

Theoretische sterkte van bestaande houtconstructies



Onderzoeksrapport

HZ University of Applied Sciences

Opleiding: Bouwkunde
Student: J. Ludolphij
Studentnummer: 48471
e-mail student: ludo0003@hz.nl
Datum: 20-06-2016
Plaats: Middelburg
1^{ste} begeleider: Dhr. Flipse
2^{de} begeleider: Dhr. Altena
Bedrijfsbegeleider: Dhr. van Sorgen



Inhoudsopgave

Abstract.....	3
1. Inleiding.....	4
1.1 Deelvragen.....	5
2. Theoretisch kader.....	6
2.1 Theorie.....	6
2.2 Begrippen en definities.....	7
3. Onderzoeksmethode.....	8
4. Resultaten.....	9
4.1 Algemene gegevens.....	10
4.2 Belasting aanname.....	10
4.3 Materiaaleigenschappen.....	11
4.4 Berekening Oud-Hollands spant.....	12
4.5 Toetsing.....	16
4.5.1 Rekenmodel.....	16
4.5.2 Kromhout.....	16
4.5.3 Kapbalk.....	17
4.5.4 Korbeel.....	17
4.5.5 Bezweken verbindingen.....	18
4.5.6 Betere houtsoorten.....	19
4.5.7 Muren.....	20
4.6 Schade en herstel.....	21
4.6.1 Traditionele herstelmethodes.....	22
5. Discussie.....	26
6. Conclusies en aanbevelingen.....	27
Bronnenlijst.....	28

Bijlagen:

- A - Sporen Oud-Hollands spant Scia Engineer
- B - Oud-Hollands spant Scia Engineer
- C - Oud-Hollands spant zonder trek Scia Engineer
- D - Oud-Hollands spant borstwering vaste ondersteuning
- E - Oud-Hollands spant alleen onderste helft
- F - Oud-Hollands spant verlaging windkracht tot bezwijken korbelen
- G - Oud-Hollands spant verlaging windkracht tot bezwijken kapbalk
- H - Toetsing hout in Excel
- I - SHR Journaal Scheuren in hout

Abstract

In dit verslag is het onderzoek naar de berekening van monumentale constructies vastgelegd. Er is begonnen met een inleiding van het onderzoek waarbij een hoofdvraag en deelvragen zijn opgesteld. Aan de hand hiervan is het onderzoek uitgevoerd door een dakspant te berekenen en uit te zoeken waar de knelpunten in deze berekening zitten. Hierna is nog ingegaan op methoden om bestaande constructies te versterken of beschadigde delen te vervangen. Aan het einde van het verslag zijn de conclusies die uit het onderzoek zijn voortgekomen behandeld en aanbevelingen gedaan naar verder onderzoek.

1. Inleiding

Het komt regelmatig voor dat bestaande/monumentale houtconstructies herberekend moeten worden vanwege aanpassingen van een gebouw, zoals het plaatsen van zonnepanelen, of vanwege een functieverandering. Zeker bij monumentale houtconstructies komen veel bijzonderheden naar voren. Zoals hoe om te gaan met scheuren in balken, aantasting door organismen en hoe er voor gezorgd kan worden dat er zo min mogelijk schade ontstaat aan de monumentale delen van het pand mocht het nodig zijn om de constructie te versterken. Bij dergelijke projecten moet rekening gehouden worden met een grote hoeveelheid regelgeving, zowel op het gebied van sterkteberekening als wetten die van toepassing zijn op bestaande gebouwen en monumenten.

Het doel van het onderzoek is het vinden van een methode of richtlijnen om bestaande (monumentale) bouwconstructies te berekenen op sterkte en hierbij te ontdekken waar mogelijke knelpunten in de berekening zouden kunnen zitten. Hierbij zou ook de sterkte bij brand in overweging genomen kunnen worden aangezien hout vaak een grotere sterkte heeft bij brand dan gedacht. (Kennis- en projectenbank herbestemming)

Ook in andere bronnen komt naar voren dat het van belang is dat voor restauraties constructeurs worden ingezet die ervaring hebben met monumentale houtconstructies. Zo blijken houtconstructies die door houtworm of door boerderijdieren zijn aangetast vaak in de kern een zeer grote sterkte te hebben, terwijl door een constructeur met weinig ervaring op het gebied van houten constructies mogelijk bepaald wordt dat de sterkte zoveel is aangetast en er delen vervangen moeten worden. (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2010)

Een belangrijk onderdeel van het onderzoek is ontdekken hoe een monumentale constructie verstevigd kan worden zonder, of met zo min mogelijk schade aan de monumentale delen. Uiteraard zullen de methodes voor het versterken van de constructies per geval verschillen. Er kunnen echter verschillende methodes bekeken en vergeleken worden die toepasbaar kunnen zijn voor verschillende situaties. Uit de bevindingen kan mogelijk een standaardmethode ontwikkeld worden die bruikbaar is voor het berekenen van bestaande en monumentale houten bouwconstructies.

De volgende onderzoeksvraag is ontstaan uit de probleemstelling:

Welke procedure kan gebruikt worden bij het berekenen van bestaande/monumentale houtconstructies en is er een standaard methode te ontwikkelen zodat deze berekeningen voor een groot gedeelte geautomatiseerd kunnen worden?

1.1 Deelvragen

Deelvraag 1:

Welke regelgeving bestaat voor het bepalen van de sterkte van bestaande en monumentale houten bouwconstructies?

Deelvraag 2:

Welke verzwakkingen kunnen optreden in houtconstructies door invloeden van buitenaf of door de natuurlijke eigenschappen van hout?

Deelvraag 3:

In hoeverre is het mogelijk om bestaande houtconstructies te versterken en welke eisen worden hieraan gesteld?

Deelvraag 1 geeft antwoord op de vraag welke normen gebruikt moeten worden voor het berekenen van houtconstructies en in of er in het geval van bestaande bouw een verschil is in de toe te passen normen.

Voor de beantwoording van deelvraag 2 zal onderzoek gedaan worden naar verschillende aantastingen van hout en op welke wijze deze de sterkte beïnvloeden. Onder deze aantastingen vallen onder andere schimmels en houtworm. Ook scheuren in balken kunnen invloed hebben op de sterkte van de constructie, hoeveel invloed ze hebben heeft te maken met de grootte van de scheur. (SHR, 2004) Als invloed van buitenaf kan ook de sterkte van de constructie bij brand gerekend worden. Verschillende houtsoorten kunnen vergeleken worden op sterkte, mate van vlamuitbreiding en de bijdrage tot vlamoverslag.

Verschillende methodes voor het versterken van bestaande houten constructies zullen beschouwd en vergeleken worden voor het beantwoorden van deelvraag 3. Hierbij dient ook de berekeningsmethode toegepast te worden.

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag zal gekeken worden of er een standaard methode te ontwikkelen is voor de berekening van bestaande houtconstructies. Deze methode kan daarna in de praktijk toegepast worden en moet toepasbaar zijn op verschillende soorten houtconstructies. Bij het maken van de berekeningen zal waar nodig gebruik gemaakt worden van het constructieve rekenprogramma Scia Engineer.

2. Theoretisch kader

2.1 Theorie

In nieuwe gebouwen wordt over het algemeen vurenhout(fijnspar, picea abies) gebruikt voor de constructieve onderdelen zoals balklagen in daken en vloeren. De houtsoorten die in monumenten voorkomen heeft voornamelijk te maken met de periode waaruit het gebouw stamt en welk hout in die periode beschikbaar was. Vanaf de 14^{de} eeuw tot het einde van de 16^{de} eeuw werd voornamelijk eikenhout gebruikt en als er naaldhout werd toegepast was dit over het algemeen grenenhout(pinus sylvestris) aangezien dit de enige naaldboom is die van oorsprong in Nederland voorkomt. In de periode hierna werd het merendeel van het hout geïmporteerd aangezien door de grote bouwnijverheid en de grote hoeveelheid schepen die in 16^{de} eeuw gebouwd werden niet genoeg hout voorhanden was in Nederland. Na deze periode werden de houtsoorten diverser en werd er ook meer gebruik gemaakt van vurenhout, alhoewel het merendeel van het hout dat geïmporteerd werd nog steeds eik was. (Tussenbroek, 2012) Het hout werd geïmporteerd uit Scandinavië, het Oostzeegebied en uit verschillende gebieden in het huidige Duitsland. Van de verschillende houtsoorten in de constructie zal een sterkteklasse bepaald moeten worden voor de berekening. De sterkteklasse van ongeverfd hout kan visueel bepaald worden door een expert. (Centrum Hout, 2014)

Te behandelen theorie:

- Bouwbesluit 2012
- NRC houtconstructies
- Eurocode 0 – grondslagen constructief ontwerp
- Eurocode 1 – belastingen op constructies
- Eurocode 5 – houtconstructies
- NEN8700 – grondslagen voor de constructieve beoordeling van bestaande bouw en het constructief ontwerp ten behoeve van verbouw
- NEN8701 – beoordeling van de constructieve veiligheid een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren - belastingen

Van bovenstaande normen en naslagwerken zullen de relevante onderdelen onderzocht worden. Zo zal er dieper op Eurocode 5 ingegaan worden dan op het Bouwbesluit of Eurocode 0 en 1.

2.2 Begrippen en definities

Dennenhout	Dennenhout komt van de zilverden en heeft dezelfde toepassing als vuren in constructieve toepassingen. (Houtinfo, 2016) Werd tot omstreeks 1300 voor het merendeel in de bouw gebruikt. (Hemert, 2013)
Eikenhout	Hout van de Europese eik (quercus robur). De toepassing van eiken is vrijwel onbeperkt, het wordt veel gebruikt in restauratiewerken. (Houtinfo, 2016)
Eurocode	Europese richtlijn voor de sterkteberekeningen van bouwconstructies. De Nederlandse eurocodes hebben een Nederlandse nationale bijlage waarin de specifieke eisen die voor Nederland gelden vastgelegd zijn.
Grenenhout	Hout van de grove den (pinus sylvestris), veel in Nederland aangeplant op zandgronden. Oorspronkelijk pijnboom genoemd, het hout van de grove den is dan ook geen dennenhout. (Houtinfo, 2016) Werd vanaf 1600 gebruikt in de bouw. (Hemert, 2013)
Matrix Frame Toolbox	Rekenprogramma dat gebruikt wordt voor het berekenen van onder andere balklagen, gordingen en sporen.
Monument	In dit onderzoek zal het woord monument gebruikt worden voor alle historische gebouwen die behandeld worden. Dit gebouw hoeft dus niet per definitie een monumentale status te hebben.
NRC	Nationaal Restauratie Centrum
Scia Engineer	Rekenprogramma dat gebruikt kan worden voor het berekenen van constructies van verschillende materialen.
Vurenhout	Hout van de fijnspar (picea abies), en voor 1300 in rond Utrecht toegepast. (Hemert, 2013) Tegenwoordig een van de meest gebruikte houtsoorten in de bouw vanwege de snelle groei en goede bewerkbaarheid van het hout. (Houtinfo, 2016)

3. Onderzoeksmethode

Het onderzoek zal voor het grootste gedeelte bestaan uit een literatuuronderzoek. Hierbij zullen bronnen bestudeerd worden zoals de verschillende normen die toegepast dienen te worden en daarnaast verschillende bronnen die historische bouwconstructies bespreken. Eerst zullen de bestaande regels die toepasbaar zijn uitgezet worden en hierbij worden de voorwaarden die aan de regels gesteld worden uiteengezet worden. Daarna zullen verschillende historische constructiemethodes bekeken worden waarbij een methode van berekenen opgezet wordt voor deze specifieke onderdelen. Verder wordt er uitgezocht welke aantastingen en verzwakkingen plaats kunnen vinden in houten constructies en op welke punten hier rekening mee gehouden dient te worden. De kennis die opgedaan wordt zal toepasbaar zijn in de praktijk.

Voor de uitvoering van het onderzoek zullen de houtconstructies getoetst worden. Deze constructies zullen in eerste instantie volgens de huidige regelgeving en belastingen getoetst worden. Aan de hand van de uitkomsten hiervan wordt gekeken of er een verandering aan de berekening naar de NEN8700 gedaan kan worden mocht de constructie volgens de huidige regels niet voldoen. Ook zal er gekeken worden naar methodes om de constructie te versterken zonder aantasting van de monumentale waarde.

In het onderzoek wordt een berekening uitgevoerd van een dakspant aangezien hier de meest voorkomende onderdelen van de constructieberekening zullen voorkomen.

4. Resultaten

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van het onderzoek behandeld worden. Er wordt begonnen met het uitzoeken van de regelgeving die benodigd is voor het berekenen van bestaande constructies. De eerste norm die van belang is, is *NEN 8700 Beoordelen van bestaande bouwconstructies*. Deze norm wordt in combinatie met *NEN 8701 Belastingen (bestaande bouw)* en *Eurocode 5* gebruikt. Daarnaast zijn *Eurocode 0 Grondslagen van het constructief ontwerp* en *Eurocode 1 Belastingen op constructies* van belang.

Deze regels zullen worden toegepast in het standaard Excel model van Faktor Civil Engineering b.v.. In deze Excel werkmap zijn de volgende tabbladen van belang voor het onderzoek. Als eerste het tabblad *algemeen* hier worden de basisgegevens van het gebouw ingevoerd zoals de gebouwcategorie. De gebouwcategorie is van belang voor de veranderlijke belastingen en de veiligheidfactoren die gebruikt worden. Daarna wordt de ontwerplevensduur bepaald. Deze benaming is voor bestaande bouw niet correct, in dit geval zal de benaming restlevensduur gebruikt worden. Direct onder de gebouwcategorie wordt de consequence class of gevolgklasse bepaald. De gevolgklasse heeft te maken met het soort gebouw dat berekend wordt en de gevolgen van het bezwijken van de constructie. Zo zijn de gevolgen van het bezwijken van een constructie van een woongebouw of een hotel groter dan als de constructie van een woonhuis bezwijkt.

In het tabblad *aanname* wordt de belasting van vloeren opgezet. Over het algemeen zal hiervoor, zoals de naam van het tabblad doet vermoeden, een aanname van de belastingen gedaan worden. Om preciezere berekeningen te kunnen maken is het mogelijk om in plaats van een aanname te doen te meten hoeveel een belasting zal zijn. In het geval van een meting betekend dit dat de maten van de constructieonderdelen bepaald worden en daarna aan de hand van het soortelijk gewicht van deze materialen bepaald zal worden hoeveel deze constructie zal wegen. In de meeste gevallen zal deze meting niet veel verschillen van de aanname, het kan echter genoeg verschil maken om er voor te zorgen dat de constructie toch voldoet.

Het tabblad *uitvoer* wordt gebruikt voor de toetsing van constructieonderdelen zoals balken en spanten. In het geval van dit onderzoek zal de constructie getoetst worden aan Eurocode 5 aangezien het houtconstructies betreft.

4.1 Algemene gegevens

De eerste keuze die gemaakt moet worden bij de berekening van een bestaand gebouw is de restlevensduur. Deze restlevensduur wordt bepaald aan de hand van de oorspronkelijk bepaalde levensduur en mag nooit korter zijn dan de resterende tijd van de ontwerplevensduur. Ook is de minimale restlevensduur die aangehouden dient te worden 15 jaar in het geval van verbouw. In de NEN 8700 wordt echter aangeraden om een minimale restlevensduur aan te houden van 30 jaar. Als een gebouw getoetst wordt op afkeurniveau wordt er gerekend met een restlevensduur van 1 jaar. De referentieperiode waar mee gerekend worden is in geval van gevolgklasse 1a ook een jaar, bij gevolgklasse 1b, 2 en 3 wordt een referentieperiode aangehouden van 15 jaar. De referentieperiode en de restlevensduur zijn niet in alle gevallen gelijk. De verschillen hangen af van het risico op het verlies van mensenlevens. De veiligheidsfactoren worden namelijk bepaald aan de hand van de referentieperiode en in het geval van gevolgklasse 1b, 2 en 3 is het risico op het verlies van mensenlevens dermate hoog dat er grotere veiligheidsfactoren gebruikt moeten worden, en dus de referentieperiode hoger is dan de restlevensduur. (NEN 8700, 2011)

4.2 Belasting aanname

Het is meestal niet mogelijk om de oorspronkelijk gebruikte belastingen te achterhalen. In dat geval moet er een aanname gedaan worden van de belastingen of ze moeten vastgesteld worden door middel van meting. In veel gevallen is het vaststellen van de belastingen door middel van meting voordeliger en zullen de belastingen lager uitvallen dan als er aannames gedaan worden. (NEN 8700, 2011)

Er zijn enkele belastingen die zeer vaak voorkomen dat het aan te raden is om hier een standaard voor aan te houden. Uiteraard zijn de veranderlijke belastingen gegeven door de normen. De permanente belastingen moeten echter voor het grootste gedeelte door de constructeur bepaald worden. Hiervoor zijn voor een deel van de belastinggegevens tabellen voor te raadplegen. Wat opvalt is dat door de jaren heen de belastingen die in de tabellen vermeld staan sterk veranderd zijn. In de TGB 1955 wordt de massa van een pannendak gezet op 0,8 kN/m² en in de TGB 1972 is het op 0,7 kN/m² gezet. Terwijl tegenwoordig volgens de eurocode met een last van 0,65 kN/m² gerekend wordt. Daar tegenover staat dat de veranderlijke belastingen in de nieuwe normen hoger zijn dan in de oude. Voor de berekeningen die voor de onderzoek uitgevoerd worden zullen de belastingen uit de laatste normen aangehouden worden.

4.3 Materiaaleigenschappen

Voor het bepalen van de sterkte en eigen gewicht van een constructie is het belangrijk om de materiaaleigenschappen te weten van de constructieonderdelen. De gegevens van houtsoorten worden gepubliceerd in tabellen. De sterkte van hout heeft grote verschillen en het is dus van belang om de juiste houtsoort te bepalen van een constructie. Als het hout zichtbaar is, is het ook mogelijk om de sterkteklasse visueel te bepalen. (TU Delta, 2016) De sterkteklasse wordt bepaald volgens de NEN 6760, dit is een norm die sinds 2003 in gebruik is en net als de eurocode een Europese norm is. Volgens de NEN 6760 kan hout in 18 verschillende sterkteklassen worden ingedeeld. De sterkteklasse begint met de letter C of D, C staat voor naaldhout en D voor loofhout. Daarna volgt een nummer. Opvallend is dat eiken als loofboom toch is ingedeeld in de C klasse op de website van Centrum Hout, met C24 voor Pools eiken en C20 voor Midden-Europees eiken. (Centrum Hout, 2016) Centrum hout levert ook een brochure genaamd *Sterktegegevens van hout* In deze brochure staat eikenhout vermeld onder de sterkte D30.

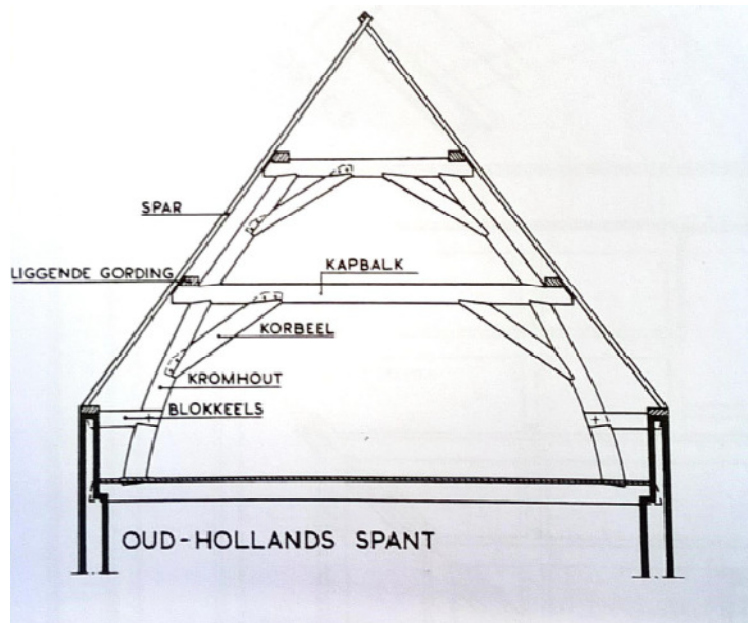
Tabel 1

Sterkteklassen van houtsoorten	
Eiken	C20/C24/D30
Grenen	C18/C24
Vuren	C18/C24

In het merendeel van de gevallen van een controleberekening zal niet bekend zijn welke sterkteklasse het hout is. In deze gevallen zal er conservatief gerekend worden en zal dus de lage sterkteklasse aangehouden worden.

4.4 Berekening Oud-Hollands spant

De methode van berekenen wordt stap voor stap opgezet zodat er gecontroleerd kan worden waar de problemen ontstaan en welke onderdelen goed verlopen. Als onderwerp om te berekenen is gekozen voor een Oud-Hollands spant. Dit spant is een veel voorkomend ontwerp in monumenten in Nederland.



Figuur 1 Oud-Hollands spant

Gebouwcategorie

Bepalen van de gebouwcategorie, deze categorie hangt af van de functie van het gebouw. Voor daken moet rekening gehouden worden met belasting van personen voor onderhoud en hier is de categorie H van toepassing. Voor daken bestaan ook categorie I en K maar deze zijn niet van toepassing voor dit onderzoek. Aan de hand van de gebouwcategorie wordt ook direct bepaald welke gevolklasse van toepassing is.

Restlevensduur

De waarde van de veranderlijke belastingen wordt vermenigvuldigd met de factor Ψ_t . Deze waarde wordt bepaald met de volgende formule:

$$\psi_t = 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \frac{t}{t_0}$$

Deze formule wordt in bovenstaande vorm gebruikt in het Excel bestand en is ontstaan uit de volgende formule uit de NEN-EN 1990:

$$F_t = F_{t_0} + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \frac{t}{t_0}$$

In deze formule is:

F_t aangepaste extreme waarde van de veranderlijke belasting bij de gekozen ontwerplevensduur;
 F_{t0} extreme waarde van de veranderlijke belasting bij de ontwerplevensduur van vijftig jaar;
 Ψ_0 factor ...;
 t gekozen ontwerplevensduur;
 t_0 ontwerplevensduur van vijftig jaar.

(Snijder & Steenbergen, Belastingen en vervormingen, 2011)

De factor Ψ_0 wordt bepaald aan de hand van tabel A1.1 uit NEN-EN 1990. Deze is afhankelijk van de functie van het te berekenen onderdeel van het gebouw. In het geval van categorie H daken is Ψ_0 altijd 0. Als er met een restlevensduur of ontwerplevensduur wordt gerekend van minder dan 50 jaar is het niet verplicht om Ψ_0 aan te passen. Als er van een levensduur van meer dan 50 jaar wordt uitgegaan is dit wel verplicht. Als er met een kortere restlevensduur wordt gerekend is Ψ_t kleiner om rekening te houden met de kans dat de extreme waarde tijdens de levensduur van het gebouw optreedt. (Snijder & Steenbergen, Krachtswerking, 2011)

Belastingen

De derde stap bestaat uit het bepalen van de belastingen. Voor daken is hierbij de dakhelling ook van belang. De dakhelling van de sporen op het spant is 53°. De spantafstand is 2,5m.

Permanente belasting

Last dak inclusief sporen, dakbeschot en pannen: 0,65 kN/m²

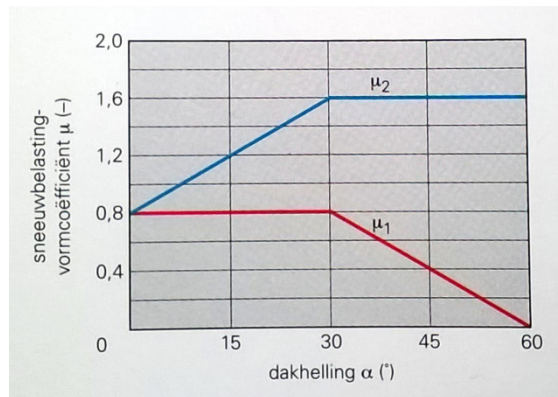
Veranderlijke belasting

Sneeuwbelasting:

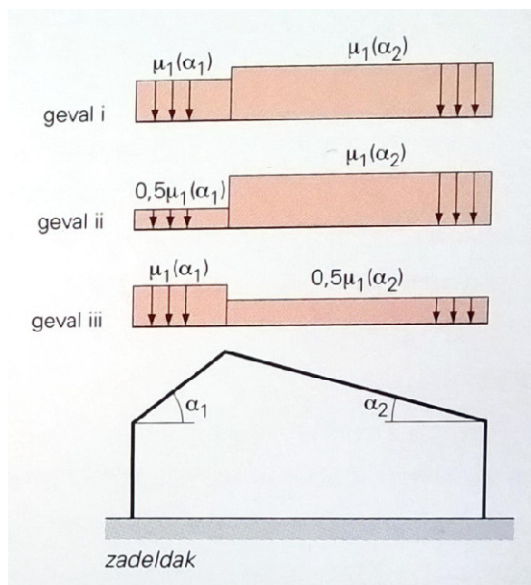
In Nederland moet volgens de NEN-EN 1991-1-3 de volgende formule gebruikt worden voor het berekenen van de sneeuwbelasting:

$$s = 0,7\mu_i \text{ kN/m}^2$$

Hierin is μ_i de sneeuwbelastingvormcoëfficiënt, deze is afhankelijk van de dakvorm. Deze coëfficiënt kan uit onderstaand figuur gehaald worden.



Figuur 2 figuur 2.16 uit Krachtswerking



Figuur 3 figuur 2.17 uit Krachtswerking

Uit afbeelding 2.16 is μ_i te halen, hier is meteen te zien dat bij een zadeldak met een dakhelling van 60° of meer geen sneeuwbelasting gerekend hoeft te worden.

Voor de dakhelling van 53° is μ_i 0,2. Als deze waarde wordt ingevuld voor de sneeuwbelasting krijgen we een sneeuwlast van:

$$s = 0,7 * 0,2 = 0,14 \text{ kN/m}^2$$

Doordat de grafiek die gebruikt is voor de waarde van μ_i niet erg precies is, is de kans groot dat de waarde niet overeen komt met wat een computerprogramma zou geven. Uit bovenstaande berekening zou met een sneeuwlast van $0,35 \text{ kN/m}^2$ gerekend moeten worden. Volgens Scia Engineer mag echter een sneeuwlast van $0,29 \text{ kN/m}^2$ gebruikt worden.

Windbelasting:

Het berekenen van de windbelasting is in de Eurocodes een ingewikkeld proces en zal in de praktijk over het algemeen overgelaten worden aan een computerprogramma. In de tijd die beschikbaar is voor dit onderzoek is het niet mogelijk om het berekenen van de windbelasting uitgebreid genoeg uit te werken dat er een beter begrip uit gekregen wordt en de mogelijkheid te onderzoeken of de belasting daardoor mogelijk verlaagd kan worden.

4.5 Toetsing

In deze paragraaf wordt de sterkteberekening van de constructie uitgewerkt inclusief de verschillende punten waar rekening mee gehouden moet worden zoals verschillende houtsoorten en verbindingsmethoden. De dakspanten worden ingevoerd in Scia Engineer. Dit constructieve rekenprogramma berekend de krachten die in het spant werken en deze kunnen handmatig getoetst worden op sterkte volgens de eurocode. Uit de gegevens van Scia Engineer komen de momenten, dwarskrachten, normaalkrachten en verplaatsingen. Deze kunnen alle maatgevend zijn in de berekening en in sommige gevallen is een combinatie maatgevend. Eurocode 5 schrijft methodes voor waaraan verschillende onderdelen van een houtconstructie aan getoetst moeten worden. Problemen ontstaan doordat de eurocode niet voorziet op het gebied van traditionele verbindingen. Alle toetsingen zijn uitgevoerd in Excel, de uitdraai hiervan is te vinden in bijlage H.

4.5.1 Rekenmodel

Voor het berekenen van het spant moet eerst een rekenmodel opgezet worden. Eerst zijn de sporen gemodelleerd en daar de krachten opgezet die er op spelen. Uit deze berekening zijn de reactiekrachten gehaald en die zijn op het spant geplaatst. Het is de kunst om het spant zo dicht mogelijk bij de werkelijkheid te schematiseren. (zie NEN-EN 1995-1-1 hoofdstuk 5.5.2) Er wordt verondersteld dat de verbinding tussen de houten balken geen moment en geen trek mogen opnemen. Toch zal dit in de praktijk wel gebeuren doordat het gesloten verbindingen zijn die strak getrokken zijn met toognagels. Er is voor gekozen om het spant volledig scharnierend te modelleren, aangezien de meest negatieve belastingen worden gerekend.

4.5.2 Kromhout

Het kromhout is in Scia Engineer opgebouwd uit twee staven om rekening te houden met de kromming. De staafnummers in het model zijn: S7, S8, S9 en S10. Hierbij bestaan S7 en S9 uit een stuk en S8 en S10 uit een stuk. Het kromhout is ondersteund door een trekbalke en is hierin vastgezet. In het model is hiermee rekening gehouden door de vaste ondersteuning. Een roloplegging zou hier ook onmogelijk zijn om toe te passen aangezien de constructie dan instabiel is. Wat ook duidelijk af te lezen is aan de horizontale krachten in de steunpunten.

De volgende krachten zijn maatgevend voor dit gedeelte van de constructie:

Staatf	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S9	Combi1/5	0,822	-41,72	15,04	12,38
S9	Combi1/5	0,000	-41,60	15,09	0,00
S10	Combi1/2	0,822	13,69	-14,38	-11,80

Met een grootste Unity check van 0,75 voldoet het kromhout ruim aan de eisen.

4.5.3 Kapbalk

De kapbalk is bedoeld als trekbalk die de spatkrachten van het bovenliggende spant op kan vangen. Om te zorgen dat de trek opgevangen kan worden wordt er gebruik gemaakt van een zogenaamde gesloten verbinding tussen de krommer en de kapbalk. Bij deze verbinding wordt een pen aan de krommer gemaakt die in een gat past in de kapbalk. Deze verbinding wordt vastgezet door middel van toognagels.

De volgende krachten zijn maatgevend voor de kapbalk:

Staaf	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S5	Combi1/5	4,127	-38,44	-18,95	-2,64
S5			31,69		

De maatgevende combinatie die gegeven wordt door Scia Engineer is een belasting waar geen trek in voorkomt. In de modellen is echter te zien dat er wel trek voorkomt in de kapbalk tussen het korbeel en het kromhout. Daarom wordt de balk ook getoetst op trek. De kapbalk voldoet aan de eisen, ook op het zwakste punt, namelijk ter plaatse van de verbinding tussen de kapbalk en het kromhout.

4.5.4 Korbeel

De verschillende onderdelen van het spant hebben druk of trek te verwerken. Ook kan per belastinggeval verschillen of een onderdeel trek of druk moet opnemen. Het is van belang dat in dit geval de realiteit zo dicht mogelijk benaderd wordt. Dit betekent dus dat onder andere de korbelen, die ontworpen zijn om druk op te nemen wel berekend moeten worden op trek en de toognagels die de korbelen vast zetten getoetst moeten worden op afschuiving.

Een toognagel is een achzijdige taps lopende houten pen en heeft over het algemeen een doorsnede van ongeveer 20 mm. De trek wordt door de toognagels opgevangen en zorgt ervoor dat de trekkracht naar het kromhout en de kapbalk wordt geleid, hierdoor ontstaat een trekkracht dwars op de vezelrichting van het kromhout. Dit is de richting waarop het hout het minste trek kan opvangen. Het komt vaker voor dat dergelijke verbindingen bezwijken zoals in onderstaande afbeelding te zien is. Hier is enkel de trekcapaciteit in de verbinding verdwenen, de toognagels houden de constructieonderdelen nog steeds op hun plaats dus druk kan nog steeds opgevangen worden.



Figuur 4 Bron: Rapportage kap boven plenaire zaal 1^{ste} kamer door Nedon Adviesburo BV

Er is een berekening uitgevoerd om te controleren wat er met het spant gebeurd mocht een dergelijk verbinding bezwijken. De toetsing hiervan is uitgevoerd in de volgende paragraaf.

4.5.5 Bezweken verbindingen

Voor de toetsing van de bezweken verbinding zoals besproken in paragraaf 4.5.4 zijn de korbelen aan de zijde van de windrichting verwijderd uit het spant. (Zie bijlage C) Uiteraard zijn de korbelen aan de linkerzijde in werkelijkheid wel aanwezig en zullen deze de drukkrachten opnemen als de wind uit de andere richting werkt.

Staaf	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S14	Combi1/9	0,000	-82,50	0,06	0,00

De drukkracht wordt richting het kromhout geleid over een oppervlak van 200 x 50 mm. Als we dit vlak toetsen op een last van 82,50 kN komen we uit op een Unity check van 0,89 als er rekening wordt gehouden met de hoek van de belasting. Als het vlak evenwijdig met de vezelrichting belast wordt is de Unity check 0,68. Hieruit blijkt dat de vlakken de drukkrachten ruim kunnen opvangen.

Doordat de verbindingen bezweken zijn krijgt ook de kapbalk grotere krachten te verwerken. Daarom moet deze nog een keer getoetst worden om te controleren of deze ook voldoet in deze toestand.

Staaf	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S5	Combi1/2	0,300	61,67	-41,06	0,09
S5	Combi1/9	0,972	58,99	-41,19	-28,11
S5	Combi1/5	0,972	58,93	-41,08	-28,32

Uit toetsing blijkt dat de trek balk in deze situatie niet voldoet, de Unity check komt uit op 1,70. Dit bezwijken zou dus waarschijnlijk gebeuren bij een zware storm met een windsnelheid van 27m/s. Wat neerkomt op windkracht 10. Met deze windkracht is grote

schade aan gebouwen te verwachten. (KNMI, 2016) Om de stabiliteit van het dak te waarborgen is het aan te raden om de korbelen goed te koppelen aan de rest van de constructie. Verschillende methoden om dit te doen worden in paragraaf 4.6 behandeld.

Om te toetsen op welk moment de korbelen zouden bezwijken is de windkracht in de berekening verlaagd. (Zie bijlage F) Hieruit blijkt dat zelfs als de windkracht 5 maal zo klein wordt de korbelen alsnog zouden bezwijken. De verlaging van de windkracht komt neer op windkracht 3. Dit betekent dat er met 100% zekerheid vanuit kunnen gaan dat de korbelen in dit spant bezwijken zijn. Om te toetsen wanneer het spant verder bezwijkt is nog een maal de berekening met de bezwijken korbelen uitgevoerd. Ook hier is de windkracht verlaagd.

In het geval van bezwijken verbindingen in de korbelen is de kapbalk het zwakste punt in de constructie. Bij de volledige belasting kwam er een Unity check van 1,7 uit. Daarom is de windbelasting met 1,7 verlaagd en na berekening is de Unity check nog 1,01. (Zie bijlage G) De windbelasting is in dit geval windkracht 7. De enige conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat het zeer waarschijnlijk is dat het spant op enig moment in zijn bestaan bezwijken zou zijn. Het is dus realistischer om te bedenken dat de houtsterkte hoger moet zijn geweest. In de volgende paragraaf wordt dit behandeld.

4.5.6 Betere houtsoorten

Omdat het spant in de praktijk al lang bezwijken zou zijn als de houtkwaliteit C20 zou zijn geweest wordt de kwaliteit voor de volgende toetsing opgeschroefd naar D30. Dit is een enorm verschil in de sterkte van het hout maar volgens de sterktetabellen van Centrum Hout niet onrealistisch.

Het is ook mogelijk om de sterkte van het hout te laten controleren door een expert. In dat geval is het soms mogelijk om een hogere sterkteklasse aan te houden. Als er bijvoorbeeld geconstateerd wordt dat de sterkteklasse van het hout D30 is. Dan voldoet de constructie volgens de eurocode bijna, met een unity check van 1,13. Dit is in het meest ongunstige geval, waarbij de verbindingen van de korbelen als volledig bezwijken worden gerekend.

4.5.7 Muren

In deze paragraaf wordt gekeken of muren enig effect hebben op de sterkte van de constructie. Het is mogelijk dat ze een positief effect hebben op het krachtsverloop. Om dit te toetsen wordt de verticale belasting op de muur bekeken en het gewicht van de muur zelf. Hieruit wordt bepaald hoeveel weerstand de muur kan bieden in horizontale richting.

De muur is een steens muur van 210 mm dik en 800 mm hoog. De permanente verticale belasting op de muur vanuit het dak is 1,41 kN. Het eigen gewicht van de muur is over een lengte van 2,5 m (spantafstand is 2,5 m):

$$0,21 * 0,80 * 2,50 = 0,42 \text{ m}^3$$

$$0,42 * 20 = 8,4 \text{ kN}$$

Het maximum moment om het kantelpunt geeft dan:

$$M = 9,81 * 0,105 = 1,03 \text{ kNm}$$

De maximale horizontaalkracht die de muur kan opvangen is:

$$\frac{1,03}{0,8} = 1,28 \text{ kN}$$

De totale weerstand die de muren kunnen bieden is 1,28 kN. Als proef is deze belasting ingevoerd in Scia Engineer zodat bekeken kan worden of deze belasting een positief effect heeft op de constructie. Deze berekening is te vinden in bijlage D. Uit deze proef blijkt dat deze belasting een zeer gering effect heeft en het dus niet interessant is om hem mee te nemen in de berekening. Ook omdat het mogelijk de berekening minder veilig maakt aangezien er voor een bepalen van de tegendruk van de muur verschillende aannames zijn gedaan.

4.6 Schade en herstel

Er zijn verschillende methoden om houten balken te herstellen van schade, een veel gebruikte methode is het gebruik van polymeertechnisch herstel. Het gebruik van polymeertechnisch herstel is af te raden als er andere methoden van herstel mogelijk zijn. Deze methode van herstellen voldoet niet aan het Charter van Venetië en de BRL 5020. (Hemert, 2013) Artikel 10 uit het Charter van Venetië zegt namelijk:

Artikel 10 - Indien voor de consolidering van een monument de traditionele technische middelen niet toereikend blijken te zijn, mag een beroep worden gedaan op alle moderne conserverings- en constructiemethoden, waarvan de doeltreffendheid wetenschappelijk is aangetoond en door de ervaring is verzekerd.

Charter van Venetië
Internationaal Handvest voor behoud en restauratie van monumenten en stads- en dorpsgezichten. Goedgekeurd op het 2de Internationale Congres van Architecten en Technici op het gebied van de monumentenzorg van 25-31 mei 1964 te Venetië. Aanvaard door ICOMOS in 1965.

Als er echter schilderijen op balken te vinden zijn is het in veel gevallen beter om wel gebruik te maken van polymeertechnisch herstel aangezien er met deze methode voor gezorgd kan worden dat het materiaalverlies zo klein mogelijk blijft.

Aan te raden is om schade te laten herstellen door een gespecialiseerd restauratietimmerbedrijf. Een ervaren restauratietimmerman zal ervaring hebben met het op de juiste manier herstellen van schade zodat de monumentale waarde zo min mogelijk aangetast zal worden. (Hemert, 2013)

Scheuren in hout zorgen in de meeste gevallen niet voor een verzwakking van het hout. De regel die aangehouden dient te worden is dat de scheur geen problemen oplevert voor de sterkte als deze minder dan de helft van de breedte van de balk bedraagt. (zie SHR Journaal in bijlage D)

De controle van hout op schimmels en andere vormen van aantasting dienen uitgevoerd te worden door gespecialiseerde bedrijven. Ook als er gaten gevonden worden van houtworm is het van belang om een specialist in te schakelen om de aantasting en activiteit te controleren.

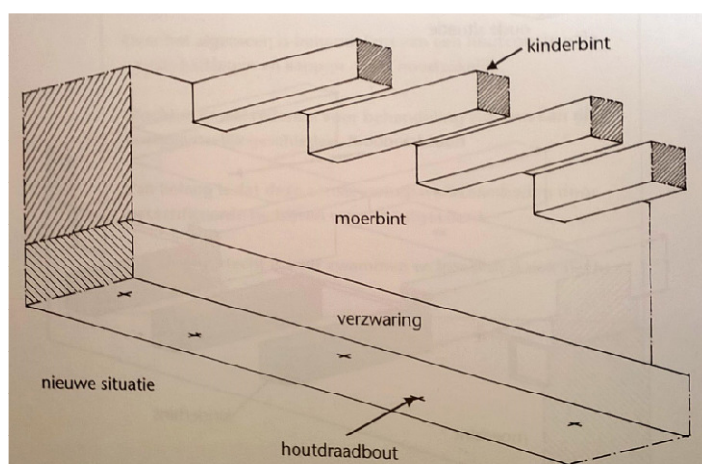
4.6.1 Traditionele herstmethodes

De traditionele herstmethodes die in deze paragraaf worden behandeld hebben in de meeste gevallen de voorkeur boven polymeertechnisch herstel. De reden waarom deze methodes voor monumenten aangeraden worden is omdat ze reversibel zijn. Er mag dan ook geen lijm gebruikt worden om de verbindingen vast te zetten zodat ze op een later tijdstip weer uit elkaar gehaald kunnen worden door de toognagels te verwijderen. Er zijn twee uitzonderingen. Als om enige reden zo veel mogelijk van het oorspronkelijke materiaal behouden moet blijven, zoals bij bijzonder schilderwerk, dan is het aan te raden om wel gebruik te maken van polymeertechnisch herstel. Verder is het nodig om te lijmen bij het versterken van een balklaag door het aanzetten van hout. Het is in dat geval namelijk de bedoeling dat de twee losse balken een geheel gaan vormen. Om hiervoor te zorgen is het nodig om zowel te schroeven als te lijmen.

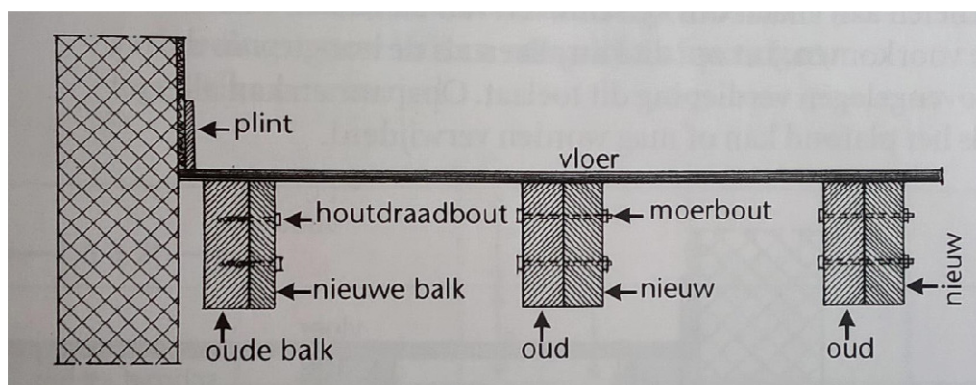
Versterken van houten balklagen

Het kan voorkomen dat een houten balklaag versterkt moet worden, dit kan verschillende oorzaken hebben. Oorzaken zijn onder andere het veranderen van functie of door kruip, waardoor de balklaag zo ver is doorgebogen dat dit hinderlijk wordt in het gebruik. Er zijn verschillende methoden om de balklaag te versterken waarbij elke zijn voor- en nadelen heeft.

De meest efficiënte methode om een balk te versterken is door de onderzijde van de balk te verzwaren. Hierdoor wordt met zo min mogelijk materiaal het grootste effect in stijfheid behaald.



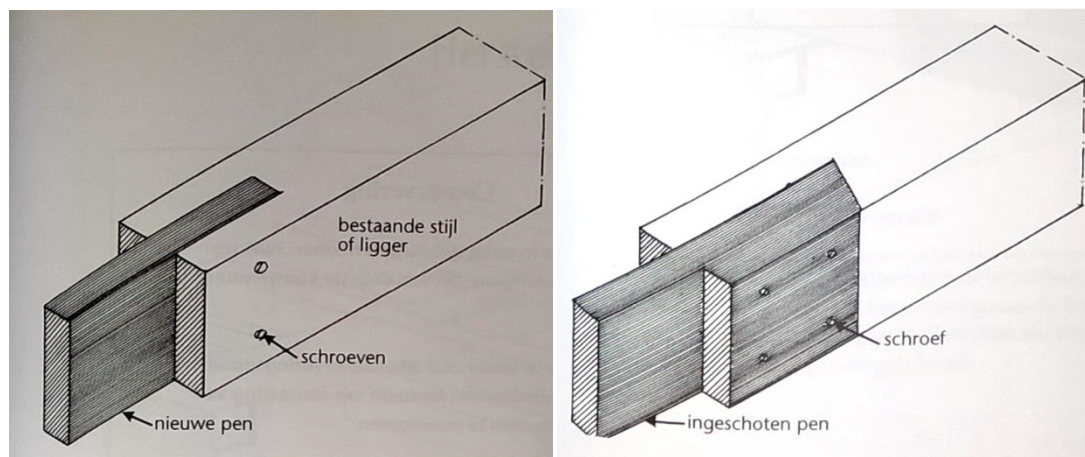
In sommige gevallen is het niet mogelijk om aan de onderzijde van de balk hout toe te voegen. Dit kan voorkomen als er te weinig ruimte in de hoogte beschikbaar is. In dat geval is het mogelijk om de balken op te dikken.



In beide gevallen is het van belang dat er voor gezorgd wordt dat het toegevoegde gedeelte gaat samenwerken met de oorspronkelijke balk. Om hiervoor te zorgen moet het hout zowel gelijmd als geschroefd worden. In de meeste gevallen wordt lijmen van de constructie afgeraden maar in dit geval is het noodzakelijk om er voor te zorgen dat de balken een geheel gaan vormen.

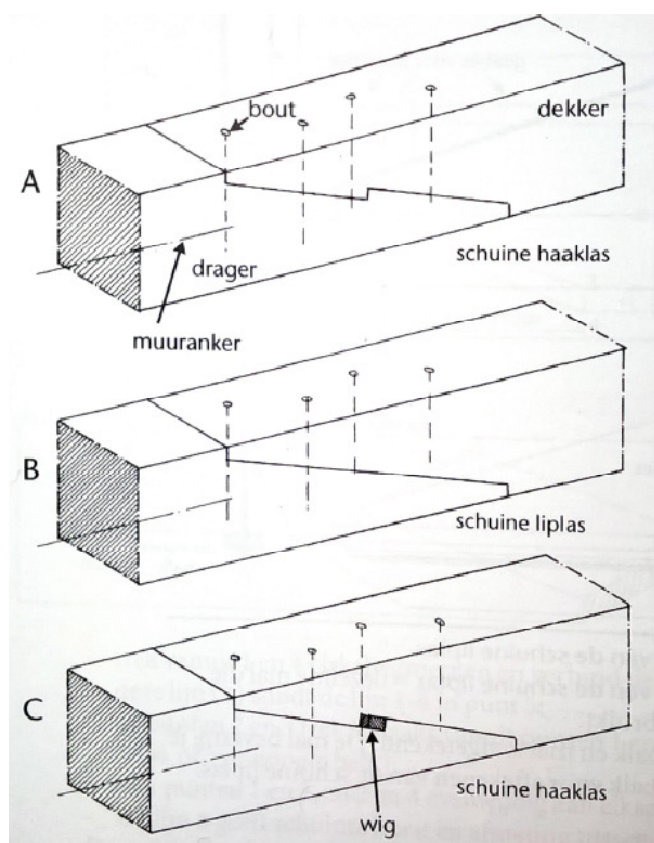
Vervangen van houten onderdelen

Het komt regelmatig voor dat delen van houten constructies vervangen moeten worden vanwege aantasting door houtrot of houtworm. Het is vaak niet nodig om het hele constructieonderdeel te vervangen, vaak is het genoeg om slechts een gedeelte te vervangen.



Figuur 5 vervanging van verbindingen

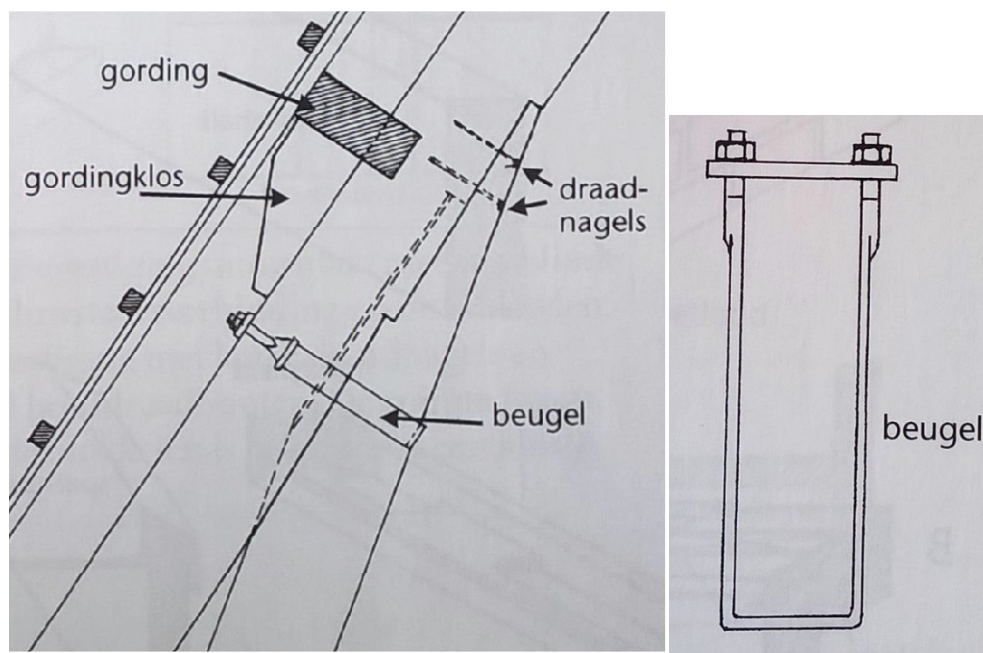
Aangezien balkkoppen vaak in muren opleggen worden deze regelmatig aan vocht blootgesteld en is de kans groot dat deze gaan rotten. Het komt dan ook regelmatig voor dat deze vervangen moeten worden. De traditionele methode om dit te doen is volgens onderstaande methode. Hier wordt ook regelmatig polymeertechnisch herstel toegepast.



Figuur 6 Vervangen balkkop

Versterken verbindingen

Zoals in voorgaande paragrafen behandeld zijn de verbindingen zwakke punten in de constructie en kan het noodzakelijk zijn om deze te versterken. Het is mogelijk om deze verbinding te versterken door gebruik te maken van een stalen beugel die om de verbinding heen gezet wordt en dan de krachten op vangt. De voornaamste functie van deze beugel is zorgen dat de korbeel op zijn plaats blijft. Trek zal deze nauwelijks kunnen opvangen.



Figuur 7 Toepassing van een beugel

Alle afbeelding in deze paragraaf komen uit:

Hemert, M. v. (2013). *Houtconstructies: balklagen, gebinten en kapconstructies*. Amsterdam: Stichting Nationaal Restauratie Centrum.

5. Discussie

Zelfs zonder aanpassingen van veiligheidsfactoren aan de hand van de NEN 8700 blijkt dat er veel gedaan kan worden om te zorgen dat een constructie niet volledig afgekeurd wordt. Zo is het mogelijk om dichter bij de werkelijke belastingen te gaan zitten dan wat de tabellen aangeven. Ook is het belangrijk om verder te kijken dan één constructieonderdeel dat bezwijkt. In het geval van het bezwijken van de verbindingen van de korbelen bijvoorbeeld is het makkelijk om te zeggen dat de constructie niet voldoet en dat daar wat aan gedaan moet worden. Als echter verder gekeken wordt is het duidelijk dat het bezwijken van de korbelen op trek geen probleem hoeft te zijn en dat er slechts een eenvoudige versterking aan de kapbalk hoeft plaats te vinden. Daarnaast is het wel noodzakelijk om er voor te zorgen dat de korbelen op hun plaats blijven zitten zodat deze ten alle tijden druk op kunnen vangen. Bij bestaande constructies is het dus van belang om er rekening mee te houden dat deze niet altijd doen wat op het eerste gezicht verwacht wordt.

Het grootste voordeel dat behaald kan worden uit het toepassen van de NEN 8700 is het toepassen van belastingen op het rechtens verkregen niveau. Hierdoor is het mogelijk om de oorspronkelijk toegepaste belastingen te gebruiken. Dit zorgt in de meeste gevallen voor een verlaging van de belastingen ten opzichte van de eurocodes en kan er dus voor zorgen dat een constructie niet onnodig versterkt hoeft te worden.

6. Conclusies en aanbevelingen

Voor het bepalen van de sterkte van bouwconstructies moeten in de eerste plaats de eurocodes gebruikt worden. Voor houten bouwconstructies is naast eurocode 0 en eurocode 1 de eurocode voor het bepalen van de sterkte van hout, eurocode 5, van belang. Daarnaast is het mogelijk om gebruik te maken van de NEN 8700 voor de eisen die gesteld worden voor het bepalen welke factoren en belastingen gebruikt mogen worden. De NEN 8700 is speciaal bedoeld voor verbouw van constructies.

Als bestaande houtconstructies berekend moeten worden is het zeer belangrijk om er voor de te zorgen dat er een controle van de houtconstructie gedaan wordt door een expert. Hout wordt namelijk gemakkelijk aangetast door organismen en de mate van aantasting is niet te bepalend door iemand die hier geen ervaring mee heeft.

Er zijn twee hoofdmethoden om bestaande houtconstructies te versterken en om kapotte delen te vervangen. Het kan door middel van polymeertechnisch herstel of op een traditionele methode door een gespecialiseerd timmerman. Het nadeel van polymeertechnisch herstel is dat het niet reversibel is. Dat betekent dat het niet mogelijk is om de wijziging aan de constructie terug te draaien op een later tijdstip. Daarom wordt in de gevallen dat het niet noodzakelijk is om polymeertechnisch herstel toe te passen de traditionele methode aangeraden. Deze is namelijk terug te draaien waardoor het mogelijk is om later als de ideeën over het behoudt van monumenten veranderen het monument tot op zekere hoogte weer te herstellen in de staat die gewenst is.

Doordat er grote verschillen zitten in verschillende constructies is het praktisch gezien onmogelijk om een standaard methode op te zetten voor het berekenen van monumentale houtconstructies. Wel zijn er een aantal dingen waar op gelet moet worden bij het berekenen van een bestaande constructie. Zo is het belangrijk om er rekening mee te houden dat door kruip en zakkingen van het gebouw mogelijk andere krachtsverdelingen in constructie voorkomen dan verwacht wordt. Het is ook te simpel om te zeggen dat een constructie niet voldoet als een bepaald constructiedeel niet voldoet. Zoals bij de berekening van het Oud-Hollands spant te zien is. Blijkt dat een constructie kan voldoen aan de minimum eisen terwijl het op het eerste gezicht lijkt dat deze niet voldoet.

Omdat het onderzoek voornamelijk een oriënterend onderzoek is geweest naar de berekening van monumenten beveel ik aan om verder de diepte in te gaan met de NEN 8700 zodat er mogelijk meer winst te behalen valt op het vlak van lasten en veiligheidsfactoren.

Bronnenlijst

- Bouwbesluit 2012*. (2016, mei 3). Opgehaald van <http://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet/bb2012>
- Centrum Hout. (2014). *Sterktegegevens van hout*. Almere.
- Centrum Hout. (2016, juni 1). *Sterkteklasse*. Opgehaald van Houtdatabase: <http://www.houtdatabase.nl/?q=hout/info/veld/sterkteklasse>
- CNB. (1955). *Technische grondslagen voor bouwvoorschriften TGB 1955*. Den Haag: CNB.
- Hemert, M. v. (2013). *Houtconstructies: balklagen, gebinten en kapconstructies*. Amsterdam: Stichting Nationaal Restauratie Centrum.
- Houtinfo*. (2016, mei 3). Opgehaald van <http://www.houtinfo.nl/>
- Kennis- en projectenbank herbestemming*. (sd). Opgehaald van <http://www.kennisbankherbestemming.nu/kennisdossiers/agrarisch-erfgoed/praktijk-herbestemmen/constructiesterkte>
- KNMI. (2016, juni 10). *KNMI - Windschaal van Beaufort*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/windschaal-van-beaufort>
- Nederlands Normalisatie-instituut. (1972). *Technische grondslagen voor de berekening van bouwconstructies - TGB 1972*. Rijswijk: NNI.
- NEN 8700. (2011). *NEN 8700 Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - grondslagen*.
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. (2010). *Een toekomst voor boerderijen*. Amersfoort.
- SHR. (2004). Scheuren in hout - vaak niet onveilig. *SHR Journaal*.
- Snijder, H., & Steenbergen, H. (2011). Belastingen en vervormingen. In H. Snijder, & H. Steenbergen, *Krachtswerking* (p. 11). Zoetermeer: Bouwen met Staal.
- Snijder, H., & Steenbergen, H. (2011). *Krachtswerking*. Zoetermeer: Bouwen met Staal.
- TU Delta. (2016, juni 1). *Scheuren en houtwormen*. Opgehaald van TU Delta: <http://delta.tudelft.nl/artikel/scheuren-en-houtwormen/1046>
- Tussenbroek, v. (2012). *Historisch hout in Amsterdamse monumenten*. Amsterdam.

Bijlage A - Sporen Oud-Hollands spant Scia Engineer

Project	Sporen Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Hoofdstuk: invoer project	2
3. Project	2
4. Rekenmodel	3
5. Materialen	3
6. Overzicht staven en knopen	4
7. Knoop	4
8. 1D-staaf	4
9. Knoopondersteuning	4
10. BG2 e.g. dak	5
11. BG3 wind links overdruk	5
12. BG4 wind links onderdruk	6
13. BG5 sneeuw	6
14. Lijnlasten op staven	7
15. Reacties; e.g. dak	8
16. Reacties e.g. dak	8
17. Reacties; wind links overdruk	9
18. Reacties wind links overdruk	9
19. Reacties; wind links onderdruk	10
20. Reacties wind links onderdruk	10
21. Reacties; sneeuw	11
22. Reacties sneeuw	11

Project	Sporen Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

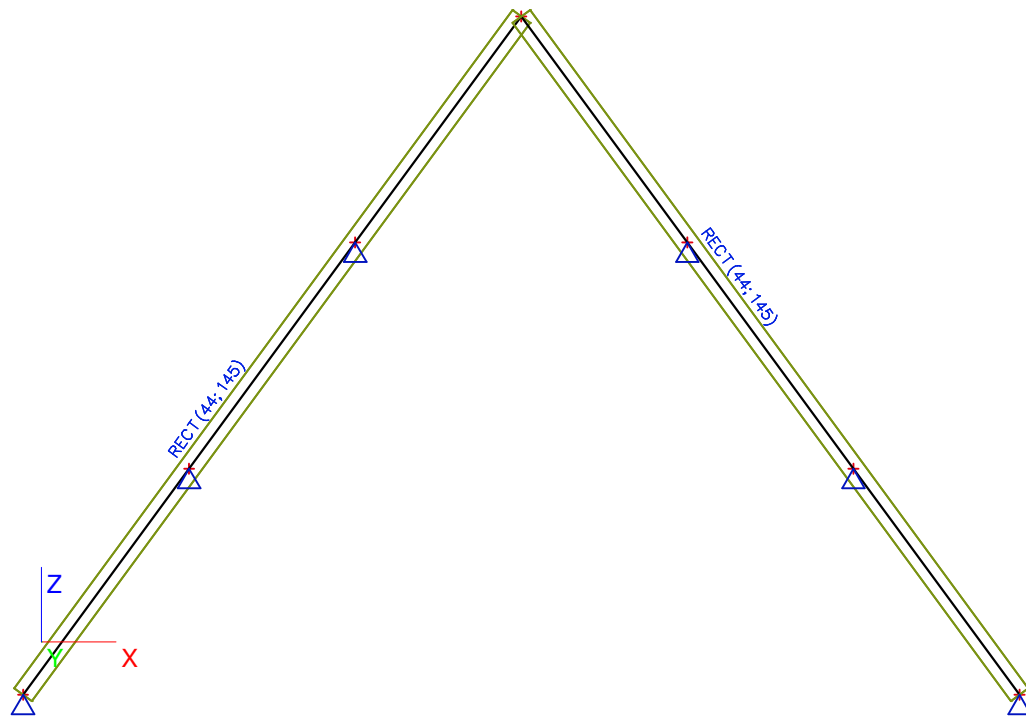
2. Hoofdstuk: invoer project

3. Project

Licentienaam	Faktor Civil Engineering
Project	Sporen Oud-Hollands spant
Auteur	J. Ludolphij
Datum	07. 06. 2016
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	7
Aantal staven :	2
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	1
Gravitatieversnelling [m/sec ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN
Functionaliteit	Klimaatlasten Staal
Lastomschrijving	Winddruk volgens EC1 V bo 27.00 V _{b,0} - basis windsnelheid C _{rch} 1.00 c _{dir} - richtingsfactor C seizoen 1.00 c _{seizoen} - seizoensfactor C _{or} 1.00 c _o - orografische factor k _l 1.00 k _l - turbulentiefactor C _{waar} 1.00 c _{prob} - waarschijnlijkheidsfactor ro 1.25 ro - luchtdichtheid Waarschijnlijkheid p 2.00 p K 0.23 K - vormfactor n 0.50 n - exponent Terrein - I Kr - terrein factor 0.209 z ₀ - ruwheidslengte 0.200 z _{min} - minimale hoogte 4.00 Interne druk voor 2D wind - geen hoofdvlak diepte 8.60 b - breedte van de constructie hoogte z ₀ 0.00 Terreinhoogte EC-sneeuwbelastingen Sk 0.70 kN/m ² karakteristieke waarde voor sneeuwlast Ce 1.00 blootstellingscoëfficiënt Ct 1.00 thermische coëfficiënt Cesl Uitzonderlijke sneeuw coëfficiënt - niet beschouwd

Project	Sporen Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

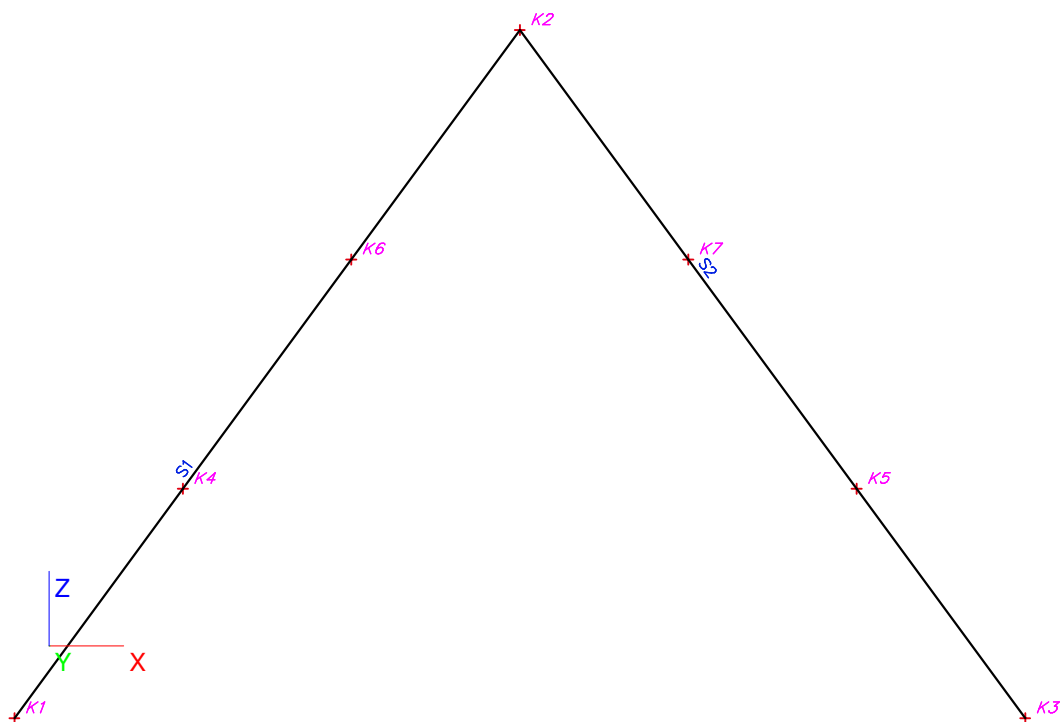
4. Rekenmodel



5. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Houtsoort
C18	Hout	320,0	9,0000e+03	0	5,6000e+02	0,00	Vast

6. Overzicht staven en knopen



7. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	6,000	K5	5,533	7,507
K2	3,320	10,520	K6	2,213	9,013
K3	6,640	6,000	K7	4,427	9,013
K4	1,107	7,507			

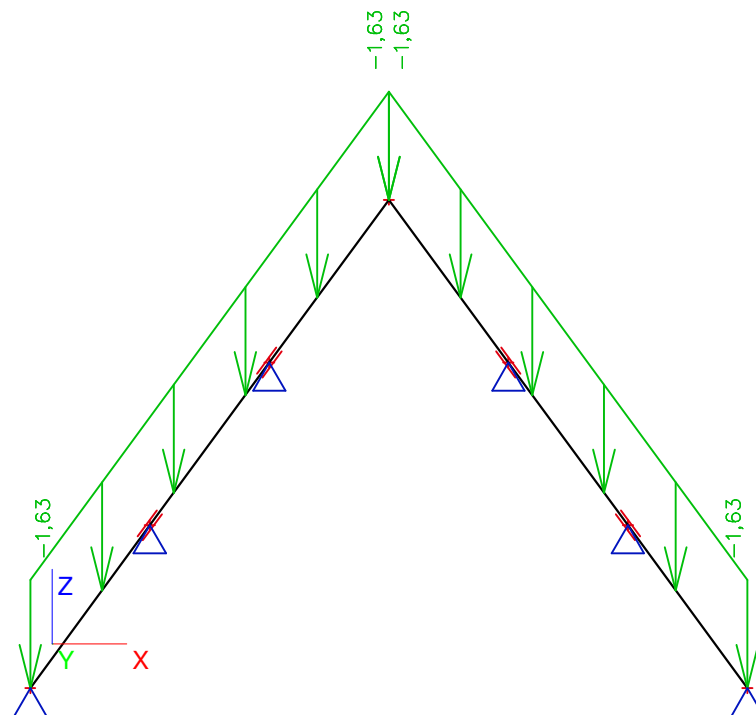
8. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S1	CS1 - RECT (44; 145)	5,608	Lijn	K1	K2	Balk (80)	standaard	Laag1
S2	CS1 - RECT (44; 145)	5,608	Lijn	K2	K3	Balk (80)	standaard	Laag1

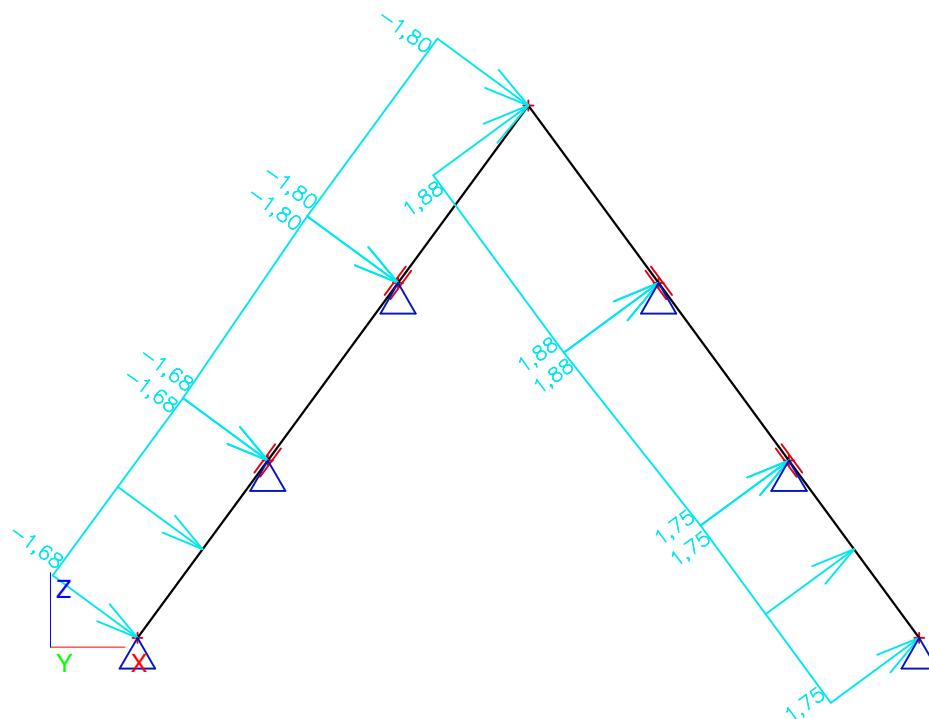
9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K1	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn2	K3	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn3	K4	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn4	K5	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn6	K6	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn7	K7	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij

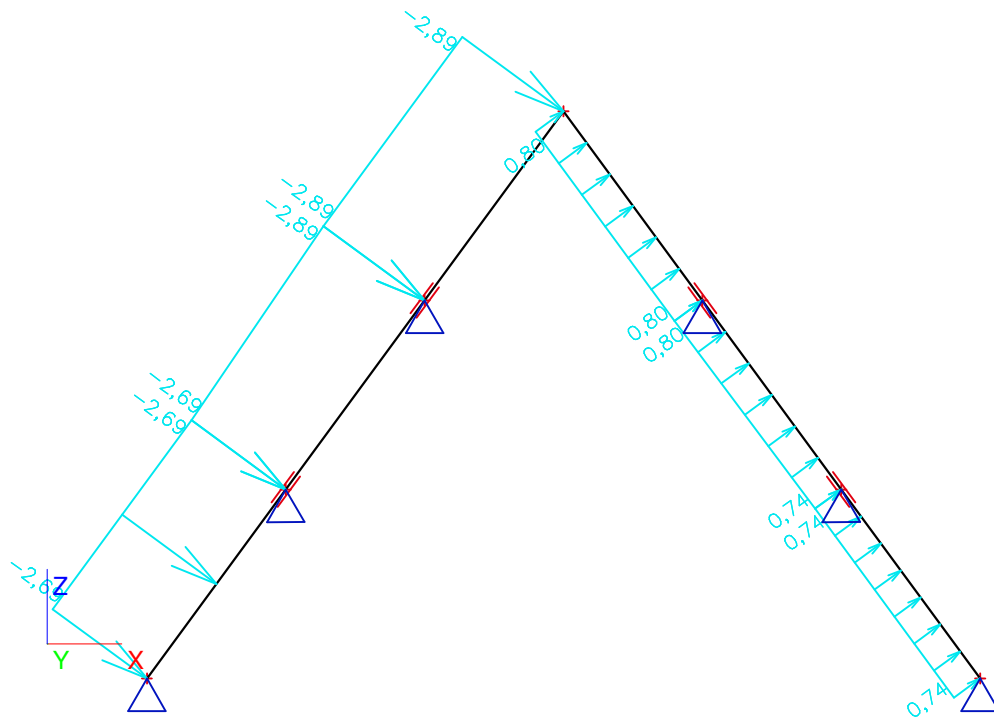
10. BG2 e.g. dak



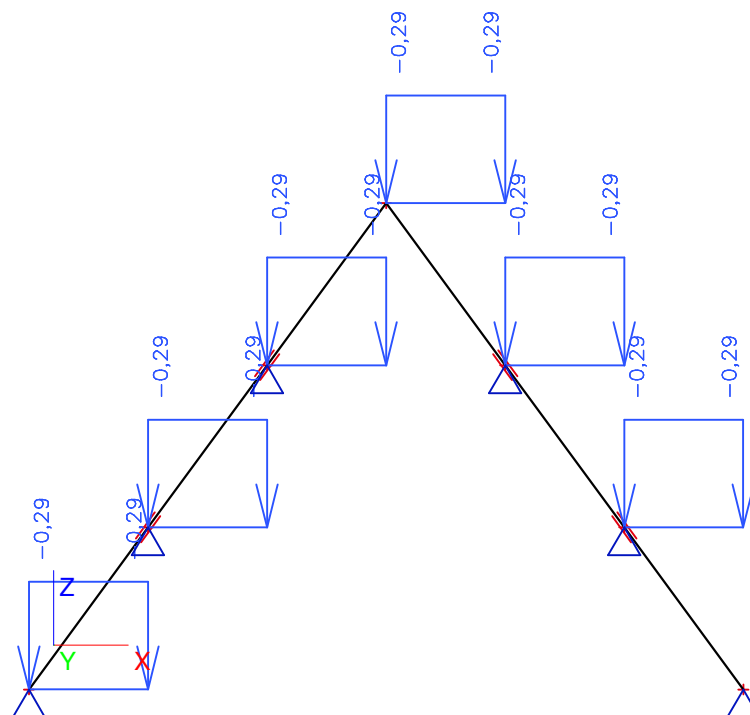
11. BG3 wind links overdruk



12. BG4 wind links onderdruk



13. BG5 sneeuw

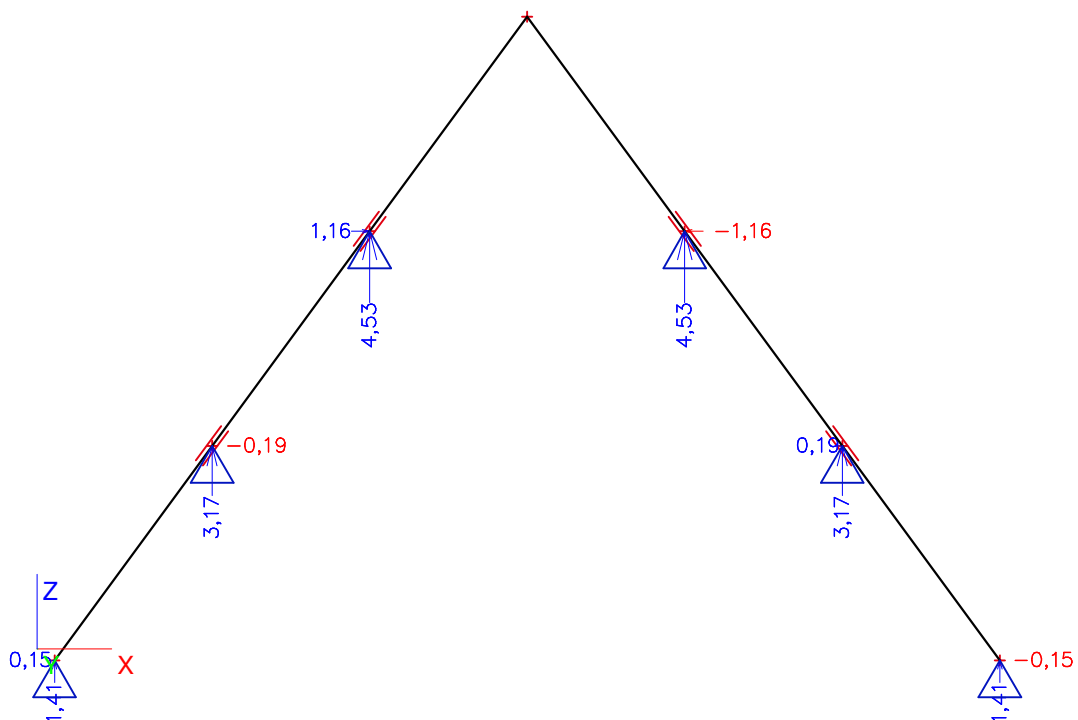


Project	Sporen Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

14. Lijnlasten op staven

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	P1 [kN/m] P2 [kN/m]	W _i [m]	x1 [m] x2 [m]	Coör Loc	Oors	Exc ez [m]
LF8	S1 BG3 - wind links overdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	-1,68 -1,68	2,500	0,001 1,869	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF9	S1 BG3 - wind links overdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	-1,68 -1,80	2,500	1,869 3,739	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF10	S1 BG3 - wind links overdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	-1,80 -1,80	2,500	3,739 5,608	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF11	S2 BG3 - wind links overdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	1,88 1,88	2,500	0,000 1,869	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF12	S2 BG3 - wind links overdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	1,88 1,75	2,500	1,869 3,739	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF13	S2 BG3 - wind links overdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	1,75 1,75	2,500	3,739 5,607	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF14	S1 BG4 - wind links onderdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	-2,69 -2,69	2,500	0,001 1,869	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF15	S1 BG4 - wind links onderdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	-2,69 -2,89	2,500	1,869 3,739	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF16	S1 BG4 - wind links onderdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	-2,89 -2,89	2,500	3,739 5,608	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF17	S2 BG4 - wind links onderdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	0,80 0,80	2,500	0,000 1,869	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF18	S2 BG4 - wind links onderdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	0,80 0,74	2,500	1,869 3,739	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
LF19	S2 BG4 - wind links onderdruk	Wind LCS	Z Gelijkmatig	0,74 0,74	2,500	3,739 5,607	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast1	S1 BG2 - e.g. dak	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-1,63		0,000 1,000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast2	S2 BG2 - e.g. dak	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-1,63		0,000 1,000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
LF20	S1 BG5 - sneeuw	Sneeuw GCS	Z Gelijkmatig	-0,29 -0,29	2,500	0,001 1,869	Abso Projectie	Vanaf begin	0,000
LF21	S1 BG5 - sneeuw	Sneeuw GCS	Z Gelijkmatig	-0,29 -0,29	2,500	1,869 3,739	Abso Projectie	Vanaf begin	0,000
LF22	S1 BG5 - sneeuw	Sneeuw GCS	Z Gelijkmatig	-0,29 -0,29	2,500	3,739 5,608	Abso Projectie	Vanaf begin	0,000
LF23	S2 BG5 - sneeuw	Sneeuw GCS	Z Gelijkmatig	-0,29 -0,29	2,500	0,000 1,869	Abso Projectie	Vanaf begin	0,000
LF24	S2 BG5 - sneeuw	Sneeuw GCS	Z Gelijkmatig	-0,29 -0,29	2,500	1,869 3,739	Abso Projectie	Vanaf begin	0,000
LF25	S2 BG5 - sneeuw	Sneeuw GCS	Z Gelijkmatig	-0,29 -0,29	2,500	3,739 5,607	Abso Projectie	Vanaf begin	0,000

15. Reacties; e.g. dak

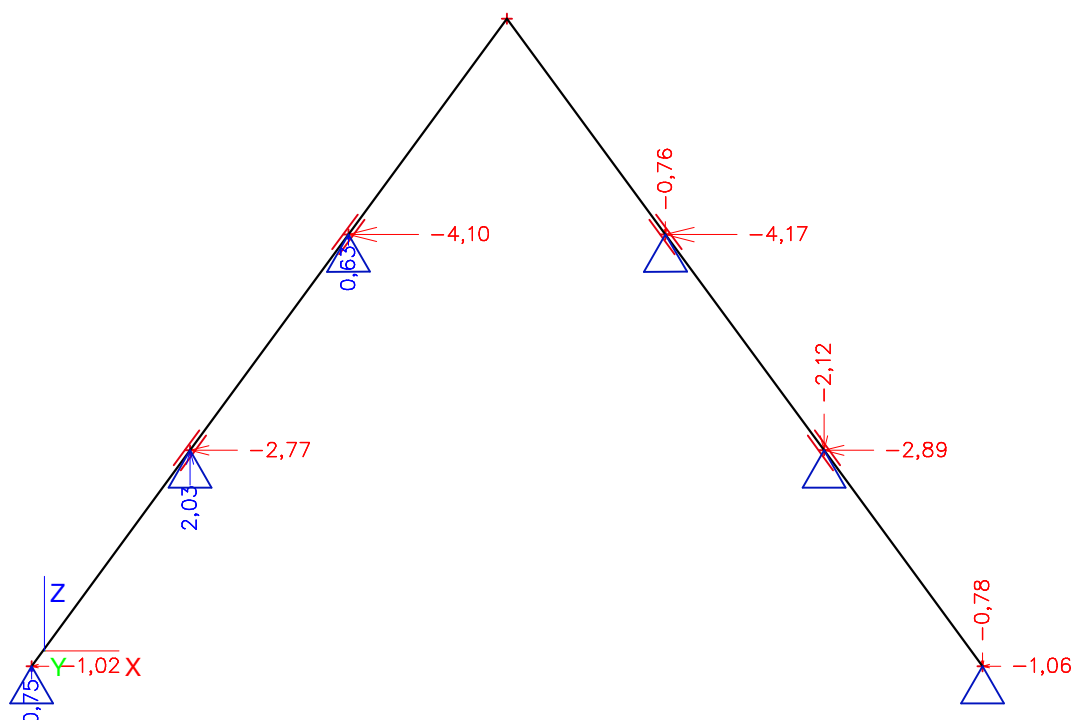


16. Reacties e.g. dak

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Belastingsgevallen : BG2

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K1	BG2	0,15	1,41
Sn2/K3	BG2	-0,15	1,41
Sn3/K4	BG2	-0,19	3,17
Sn4/K5	BG2	0,19	3,17
Sn6/K6	BG2	1,16	4,53
Sn7/K7	BG2	-1,16	4,53

17. Reacties; wind links overdruk



18. Reacties wind links overdruk

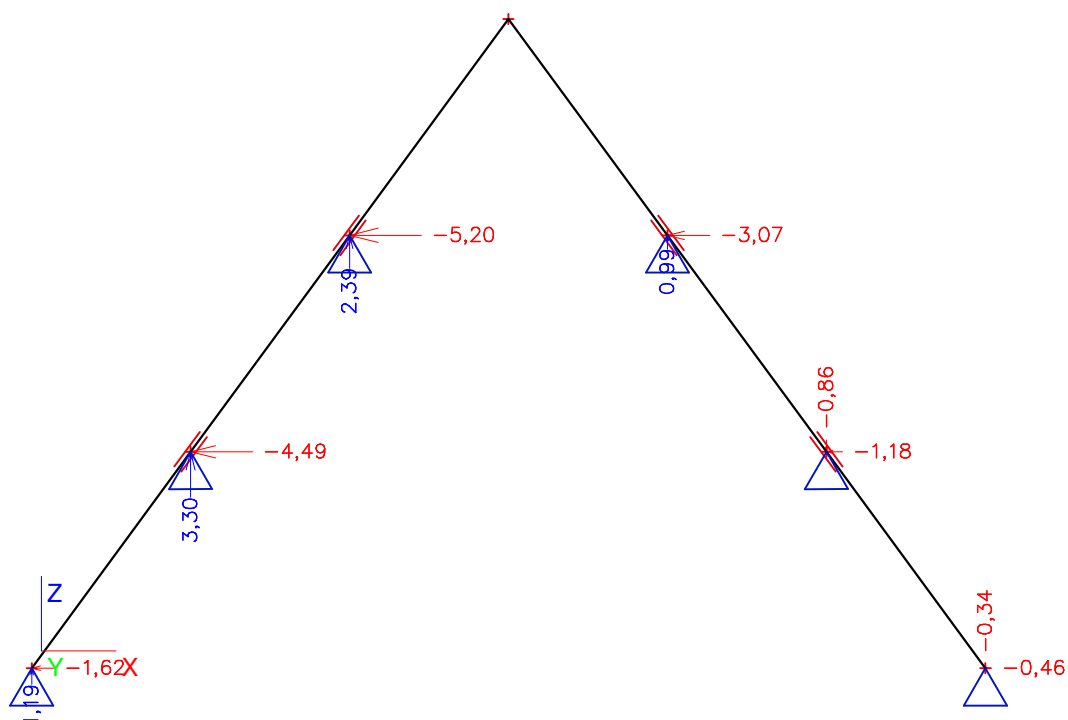
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

Belastingsgevallen : BG3

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K1	BG3	-1,02	0,75
Sn2/K3	BG3	-1,06	-0,78
Sn3/K4	BG3	-2,77	2,03
Sn4/K5	BG3	-2,89	-2,12
Sn6/K6	BG3	-4,10	0,63
Sn7/K7	BG3	-4,17	-0,76

19. Reacties; wind links onderdruk



20. Reacties wind links onderdruk

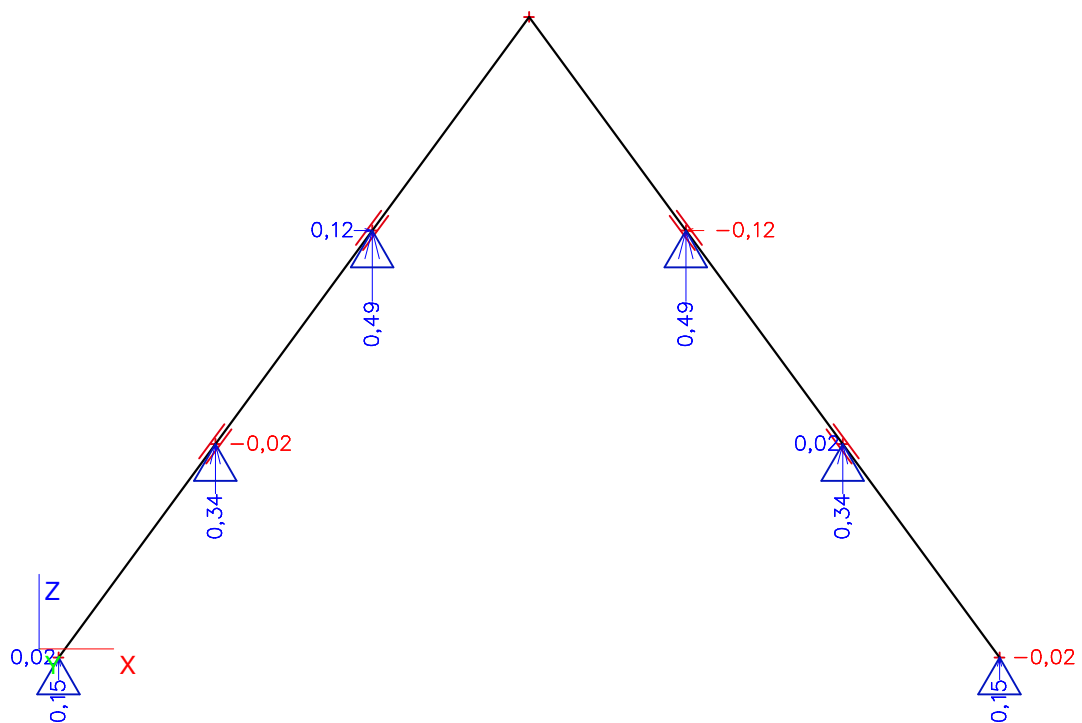
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

Belastingsgevallen : BG4

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K1	BG4	-1,62	1,19
Sn2/K3	BG4	-0,46	-0,34
Sn3/K4	BG4	-4,49	3,30
Sn4/K5	BG4	-1,18	-0,86
Sn6/K6	BG4	-5,20	2,39
Sn7/K7	BG4	-3,07	0,99

21. Reacties; sneeuw



22. Reacties sneeuw

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Belastingsgevallen : BG5

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K1	BG5	0,02	0,15
Sn2/K3	BG5	-0,02	0,15
Sn3/K4	BG5	-0,02	0,34
Sn4/K5	BG5	0,02	0,34
Sn6/K6	BG5	0,12	0,49
Sn7/K7	BG5	-0,12	0,49

Bijlage B - Oud-Hollands spant Scia Engineer

Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Hoofdstuk: invoer project	2
3. Project	2
4. Rekenmodel	3
5. Materialen	3
6. Overzicht staven en knopen	4
7. Knoop	4
8. 1D-staaf	4
9. Knoopondersteuning	4
10. Belastinggevallen	5
11. Lastgroepen	5
12. BG2 / e.g. verdieping + dak	5
13. BG4 / wind links overdruk	6
14. BG5 / wind links onderdruk	6
15. BG6 / sneeuw	7
16. Lijnlast	8
17. Combinaties	8
18. Resultaatklassen	9
19. Hoofdstuk: uitvoer project	10
20. Reacties; Rz permanent	10
21. Reacties; permanent	10
22. Reacties; Rz sneeuw	11
23. Reacties; sneeuw	11
24. Reacties; Rz UGT	12
25. Reacties; Rx	12
26. Reacties; UGT	13
27. Vervormingen van staaf; ux permanent	14
28. Vervormingen van staaf; uz permanent	14
29. Vervormingen van staaf; permanent	14
30. Vervormingen van staaf; ux variabel	15
31. Vervormingen van staaf; uz variabel	16
32. Vervormingen van staaf; variabel	16
33. Vervormingen van staaf; ux BGT	17
34. Vervormingen van staaf; uz BGT	17
35. Vervormingen van staaf; BGT	18
36. Interne krachten in staaf; My UGT	19
37. Interne krachten in staaf; Vz UGT	19
38. Interne krachten in staaf; N UGT	20
39. Interne krachten in staaf; UGT	20

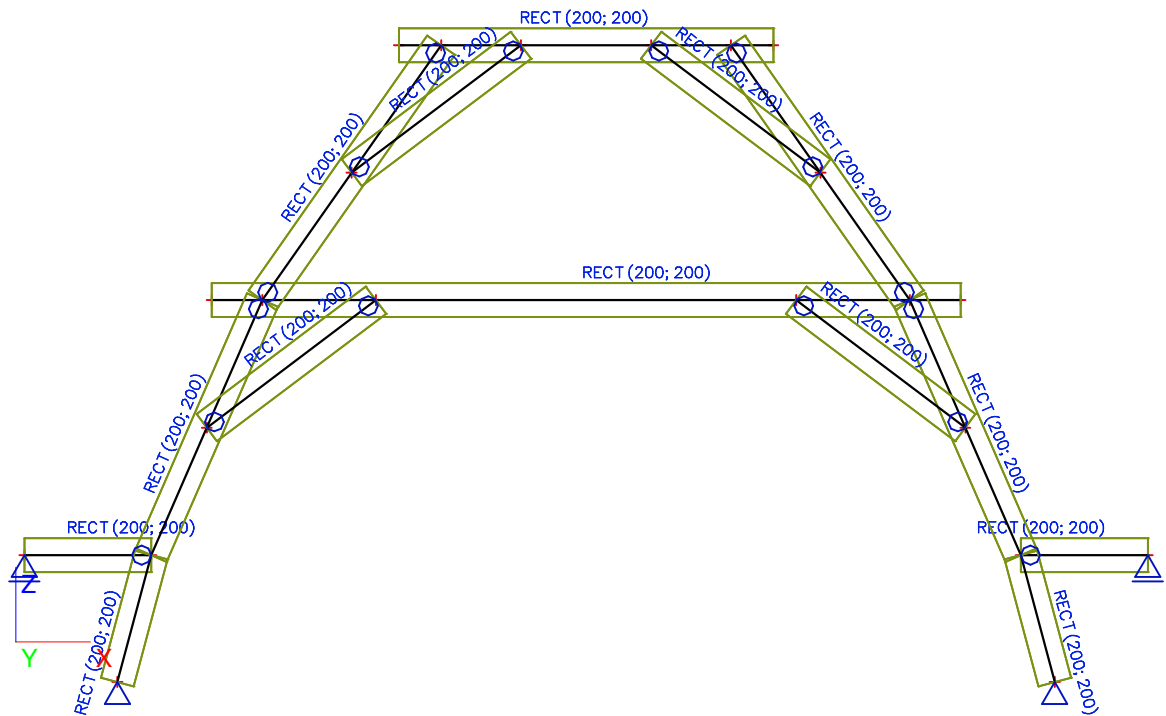
Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

2. Hoofdstuk: invoer project

3. Project

Licentienaam	Faktor Civil Engineering
Project	Oud-Hollands spant
Auteur	J. Ludolphij
Datum	09. 06. 2016
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	22
Aantal staven :	14
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/sec ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN
Functionaliteit	Klimaatlasten Staal
Lastomschrijving	Winddruk volgens EC1 V bo 27.00 V _{b,0} - basis windsnelheid C _{rch} 1.00 c _{dir} - richtingsfactor C seizoen 1.00 c _{seizoen} - seizoensfactor C _{or} 1.00 c _o - orografische factor k _l 1.00 k _l - turbulentiefactor C _{waar} 1.00 c _{prob} - waarschijnlijkheidsfactor ro 1.25 ro - luchtdichtheid Waarschijnlijkheid p 2.00 p K 0.23 K - vormfactor n 0.50 n - exponent Terrein - I Kr - terrein factor 0.209 z ₀ - ruwheidslengte 0.200 z _{min} - minimale hoogte 4.00 Interne druk voor 2D wind - geen hoofdvlak diepte 8.60 b - breedte van de constructie hoogte z ₀ 0.00 Terreinhoogte EC-sneeuwbelastingen Sk 0.70 kN/m ² karakteristieke waarde voor sneeuwlast Ce 1.00 blootstellingscoëfficiënt Ct 1.00 thermische coëfficiënt Cesl Uitzonderlijke sneeuw coëfficiënt - niet beschouwd

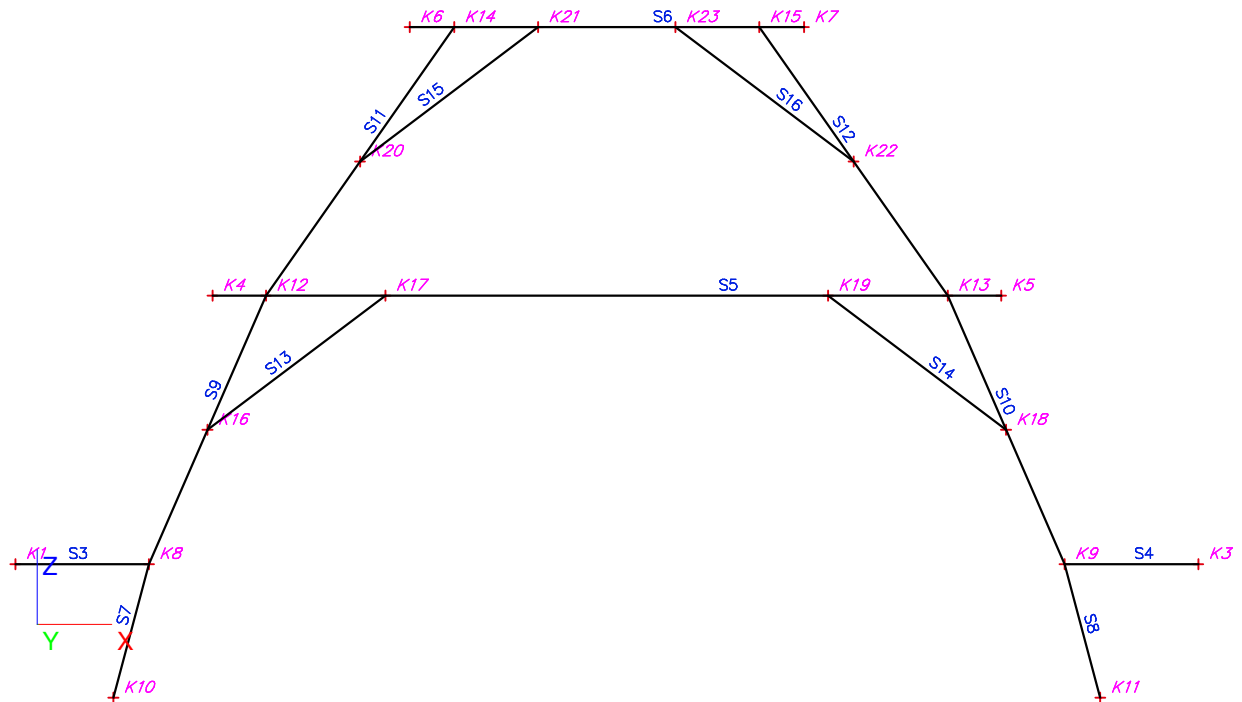
4. Rekenmodel



5. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Houtsoort
C18	Hout	320,0	9,0000e+03	0	5,6000e+02	0,00	Vast
C20	Hout	330,0	9,5000e+03	0	5,9000e+02	0,00	Vast

6. Overzicht staven en knopen



7. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	6,000	K11	6,090	5,250	K20	1,935	8,260
K3	6,640	6,000	K12	1,407	7,507	K21	2,935	9,013
K4	1,107	7,507	K13	5,233	7,507	K22	4,705	8,260
K5	5,533	7,507	K14	2,463	9,013	K23	3,705	9,013
K6	2,213	9,013	K15	4,177	9,013			
K7	4,427	9,013	K16	1,078	6,753			
K8	0,750	6,000	K17	2,078	7,507			
K9	5,890	6,000	K18	5,562	6,753			
K10	0,550	5,250	K19	4,562	7,507			

8. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K1	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S4	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K3	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S5	CS2 - RECT (200; 200)	4,427	Lijn	K5	K4	Balk (80)	standaard	Laag1
S6	CS2 - RECT (200; 200)	2,213	Lijn	K7	K6	Balk (80)	standaard	Laag1
S7	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K8	K10	Balk (80)	standaard	Laag1
S8	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K9	K11	Balk (80)	standaard	Laag1
S9	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K12	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S10	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K13	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S11	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K14	K12	Balk (80)	standaard	Laag1
S12	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K15	K13	Balk (80)	standaard	Laag1
S13	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K16	K17	Balk (80)	standaard	Laag1
S14	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K18	K19	Balk (80)	standaard	Laag1
S15	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K20	K21	Balk (80)	standaard	Laag1
S16	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K22	K23	Balk (80)	standaard	Laag1

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K10	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij

Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn2	K11	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn3	K1	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij
Sn4	K3	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij

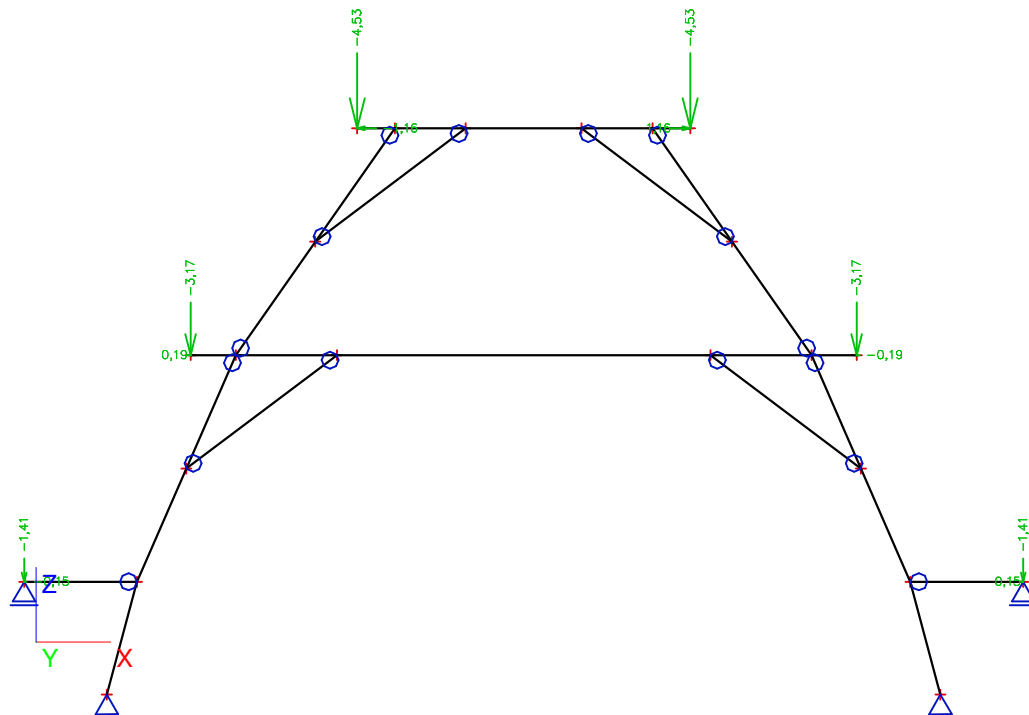
10. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1	e.g. hout	Permanent	LG1	Eigen gewicht		-Z		
BG2	e.g. dak	Permanent	LG1	Standaard				
BG3	wind links overdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG4	wind links onderdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG5	sneeuw	Variabel	LG3	Statisch	Standaard		Kort	Geen

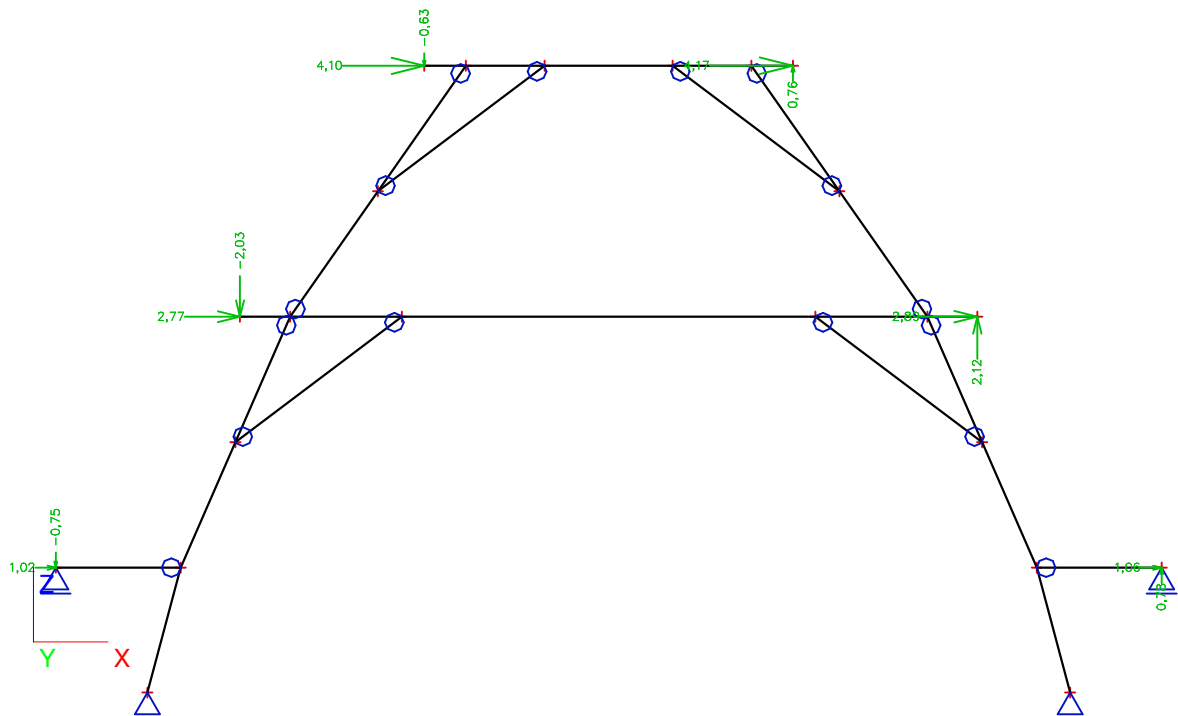
11. Lastgroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Exclusief	Wind
LG3	Variabel	Exclusief	Sneeuw

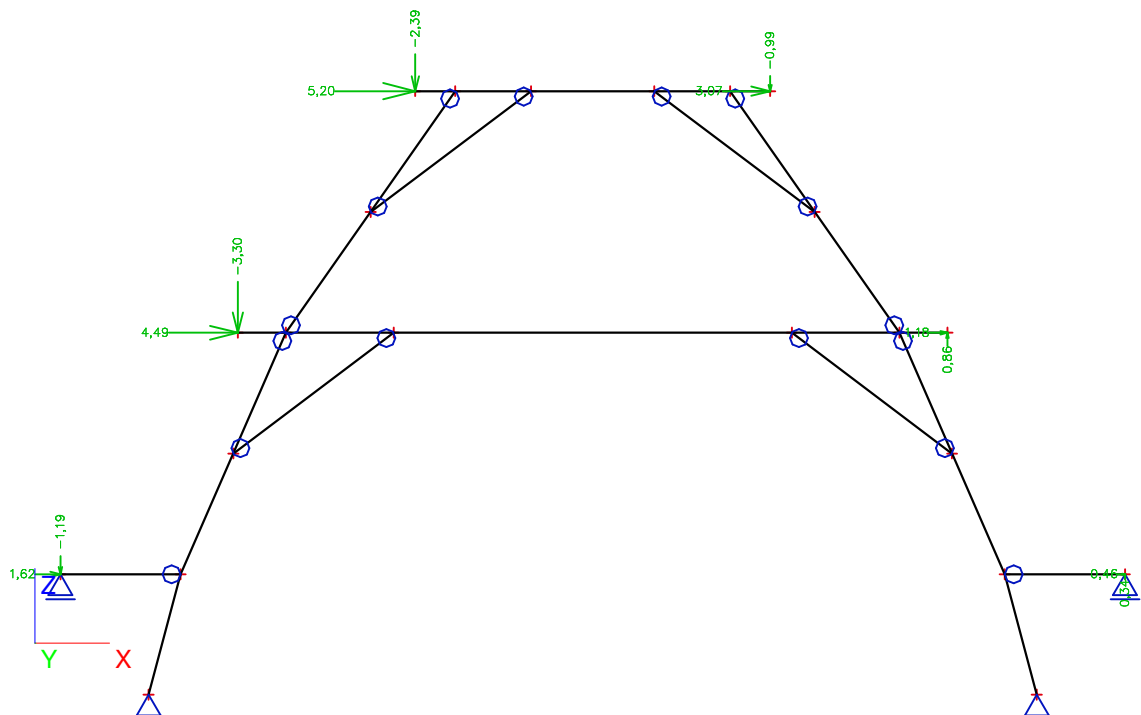
12. BG2 / e.g. verdieping + dak



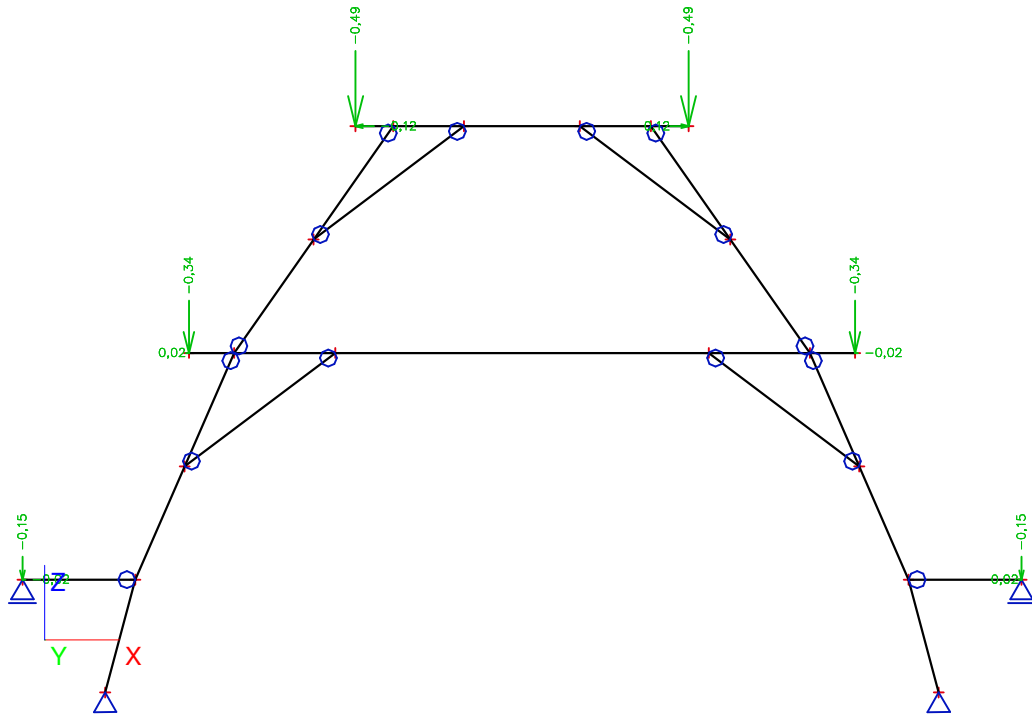
13. BG4 / wind links overdruk



14. BG5 / wind links onderdruk



15. BG6 / sneeuw



16. Lijnlast

17. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		EN-UGT (STR/GEO) Set B	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi2		EN-UGT (STR/GEO) Set C	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi3		EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi4		EN-BGT Freq.	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi5		EN-BGT Quasi-Permanen	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi6	permanent	EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7	variabel	EN-BGT Karakteristiek	BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.1	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.2	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.3	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.4	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
Combi1.5	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.6	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.7	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.8	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.9	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.10	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi1.11	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35

Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

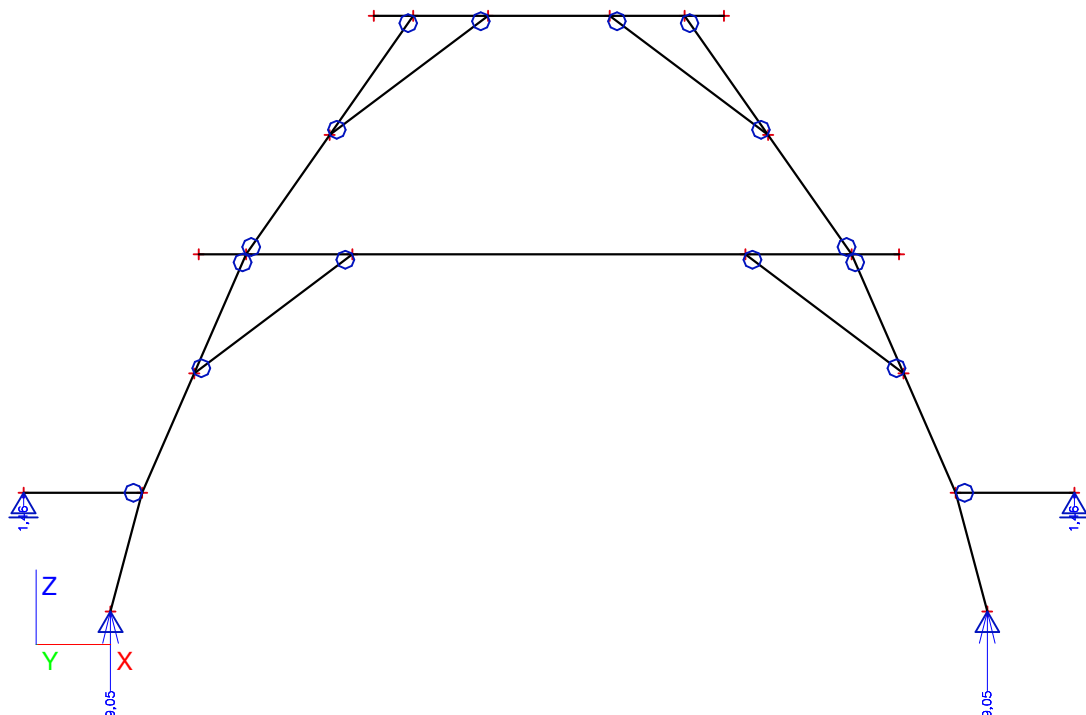
Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.12	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi2.1	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.2	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.3	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.4	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.5	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi2.6	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi3.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi3.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi3.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,00
Combi4.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi4.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	0,20
		BG4 - wind links onderdruk	0,20
Combi4.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	0,20
Combi5.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi5.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi6.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi7.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG5 - sneeuw	1,00

18. Resultaatklassen

Naam	Lijst
UGT	Combi1 - EN-UGT (STR/GEO) Set B
	Combi2 - EN-UGT (STR/GEO) Set C
BGT	Combi3 - EN-BGT Karakteristiek
	Combi4 - EN-BGT Freq.
	Combi5 - EN-BGT Quasi-Permanent

19. Hoofdstuk: uitvoer project

20. Reacties; Rz permanent

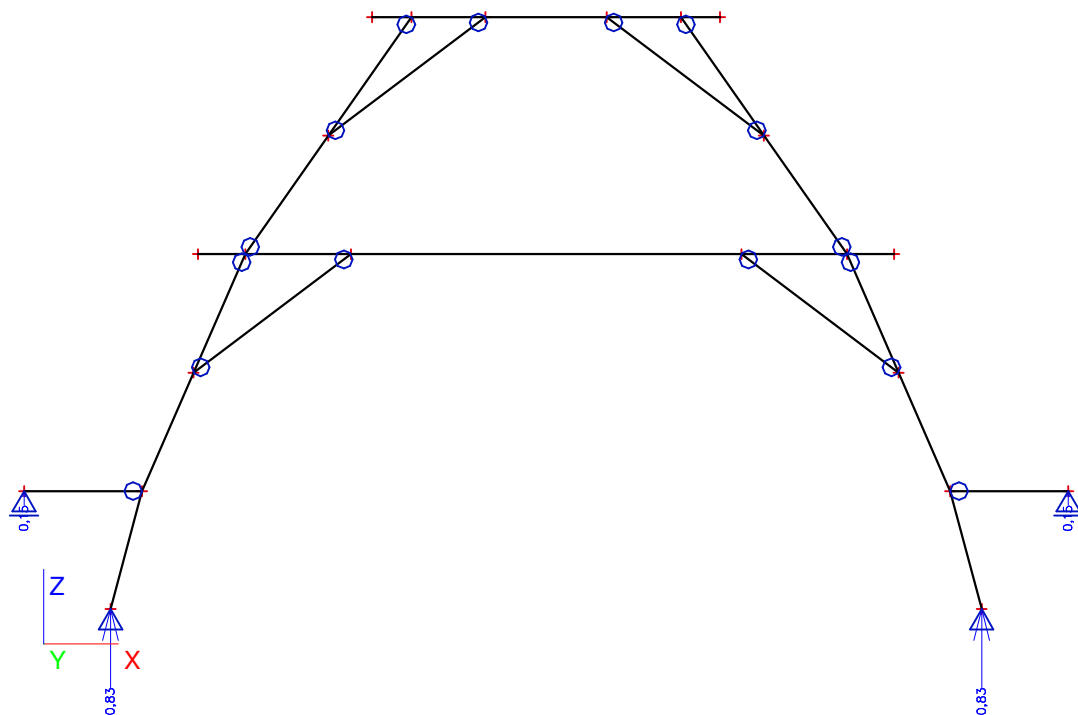


21. Reacties; permanent

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi6/1	3,12	9,05
Sn2/K11	Combi6/1	-3,12	9,05
Sn3/K1	Combi6/1	0,00	1,46
Sn4/K3	Combi6/1	0,00	1,46

22. Reacties; Rz sneeuw

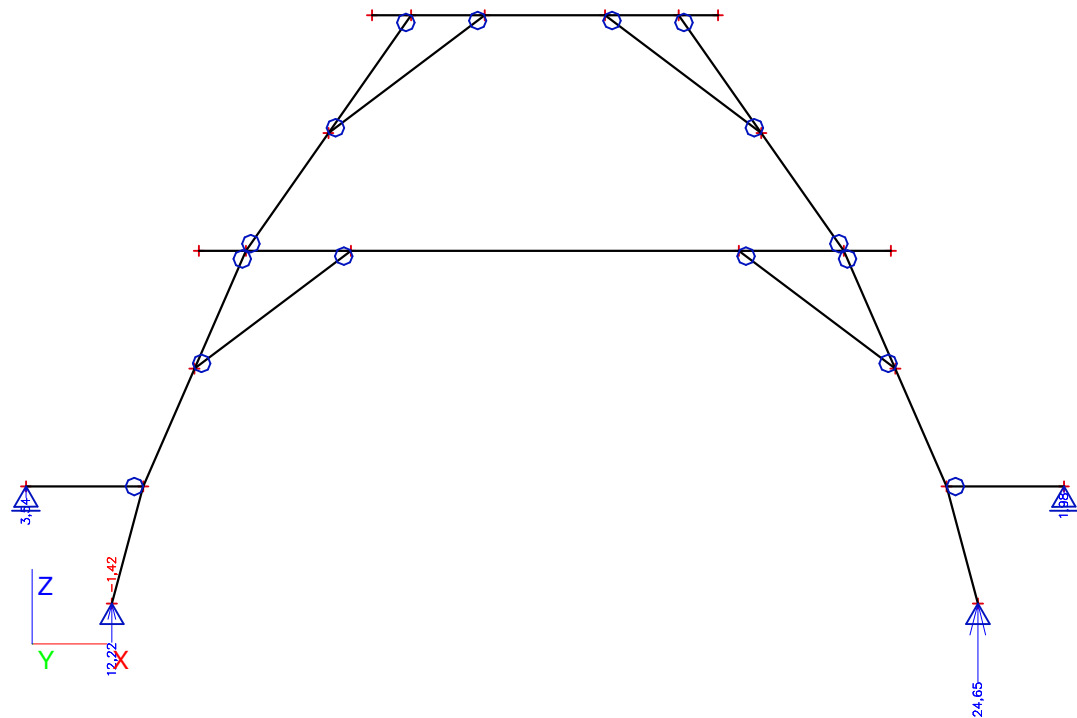


23. Reacties; sneeuw

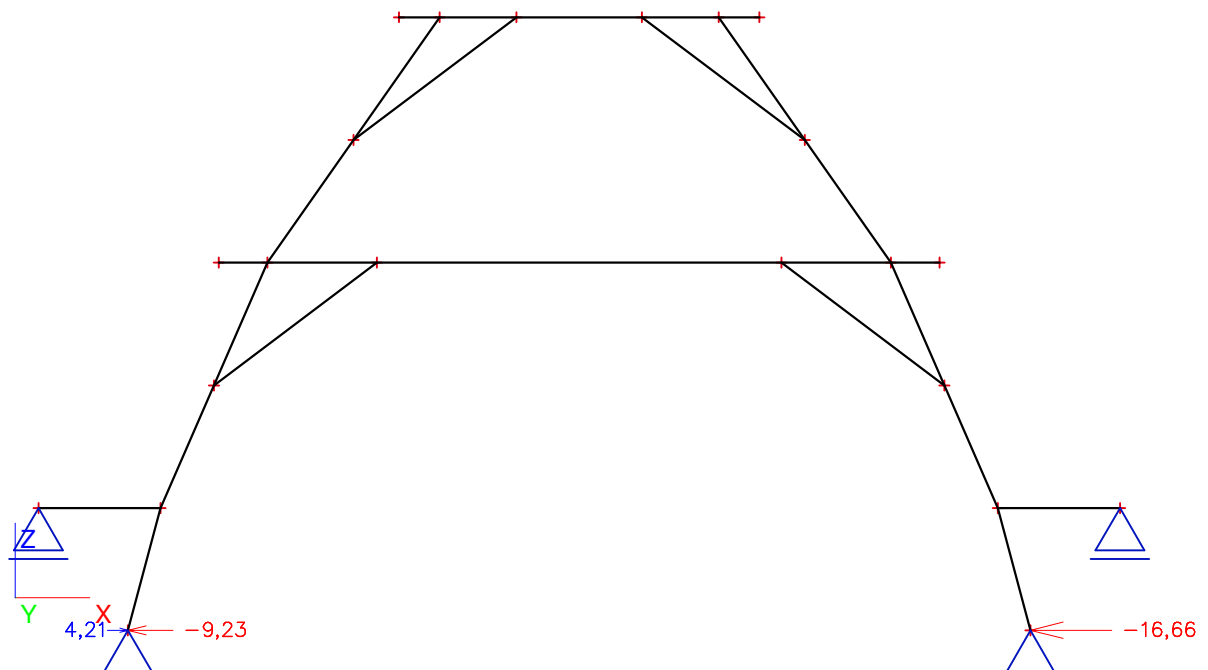
Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Belastingsgevallen : BG5

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	BG5	0,28	0,83
Sn2/K11	BG5	-0,28	0,83
Sn3/K1	BG5	0,00	0,15
Sn4/K3	BG5	0,00	0,15

24. Reacties; Rz UGT



25. Reacties; Rx



Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

26. Reacties; UGT

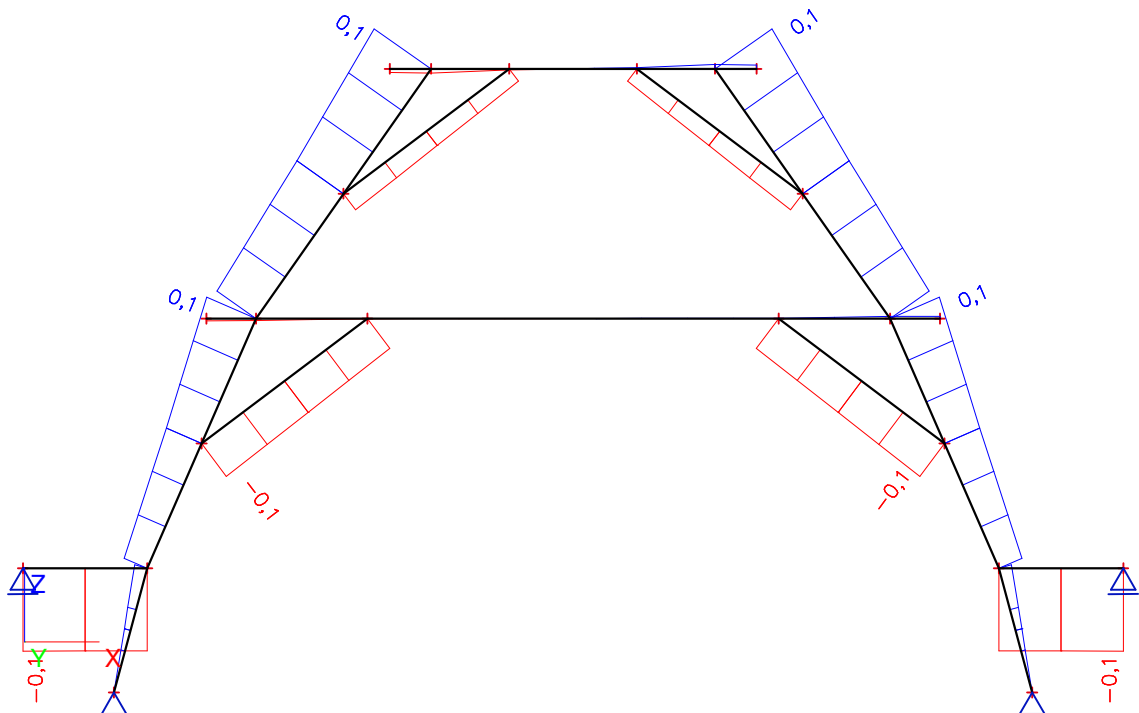
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

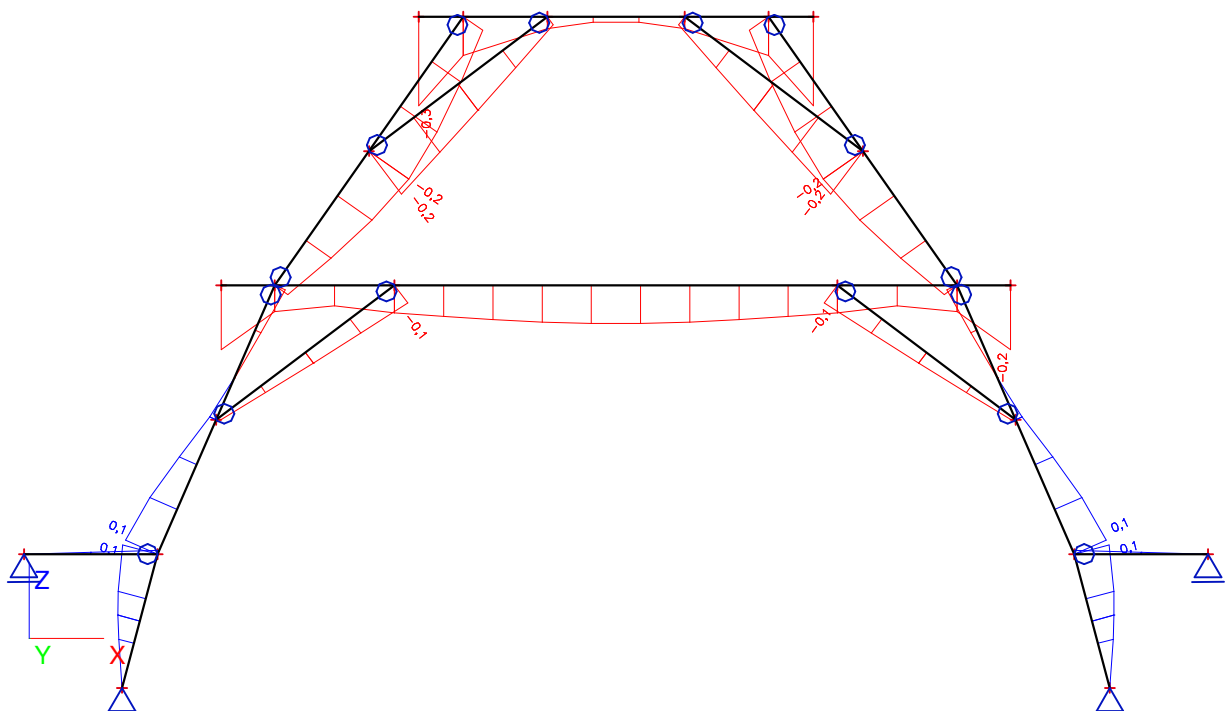
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi1/2	-9,23	-1,42
Sn1/K10	Combi1/3	4,21	12,22
Sn1/K10	Combi1/4	2,81	8,15
Sn2/K11	Combi1/5	-16,66	24,65
Sn2/K11	Combi1/4	-2,81	8,15
Sn3/K1	Combi1/4	0,00	1,31
Sn3/K1	Combi1/5	0,00	3,54
Sn4/K3	Combi1/4	0,00	1,31
Sn4/K3	Combi1/2	0,00	0,14
Sn4/K3	Combi1/6	0,00	1,98

27. Vervormingen van staaf; ux permanent



28. Vervormingen van staaf; uz permanent



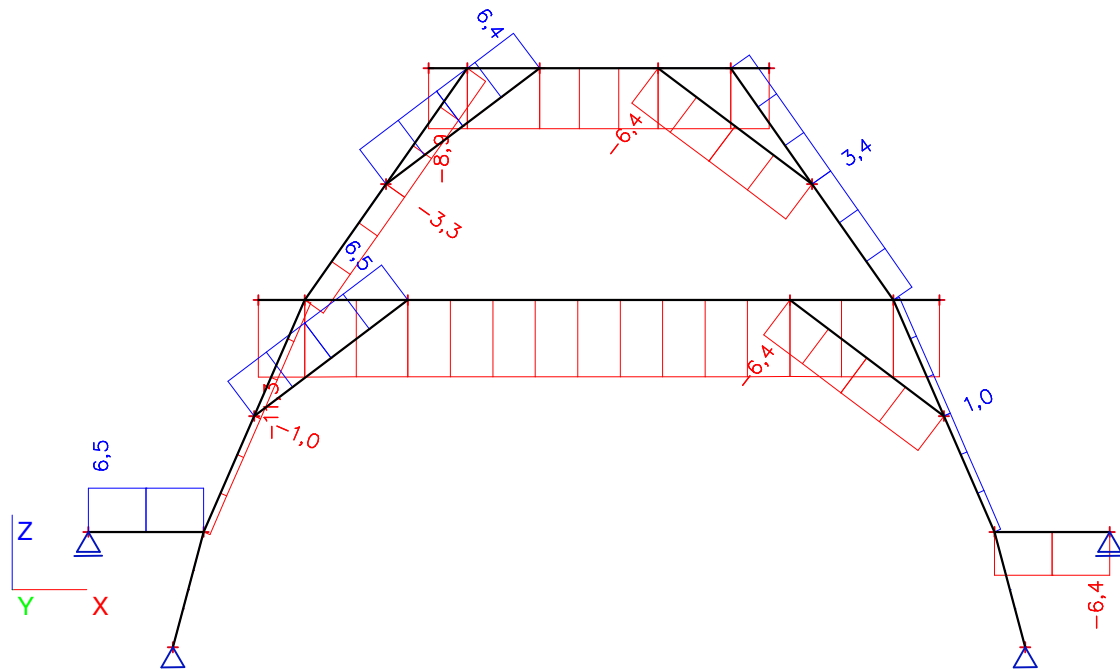
29. Vervormingen van staaf; permanent

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

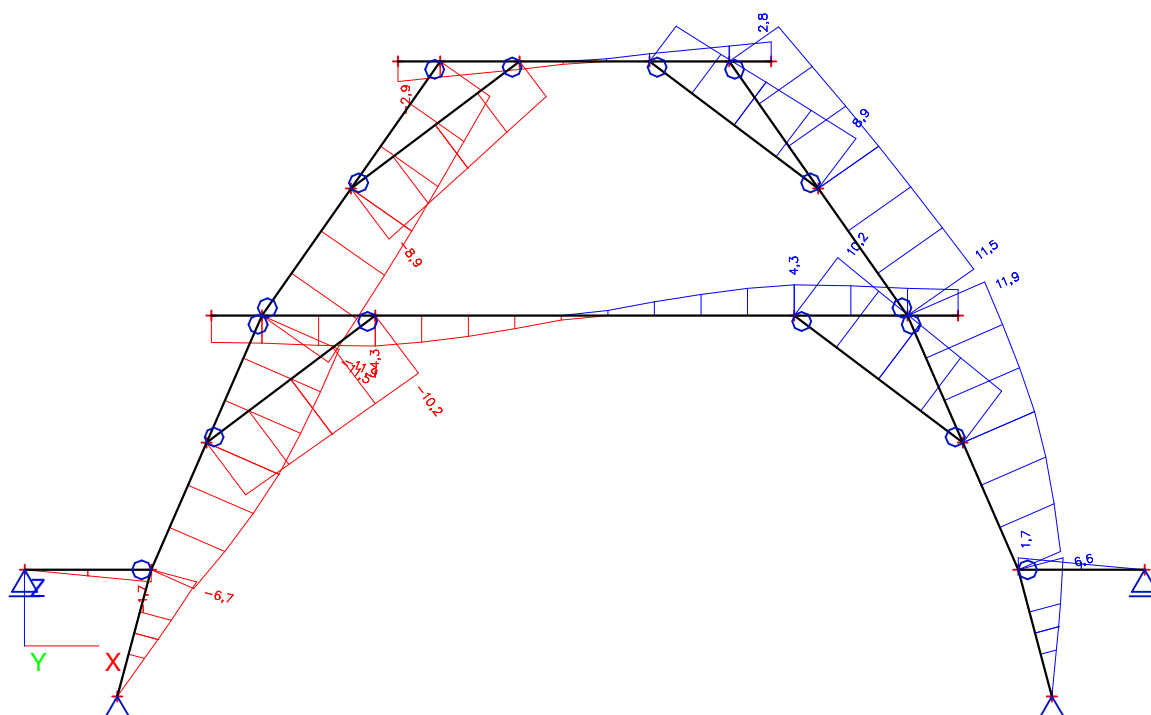
Selectie : Alle
Combinaties : Combi6

BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi6/1	S3	0,000	-0,1	0,0	0,0
Combi6/1	S11	0,000	0,1	-0,1	0,1
Combi6/1	S6	2,213	0,0	-0,3	0,5
Combi6/1	S7	0,000	0,0	0,1	0,0
Combi6/1	S6	0,000	0,0	-0,3	-0,5

30. Vervormingen van staaf; ux variabel



31. Vervormingen van staaf; uz variabel



32. Vervormingen van staaf; variabel

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi7

BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi7/7	S5	4,427	-11,3	-3,8	-0,3
Combi7/7	S13	1,252	6,5	-10,1	0,7
Combi7/7	S9	0,000	-1,0	-11,9	-0,5
Combi7/8	S10	0,000	1,0	11,9	0,6
Combi7/7	S7	0,776	0,0	0,0	-8,8
Combi7/8	S8	0,776	0,0	0,0	8,7

Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

35. Vervormingen van staaf; BGT

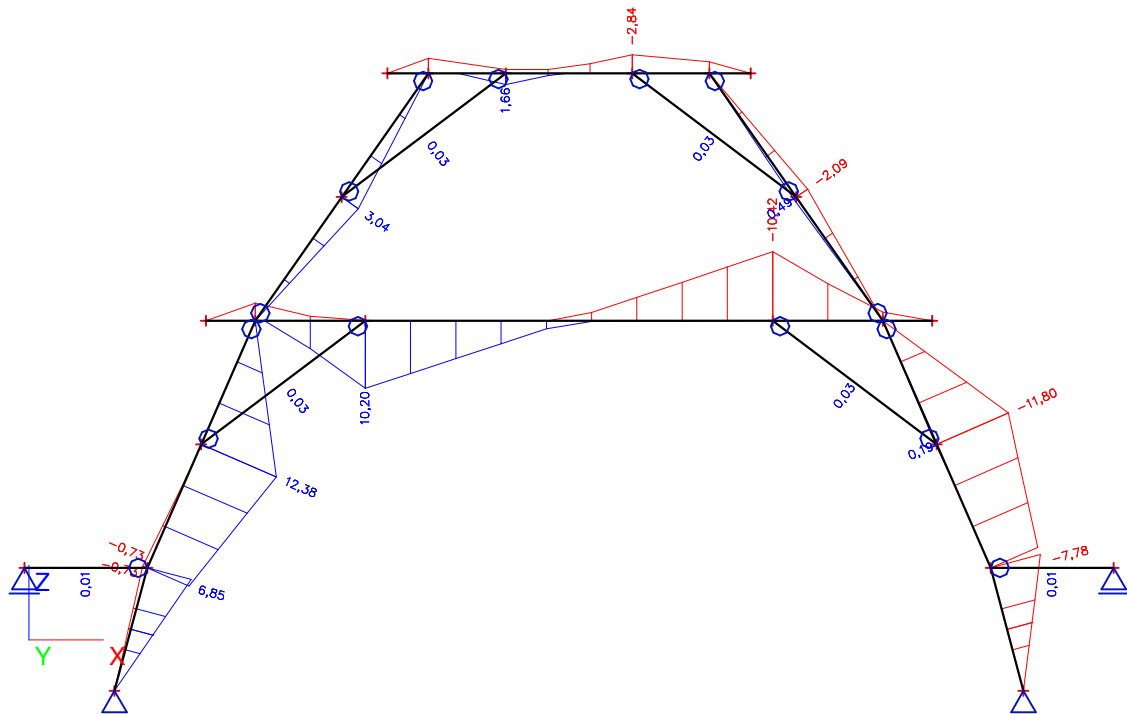
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

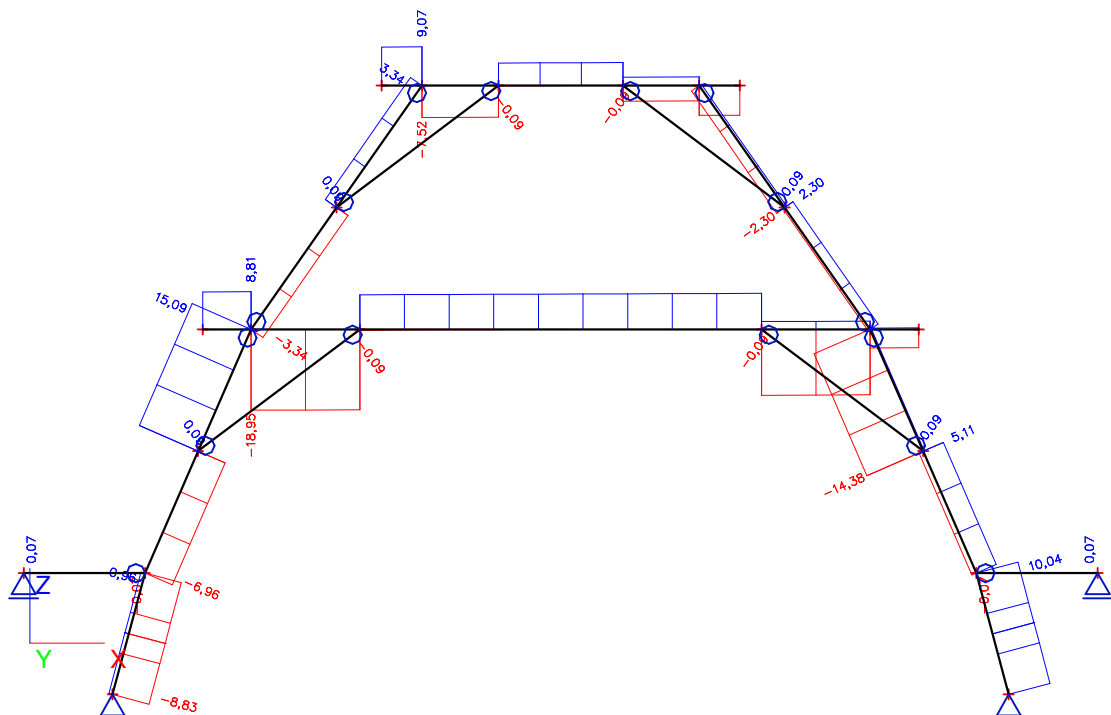
Klasse : BGT

BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi3/9	S5	4,427	-11,3	-4,0	0,0
Combi3/9	S15	1,252	6,4	-6,3	-2,3
Combi3/9	S9	0,000	-0,9	-12,0	-0,5
Combi3/10	S10	0,000	1,1	11,8	0,5
Combi3/9	S7	0,776	0,0	0,0	-8,6
Combi3/10	S8	0,776	0,0	0,0	8,9

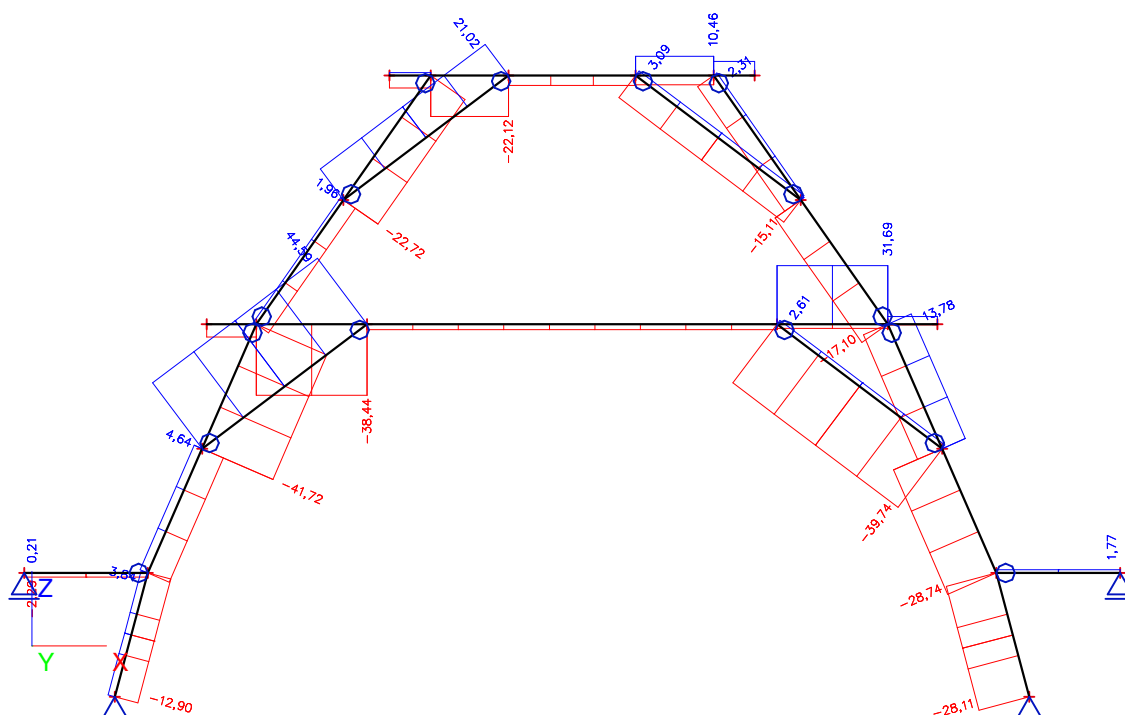
36. Interne krachten in staaf; My UGT



37. Interne krachten in staaf; Vz UGT



38. Interne krachten in staaf; N UGT



39. Interne krachten in staaf; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Klasse : UGT

Staat	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S9	Combi1/5	0,822	-41,72	15,04	12,38
S13	Combi1/5	1,252	44,59	-0,08	0,00
S5	Combi1/5	4,127	-38,44	-18,95	-2,64
S9	Combi1/5	0,000	-41,60	15,09	0,00
S10	Combi1/2	0,822	13,69	-14,38	-11,80

Bijlage C - Oud-Hollands spant zonder trek Scia Engineer

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Hoofdstuk: invoer project	2
3. Project	2
4. Rekenmodel	3
5. Materialen	3
6. Overzicht staven en knopen	4
7. Knoop	4
8. 1D-staaf	4
9. Knoopondersteuning	4
10. Belastinggevallen	5
11. Lastgroepen	5
12. BG2 / e.g. verdieping + dak	5
13. BG4 / wind links overdruk	6
14. BG5 / wind links onderdruk	6
15. BG6 / sneeuw	7
16. Lijnlast	8
17. Combinaties	8
18. Resultaatklassen	9
19. Hoofdstuk: uitvoer project	10
20. Reacties; Rz permanent	10
21. Reacties; permanent	10
22. Reacties; Rz sneeuw	11
23. Reacties; sneeuw	11
24. Reacties; Rz UGT	12
25. Reacties; Rx	12
26. Reacties; UGT	13
27. Vervormingen van staaf; ux permanent	14
28. Vervormingen van staaf; uz permanent	14
29. Vervormingen van staaf; permanent	14
30. Vervormingen van staaf; ux variabel	15
31. Vervormingen van staaf; uz variabel	16
32. Vervormingen van staaf; variabel	16
33. Vervormingen van staaf; ux BGT	17
34. Vervormingen van staaf; uz BGT	17
35. Vervormingen van staaf; BGT	18
36. Interne krachten in staaf; My UGT	19
37. Interne krachten in staaf; Vz UGT	19
38. Interne krachten in staaf; N UGT	20
39. Interne krachten in staaf; UGT	20

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

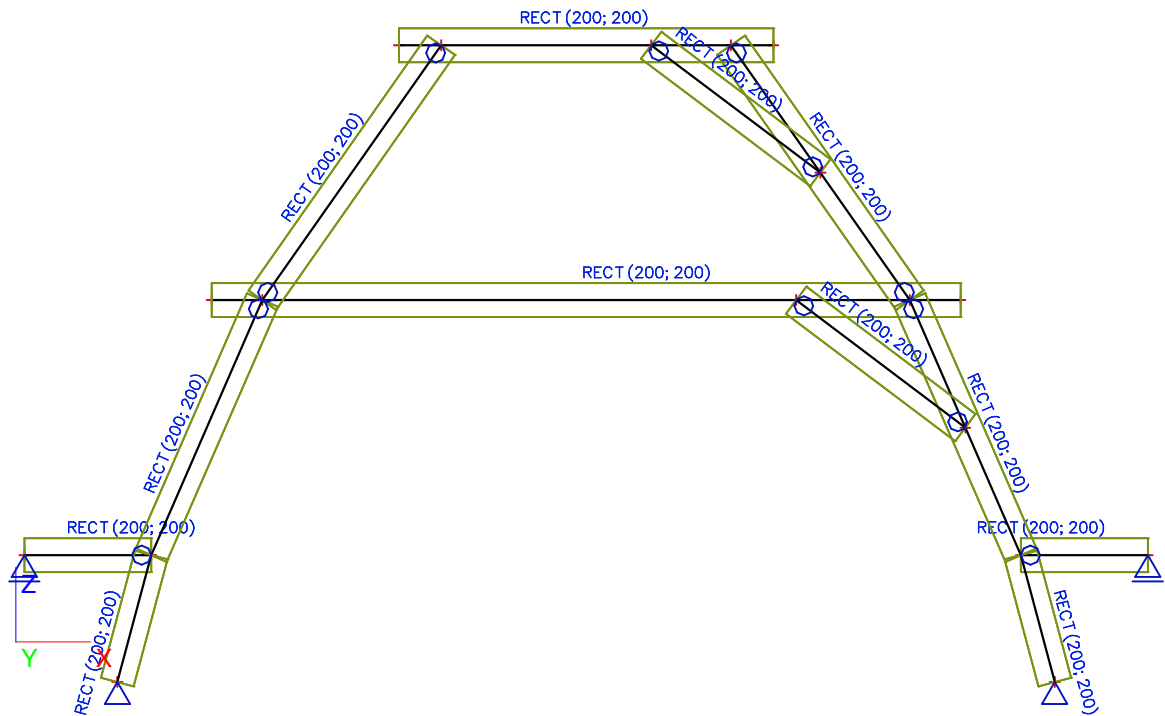
2. Hoofdstuk: invoer project

3. Project

Licentienaam	Faktor Civil Engineering
Project	Oud-Hollands spant
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant
Auteur	J. Ludolphij
Datum	09. 06. 2016
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	18
Aantal staven :	12
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/sec ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN
Functionaliteit	Klimaatlasten Staal
Lastomschrijving	Winddruk volgens EC1 V bo 27.00 V_{b,0} - basis windsnelheid C_{rch} 1.00 c_{dir} - richtingsfactor C seizoen 1.00 c_{seizoen} - seizoensfactor C_{or} 1.00 c_o - orografische factor k_l 1.00 k_l - turbulentiefactor C_{waar} 1.00 c_{prob} - waarschijnlijkheidsfactor ro 1.25 ro - luchtdichtheid Waarschijnlijkheid p 2.00 p K 0.23 K - vormfactor n 0.50 n - exponent Terrein - I Kr - terrein factor 0.209 z₀ - ruwheidslengte 0.200 z_{min} - minimale hoogte 4.00 Interne druk voor 2D wind - geen hoofdvlak diepte 8.60 b - breedte van de constructie hoogte z₀ 0.00 Terreinhoogte EC-sneeuwbelastingen Sk 0.70 kN/m² karakteristieke waarde voor sneeuwlast Ce 1.00 blootstellingscoëfficiënt Ct 1.00 thermische coëfficiënt Cesl Uitzonderlijke sneeuw coëfficiënt - niet beschouwd

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

4. Rekenmodel

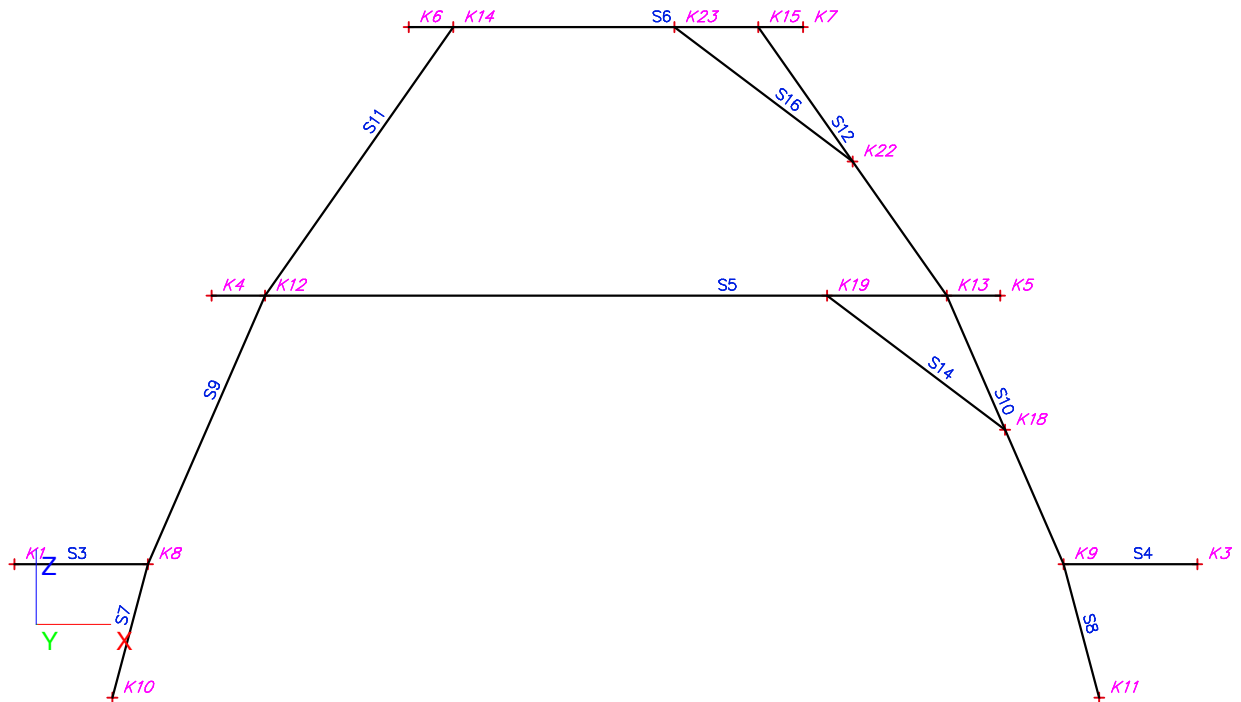


5. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Houtsoort
C18	Hout	320,0	9,0000e+03	0	5,6000e+02	0,00	Vast
C20	Hout	330,0	9,5000e+03	0	5,9000e+02	0,00	Vast

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

6. Overzicht staven en knopen



7. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	6,000	K8	0,750	6,000	K14	2,463	9,013
K3	6,640	6,000	K9	5,890	6,000	K15	4,177	9,013
K4	1,107	7,507	K10	0,550	5,250	K18	5,562	6,753
K5	5,533	7,507	K11	6,090	5,250	K19	4,562	7,507
K6	2,213	9,013	K12	1,407	7,507	K22	4,705	8,260
K7	4,427	9,013	K13	5,233	7,507	K23	3,705	9,013

8. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K1	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S4	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K3	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S5	CS2 - RECT (200; 200)	4,427	Lijn	K5	K4	Balk (80)	standaard	Laag1
S6	CS2 - RECT (200; 200)	2,213	Lijn	K7	K6	Balk (80)	standaard	Laag1
S7	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K8	K10	Balk (80)	standaard	Laag1
S8	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K9	K11	Balk (80)	standaard	Laag1
S9	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K12	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S10	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K13	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S11	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K14	K12	Balk (80)	standaard	Laag1
S12	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K15	K13	Balk (80)	standaard	Laag1
S14	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K18	K19	Balk (80)	standaard	Laag1
S16	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K22	K23	Balk (80)	standaard	Laag1

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K10	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn2	K11	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn3	K1	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij
Sn4	K3	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

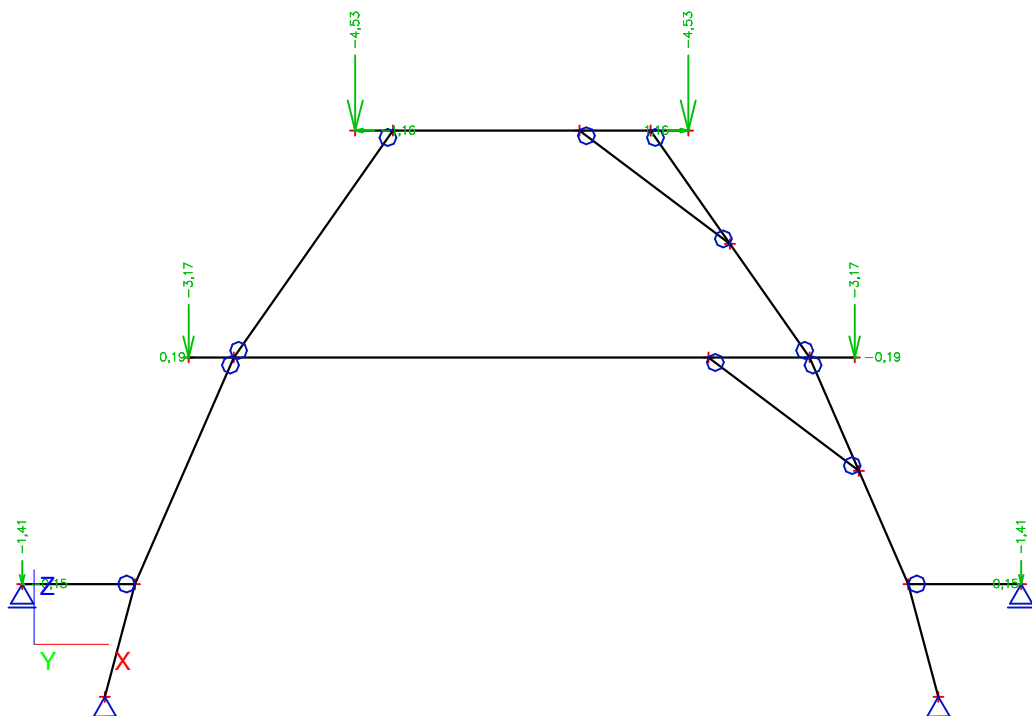
10. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1	e.g. hout	Permanent	LG1	Eigen gewicht		-Z		
BG2	e.g. dak	Permanent	LG1	Standaard				
BG3	wind links overdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG4	wind links onderdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG5	sneeuw	Variabel	LG3	Statisch	Standaard		Kort	Geen

11. Lastgroepen

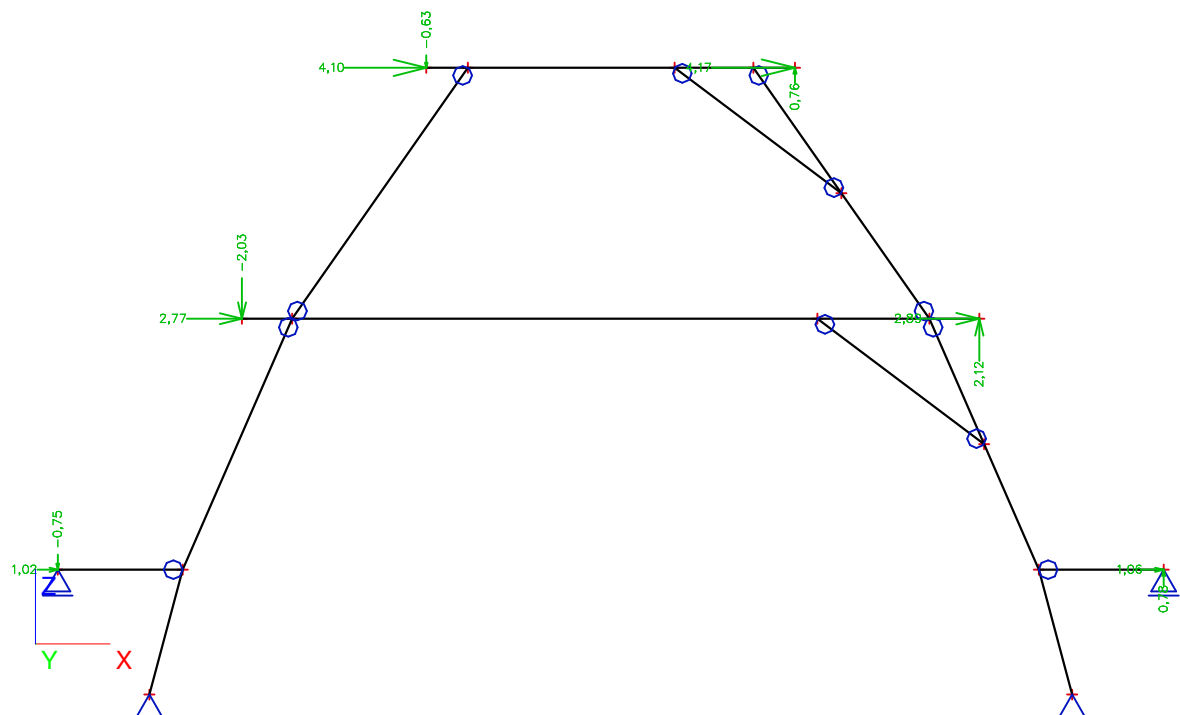
Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Exclusief	Wind
LG3	Variabel	Exclusief	Sneeuw

12. BG2 / e.g. verdieping + dak

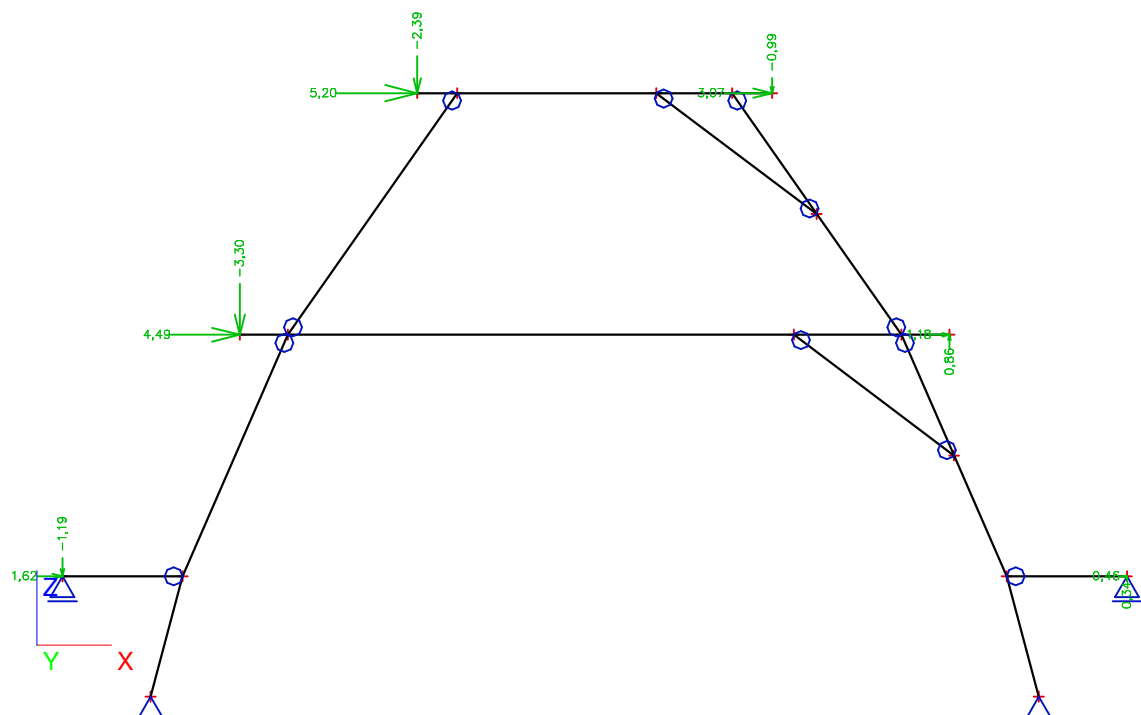


Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

13. BG4 / wind links overdruk

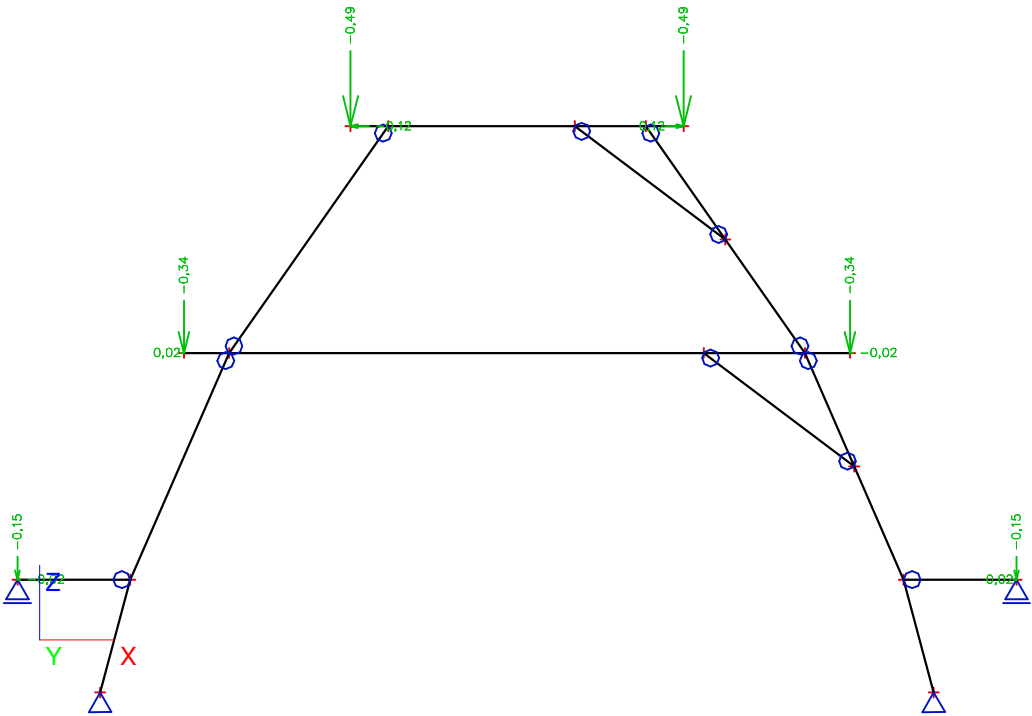


14. BG5 / wind links onderdruk



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

15. BG6 / sneeuw



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

16. Lijnlast

17. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		EN-UGT (STR/GEO) Set B	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi2		EN-UGT (STR/GEO) Set C	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi3		EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi4		EN-BGT Freq.	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi5		EN-BGT Quasi-Permanen	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi6	permanent	EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7	variabel	EN-BGT Karakteristiek	BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.1	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.2	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.3	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.4	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
Combi1.5	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.6	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.7	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.8	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.9	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.10	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi1.11	Omhullende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.12	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi2.1	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.2	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.3	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.4	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.5	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi2.6	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi3.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi3.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi3.3	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,00
Combi4.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi4.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	0,20
		BG4 - wind links onderdruk	0,20
Combi4.3	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	0,20
Combi5.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi5.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi6.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi7.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG5 - sneeuw	1,00

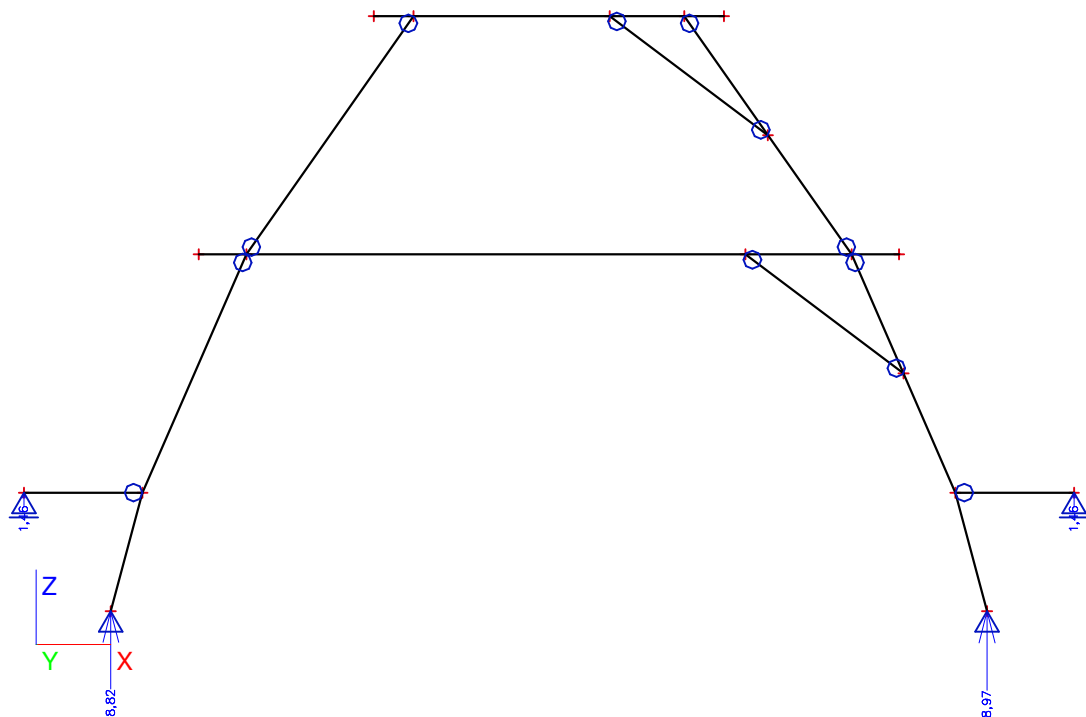
18. Resultaatklassen

Naam	Lijst
UGT	Combi1 - EN-UGT (STR/GEO) Set B
	Combi2 - EN-UGT (STR/GEO) Set C
BGT	Combi3 - EN-BGT Karakteristiek
	Combi4 - EN-BGT Freq.
	Combi5 - EN-BGT Quasi-Permanent

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

19. Hoofdstuk: uitvoer project

20. Reacties; Rz permanent

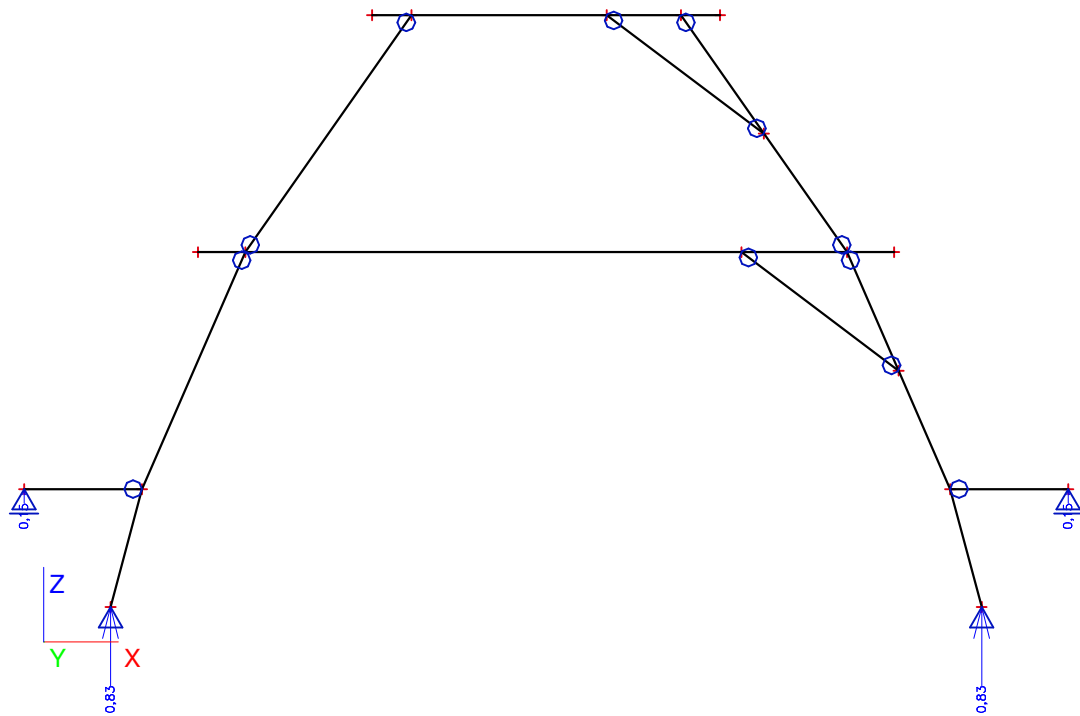


21. Reacties; permanent

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi6/1	3,37	8,82
Sn2/K11	Combi6/1	-3,37	8,97
Sn3/K1	Combi6/1	0,00	1,46
Sn4/K3	Combi6/1	0,00	1,46

22. Reacties; Rz sneeuw



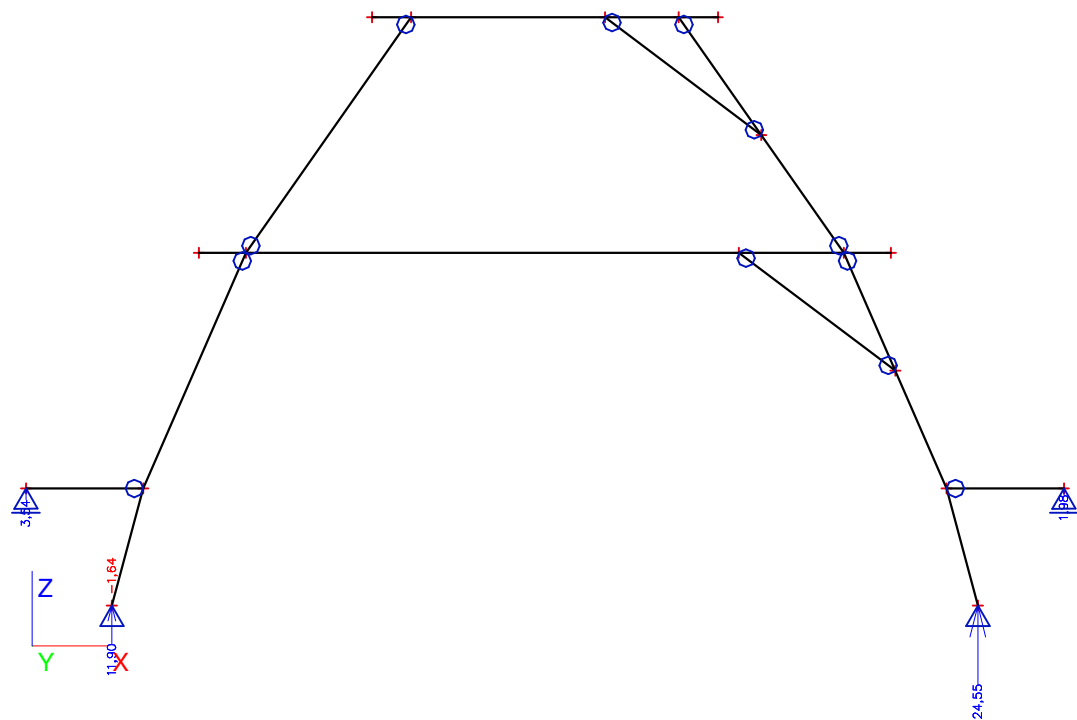
23. Reacties; sneeuw

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Belastingsgevallen : BG5

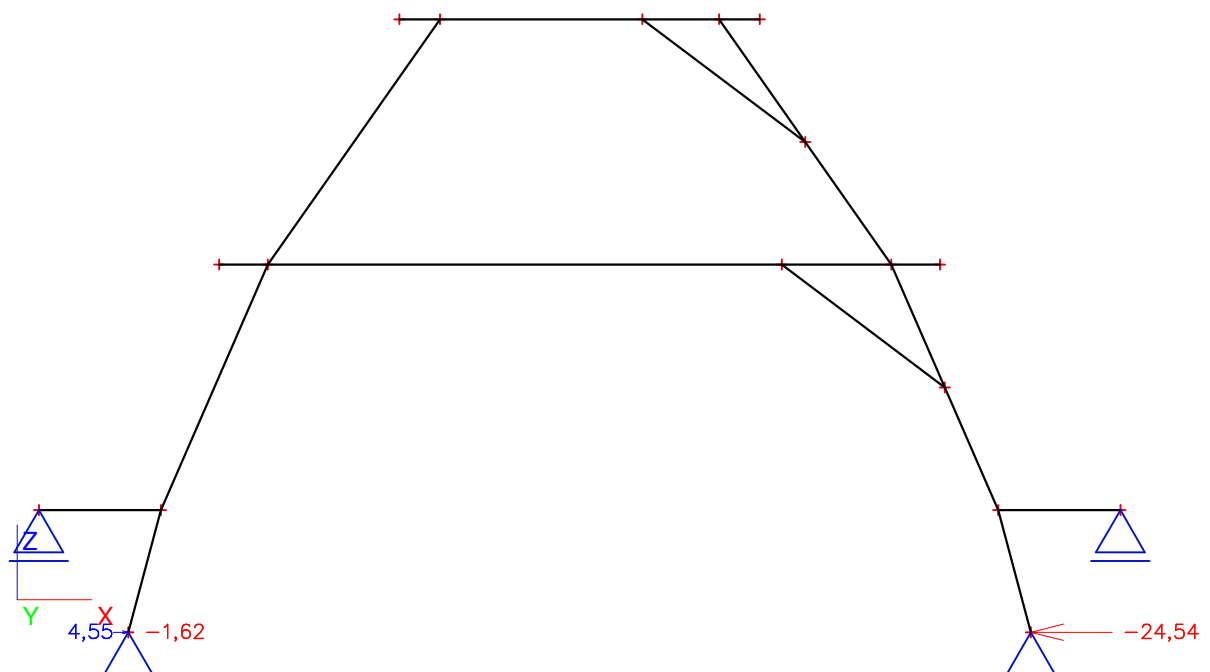
Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	BG5	0,33	0,83
Sn2/K11	BG5	-0,33	0,83
Sn3/K1	BG5	0,00	0,15
Sn4/K3	BG5	0,00	0,15

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

24. Reacties; Rz UGT



25. Reacties; Rx



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

26. Reacties; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Knoop

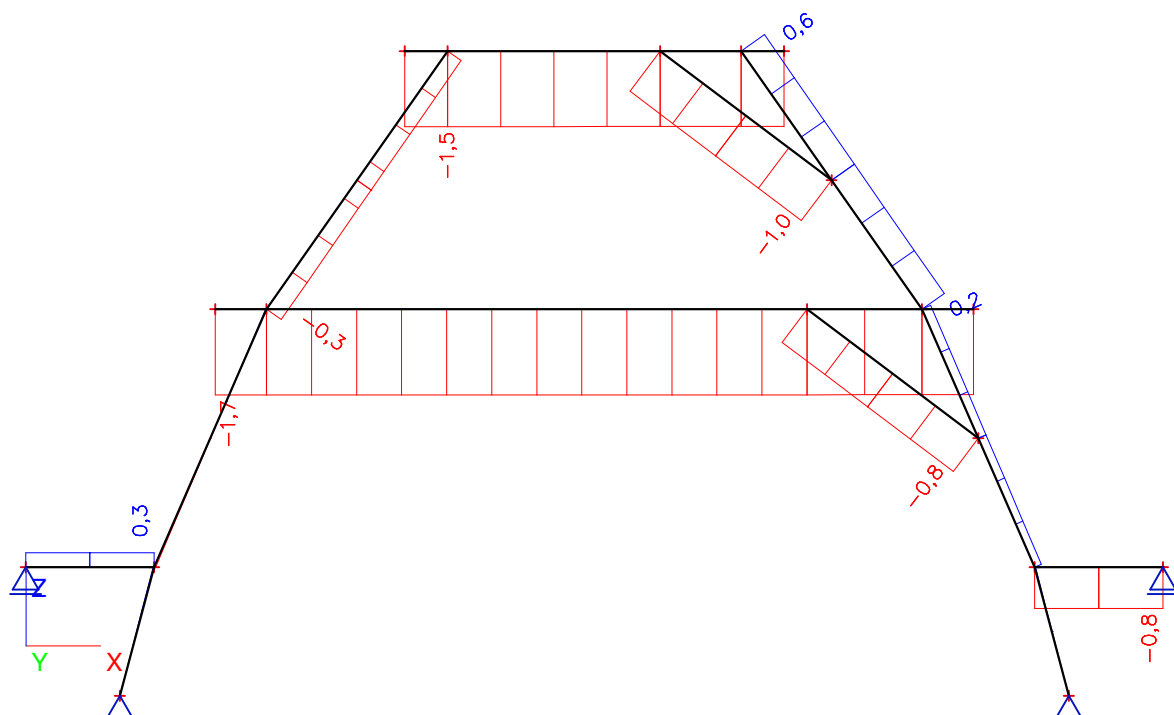
Selectie : Alle

Klasse : UGT

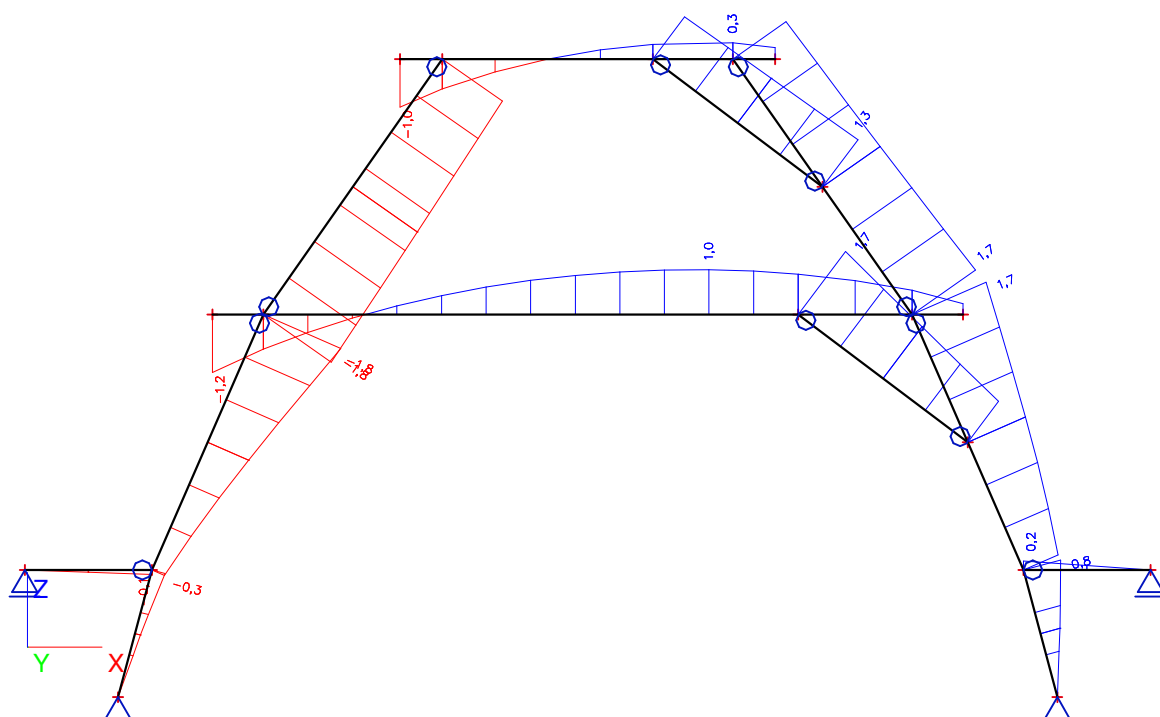
Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	Combi1/2	-1,62	-1,64
Sn1/K10	Combi1/3	4,55	11,90
Sn1/K10	Combi1/4	3,03	7,93
Sn2/K11	Combi1/5	-24,54	24,55
Sn2/K11	Combi1/4	-3,03	8,07
Sn3/K1	Combi1/4	0,00	1,31
Sn3/K1	Combi1/5	0,00	3,54
Sn4/K3	Combi1/4	0,00	1,31
Sn4/K3	Combi1/2	0,00	0,14
Sn4/K3	Combi1/6	0,00	1,98

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

27. Vervormingen van staaf; ux permanent



28. Vervormingen van staaf; uz permanent



29. Vervormingen van staaf; permanent

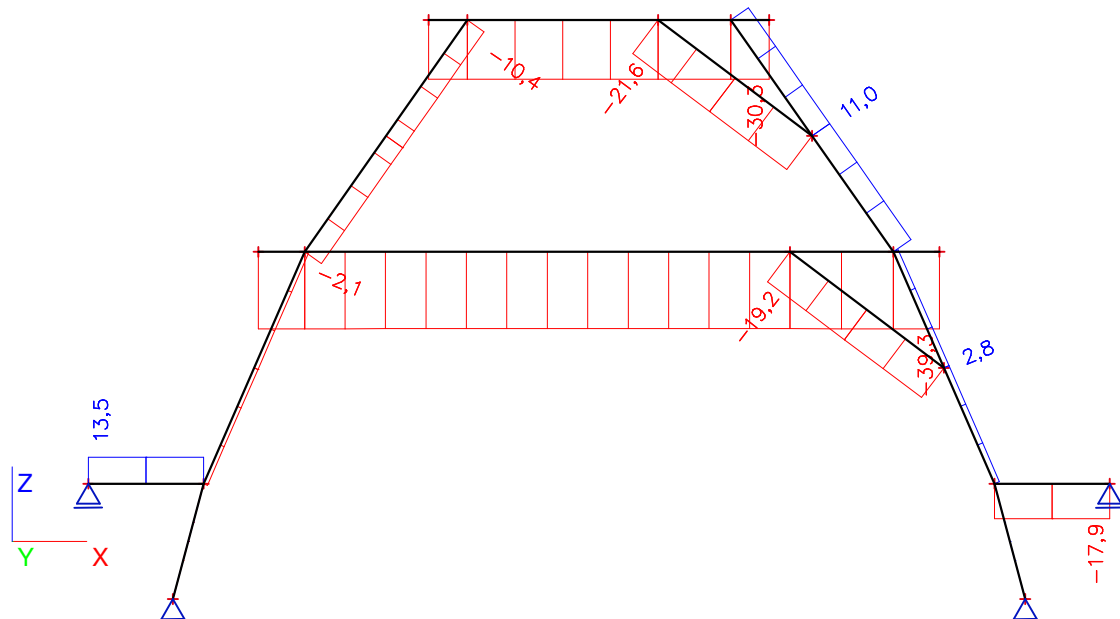
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

Selectie : Alle
Combinaties : Combi6

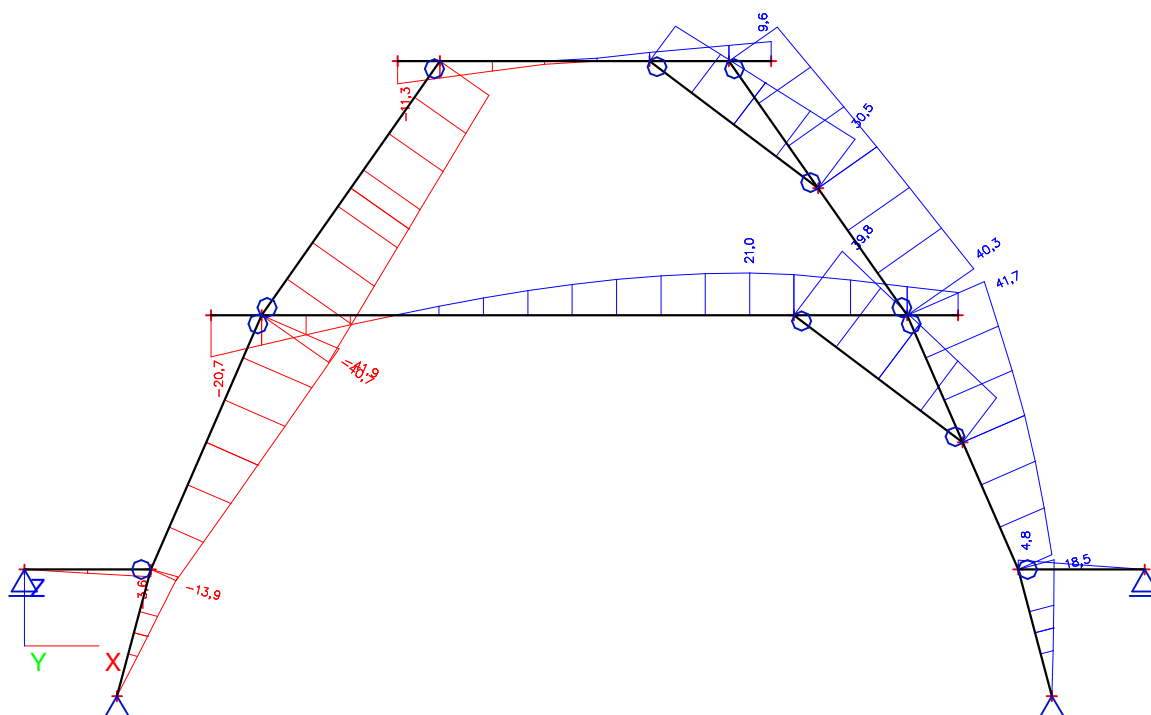
BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi6/1	S5	4,427	-1,7	-1,2	1,6
Combi6/1	S12	0,000	0,6	1,4	-0,1
Combi6/1	S9	0,000	0,0	-1,8	-1,1
Combi6/1	S10	0,000	0,2	1,7	0,4

30. Vervormingen van staaf; ux variabel



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

31. Vervormingen van staaf; uz variabel



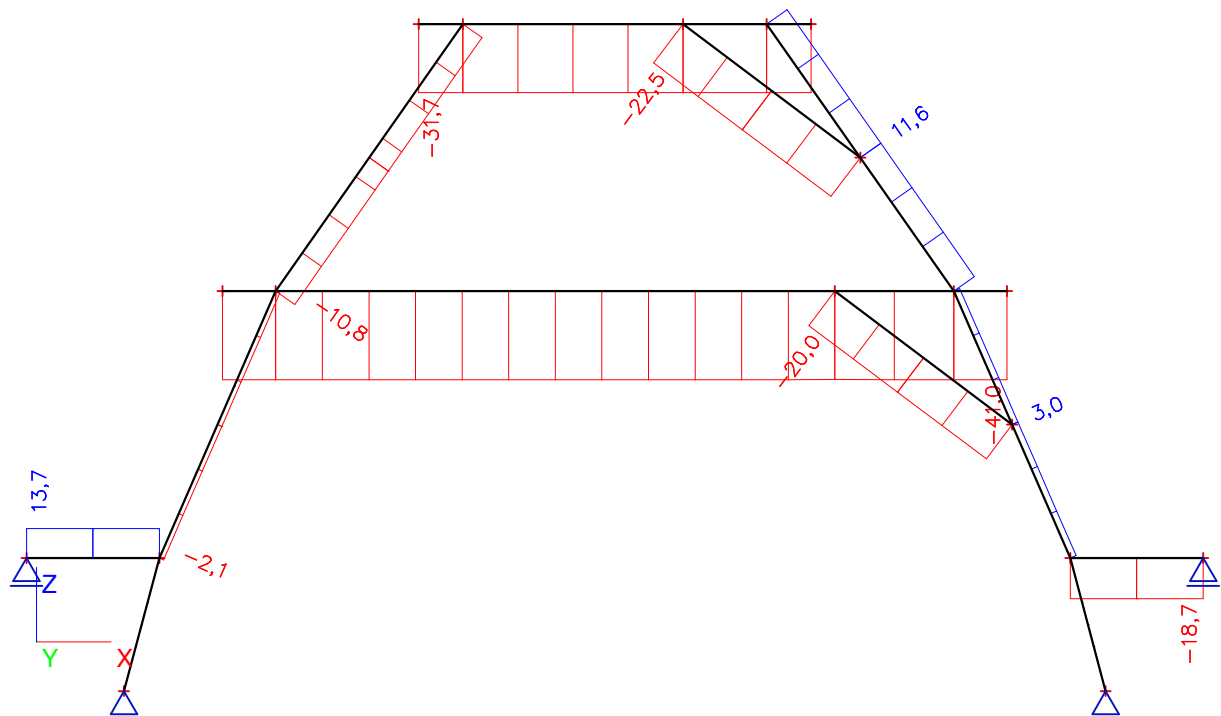
32. Vervormingen van staaf; variabel

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi7

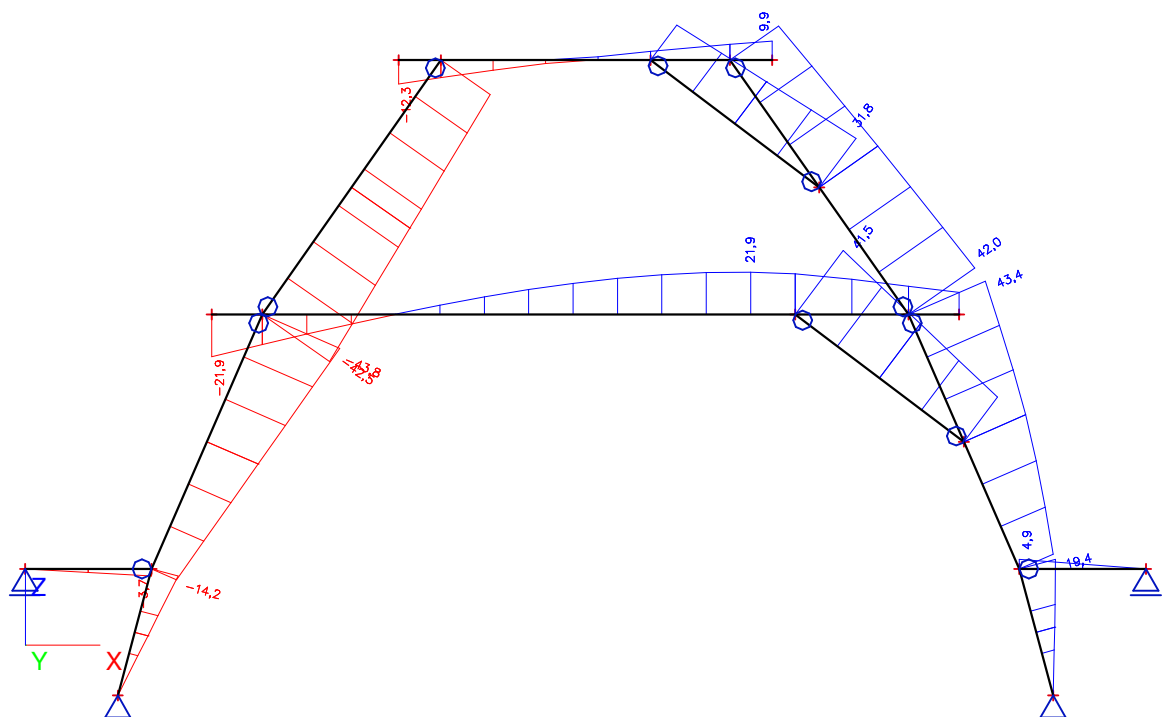
BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi7/7	S5	0,000	-39,3	11,3	-9,5
Combi7/7	S3	0,000	13,5	0,0	4,8
Combi7/7	S9	0,000	-2,1	-41,9	-16,9
Combi7/7	S10	0,000	2,8	41,7	9,0
Combi7/7	S7	0,776	0,0	0,0	-18,0
Combi7/7	S8	0,776	0,0	0,0	24,3

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

33. Vervormingen van staaf; ux BGT



34. Vervormingen van staaf; uz BGT



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

35. Vervormingen van staaf; BGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

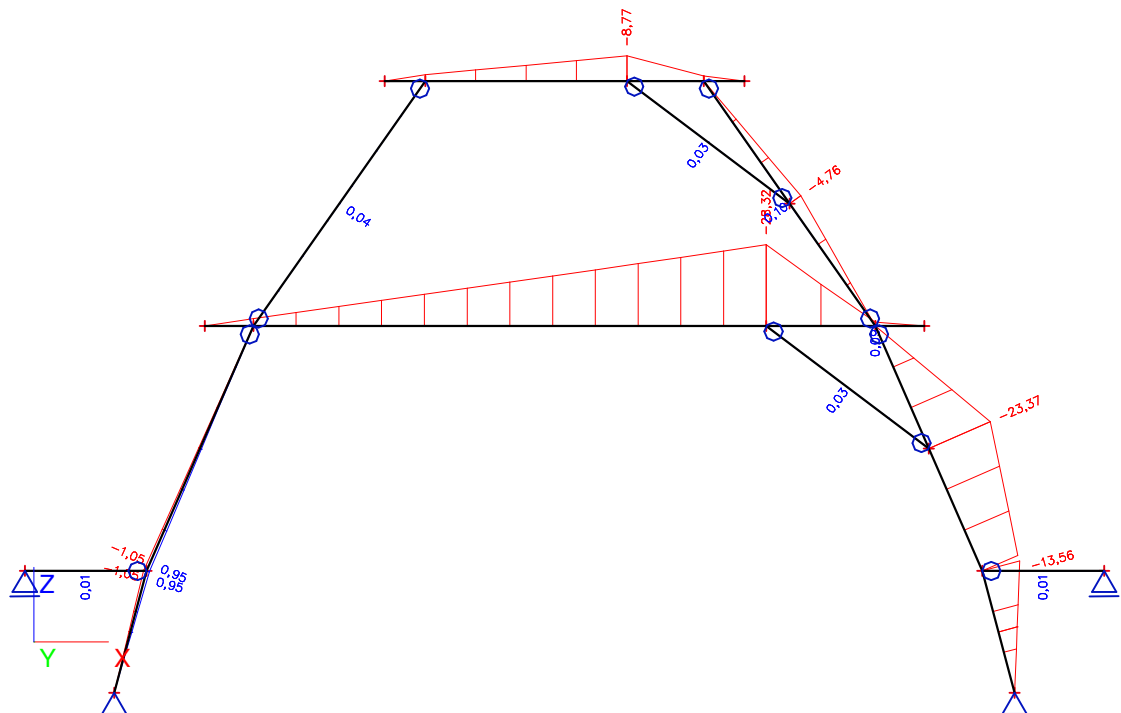
Selectie : Alle

Klasse : BGT

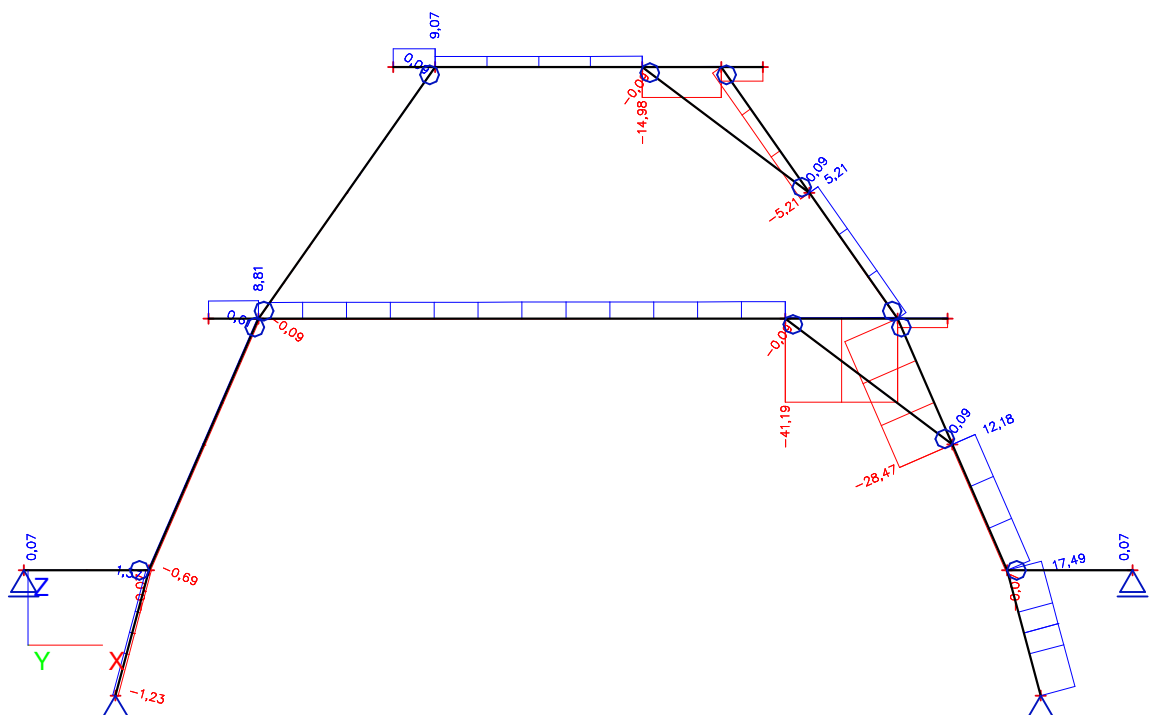
BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi3/8	S5	0,000	-41,0	11,5	-10,4
Combi3/8	S3	0,000	13,7	0,0	4,9
Combi3/8	S9	0,000	-2,1	-43,8	-18,0
Combi3/8	S10	0,000	2,9	43,4	9,5
Combi3/8	S7	0,776	0,0	0,0	-18,3
Combi3/8	S8	0,776	0,0	0,0	25,4

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

36. Interne krachten in staaf; My UGT

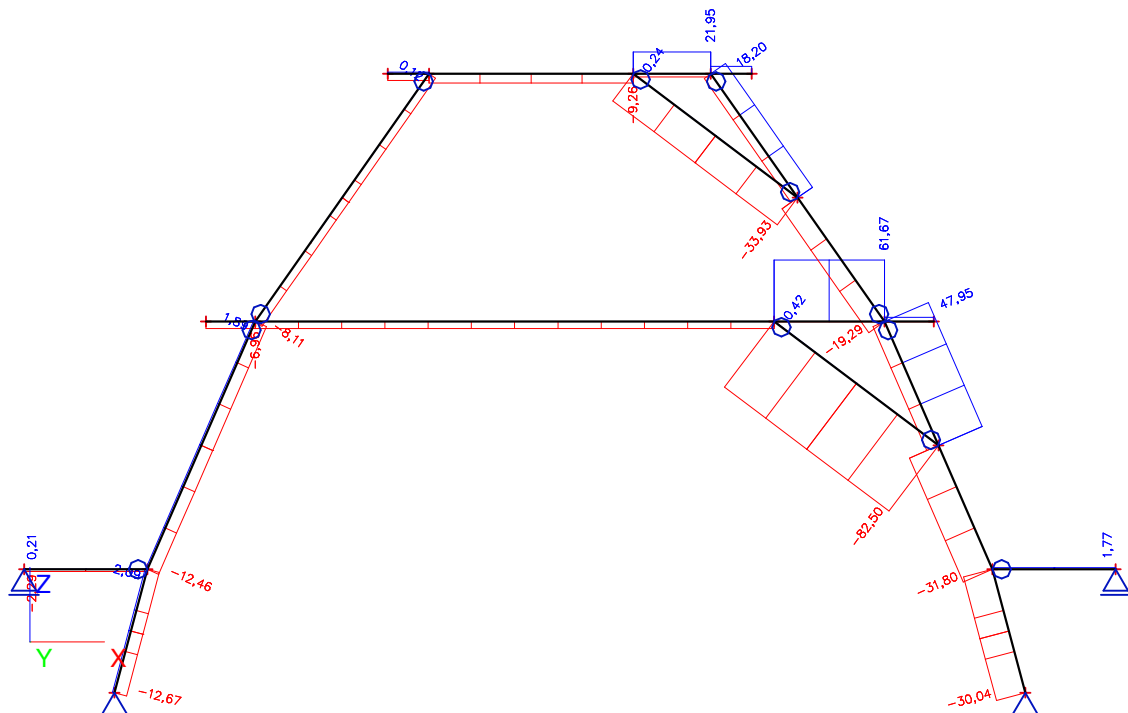


37. Interne krachten in staaf; Vz UGT



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	korbelen belast op trek zijn verwijderd uit het spant	
Auteur	J. Ludolphij	

38. Interne krachten in staaf; N UGT



39. Interne krachten in staaf; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Klasse : UGT

Staat	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S14	Combi1/9	0,000	-82,50	0,06	0,00
S5	Combi1/2	0,300	61,67	-41,06	0,09
S5	Combi1/9	0,972	58,99	-41,19	-28,11
S8	Combi1/10	0,000	-25,26	17,49	-13,56
S5	Combi1/5	0,972	58,93	-41,08	-28,32
S7	Combi1/9	0,000	-2,58	-1,21	0,95

Bijlage D - Oud-Hollands spant borstwering vaste ondersteuning

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Hoofdstuk: invoer project	2
3. Project	2
4. Rekenmodel	3
5. Materialen	3
6. Overzicht staven en knopen	4
7. Knoop	4
8. 1D-staaf	4
9. Knoopondersteuning	4
10. Belastingsgevallen	5
11. Lastgroepen	5
12. BG2 / e.g. verdieping + dak	5
13. BG4 / wind links overdruk	6
14. BG5 / wind links onderdruk	6
15. BG6 / sneeuw	7
16. Lijnlast	8
17. Combinaties	8
18. Resultaatklassen	9
19. Hoofdstuk: uitvoer project	10
20. Reacties; Rz permanent	10
21. Reacties; permanent	10
22. Reacties; Rz sneeuw	11
23. Reacties; sneeuw	11
24. Reacties; Rz UGT	12
25. Reacties; Rx	12
26. Reacties; UGT	13
27. Vervormingen van staaf; ux permanent	14
28. Vervormingen van staaf; uz permanent	14
29. Vervormingen van staaf; permanent	14
30. Vervormingen van staaf; ux variabel	15
31. Vervormingen van staaf; uz variabel	16
32. Vervormingen van staaf; variabel	16
33. Vervormingen van staaf; ux BGT	17
34. Vervormingen van staaf; uz BGT	17
35. Vervormingen van staaf; BGT	18
36. Interne krachten in staaf; My UGT	19
37. Interne krachten in staaf; Vz UGT	19
38. Interne krachten in staaf; N UGT	20
39. Interne krachten in staaf; UGT	20

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

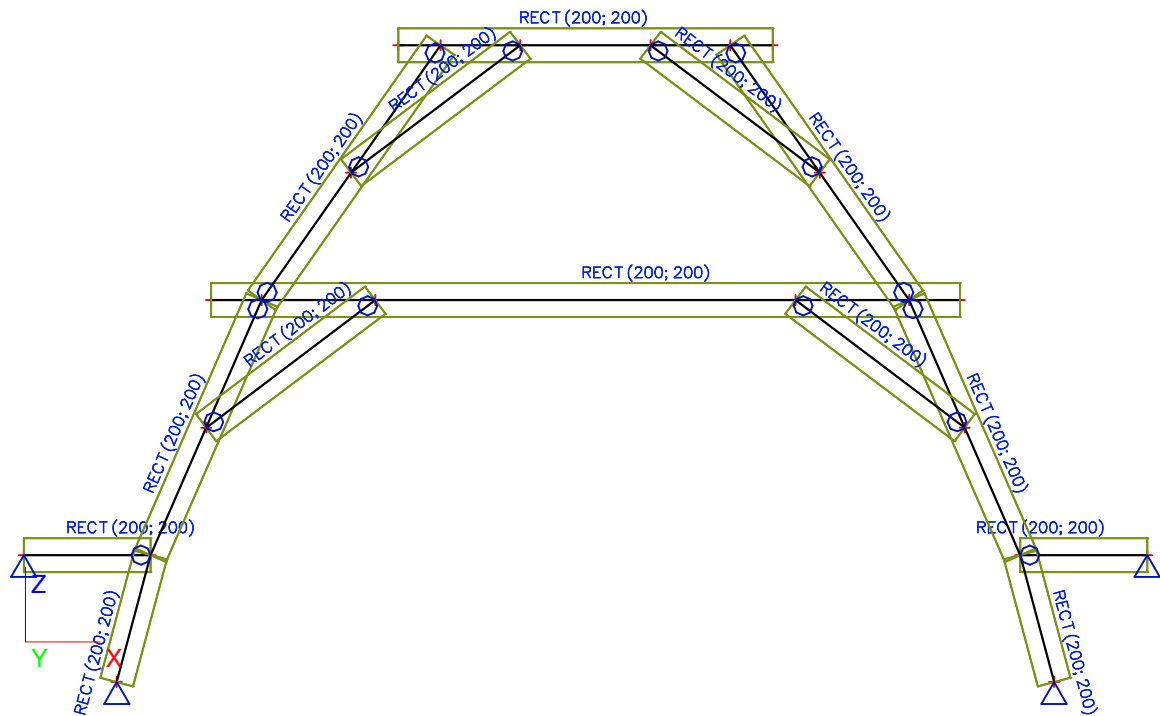
2. Hoofdstuk: invoer project

3. Project

Licentienaam	Faktor Civil Engineering
Project	Oud-Hollands spant
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging
Auteur	J. Ludolphij
Datum	09. 06. 2016
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	22
Aantal staven :	14
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/sec ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN
Functionaliteit	Klimaatlasten Staal
Lastomschrijving	Winddruk volgens EC1 V bo 27.00 V_{b,0} - basis windsnelheid C_{rch} 1.00 c_{dir} - richtingsfactor C seizoen 1.00 c_{seizoen} - seizoensfactor C_{or} 1.00 c_o - orografische factor k_l 1.00 k_l - turbulentiefactor C_{waar} 1.00 c_{prob} - waarschijnlijkheidsfactor ro 1.25 ro - luchtdichtheid Waarschijnlijkheid p 2.00 p K 0.23 K - vormfactor n 0.50 n - exponent Terrein - I Kr - terrein factor 0.209 z₀ - ruwheidslengte 0.200 z_{min} - minimale hoogte 4.00 Interne druk voor 2D wind - geen hoofdvlak diepte 8.60 b - breedte van de constructie hoogte z₀ 0.00 Terreinhoogte EC-sneeuwbelastingen Sk 0.70 kN/m² karakteristieke waarde voor sneeuwlast Ce 1.00 blootstellingscoëfficiënt Ct 1.00 thermische coëfficiënt Cesl Uitzonderlijke sneeuw coëfficiënt - niet beschouwd

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

4. Rekenmodel

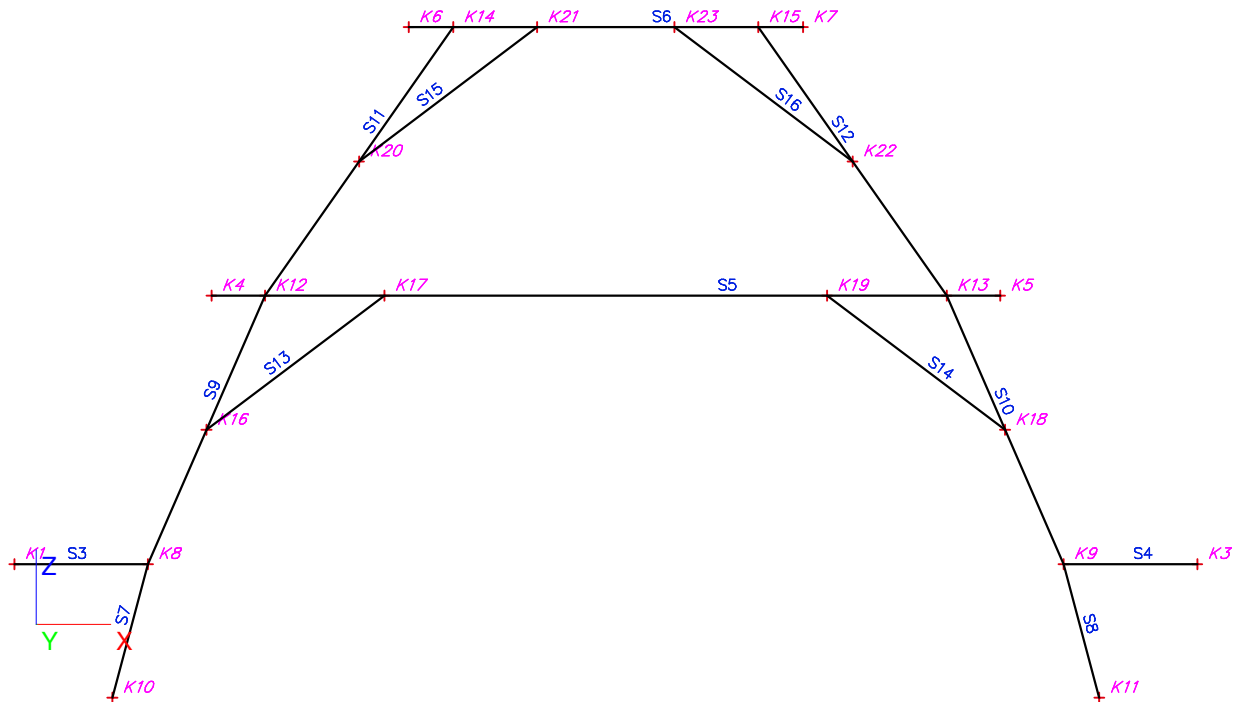


5. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Houtsoort
C18	Hout	320,0	9,0000e+03	0	5,6000e+02	0,00	Vast
C20	Hout	330,0	9,5000e+03	0	5,9000e+02	0,00	Vast

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

6. Overzicht staven en knopen



7. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	6,000
K3	6,640	6,000
K4	1,107	7,507
K5	5,533	7,507
K6	2,213	9,013
K7	4,427	9,013
K8	0,750	6,000
K9	5,890	6,000
K10	0,550	5,250

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K11	6,090	5,250
K12	1,407	7,507
K13	5,233	7,507
K14	2,463	9,013
K15	4,177	9,013
K16	1,078	6,753
K17	2,078	7,507
K18	5,562	6,753
K19	4,562	7,507

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K20	1,935	8,260
K21	2,935	9,013
K22	4,705	8,260
K23	3,705	9,013

8. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K1	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S4	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K3	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S5	CS2 - RECT (200; 200)	4,427	Lijn	K5	K4	Balk (80)	standaard	Laag1
S6	CS2 - RECT (200; 200)	2,213	Lijn	K7	K6	Balk (80)	standaard	Laag1
S7	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K8	K10	Balk (80)	standaard	Laag1
S8	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K9	K11	Balk (80)	standaard	Laag1
S9	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K12	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S10	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K13	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S11	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K14	K12	Balk (80)	standaard	Laag1
S12	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K15	K13	Balk (80)	standaard	Laag1
S13	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K16	K17	Balk (80)	standaard	Laag1
S14	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K18	K19	Balk (80)	standaard	Laag1
S15	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K20	K21	Balk (80)	standaard	Laag1
S16	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K22	K23	Balk (80)	standaard	Laag1

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K10	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn2	K11	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn3	K1	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn4	K3	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij

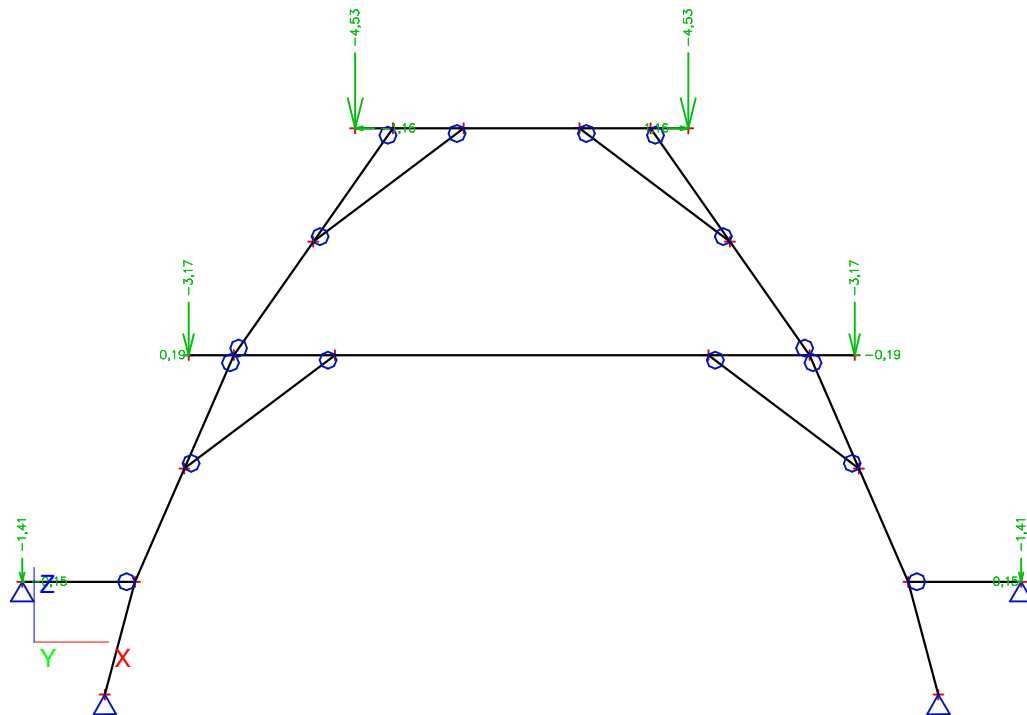
10. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1	e.g. hout	Permanent	LG1	Eigen gewicht		-Z		
BG2	e.g. dak	Permanent	LG1	Standaard				
BG3	wind links overdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG4	wind links onderdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG5	sneeuw	Variabel	LG3	Statisch	Standaard		Kort	Geen

11. Lastgroepen

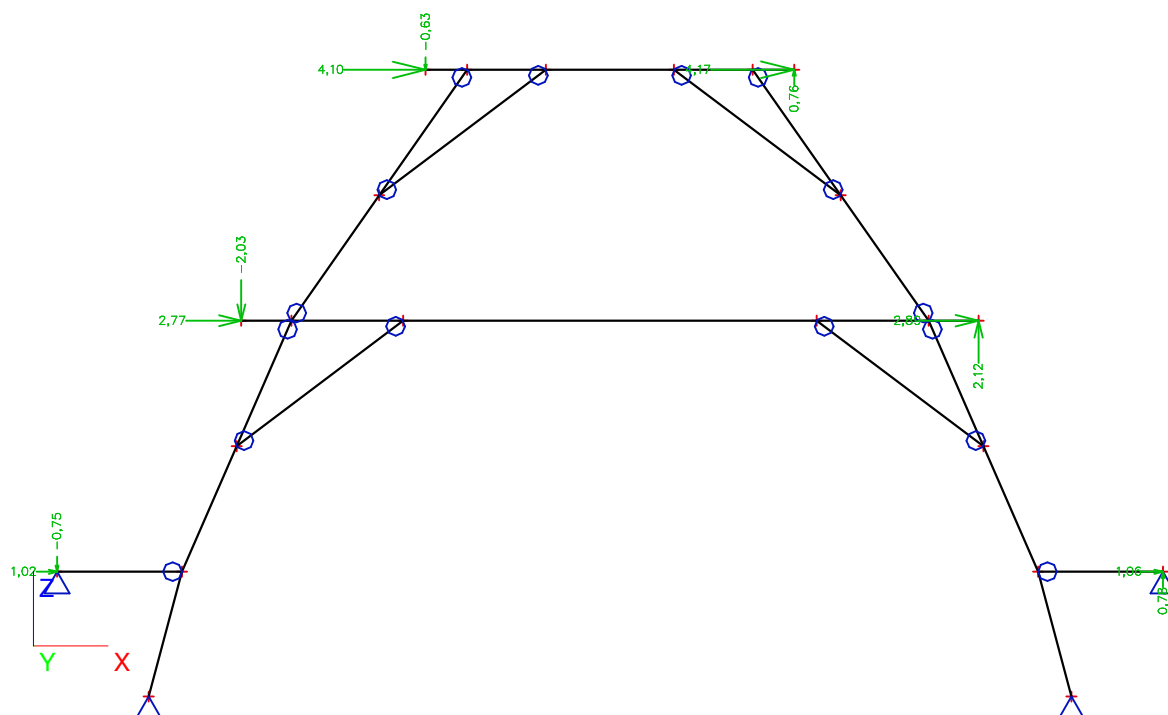
Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Exclusief	Wind
LG3	Variabel	Exclusief	Sneeuw

12. BG2 / e.g. verdieping + dak

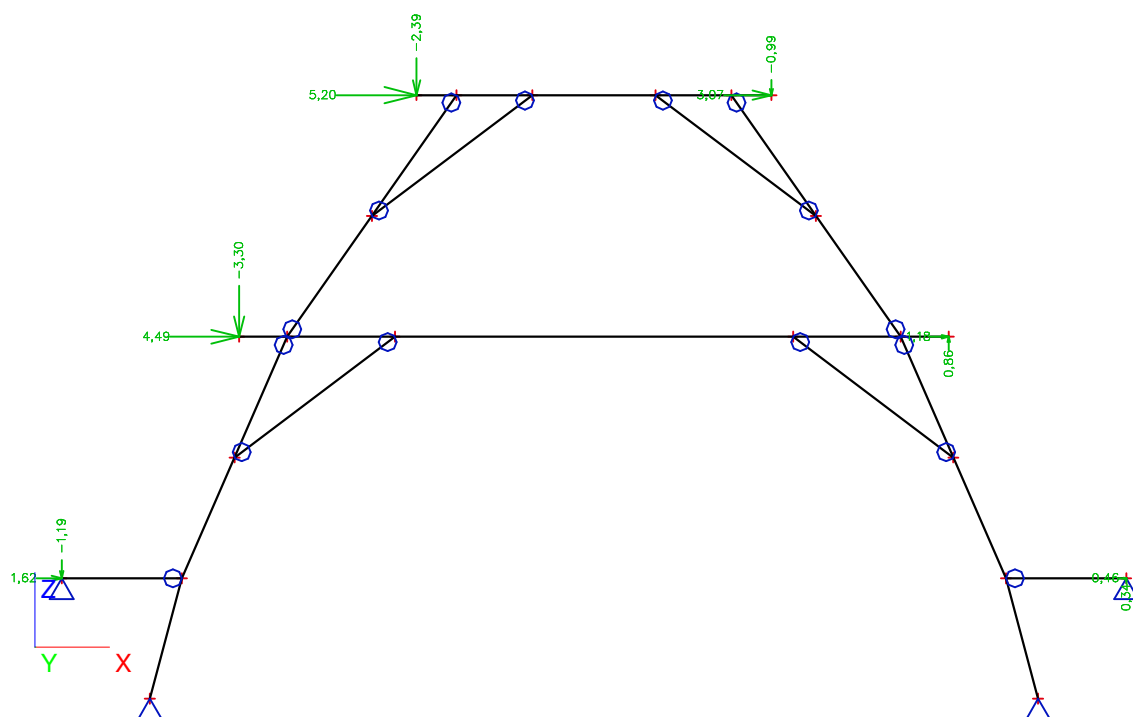


Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

13. BG4 / wind links overdruk

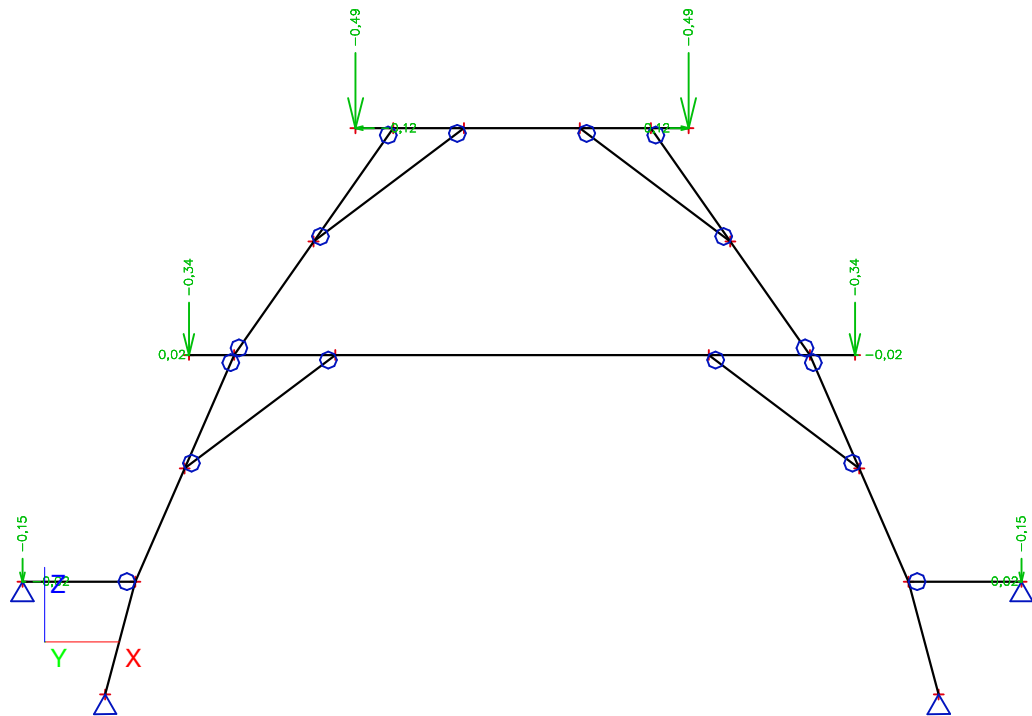


14. BG5 / wind links onderdruk



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

15. BG6 / sneeuw



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

16. Lijnlast

17. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		EN-UGT (STR/GEO) Set B	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk BG5 - sneeuw	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Combi2		EN-UGT (STR/GEO) Set C	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk BG5 - sneeuw	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Combi3		EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk BG5 - sneeuw	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Combi4		EN-BGT Freq.	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk BG5 - sneeuw	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Combi5		EN-BGT Quasi-Permanen	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk BG5 - sneeuw	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Combi6	permanent	EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	1,00 1,00
Combi7	variabel	EN-BGT Karakteristiek	BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk BG5 - sneeuw	1,00 1,00 1,00

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.1	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	0,90 0,90
Combi1.2	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	0,90 0,90
Combi1.3	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	1,35 1,35
Combi1.4	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	1,20 1,20
Combi1.5	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	0,90 0,90
Combi1.6	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk	0,90 0,90 1,50 1,50
Combi1.7	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	1,35 1,35
Combi1.8	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG3 - wind links overdruk BG4 - wind links onderdruk	1,20 1,20 1,50 1,50
Combi1.9	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	0,90 0,90
Combi1.10	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak BG5 - sneeuw	0,90 0,90 1,50
Combi1.11	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout BG2 - e.g. dak	1,35 1,35

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.12	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi2.1	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.2	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.3	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.4	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.5	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi2.6	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi3.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi3.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi3.3	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,00
Combi4.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi4.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	0,20
		BG4 - wind links onderdruk	0,20
Combi4.3	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	0,20
Combi5.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi5.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi6.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7.1	Omhuillende - bruikbaarheid	BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi7.2	Omhuillende - bruikbaarheid	BG5 - sneeuw	1,00

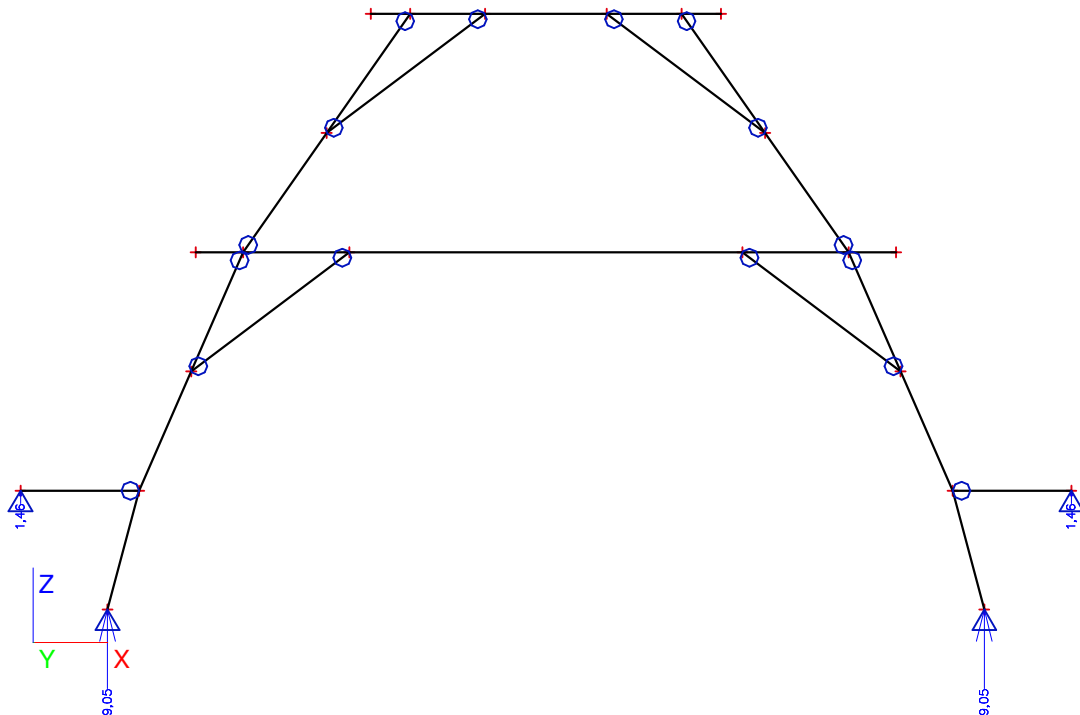
18. Resultaatklassen

Naam	Lijst
UGT	Combi1 - EN-UGT (STR/GEO) Set B
	Combi2 - EN-UGT (STR/GEO) Set C
BGT	Combi3 - EN-BGT Karakteristiek
	Combi4 - EN-BGT Freq.
	Combi5 - EN-BGT Quasi-Permanent

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

19. Hoofdstuk: uitvoer project

20. Reacties; Rz permanent



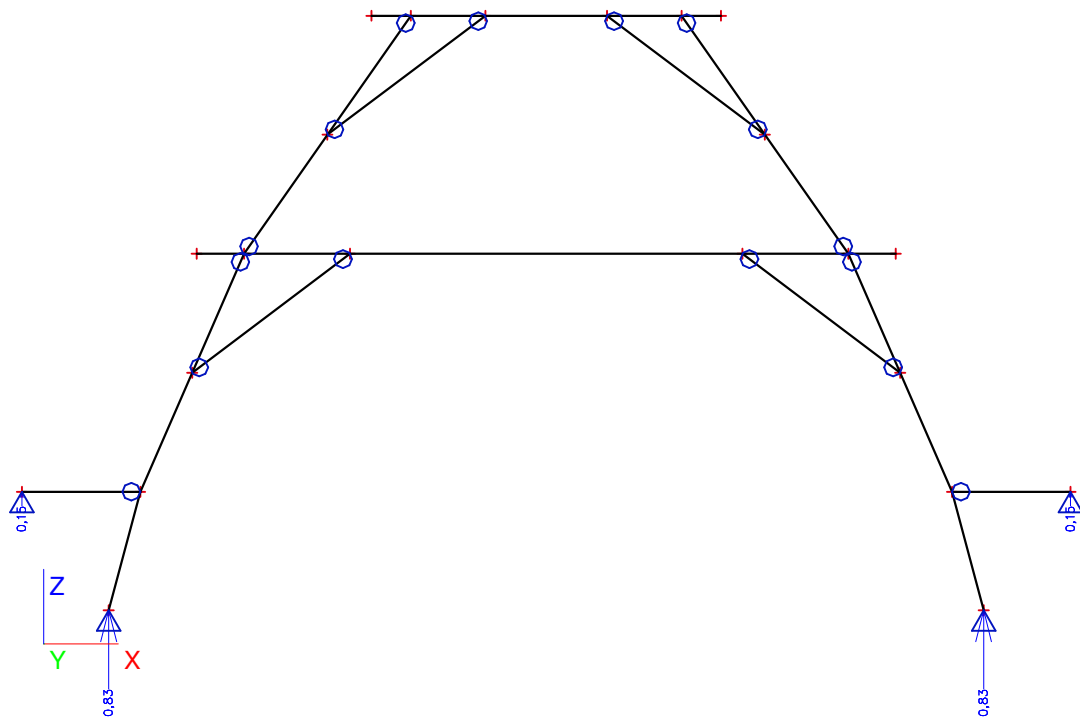
21. Reacties; permanent

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi6/1	2,63	9,05
Sn2/K11	Combi6/1	-2,63	9,05
Sn3/K1	Combi6/1	0,80	1,46
Sn4/K3	Combi6/1	-0,80	1,46

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

22. Reacties; Rz sneeuw



23. Reacties; sneeuw

Lineaire berekening, Extreem : Knoop

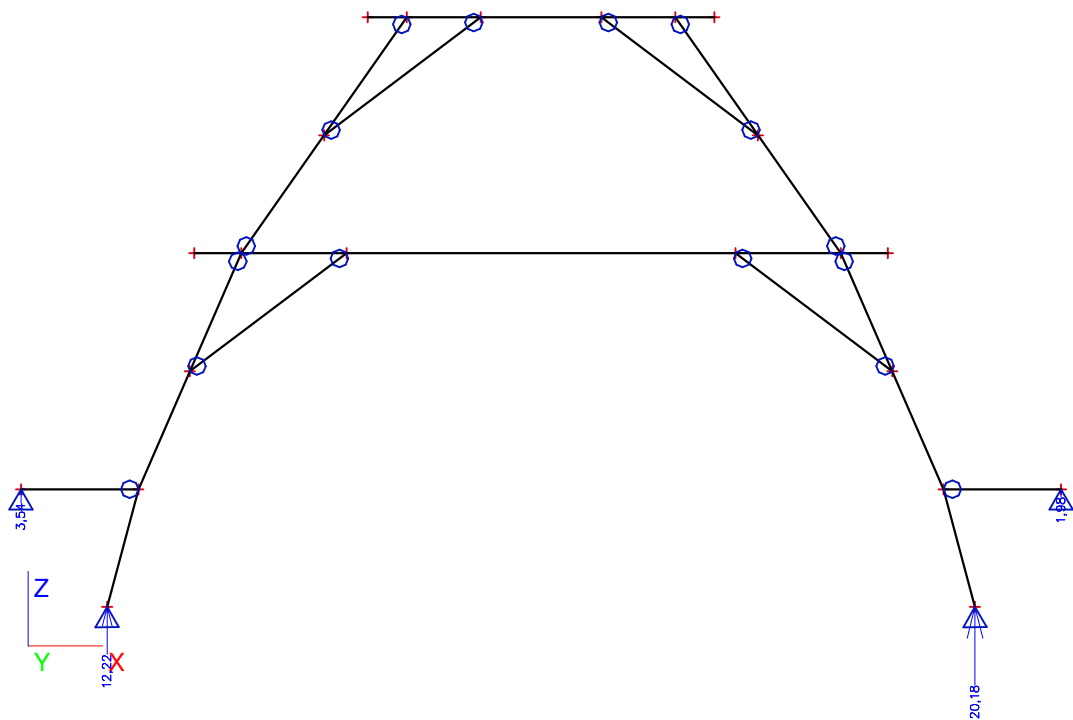
Selectie : Alle

Belastingsgevallen : BG5

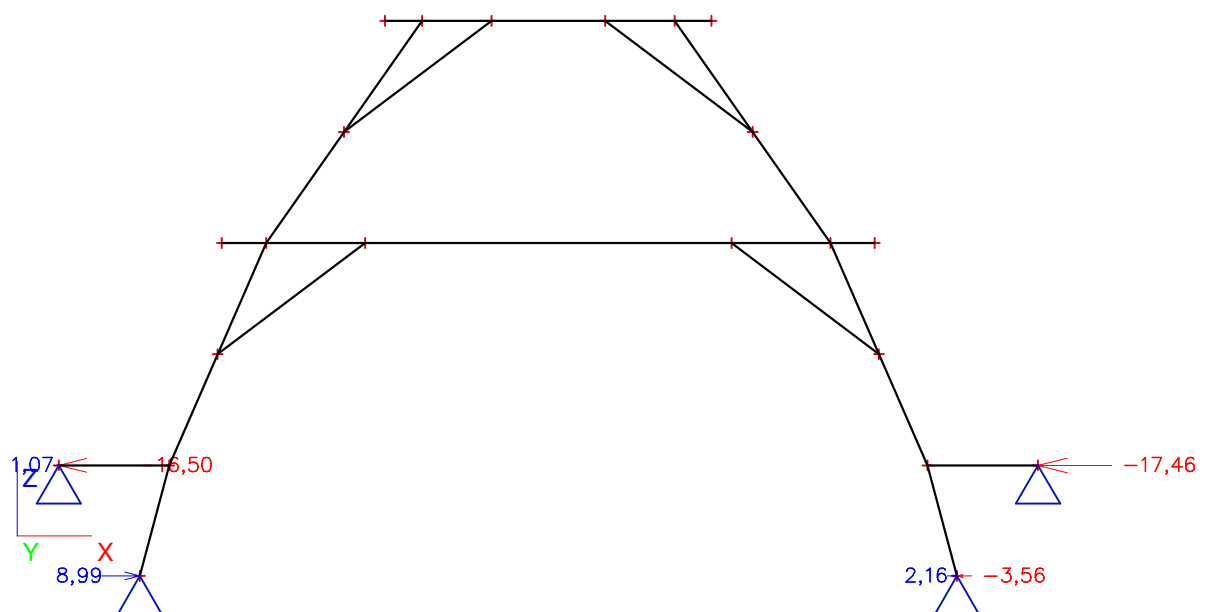
Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	BG5	0,25	0,83
Sn2/K11	BG5	-0,25	0,83
Sn3/K1	BG5	0,06	0,15
Sn4/K3	BG5	-0,06	0,15

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

24. Reacties; Rz UGT



25. Reacties; Rx



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

26. Reacties; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Knoop

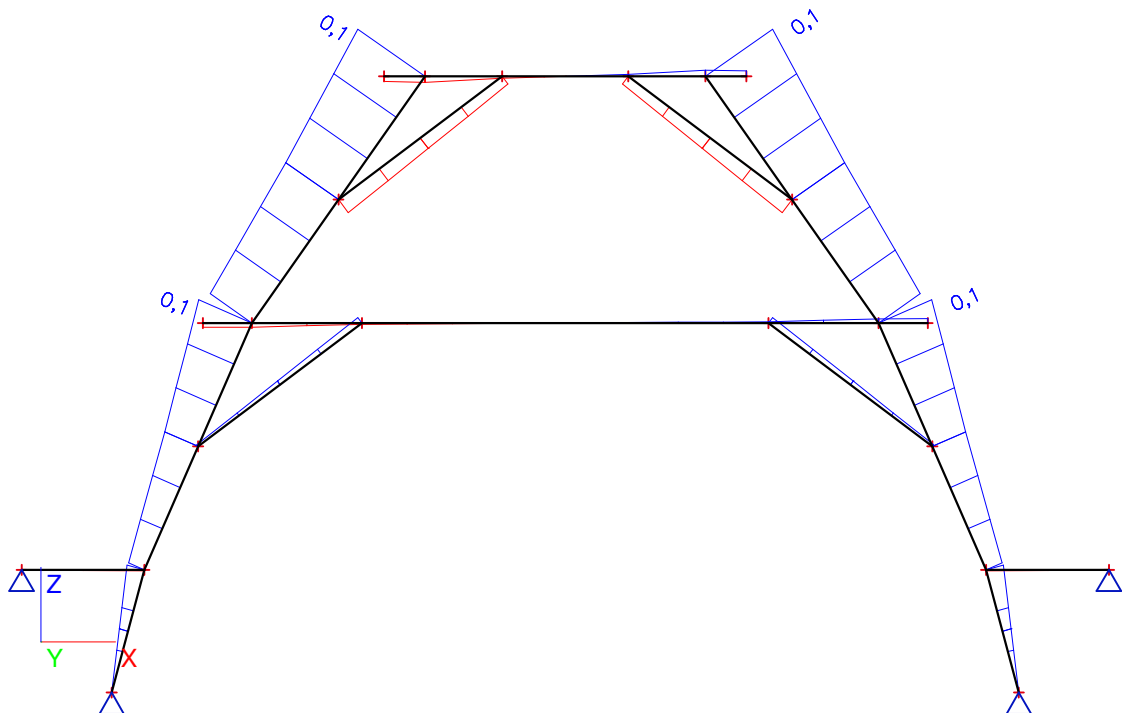
Selectie : Alle

Klasse : UGT

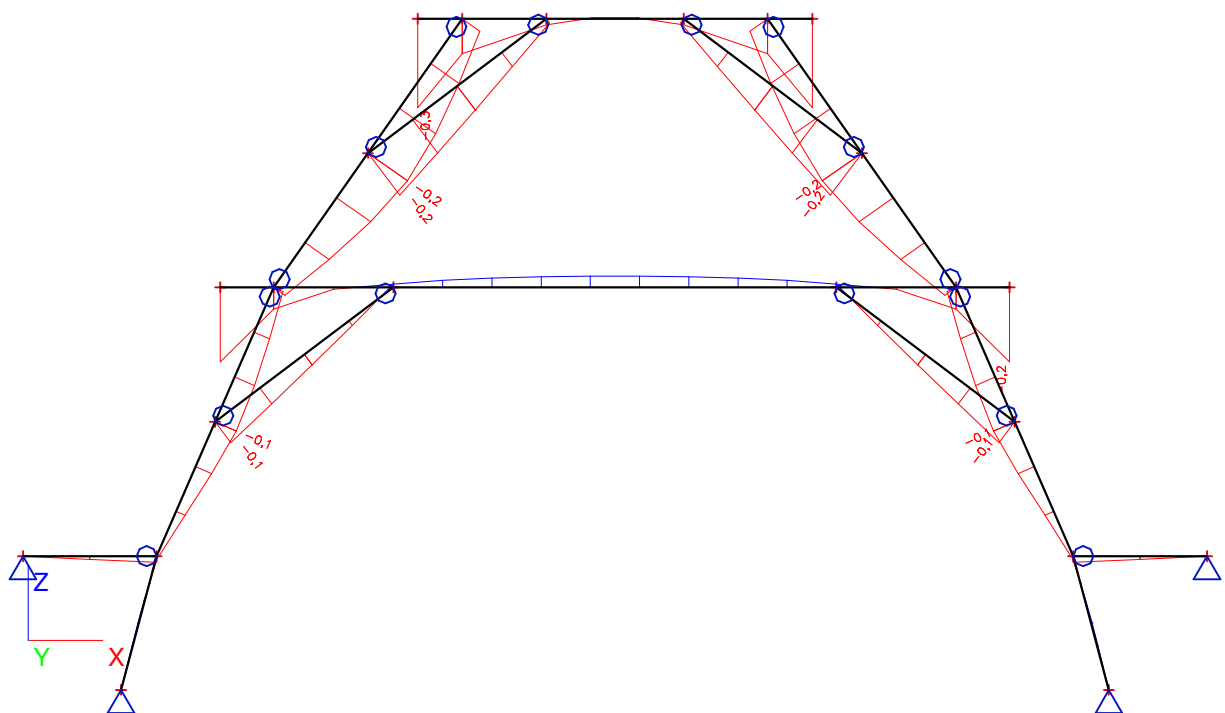
Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	Combi1/2	2,37	8,15
Sn1/K10	Combi1/3	8,99	10,31
Sn1/K10	Combi1/4	6,80	3,04
Sn1/K10	Combi1/5	3,56	12,22
Sn2/K11	Combi1/5	-3,56	12,22
Sn2/K11	Combi1/4	2,16	12,92
Sn2/K11	Combi1/2	-2,37	8,15
Sn2/K11	Combi1/3	-0,02	20,18
Sn3/K1	Combi1/6	-16,50	3,10
Sn3/K1	Combi1/5	1,07	1,97
Sn3/K1	Combi1/2	0,72	1,31
Sn3/K1	Combi1/3	-16,26	3,54
Sn4/K3	Combi1/7	-17,46	0,58
Sn4/K3	Combi1/2	-0,72	1,31
Sn4/K3	Combi1/4	-17,22	0,14
Sn4/K3	Combi1/8	-1,04	1,98

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

27. Vervormingen van staaf; ux permanent



28. Vervormingen van staaf; uz permanent

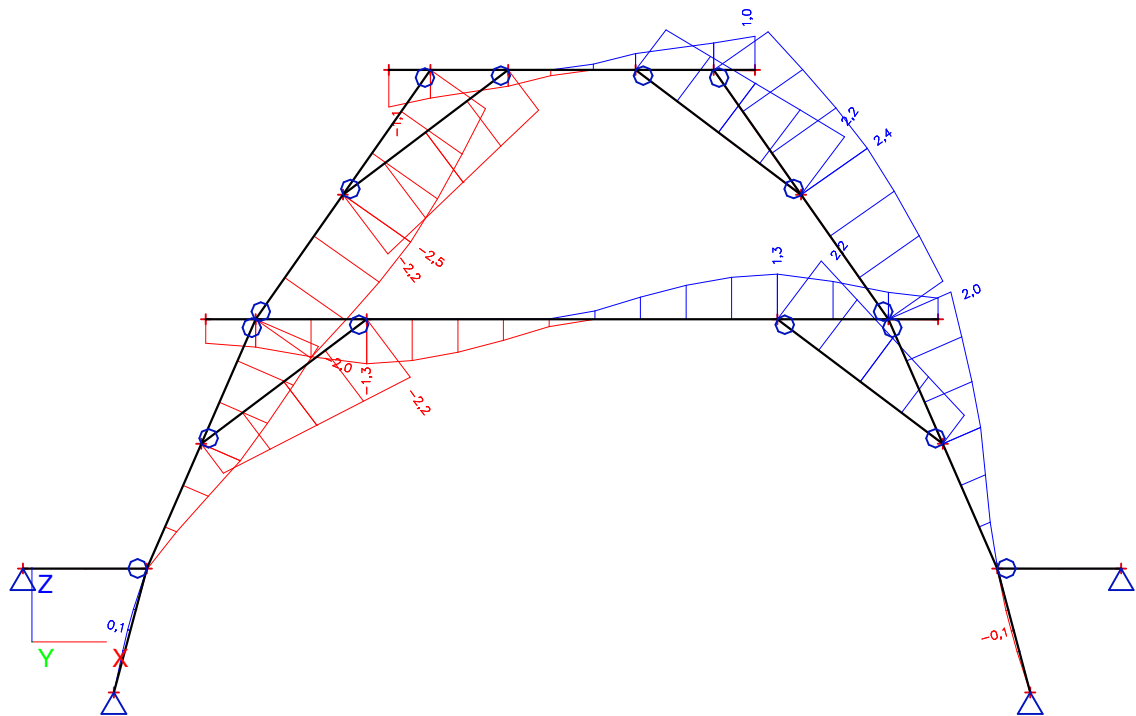


29. Vervormingen van staaf; permanent

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

31. Vervormingen van staaf; uz variabel



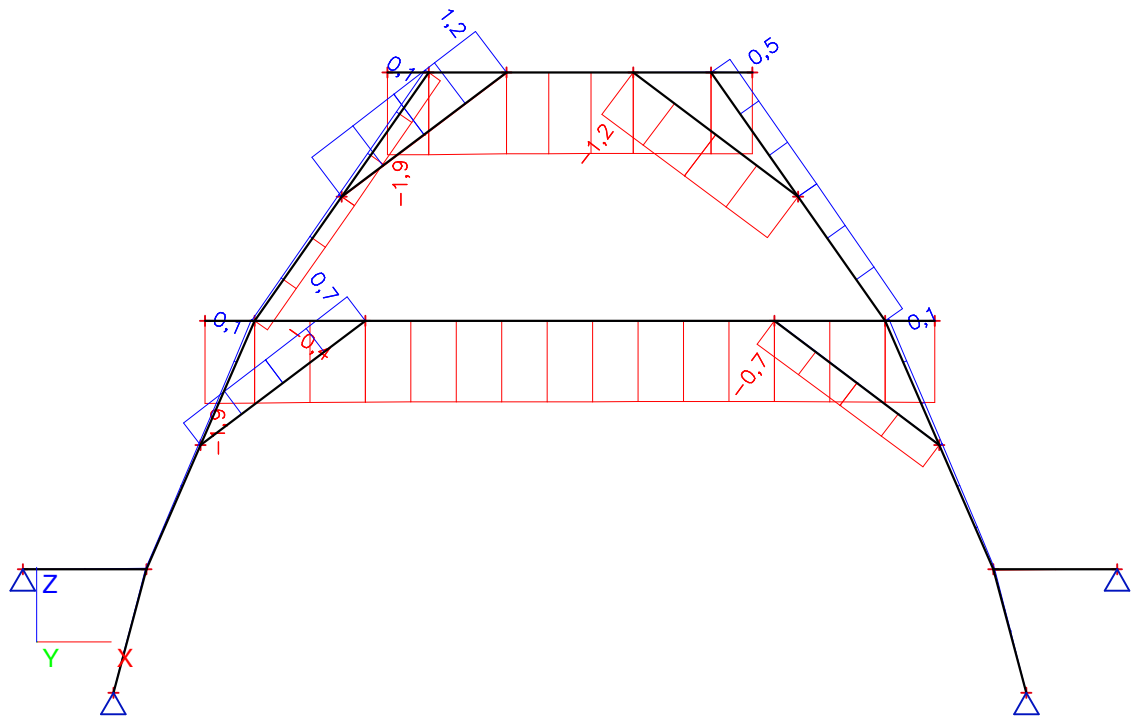
32. Vervormingen van staaf; variabel

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi7

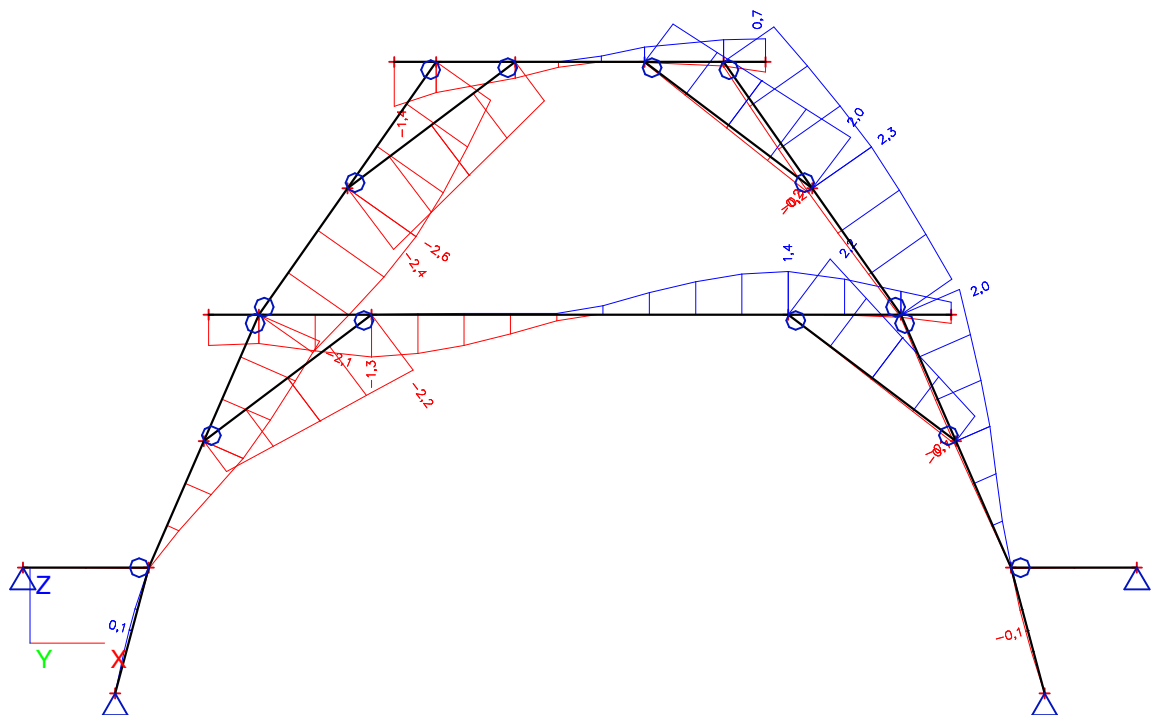
BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi7/9	S5	4,427	-1,9	-0,7	-0,5
Combi7/9	S15	1,252	1,2	-1,5	-0,6
Combi7/9	S11	0,920	-0,4	-2,5	0,0
Combi7/10	S12	0,920	0,4	2,4	0,0
Combi7/9	S9	1,096	0,0	-0,8	-1,5
Combi7/9	S5	2,351	-1,8	-0,2	1,5

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

33. Vervormingen van staaf; ux BGT



34. Vervormingen van staaf; uz BGT



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

35. Vervormingen van staaf; BGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

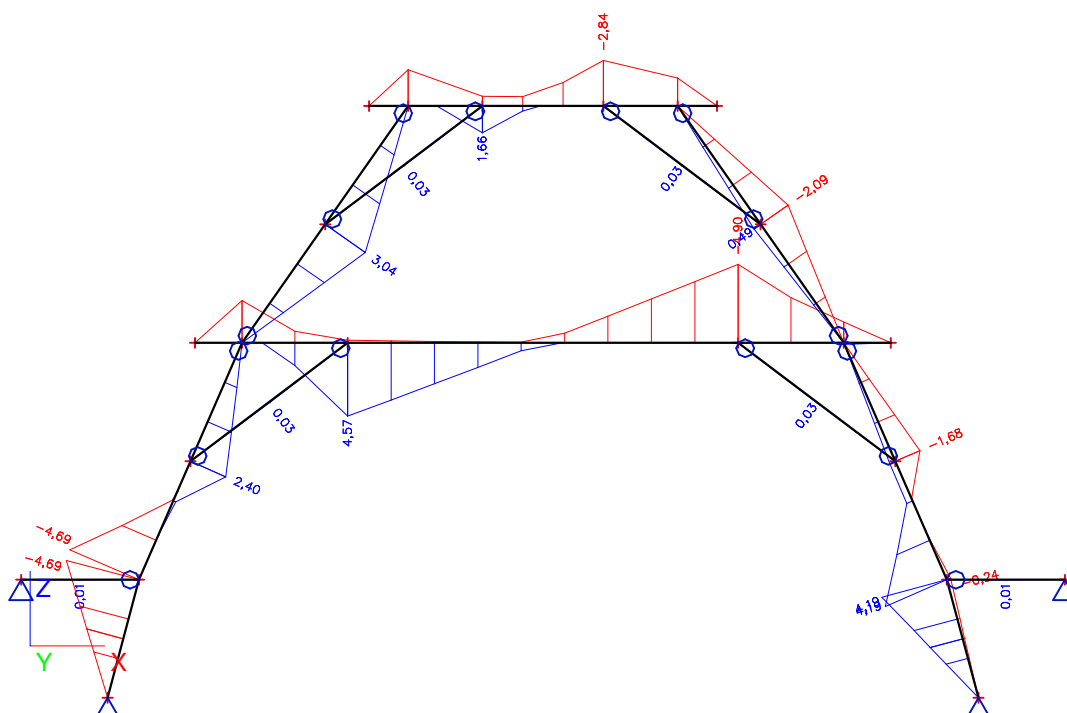
Selectie : Alle

Klasse : BGT

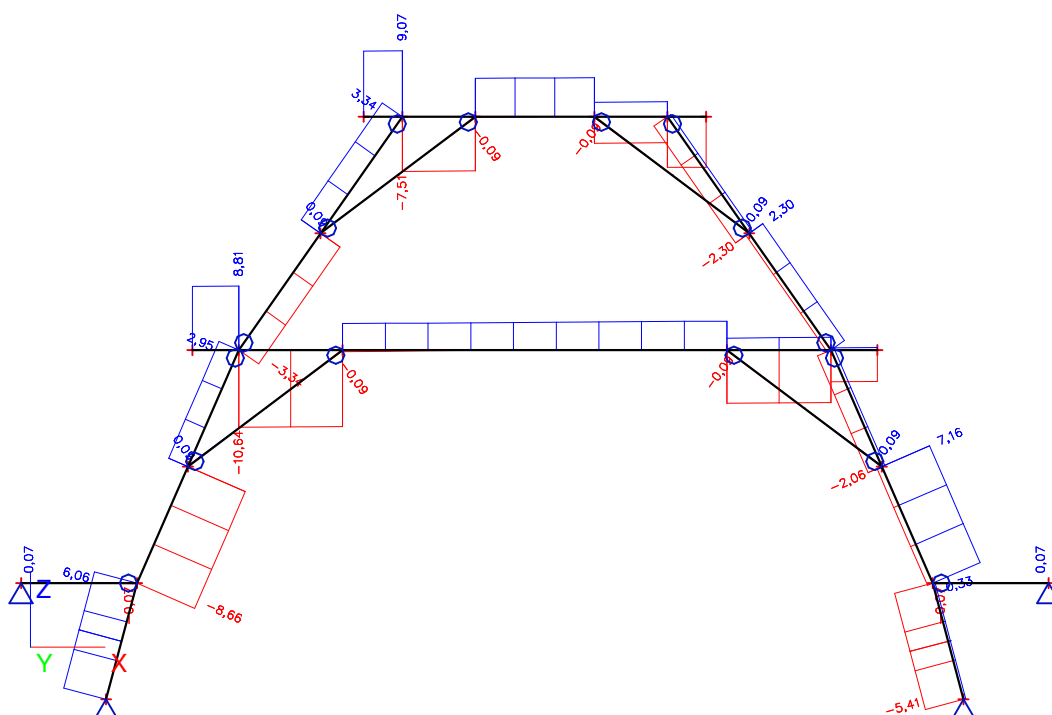
BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi3/11	S5	4,427	-1,9	-1,0	0,0
Combi3/11	S15	1,252	1,2	-1,5	-0,7
Combi3/11	S11	0,920	-0,3	-2,6	0,0
Combi3/12	S12	0,920	0,5	2,3	0,0
Combi3/11	S9	1,096	0,0	-0,9	-1,5
Combi3/11	S6	2,213	-1,9	-1,4	1,5

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

36. Interne krachten in staaf; My UGT

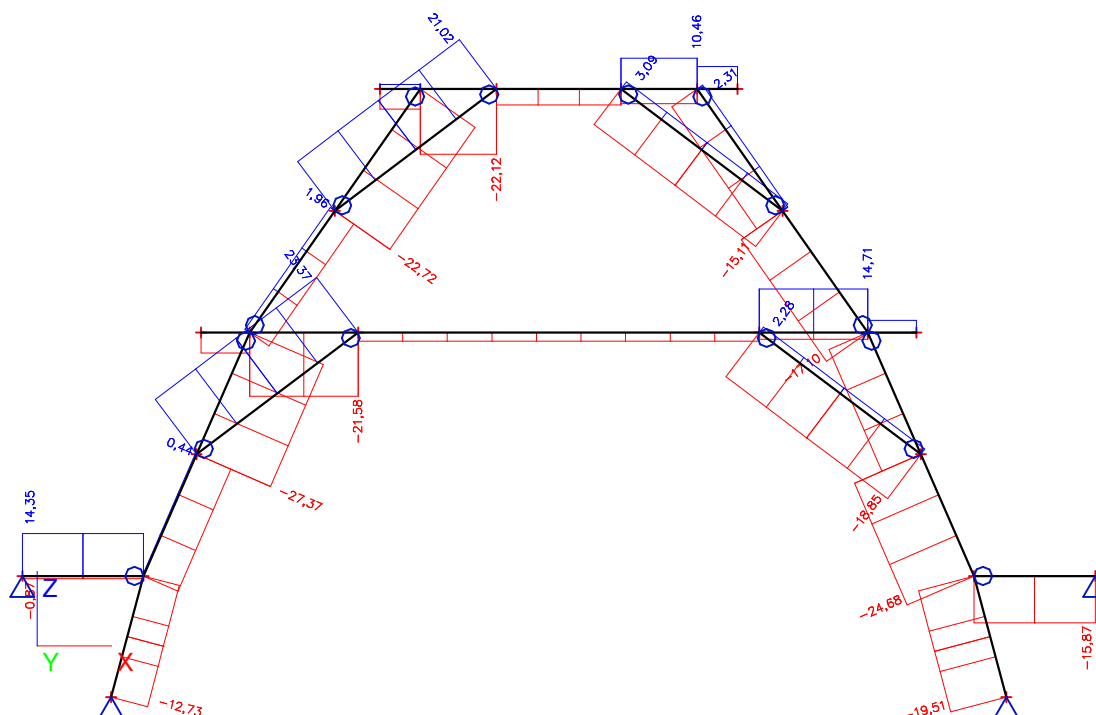


37. Interne krachten in staaf; Vz UGT



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	vaste ondersteuning tpv muur ipv roloplegging	
Auteur	J. Ludolphij	

38. Interne krachten in staaf; N UGT



39. Interne krachten in staaf; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

Klasse : UGT

Staaf	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S9	Combi1/3	0,822	-27,37	2,90	2,40
S13	Combi1/3	1,252	23,37	-0,08	0,00
S5	Combi1/3	4,127	-21,58	-10,64	-2,64
S6	Combi1/3	1,963	-6,41	9,07	-2,26
S5	Combi1/3	0,972	10,68	-6,21	-4,90
S5	Combi1/4	3,455	-0,30	3,63	4,57

Bijlage E - Oud-Hollands spant alleen onderste helft

Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Hoofdstuk: invoer project	2
3. Project	2
4. Rekenmodel	2
5. Materialen	3
6. Overzicht staven en knopen	3
7. Knoop	3
8. 1D-staaf	3
9. Knoopondersteuning	3
10. Belastinggevallen	3
11. Lastgroepen	4
12. BG2 / e.g. verdieping + dak	4
13. BG4 / wind links overdruk	4
14. BG5 / wind links onderdruk	5
15. BG6 / sneeuw	5
16. Lijnlast	6
17. Combinaties	6
18. Resultaatklassen	7
19. Hoofdstuk: uitvoer project	8
20. Reacties; Rz permanent	8
21. Reacties; permanent	8
22. Reacties; Rz sneeuw	8
23. Reacties; sneeuw	9
24. Reacties; Rz UGT	9
25. Reacties; Rx	9
26. Reacties; UGT	10
27. Vervormingen van staaf; ux permanent	11
28. Vervormingen van staaf; uz permanent	11
29. Vervormingen van staaf; permanent	11
30. Vervormingen van staaf; ux variabel	12
31. Vervormingen van staaf; uz variabel	12
32. Vervormingen van staaf; variabel	12
33. Vervormingen van staaf; ux BGT	13
34. Vervormingen van staaf; uz BGT	13
35. Vervormingen van staaf; BGT	14
36. Interne krachten in staaf; My UGT	15
37. Interne krachten in staaf; Vz UGT	15
38. Interne krachten in staaf; N UGT	16
39. Interne krachten in staaf; UGT	16

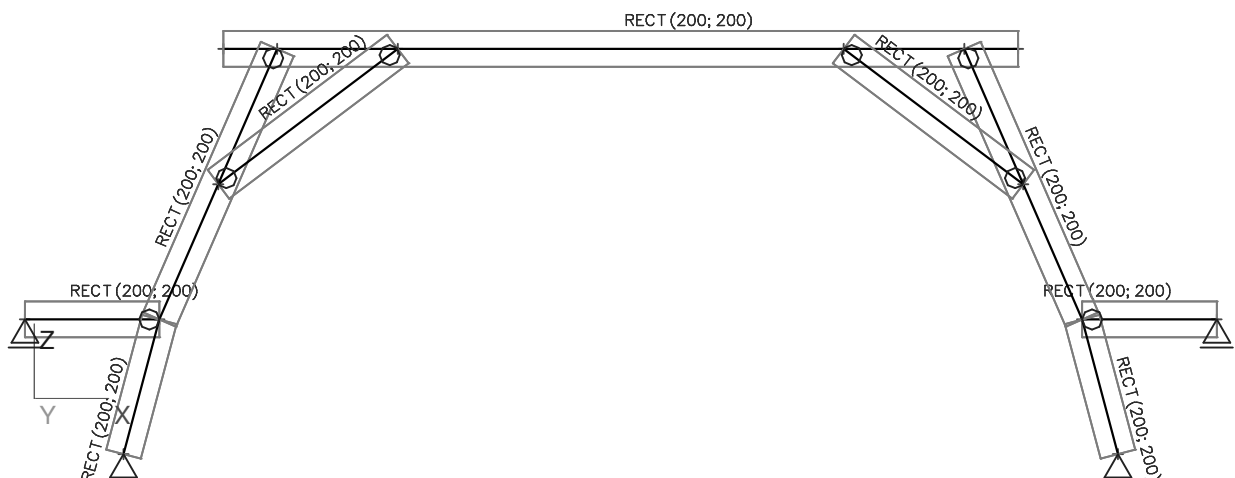
Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

2. Hoofdstuk: invoer project

3. Project

Licentienaam	Faktor Civil Engineering
Project	Oud-Hollands spant
Auteur	J. Ludolphij
Datum	09. 06. 2016
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	14
Aantal staven :	9
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/sec ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN
Functionaliteit	Klimaatlasten Staal
Lastomschrijving	Winddruk volgens EC1 V bo 27.00 V_{b,0} - basis windsnelheid C_{rch} 1.00 c_{dir} - richtingsfactor C seizoen 1.00 c_{seizoen} - seizoensfactor C_{or} 1.00 c_o - orografische factor k_l 1.00 k_l - turbulentiefactor C_{waar} 1.00 c_{prob} - waarschijnlijkheidsfactor ro 1.25 ro - luchtdichtheid Waarschijnlijkheid p 2.00 p K 0.23 K - vormfactor n 0.50 n - exponent Terrein - I Kr - terrein factor 0.209 z₀ - ruwheidslengte 0.200 z_{min} - minimale hoogte 4.00 Interne druk voor 2D wind - geen hoofdvlak diepte 8.60 b - breedte van de constructie hoogte z₀ 0.00 Terreinhoogte EC-sneeuwbelastingen Sk 0.70 kN/m² karakteristieke waarde voor sneeuwlast C_e 1.00 blootstellingscoëfficiënt C_t 1.00 thermische coëfficiënt C_{esl} Uitzonderlijke sneeuw coëfficiënt - niet beschouwd

4. Rekenmodel

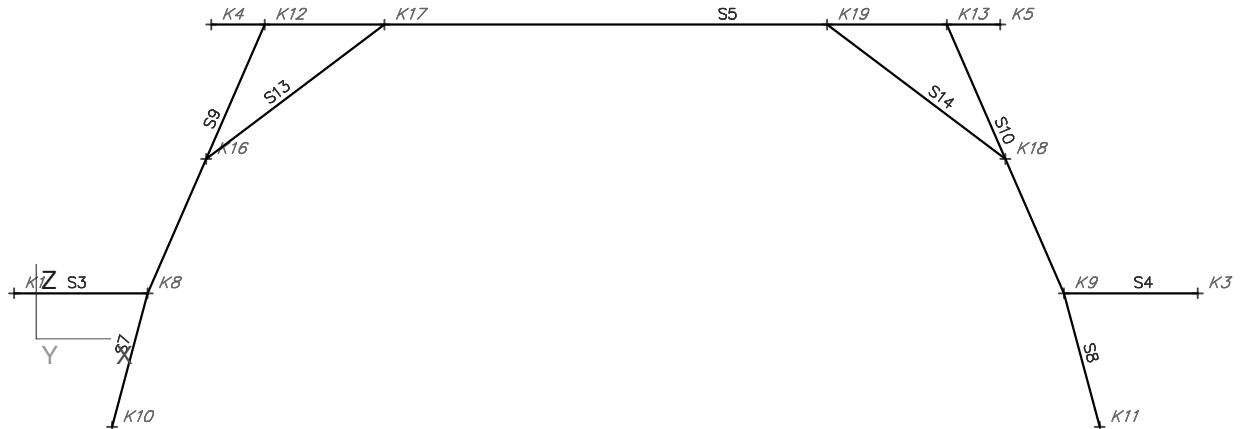


Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

5. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Houtsoort
C18	Hout	320,0	9,0000e+03	0	5,6000e+02	0,00	Vast
C20	Hout	330,0	9,5000e+03	0	5,9000e+02	0,00	Vast

6. Overzicht staven en knopen



7. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]
K1	0,000		K9	5,890	6,0	K16	1,078	6,753
K3	6,640		K10	0,550	5,2	K17	2,078	7,507
K4	1,107		K11	6,090	5,2	K18	5,562	6,753
K5	5,533		K12	1,407	7,5	K19	4,562	7,507
K8	0,750		K13	5,233	7,507			

8. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K1	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S4	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K3	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S5	CS2 - RECT (200; 200)	4,427	Lijn	K5	K4	Balk (80)	standaard	Laag1
S7	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K8	K10	Balk (80)	standaard	Laag1
S8	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K9	K11	Balk (80)	standaard	Laag1
S9	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K12	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S10	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K13	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S13	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K16	K17	Balk (80)	standaard	Laag1
S14	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K18	K19	Balk (80)	standaard	Laag1

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K10	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn2	K11	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn3	K1	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij
Sn4	K3	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij

10. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1	e.g. hout	Permanent	LG1	Eigen gewicht		-Z		
BG2	e.g. dak	Permanent	LG1	Standaard				
BG3	wind links overdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG4	wind links onderdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen

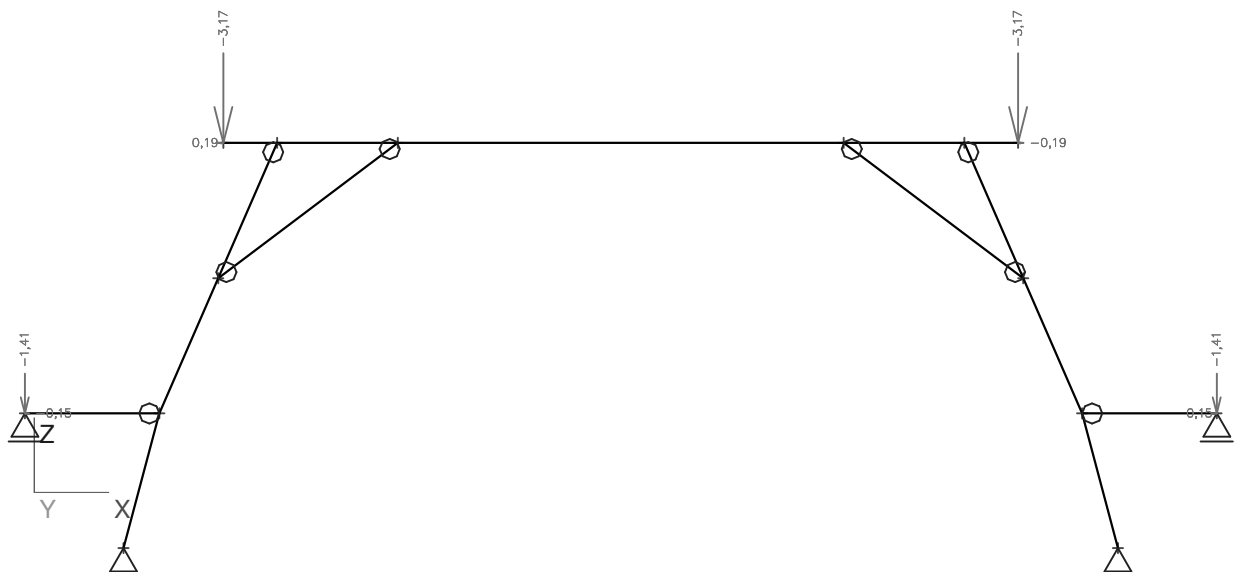
Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	sneeuw	Variabel	LG3	Statisch	Standaard		Kort	Geen

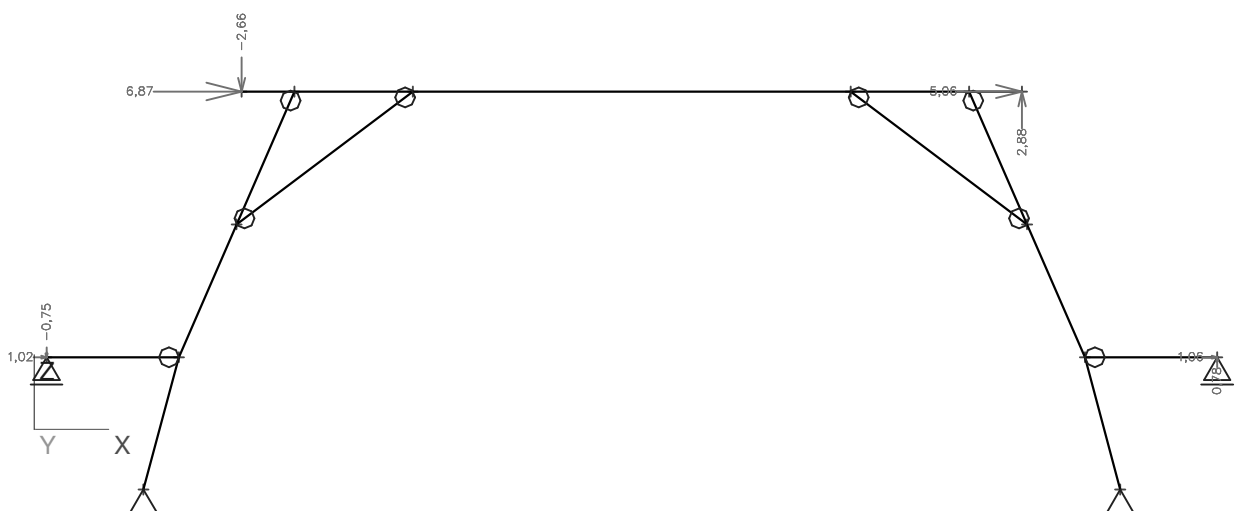
11. Lastgroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Exclusief	Wind
LG3	Variabel	Exclusief	Sneeuw

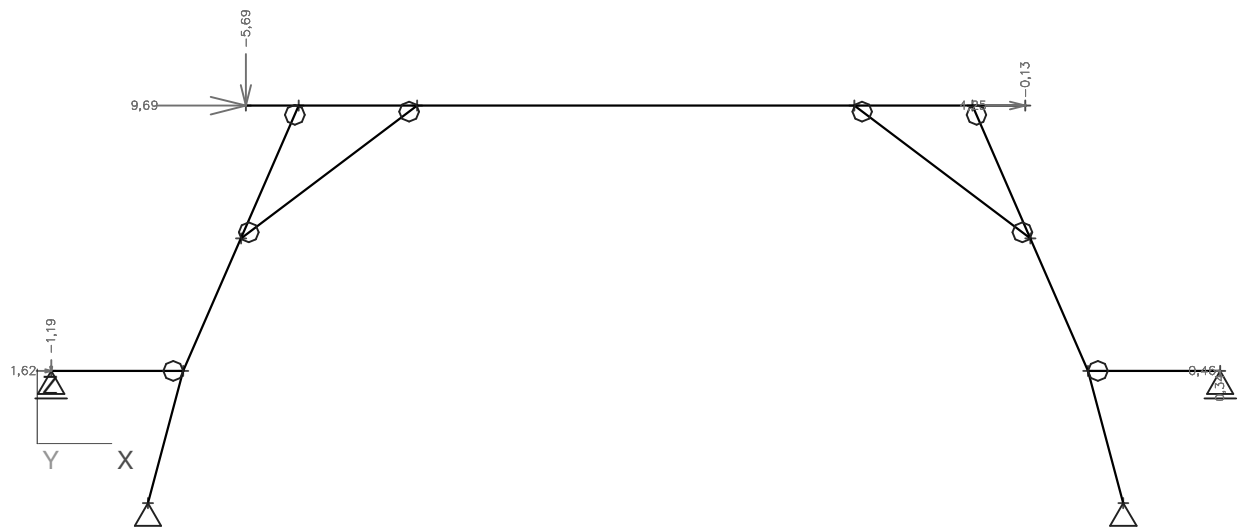
12. BG2 / e.g. verdieping + dak



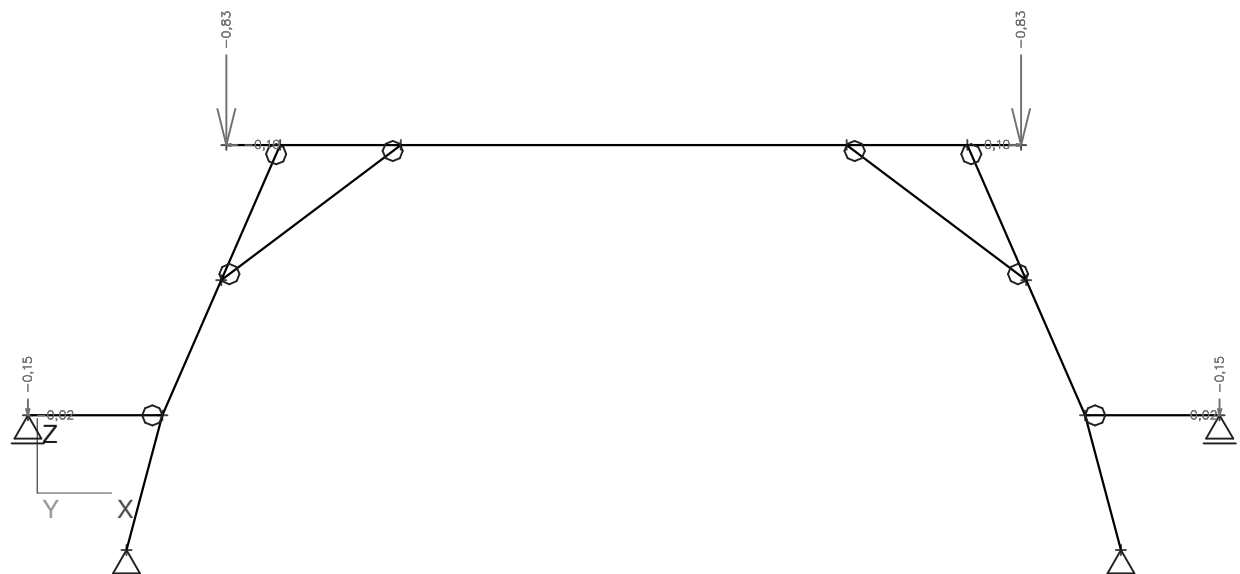
13. BG4 / wind links overdruk



14. BG5 / wind links onderdruk



15. BG6 / sneeuw



16. Lijnlast

17. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		EN-UGT (STR/GEO) Set B	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi2		EN-UGT (STR/GEO) Set C	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi3		EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi4		EN-BGT Freq.	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi5		EN-BGT Quasi-Permanen	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi6	permanent	EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7	variabel	EN-BGT Karakteristiek	BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.1	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.2	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.3	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.4	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
Combi1.5	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.6	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.7	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.8	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.9	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.10	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi1.11	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35

Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

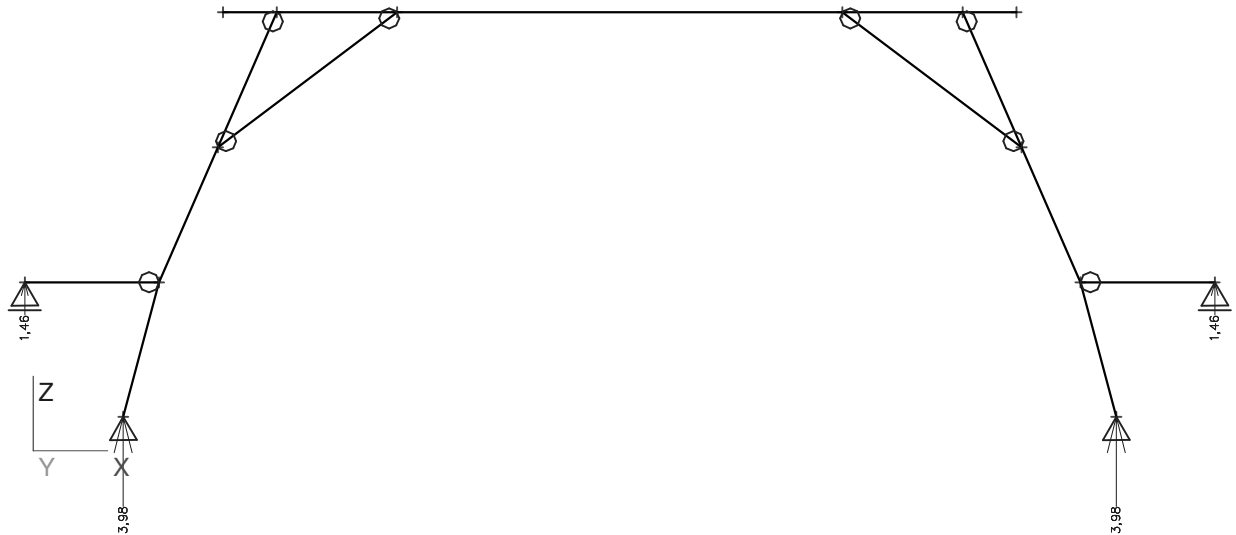
Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.12	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi2.1	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.2	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.3	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.4	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.5	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi2.6	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi3.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi3.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi3.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,00
Combi4.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi4.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	0,20
		BG4 - wind links onderdruk	0,20
Combi4.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	0,20
Combi5.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi5.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi6.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi7.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG5 - sneeuw	1,00

18. Resultaatklassen

Naam	Lijst
UGT	Combi1 - EN-UGT (STR/GEO) Set B
	Combi2 - EN-UGT (STR/GEO) Set C
BGT	Combi3 - EN-BGT Karakteristiek
	Combi4 - EN-BGT Freq.
	Combi5 - EN-BGT Quasi-Permanent

19. Hoofdstuk: uitvoer project

20. Reacties; Rz permanent



21. Reacties; permanent

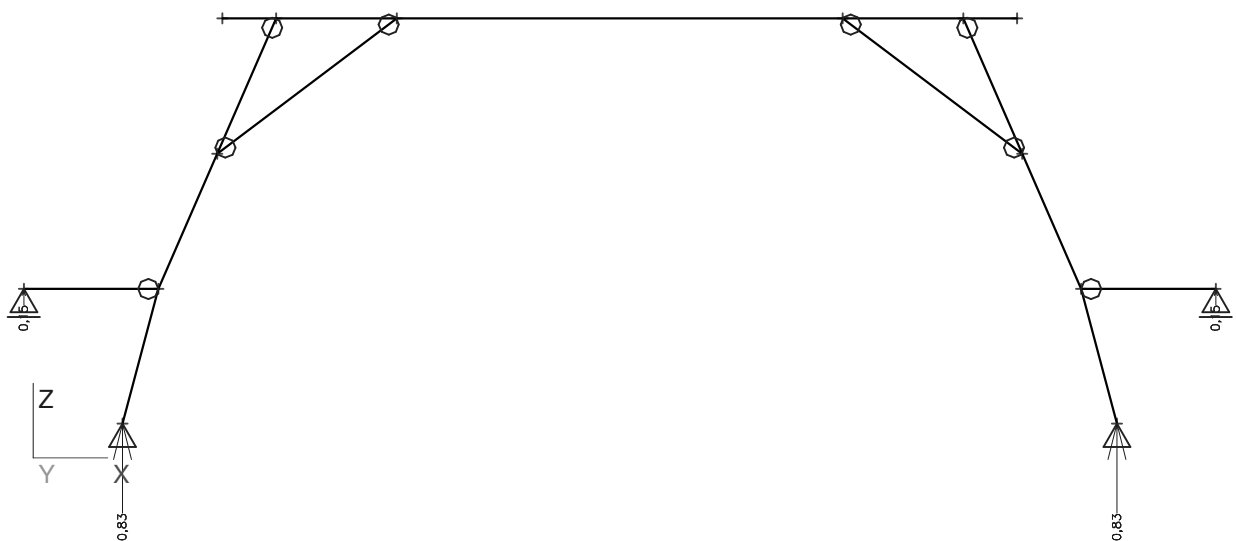
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

Combinaties : Combi6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi6/1	1,24	3,98
Sn2/K11	Combi6/1	-1,24	3,98
Sn3/K1	Combi6/1	0,00	1,46
Sn4/K3	Combi6/1	0,00	1,46

22. Reacties; Rz sneeuw



23. Reacties; sneeuw

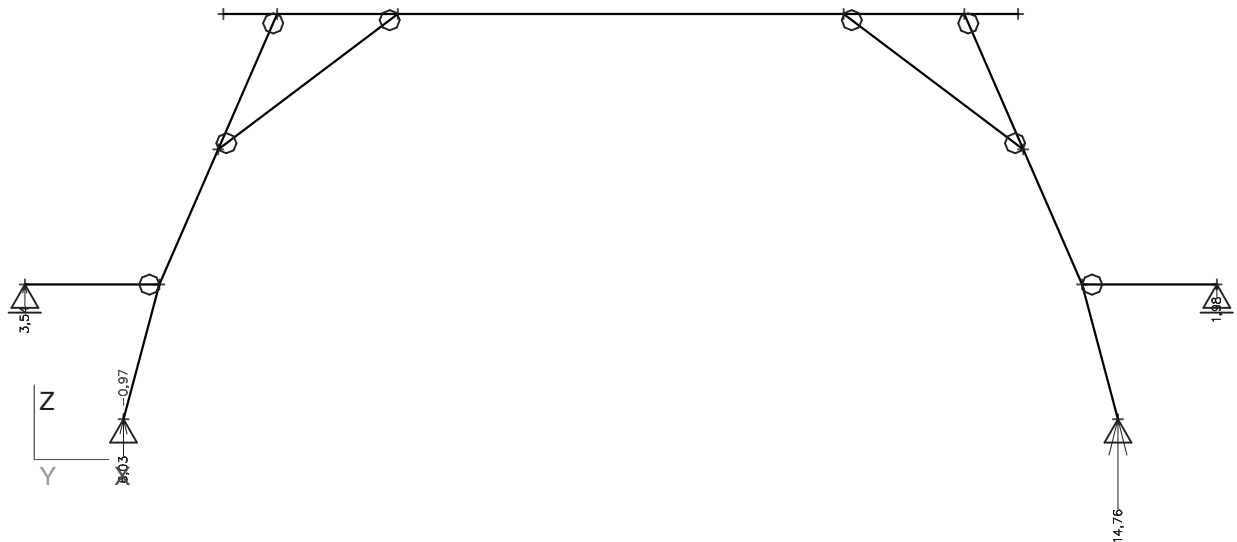
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

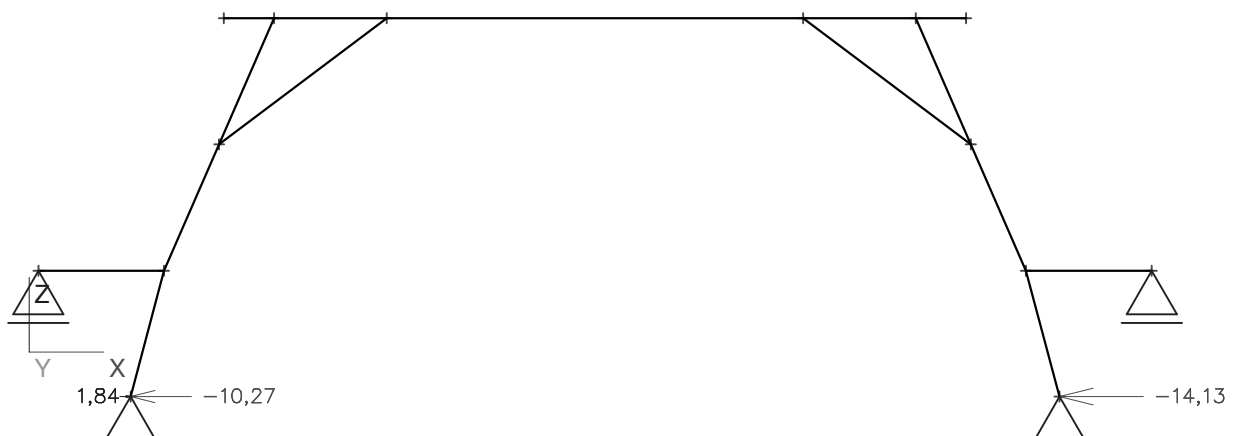
Belastingsgevallen : BG5

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	BG5	0,23	0,83
Sn2/K11	BG5	-0,23	0,83
Sn3/K1	BG5	0,00	0,15
Sn4/K3	BG5	0,00	0,15

24. Reacties; R_z UGT



25. Reacties; R_x



Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

26. Reacties; UGT

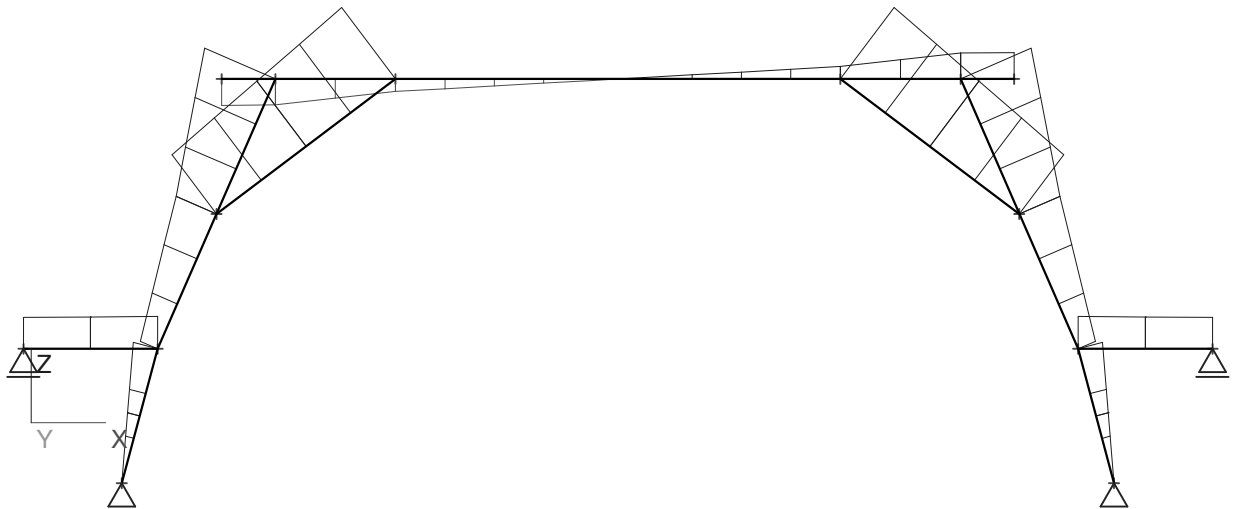
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

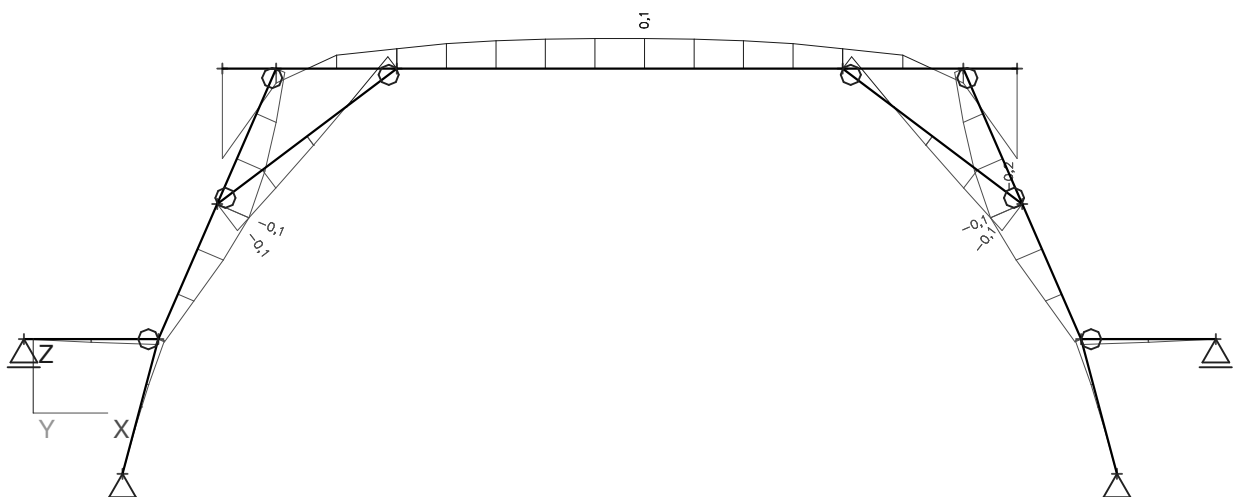
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	Combi1/2	-10,27	2,34
Sn1/K10	Combi1/3	1,84	6,03
Sn1/K10	Combi1/4	-9,42	-0,97
Sn1/K10	Combi1/5	1,11	3,58
Sn2/K11	Combi1/6	-14,13	14,76
Sn2/K11	Combi1/5	-1,11	3,58
Sn3/K1	Combi1/5	0,00	1,31
Sn3/K1	Combi1/6	0,00	3,54
Sn4/K3	Combi1/5	0,00	1,31
Sn4/K3	Combi1/4	0,00	0,14
Sn4/K3	Combi1/3	0,00	1,98

27. Vervormingen van staaf; ux permanent



28. Vervormingen van staaf; uz permanent



29. Vervormingen van staaf; permanent

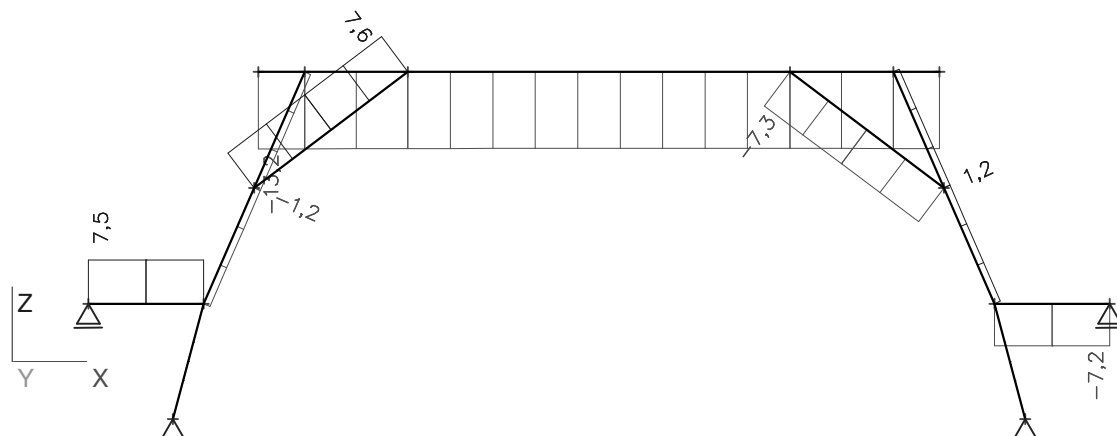
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

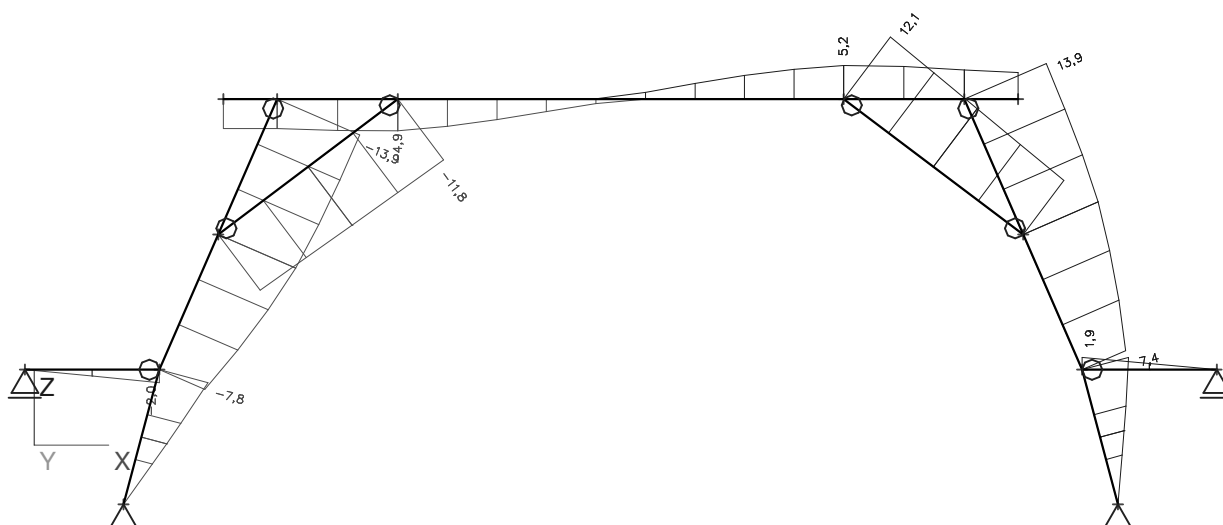
Combinaties : Combi6

BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi6/1	S5	4,427	0,0	-0,2	0,5
Combi6/1	S13	1,252	0,0	0,0	-0,1
Combi6/1	S5	0,000	0,0	-0,2	-0,5
Combi6/1	S5	2,075	0,0	0,1	0,0

30. Vervormingen van staaf; ux variabel



31. Vervormingen van staaf; uz variabel

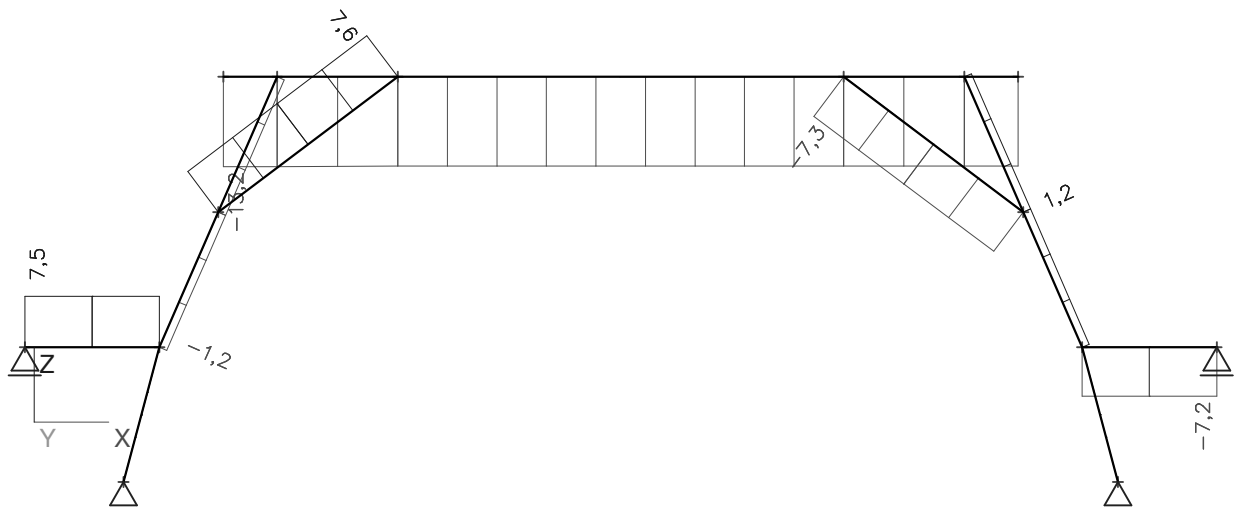


32. Vervormingen van staaf; variabel

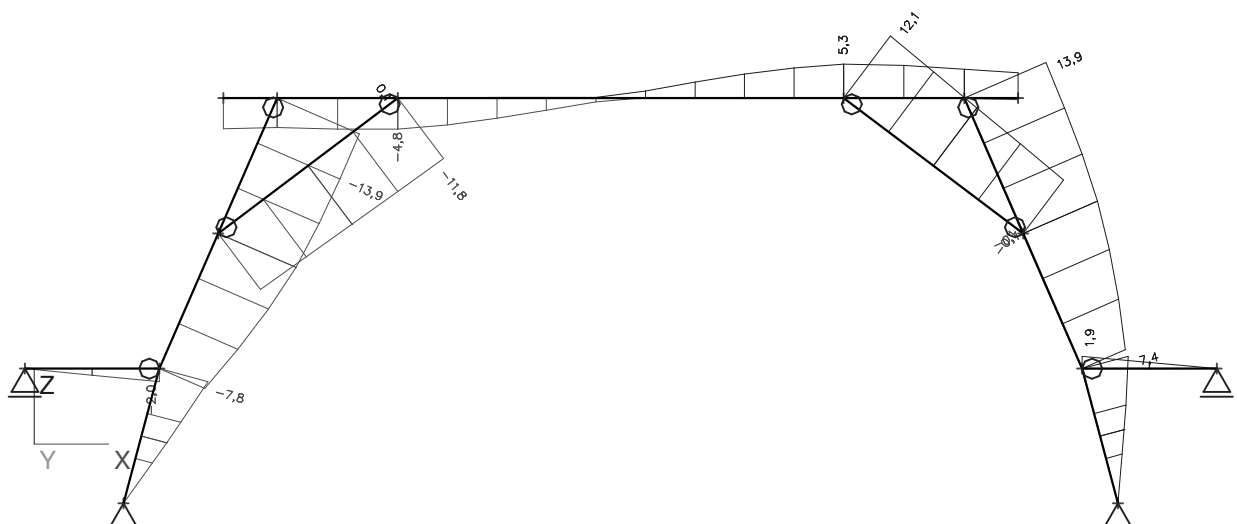
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi7

BG	Staat	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi7/7	S5	4,427	-13,2	-4,6	-0,1
Combi7/7	S13	1,252	7,6	-11,8	0,8
Combi7/7	S9	0,000	-1,1	-13,9	-0,5
Combi7/7	S10	0,000	1,1	13,9	1,0
Combi7/7	S7	0,776	0,0	0,0	-10,3
Combi7/7	S8	0,776	0,0	0,0	9,8

33. Vervormingen van staaf; ux BGT



34. Vervormingen van staaf; uz BGT



Project	Oud-Hollands spant	
Auteur	J. Ludolphij	

35. Vervormingen van staaf; BGT

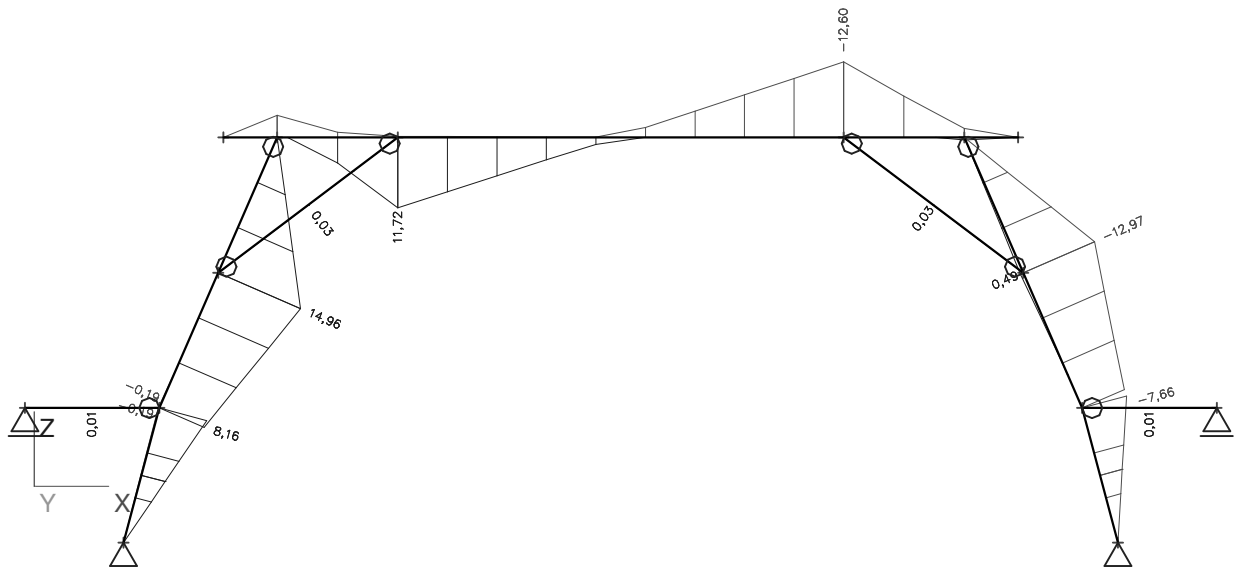
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

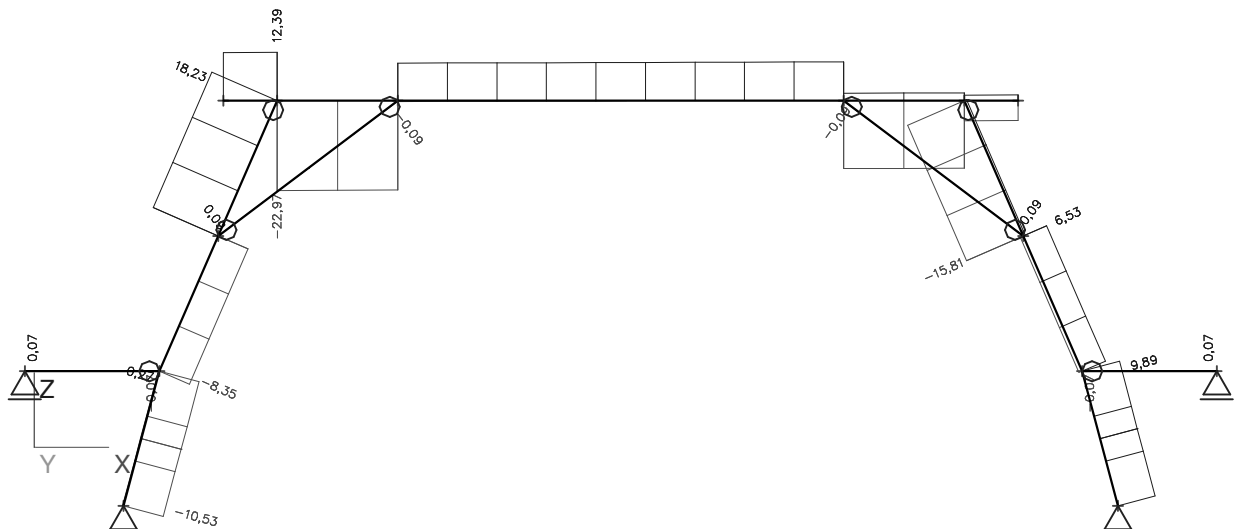
Klasse : BGT

BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi3/8	S5	4,427	-13,2	-4,8	0,4
Combi3/8	S13	1,252	7,6	-11,8	0,7
Combi3/8	S9	0,274	-1,1	-13,9	-0,7
Combi3/8	S10	0,000	1,1	13,9	1,0
Combi3/8	S7	0,776	0,0	0,0	-10,3
Combi3/8	S8	0,776	0,0	0,0	9,8

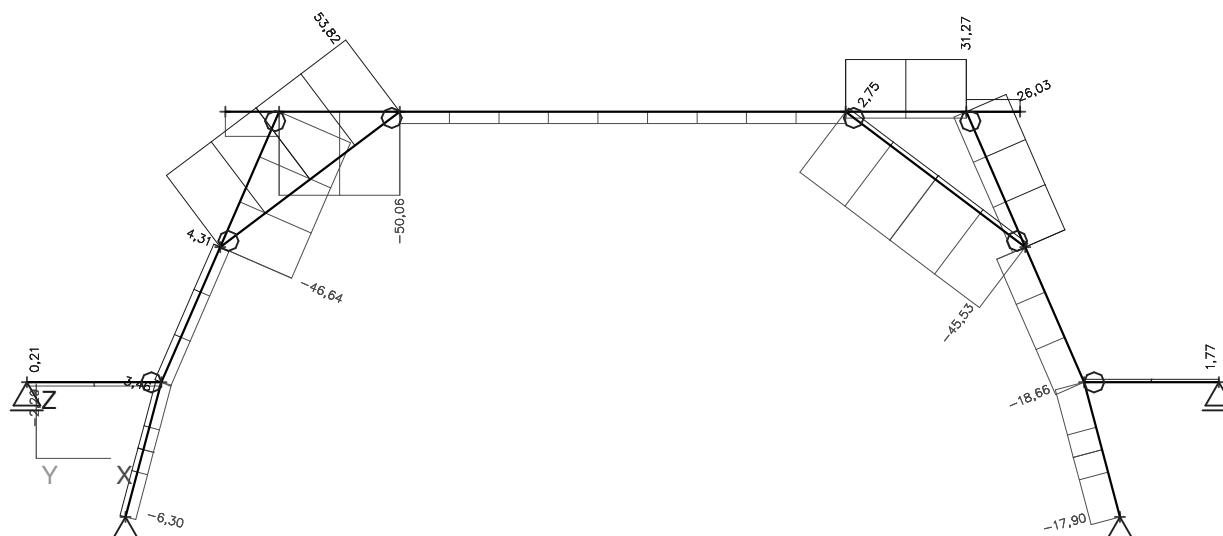
36. Interne krachten in staaf; My UGT



37. Interne krachten in staaf; Vz UGT



38. Interne krachten in staaf; N UGT



39. Interne krachten in staaf; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

Klasse : UGT

Staat	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S5	Combi1/6	3,455	-50,06	-22,86	11,68
S13	Combi1/6	1,252	53,82	-0,08	0,00
S5	Combi1/6	4,127	-50,06	-22,97	-3,71
S9	Combi1/6	0,000	-46,52	18,23	0,00
S10	Combi1/2	0,822	22,29	-15,81	-12,97
S9	Combi1/6	0,822	-46,64	18,18	14,96

Bijlage F - Oud-Hollands spant verlaging windkracht tot bezwijken korbelen

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Hoofdstuk: invoer project	2
3. Project	2
4. Rekenmodel	3
5. Materialen	3
6. Overzicht staven en knopen	4
7. Knoop	4
8. 1D-staaf	4
9. Knoopondersteuning	4
10. Belastinggevallen	5
11. Lastgroepen	5
12. BG2 / e.g. verdieping + dak	5
13. BG4 / wind links overdruk	6
14. BG5 / wind links onderdruk	6
15. BG6 / sneeuw	7
16. Lijnlast	8
17. Combinaties	8
18. Resultaatklassen	9
19. Hoofdstuk: uitvoer project	10
20. Reacties; Rz permanent	10
21. Reacties; permanent	10
22. Reacties; Rz sneeuw	11
23. Reacties; sneeuw	11
24. Reacties; Rz UGT	12
25. Reacties; Rx	12
26. Reacties; UGT	13
27. Vervormingen van staaf; ux permanent	14
28. Vervormingen van staaf; uz permanent	14
29. Vervormingen van staaf; permanent	14
30. Vervormingen van staaf; ux variabel	15
31. Vervormingen van staaf; uz variabel	16
32. Vervormingen van staaf; variabel	16
33. Vervormingen van staaf; ux BGT	17
34. Vervormingen van staaf; uz BGT	17
35. Vervormingen van staaf; BGT	18
36. Interne krachten in staaf; My UGT	19
37. Interne krachten in staaf; Vz UGT	19
38. Interne krachten in staaf; N UGT	20
39. Interne krachten in staaf; UGT	20

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

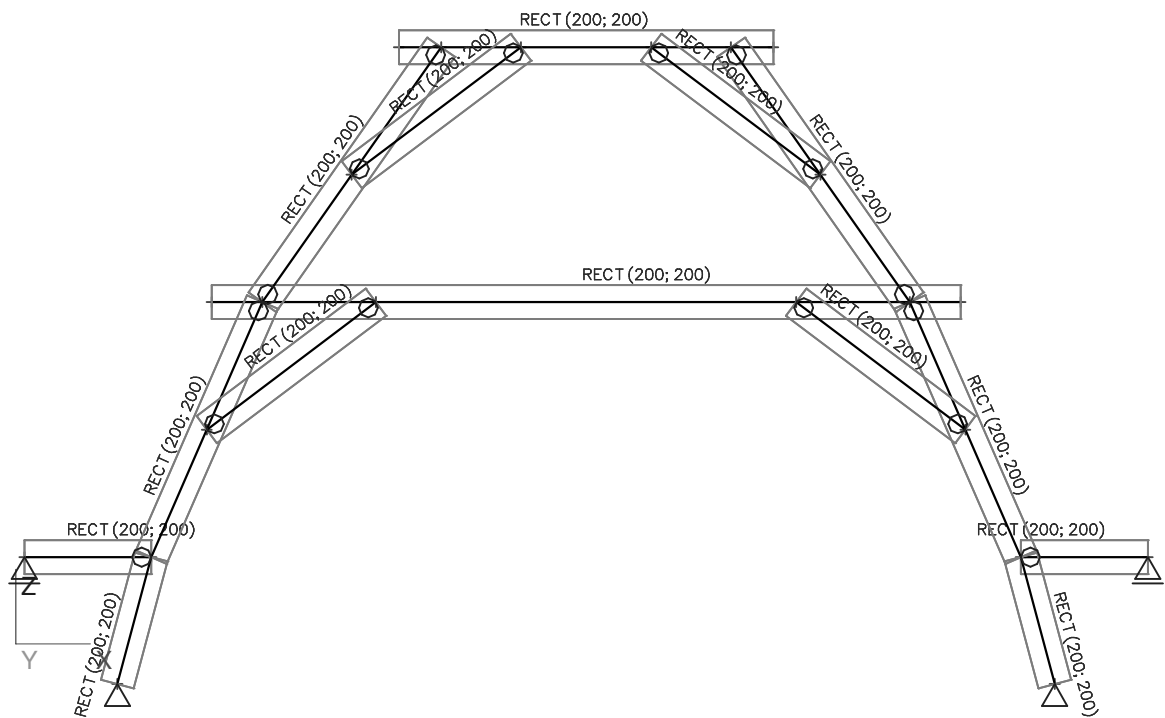
2. Hoofdstuk: invoer project

3. Project

Licentienaam	Faktor Civil Engineering
Project	Oud-Hollands spant
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant
Auteur	J. Ludolphij
Datum	16. 06. 2016
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	22
Aantal staven :	14
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/sec ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN
Functionaliteit	Klimaatlasten Staal
Lastomschrijving	Winddruk volgens EC1 V bo 27.00 V_{b,0} - basis windsnelheid C_{rch} 1.00 c_{dir} - richtingsfactor C seizoen 1.00 c_{seizoen} - seizoensfactor C_{or} 1.00 c_o - orografische factor k_l 1.00 k_l - turbulentiefactor C_{waar} 1.00 c_{prob} - waarschijnlijkheidsfactor ro 1.25 ro - luchtdichtheid Waarschijnlijkheid p 2.00 p K 0.23 K - vormfactor n 0.50 n - exponent Terrein - I Kr - terrein factor 0.209 z₀ - ruwheidslengte 0.200 z_{min} - minimale hoogte 4.00 Interne druk voor 2D wind - geen hoofdvlak diepte 8.60 b - breedte van de constructie hoogte z₀ 0.00 Terreinhoogte EC-sneeuwbelastingen Sk 0.70 kN/m² karakteristieke waarde voor sneeuwlast Ce 1.00 blootstellingscoëfficiënt Ct 1.00 thermische coëfficiënt Cesl Uitzonderlijke sneeuw coëfficiënt - niet beschouwd

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

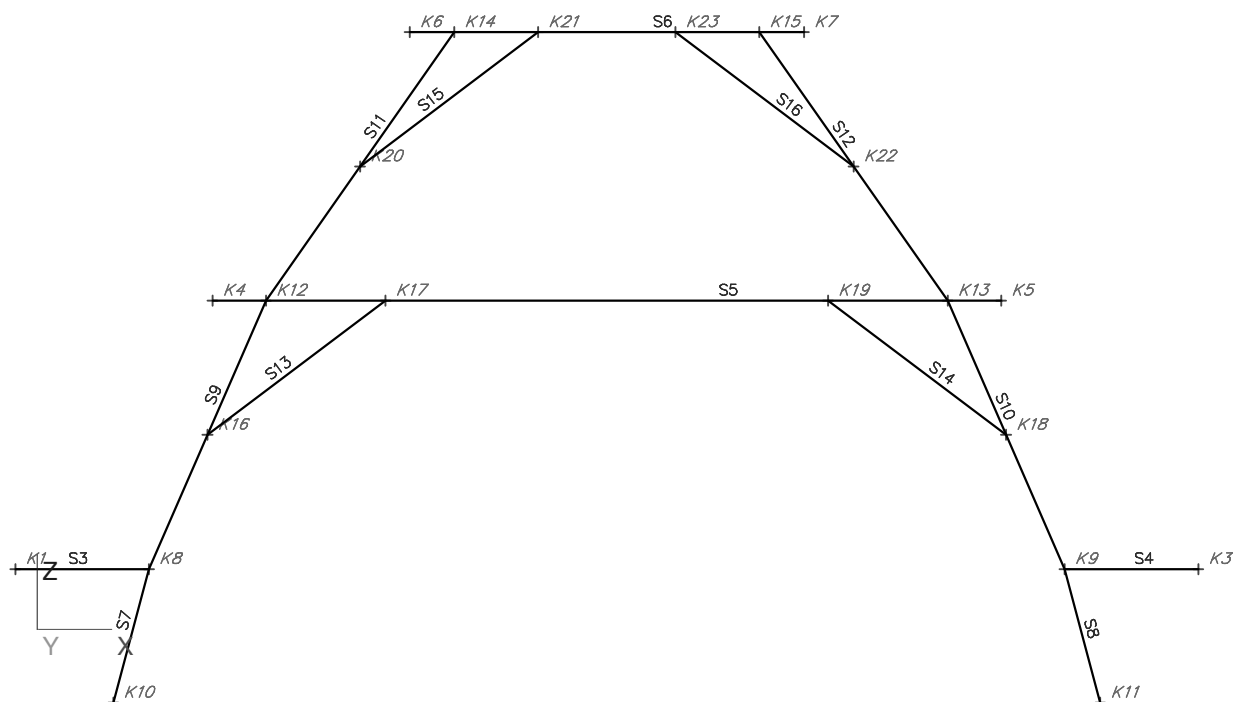
4. Rekenmodel



5. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Houtsoort
C18	Hout	320,0	9,0000e+03	0	5,6000e+02	0,00	Vast
C20	Hout	330,0	9,5000e+03	0	5,9000e+02	0,00	Vast

6. Overzicht staven en knopen



7. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	6,000	K11	6,090	5,250	K20	1,935	8,260
K3	6,640	6,000	K12	1,407	7,507	K21	2,935	9,013
K4	1,107	7,507	K13	5,233	7,507	K22	4,705	8,260
K5	5,533	7,507	K14	2,463	9,013	K23	3,705	9,013
K6	2,213	9,013	K15	4,177	9,013			
K7	4,427	9,013	K16	1,078	6,753			
K8	0,750	6,000	K17	2,078	7,507			
K9	5,890	6,000	K18	5,562	6,753			
K10	0,550	5,250	K19	4,562	7,507			

8. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K1	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S4	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K3	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S5	CS2 - RECT (200; 200)	4,427	Lijn	K5	K4	Balk (80)	standaard	Laag1
S6	CS2 - RECT (200; 200)	2,213	Lijn	K7	K6	Balk (80)	standaard	Laag1
S7	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K8	K10	Balk (80)	standaard	Laag1
S8	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K9	K11	Balk (80)	standaard	Laag1
S9	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K12	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S10	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K13	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S11	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K14	K12	Balk (80)	standaard	Laag1
S12	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K15	K13	Balk (80)	standaard	Laag1
S13	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K16	K17	Balk (80)	standaard	Laag1
S14	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K18	K19	Balk (80)	standaard	Laag1
S15	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K20	K21	Balk (80)	standaard	Laag1
S16	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K22	K23	Balk (80)	standaard	Laag1

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K10	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn2	K11	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn3	K1	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij
Sn4	K3	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij

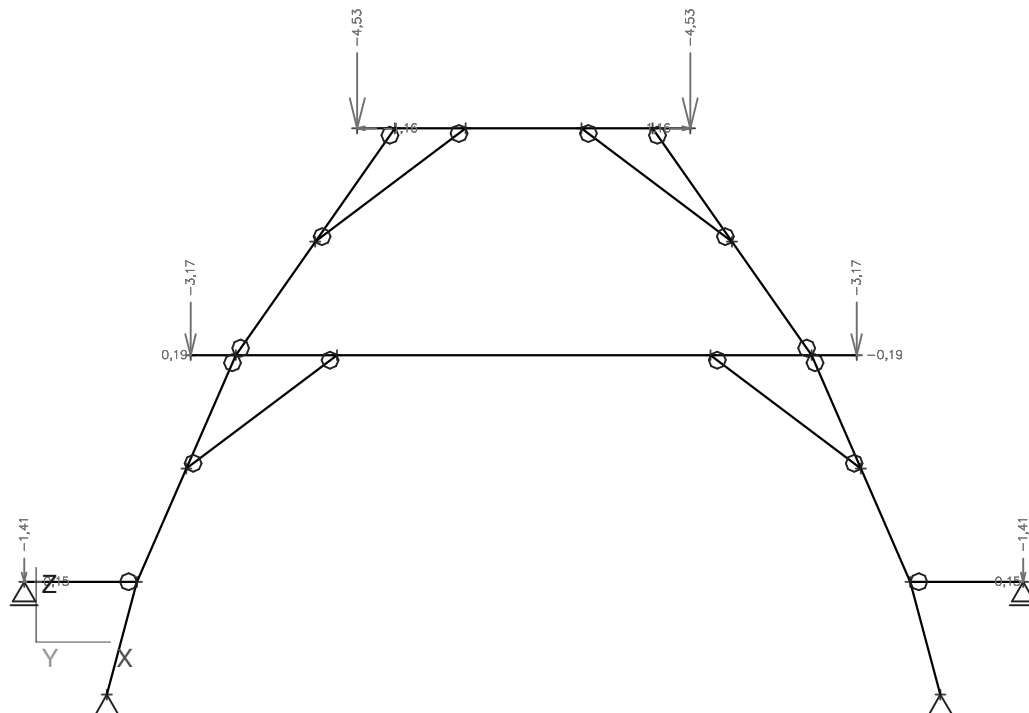
10. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1	e.g. hout	Permanent	LG1	Eigen gewicht		-Z		
BG2	e.g. dak	Permanent	LG1	Standaard				
BG3	wind links overdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG4	wind links onderdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG5	sneeuw	Variabel	LG3	Statisch	Standaard		Kort	Geen

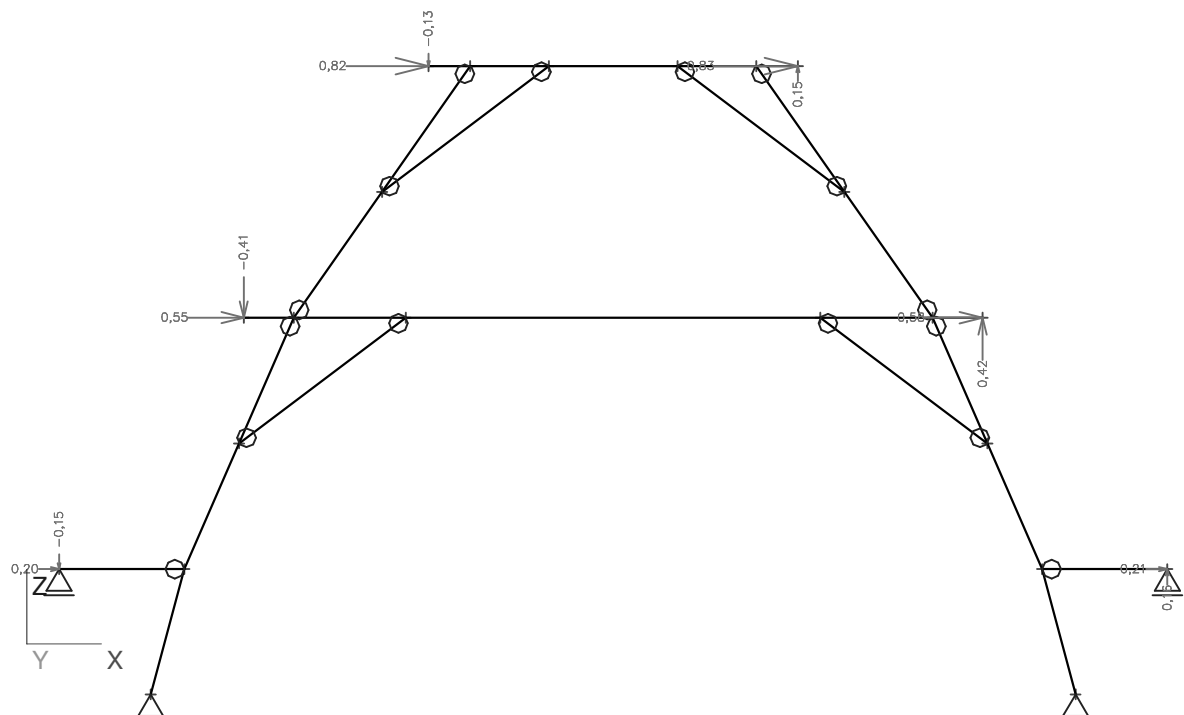
11. Lastgroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Exclusief	Wind
LG3	Variabel	Exclusief	Sneeuw

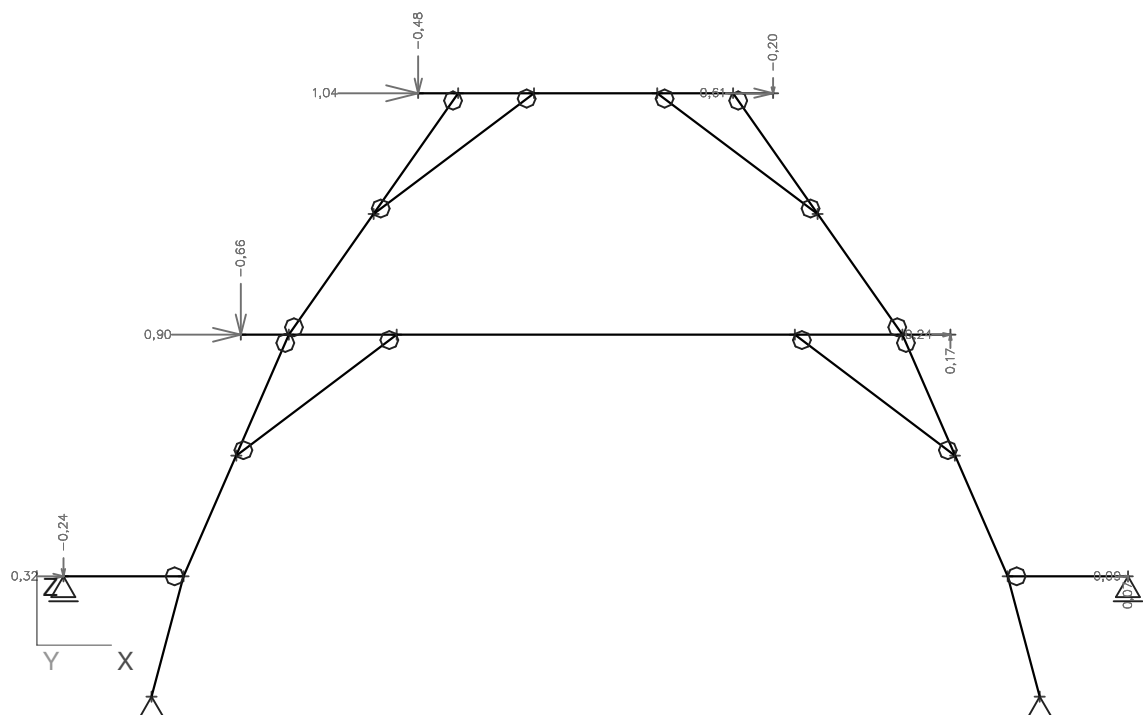
12. BG2 / e.g. verdieping + dak



13. BG4 / wind links overdruk

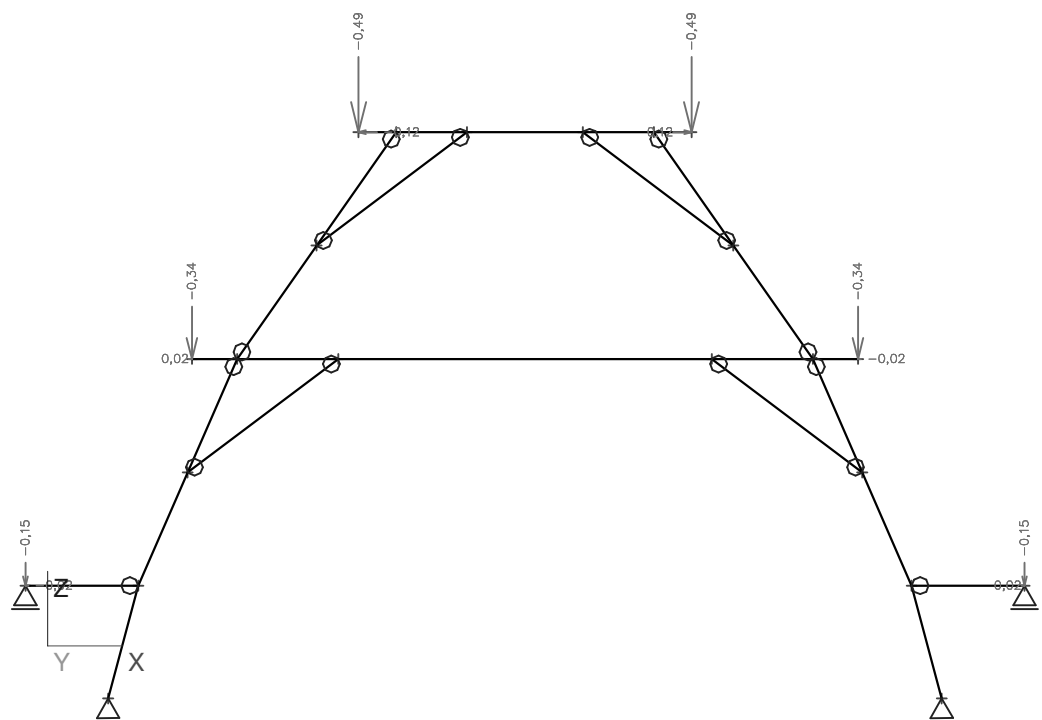


14. BG5 / wind links onderdruk



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

15. BG6 / sneeuw



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

16. Lijnlast

17. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		EN-UGT (STR/GEO) Set B	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi2		EN-UGT (STR/GEO) Set C	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi3		EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi4		EN-BGT Freq.	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi5		EN-BGT Quasi-Permanen	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi6	permanent	EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7	variabel	EN-BGT Karakteristiek	BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.1	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.2	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.3	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.4	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
Combi1.5	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.6	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.7	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.8	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.9	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.10	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi1.11	Omhuilende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.12	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi2.1	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.2	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.3	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.4	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.5	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi2.6	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi3.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi3.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi3.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,00
Combi4.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi4.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	0,20
		BG4 - wind links onderdruk	0,20
Combi4.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	0,20
Combi5.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi5.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi6.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi7.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG5 - sneeuw	1,00

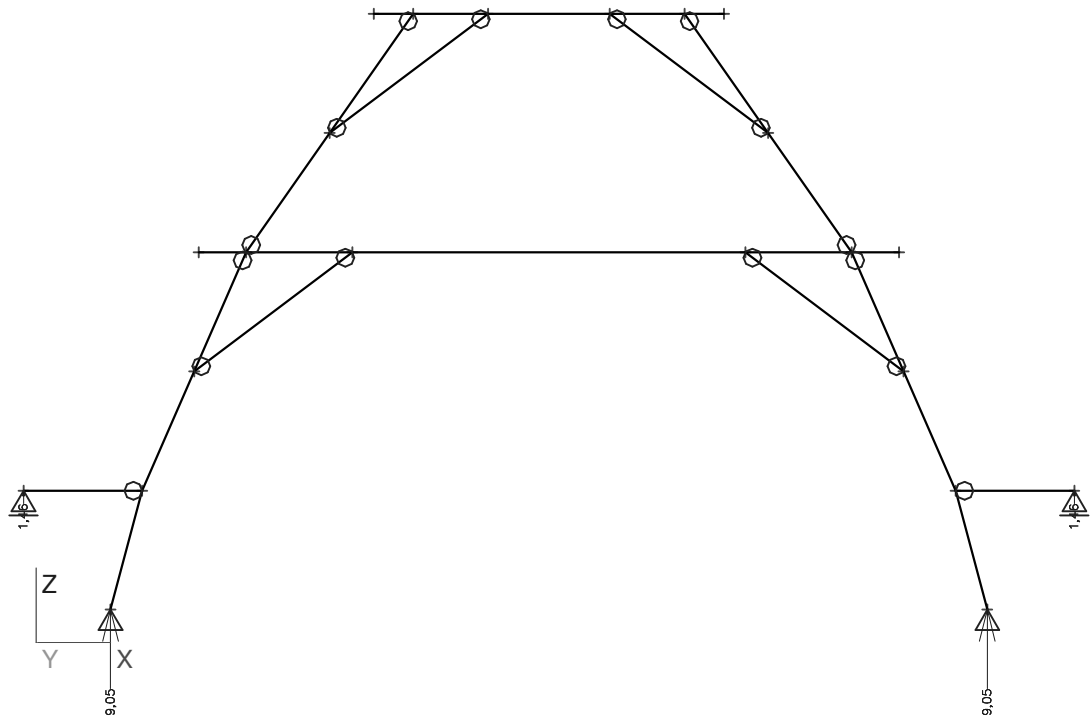
18. Resultaatklassen

Naam	Lijst
UGT	Combi1 - EN-UGT (STR/GEO) Set B
	Combi2 - EN-UGT (STR/GEO) Set C
BGT	Combi3 - EN-BGT Karakteristiek
	Combi4 - EN-BGT Freq.
	Combi5 - EN-BGT Quasi-Permanent

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

19. Hoofdstuk: uitvoer project

20. Reacties; Rz permanent

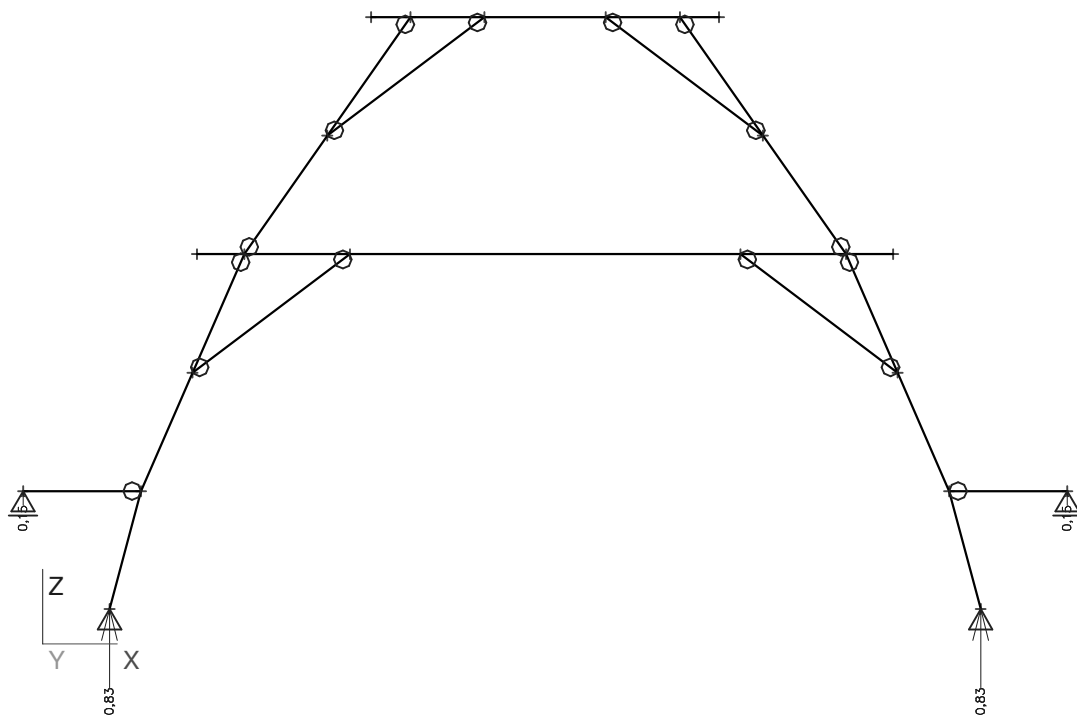


21. Reacties; permanent

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi6/1	3,12	9,05
Sn2/K11	Combi6/1	-3,12	9,05
Sn3/K1	Combi6/1	0,00	1,46
Sn4/K3	Combi6/1	0,00	1,46

22. Reacties; Rz sneeuw



23. Reacties; sneeuw

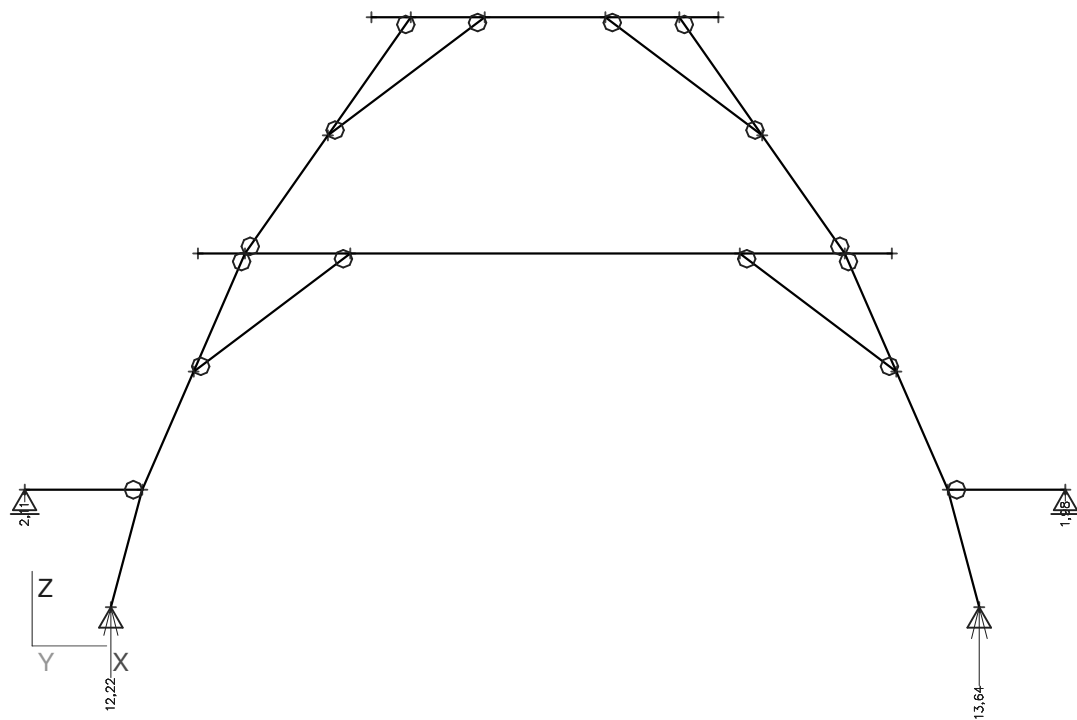
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

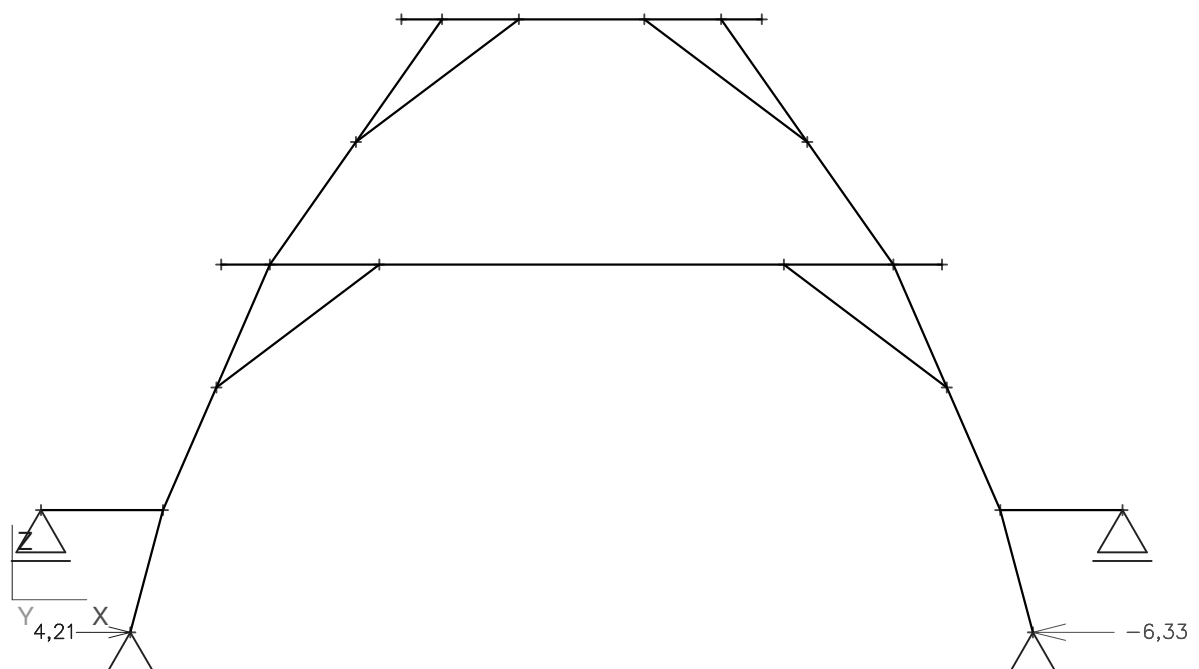
Belastingsgevallen : BG5

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	BG5	0,28	0,83
Sn2/K11	BG5	-0,28	0,83
Sn3/K1	BG5	0,00	0,15
Sn4/K3	BG5	0,00	0,15

24. Reacties; Rz UGT



25. Reacties; Rx



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

26. Reacties; UGT

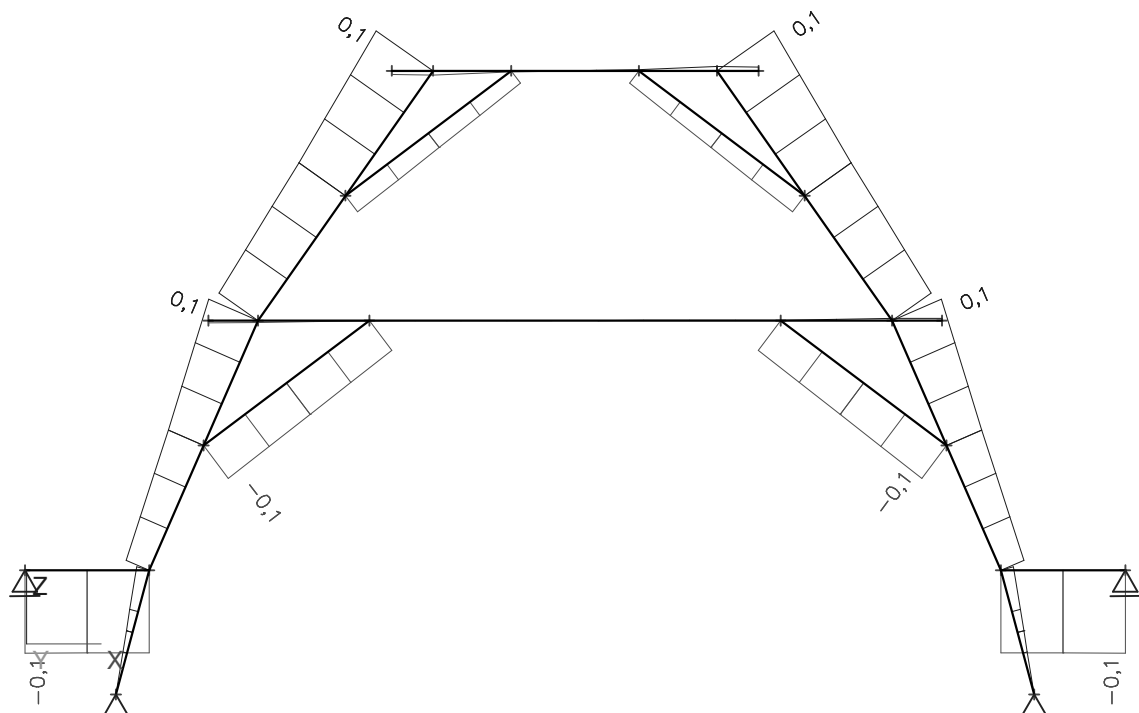
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

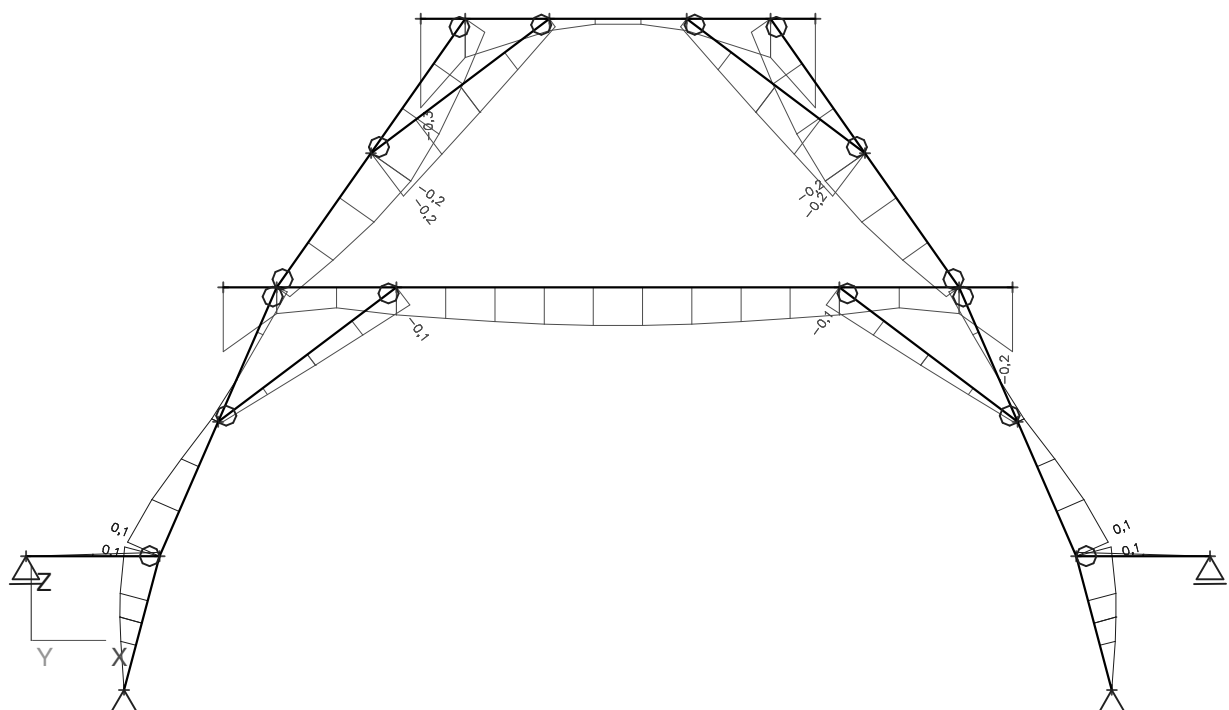
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	Combi1/2	0,40	6,24
Sn1/K10	Combi1/3	4,21	12,22
Sn1/K10	Combi1/4	2,81	8,15
Sn2/K11	Combi1/5	-6,33	13,64
Sn2/K11	Combi1/4	-2,81	8,15
Sn3/K1	Combi1/4	0,00	1,31
Sn3/K1	Combi1/5	0,00	2,11
Sn4/K3	Combi1/4	0,00	1,31
Sn4/K3	Combi1/2	0,00	1,08
Sn4/K3	Combi1/6	0,00	1,98

27. Vervormingen van staaf; ux permanent



28. Vervormingen van staaf; uz permanent



29. Vervormingen van staaf; permanent

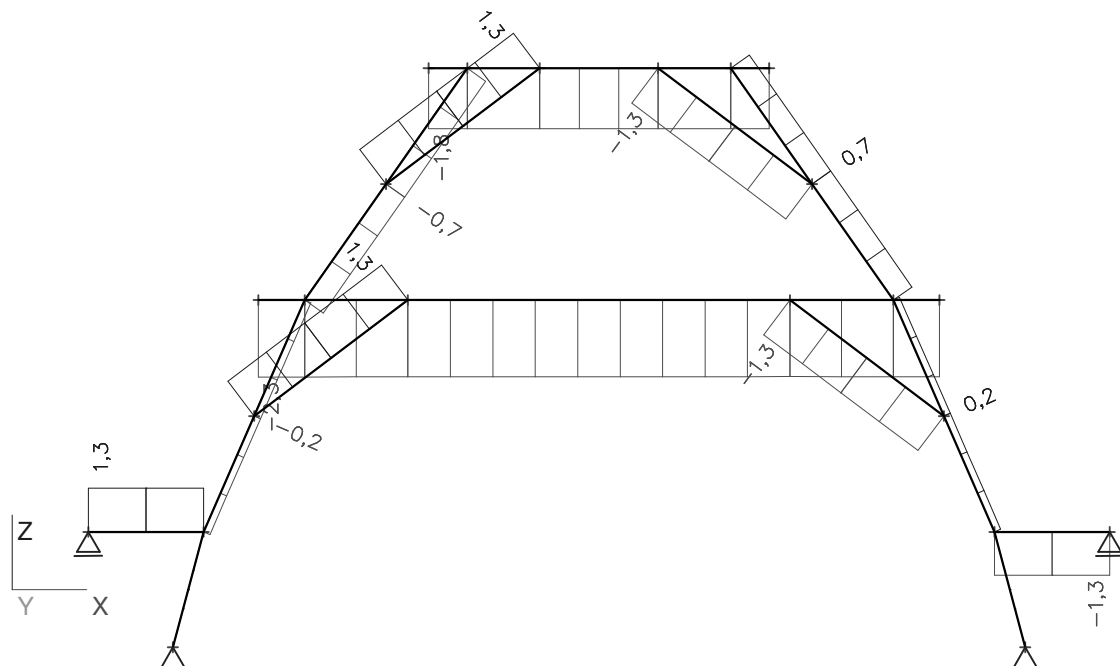
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

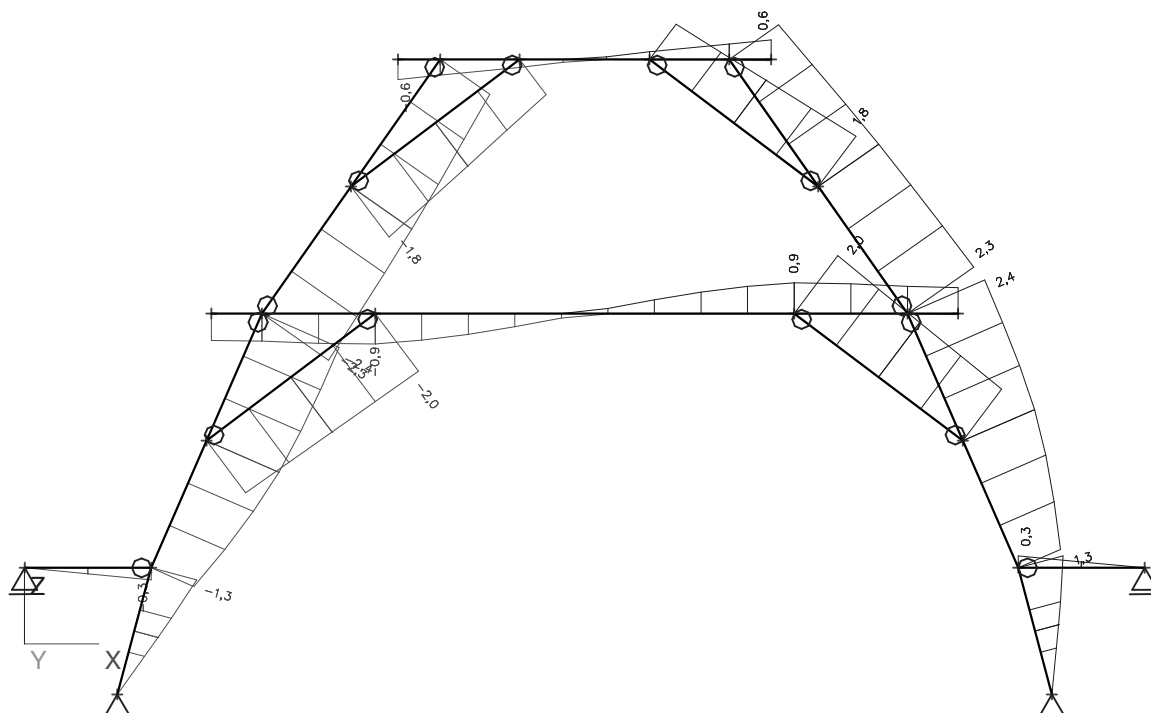
Selectie : Alle
Combinaties : Combi6

BG	Staat	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi6/1	S3	0,000	-0,1	0,0	0,0
Combi6/1	S11	0,000	0,1	-0,1	0,1
Combi6/1	S6	2,213	0,0	-0,3	0,5
Combi6/1	S7	0,000	0,0	0,1	0,0
Combi6/1	S6	0,000	0,0	-0,3	-0,5

30. Vervormingen van staaf; ux variabeel



31. Vervormingen van staaf; uz variabel

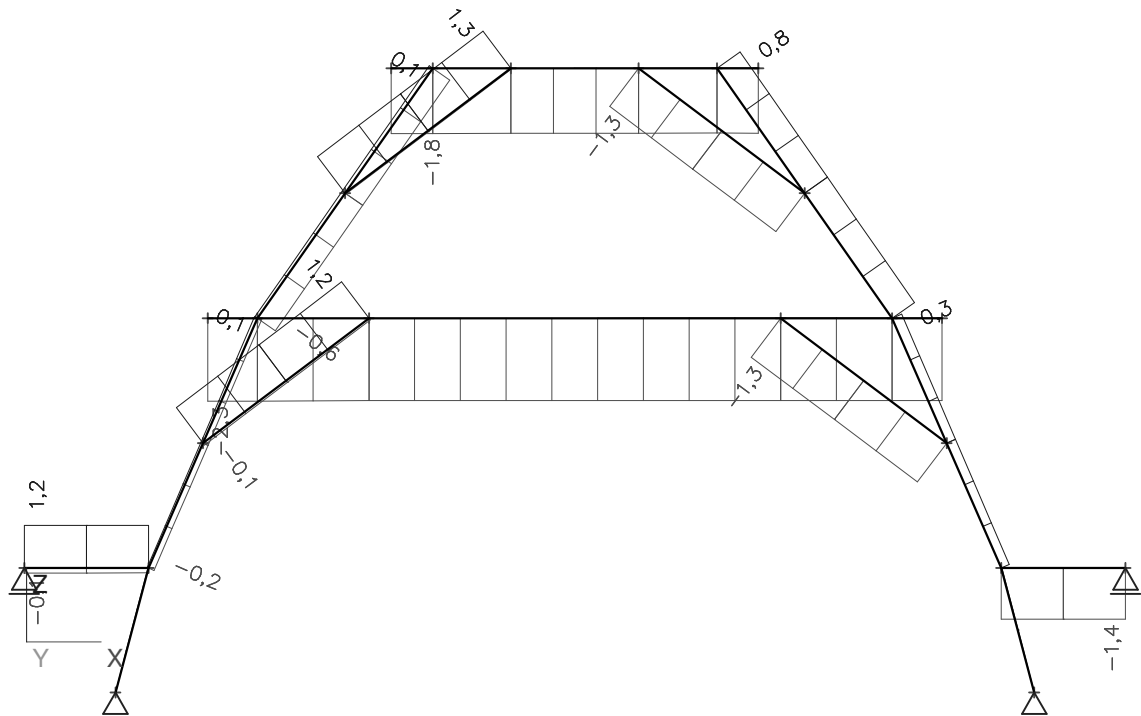


32. Vervormingen van staaf; variabel

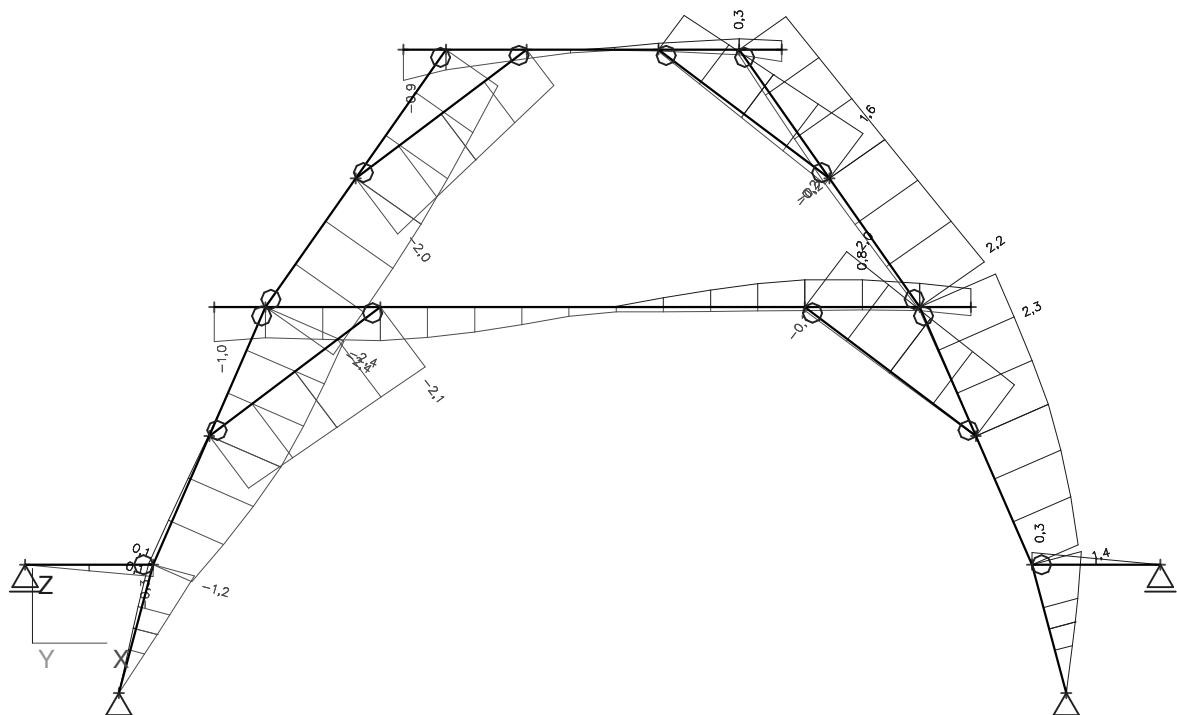
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi7

BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi7/7	S5	4,427	-2,3	-0,8	-0,1
Combi7/7	S13	1,252	1,3	-2,0	0,1
Combi7/7	S9	0,000	-0,2	-2,4	-0,1
Combi7/8	S10	0,000	0,2	2,4	0,1
Combi7/7	S7	0,776	0,0	0,0	-1,8
Combi7/8	S8	0,776	0,0	0,0	1,7

33. Vervormingen van staaf; ux BGT



34. Vervormingen van staaf; uz BGT



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Verlaging windkracht op spant	
Auteur	J. Ludolphij	

35. Vervormingen van staaf; BGT

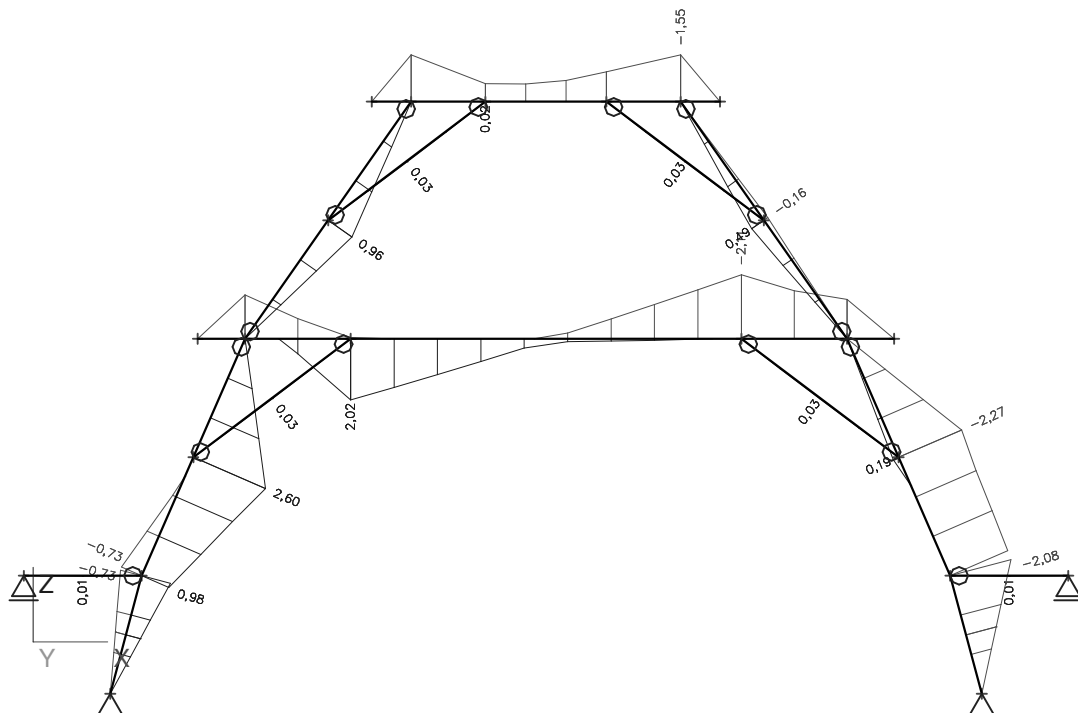
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

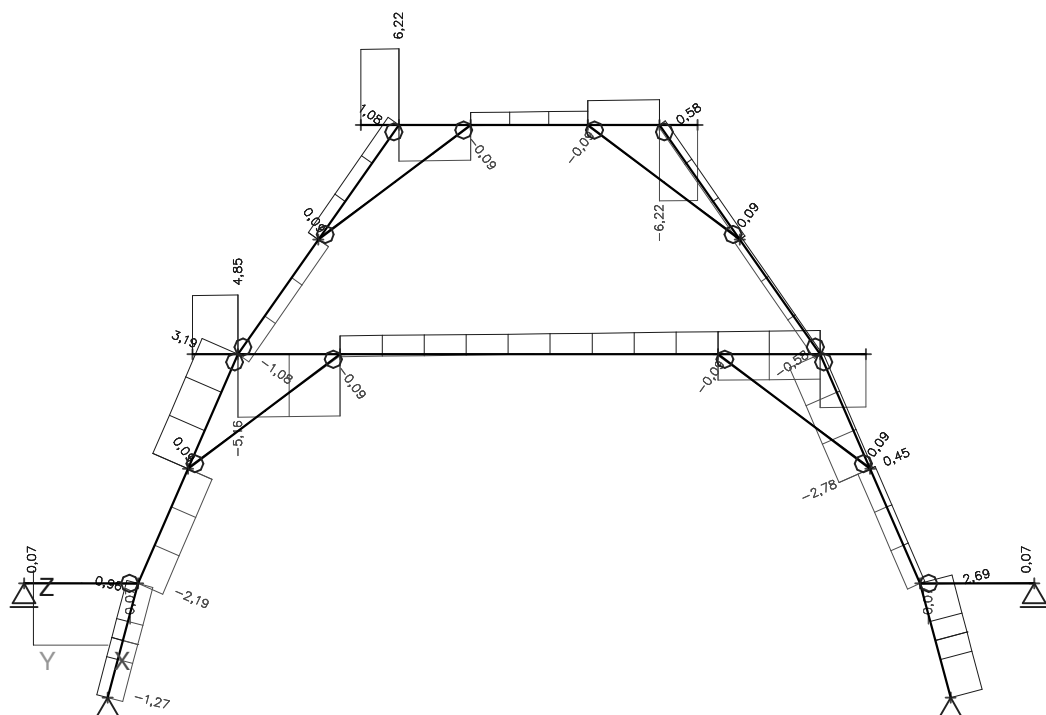
Klasse : BGT

BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi3/9	S5	4,427	-2,3	-1,0	0,3
Combi3/9	S15	1,252	1,3	-1,3	-0,6
Combi3/9	S9	0,000	-0,1	-2,4	-0,2
Combi3/10	S10	0,274	0,3	2,3	0,1
Combi3/9	S7	0,776	0,0	0,0	-1,6
Combi3/10	S8	0,776	0,0	0,0	1,9

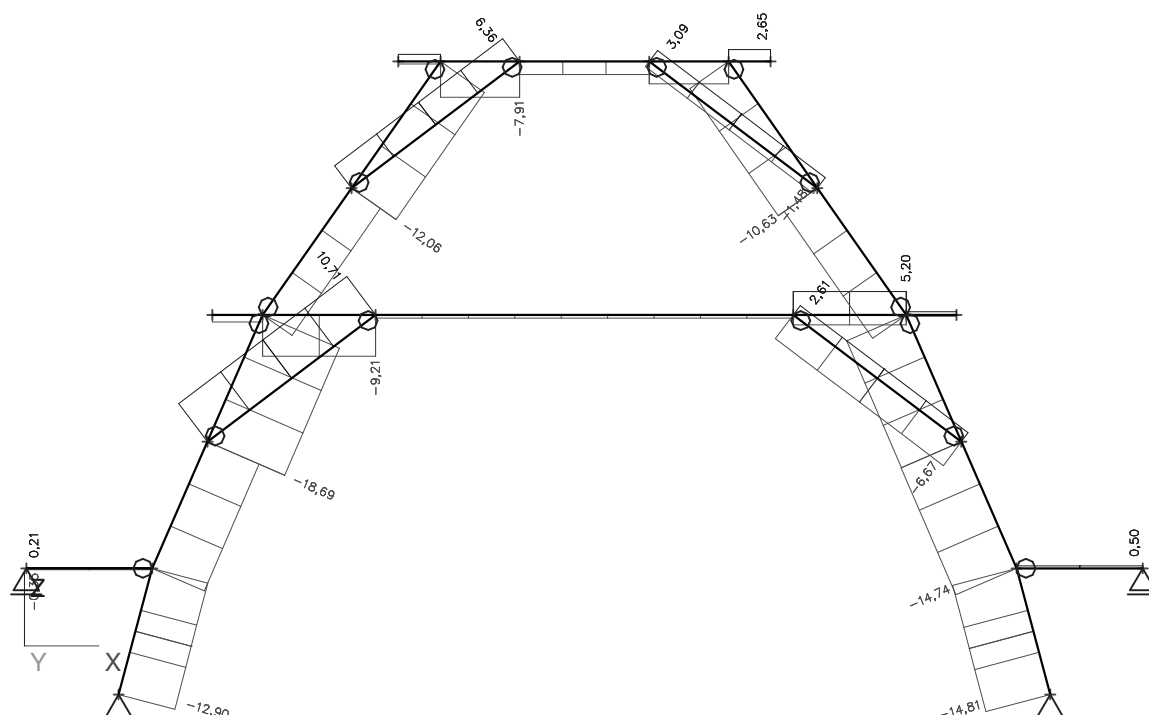
36. Interne krachten in staaf; My UGT



37. Interne krachten in staaf; Vz UGT



38. Interne krachten in staaf; N UGT



39. Interne krachten in staaf; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

Klasse : UGT

Staat	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S9	Combi1/5	0,822	-18,69	3,14	2,60
S13	Combi1/5	1,252	10,71	-0,08	0,00
S6	Combi1/6	0,250	1,57	-6,22	-1,55
S6	Combi1/6	1,963	1,57	6,22	-1,55
S10	Combi1/2	0,822	-5,01	-2,78	-2,27

Bijlage G - Oud-Hollands spant verlaging windkracht tot bezwijken kapbalk

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Hoofdstuk: invoer project	2
3. Project	2
4. Rekenmodel	3
5. Materialen	3
6. Overzicht staven en knopen	4
7. Knoop	4
8. 1D-staaf	4
9. Knoopondersteuning	4
10. Belastinggevallen	5
11. Lastgroepen	5
12. BG2 / e.g. verdieping + dak	5
13. BG4 / wind links overdruk	6
14. BG5 / wind links onderdruk	6
15. BG6 / sneeuw	7
16. Lijnlast	8
17. Combinaties	8
18. Resultaatklassen	9
19. Hoofdstuk: uitvoer project	10
20. Reacties; Rz permanent	10
21. Reacties; permanent	10
22. Reacties; Rz sneeuw	11
23. Reacties; sneeuw	11
24. Reacties; Rz UGT	12
25. Reacties; Rx	12
26. Reacties; UGT	13
27. Vervormingen van staaf; ux permanent	14
28. Vervormingen van staaf; uz permanent	14
29. Vervormingen van staaf; permanent	14
30. Vervormingen van staaf; ux variabel	15
31. Vervormingen van staaf; uz variabel	16
32. Vervormingen van staaf; variabel	16
33. Vervormingen van staaf; ux BGT	17
34. Vervormingen van staaf; uz BGT	17
35. Vervormingen van staaf; BGT	18
36. Interne krachten in staaf; My UGT	19
37. Interne krachten in staaf; Vz UGT	19
38. Interne krachten in staaf; N UGT	20
39. Interne krachten in staaf; UGT	20

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

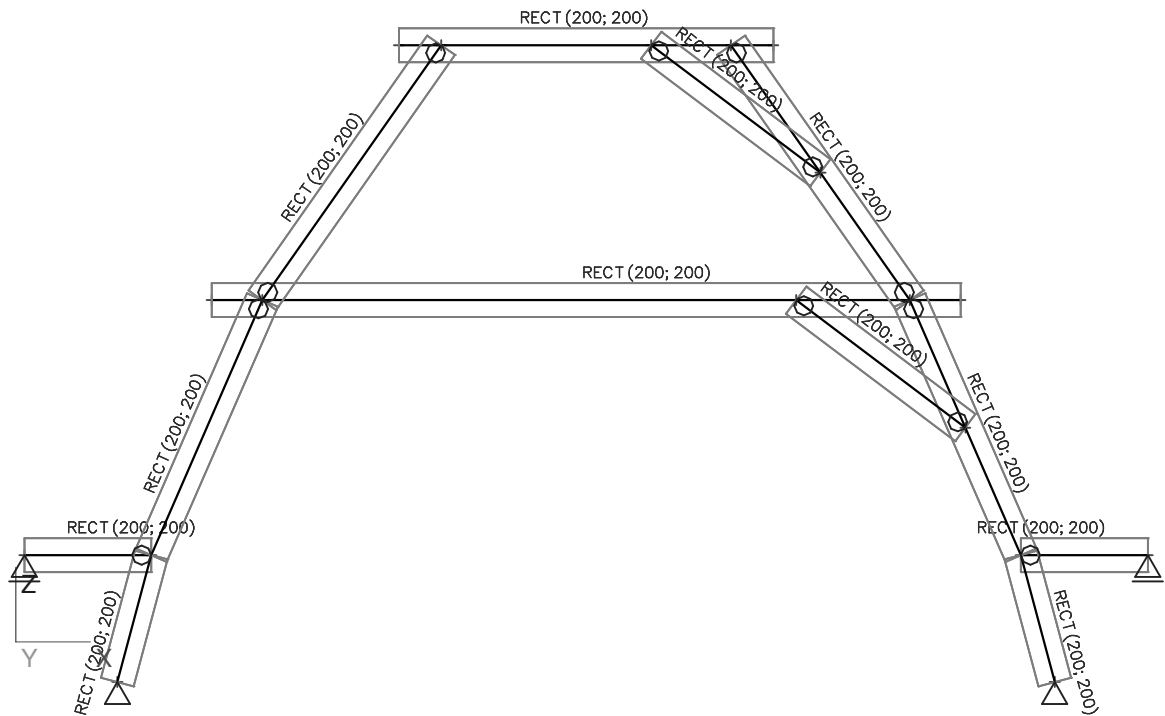
2. Hoofdstuk: invoer project

3. Project

Licentienaam	Faktor Civil Engineering
Project	Oud-Hollands spant
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting
Auteur	J. Ludolphij
Datum	16. 06. 2016
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	18
Aantal staven :	12
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/sec ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN
Functionaliteit	Klimaatlasten Staal
Lastomschrijving	Winddruk volgens EC1 V bo 27.00 V_{b,0} - basis windsnelheid C_{rch} 1.00 c_{dir} - richtingsfactor C seizoen 1.00 c_{seizoen} - seizoensfactor C_{or} 1.00 c_o - orografische factor k_l 1.00 k_l - turbulentiefactor C_{waar} 1.00 c_{prob} - waarschijnlijkheidsfactor ro 1.25 ro - luchtdichtheid Waarschijnlijkheid p 2.00 p K 0.23 K - vormfactor n 0.50 n - exponent Terrein - I Kr - terrein factor 0.209 z₀ - ruwheidslengte 0.200 z_{min} - minimale hoogte 4.00 Interne druk voor 2D wind - geen hoofdvlak diepte 8.60 b - breedte van de constructie hoogte z₀ 0.00 Terreinhoogte EC-sneeuwbelastingen Sk 0.70 kN/m² karakteristieke waarde voor sneeuwlast Ce 1.00 blootstellingscoëfficiënt Ct 1.00 thermische coëfficiënt Cesl Uitzonderlijke sneeuw coëfficiënt - niet beschouwd

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

4. Rekenmodel

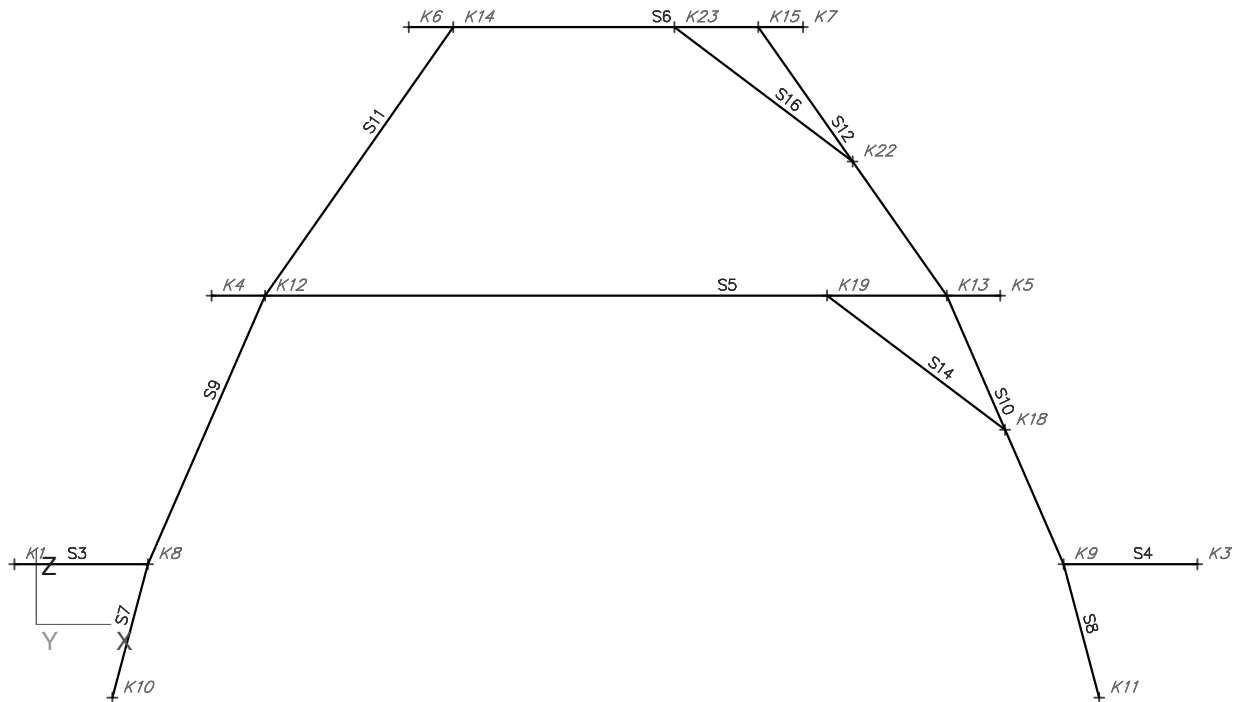


5. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Houtsoort
C18	Hout	320,0	9,0000e+03	0	5,6000e+02	0,00	Vast
C20	Hout	330,0	9,5000e+03	0	5,9000e+02	0,00	Vast

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

6. Overzicht staven en knopen



7. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	6,000	K8	0,750	6,000	K14	2,463	9,013
K3	6,640	6,000	K9	5,890	6,000	K15	4,177	9,013
K4	1,107	7,507	K10	0,550	5,250	K18	5,562	6,753
K5	5,533	7,507	K11	6,090	5,250	K19	4,562	7,507
K6	2,213	9,013	K12	1,407	7,507	K22	4,705	8,260
K7	4,427	9,013	K13	5,233	7,507	K23	3,705	9,013

8. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K1	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S4	CS2 - RECT (200; 200)	0,750	Lijn	K3	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S5	CS2 - RECT (200; 200)	4,427	Lijn	K5	K4	Balk (80)	standaard	Laag1
S6	CS2 - RECT (200; 200)	2,213	Lijn	K7	K6	Balk (80)	standaard	Laag1
S7	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K8	K10	Balk (80)	standaard	Laag1
S8	CS2 - RECT (200; 200)	0,776	Lijn	K9	K11	Balk (80)	standaard	Laag1
S9	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K12	K8	Balk (80)	standaard	Laag1
S10	CS2 - RECT (200; 200)	1,644	Lijn	K13	K9	Balk (80)	standaard	Laag1
S11	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K14	K12	Balk (80)	standaard	Laag1
S12	CS2 - RECT (200; 200)	1,840	Lijn	K15	K13	Balk (80)	standaard	Laag1
S14	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K18	K19	Balk (80)	standaard	Laag1
S16	CS2 - RECT (200; 200)	1,252	Lijn	K22	K23	Balk (80)	standaard	Laag1

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K10	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn2	K11	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn3	K1	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij
Sn4	K3	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

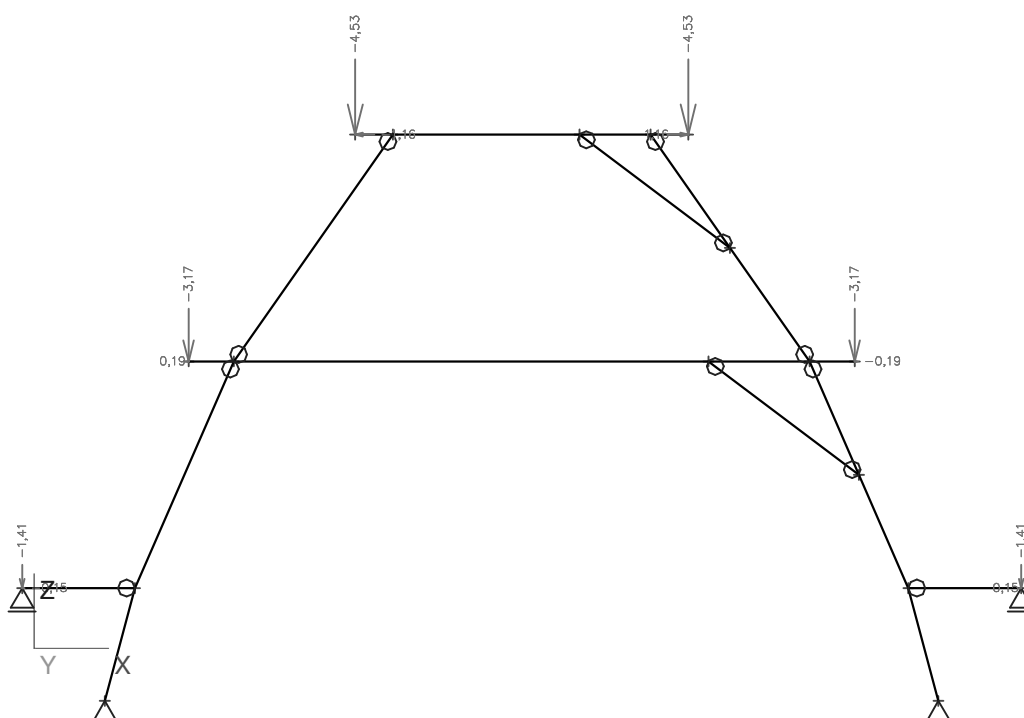
10. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1	e.g. hout	Permanent	LG1	Eigen gewicht		-Z		
BG2	e.g. dak	Permanent	LG1	Standaard				
BG3	wind links overdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG4	wind links onderdruk	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG5	sneeuw	Variabel	LG3	Statisch	Standaard		Kort	Geen

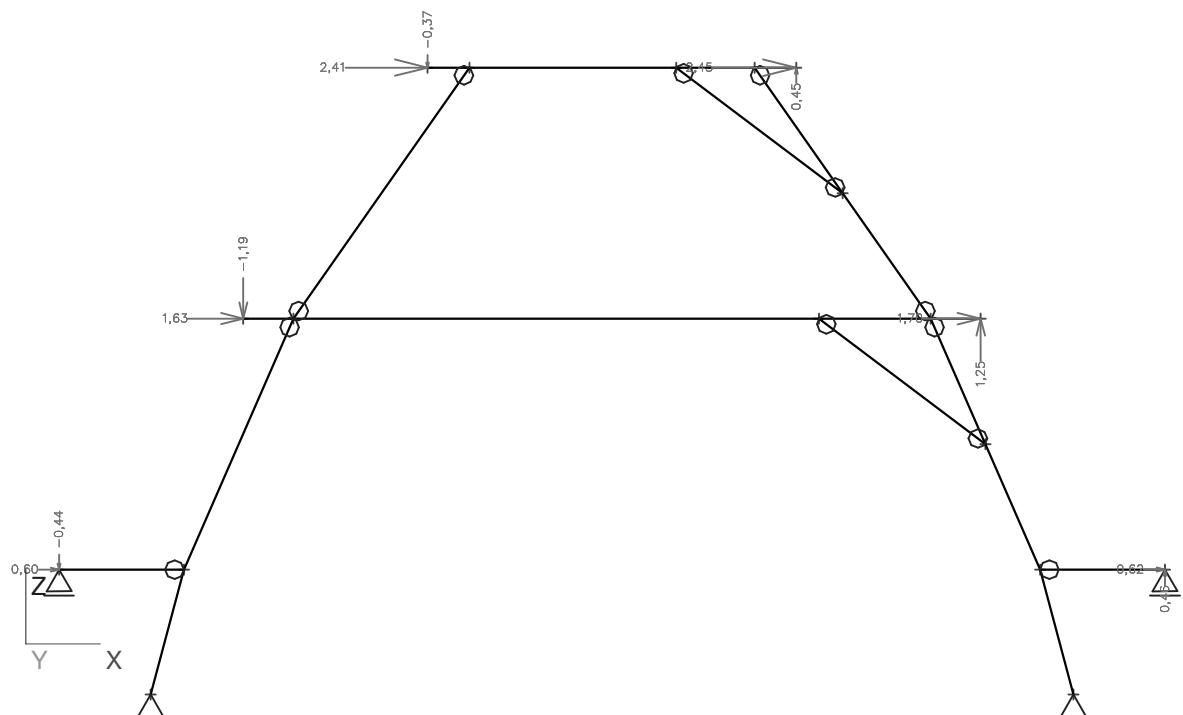
11. Lastgroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Exclusief	Wind
LG3	Variabel	Exclusief	Sneeuw

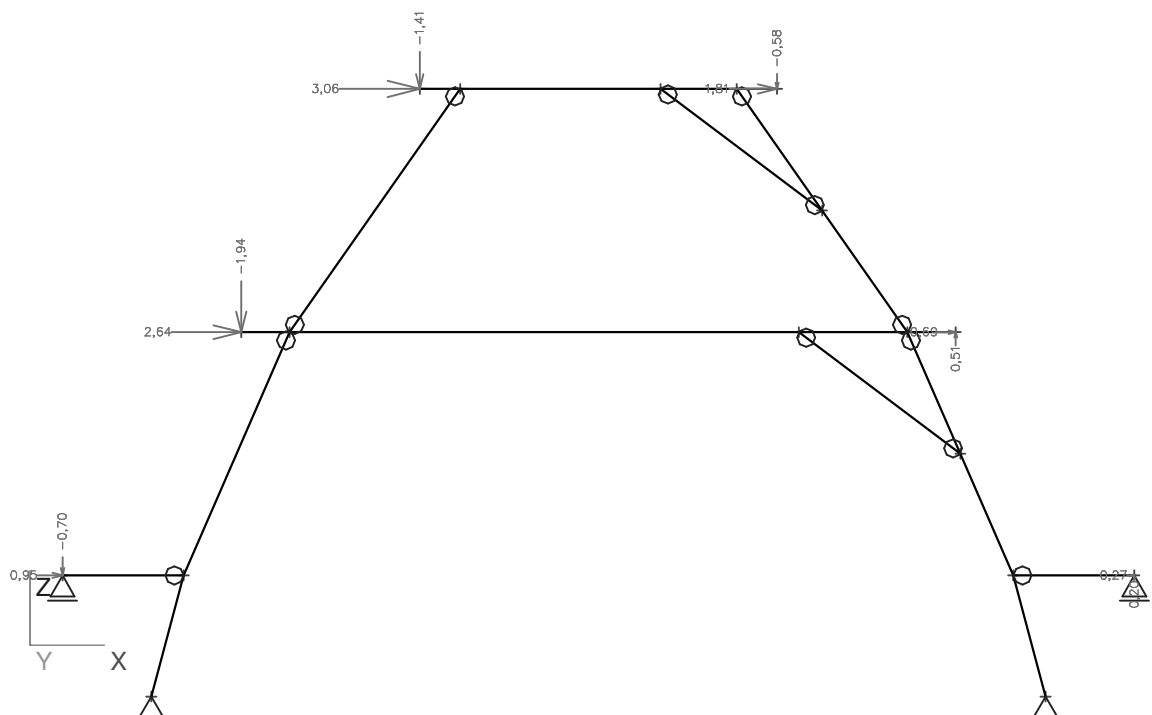
12. BG2 / e.g. verdieping + dak



13. BG4 / wind links overdruk

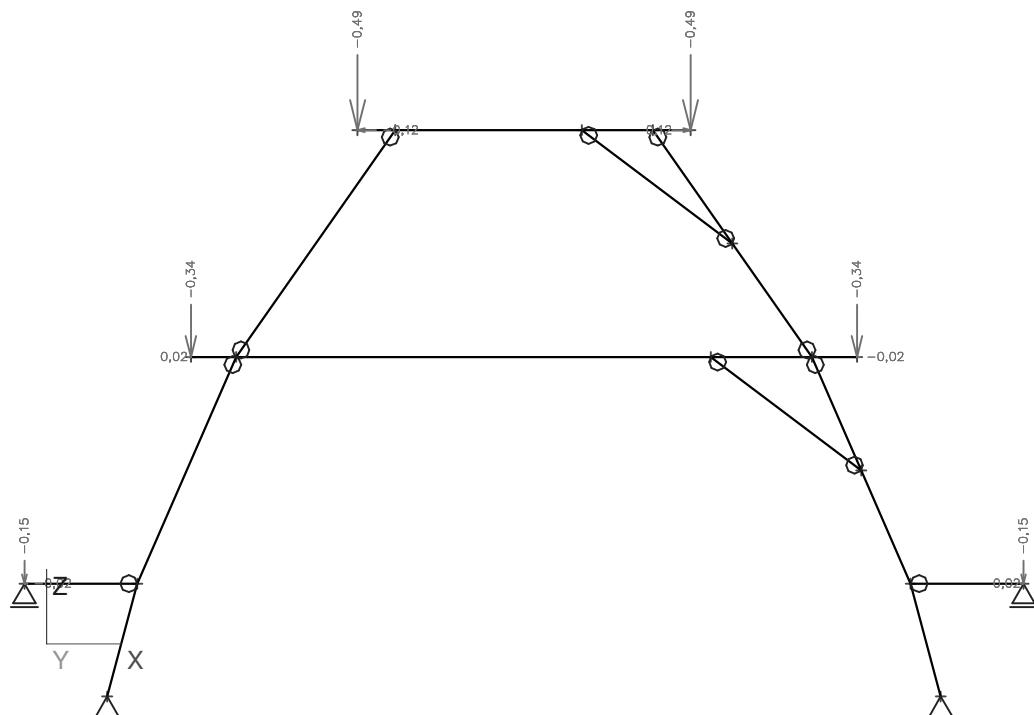


14. BG5 / wind links onderdruk



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

15. BG6 / sneeuw



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

16. Lijnlast

17. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		EN-UGT (STR/GEO) Set B	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi2		EN-UGT (STR/GEO) Set C	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi3		EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi4		EN-BGT Freq.	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi5		EN-BGT Quasi-Permanen	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
			BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00
Combi6	permanent	EN-BGT Karakteristiek	BG1 - e.g. hout	1,00
			BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7	variabel	EN-BGT Karakteristiek	BG3 - wind links overdruk	1,00
			BG4 - wind links onderdruk	1,00
			BG5 - sneeuw	1,00

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.1	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.2	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.3	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.4	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
Combi1.5	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.6	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.7	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35
Combi1.8	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG3 - wind links overdruk	1,50
		BG4 - wind links onderdruk	1,50
Combi1.9	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
Combi1.10	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	0,90
		BG2 - e.g. dak	0,90
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi1.11	Omhuillende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,35
		BG2 - e.g. dak	1,35

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1.12	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,20
		BG2 - e.g. dak	1,20
		BG5 - sneeuw	1,50
Combi2.1	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.2	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi2.3	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.4	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,30
		BG4 - wind links onderdruk	1,30
Combi2.5	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi2.6	Omhuellende - uiterst	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,30
Combi3.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi3.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi3.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	1,00
Combi4.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi4.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG3 - wind links overdruk	0,20
		BG4 - wind links onderdruk	0,20
Combi4.3	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
		BG5 - sneeuw	0,20
Combi5.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi5.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi6.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG1 - e.g. hout	1,00
		BG2 - e.g. dak	1,00
Combi7.1	Omhuellende - bruikbaarheid	BG3 - wind links overdruk	1,00
		BG4 - wind links onderdruk	1,00
Combi7.2	Omhuellende - bruikbaarheid	BG5 - sneeuw	1,00

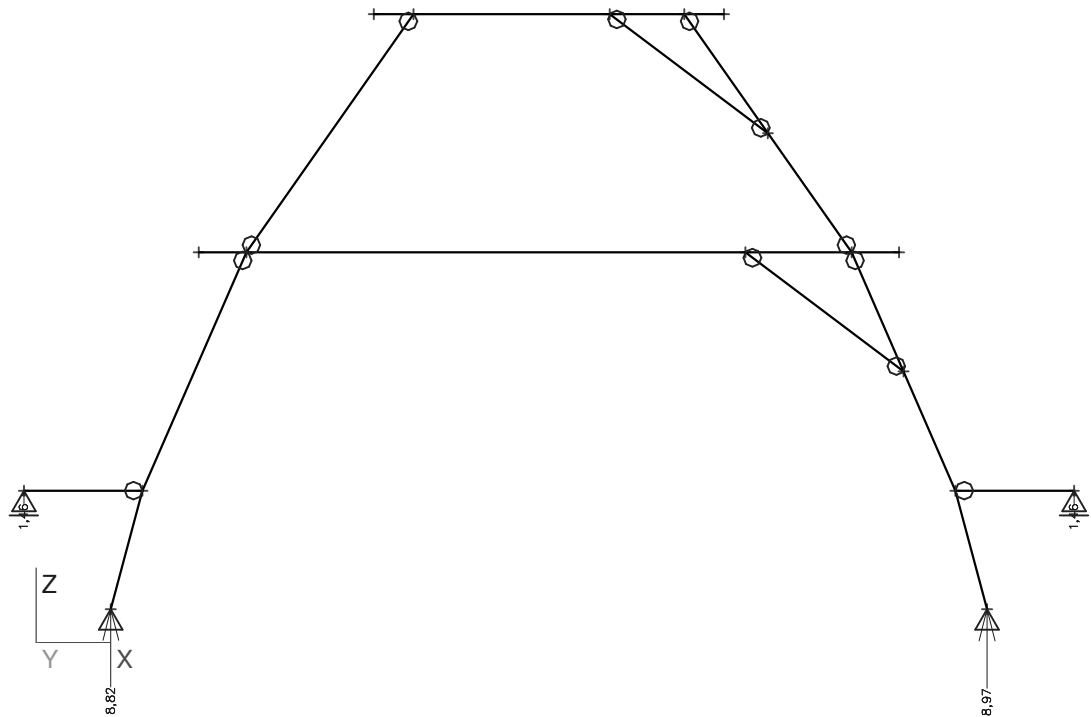
18. Resultaatklassen

Naam	Lijst
UGT	Combi1 - EN-UGT (STR/GEO) Set B
	Combi2 - EN-UGT (STR/GEO) Set C
BGT	Combi3 - EN-BGT Karakteristiek
	Combi4 - EN-BGT Freq.
	Combi5 - EN-BGT Quasi-Permanent

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

19. Hoofdstuk: uitvoer project

20. Reacties; Rz permanent

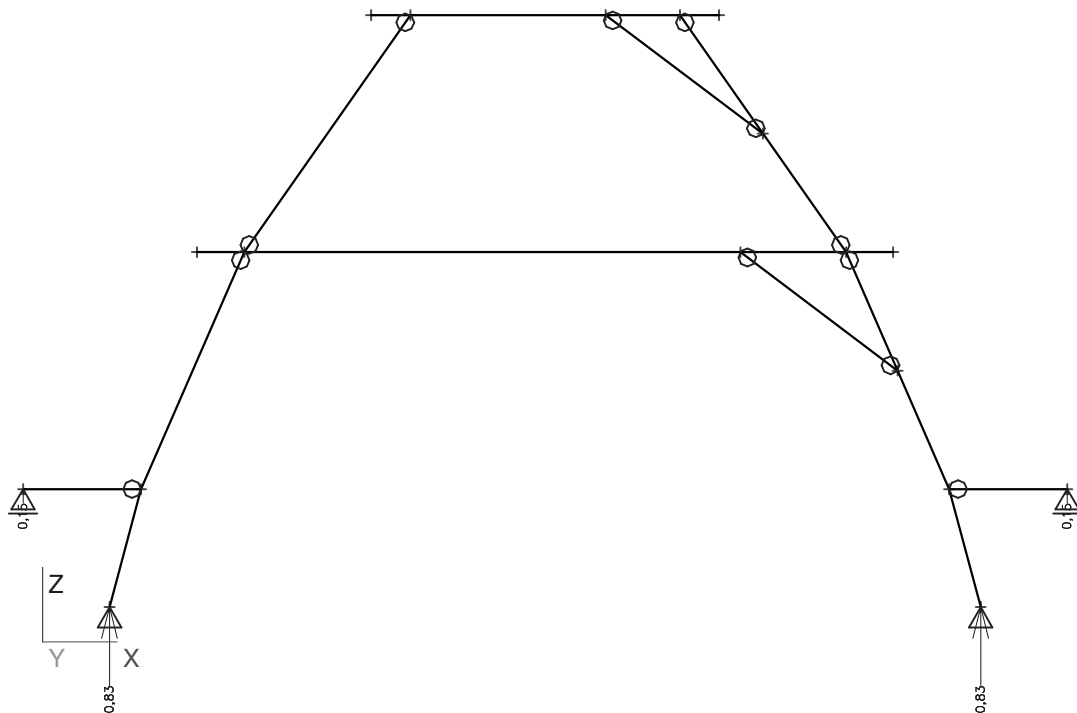


21. Reacties; permanent

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi6/1	3,37	8,82
Sn2/K11	Combi6/1	-3,37	8,97
Sn3/K1	Combi6/1	0,00	1,46
Sn4/K3	Combi6/1	0,00	1,46

22. Reacties; Rz sneeuw



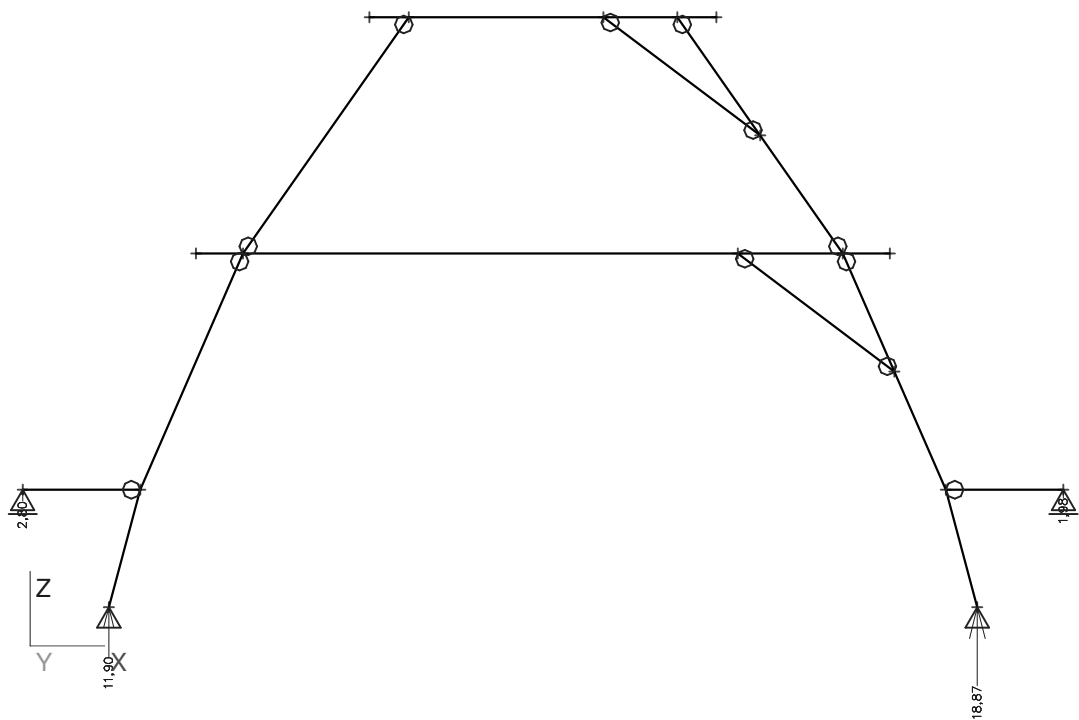
23. Reacties; sneeuw

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Belastingsgevallen : BG5

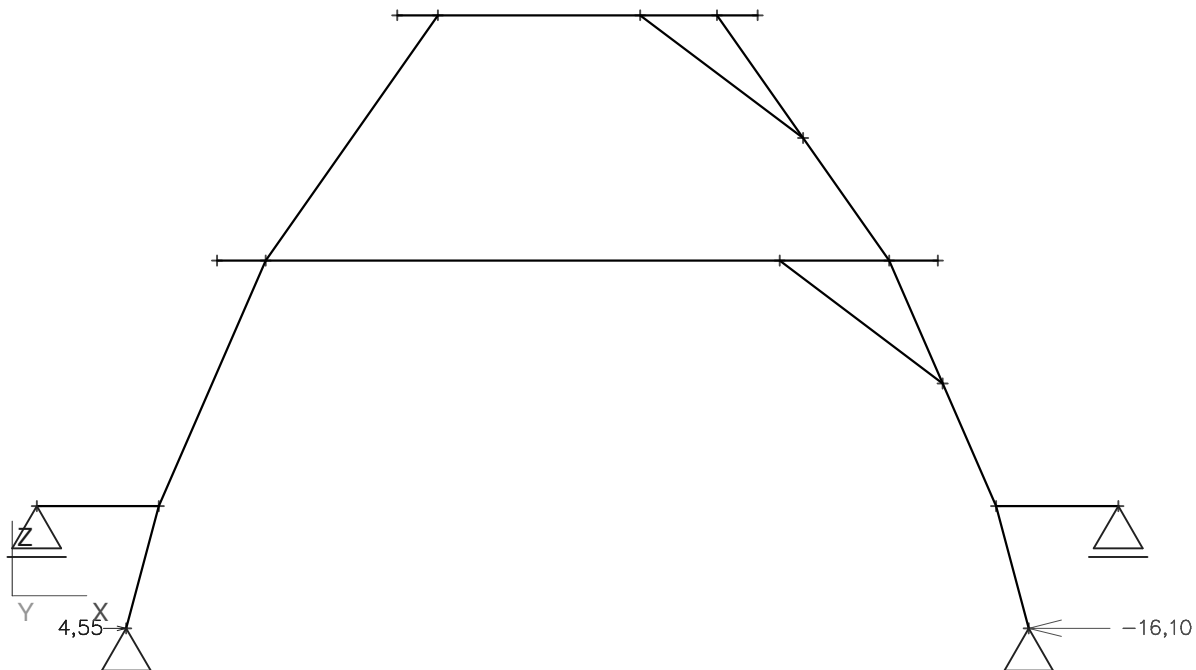
Steunpunt	BG	R _x [kN]	R _z [kN]
Sn1/K10	BG5	0,33	0,83
Sn2/K11	BG5	-0,33	0,83
Sn3/K1	BG5	0,00	0,15
Sn4/K3	BG5	0,00	0,15

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

24. Reacties; Rz UGT



25. Reacties; Rx



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

26. Reacties; UGT

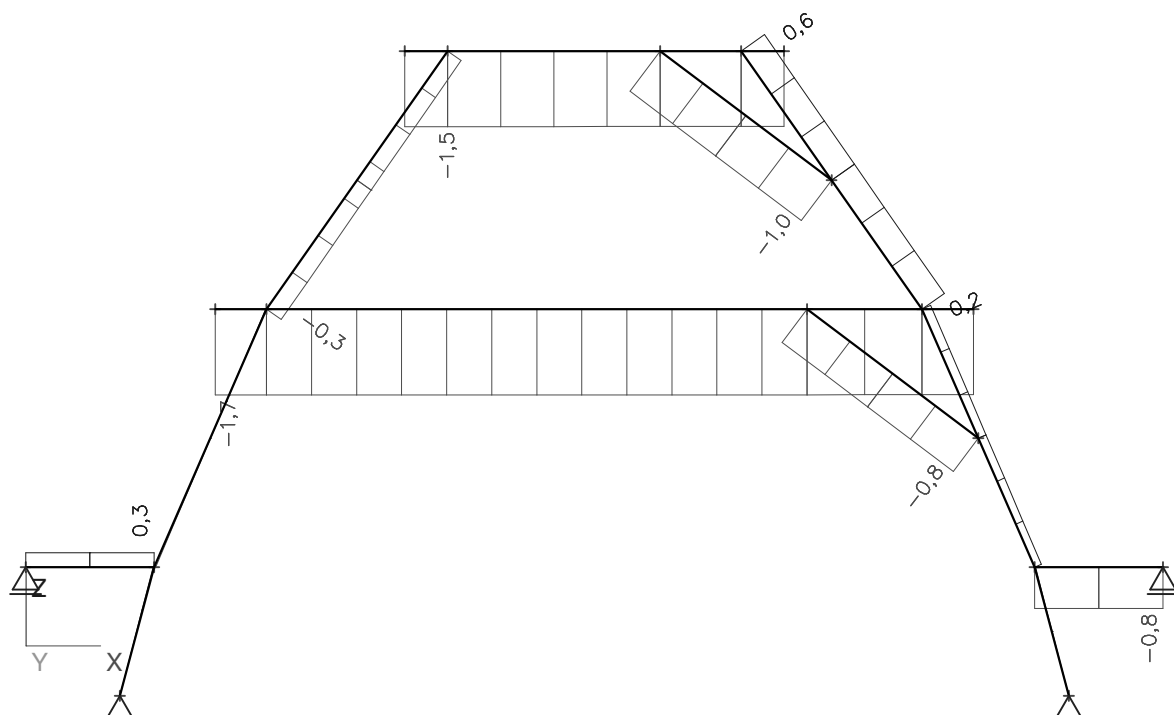
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

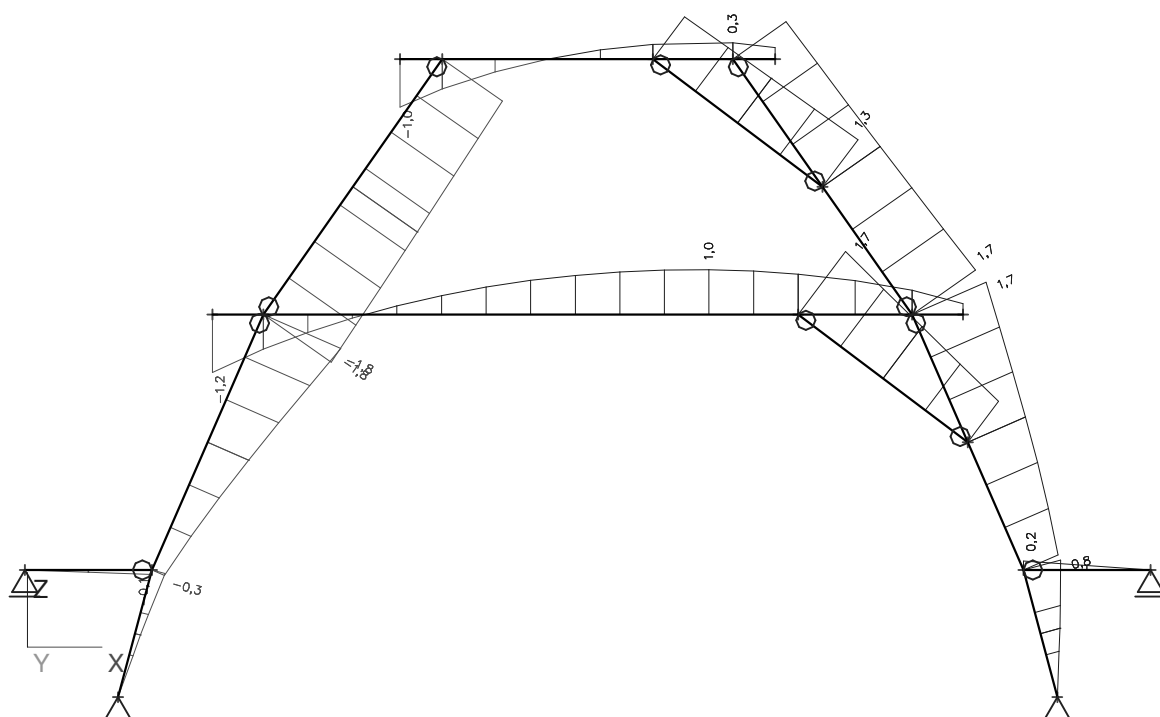
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn1/K10	Combi1/2	0,29	2,30
Sn1/K10	Combi1/3	4,55	11,90
Sn1/K10	Combi1/4	3,03	7,93
Sn2/K11	Combi1/5	-16,10	18,87
Sn2/K11	Combi1/4	-3,03	8,07
Sn3/K1	Combi1/4	0,00	1,31
Sn3/K1	Combi1/5	0,00	2,80
Sn4/K3	Combi1/4	0,00	1,31
Sn4/K3	Combi1/2	0,00	0,62
Sn4/K3	Combi1/6	0,00	1,98

27. Vervormingen van staaf; ux permanent



28. Vervormingen van staaf; uz permanent



29. Vervormingen van staaf; permanent

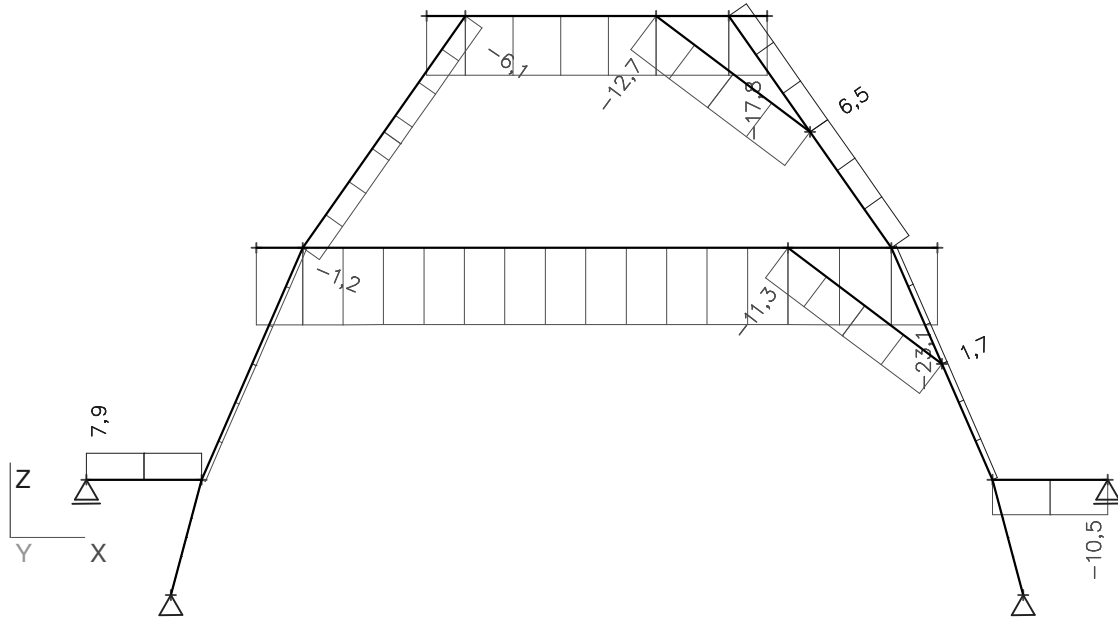
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

Selectie : Alle
Combinaties : Combi6

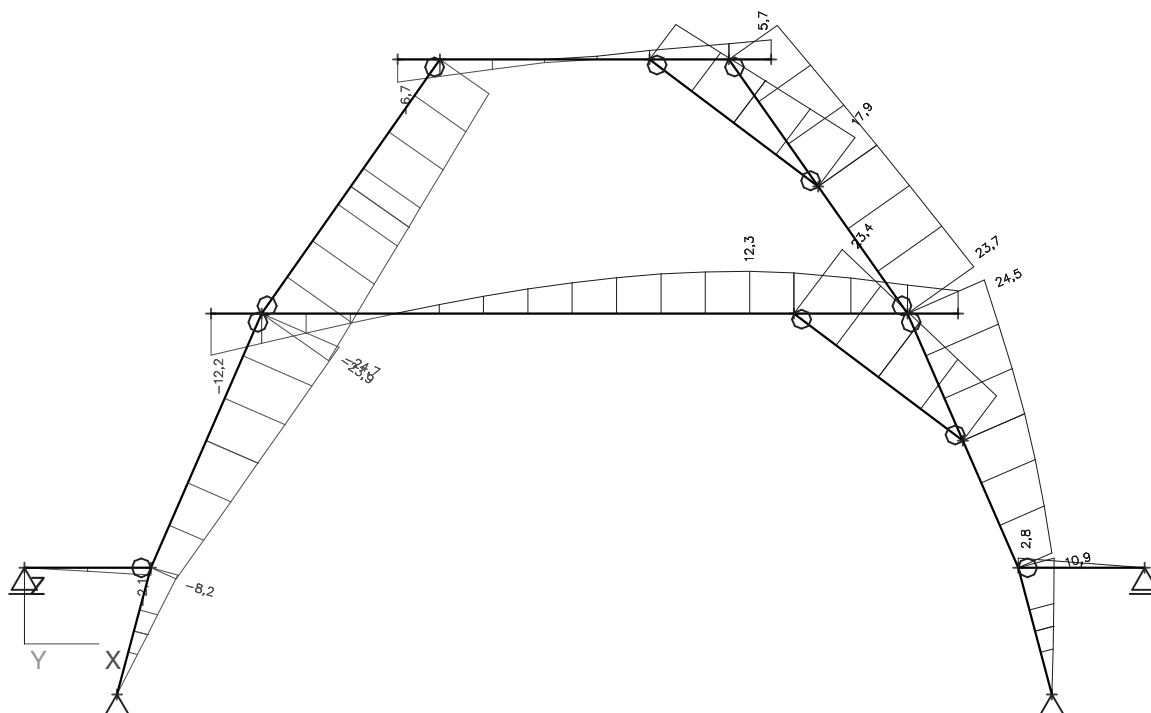
BG	Staat	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi6/1	S5	4,427	-1,7	-1,2	1,6
Combi6/1	S12	0,000	0,6	1,4	-0,1
Combi6/1	S9	0,000	0,0	-1,8	-1,1
Combi6/1	S10	0,000	0,2	1,7	0,4

30. Vervormingen van staaf; ux variabel



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

31. Vervormingen van staaf; uz variabel



32. Vervormingen van staaf; variabel

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

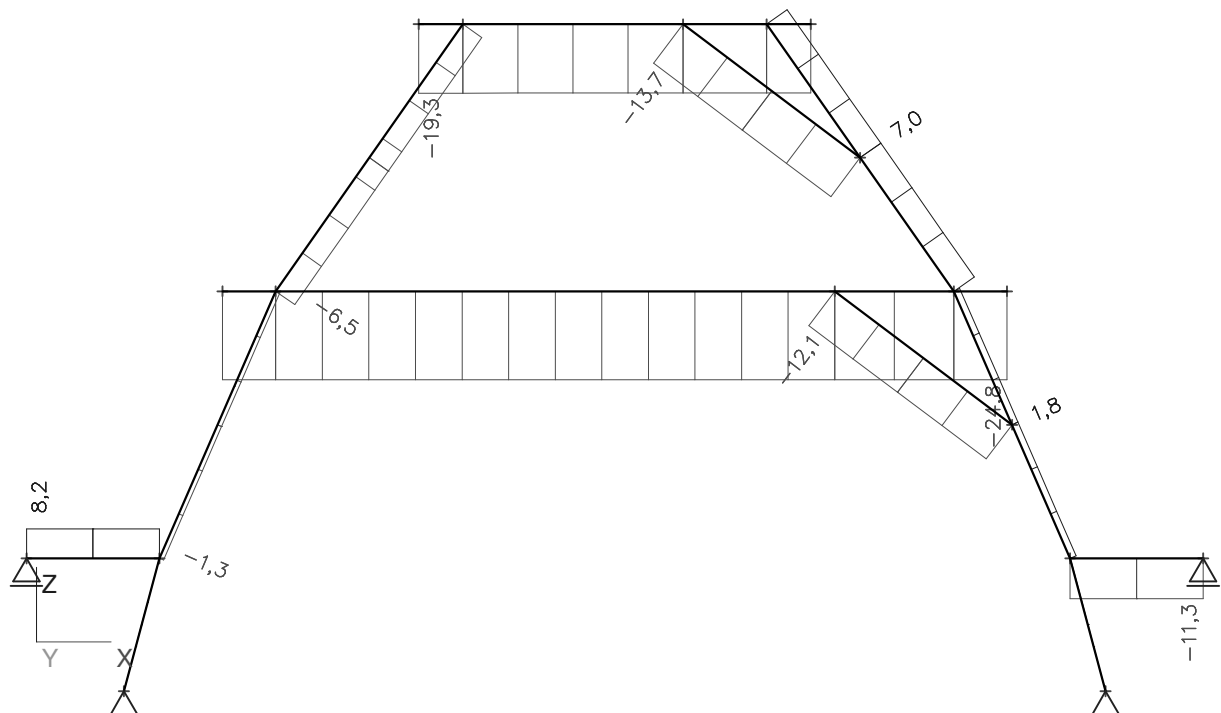
Selectie : Alle

Combinaties : Combi7

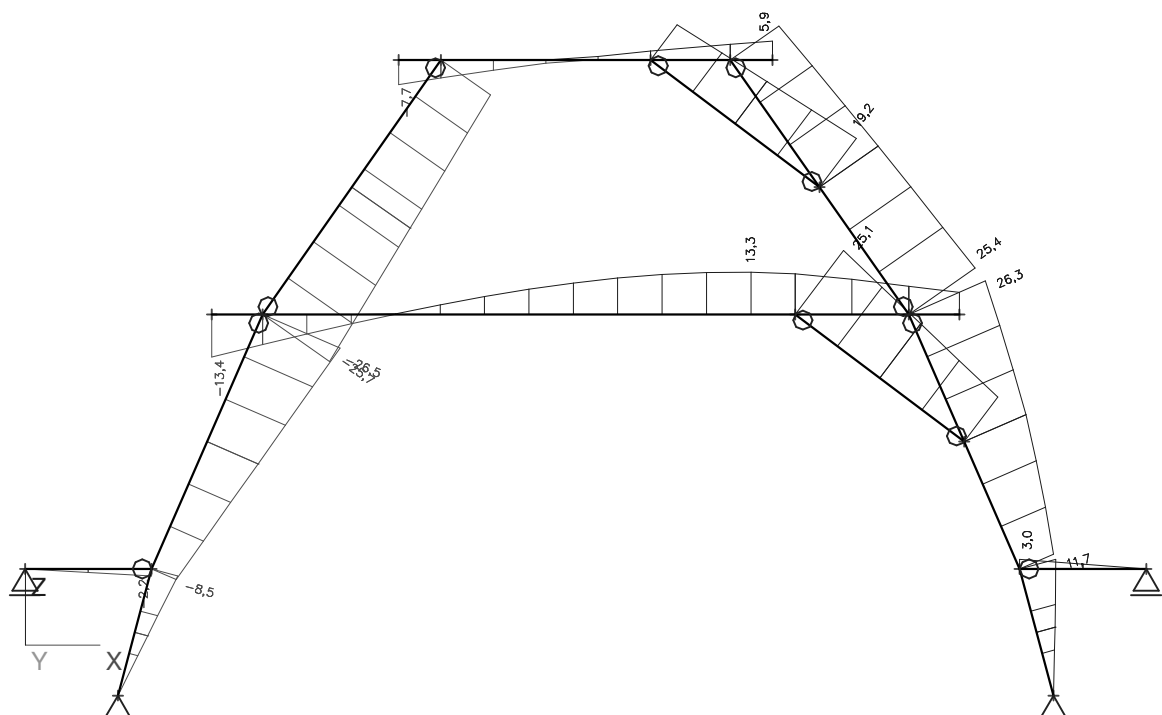
BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi7/7	S5	0,000	-23,1	6,6	-5,6
Combi7/7	S3	0,000	7,9	0,0	2,8
Combi7/7	S9	0,000	-1,2	-24,7	-10,0
Combi7/7	S10	0,000	1,6	24,5	5,3
Combi7/7	S7	0,776	0,0	0,0	-10,6
Combi7/7	S8	0,776	0,0	0,0	14,3

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

33. Vervormingen van staaf; ux BGT



34. Vervormingen van staaf; uz BGT



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

35. Vervormingen van staaf; BGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

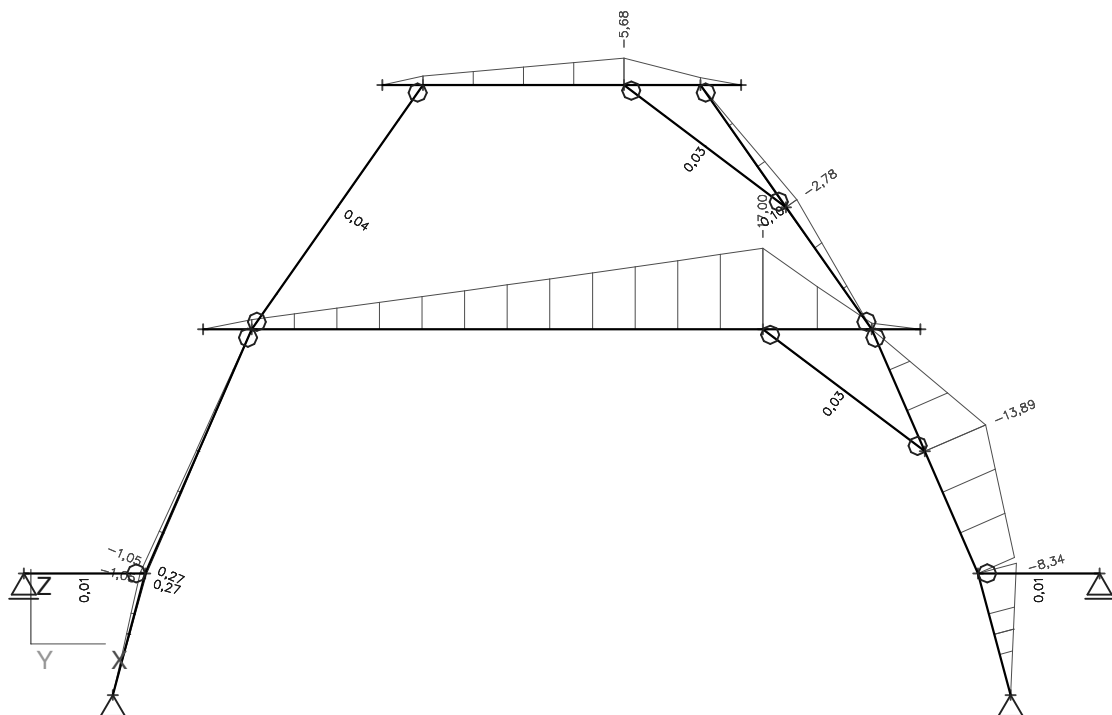
Selectie : Alle

Klasse : BGT

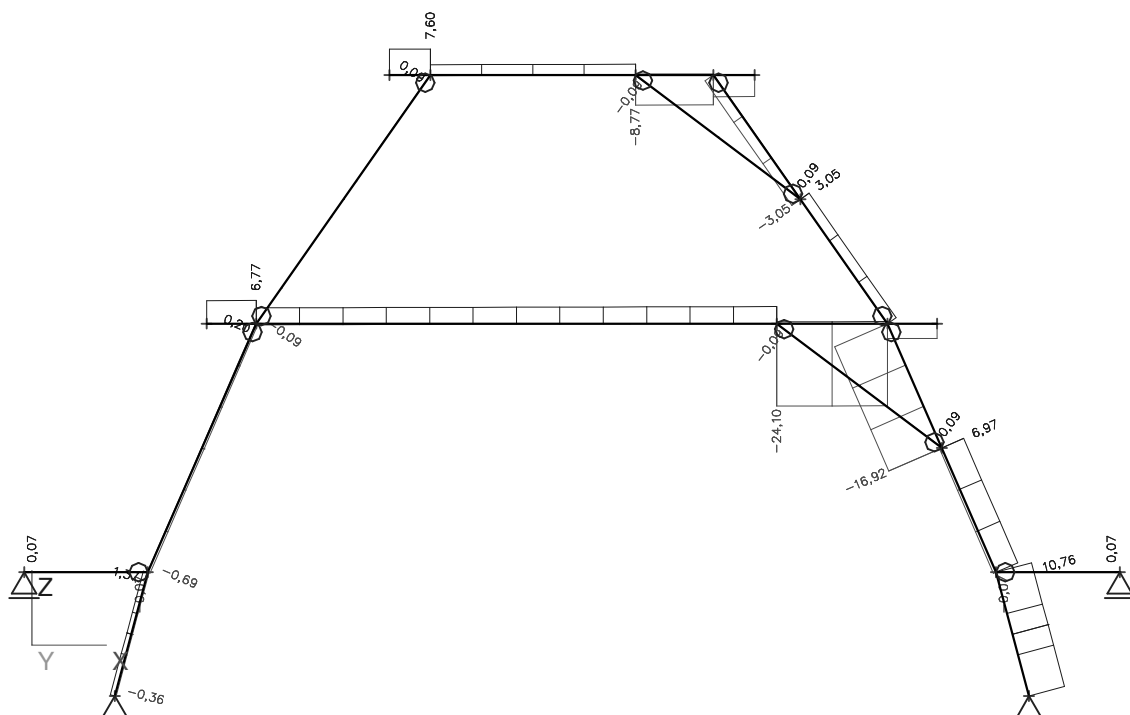
BG	Staaf	dx [m]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
Combi3/8	S5	0,000	-24,8	6,9	-6,5
Combi3/8	S3	0,000	8,2	0,0	2,9
Combi3/8	S9	0,000	-1,2	-26,5	-11,0
Combi3/8	S10	0,000	1,8	26,3	5,7
Combi3/8	S8	0,776	0,0	0,0	15,4

Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

36. Interne krachten in staaf; My UGT

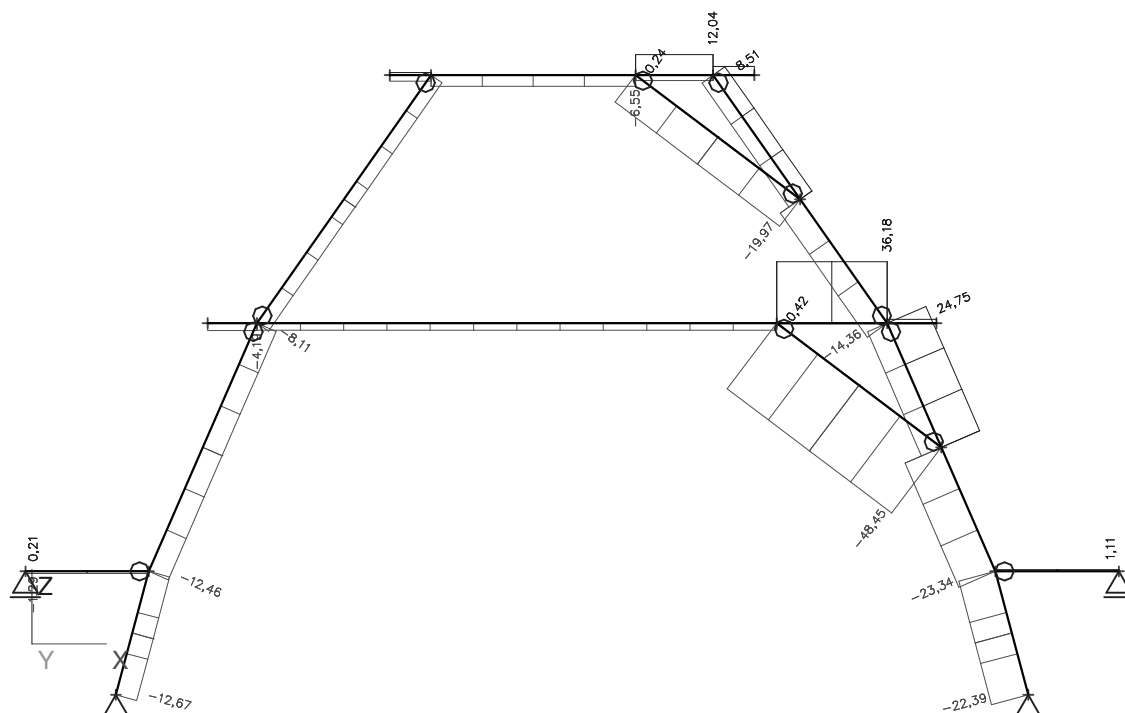


37. Interne krachten in staaf; Vz UGT



Project	Oud-Hollands spant	
Omschrijving	Bezweken korbelen, verlaagde windbelasting	
Auteur	J. Ludolphij	

38. Interne krachten in staaf; N UGT



39. Interne krachten in staaf; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
 Selectie : Alle
 Klasse : UGT

Staat	BG	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S14	Combi1/9	0,000	-48,45	0,06	0,00
S5	Combi1/2	0,300	36,18	-23,98	-0,30
S5	Combi1/9	0,972	34,62	-24,10	-16,79
S8	Combi1/10	0,000	-19,51	10,76	-8,34
S5	Combi1/5	0,972	34,56	-23,99	-17,00
S7	Combi1/9	0,000	-4,96	-0,33	0,27

Bijlage H - Toetsing hout in Excel

Project : te
 Ordernr :

Uitvoer
Onderdeel: Kromhout S9 Combi1/5

 vorm : rh = rechthoekig
 materiaal : 1 = gezaagd hout
 klimaatklasse : 1 = T ≈ 20 °C, rel. vochtigheid => 65%
 belastingduurkl. : 4 = kort
 sterkteklasse : C20

γ_M	k_{mod}	k_{def}
1,3	0,9	0,6

k_m	$k_{h,m}$	$k_{h,t}$	$k_{i,t}$
0,70	1,00	1,00	1,00

breedte = 200 mm	ρ_k [kN/m ³]	A [mm ²]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	$G_{mean,k}$ [N/mm ²]
hoogte = 200 mm	3,3	40000	1333	1333	13333	13333	590

$f_{m,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{v,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean,k}$ [N/mm ²]	$E_{90,mean,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,05,k}$ [N/mm ²]
20	3,6	12	0,4	19	2,3	9500	320	6400

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.4 : druk evenwijdig aan de vezelrichting

$$F_{c,d} = 41,72 \text{ kN}$$

$\sigma_{c,0,d}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,d}$ [N/mm ²]
1,04	13,15

(6.2) u.c. = 0,08

artikel 6.1.5 : druk loodrecht op de vezelrichting

$$F_{st,d} = 15,04 \text{ kN}$$

$\sigma_{c,90,d}$ [N/mm ²]	$k_{c,90}$ [-]	$f_{c,90,d}$ [N/mm ²]
0,75	2,31	1,59

(6.3) u.c. = 0,20

artikel 6.1.6 : buiging

$$M_{y,d} = 12,38 \text{ kNm}$$

$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$ [N/mm ²]
9,29	0,00	13,85

(6.11) u.c. = 0,67

(6.12) u.c. = 0,47

artikel 6.1.7 : afschuiving

$$V_{Ed} = 15,04 \text{ kN}$$

τ_a [N/mm ²]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]
0,56	2,49

(6.13) u.c. = 0,23

artikel 6.2.2 : drukspanningen onder een hoek met de vezelrichting

$$F_{c,d} = 41,72 \text{ kN}$$

hoek $\alpha = 29^\circ$

$\sigma_{c,\alpha,d}$ [N/mm ²]	$k_{c,90}$ [-]	$f_{c,0,d}$ [N/mm ²]	$f_{c,90,d}$ [N/mm ²]
0,91	1,57	13,15	1,59

(6.16) u.c. = 0,14

toetsing stabiliteit :

artikel 6.3.2 : kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

$$F_{c,d} = 41,72 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = 12,38 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$l_{y,eff} = 0,90 \text{ m}$$

$$l_{z,eff} = 1,65 \text{ m}$$

$\lambda_{rel,y}$ [-]	$\lambda_{rel,z}$ [-]	$k_{c,y}$ [-]	$k_{c,z}$ [-]
0,27	0,50	1,01	0,95

$\sigma_{c,0,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z,d}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,d}$ [N/mm ²]	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$ [N/mm ²]
1,04	9,29	0,00	13,15	13,85

(6.23) u.c. = 0,75

(6.24) u.c. = 0,55

Project : te
 Ordernr :

Onderdeel: Kapbalk S5 Combi1/5

 vorm : rh = rechthoekig
 materiaal : 1 = gezaagd hout
 klimaatklasse : 1 = $T \approx 20^\circ\text{C}$, rel. vochtigheid => 65%
 belastingduurkl. : 4 = kort
 sterkteklasse : C20

γ_M	k_{mod}	k_{def}
1,3	0,9	0,6

k_m	$k_{h,m}$	$k_{h,t}$	$k_{l,t}$
0,70	1,00	1,00	1,00

breedte = 200 mm	ρ_k	A	W_y	W_z	I_y	I_z	$G_{mean,k}$
hoogte = 200 mm	[kN/m^3]	[mm^2]	[cm^3]	[cm^3]	[cm^4]	[cm^4]	[N/mm^2]
	3,3	40000	1333	1333	13333	13333	590

$f_{m,0,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean,k}$	$E_{90,mean,k}$	$E_{0,05,k}$
[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]
20	3,6	12	0,4	19	2,3	9500	320	6400

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.4 : druk evenwijdig aan de vezelrichting

 $F_{c,d} = 38,44 \text{ kN}$

$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$
[N/mm^2]	[N/mm^2]
0,96	13,15

(6.2) u.c. = 0,07

artikel 6.1.5 : druk loodrecht op de vezelrichting

 $F_{st,d} = 18,95 \text{ kN}$

$\sigma_{c,90,d}$	$k_{c,90}$	$f_{c,90,d}$
[N/mm^2]	[-]	[N/mm^2]
0,95	2,31	1,59

(6.3) u.c. = 0,26

artikel 6.1.6 : buiging

 $M_{y,d} = 2,64 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

$\sigma_{m,v,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$
[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]
1,98	0,00	13,85

(6.11) u.c. = 0,14

(6.12) u.c. = 0,10

artikel 6.1.7 : afschuiving

 $V_{Ed} = 18,95 \text{ kN}$

τ_v	$f_{v,d}$
[N/mm^2]	[N/mm^2]
0,71	2,49

(6.13) u.c. = 0,29

artikel 6.2.2 : drukspanningen onder een hoek met de vezelrichting

 $F_{c,\alpha,d} = 38,44 \text{ kN}$

 hoek $\alpha = 64^\circ$

$\sigma_{c,\alpha,d}$	$k_{c,90}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,d}$
[N/mm^2]	[-]	[N/mm^2]	[N/mm^2]
0,42	1,00	13,15	1,59

(6.16) u.c. = 0,22

artikel 6.2.3 : gecombineerde buig- en axiale trekspanningen

 $F_{t,d} = 0,00 \text{ kN}$
 $M_{y,d} = 2,64 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

$\sigma_{t,0,d}$	$\sigma_{m,v,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$
[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]
0,00	1,98	0,00	8,31	13,85

(6.17) u.c. = 0,14

(6.18) u.c. = 0,10

artikel 6.2.4 : gecombineerde buig- en axiale drukspanningen

 $F_{c,d} = 38,44 \text{ kN}$
 $M_{y,d} = 2,64 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

$\sigma_{c,0,d}$	$\sigma_{m,v,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$f_{c,0,d}$	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$
[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[N/mm^2]
0,96	1,98	0,00	13,15	13,85

(6.19) u.c. = 0,15

(6.20) u.c. = 0,11

Project : te
 Ordernr :

Onderdeel: Verbinding kapbalk - kromhout

 vorm : rh = rechthoekig
 materiaal : 1 = gezaagd hout
 klimaatklasse : 1 = T ≈ 20 °C, rel. vochtigheid => 65%
 belastingduurkl. : 4 = kort
 sterkteklasse : C20

γ_M	k_{mod}	k_{def}
1,3	0,9	0,6

k_m	$k_{h,m}$	$k_{h,t}$	$k_{l,t}$
0,70	1,00	1,18	1,00

 breedte = 65 mm
 hoogte = 200 mm

ρ_k	A	W_y	W_z	I_y	I_z	$G_{mean,k}$
[kN/m ³]	[mm ²]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[N/mm ²]
3,3	13000	433	141	4333	458	590

$f_{m,0,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean,k}$	$E_{90,mean,k}$	$E_{0,05,k}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
20	3,6	12	0,4	19	2,3	9500	320	6400

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.2 : trek evenwijdig aan de vezelrichting

 $F_{t,d} = 31,69 \text{ kN}$

$\sigma_{t,0,d}$	$f_{t,0,d}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]
2,44	9,82

 (6.1) u.c. = **0,25**

Project : te
 Ordernr :

Onderdeel: Korbeel S14 alleen druk (bezweken verbindingen)

 vorm : rh = rechthoekig
 materiaal : 1 = gezaagd hout
 klimaatklasse : 1 = $T \approx 20^\circ\text{C}$, rel. vochtigheid => 65%
 belastingduurkl. : 4 = kort
 sterkteklasse : C20

γ_M	k_{mod}	k_{def}
1,3	0,9	0,6

k_m	$k_{h,m}$	$k_{h,t}$	$k_{l,t}$
0,70	1,25	1,00	1,00

breedte = 200 mm	ρ_k	A	W_y	W_z	I_y	I_z	$G_{mean,k}$
hoogte = 50 mm	[kN/m ³]	[mm ²]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[N/mm ²]
	3,3	10000	83	333	208	3333	590

$f_{m,0,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean,k}$	$E_{90,mean,k}$	$E_{0,05,k}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
20	3,6	12	0,4	19	2,3	9500	320	6400

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.4 : druk evenwijdig aan de vezelrichting

 $F_{c,d} = 82,50 \text{ kN}$

$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]
8,25	13,15

 (6.2) u.c. = **0,63**

artikel 6.2.2 : drukspanningen onder een hoek met de vezelrichting

 $F_{c,\alpha,d} = 82,50 \text{ kN}$
 hoek $\alpha = 30^\circ$

$\sigma_{c,\alpha,d}$	$k_{c,90}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,d}$
[N/mm ²]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
7,14	2,30	13,15	1,59

 (6.16) u.c. = **0,89**
Onderdeel: Kapbalk S5 Combi1/9 (bezweken verbindingen)

 vorm : rh = rechthoekig
 materiaal : 1 = gezaagd hout
 klimaatklasse : 1 = $T \approx 20^\circ\text{C}$, rel. vochtigheid => 65%
 belastingduurkl. : 4 = kort
 sterkteklasse : C20

γ_M	k_{mod}	k_{def}
1,3	0,9	0,6

k_m	$k_{h,m}$	$k_{h,t}$	$k_{l,t}$
0,70	1,00	1,00	1,00

breedte = 200 mm	ρ_k	A	W_y	W_z	I_y	I_z	$G_{mean,k}$
hoogte = 200 mm	[kN/m ³]	[mm ²]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[N/mm ²]
	3,3	40000	1333	1333	13333	13333	590

$f_{m,0,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean,k}$	$E_{90,mean,k}$	$E_{0,05,k}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
20	3,6	12	0,4	19	2,3	9500	320	6400

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.2 : trek evenwijdig aan de vezelrichting

 $F_{t,d} = 58,99 \text{ kN}$

$\sigma_{t,0,d}$	$f_{t,0,d}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]
1,47	8,31

 (6.1) u.c. = **0,18**

artikel 6.1.5 : druk loodrecht op de vezelrichting

 $F_{st,d} = 41,19 \text{ kN}$

$\sigma_{c,90,d}$	$k_{c,90}$	$f_{c,90,d}$
[N/mm ²]	[-]	[N/mm ²]
2,06	2,31	1,59

 (6.3) u.c. = **0,56**

artikel 6.1.6 : buiging

 $M_{y,d} = 28,11 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
21,08	0,00	13,85

 (6.11) u.c. = **1,52**

 (6.12) u.c. = **1,07**

artikel 6.1.7 : afschuiving

 $V_{Ed} = 41,19 \text{ kN}$

τ_v	$f_{v,d}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]
1,54	2,49

 (6.13) u.c. = **0,62**

Project : te

Ordernr :

artikel 6.2.3 : gecombineerde buig- en axiale trekspanningen

$F_{t,d} =$	58,99	kN	$\sigma_{t,0,d}$	$\sigma_{m,v,d}$	$\sigma_{m,z,d}$	$f_{t,0,d}$	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$	(6.17) u.c. =	1,70
$M_{y,d} =$	28,11	kNm	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	(6.18) u.c. =	1,24
$M_{z,d} =$	0,00	kNm	1,47	21,08	0,00	8,31	13,85		

Onderdeel: Verbinding kapbalk - kromhout (bezweken verbindingen)

vorm :	rh	= rechthoekig								
materiaal :	1	= gezaagd hout								
klimaatklasse :	1	= T ≈ 20 °C, rel. vochtigheid => 65%								
belastingduurkl. :	4	= kort								
sterkteklasse :	C20									
breedte =	65	mm	ρ _k	A	W _y	W _z	I _y	I _z	G _{mean;k}	
hoogte =	200	mm	[kN/m³]	[mm²]	[cm³]	[cm³]	[cm⁴]	[cm⁴]	[N/mm²]	
			3,3	13000	433	141	4333	458	590	

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.2 : trek evenwijdig aan de vezelrichting

$F_{t,d} =$	61,67	kN	$\sigma_{t,0,d}$	$f_{t,0,d}$	(6.1) u.c. =	0,48
			[N/mm ²]	[N/mm ²]		
			4,74	9,82		

Project : te
 Ordernr :

Onderdeel: Maximale trek op korbeel

 vorm : rh = rechthoekig
 materiaal : 1 = gezaagd hout
 klimaatklasse : 1 = T ≈ 20 °C, rel. vochtigheid => 65%
 belastingduurkl. : 4 = kort
 sterkteklasse : C20

γ_M	k_{mod}	k_{def}
1,3	0,9	0,6

k_m	$k_{h,m}$	$k_{h,t}$	$k_{i,t}$
0,70	1,00	1,00	1,00

 breedte = 200 mm
 hoogte = 200 mm

ρ_k [kN/m ³]	A [mm ²]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	$G_{mean,k}$ [N/mm ²]
3,3	40000	1333	1333	13333	13333	590

$f_{m,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{v,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean,k}$ [N/mm ²]	$E_{90,mean,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,05,k}$ [N/mm ²]
20	3,6	12	0,4	19	2,3	9500	320	6400

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.3 : trek loodrecht aan de vezelrichting

 $F_{t,d} = 9,80$ kN
 contactlengte = 200 mm
 contactbreedte = 200 mm

k_{mod} (N.B.) [-]	$\sigma_{t,90;d}$ [N/mm ²]	$f_{t,90;d}$ [N/mm ²]
0,8	0,25	0,25

(6.1) u.c. = 1,00

Onderdeel: Maximale krachten kapbalk

 vorm : rh = rechthoekig
 materiaal : 1 = gezaagd hout
 klimaatklasse : 1 = T ≈ 20 °C, rel. vochtigheid => 65%
 belastingduurkl. : 4 = kort
 sterkteklasse : C20

γ_M	k_{mod}	k_{def}
1,3	0,9	0,6

k_m	$k_{h,m}$	$k_{h,t}$	$k_{i,t}$
0,70	1,00	1,00	1,00

 breedte = 200 mm
 hoogte = 200 mm

ρ_k [kN/m ³]	A [mm ²]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	$G_{mean,k}$ [N/mm ²]
3,3	40000	1333	1333	13333	13333	590

$f_{m,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{v,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean,k}$ [N/mm ²]	$E_{90,mean,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,05,k}$ [N/mm ²]
20	3,6	12	0,4	19	2,3	9500	320	6400

doorsnedetoetsing :

artikel 6.1.2 : trek evenwijdig aan de vezelrichting

 $F_{t,d} = 34,62$ kN

$\sigma_{t,0;d}$ [N/mm ²]	$f_{t,0;d}$ [N/mm ²]
0,87	8,31

(6.1) u.c. = 0,10

artikel 6.1.5 : druk loodrecht op de vezelrichting

 $F_{st,d} = 24,10$ kN

$\sigma_{c,90;d}$ [N/mm ²]	$k_{c,90}$ [-]	$f_{c,90;d}$ [N/mm ²]
1,21	2,31	1,59

(6.3) u.c. = 0,33

artikel 6.1.6 : buiging

 $M_{y,d} = 16,79$ kNm
 $M_{z,d} = 0,00$ kNm

$\sigma_{m,v;d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z;d}$ [N/mm ²]	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$ [N/mm ²]
12,59	0,00	13,85

(6.11) u.c. = 0,91

(6.12) u.c. = 0,64

artikel 6.1.7 : afschuiving

 $V_{Ed} = 24,10$ kN

τ_v [N/mm ²]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]
0,90	2,49

(6.13) u.c. = 0,36

artikel 6.2.3 : gecombineerde buig- en axiale trekspanningen

 $F_{t,d} = 34,62$ kN
 $M_{y,d} = 16,79$ kNm
 $M_{z,d} = 0,00$ kNm

$\sigma_{t,0;d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,v;d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,z;d}$ [N/mm ²]	$f_{t,0;d}$ [N/mm ²]	$f_{m,y,d} = f_{m,z,d}$ [N/mm ²]
0,87	12,59	0,00	8,31	13,85

(6.17) u.c. = 1,01

(6.18) u.c. = 0,74

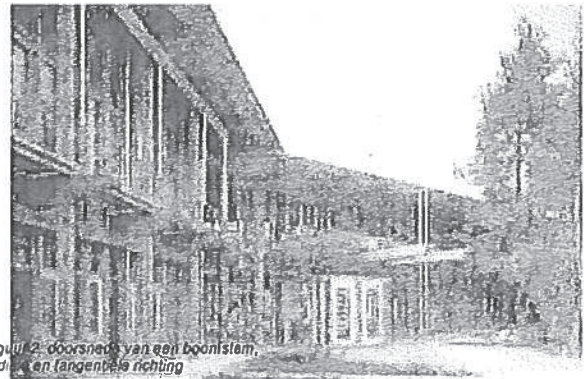
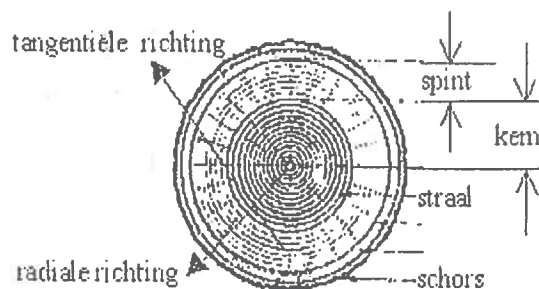
Bijlage I - SHR Journaal Scheuren in hout

SHR Journaal

Nummer 27, juni 2004

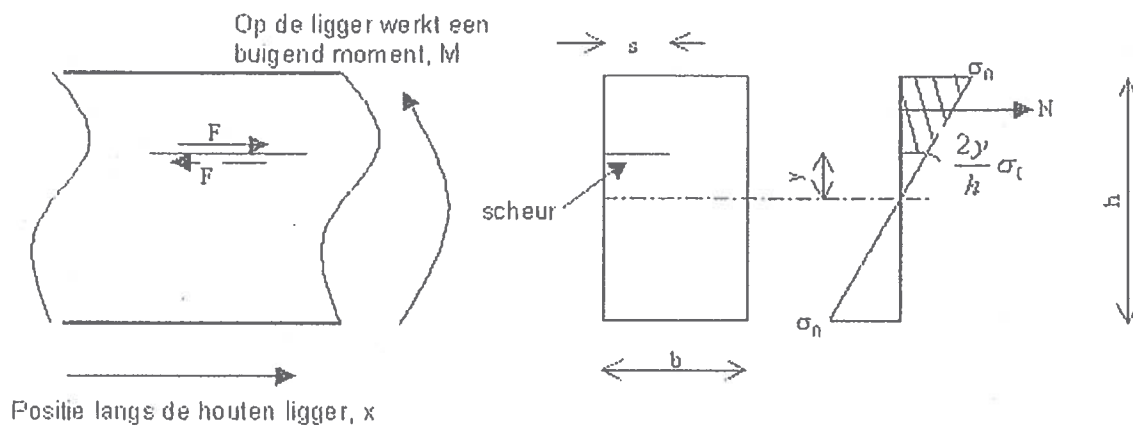
Scheuren in hout - vaak niet onveilig

In veel toegepast hout zijn scheuren over de lengte van het hout te vinden. Daarbij ontstaat soms het gevoel van onveiligheid, vooral als de houten delen duidelijk constructief worden ingezet. Nu kunnen scheuren in bepaalde gevallen houten elementen zo verzwakken dat er inderdaad een onveilige situatie ontstaat, dit is echter meestal niet het geval. Scheurvorming heeft zijn oorsprong in het krimpgedrag van hout. De zogenaamde anisotrope opbouw van hout heeft tot gevolg dat het krimpgedrag in radiale en tangentiële richting, zie figuur 2, niet overeenkomen waardoor trekspanningen loodrecht op de houtvezel ontstaan. Loodrecht op de houtvezel is de zwakste richting van hout, waardoor het hout scheurt.



Figuur 2: doorsnede van een boomstam, radiale en tangentiële richting

Scheuren verminderen de samenhang in het houten element hetgeen bij buiging en/of dwarskracht eerder tot een niet acceptabele verzwakking leidt dan bij op druk belaste elementen (kolommen). Scheuren in op buiging belaste liggers worden geanalyseerd aan de hand van figuur 3.



Figuur 3: Scheur met diepte s in een op buiging belaste ligger

In de gescheurde doorsnede is slechts de breedte $(b-s)$ over om de langsschuifkracht F over te brengen. Indien deze gereduceerde doorsnede niet in staat is deze langsschuifkracht over te brengen gaat de samenhang in de doorsnede verloren hetgeen bezwijken tot gevolg heeft. De langsschuifkracht F is uit te rekenen als de verandering in de kracht N in lengterichting van de ligger (in x -richting).

Voor verschillende belastingsgevallen kan de maximaal toelaatbare scheurdiepte geanalyseerd worden. Als dat gebeurt dan valt op dat er zeer diepe scheuren in verhouding tot de liggerbreedte nodig zijn alvorens bezwijken optreedt. Bijvoorbeeld bij een ligger op 2 steunpunten met een verdeelde belasting. Daar kan de scheur tot wel de helft van de breedte aanwezig zijn. Indien de ligger op twee steunpunten wordt belast met uitsluitend een puntlast en op identieke wijze wordt geanalyseerd, mag de scheurdiepte zelfs driekwart van de breedte bedragen.

Algehele conclusie: scheurvorming in liggers leidt niet snel tot veiligheidsproblemen.