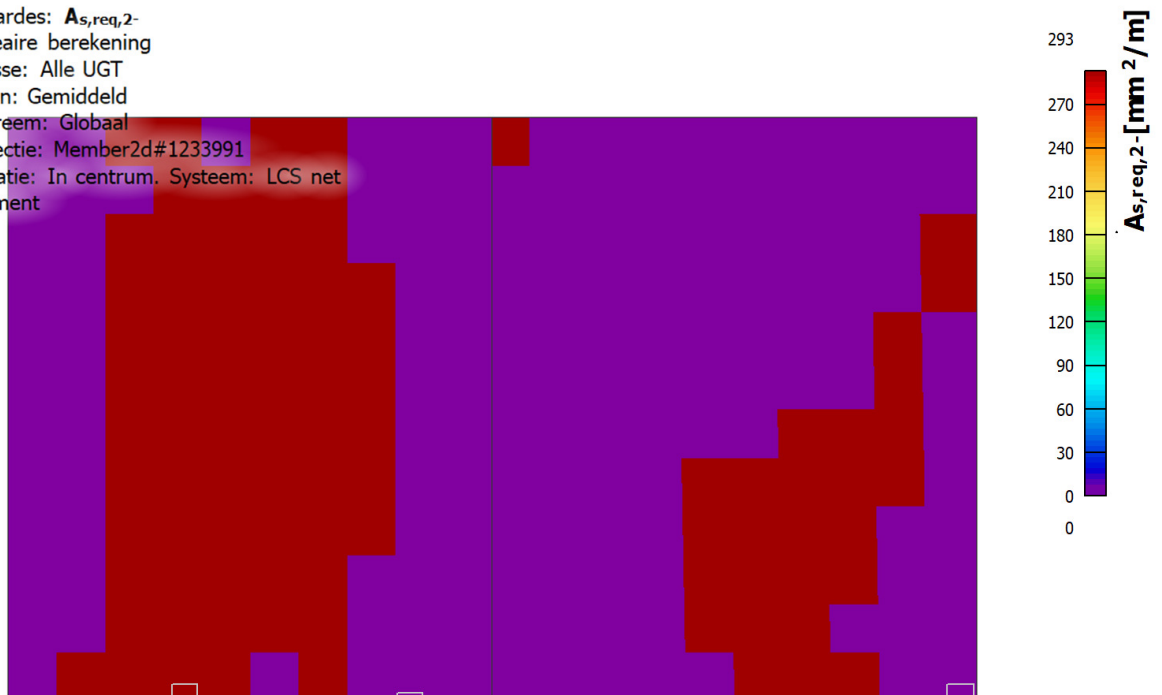
Klasse: Alle UGT


Baan: Gemiddeld

Extreem: Globaal

Selectie: Member2d#1233991

Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



	titel/onderwerp	Handleiding uitwisseling Revit en SCIA engineer		
	gebruiker(s)	<i>Modelleurs, Constructeurs</i>	Beheerder(s)	Max Dielhoff, Jozua Berghegen
	doel	Tijdsbesparing m.b.t. het gebruik van SCIA engineer		

Dit is een handleiding voor het installeren en gebruiken van de SCIA engineer plugin voor Revit. Hiervoor zijn licenties voor beide programma's nodig. De programma's hoeven niet beide op dezelfde pc te zijn geïnstalleerd.

Stap 1: Installeren plug-in

De plug-in kan gedownload worden via deze link:

<https://www.scia.net/nl/support/downloads/plugin-revit-structure-scia-engineer>

Log in met een bestaand SCIA account of maak een nieuw account aan.

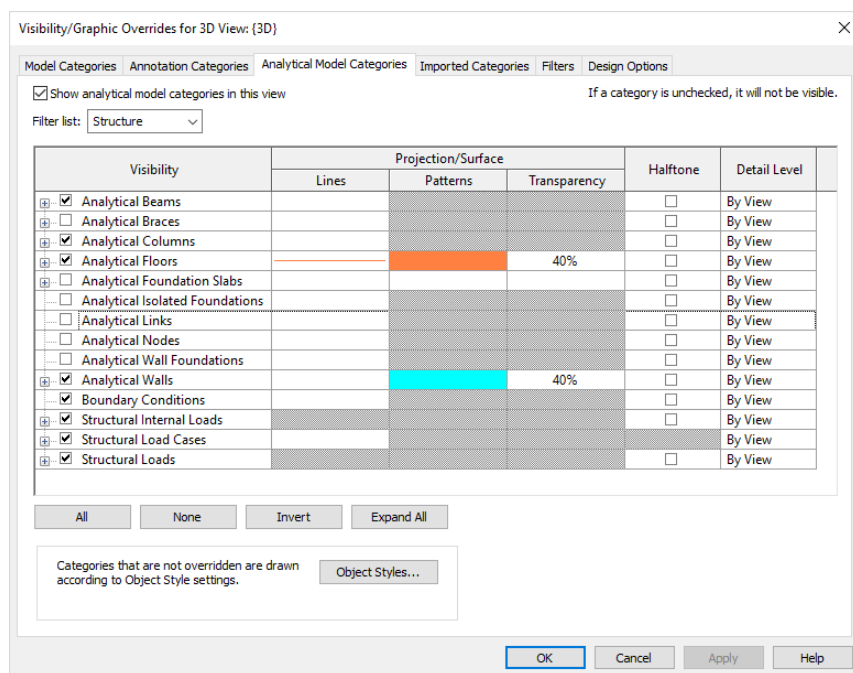
Kies de download link in de tabel corresponderend met de versies van Revit en SCIA die gebruikt worden.

Volg de installatie instructies.

Stap 2: Opzetten model

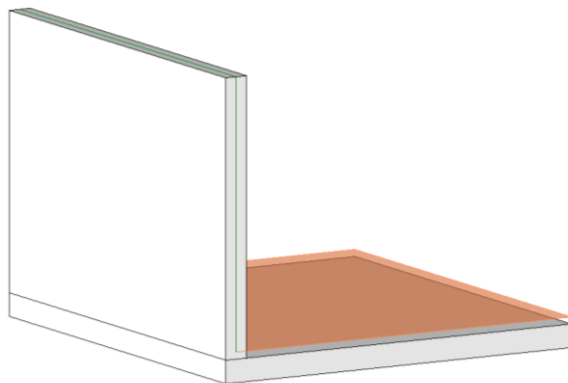
Het opzetten van het model kan als gebruikelijk worden gedaan met een aantal punten waar op gelet moet worden of anders moeten worden gedaan.



Allereerst is het aangeraden om het analytisch model zichtbaar te maken voor tijdens het modelleren. Dit is te doen in het Visibility/Graphic Overrides venster. Onderstaande waardes hebben het meest bruikbaar gebleken.



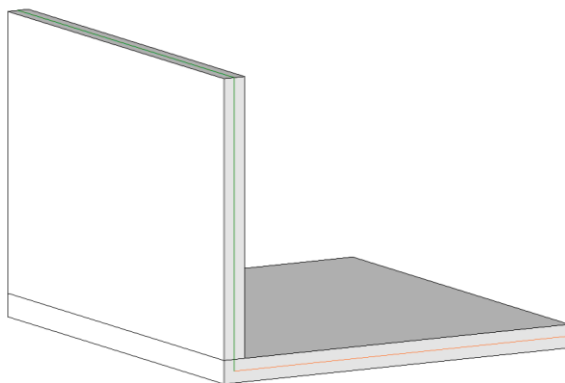
Let op: Momenteel worden er meerdere methodes gebruikt voor het modelleren van balken, voor een correct export naar SCIA engineer zullen alle balken met de beam tool moeten worden gemodelleerd.



Wanneer er een vloer wordt getekend is te zien dat de analytische lijn op het verdiepningsniveau ligt. Dit komt door dat de Alignment Method (uitlijning methode) van de analytische lijn op Auto-Detect (automatisch detecteren) staat.



Properties	
	
Analytical Floors (1)	 Edit Type
Analytical Model	
Analyze As	One-Way
Analytical Properties	
Family Type	Floor : 23_Breedpla...
Physical Material ...	Concrete - Cast-in...
Area	49,640 m ²
Perimeter	28200.0
Analytical Alignment	
Alignment Method	Auto-Detect
z Projection	Default
Identity Data	
Phasing	
Phase Created	2. nieuwbouw
Phase Demolished	None

Wanneer de Alignment Method op Projection wordt gezet, kan de z Projection naar Center of Element worden veranderd.



Properties	
	
Analytical Floors (1)	 Edit Type
Analytical Model	
Analyze As	One-Way
Analytical Properties	
Family Type	Floor : 23_Breedpla...
Physical Material ...	Concrete - Cast-in...
Area	26,190 m ²
Perimeter	20500.0
Analytical Alignment	
Alignment Method	Projection
z Projection	Center of Element
Identity Data	
Phasing	
Phase Created	2. nieuwbouw
Phase Demolished	None

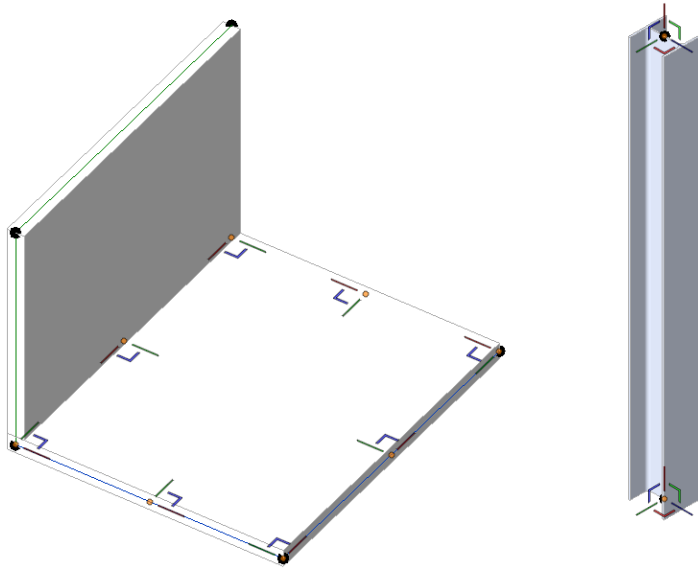
Wanneer er een vloer van een verschillende dikte wordt getekend op hetzelfde verdiepningsniveau moet de analytische lijn hiervan evenwijdig lopen met de verdiepningsvloer. Hiervoor moet wel de Auto-Detect functie worden gebruikt. Het is ook mogelijk om een hulp verdiepningsniveau aan te maken en alle analytische lijnen hier aan te koppelen.

Wanneer er een kolom op de rand van een vloer wordt getekend is het van belang dat de analytische lijn van deze kolom wordt verbonden met de onder- en/of bovenliggende vloeren. Dit kan ook met de Alignment Method worden aangepast door deze op Top of Element of Bottom of Element te zetten zodat de analytische lijn gelijk loopt met de rand van de vloer.

Balken moeten ook in lijn worden gebracht met de verdiepningsvloeren met behulp van de Top of Element Alignment method.

Bij onregelmatigheden en complexe situaties, overleggen met de constructeur.

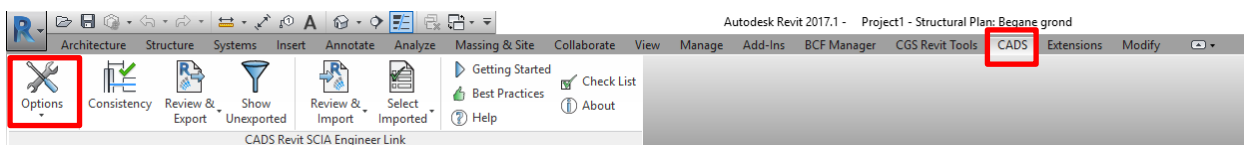
Verder kan het analytische model handmatig worden bewerkt met de tool Adjust Analytical (Sneltoetsen AA). Binnen deze tool kunnen de analytische lijnen met behulp van de gekleurde lijnen bewerkt worden.



Stap 3: Exporteren in Revit

Wanneer het model is opgezet en de constructeur geeft aan dat er een analytisch model benodigd is kan de modelleur dit exporteren via de gedownloade plug-in.

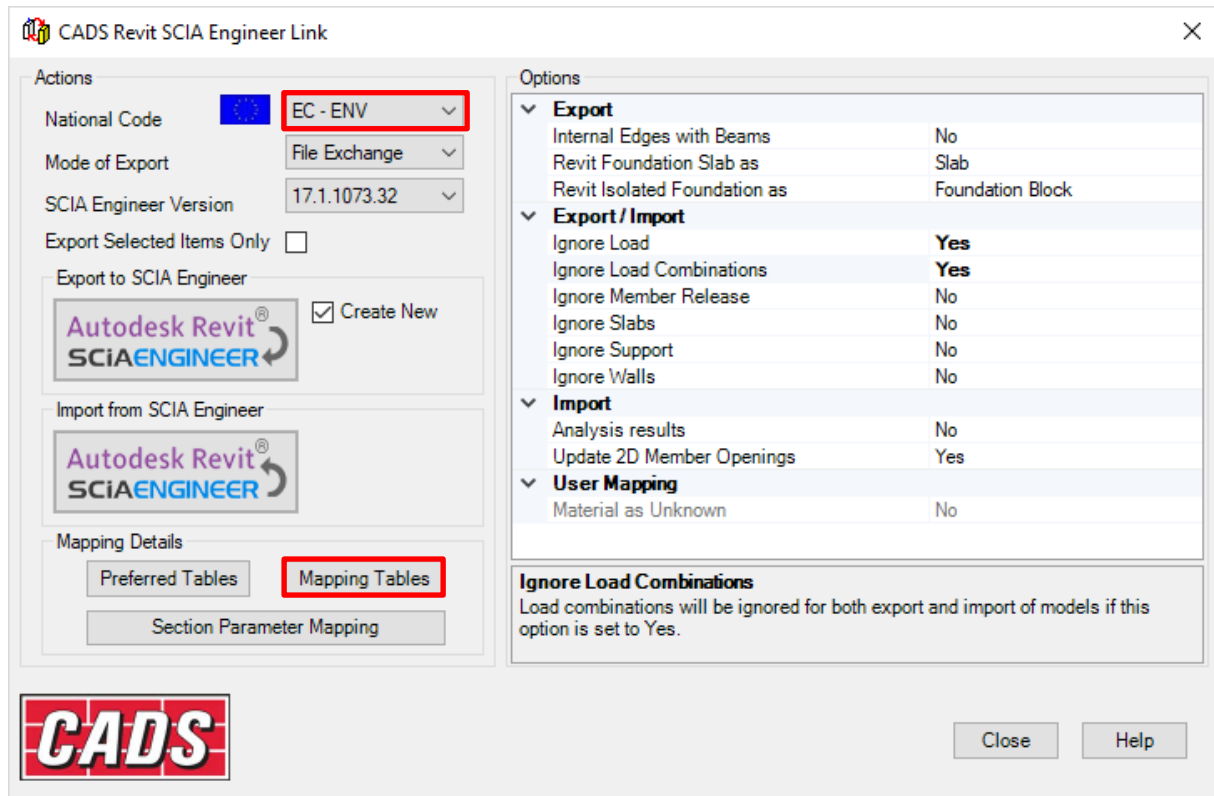
Voor het exporteren moeten alle gebruikte materialen in het project en alle gebruikte kolommen/balken in kaart worden gebracht zodat SCIA engineer deze kan herkennen. Het opties venster van de plug-in is te vinden onder het 'CADS' tabblad. Hier zijn ook aan de rechter kant enkele informatieve documenten te vinden voor het gebruik van de plug-in.



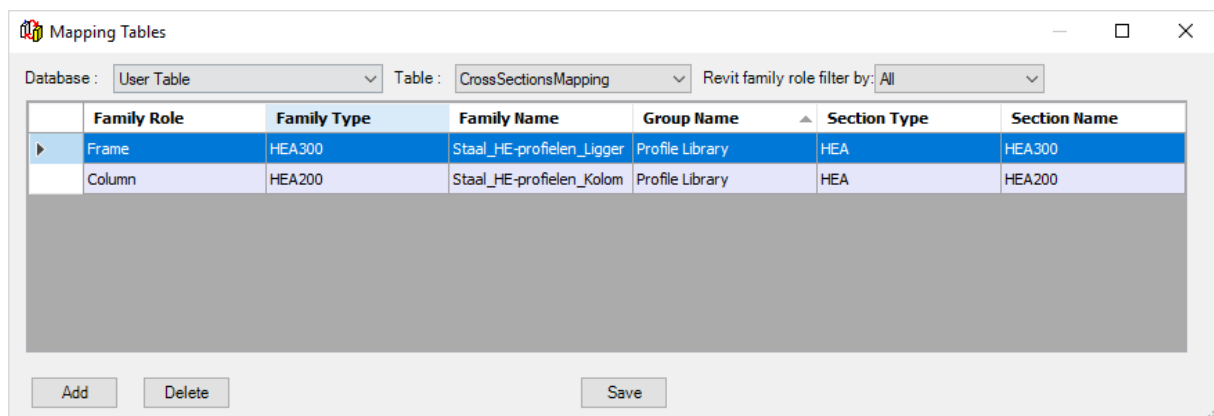
Voordat de materialen, kolommen en balken in kaart worden gebracht moet de nationale code op EC – ENV worden gezet.

Ook kan hier aangegeven worden of het model in een bestand moet worden geëxporteerd of dat het direct naar SCIA engineer kan worden verstuurd op hetzelfde apparaat.

Het in kaart brengen van alle materialen, kolommen en balken wordt in de Mapping Tables gedaan.



In het voorbeeld is aangegeven hoe een HEA 300 balk en een HEA200 kolom in kaart worden gebracht zodat de parameters goed overgezet kunnen worden naar SCIA engineer.



In het volgende voorbeeld wordt weergegeven dat prefab beton C35/45 en staal S235 worden overgezet.


Mapping Tables

Database : User Table Table : MaterialsMapping ☐ Show all national codes

	Revit Material Name	SCIA Engineer Material Name	Material Category	National Code
▶	Concrete - Precast Concrete - C35/45	C35/45	Concrete	EC - ENV
	Metal - Steel - S235	S 235	Steel	EC - ENV

Add Delete Save



Om te exporteren kan er op de  knop worden geklikt. Wanneer voor gekozen is om gebruik te maken van een bestand om het model uit te wisselen wordt er gevraagd waar het .r2s bestand opgeslagen moet worden.

Stap 4: Importeren in SCIA engineer

Als er een .r2s bestand is geëxporteerd in Revit, kan deze worden geïmporteerd in SCIA engineer door de knop 'bestand > importeren > revit bestand' te selecteren.

Allereerst moet de constructie gecontroleerd worden of de uitwisseling correct is verlopen.

Wanneer dit is gedaan kan de fundering worden ingevoerd en kunnen er berekeningen worden gemaakt.