

“Energy Flower”

Constructief ontwerp van het Wuhan New Energy Institute



Auteur: Jaap Smits

Datum: 23 mei 2016

Opleiding: Bouwkunde

Plaats: HZ University Vllissingen

Onderwerp: Afstuderen

Onderdeel: Onderzoeksrapport

1^e begeleider: C.P.C. Flipse / L. Madar

Afstudeercoördinator: C.C. Mabelis

Studieloopbaancoach: B. Pommee

“Energy Flower”

Constructief ontwerp van het Wuhan New Energy Institute



Auteur: Jaap Smits

Plaats: Tholen

Datum: 23 mei 2016

Opleiding: Bouwkunde

Plaats: HZ University Vlissingen

Leerjaar: 2015-2016

Onderwerp: Afstuderen

Onderdeel: Onderzoeksrapport

Versie: 0

1^e begeleider: C.P.C. Flipse / L. Madar

Procesbegeleider HZ: C.C. Mabelis

Studieloopbaancoach: B. Pommee

Voorwoord

“If the engineer has the sympathy and understanding of architecture and the architect has the realization of the strength and beauty of structure, then they will make a good team and design successful structures.”

—Dr. Fazlur Rahman Khan (1929 — 1982)

Dr. Khan heeft een grote rol gespeeld in het ontwerpen en ontwikkelen van constructiesystemen voor hoogbouw. Zijn invloed zien we nu nog steeds terug. Zo heeft hij onder meer het gebundelde buis-systeem bedacht bij de Willis-tower in Chicago. Vanwege zijn grote bijdrage op constructief gebied in hoogbouw, begin ik mijn rapport met een citaat van hem.

Voor u ligt het Rapport “Energy Flower – Constructief ontwerp van het Wuhan New Energy Institute”. Dit rapport betreft een afstudeeronderzoek aan de HZ University en vormt de afsluiting van mijn studie aan de HZ. Het onderwerp is aangedragen door dhr. Moonen, mijn toenmalige studieloopbaancoach. Hoogbouw heeft altijd mijn interesse gehad en dit onderwerp vormde een mooie gelegenheid om me daarin te verdiepen. Ik heb met veel plezier aan dit onderzoek gewerkt en zou later in de praktijk graag meer willen werken in hoogbouw, met Khan als voorbeeld.

Graag wil ik iedereen bedanken die op enige wijze betrokken is geweest bij het tot stand brengen van dit rapport. Allereerst mijn begeleider op de HZ, de heer Flipse. Verder gaat mijn dank uit richting mijn werkgever voor de flexibele opstelling en medewerking gedurende mijn studie en het beschikbaar stellen van faciliteiten en software. Ook alle overige docenten voor de begeleiding en de lessen in de voorgaande jaren. Tot slot gaat mijn dank uit naar mijn vrouw, ouders, familie en vrienden voor de ondersteuning gedurende mijn studie.

Tholen, Mei 2016
Namens de auteur,
J. Smits

Samenvatting

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

Op welke wijze dient de hoofddraagstructuur van het Wuhan New Energy Institute te worden ontworpen, rekening houdend met Nederlandse normen en regelgeving, waarbij architectuur en constructie samensmelten tot een integraal ontwerp?

Om een antwoord op deze hoofdvraag te vinden, wordt eerst vastgesteld aan welke architectonische randvoorwaarden het constructief ontwerp moet voldoen. In deze randvoorwaarden worden de vorm van het gebouw en de eisen aan het gevelbeeld vastgelegd. Dit vormt het uitgangspunt voor het ontwerp van de hoofddraagstructuur.

Vervolgens worden de verschillende constructiesystemen onderzocht die gebruikelijk zijn bij hoogbouw. Daarbij wordt vooral de stijfheid van de verschillende systemen vergeleken, waarna een keuze wordt gemaakt voor een constructiesysteem. Gekozen wordt voor een betonkern met een scharnierende staalconstructie. Dit systeem is bij dit gebouw voldoende stijf om te voldoen aan de maximale verplaatsingseisen.

Nadat het constructiesysteem is vastgelegd, zijn de diverse onderdelen van de hoofddraagstructuur bepaald met behulp van vuistregels. Daarbij is ook rekening gehouden met bijzondere ontwerpsituaties en zijn voorzieningen getroffen die een tweede draagweg mogelijk maken.

Daarna zijn de top en de fundering van het gebouw verder uitgewerkt. Bij de uitwerking van de top zijn verschillende oplossingen naast elkaar gezet waaruit een keuze is gemaakt voor het beste systeem. De nadruk ligt met name op het stabiel krijgen van de bijzondere vorm van de top.

De fundering van het gebouw vormt een belangrijk onderdeel van de constructie. De fundering moet in staat zijn om de verticale verplaatsing en de rotatie van het gebouw voldoende tegen te gaan. Voor het ontwerp van de palen is eerst bepaald welk paaltype wordt gekozen. Daarna is het paal draagvermogen berekend en de bijbehorende translatieverstijfheid. Nadat de totale verticale belasting in kaart is gebracht, is een inschatting gemaakt van het palenaantal.

Nadat een inschatting van alle onderdelen van de hoofddraagstructuur is gemaakt, is in een EEM-rekenprogramma (AxisVM) een 3D-model gemaakt. Daarin zijn alle onderdelen van de draagstructuur ingevoerd met de afmetingen die in de voorgaande hoofdstukken zijn bepaald. Dit model is met name bedoeld om de verplaatsing van het gebouw te toetsen en voor het toetsen van de paalbelastingen.

De resultaten zijn vergeleken met de handmatig gemaakte inschattingen en daaruit blijkt de horizontale verplaatsing te groot te zijn. Hier zijn verschillende oorzaken voor aan te wijzen, waarbij de voornaamste zijn dat de rotatiestijfheid van de fundering te slap is of te slap is ingevoerd. Ook de topconstructie dient te worden verstijfd. De paalfundering voldoet; de paalreacties overschrijden niet het maximaal paal draagvermogen.

Inhoud

1. Inleiding	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Probleemstelling	1
1.3. Vraagstelling	1
Hoofdvraag	1
Deelvragen	1
1.4. Doelstelling	1
2. Theoretisch kader	2
3. Methode	3
3.1. Architectonische randvoorwaarden	3
3.2. Constructiesysteem hoofddraagstructuur	3
3.3. Uitwerking top van het gebouw	3
3.4. Uitwerking fundatie van het gebouw	4
3.5. Resultaten, discussie, conclusie	4
4. Architectonische randvoorwaarden	5
4.1. Model	5
4.2. Omschrijving	7
5. Constructiesysteem	8
5.1. Inleiding	8
5.2. Constructiesystemen algemeen	8
5.3. Vergelijking stijfheid constructiesystemen	10
Inleiding	10
Uitgangspunten	14
Windbelasting	15
Mechanica	20
Systeem 1: Uitwendige stalen buis	21
Systeem 2: Uitwendige stalen buis met stalen buiskern (buis in buis)	25
Systeem 3: Betonkern met scharnierende staalconstructie	28
Systeem 4: Betonkern met uitwendige stalen buis	29
Systeem 5: Betonkern met outriggers	30
Conclusie	31
5.4. Overige aspecten	32
Architectuur en indelingsvrijheid	32
Kosten	32
Brandveiligheid	32
Geluid	32
5.5. Keuze constructiesysteem	33
6. Globale opzet hoofddraagconstructie	34
6.1. Inleiding	34
6.2. Betonkern	34
6.3. Vloeren	36

Overspanningsrichting.....	38
Vloersysteem.....	38
Ontwerp vloersysteem	39
6.4. Vloerliggers.....	39
Belastingen.....	39
Liggers verdieping 1-4	40
Liggers verdieping 5-12.....	41
Liggers verdieping 16	42
6.5. Gevelkolommen	44
6.6. Randliggers gevel	46
Belastingen.....	46
Verdieping 1	47
Verdieping 12	47
7. Bijzondere ontwerpsituaties.....	48
7.1. Inleiding	48
7.2. Gedefinieerde buitengewone oorzaken	48
7.3. Niet-gedefinieerde buitengewone oorzaken	48
Constructieve maatregelen	48
8. Uitwerking gebouwtop	50
8.1. Inleiding	50
8.2. Dakliggers	51
8.3. Gevelkolommen	53
Hoogste kolom.....	55
Laagste kolom	57
Kolom 1a	58
8.4. Stabiliteit.....	60
9. Uitwerking basis	62
9.1. Inleiding	62
9.2. Overzicht fundering	62
9.3. Belastingen.....	62
9.4. Paal draagvermogen	63
Paaltype.....	63
Paalfactoren	64
Sonderingen	65
Paal draagvermogen.....	65
Translatie veerstijfheid	65
Rotatie veerstijfheid	66
9.5. Funderingsplaat.....	66
9.6. Paal configuratie	66
Verticale belastingen	67
Verdeling palen	67
10. 3D-model.....	68
10.1. Inleiding	68
10.2. Overzicht.....	68

10.3. Gehanteerde belastingen	68
11. Resultaten.....	69
11.1. Inleiding	69
11.2. Resultaten.....	69
Horizontale verplaatsing e_x	69
Maximale paalreacties R_z	70
12. Discussie	71
Horizontale verplaatsing	71
Maximale paalreacties	71
13. Conclusies en aanbevelingen	72
14. Referenties	73
15. Bibliografie	74
16. Bijlagen	75
Bijlage 1: Gewichtsberekening	75
Bijlage 2: Ontwerpberekening Staalplaatbetonvloer.....	75
Bijlage 3: Uitvoer AxisVM.....	75
Bijlage 4: Sonderingen	75
Bijlage 5: Uitvoer TS/palen verticaal.....	75

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Ik ben inmiddels al geruime tijd bezig met mijn studie. Een eerdere afstudeerpoging met een ander onderwerp leverde niet het gewenste resultaat op. In overleg met mijn toenmalige SLC, dhr. Moonen, is besloten om een ander afstudeeronderwerp te nemen. Ook zou ik dit onderzoek niet binnen een bedrijf, maar aan de HZ doen, waarbij dhr. Moonen mijn eerste begeleider zou worden. Uiteindelijk is het onderwerp het Wuhan New Energy Institute geworden. Dit is een bouwwerk waar dhr. Moonen bij betrokken is geweest als constructeur bij zijn toenmalige werkgever.

Dit bouwwerk is een ontwerp van Soeters en Van Eldonk Architecten te Amsterdam en is reeds gebouwd in Wuhan (China). Het gebouw wordt ook wel Wuhan Energy Flower genoemd vanwege de nadruk op energiezuinigheid en vanwege de vorm van het gebouw.

1.2. Probleemstelling

Van dit bouwwerk is slechts een 3D model beschikbaar gesteld door de architect. Aan de hand van dit 3D model is het mijn taak is om de hoofddraagstructuur van dit gebouw op te zetten. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat ditzelfde bouwwerk in Nederland komt te staan. Hierdoor zijn er heel andere normen en uitgangspunten van toepassing voor de draagstructuur van het gebouw.

1.3. Vraagstelling

Hoofdvraag

Op welke wijze dient de hoofddraagstructuur van het Wuhan New Energy Institute te worden ontworpen, rekening houdend met Nederlandse normen en regelgeving, waarbij architectuur en constructie samensmelten tot een integraal ontwerp?

Deelvragen

- Wat zijn de randvoorwaarden van de architectuur?
- Welke constructiesysteem kan het beste worden toegepast bij dit gebouw?
- Wat zijn de afmetingen van de diverse onderdelen van de hoofddraagstructuur op basis van vuistregels?
- Wat zijn de afmetingen van de constructieonderdelen van de top van het gebouw?
- Hoe ziet de fundatie van het gebouw er uit?

1.4. Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het ontwerpen van de hoofddraagstructuur van het Wuhan New Energy Institute, gebaseerd op de Nederlandse normen en regelgeving, waarbij architectuur en constructie samensmelten tot een integraal ontwerp.

2. Theoretisch kader

Voor dit onderzoek is het belangrijk om te weten met welke aspecten rekening gehouden dient te worden bij het ontwerpen van de draagstructuur van een dergelijk gebouw. De belangrijkste aspecten zijn:

1. Wat zijn de wensen van de architect en opdrachtgever?
 2. Aan welke normen en eisen dient het gebouw te voldoen?
 3. Welke bouwsystemen zijn gebruikelijk bij dergelijke gebouwen?
-
1. In de praktijksituatie worden dergelijke bouwwerken met een ontwerpteam uitgewerkt. In dergelijke ontwerpteamen zitten architecten en adviseurs van diverse disciplines. Deze situatie is in dit onderzoek niet na te bootsen, waardoor dit onderzoek niet leidt tot een volledig uitgewerkt plan, maar slechts tot een concept waarbij vooral de constructieve aspecten worden belicht. De architectonische randvoorwaarden zullen in dit onderzoek niet te uitgebreid zijn, zodat ruimte overblijft voor diverse constructieve systemen.

2. Voor het maken van constructieberekeningen in Nederland moet worden voldaan aan de eisen uit de constructienormen. Sinds 2012 vormen de Europese normen (Eurocodes) de basis voor constructieberekeningen. Deze Eurocodes worden in heel Europa gebruikt, waarbij elk land zijn eigen aanvullingen of wijzigingen heeft beschreven in de bijbehorende Nationale bijlagen. Er zijn 10 Eurocode-series, die meestal weer uit meerdere delen bestaan. (Briswarenhuis, 2012)

Voor dit gebouw zijn de belangrijkste series:

- NEN-EN 1990 Grondslagen van het ontwerp
- NEN-EN 1991 Belastingen op constructies
- NEN-EN 1992 Betonconstructies
- NEN-EN 1993 Staalconstructies
- NEN-EN 1997 Geotechniek

Daarnaast is er in Nederland een Nederlandse Technische Afspraak (NTA) opgesteld onder verantwoording van het Nationaal Convenant Hoogbouw. Dit convenant is ondertekend door een groot deel van de meest vooraanstaande partijen in Nederland op het gebied van hoogbouw. Deze NTA is bedoeld als ontwerpinstrument naast de bestaande normen. Daar waar de NTA in strijd is met de Eurocodes, zijn de Eurocodes leidend. (Nationaal Convenant Hoogbouw, 2012)

3. Om tot een goed ontwerp van de draagstructuur te komen, zal onderzoek gedaan worden naar de eigenschappen van de diverse constructiesystemen die in gebruik zijn bij hoogbouw. In Jellema deel 9 – Utiliteitsbouw wordt in hoofdstuk 6 hoogbouw behandeld, waarbij de nadruk vooral ligt op de constructie van hoogbouw. (Kamerling & Kamerling, 2004) Daarnaast zijn er op internet diverse publicaties en presentaties te vinden over hoogbouw. Een goede paper waarin de diverse constructiesystemen met hun eigenschappen worden behandeld is “Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future Prospects” van de auteurs Mir M. Ali en Kyoung Sun Moon.

3. Methode

Om het onderzoek goed te laten verlopen, is het belangrijk om de onderzoeksmethode goed vast te leggen. In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksmethode beschreven die zal worden gehanteerd.

3.1. Architectonische randvoorwaarden

Voordat gestart wordt met een technische uitwerking, is het belangrijk om te weten wat de architectonische randvoorwaarden zijn. Hierbij komen een aantal vragen naar voren:

- Welk beeld heeft de architect voor ogen?
- Wat is het Programma van Eisen?

Doordat niet alle gegevens beschikbaar zijn van dit gebouw, zullen een aantal aannames moeten worden gedaan. Dit zal in overeenstemming met de afstudeerbegeleider worden gedaan.

Als deze punten helder zijn, kunnen wellicht al een aantal constructiesystemen worden uitgesloten.

3.2. Constructiesysteem hoofddraagstructuur

Als de architectonische randvoorwaarden bekend zijn, kan een onderzoek worden gestart naar het beste constructiesysteem voor dit gebouw. Daarbij zal er een antwoord moeten worden gevonden op de volgende vragen:

- Welke constructiesystemen zijn bij dergelijke gebouwen gebruikelijk?
- Wat zijn de eigenschappen van de verschillende constructiesystemen?
- Welk constructiesysteem is de beste keus voor dit gebouw?

Nadat het geschikte constructiesysteem bekend is, kan de constructie van het bouwwerk worden ontworpen. Hiervoor moet echter eerst worden uitgezocht welke normen er van toepassing zijn en hoe deze normen moeten worden gebruikt. In de normen staat met welke belastingen, veiligheidsfactoren en belastingschikkingen moet worden gerekend. Verder wordt hierin vastgelegd op welke wijze de constructie dient te worden berekend. Er moet rekening mee worden gehouden dat voor hoogbouw aanvullende normen van toepassing zijn. Voor hoogbouw van meer dan 70 meter is in Nederland een aanvullende norm beschikbaar; De NTA 4614-3:2012 NL, Convenant hoogbouw - Deel 3: Constructieve veiligheid (Nationaal Convenant Hoogbouw, 2012).

De uitwerking van de hoofddraagstructuur zal grotendeels worden uitgevoerd aan de hand van grove ontwerpberekeningen. Vervolgens wordt het gebouw berekend in 3D-rekensoftware, waarin de ontwerpberekeningen worden getoetst. De hoofddraagstructuur zal inzichtelijk worden gemaakt door tekeningen en/of schetsen.

3.3. Uitwerking top van het gebouw

De top van het gebouw wordt verder uitgewerkt. De nadruk hierbij zal voornamelijk liggen bij het voldoende stabiel krijgen van de top. De constructie dient aan te sluiten op de architectuur en er dient zoveel mogelijk te worden getracht om de bovenste verdieping vrij indeelbaar te houden.

3.4. Uitwerking fundatie van het gebouw

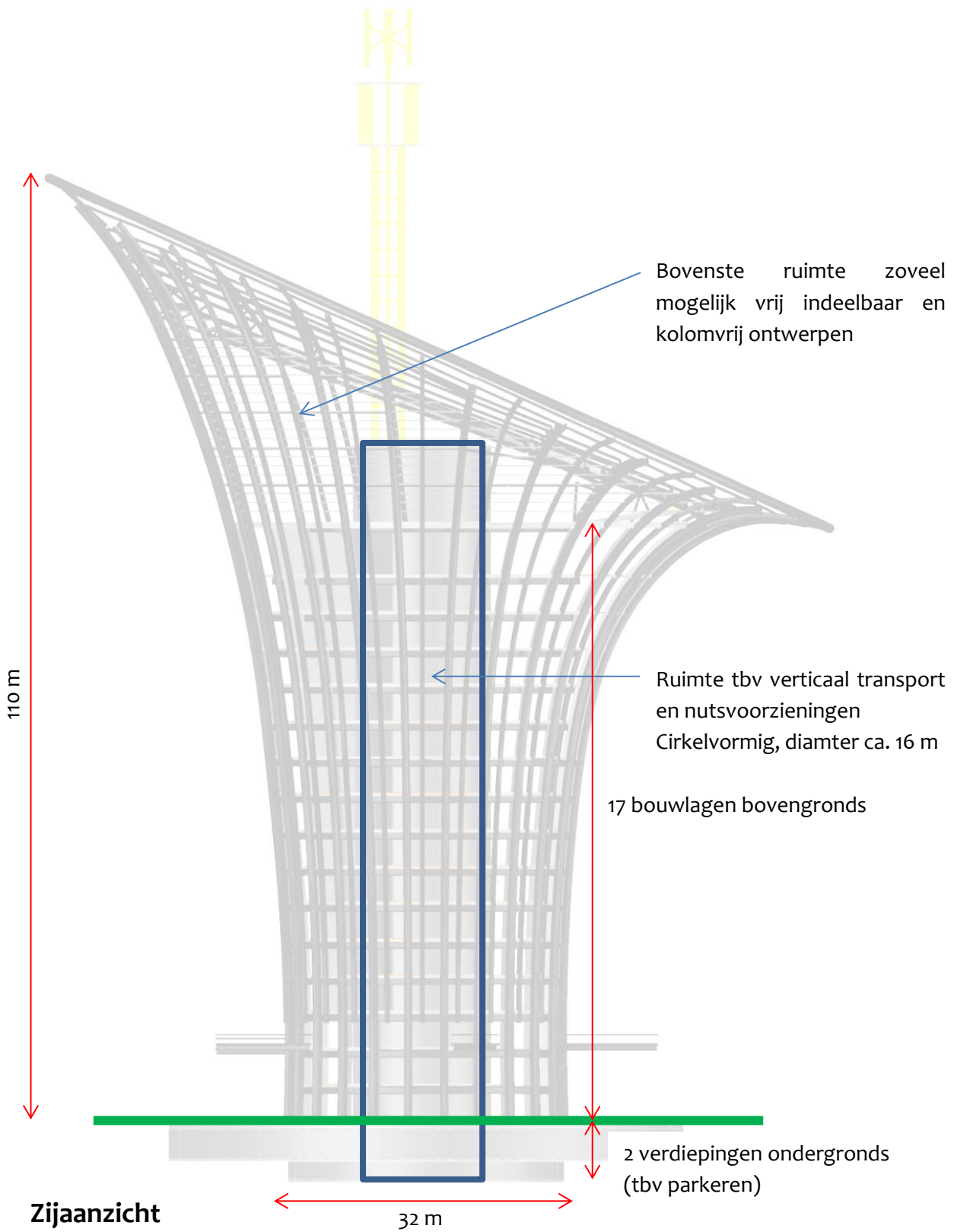
Ook de fundering zal verder worden uitgewerkt. Dat kan alleen als een gewichtsberekening van de hele bovenbouw is gemaakt. Het is van belang dat de fundering in staat is om alle (verticale) belastingen op te nemen. Verder is bij een dergelijk gebouw de rotatieveerstijfheid van de fundering van belang. Hoe stijver de fundering, hoe minder de verplaatsing van de top van het gebouw. Als uitgangspunt worden een aantal willekeurige sonderingen gebruikt. Er wordt een paalsysteem gekozen, waarvan ook het draagvermogen en de translatieveerstijfheid worden bepaald. Daarna wordt een paalconfiguratie gemaakt op basis van een grove gewichtsberekening. Deze paalconfiguratie wordt ingevoerd in het 3D-rekenmodel. Daarna zal in dit model de paalconfiguratie worden geoptimaliseerd. Verder zullen bij dit punt de dimensionering van de keldervloeren en -wanden aan bod komen.

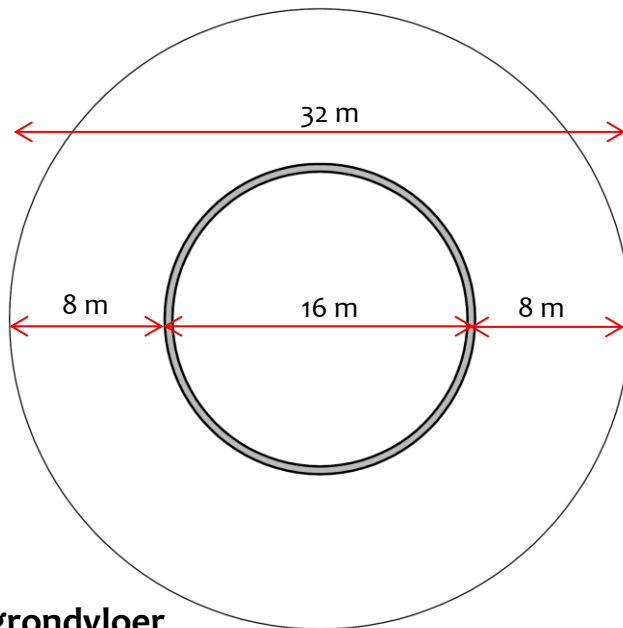
3.5. Resultaten, discussie, conclusie

Nadat het hele gebouw is ingevoerd en geoptimaliseerd in het 3D-rekenprogramma, worden de resultaten hiervan getoond onder 'Resultaten'. De uitkomst van de resultaten wordt besproken in 'Discussie'. Tot slot wordt het onderzoek beëindigd met een conclusie en aanbevelingen.

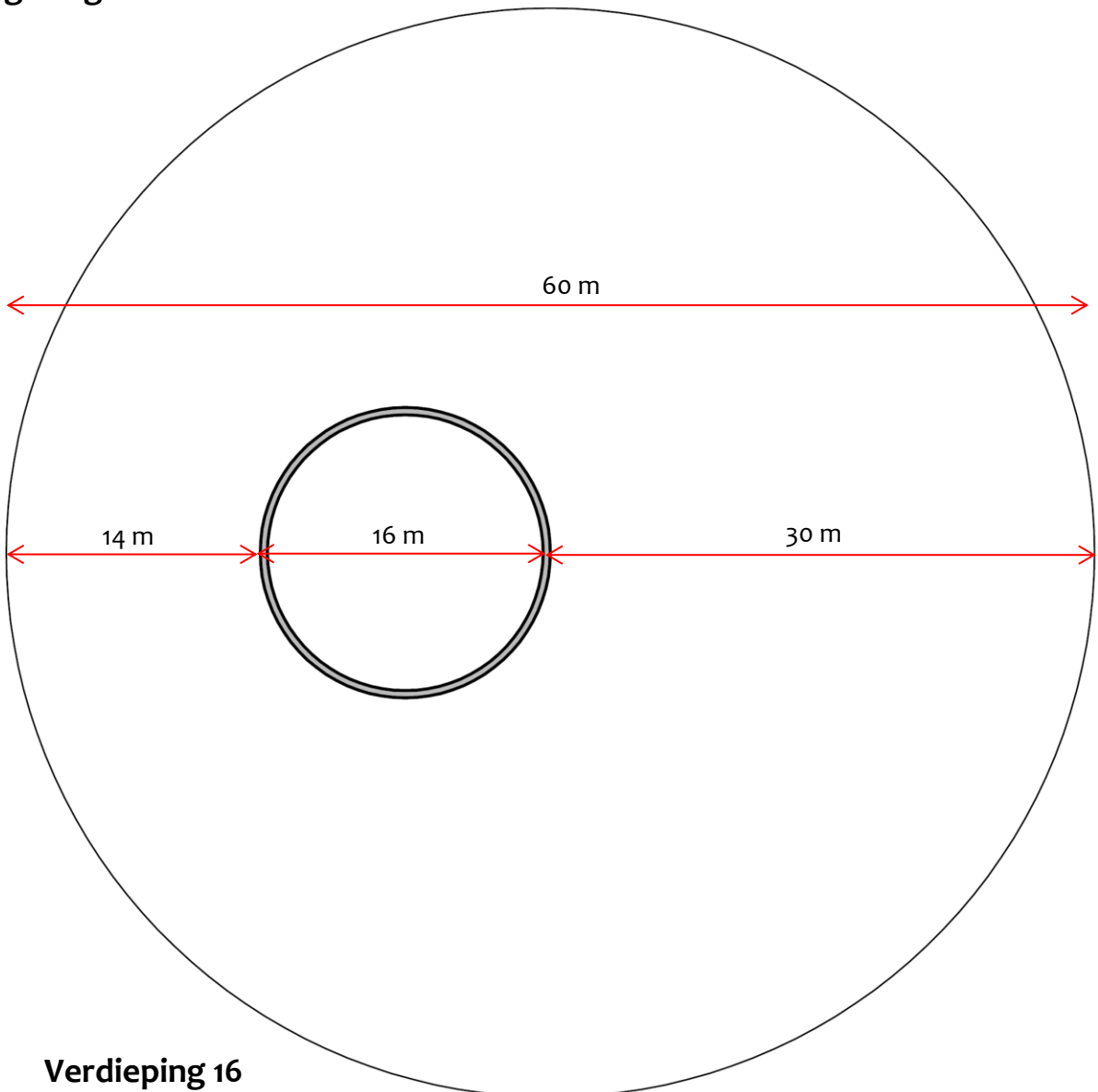
4. Architectonische randvoorwaarden

4.1. Model





Begane grondvloer



Verdieping 16

4.2.Omschrijving

De architect heeft een ruwe hoofdopzet gemaakt van het gebouw. In deze opzet zijn de buitencontouren van het gebouw vastgelegd. Verder is in deze opzet ruimte gereserveerd voor verticaal transport en algemene voorzieningen. Dit is een 'kern' met een diameter van 15 à 16 meter. De bovenste verdieping dient zoveel mogelijk vrij indeelbaar en kolomvrij te worden ontworpen. De architect heeft aangegeven dat er geen bijzondere esthetische eisen voor de gevels gelden. Hier mag in principe elk constructiesysteem worden toegepast. Het gebouw telt 17 bovengrondse bouwlagen, en 2 ondergrondse verdiepingen t.b.v. parkeerplaatsen. Binnen deze kaders moet naar het meest geschikte constructiesysteem worden gezocht.

Als locatie voor het gebouw wordt de Wilhelminapier te Rotterdam aangehouden.

5. Constructiesysteem

5.1. Inleiding

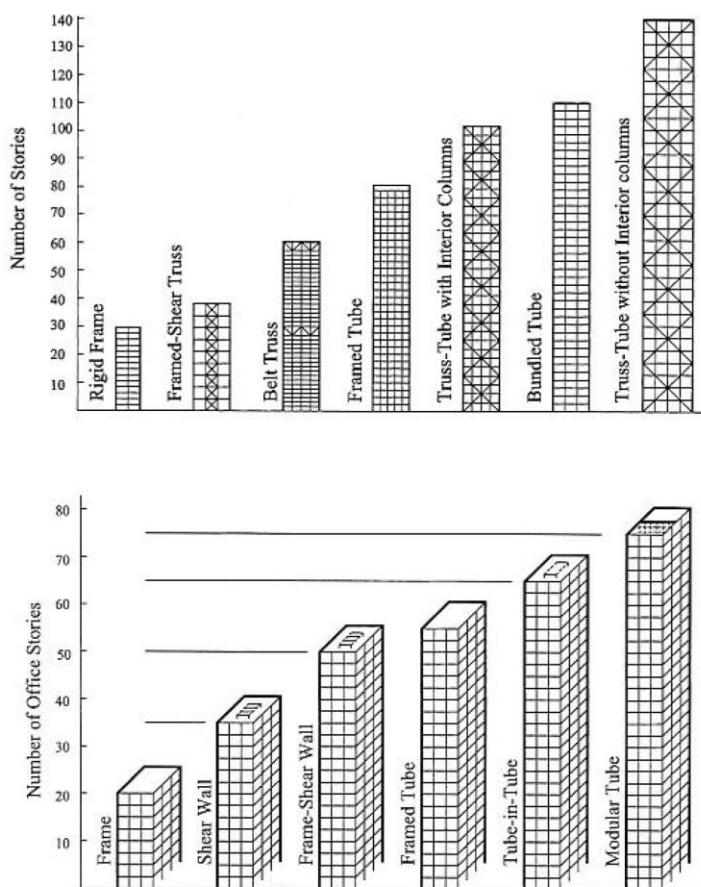
In dit hoofdstuk wordt een keuze gemaakt voor het toe te passen constructiesysteem van het gebouw. Eerst wordt onderzocht welke constructiesystemen er zijn. Vervolgens wordt uit deze constructiesystemen een selectie gemaakt die met elkaar wordt vergeleken. Uit deze vergelijking volgt uiteindelijk het toe te passen constructiesysteem. Daarbij is de stijfheid van het constructiesysteem een belangrijk aspect, maar ook andere aspecten worden meegenomen in de beoordeling en keuze.

5.2. Constructiesystemen algemeen

In 1969 maakte Fazlur Khan een overzicht van de verschillende constructieve systemen voor hoogbouw. Later heeft hij deze nog verder uitgebreid. Hij ontwikkelde schema's voor zowel beton als staalconstructies (zie Figuur 5.1). Afhankelijk van het aantal verdiepingen van een gebouw is er een meest optimaal constructief systeem. (Ali & Moon, 2007)

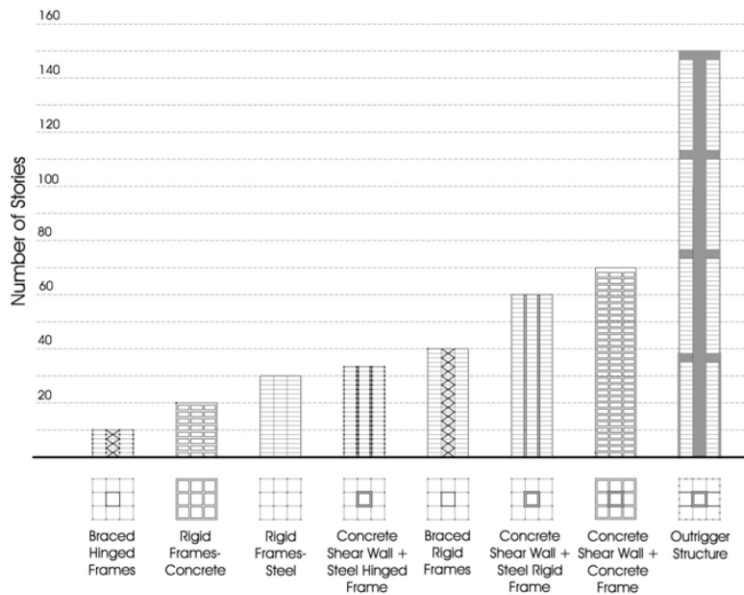
Grofweg vallen de constructiesystemen onder te verdelen in:

- Raamwerk
- Stijve kern
- Stijve kern + raamwerk
- Buis

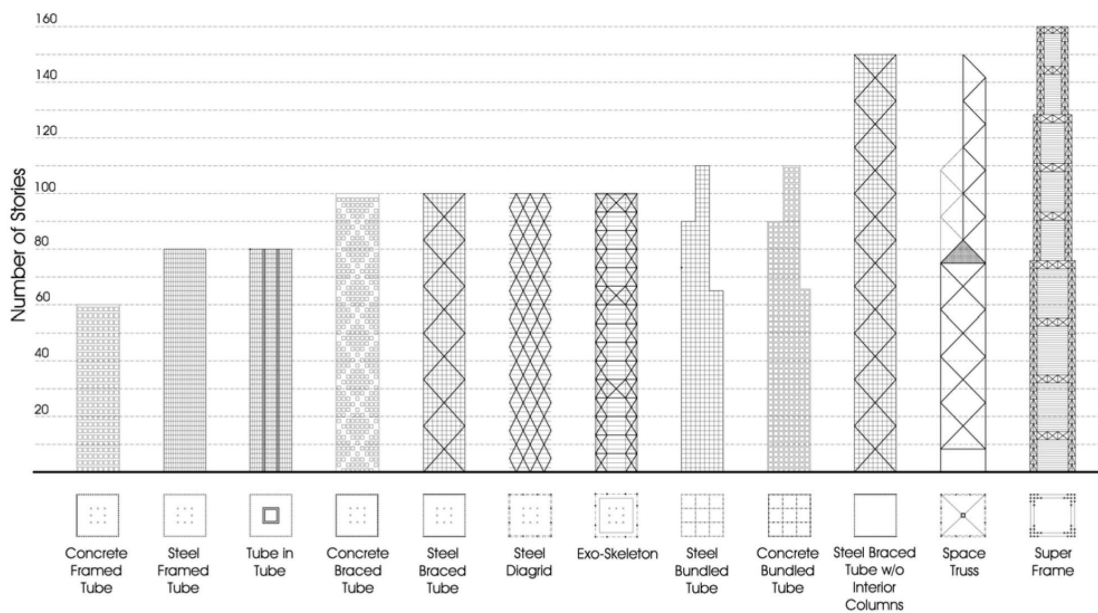


Figuur 5.1: Classificatie van constructiesystemen voor hoogbouw door Fazlur Khan (boven: staal; onder: beton).

In 2007 hebben Ali en Moon een nieuw classificatiesysteem gemaakt. Deze indeling omvat de meeste hedendaagse constructiesystemen. Dit classificatiesysteem maakt onderscheid tussen inwendige en uitwendige draagstructuren. (Figuur 5.2: Inwendige structuren en Figuur 5.3: Uitwendige structuren)



Figuur 5.2: Inwendige structuren



Figuur 5.3: Uitwendige structuren

Elk constructiesysteem heeft bepaalde eigenschappen die het systeem meer of minder geschikt maken voor het Wuhan New Energy Institute. De theorie achter deze systemen wordt in het onderzoek verder uitgewerkt, waarbij een aantal voor dit gebouw relevante systemen met elkaar worden vergeleken.

5.3. Vergelijking stijfheid constructiesystemen

Inleiding

Voor dit onderzoek worden 5 constructiesystemen nader beschouwd.

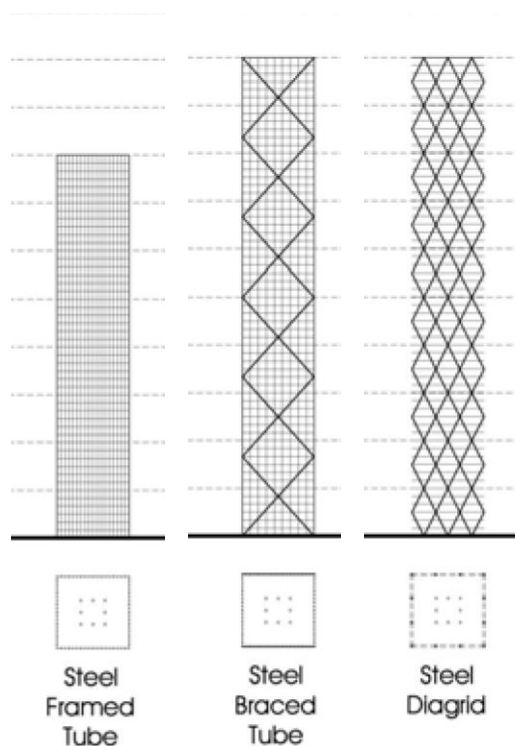
1. Uitwendige stalen buis
2. Uitwendige stalen buis met stalen buiskern (buis in buis)
3. Betonkern met scharnierende staalconstructie
4. Betonkern met uitwendige stalen buis
5. Betonkern met outriggers

Hieronder worden deze systemen beknopt beschreven. Daarna worden de constructieschema's inzichtelijk gemaakt.

1. Uitwendige stalen buis

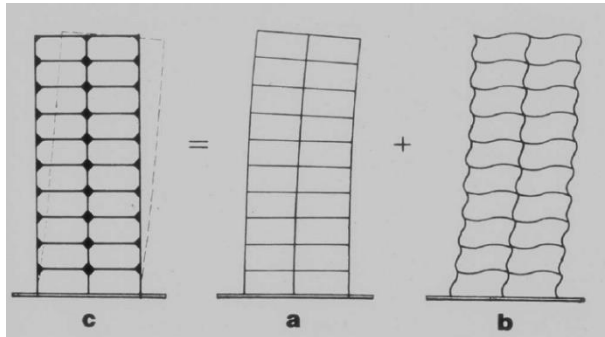
Bij dit systeem wordt de stabiliteit van het gebouw voornamelijk verzorgd door de constructie in de gevelcontour. In dit geval is dat een staalconstructie. Ook een betonconstructie is mogelijk.

Deze staalconstructie kan diverse verschijningsvormen hebben. (zie Figuur 5.4 met achtereenvolgens: momentvast raamwerk, geschoord raamwerk, diagrid). In dit onderzoek wordt hier verder niet op ingegaan.



Figuur 5.4: Voorbeelden van uitwendige stalen buizen

De totale vervorming van een stalen raamwerk bestaat uit buiging en afschuifvervorming (shear sway distortion), zie Figuur 5.5. Bij een momentvast raamwerk is de afschuifvervorming een belangrijke factor. Door diagonalen aan te brengen, of de constructie zelfs helemaal als diagrid uit te voeren, kan deze afschuifvervorming worden gereduceerd.



Figuur 5.5: Vervorming stalen raamwerk: buiging (a) + afschuifvervorming (b)

2. Uitwendige stalen buis met stalen buiskern (buis in buis)

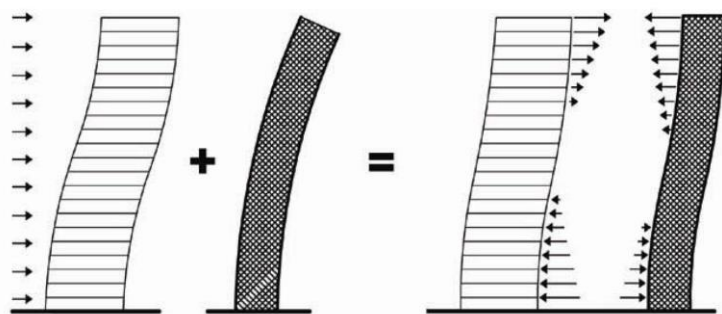
Dit systeem bestaat uit een samenwerking tussen een uitwendige en een inwendige buis. Deze buizen zijn reeds hierboven getoond. Ten opzichte van alleen een uitwendige stalen buis geeft bij dit systeem de inwendige buis nog extra stijfheid. Dit systeem kan ook als interactiesysteem worden uitgevoerd, indien de binnenste buis wordt uitgevoerd als een geschoorde staalconstructie en de buitenste buis als een momentvast raamwerk. Zie systeem 4 voor een beschrijving van het interactiesysteem.

3. Betonkern met scharnierende staalconstructie

Dit is een inwendig constructiesysteem. De stabiliteit wordt verzorgd door de betonkern in het gebouw. Aan deze kern wordt een scharnierende staalconstructie gemonteerd. De vervorming van een betonkern bestaat hoofdzakelijk uit buiging. Afschuifvervorming is bij dit systeem minimaal.

4. Betonkern met uitwendige stalen buis

Dit systeem wordt een stabiliteitswand-raamwerk interactie-systeem genoemd. (Engels: shear wall-frame interaction system) genoemd. Bij dit systeem worden de voordelen van beide systemen gecombineerd.

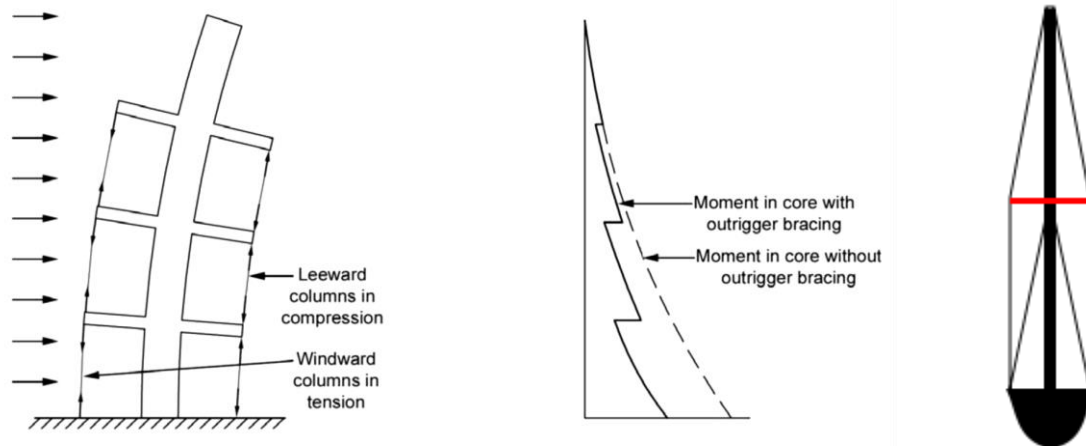


Een massieve wand buigt parabolisch uit. Hoe dichter bij de top, hoe groter de hoekverdraaiing. Bij een raamwerk ontstaat de vervorming doordat alle staven buigen. Hoe groter de momenten, hoe groter de staafvervorming. Richting de top van het gebouw nemen de momenten af, en daarmee ook de vervormingen. De hoekverdraaiing neemt daardoor weer af richting te top.

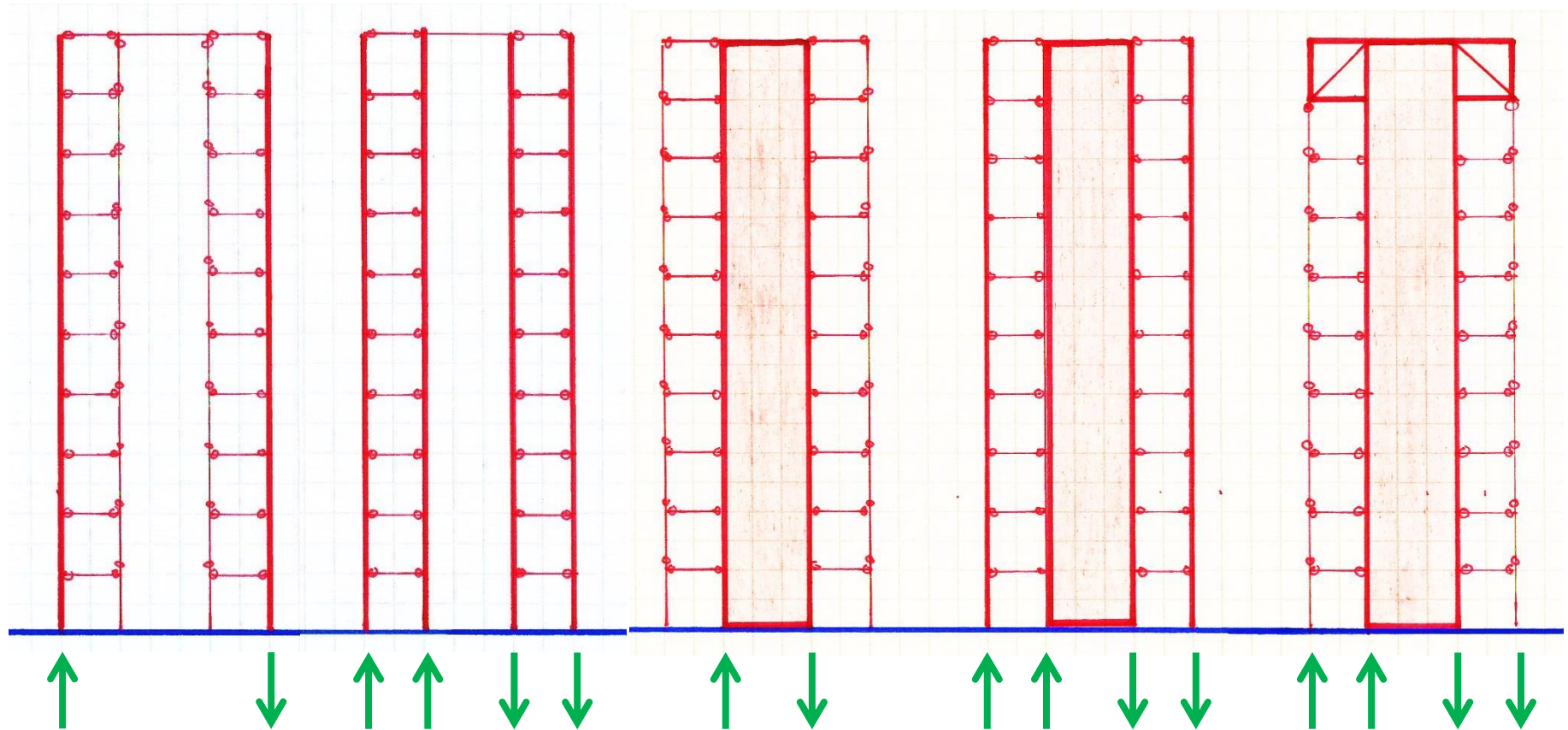
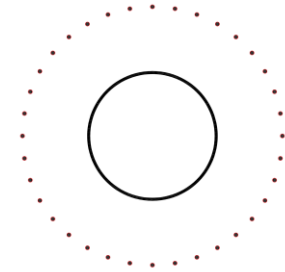
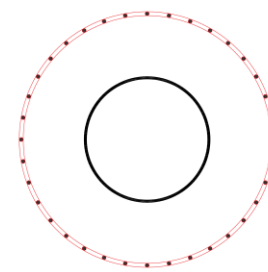
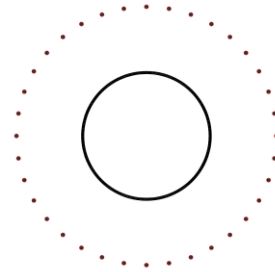
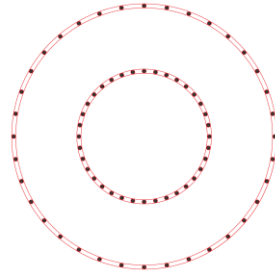
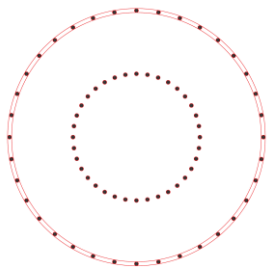
Aan de onderzijde van het gebouw wordt het raamwerk tegengehouden door de stabiliteitswand. Aan de bovenzijde wordt de stabiliteitswand tegengehouden door het raamwerk. (zie Figuur 5.6)

3. Betonkern met outriggers

Het principe van dit systeem is al lang in gebruik; het werd, en wordt nog steeds, gebruikt bij zeiljachten. De lange, slanke masten zijn niet in staat om alle windbelasting in de zeilen op te nemen. Bij een gebouw is de kern te vergelijken met de mast, waarbij de outriggers optreden als zalingen (in rood aangegeven) en de gevelkolommen als tuien.



Figuur 5.7: Krachtswerking bij Outrigger-systeem



1. Uitwendige stalen buis

2. Stalen buis-in-buis

3. Betonkern +
scharnierende
staalconstructie

4. Betonkern +
uitwendige stalen buis

5. Betonkern +
outriggers

Om een keuze te maken tussen deze verschillende systemen, wordt het gebouw voor dit doeleinde vereenvoudigd. Het gebouw wordt geschematiseerd tot een cirkelvormige cilinder met een hoogte van 100 meter. De buitendiameter is 32 meter. De cirkelvormige kern bevindt zich in het hart van het gebouw en heeft een diameter van 16 meter. In geval van een betonkern wordt een wanddikte van 300 mm aangehouden.

De weerstand van de constructie tegen laterale belastingen is maatgevend in de keuze voor een constructiesysteem bij hoogbouw. In dit hoofdstuk wordt dan ook enkel onderzocht wat het gedrag van de bovengenoemde constructiesystemen is bij een horizontale windbelasting. De windbelasting wordt verder uitgewerkt in paragraaf Windbelasting.

Uitgangspunten

Een gebouw mag aan de top maximaal $1/500^e$ van de hoogte uitwijken. Bij een gebouwhoogte van 100 meter komt dit neer op 200 mm. Deze horizontale verplaatsing wordt deels veroorzaakt door de buiging van het gebouw zelf. Verder zal de fundering niet 100% stijf zijn. Onbekend is hoe stijf de fundering van het gebouw zich zal gedragen. Dit wordt verderop in dit verslag uitgewerkt. In dit hoofdstuk wordt als uitgangspunt aangehouden dat de horizontale verplaatsing aan de top van het gebouw voor de helft wordt veroorzaakt door de rotatie van de fundatie en voor de helft door de uitbuiging van het gebouw zelf. In dit hoofdstuk wordt gerekend met een volledig starre fundatie. Dit betekent dat de hiermee berekende horizontale verplaatsing van de top ten hoogste $1/1000^e$ van de gebouwhoogte mag bedragen (= 100 mm).

Windbelasting

Algemeen

Van toepassing is de norm: NEN-EN 1991-1-4:2005+NB:2011 Windbelasting. Een deel van de tekst in deze paragraaf is letterlijk overgenomen uit deze norm. In hoofdstuk 5 van deze norm wordt de grootte van de windkracht op een constructie uitgewerkt. De windkracht F_w op een constructie of constructie-element mag rechtstreeks zijn bepaald met uitdrukking (5.3).

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (5.3)$$

waarin:

$c_s c_d$ bouwwerkfactor

c_f krachtscoëfficiënt voor de constructie of het constructie-element

$q_p(z_e)$ extreme stuwdruk op referentiehoogte z_e

A_{ref} referentie-oppervlakte van de constructie of het constructie-element

Factor $c_s c_d$

De bouwwerkfactor $c_s c_d$ wordt behandeld in hoofdstuk 6 van de norm en mag als volgt zijn bepaald:

- Voor gebouwen met een hoogte kleiner dan 15 m mag voor $c_s c_d$ de waarde 1 zijn genomen.
- Voor gevels en dakelementen met een eigenfrequentie groter dan 5 Hz mag de waarde van $c_s c_d$ gelijk zijn genomen aan 1.
- Voor gebouwen met een raamwerkconstructie en stabiliteitswanden lager dan 100 m en waarvan de hoogte minder is dan 4 maal de gebouwdiepte in de richting van de wind, mag de waarde van $c_s c_d$ gelijk zijn genomen aan 1.
- Voor schoorstenen met cirkelvormige dwarsdoorsnede met een hoogte lager dan 60 m en 6,5 maal de diameter mag de waarde van $c_s c_d$ gelijk zijn genomen aan 1.
- Als alternatief voor de gevallen a), b), c) en d), mogen waarden van $c_s c_d$ zijn bepaald met 6.3.1.
- Voor civieltechnische werken (anders dan bruggen, beschouwd in hoofdstuk 8), schoorstenen en gebouwen buiten de grenzen gegeven in c) en d) hierboven, behoort $c_s c_d$ te zijn bepaald met 6.3 of genomen uit bijlage D.

Voor de globale ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een waarde van 1,0 voor $c_s c_d$. Het is namelijk aannemelijk dat het constructiesysteem voor dit bouwwerk zal bestaan uit stabiliteitswanden met een raamwerkconstructie.

Factor c_f

De van toepassing zijnde coëfficiënten zijn uitwendige en inwendige drukcoëfficiënten. (7.1.1)

Voor een cirkelvormige cilinder is paragraaf 7.9 van toepassing.

Bij cirkelvormige doorsneden zijn de druk coëfficiënten afhankelijk van het reynoldsgetal Re . Dit getal wordt bepaald met:

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{\nu}$$

waarin:

b is de diameter;

ν is de kinematische viscositeit van de lucht ($\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$);

$v(z_e)$ is de piekwindnelheid op hoogte z_e vastgesteld in opmerking 2 van figuur 7.27 op hoogte z_e .

De uitwendige drukcoëfficiënt c_{pe} voor cirkelvormige cilinders behoort te zijn bepaald met uitdrukking (7.16):

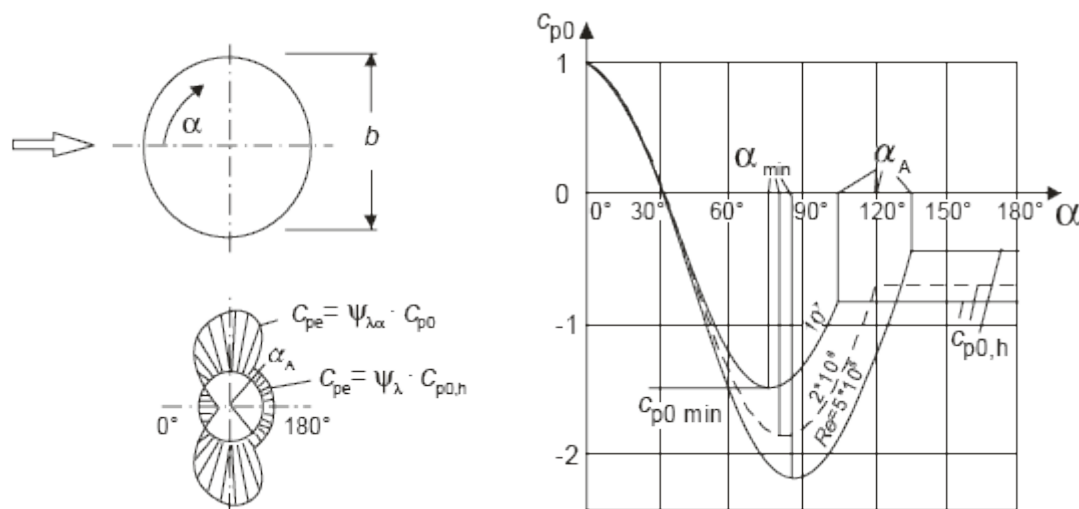
$$c_{pe} = c_{p,o} \cdot \psi_{\lambda\alpha}$$

waarin:

$c_{p,o}$ is de uitwendige drukcoëfficiënt zonder indeffecten;

$\psi_{\lambda\alpha}$ is de indeffectfactor (zie (4)).

De uitwendige drukcoëfficiënt $c_{p,o}$ is gegeven in Figuur 5.8 voor verschillende reynoldsgetallen als functie van de aanstroomhoek α .



Figuur 5.8: Drukverdeling voor cirkelvormige cilinders voor verschillende reynoldsgetallen en zonder indeffecten

Deze factor $c_{p,o}$ is op elk punt van de cirkelomtrek verschillend, terwijl ook de hoek van deze factor ten opzichte van de aanstroomhoek nergens hetzelfde is. Hierdoor is het niet eenvoudig om een enkele factor te bepalen voor de windbelasting. Door de cirkel op te delen in een aantal segmenten, is het mogelijk om met behulp van een spreadsheet de netto factor te bepalen.

WIND OP CIRKELVORMIGE CILINDER | ALGEMEEN

grootheid	symbool	waarde	artikel	uitdrukking	formule
Reynoldsgetal basis	Re	: 1,09E+08	7.9.1 (1)	7.15	
Reynoldsgetal top	Re	: 2,05E+08	7.9.1 (1)	7.15	$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{\nu}$
Gebouwhoogte	h	: 110 m			
Diameter basis	b	: 32 m			
Diameter top	b	: 60 m			
Beschouwde hoogte	ze	: 100 m			
Extremes stuwdruk op hoogte ze	qp (ze)	: 1640 N/m ²	7.9.1 (4)	fig. 7.27	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$
Piekwindsnelheid	v(ze)	: 51,23 m/s	7.9.1 (1)		
Kinematische viscositeit van de lucht	ν	: 0,000015 m ² /s	7.9.1 (1)		
Dichtheid van de lucht	ρ	: 1,25 kg/m ³			
Uitwendige drukcoëfficiënt (met eindeffecten)	c _{pe}	: variabel	7.9.1 (2)	7.16	$c_{pe} = c_{p,0} \cdot \psi_{\lambda\alpha}$
Uitwendige drukcoëfficiënt (zonder eindeffecten)	c _{p,0}	: variabel	7.9.1 (3)	fig. 7.27	
Effectieve slankheid	λ _{basis}	: 2,41	7.13 (2)		kleinste waarde van: λ = 0,7 ℓ/b of λ = 70
Effectieve slankheid (Voor cirkelvormige cilinders: voor ℓ ≥ 50 m: neem kleinste van λ = 0,7 ℓ/b of λ = 70)	λ _{top}	: 1,28	7.13 (2)		
Volheidsgraad (volledig gesloten gevel)	φ	: 1	7.13 (3)		
Eindeffectfactor voor 0° ≤ α ≤ α _{min}	ψ _{λα}	: 1	7.9.1 (4)	7.17	$\psi_{\lambda\alpha} = 1$
Eindeffectfactor voor α _{min} ≤ α ≤ α _A	ψ _{λα}	: variabel	7.9.1 (4)	7.17	$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} + (1 - \psi_{\lambda}) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_A - \alpha_{\min}}\right)\right)$
Eindeffectfactor voor α _A ≤ α ≤ 180°	ψ _{λα}	: 0,63	7.9.1 (4)	7.17	
Eindeffectfactor	ψ _{λ;basis}	: 0,64	7.13 (2)	fig. 7.36	$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda}$
Eindeffectfactor	ψ _{λ;top}	: 0,61	7.13 (2)	fig. 7.36	
Eindeffectfactor	ψ _{λ;gem}	: 0,63			
Gehanteerd Reynoldsgetal	Re	: 1E+07			
positie minimale druk	α _{min}	: 75 °	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
minimale drukcoëfficiënt	c _{p0,min}	: -1,5	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
positie van de stromingsafscheiding	α _A	: 105 °	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
basisdrukcoëfficiënt	c _{p0,h}	: -0,8	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
Netto uitwendige drukcoëfficiënt (met eindeffecten)	C_{pe(x);netto}	: 0,46	(zie blad "WIND OP CIRKELVORMIGE CILINDER UITWERKING C _{pe(x);netto} ")		

WIND OP CIRKELVORMIGE CILINDER | UITWERKING Cpe(x);netto

cirkelsegment	hoek tov X-as	hoek van segment tov X-as	Uitwendige drukcoëfficiënt (zonder eindeffecten)	Eindeffect- factor	Uitwendige drukcoëfficiënt (met eindeffecten)	gem. uitwendige drukcoëfficiënt per segment (met eindeffecten)	gem. uitwendige drukcoëfficiënt per segment evenwijdig aan windrichting (met eindeffecten)
nr.	α	α	$C_{p0} (Re=10^7)$	Ψ_{α}	C_{pe}	$C_{pe, \text{gem}}$	$C_{pe, \text{gem}} (x)$
1	0 °	5 °	1,00	1,00	1,00	0,93	0,92
2	10 °	15 °	0,85	1,00	0,85	0,70	0,68
3	20 °	25 °	0,55	1,00	0,55	0,33	0,29
4	30 °	35 °	0,10	1,00	0,10	-0,15	-0,12
5	40 °	45 °	-0,40	1,00	-0,40	-0,63	-0,44
6	50 °	55 °	-0,85	1,00	-0,85	-1,03	-0,59
7	60 °	65 °	-1,20	1,00	-1,20	-1,34	-0,57
	70 °		-1,48	1,00	-1,48		
α_{min} 8		75 °	-1,50	1,00	-1,50	-1,48	-0,38
9	80 °	85 °	-1,48	0,99	-1,46	-1,33	-0,12
10	90 °	95 °	-1,35	0,89	-1,20	-0,96	0,08
	100 °		-1,00	0,72	-0,72		
α_A 11		105 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,61	0,16
12	110 °	115 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,21
13	120 °	125 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,29
14	130 °	135 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,35
15	140 °	145 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,41
16	150 °	155 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,45
17	160 °	165 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,48
18	170 °	175 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,50
	180 °		-0,80	0,63	-0,50		

$$2,61 = C_{pe}(x);180^\circ$$

$$5,22 = C_{pe}(x); \text{totaal} = 2 \times C_{pe}(x);180^\circ$$

$$23,92 = F_{w,x}; \text{totaal} = C_{pe}(x); \text{totaal} \cdot \left(\frac{1}{36}\right) \cdot \pi \cdot D \cdot q_p(z_e)$$

$$\text{gewenste formulevorm: } F_{w,x}; \text{totaal} = C_{pe}(x); \text{netto} \cdot D \cdot q_p(z_e)$$

$$0,456 = C_{pe}(x); \text{netto} = C_{pe}(x); \text{totaal} \cdot \left(\frac{1}{36}\right) \cdot \pi$$

Factor $q_p(z_e)$

De extreme stuwdruk $q_p(z_e)$ is afhankelijk van de referentieperiode, het windgebied, de terreincategorie en de hoogte z_e . De wijze waarop de extreme stuwdruk kan worden bepaald is te vinden in hoofdstuk 4 van NEN-EN-1991-1-4. Dit hoofdstuk is verwerkt in een spreadsheet. Dankzij deze spreadsheet is het gemakkelijk om de extreme stuwdruk $q_p(z_e)$ te vinden op elke gewenste hoogte.

Berekening extreme stuwdruk			
Referentieperiode	:	50	jaar
Gebied	:	2	
Terrein categorie	:	II	onbebouwd
z	:	100	m
v_b	:	27	m/s
$v_{b(red)}$	:	27,0	m/s
ρ_{lucht}	:	1,25	kg/m ³
z_{reken}	:	100	m
z_{min}	:	4	m
z_0	:	0,2	m
k_r	:	0,209	
$c_r(z)$	:	1,301	
$c_0(z)$	:	1	
$v_m(z)$	:	35,130	
σ_v	:	5,653	
$I_v(z)$	:	0,161	
$q_p(z)$	:	1640	N/m²

Windbelasting

De windbelasting wordt uitgedrukt met:

$$F_w = C_s C_d \cdot C_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (5.3)$$

Deze kan worden vertaald naar:

$$F_{w;x;totaal} = C_{pe(x);netto} \cdot D \cdot q_p(z_e)$$

met:

$F_{w;x;totaal}$ = karakteristieke windbelasting op gebouw per meter hoogte.

D = buitendiameter van cirkelvormig gebouw

$q_p(z_e)$ = extreme stuwdruk op hoogte z_e .

Met behulp van deze formule kunnen eenvoudige mechanica-schema's worden gemaakt van de verschillende constructiesystemen. De constructie kan worden geschematiseerd als een eenzijdig ingeklemde staaf met daarop een gelijkmatige lijnbelasting $F_{w;x;totaal}$.

Deze lijnlast bedraagt:

$$F_{w;x;totaal} = 0,46 \cdot 32 \cdot 1,64 = 24 \text{ kN/m}^1.$$

Mechanica

Het schema van alle constructiemodellen is als volgt:

Het moment aan de voet bedraagt:

$$M_{k,max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l^2$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot 24 \cdot 100^2$$

$$M_{max} = 120.000 \text{ kNm}$$

De verplaatsing aan de top is:

$$u_{max} = (M \cdot l^2) / (4 \cdot E \cdot I)$$

De onbekenden hierin zijn de factoren E en I .

Voor de betonkern wordt aangehouden C53/65.

De Elasticiteitsmodulus voor beton bedraagt: $E'b = 22250 + 250 f'_{ck}$. (Cement en Beton Centrum)

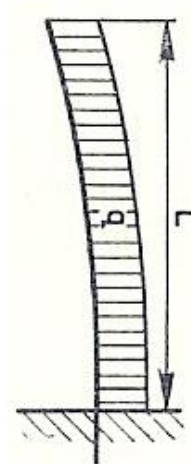
$$E'b = 38.500.$$

Voor beton dient echter rekening te worden gehouden met een reductie van de E-modulus ten gevolge van kruip. In dit hoofdstuk wordt voor de E-modulus aangehouden:

$$E = 0,6 \cdot E'b = 23.000.$$

De elasticiteitsmodulus van staal is: $E = 210.000$

De factor I is afhankelijk van het gekozen constructiesysteem.



Systeem 1: Uitwendige stalen buis

Inleiding

Er is sprake van een buis-systeem wanneer de stabiliteit van het gebouw voornamelijk of geheel wordt verzorgd door de constructie nabij of in de gevel. Het gebouw kan dan als het ware worden beschouwd als een holle buis. De draagstructuur zit in de gevel. Daartussenin is volledige indelingsvrijheid mogelijk. Gezien de diameter van 32 meter zullen overigens ook binnen in het gebouw kolommen nodig zijn voor de verticale ondersteuning van de vloeren.

Dimensies kolommen

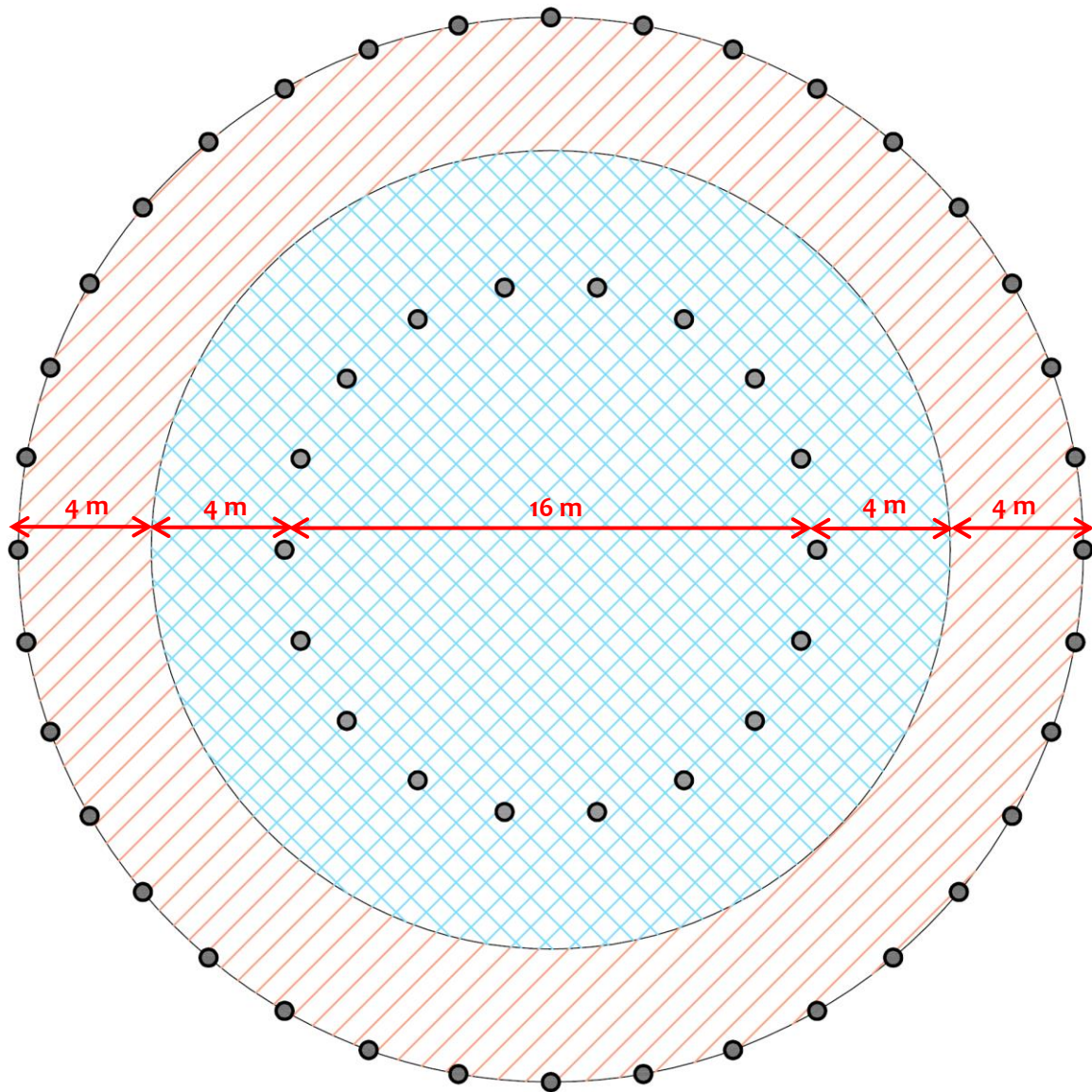
Voor een grove opzet van de buisconstructie, wordt gebruik gemaakt van een spreadsheet. De dimensies van de kolommen zijn afhankelijk van de spanning ten gevolge van de normaalkracht (verticale belasting) en de spanning ten gevolge van het buigend moment (wind). Door gebruik te maken van de basisformules $\sigma = F/A$ en $\sigma = M/W$ kunnen de benodigde kolomafmetingen worden geschat. De uitwerking hiervan is in de navolgende spreadsheet te vinden.

UITWENDIGE STALEN BUIS | BEPALEN PROFIELAFMETINGEN

omschrijving	symbool	waarde	formule
gebouwhoogte	h	100 m	
buitendiameter	D_{gevel}	32 m	
diameter kern	D_{kern}	16 m	
aantal verdiepingen	n	20 st.	
vloerdikte	d_{vloer}	250 mm	
aantal gevelkolommen/segmenten	$n_{\text{g;k}}$	36 st.	
segmentlengte	l_{segment}	2,793 m	
minimale staalkwaliteit	S275	275 N/mm ²	
permanente vloerbelasting	$p_{b,\text{vloer}}$	8,25 kN/m ²	
permanente gevelbelasting	$p_{b,\text{gevel}}$	0,50 kN/m ²	
veranderlijke vloerbelasting	$v_{b,\text{vloer}}$	2,00 kN/m ²	
totaal vloeroppervlak per verdieping	$A_{\text{vloer,tot}}$	804 m ²	
vloeroppervlak kern	$A_{\text{vloer,kern}}$	201 m ²	
vloeroppervlak v.r.v. kern	$A_{\text{vloer,vrv kern}}$	452 m ²	
vloeroppervlak v.r.v. gevelbuis	$A_{\text{vloer,vrv gevel}}$	352 m ²	
totale p.b. in gevel tgv vloeren	$F_{\text{g;k}}$	58057 kN	
totale p.b. in gevel tgv e.g. gevel	$F_{\text{g;k}}$	5027 kN	
totale v.b. in gevel tgv vloeren	$F_{\text{g;k}}$	14074 kN	
karakteristieke gevelbelasting; totaal	$F_{\text{k;gevel}}$	77158 kN	
rekenwaarde gevelbelasting; totaal	$F_{\text{d;gevel}}$	96811 kN	
rekenwaarde normaalkracht per kolom	$N_{\text{E;s;d;kolom}}$	2689 kN	$F_{\text{d;kolom}} = F_{\text{d;gevel}} / n_{\text{g;k}}$
benodigde staaldoorsnede per kolom (<i>tgw normaalkracht</i>)	$A_{\text{kolom;ben (N)}}$	9779 mm ²	$A_{\text{kolom;ben (N)}} = N_{\text{E;s;d;kolom}} / \sigma_{\text{toel}}$
maximaal moment tgv windbelasting	M_{k}	120000 kNm	
rekenwaarde moment	M_{d}	180000 kNm	
benodigd weerstandsmoment	$W_{\text{y;ben}}$	6,55E+08 mm ³	$\sigma = M/W$
bijbehorend ben. traagheidsmoment	I_{y}	1,05E+13 mm ⁴	$W = M / \sigma$
traagheidsmoment buitencirkel	$I_{\text{y(32.000)}}$	5,147E+16 mm ⁴	
ben. traagheidsmoment binnencirkel	$I_{\text{y(32.000-2 * wanddikte)}}$	5,146E+16 mm ⁴	
maximale binnendiameter	D_{i}	31998,372 mm	
benodigde wanddikte	d_{wand}	1,628 mm	
benodigde staaldoorsnede per kolom (<i>tgw windbelasting</i>)	$A_{\text{kolom;ben (M)}}$	4546 mm ²	$A_{\text{kolom;ben (M)}} = d_{\text{wand;ben}} * l_{\text{segment}}$
TOTAAL BENODIGDE STAALOPPERVLAK PER KOLOM		21487 mm ²	$A_{\text{kolom;ben (tot)}} = 1,5 * (A_{\text{kolom;ben (N)}} + A_{\text{kolom;ben (M)}})$
GEKOZEN PROFIEL: RONDE BUIS Ø 508 x 16 met	$A_{\text{s}} =$	24731 mm ²	Er geldt: $A_{\text{wand;ben}} = \pi * D_{\text{gevel}} * 1000 * d'_{\text{wand}} = 36 * 24731$ dus: $d'_{\text{wand}} = (36 * 24731) / (\pi * 32 * 1000)$ $I_{\text{y;buis}} = 1/64 * \pi * ((32000+d'_{\text{wand}})^4 - (32000-d'_{\text{wand}})^4)$
equivalente wanddikte	d'_{wand}	8,856 mm	
traagheidsmoment stalen buis	$I_{\text{y;buis}}$	1,140E+14 mm ⁴	

Overzicht constructie

Op Figuur 5.9 is schematisch weergegeven hoe de verticale krachtafdracht zal verlopen. Er wordt vanuit gegaan dat langs de randen van de kernzone een kolomstructuur aanwezig is. Deze kolomrij zal een groot deel van de verticale belasting voor rekening nemen (het blauw gearceerde deel). Indien nodig, zullen binnen deze zone extra kolommen worden toegepast. De gevelbuis draagt het rood gearceerde deel af naar de fundering.



Figuur 5.9: belastingafdracht buisconstructie

Traagheidsmoment

Het traagheidsmoment van een buis die is opgebouwd uit verschillende staven (ruimtelijk vakwerk) kan worden bepaald met behulp van software (Autocad, geavanceerde rekensoftware). Het is ook mogelijk om dit handmatig te doen met behulp van de formule:

$$I_y = \sum I_{\text{eigen}} + Aa^2$$

Waarbij:

I_{eigen} is het traagheidsmoment van een los profiel;

A is de oppervlakte van een doorsnede;

a is de afstand van het zwaartepunt van een doorsnede t.o.v. de x-as.

Dit is een vrij bewerkelijke procedure wanneer er sprake is van veel kolommen. Een alternatief is om het ruimtelijk vakwerk te vertalen naar een holle buis met een bepaalde wanddikte. Deze wanddikte dient dan dusdanig te zijn dat het totale wandoppervlak even groot is als het totale oppervlak van alle kolommen in de buisconstructie. Deze methode levert een gevonden traagheidsmoment:

$$I_x = I_y = 1,140 \cdot 10^{14} \text{ mm}^4.$$

Verplaatsing

Nu het traagheidsmoment is gevonden, is het vrij eenvoudig om de verplaatsing aan de top te bepalen.

De verplaatsing aan de top wordt:

$$u_{\text{max}} = (M \cdot l^2) / (4 \cdot E \cdot I)$$

$$u_{\text{max}} = (120.000 \cdot 10^6 \cdot 100.000^2) / (4 \cdot 210.000 \cdot 1,140 \cdot 10^{14})$$

$$u_{\text{max}} = 12,5 \text{ mm} < 100 \text{ mm} \quad \text{akkoord}$$

Opmerking: Bij bovenstaande berekening is geen rekening gehouden met de afschuifstijfheid van de constructie. In geval van een stalen raamwerkconstructie is dit een niet te verwaarlozen factor!

Systeem 2: Uitwendige stalen buis met stalen buiskern (buis in buis)

Inleiding

Bij een buis-in-buis systeem wordt de stabiliteit van het gebouw verzorgd door een combinatie van een uitwendige en een inwendige buis.

Dimensies kolommen

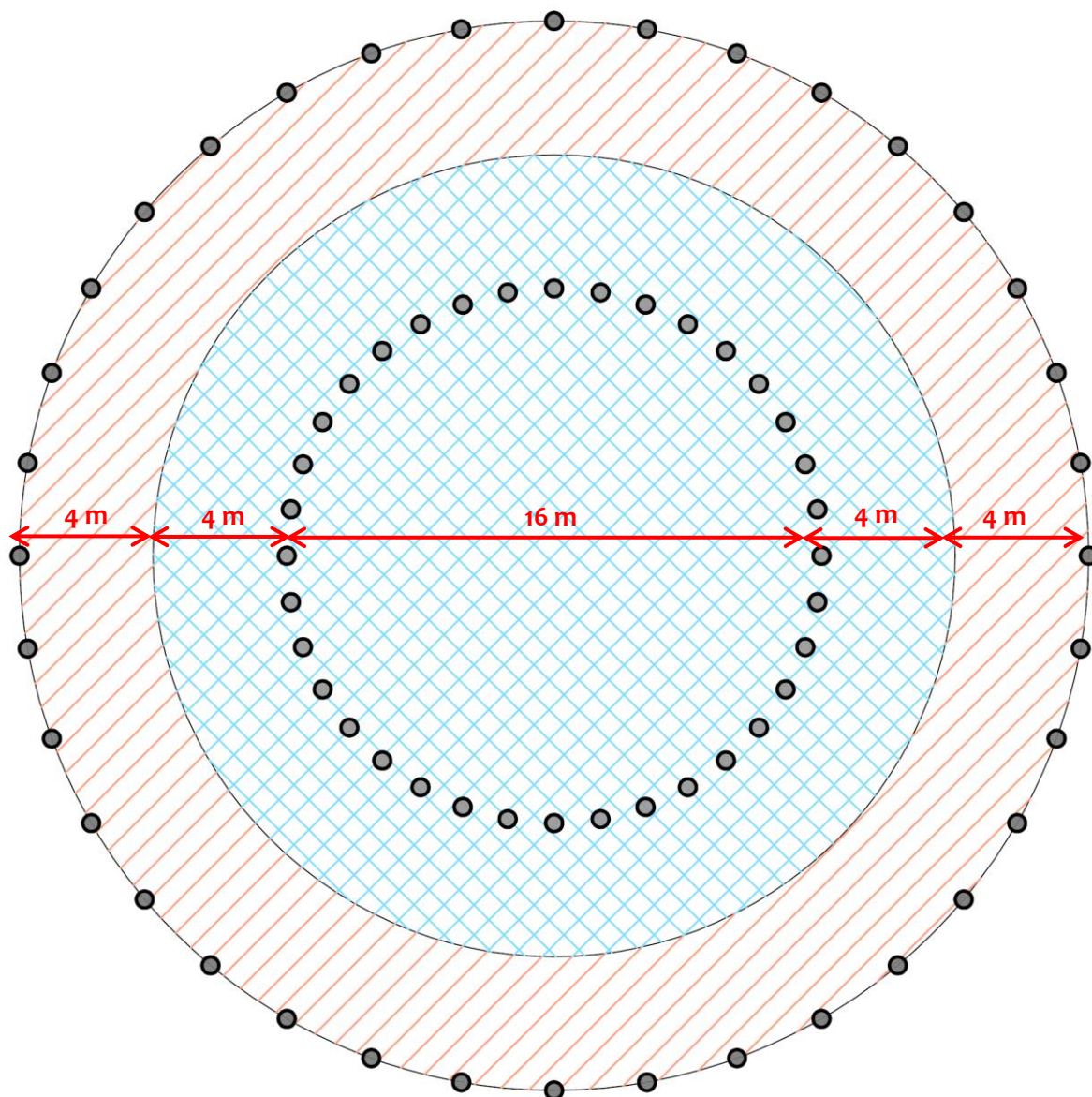
De kolommen in de gevel zijn reeds bepaald bij het constructiesysteem 'uitwendige stalen buis'. De kolommen van de inwendige kern worden op soortgelijke wijze bepaald.

UITWENDIGE STALEN BUIS MET INWENDIGE STALEN BUIS | BEPALEN PROFIELAFMETINGEN KERN

omschrijving	symbool	waarde	formule
gebouwhoogte	h	100 m	
buitendiameter	D_{gevel}	32 m	
diameter kern	D_{kern}	16 m	
aantal verdiepingen	n	20 st.	
vloerdikte	d_{vloer}	250 mm	
aantal gevelkolommen/segmenten	$n_{\text{g;k}}$	36 st.	
aantal kolommen inwendige buis	$n_{\text{g;k}}$	36 st.	
gevelsegmentlengte	l_{segment}	2,793 m	
minimale staalkwaliteit	S275	275 N/mm ²	
permanente vloerbelasting	$p_{\text{b,vloer}}$	8,25 kN/m ²	
permanente gevelbelasting	$p_{\text{b,gevel}}$	0,50 kN/m ²	
veranderlijke vloerbelasting	$v_{\text{b,vloer}}$	2,00 kN/m ²	
totaal vloeroppervlak per verdieping	$A_{\text{vloer,tot}}$	804 m ²	
vloeroppervlak kern	$A_{\text{vloer;kern}}$	201 m ²	
vloeroppervlak v.r.v. kern	$A_{\text{vloer,vrv kern}}$	452 m ²	
vloeroppervlak v.r.v. gevelbuis	$A_{\text{vloer,vrv gevel}}$	352 m ²	
totale p.b.kern tgv vloeren	$F_{\text{g;k}}$	74644 kN	
totale v.b. kern tgv vloeren	$F_{\text{q;k}}$	18096 kN	
karacteristieke kernbelasting; totaal	$F_{\text{k;kern}}$	92740 kN	
rekenwaarde kernbelasting; totaal	$F_{\text{d;kern}}$	116716 kN	
rekenwaarde normaalkracht per kernkolom	$N_{\text{E;s;d;kolom;kern}}$	3242 kN	$F_{\text{d;kolom}} = F_{\text{d,gevel}} / n_{\text{g;k}}$
benodigde staaldoorsnede per kolom (<i>tgw normaalkracht</i>)	$A_{\text{kolom;ben (N)}}$	11790 mm ²	$A_{\text{kolom;ben (N)}} = N_{\text{E;s;d;kolom}} / \sigma_{\text{toel}}$
GEKOZEN PROFIEL: RONDE BUIS Ø 508 x 16 met	$A_{\text{s}} =$	24731 mm ²	Er geldt: $A_{\text{wand;ben}} = \pi * D_{\text{kern}} * 1000 * d'_{\text{wand;kern}} = 36 * 24731$ dus: $d'_{\text{wand;kern}} = (36 * 24731) / (\pi * 16 * 1000)$ $I_{\text{y;buis}} = 1/64 * \pi * ((16000+d'_{\text{wand}})^4 - (16000-d'_{\text{wand}})^4)$
equivalente wanddikte	$d'_{\text{wand;kern}}$	17,712 mm	
traagheidsmoment inwendige stalen buis	$I_{\text{y;buis;kern}}$	2,849E+13 mm ⁴	
samengesteld traagheidsmoment	$I_{\text{y;samengesteld}}$	1,425E+14 mm ⁴	$I_{\text{y;samengesteld}} = I_{\text{y;buis;gevel}} + I_{\text{y;buis;kern}}$

Overzicht constructie

Op Figuur 5.10 is schematisch weergegeven hoe de verticale krachtafdracht zal verlopen.



Figuur 5.10: belastingafdracht buis-in-buisconstructie

Traagheidsmoment

Het traagheidsmoment van de buis-in-buis constructie kan op dezelfde wijze worden bepaald als voor de uitwendige buis. Bij dit systeem is sprake van twee buizen. De traagheidsmomenten van beide buizen kunnen bij elkaar worden opgeteld doordat het zwaartepunt in dit voorbeeld in het zelfde punt ligt.

Voor de uitwendige buis werd gevonden: $I_x = I_y = 1,140 \cdot 10^{14} \text{ mm}^4$.

Voor de inwendige buis geldt: $I_x = I_y = 2,849 \cdot 10^{13} \text{ mm}^4$.

De samengestelde buizen hebben dan een traagheidsmoment $I_{x;\text{totaal}} = I_{x1} + I_{x2} = 1,425 \cdot 10^{14} \text{ mm}^4$.

Verplaatsing

De verplaatsing aan de top wordt:

$$u_{\max} = (M \cdot l^2) / (4 \cdot E \cdot I)$$

$$u_{\max} = (120.000 \cdot 10^6 \cdot 100.000^2) / (4 \cdot 210.000 \cdot 1,425 \cdot 10^{14})$$

$$u_{\max} = 10,0 \text{ mm} < 100 \text{ mm} \quad \text{akkoord}$$

Opmerking: Bij bovenstaande berekening is geen rekening gehouden met de afschuifstijfheid van de constructie. In geval van een stalen raamwerkconstructie is dit een niet te verwaarlozen factor!

Systeem 3: Betonkern met scharnierende staalconstructie

Bij dit systeem wordt de stabiliteit van het gebouw uitsluitend verzorgd door de kern van het gebouw. Deze kern bestaat uit een massieve betonnen buisconstructie. De staalconstructie wordt hier scharnierend aan bevestigd.

Het traagheidsmoment van de betonkern bedraagt:

$$I_x = I_y = 1/64 * \pi * (D^4 - D_i^4)$$

$$I_x = I_y = 1/64 * \pi * (16.000^4 - 15.400^4)$$

$$I_x = I_y = 4,56077 * 10^{14} \text{ mm}^4$$

De verplaatsing aan de top wordt daarmee:

$$u_{\max} = (M * l^2) / (4 * E * I)$$

$$u_{\max} = (120.000 * 10^6 * 100.000^2) / (4 * 23.000 * 4,56077 * 10^{14})$$

$$u_{\max} = 28,6 \text{ mm} < 100 \text{ mm} \quad \text{akkoord}$$

Systeem 4: Betonkern met uitwendige stalen buis

Bij dit systeem wordt de stabiliteit van het gebouw verzorgd door een combinatie van de kern en de gevelconstructie van het gebouw. De stijve staalconstructie van de gevel (de buis) wordt scharnierend bevestigd aan de betonkern. Op deze manier wordt de horizontale belasting verdeeld over beide constructies. Het resultaat is een stijver gebouw dan het toepassen van alleen een betonkern. Het principe is hiervoor reeds behandeld.

Het traagheidsmoment van de betonkern is in voorgaande paragraaf reeds bepaald en bedraagt:

$$I_x = I_y = 1/64 * \pi * (D^4 - D_i^4)$$

$$I_x = I_y = 1/64 * \pi * (16.000^4 - 15.400^4)$$

$$I_x = I_y = 4,56077 * 10^{14} \text{ mm}^4$$

Het traagheidsmoment van de gevelbuis is ook reeds uitgewerkt en bedraagt:

$$I_x = I_y = 1,140 * 10^{14} \text{ mm}^4.$$

Voor de betonkern geldt:

$$EI_{\text{kern}} = 23.000 * 4,56077 * 10^{14} = 1,049 * 10^{19}$$

Voor de gevelbuis geldt:

$$EI_{\text{gevel}} = 210.000 * 1,140 * 10^{14} = 2,394 * 10^{19}$$

De buigstijfheid van de samengestelde constructie wordt daarmee:

$$EI_{\text{totaal}} = (1,049 + 2,394) * 10^{19} = 3,443 * 10^{19}.$$

Verplaatsing

De verplaatsing aan de top wordt:

$$u_{\text{max}} = (M * l^2) / (4 * E * I)$$

$$u_{\text{max}} = (120.000 * 10^6 * 100.000^2) / (4 * 3,443 * 10^{19})$$

$$u_{\text{max}} = 8,7 \text{ mm} < 100 \text{ mm} \quad \text{akkoord}$$

Opmerking: Bij bovenstaande berekening is geen rekening gehouden met de afschuifstijfheid van de constructie. In geval van een stalen raamwerkconstructie is dit een niet te verwaarlozen factor!

Systeem 5: Betonkern met outriggers

Een systeem met outriggers houdt in dat de basis van de gebouwconstructie bestaat uit een kern. In dit geval wordt uitgegaan van een betonkern. Om de buigstijfheid van het gebouw te vergroten, wordt de arm van het gebouw vergroot. Op deze manier wordt de gevelconstructie betrokken bij de stabiliteit. Wanneer de gevel voor zowel trek- als drukkrachten wordt gebruikt, is er eigenlijk sprake van een betonkern met een uitwendige stalen buis. Dit constructiesysteem is hiervoor reeds behandeld. Het verschil tussen dit systeem en het systeem met een uitwendige stalen buis is dat bij dit systeem de 'hoed' van het gebouw zeer stijf moet zijn, en de gevelconstructie kan bestaan uit scharnierende kolommen. Bij het systeem met een betonkern en een uitwendige stalen buis dienen alle verbindingen van de stalen buis momentvast te worden uitgevoerd. Deze buis kan scharnierend d.m.v. de vloeren aan de kern worden gekoppeld. De verplaatsing aan de top van het gebouw zal daarom vergelijkbaar zijn met het systeem 'betonkern met uitwendige stalen buis'.

Conclusie

In deze paragraaf zijn de stijfheden van 5 constructiesystemen met elkaar vergeleken. Daarbij is alleen de horizontale verplaatsing van het gebouw aan de top beschouwd. Uit deze berekeningen volgen de volgende verplaatsingen:

Constructiesysteem	Verplaatsing tgv buigstijfheid EI (mm)	Verplaatsing afschuifstijfheid (mm)	tgv GA	Gecorrigeerde verplaatsing (mm)
1. Uitwendige stalen buis	12,5	12,5		25
2. Uitwendige stalen buis + stalen buiskern	10,0	10		20
3. Betonkern	28,6	1,4		30
4. Betonkern + uitwendige stalen buis	8,7	4,3		13
5. Betonkern + outriggers	8,7	4,3		13

Bovenstaande tabel geeft een samenvatting van de geschatte verplaatsing van de verschillende systemen aan de top weer. In de voorgaande berekeningen is echter geen rekening gehouden met horizontale verplaatsing ten gevolge van afschuifvervorming. De systemen met stalen raamwerken zullen daarom in werkelijkheid (veel) meer verplaatsen dan in bovenstaande tabel aangegeven. Er is een kolom toegevoegd met een gecorrigeerde verplaatsing, waarbij ervan uitgegaan wordt dat bij de stalen buizen, de verplaatsing tgv de afschuifstijfheid GA even groot is als de verplaatsing tgv de buigstijfheid EI. Dit hangt ook weer in sterke mate af van welk type buis is toegepast. Bij een betonkern zal de invloed van de afschuifstijfheid beperkt zijn en bij de samenwerkende systemen (4 en 5) wordt aangehouden dat de afschuifvervorming de helft van de buigvervorming bedraagt. Een handmatige berekening hiervan is haast niet uit te voeren. Dergelijke raamwerken worden daarom altijd ingevoerd in 3D-rekensoftware.

De maximaal toelaatbare verplaatsing van het gebouw aan de top bedraagt 100 mm. Hier blijven alle systemen ruim onder. Daarom zullen andere aspecten de doorslag moeten geven in de keuze voor een constructiesysteem.

5.4. Overige aspecten

Naast de stijfheid van een constructiesysteem zijn er nog diverse andere aspecten die van invloed zijn op de keuze voor een bepaald constructiesysteem. De belangrijkste aspecten zijn:

- Architectuur;
- Indelingsvrijheid plattegronden;
- Kosten;
- Brandveiligheid;
- Geluid.

Architectuur en indelingsvrijheid

Het beeld wat de architect voor ogen heeft, bepaalt grotendeels welk constructiesysteem geschikt is voor een gebouw. Wanneer een architect geen diagonale lijnen in de gevel wil, vallen systemen als het diagrid en een geschoorde buis af. Wanneer een maximale indelingsvrijheid gewenst is, zal waarschijnlijk worden gekozen voor een buis-systeem zonder inwendige kolommen. Bij dit gebouw gelden deze beperkingen niet. De vorm van het gebouw moet worden gehandhaafd. Het gevelbeeld mag worden bepaald door het constructiesysteem.

In het gebouw dient rekening te worden gehouden met een zone t.b.v. installaties en verticaal transport. De architect heeft hiervoor een cirkelvormig oppervlak met een diameter van 16 meter voor aangehouden. De architect heeft een gebouw voor ogen waarin centraal in het gebouw de algemene voorzieningen zijn en daaromheen vrij indeelbare vloeren. Tussen dit centrale deel en de vrij indeelbare vloeren mag een massieve wand of mogen schoren worden toegepast.

Kosten

Een constructiesysteem heeft bij hoogbouw een groot aandeel in de totale bouwkosten. Er moet naar worden gestreefd om een constructiesysteem te kiezen die niet onnodig duur is. In paragraaf 5.3 is aangetoond dat elk van de 5 constructiesystemen voor dit gebouw geschikt zijn.

Momentvaste verbindingen in staal zijn over het algemeen veel duurder dan scharnierende verbindingen. Dit komt voornamelijk door de hogere arbeidskosten. De uitvoeringssnelheid voor het maken van een momentvast raamwerk ligt daarom ook veel lager dan die van een scharnierend raamwerk. Omdat in dit gebouw veel verbindingen aanwezig zijn, dienen momentvaste verbindingen zoveel mogelijk te worden vermeden.

Brandveiligheid

Brandveiligheid in hoogbouw is een belangrijk thema, maar hier wordt in dit onderzoek niet verder op ingegaan. Bij betonconstructies is het vrij eenvoudig om een hoge brandwerendheid te halen. Door een hoge dekking toe te passen kan bij wanden en vloeren al snel een brandwerendheid van wel 240 minuten worden gehaald. Bij staalconstructies is dit veel lastiger te realiseren. Hier dienen maatregelen te worden genomen zoals brandwerend bekleden, coaten of (bij kolommen) volstorten met beton.

Geluid

Met name tussen de centrale voorzieningen en de vloeren voor nuttig gebruik zal een wand moeten worden toegepast met een goede geluidswering, om overlast vanuit het trappenhuis en de liften te voorkomen. Wanneer een kern van beton wordt toegepast, wordt op eenvoudige

wijze aan deze geluidswerendheid voldaan. Wanneer de kern wordt uitgevoerd als staalconstructie, dienen geluidswerende scheidingswanden te worden geplaatst.

5.5. Keuze constructiesysteem

Uit de vergelijking van de stijfheid van de verschillende constructiesystemen volgt dat elk van de beschouwde systemen voor dit gebouw voldoende stijf is, zie paragraaf 5.3. Daardoor geven andere aspecten de doorslag in de keuze voor een constructiesysteem. vanuit de architectuur en de indelingsvrijheid van de plattegronden is nog geen duidelijk onderscheid te maken. Dit kan wel worden gemaakt wanneer de kosten van de systemen naast elkaar worden gezet.

De eerste twee systemen die zijn vergeleken zijn stalen buisconstructies. Zoals reeds vermeld, zijn de verbindingen in deze constructies momentvast en dus duur. De buis-in-buis constructie is voor de stijfheid niet noodzakelijk en valt daardoor af.

Er zijn 3 systemen beschouwd waarbij sprake is van een betonkern. Hierbij is systeem 3 (betonkern met scharnierende staalconstructie) de goedkoopste optie, aangezien het maken van momentverbindingen (systeem 4) of outriggers (systeem 5) meer kost dan alleen de scharnierende verbindingen bij systeem 3.

De systemen die overblijven zijn de uitwendige stalen buis of de betonkern met scharnierende staalconstructie. Wanneer wordt gekozen voor een uitwendige stalen buis, zullen alsnog voorzieningen in de centrale zone moeten worden getroffen voor brandwering en geluidswering. Dit probleem kan bij het toepassen van een betonkern vrij eenvoudig worden opgelost. Daarom wordt gekozen voor systeem 3: betonkern met scharnierende staalconstructie.

6. Globale opzet hoofddraagconstructie

6.1. Inleiding

In het voorgaande hoofdstuk is een keuze gemaakt voor een betonkern met een scharnierende staalconstructie. In dit hoofdstuk worden de afmetingen van de belangrijkste constructieonderdelen met behulp van vuistregels bepaald. In de volgende hoofdstukken worden ook de top en de fundering van het gebouw uitgewerkt. Vervolgens wordt in een 3D-rekenprogramma het gebouw ingevoerd met de berekende profielen. Waar nodig zal de constructie worden aangepast en geoptimaliseerd.

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de betonkern, de vloeren, de vloerliggers en de gevelkolommen behandeld. Ook is er nog aandacht voor bijzondere ontwerpsituaties.

6.2. Betonkern

In hoofdstuk 5 is reeds aan de betonkern gerekend. Daarbij is alleen de verplaatsing, en dus het traagheidsmoment beschouwd. Hieronder wordt met behulp van een eenvoudige berekening getoetst of de betonkern in staat is om de spanningen ten gevolge van wind en normaalkracht op te nemen. In hoofdstuk 5 is reeds bepaald dat het traagheidsmoment van de betonkern bedraagt:

$$I_x = I_y = 1/64 * \pi * (D^4 - D_i^4)$$

$$I_x = I_y = 1/64 * \pi * (16.000^4 - 15.400^4)$$

$$I_x = I_y = 4,56077 * 10^{14} \text{ mm}^4$$

$$\text{Zodat } W_y = I_y / 8000 = 5,7 * 10^{10} \text{ mm}^3$$

De totale windbelasting wordt bepaald met:

$$F_w = C_s C_d \cdot C_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$$

Deze factoren zijn reeds uitgewerkt in hoofdstuk 5. Nu rest alleen nog het bepalen van het oppervlak A_{ref} . Dit kan, samen met het bijbehorende zwaartepunt, eenvoudig worden bepaald in Autocad met behulp van het commando 'MASSPROP'. Hieruit volgt een A_{ref} van 5840 m² (Figuur 6.1), en het zwaartepunt grijpt aan op een hoogte van 66,8 meter ten opzichte van maaiveld.

De totale windbelasting wordt daarmee:

$$F_w = 1,0 \cdot 0,46 \cdot 1,68 \cdot 5840$$

$$F_w = 4513 \text{ kN}$$

Het maximale moment aan de gebouwvoet is:

$$M_{max;k} = 4513 * 66,8 = 301.479 \text{ kNm}$$

$$M_{max;d} = 1,65 * 4513 * 66,8 = 497.440 \text{ kNm} \rightarrow \text{neem praktisch: } 500.000 \text{ kNm.}$$

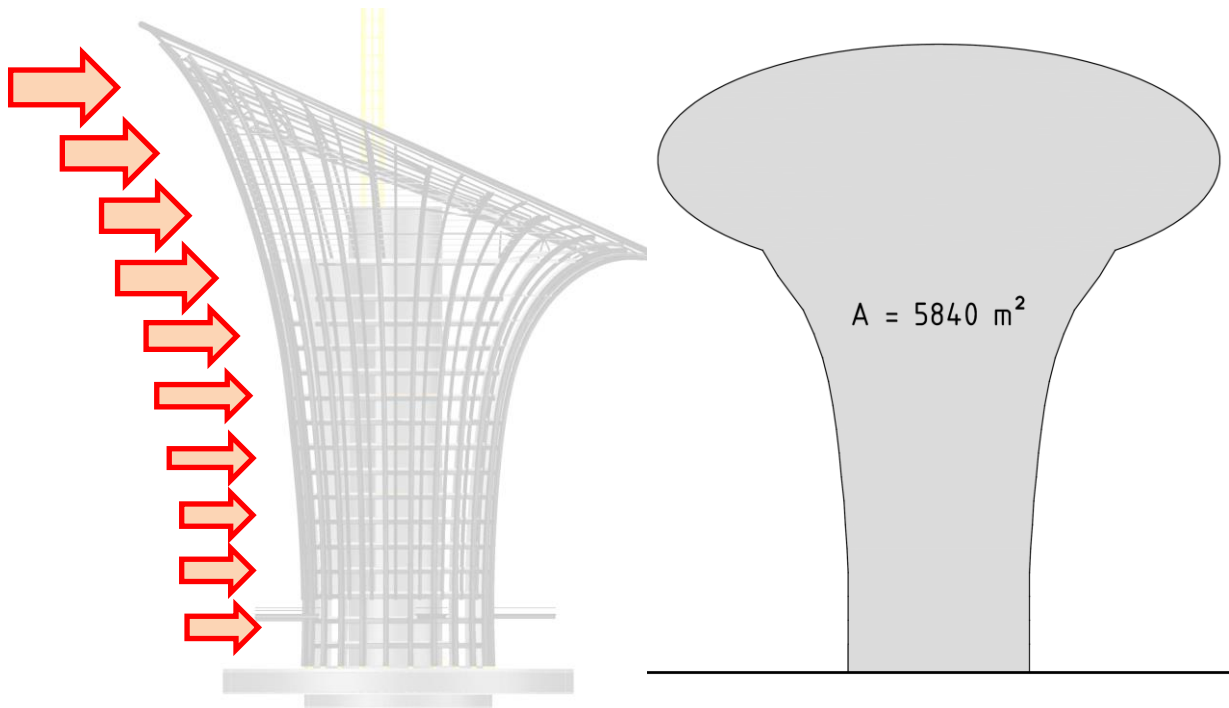
Nu kan de maximale spanning tgv de windbelasting in de betonkern worden bepaald:

$$\sigma = M/W = (500.000 * 10^6) / (5,7 * 10^{10})$$

$$\sigma = 8,77 \text{ N/mm}^2$$

Naast de spanning vanuit het buigend moment tgv de windbelasting, is er nog de spanning door normaalkracht tgv de verticale belasting uit de vloeren. Deze belasting wordt benaderd door het vloeroppervlak wat afdraagt naar één strekkende meter kern te bepalen. Dit is voor elke

verdieping anders, zodat een gemiddelde wordt genomen van $11,1 \text{ m}^2$ (zie Figuur 6.2). Voor de veranderlijke belasting per vierkante meter vloer wordt uitgegaan van een momentane kantoorbelasting op alle verdiepingen ($= 0,5 * (2,5 + 0,5) = 1,50 \text{ kN/m}^2$). De permanente belasting wordt bepaald in de volgende paragraaf en bedraagt $4,5 \text{ kN/m}^2$.



Figuur 6.1: Windbelasting op gebouw met bijbehorend referentieoppervlak

De totale verticale belasting tgv de vloerbelasting bedraagt:

$$16 \text{ (aantal verdiepingen)} * 11,1 * (1,32 * 4,5 + 1,65 * 1,50) = 1495 \text{ kN/m}^1$$

De normaalkracht tgv het eigengewicht van de betonkern bedraagt:

$$80 * 0,3 * 25 * 1,32 = 792 \text{ kN/m}^1$$

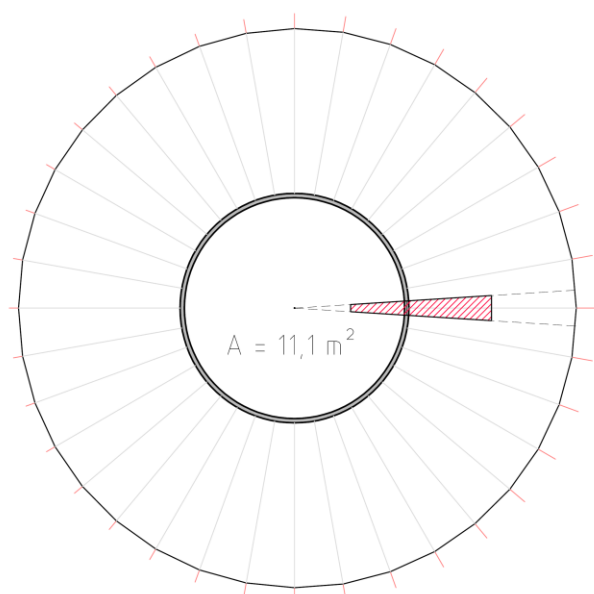
De spanning tgv normaalkracht in de kern wordt daarmee:

$$\sigma = F/A = ((1495 + 792) * 10^3) / (300 * 1000)$$

$$\sigma = 7,62 \text{ N/mm}^2.$$

De gecombineerde, totale spanning is:

$$\sigma_{\max} = 8,77 + 7,62 = 16,4 \text{ N/mm}^2.$$



Figuur 6.2: Vloeroppervlak per meter kern

Bij dit soort projecten wordt doorgaans gekozen voor beton met een hoge sterkteklasse, bijvoorbeeld C50/60. De rekenwaarde van de toelaatbare druksterke bij deze sterkteklasse bedraagt: $50 / 1,5 = 33,3 \text{ N/mm}^2$, zodat de kern met deze afmetingen ruim voldoet.

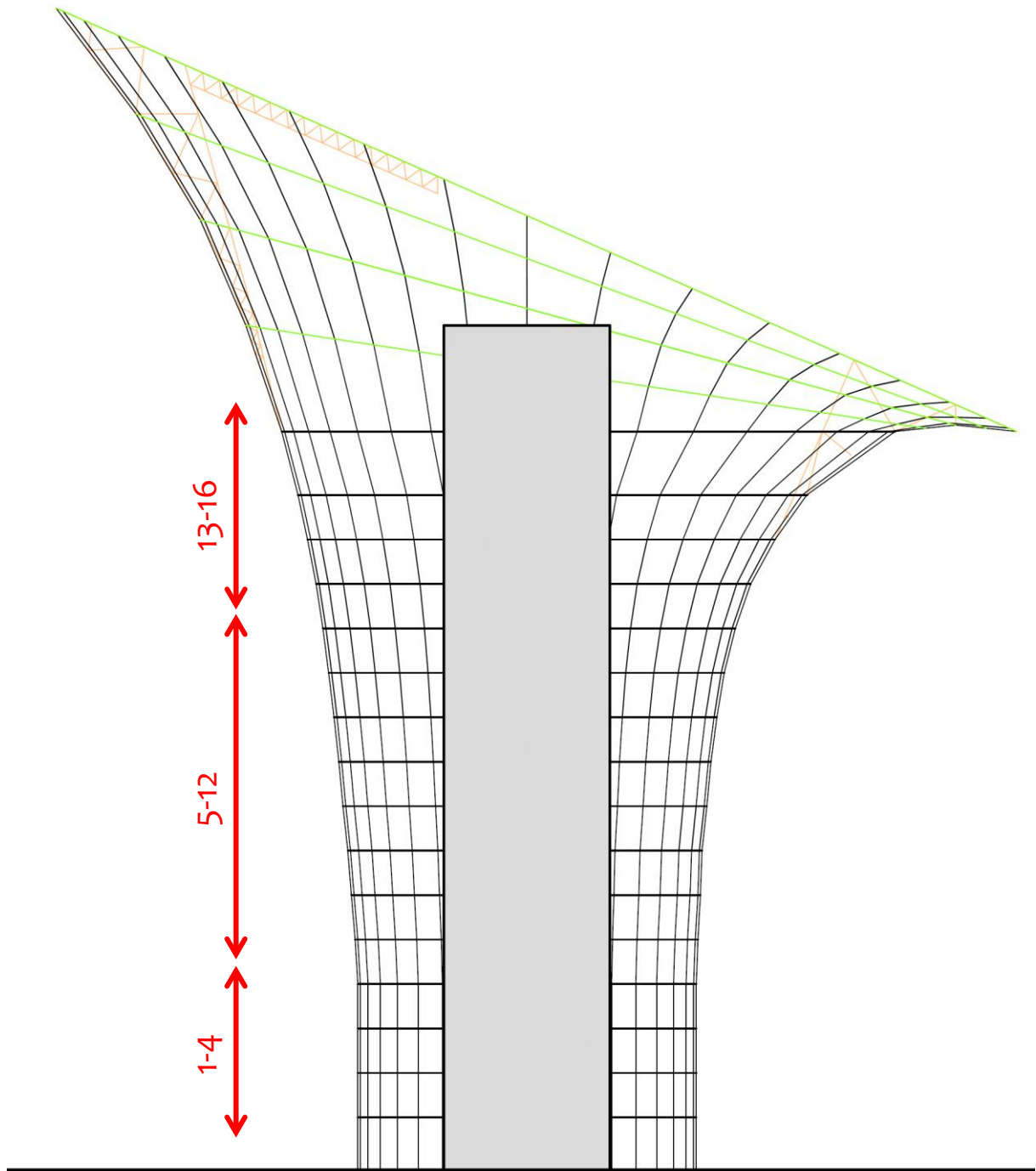
6.3.Vloeren

De verdiepingsvloeren van het gebouw kunnen worden ingedeeld in drie types;

- Verdieping 1 t/m 4
- Verdieping 5 t/m 12
- Verdieping 13 t/m 16

Dit is op Figuur 6.3 inzichtelijk gemaakt. De eerste vier verdiepingen hebben allemaal dezelfde afmetingen. Bij verdieping 5 t/m 12 loopt de gevel bij elke verdieping steeds verder naar buiten. Verdieping 12 is voor deze vloeren dus maatgevend. Bij verdieping 13 t/m 16 loopt de gevel ook steeds verder naar buiten. Alleen zijn de verschillen tussen elk van deze verdiepingen dusdanig groot, dat het voor dit traject zinvol is om elke verdieping apart te beschouwen.

Voor dit onderzoek worden drie vloeren beschouwd: verdieping 1, verdieping 12 en verdieping 16 (zie Figuur 6.3). Verdiepingsvloer 16 is maatgevend; bij deze vloer zijn de overspanningen het grootst.



Figuur 6.3: Overzicht vloertypes

Overspanningsrichting

De overspanningsrichting van de vloeren dient als eerste te worden bepaald. Er kan in dit gebouw worden gekozen voor een systeem waarbij de vloer in één keer overspant van de betonkern naar de gevel. Bij verdieping 1 t/m 4 is deze overspanningslengte ca. 8 meter. Deze lengte is met veel vloersystemen goed uit te voeren. Bij de hoger gelegen vloeren wordt deze overspanningslengte echter veel groter, tot wel 20 meter bij verdieping 16. Dit is alleen in uitzonderlijke gevallen nog te overspannen en is af te raden. Daarom wordt gekozen voor een systeem met vloerliggers die overspannen van kern naar gevel. De vloer wordt daar haaks op gelegd. (Figuur 6.4) De maximale overspanningslengte bedraagt daarmee voor de eerste verdieping ca. 3 meter en voor verdieping 16 ca. 6 meter. Door de vloeren als tweevelds-overspanningen uit te voeren en in verband te leggen, wordt een voortschrijdende instorting voorkomen wanneer een ligger of kolom bezwijkt, zie daarvoor Hoofdstuk 7 – Bijzondere ontwerpsituaties. (Wel dient de vloerwapening op dergelijke situaties berekend te zijn.)

Vloersysteem

Vervolgens dient te worden gekozen voor een vloersysteem. Vloeren leveren een hoge bijdrage aan het totaalgewicht van het gebouw. Het is daarom belangrijk om zoveel mogelijk te proberen het vloergewicht te reduceren. Bovendien kunnen daarmee ook de overige constructie-elementen lichter worden uitgevoerd, zoals kolommen, vloerliggers en de fundering.

Lichte vloersystemen zijn bijvoorbeeld:

- Staalplaatbetonvloeren;
- Voorgespannen TT-vloeren;
- Voorgespannen kanaalplaatvloeren;
- Cassettevloeren.

Daarnaast is de uitvoeringssnelheid een belangrijke factor in de keuze voor een vloersysteem. (Kamerling & Kamerling, 2004)

Staalplaatbetonvloeren bestaan uit een geprofileerde staalplaat-bekisting met daarop in het werk gestort beton. De bekisting doet tevens dienst als onderwapening. Vanwege de profilering ontstaat een zeer lichte vloerconstructie. De staalplaten zijn licht en daardoor eenvoudig te hijsen. Dit vloertype is veelgebruikt bij hoogbouw met een staalskelet. De overspanningslengte van dit vloertype is beperkt. Doordat de vloeren in het werk gestort worden is de uitvoeringssnelheid wat lager dan bij geprefabriceerde elementen. Voorgespannen TT-vloeren worden vaak toegepast bij grotere overspanningen. De netto vloerdikte is bij dit vloertype gering. De ribben zijn echter relatief hoog, wat het voor installaties onder de vloer lastig maakt. Doordat de elementen geprefabriceerd zijn, is de uitvoeringssnelheid hoog. Wel is het hijsen van dergelijke zware elementen op grote hoogte duur en lastig. Kanaalplaatvloeren zijn qua eigenschappen vergelijkbaar met de TT-vloeren. Bij dit vloertype is het eenvoudiger om leidingen onder de vloer aan te leggen. Een cassettevloer wordt in het werk gestort, en heeft daardoor een relatief lage uitvoeringssnelheid. Er wordt gekozen voor de staalplaatbetonvloer.

Ontwerp vloersysteem

Met behulp van het 'ontwerp-programma Staalplaat-betonvloeren' van Dutch Engineers r.i. BV, kan een keuze worden gemaakt voor een type staalplaat en de geschatte betondikte. Uit deze berekening volgt ook het vloergewicht per m². (Dutch Engineering, 2016)

In de berekening wordt het maatgevende vloerveld op verdieping 16 ingevoerd. Deze wordt ingevoerd als 1-velds overspanning (meest ongunstig). Verder wordt gerekend op een bijeenkomstfunctie, met de daarbij horende variabele vloerbelasting van 5 kN/m² (gebruikelijk op bovenste verdieping van hoogbouw). Er wordt gerekend op lichte scheidingswanden van 0,5 kN/m² (metal-stud) , een belasting van een dekvloer van 50mm en een belasting uit leidingwerk van 0,25 kN/m².

Het ontwerp-programma geeft 3 types staalplaatbetonvloeren die in aanmerking komen voor dit gebouw. Comflor 210 met een plaatdikte van 1,0 mm heeft het meest gunstige prijsniveau en het lichtste eigen gewicht, zodat voor dit type wordt gekozen.

Als vloerdikte wordt 300mm aangehouden, waarmee het eigen gewicht van de vloer uitkomt op ca. 3,25 kN/m². De uitvoer van deze berekening is opgenomen in bijlage 2.

6.4. Vloerliggers

Belastingen

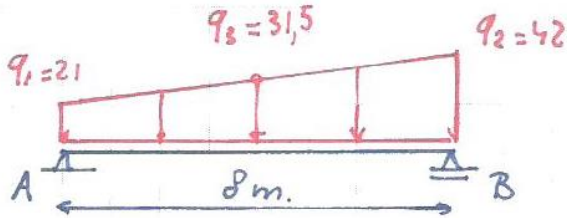
Comflor 210				4,50 kN/m ²		5,50 kN/m ²	
eigen gewicht vloer			3,25 kN/m ²				
afwerkvloer	50 mm		1,00 kN/m ²				
plafond en leidingen			0,25 kN/m ²				
veranderlijke belasting: bijeenkomst	ψ= 0,25		5,00 kN/m ²				
lichte scheidingswanden			0,50 kN/m ²				

$$Q_{d;1} = 1,32 * 4,5 + 1,65 * 5,5 = 15 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{maatgevend}$$

$$Q_{d;2} = 1,49 * 4,5 + 1,65 * 0,25 * 5,5 = 9 \text{ kN/m}^2$$

Liggers verdieping 1-4

$$\begin{aligned} q_{1;d} &= 1,4 * 15 &= 21 \text{ kN/m}^1 \\ q_{2;d} &= 2,8 * 15 &= 42 \text{ kN/m}^1 \\ q_{gem;d} &= 2,1 * 15 &= 32 \text{ kN/m}^1 \\ q_{gem;k} &= 2,1 * (4,5+5,5) &= 21 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

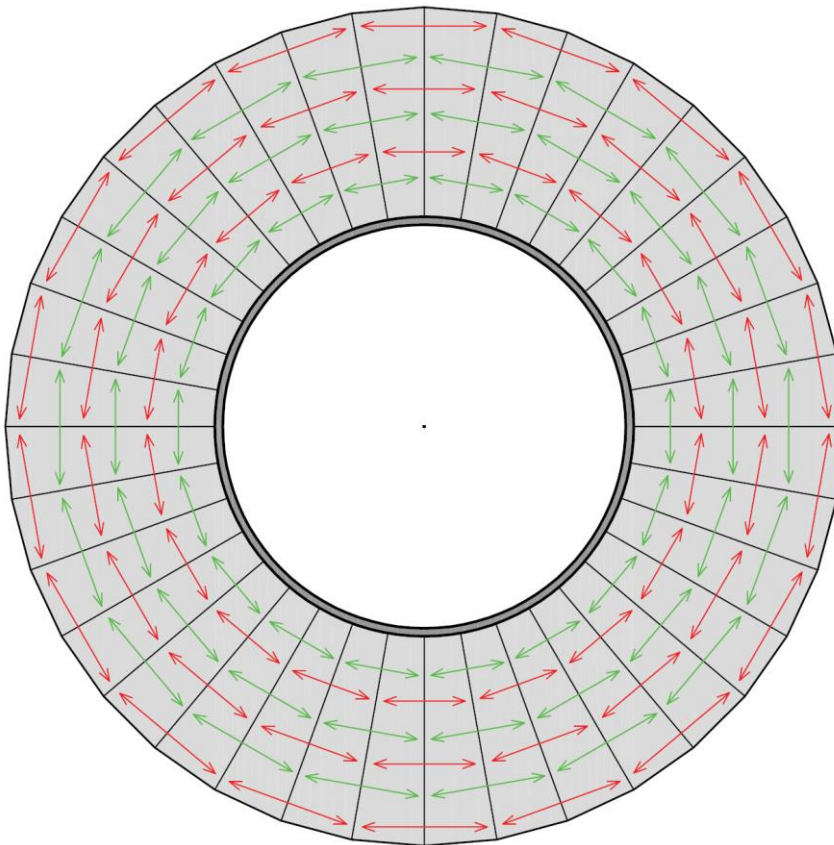


$$M_{d;max} = 0,125 * 32 * 8^2 = 256 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} W_{y;ben} &= 256 * 10^6 / 275 &= 931 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_{y;ben} &= (5 * 21 * 8000^4) / (384 * 210.000 * 32) &= 16.667 * 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Neem HEB280 met:

$$\begin{aligned} W_{y;el} &= 1380 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 19.270 * 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

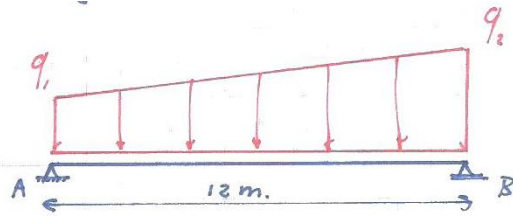


Figuur 6.4: Verdieping 1 t/m 4

Liggers verdieping 5-12

$$\begin{aligned}
 q_{1;d} &= 1,4 * 15 &= 21 & \text{ kN/m}^1 \\
 q_{2;d} &= 3,5 * 15 &= 52,5 & \text{ kN/m}^1 \\
 q_{gem;d} &= 2,5 * 15 &= 37,5 & \text{ kN/m}^1 \\
 q_{gem;k} &= 2,5 * (4,5+5,5) &= 25 & \text{ kN/m}^1
 \end{aligned}$$

model:



M-lijn:



$$M_{d,max} = 0,125 * 37,5 * 12^2 = 675 \text{ kNm}$$

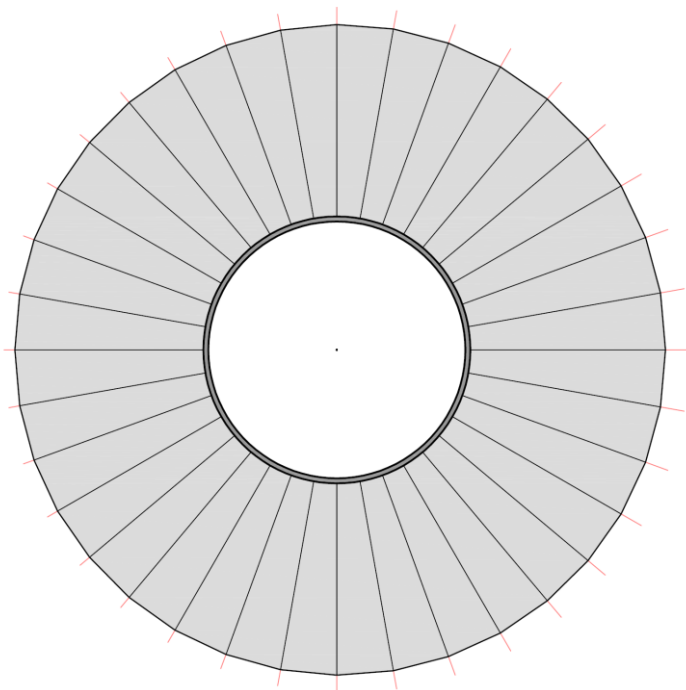
$$W_{y,ben} = 675 * 10^6 / 275 = 2455 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y,ben} = (5 * 25 * 12.000^4) / (384 * 210.000 * 48) = 66.964 * 10^4 \text{ mm}^4$$

Neem HEB450 met:

$$W_{y,el} = 3550 * 10^3 \text{ mm}^3$$

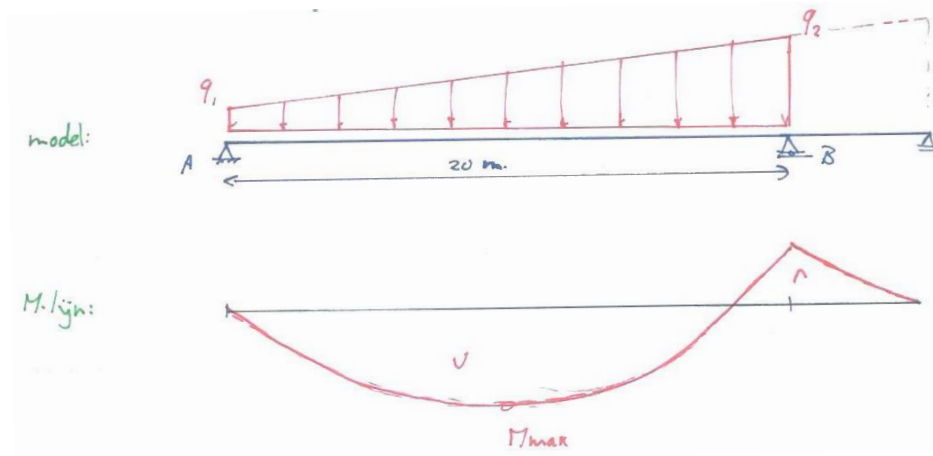
$$I_y = 79.887 * 10^4 \text{ mm}^4$$



Figuur 6.5: Verdieping 12

Liggers verdieping 16

$$\begin{aligned}
 q_{1;d} &= 1,4 * 15 &= 21 \text{ kN/m}^1 \\
 q_{2;d} &= 4,9 * 15 &= 73,5 \text{ kN/m}^1 \\
 q_{gem;d} &= 3,2 * 15 &= 48,0 \text{ kN/m}^1 \\
 q_{gem;k} &= 3,2 * (4,5+5,5) &= 32 \text{ kN/m}^1
 \end{aligned}$$



$$M_{d;max} \approx 0,10 * 48,0 * 20^2 = 1920 \text{ kNm (grove benadering)}$$

$$W_{y;ben} = 1920 * 10^6 / 275 = 6980 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$u_{toel} = 20.000 / 250 = 80 \text{ mm}$$

$$I_{y;ben} = (5 * 32 * 20.000^4) / (384 * 210.000 * 80) = 396.825 * 10^4 \text{ mm}^4$$

(ongunstige benadering die van toepassing is op een enkelveldsoverspanning)

Neem eventueel HEB800 met:

$$W_{y;el} = 8980 * 10^3 \text{ mm}^3$$

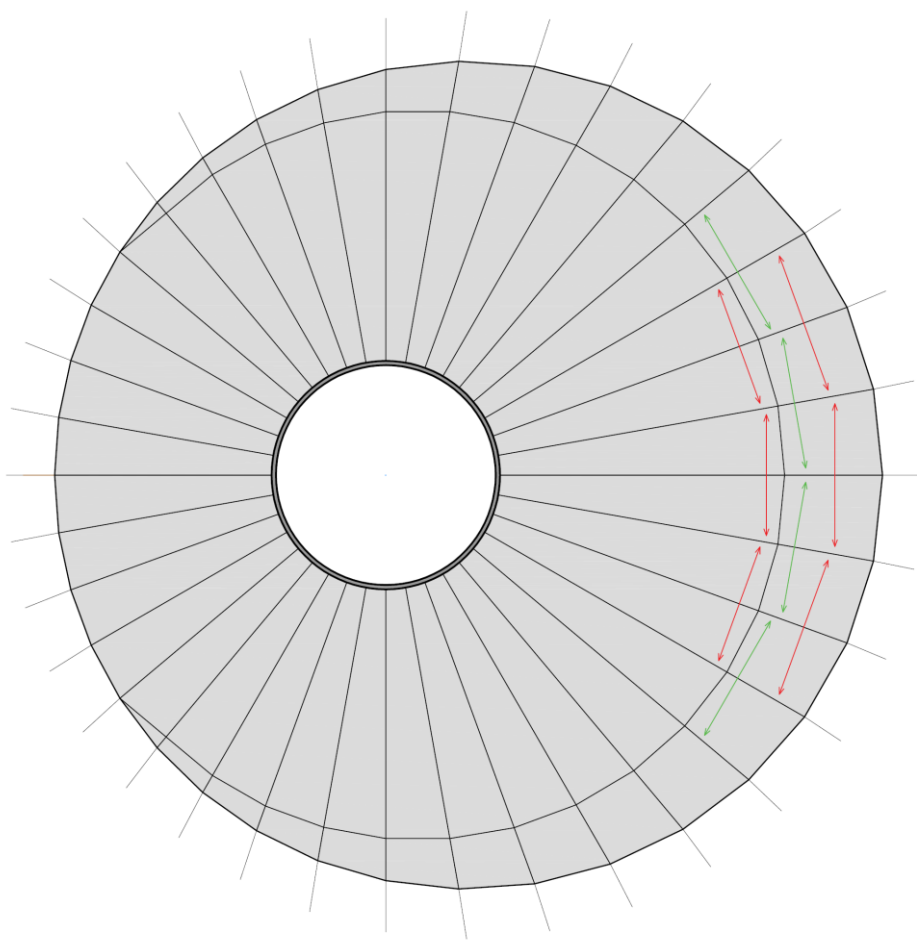
$$I_y = 359.083 * 10^4 \text{ mm}^4$$

Alternatief is een vakwerkligger met een hoogte van 1,20 meter.

$$\text{Normaalkracht in bovenstaaf} = M / h = 1920 * 10^6 / 1200 = 1600 \text{ kN}$$

$$A_{ben} \approx 1,2 * (1600 * 10^3 / 275) = 7000 \text{ mm}^2$$

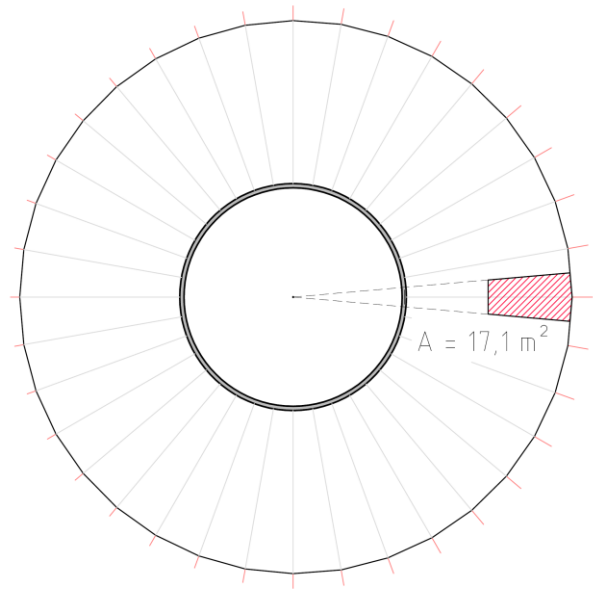
Neem kokers 200/200/10 met $A = 7493 \text{ mm}^2$.



Figuur 6.6: Verdieping 16

6.5. Gevelkolommen

Omdat de gevelkolommen geen actieve bijdrage leveren aan de horizontale stabiliteit van het gebouw, worden deze enkel belast door een normaalkracht ten gevolge van de vloerbelasting en het gewicht van de gevel. Meestal worden bij dergelijke gebouwen de gevels uitgevoerd als vliesgevel die hun belasting afdragen van vloer naar vloer. Toch wordt veiligheidshalve gerekend met een horizontale belasting vanuit de wind op de gevel. Maatgevend zijn de kolommen van de eerste bouwlaag. Deze dragen 16 bovengelegen vloeren met een gemiddeld vloeroppervlak van $17,1 \text{ m}^2$.



Volgens de Nationale bijlage van Eurocode 1 dienen twee verdiepingen met een extreme vloerbelasting te worden berekend, en de overige verdiepingen met een momentane belasting. (NEN-EN-1991-1-1, artikel 6.3.1.2 (11))

Dit gebouw wordt hoofdzakelijk gebruikt als kantoorfunctie, waarbij waarschijnlijk een aantal verdiepingen in gebruik zullen zijn als bijeenkomstruimtes. Omdat de belasting voor een bijeenkomstfunctie hoger is dan voor een kantoorfunctie, worden de twee extreme verdiepingen beschouwd als bijeenkomstfunctie. De overige verdiepingen worden berekend als kantoorfunctie met een momentane belasting.

Voor de twee extreme vloeren geldt:

$$Q_{d,1} = 1,32 * 4,5 + 1,65 * 5,5 = 15 \text{ kN/m}^2$$

Voor de overige vloeren geldt:

$$Q_{d,2} = 1,32 * 4,5 + 1,65 * (0,5 * (2,5 + 0,5)) = 8,4 \text{ kN/m}^2$$

De totale belasting uit de vloeren op de onderste gevelkolommen bedraagt:

$$2 * 17,1 * 15 + 14 * 17,1 * 8,4 = 2525 \text{ kN}$$

De belasting uit de gevel bedraagt:

$$1,32 * 110 * \frac{1}{2} * (2,8 + 8,5) * 0,75 = 615 \text{ kN}$$

Inclusief dakbelasting en het eigen gewicht van de staalconstructie komt de totale verticale belasting daarmee uit op ca. 3500 kN.

Voor de maximale horizontale windbelasting op de gevelkolom (zie paragraaf 5.3) bedraagt de maatgevende uitwendige drukcoëfficiënt -1,5, dus windzuiging naar buiten. De lijnlast vanuit de wind bij een systeembreedte van 2,8 meter bedraagt dan:

$$q_w = 1 * 1,5 * 1,68 * 2,8 = 7,1 \text{ kN/m}^1$$

Een eerste schatting geeft een benodigd profieloppervlak:

$$A_{\text{ben}} = 1,25 * 3500 * 10^3 / 275 = 16.000 \text{ mm}^2$$

Omdat deze kolommen gezien dienen te worden als sleutelement, zie daarvoor hoofdstuk 7, moet rekening worden gehouden met de volgende aanvullende eisen:

1. De sterkte van het sleutelement is voldoende om het effect van de voorgeschreven fundamentele belastingcombinatie vermenigvuldigd met een extra partiële factor $\gamma_{f,as}$, van 1,2 te weerstaan;
2. De sterkte van het sleutelement en zijn aansluitingen aan het overige deel van de hoofddraagconstructie is voldoende om het effect van een buitengewone belastingcombinatie met een in één richting werkende druk van 34 kN/m^2 als buitengewone belasting te weerstaan.

Voor de eerste eis betekent dit dat het benodigd staaloppervlak met 1,2 moet worden vermenigvuldigd, waarmee het benodigd staaloppervlak wordt: $A_{\text{ben}} = 1,2 * 16.000 = 19.200 \text{ mm}^2$

Voor de tweede eis dient een aparte berekening gemaakt te worden. Van toepassing is vergelijking 6.11a uit NEN-EN-1990. De combinatie voor een buitengewone ontwerpsituatie is:

Permanente belasting	Buitengewone belasting	Overige veranderlijke belasting
1,0	1,0	$\Psi_2 = 0,3$

Dit geeft een totale belasting uit de vloeren op de onderste gevelkolommen van:

$$16 * 17,1 * (4,5 + 0,3 * 3) = 1477 \text{ kN}$$

De belasting uit de gevel bedraagt:

$$1,0 * 110 * \frac{1}{2} * (2,8 + 8,5) * 0,75 = 466 \text{ kN}$$

Inclusief dakbelasting en het eigen gewicht van de staalconstructie komt de totale verticale belasting daarmee uit op ca. 2500 kN.

De buitengewone belasting bedraagt:

$$q = 2,8 * 34 = 95 \text{ kN/m}^1$$

Gekozen wordt voor ronde buis $\emptyset 406.4/20$ met:

$$A = 24.280 \text{ mm}^2$$

$$W_{y,el} = 2236 * 10^3 \text{ mm}^3$$

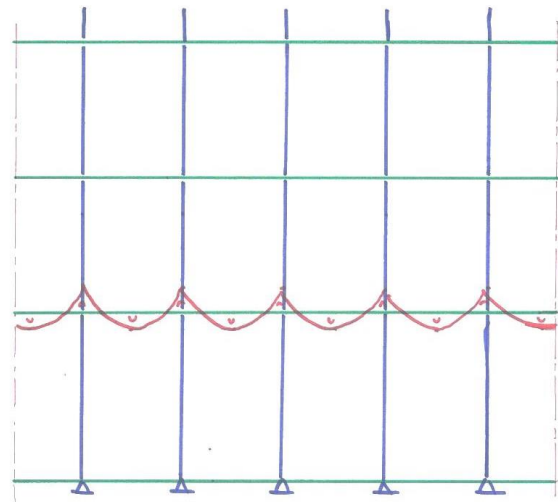
6.6. Randliggers gevel

Belastingen

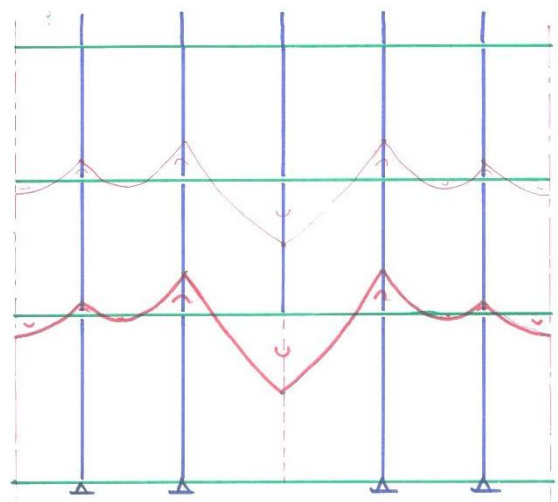
Rondom de vloerranden langs de gevel worden liggers toegepast om de gevelbelasting af te dragen naar de kolommen. Deze liggers doen tevens dienst als horizontale steunen voor de gevelkolommen. De belasting op de liggers en de overspanningslengtes zijn klein, waardoor de liggers niet zwaar uitgevoerd hoeven te worden (zie Figuur 6.8). Het is echter raadzaam om een tweede draagweg te creëren, zodat een voortgaande instorting wordt voorkomen wanneer een gevelkolom het begeeft. De risico's op het begeven van een kolom kunnen sterk worden verkleind door de kolommen te beschouwen als sleutelementen, maar nog veel veiliger is het om te kiezen voor een combinatie van een tweede draagweg en sleutelementen. Deze randliggers kunnen bij een tweede draagweg een belangrijke functie vervullen. Er wordt een tweede draagweg gecreëerd wanneer de liggers doorgaand worden uitgevoerd. Wanneer nu een kolom onder de desbetreffende randligger het begeeft, wordt de overspanningslengte van de randligger twee keer zo groot. Er ontstaat een doorgaand proces wat als volgt gaat:

Door een incident bezwijkt een kolom. De direct daar boven gelegen randligger moet opeens een overspanning maken die twee keer zo groot is. Er is één vloerligger die de belasting nu niet meer kan afdragen naar de gevelkolom. Doordat de vloer verspringend is gelegd en kruislings is afgewapend, zal de vloerbelasting worden herverdeeld naar de naastgelegen vloervelden en vloerliggers. De eventuele restbelasting uit de vloerligger wordt overgebracht naar de randligger die nu een twee keer zo grote overspanning moet maken.

Bij de bovengelige vloeren zal dit proces op vergelijkbare wijze gaan, doordat ook daar de randliggers doorgaand zijn uitgevoerd en de vloeren in verband zijn gelegd. Hoe hoger in het gebouw, des te meer zal het effect wegebben. Een voortgaande instorting is voorkomen, maar er is wel veel schade door de vervorming.



Figuur 6.8: Normale situatie, kleine momenten

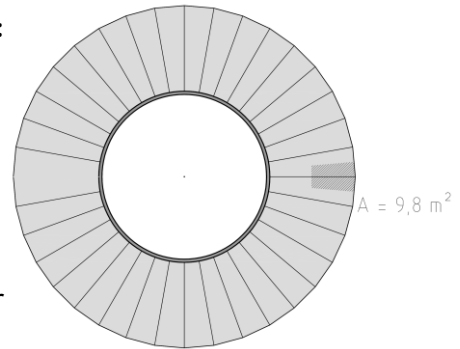


Figuur 6.7: Buitengewone situatie, grote momenten

Verdieping 1

De belastingcombinatie bij een buitengewone ontwerpsituatie is:

Permanente belasting	Buitengewone belasting	Overige veranderlijke belasting
1,0	1,0	$\Psi_2 = 0,3$



De meest ongunstige situatie is wanneer de vloer een bijeenkomstfunctie heeft (5 kN/m^2) De belasting op de randligger bedraagt dan:

$$q_1 \text{ uit gevel} = 4,2 * 0,75 = 3,15 \text{ kN/m}^1$$

$$F_1 \text{ reactie uit vloerligger} = 9,8 * (1,0 * 4,5 + 0,3 * 5,0) = 58,8 \text{ kN}$$

Het maximaal optredende moment in de ligger is dan:

$$M_{\max;d} = 0,125 * 3,15 * (2 * 2,8)^2 + 0,25 * 58,8 * (2 * 2,8) = 95 \text{ kNm}$$

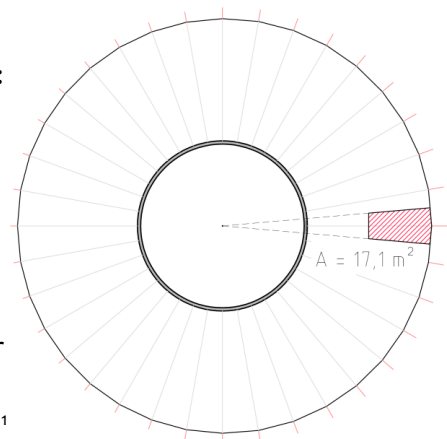
$$W_{y;\text{ben}} = 95 * 10^6 / 275 = 345 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Een HEA240 voldoet ruim met $W_{y;\text{el}} = 675 * 10^3 \text{ mm}^3$

Verdieping 12

De belastingcombinatie bij een buitengewone ontwerpsituatie is:

Permanente belasting	Buitengewone belasting	Overige veranderlijke belasting
1,0	1,0	$\Psi_2 = 0,3$



De meest ongunstige situatie is wanneer de vloer een bijeenkomstfunctie heeft (5 kN/m^2) De belasting op de randligger bedraagt dan:

$$q_1 \text{ uit gevel} = 4,2 * 0,75 = 3,15 \text{ kN/m}^1$$

$$F_1 \text{ reactie uit vloerligger} = 17,1 * (1,0 * 4,5 + 0,3 * 5,0) = 102,6 \text{ kN}$$

Het maximaal optredende moment in de ligger is dan:

$$M_{\max;d} = 0,125 * 3,15 * (2 * 3,4)^2 + 0,25 * 102,6 * (2 * 3,4) = 193 \text{ kNm}$$

$$W_{y;\text{ben}} = 193 * 10^6 / 275 = 702 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Een HEA240 voldoet net niet in het elastisch gebied: $W_{y;\text{el}} = 675 * 10^3 \text{ mm}^3$

In de praktijk zal deze ligger zeker voldoen aangezien de vloerbelasting (deels) wordt herverdeeld over de naastgelegen vloervelden. Verder heeft de ligger extra sterkte in het plastisch gebied, hoewel de vervormingen dan sterk toenemen. Dit is echter acceptabel in geval van een buitengewone belasting.

7. Bijzondere ontwerpsituaties

7.1. Inleiding

Bij grote projecten waarbij een instorting grote gevolgen met zich meebrengt, moet altijd rekening worden gehouden met bijzondere ontwerpsituaties. Dit zijn situaties die ongebruikelijk zijn en normaal gesproken ook niet optreden. In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen gedefinieerde en niet-gedefinieerde buitengewone oorzaken.

7.2. Gedefinieerde buitengewone oorzaken

Hoogbouwprojecten leiden tot een verhoogd risico voor de constructieve veiligheid. Dit komt doordat hoogbouwprojecten relatief weinig voorkomen in Nederland. Bovendien heeft dit gebouw een afwijkende gebouwworm. Daarom moet een inventarisatie worden gemaakt van alle buitengewone oorzaken die leiden tot een belasting op de hoofddraagconstructie. Deze inventarisatie moet worden voorgelegd aan de opdrachtgever. Deze inventarisatie houdt rekening met de in NEN-EN 1991-1-7 voorgeschreven buitengewone belastingen. Naast deze belastingen moeten ook alle andere risico's in kaart worden gebracht. Doordat dit gebouw op de Wilhelminapier in Rotterdam wordt gebouwd, zal bijvoorbeeld rekening moeten worden gehouden met het scheepvaartverkeer op de Maas. De effecten van deze buitengewone belastingen moeten worden getoetst volgens de belastingcombinaties voor buitengewone ontwerpsituaties volgens NEN-EN 1990. (Nationaal Convenant Hoogbouw, 2012)

7.3. Niet-gedefinieerde buitengewone oorzaken

Als rekening is gehouden met de gedefinieerde buitengewone oorzaken, en daarbij passende maatregelen zijn genomen, dienen vervolgens de situaties te worden beschouwd waarbij de constructie bezwijkt als gevolg van een onbekende oorzaak. Voorbeelden daarvan zijn:

- ontwerpfouten in onderdelen van de hoofddraagconstructie;
- uitvoeringsfouten in onderdelen van de hoofddraagconstructie;
- materiaalfalen in onderdelen van de hoofddraagconstructie;
- terroristische aanslagen;
- misbruik door gebruikers.

Al deze oorzaken zouden kunnen leiden tot het bezwijken van de hoofddraagconstructie oftewel een voortschrijdende instorting. Het is daarom van belang om het risico dat deze oorzaken kunnen optreden, voldoende te verkleinen. Om de kans op en de effecten van het bezwijken van een constructie-onderdeel door een niet-gedefinieerde oorzaak zo klein mogelijk te houden moeten diverse maatregelen worden uitgevoerd. Deze maatregelen kunnen worden onderscheiden in constructieve maatregelen en niet-constructieve maatregelen.

Constructieve maatregelen

Bij de niet-gedefinieerde buitengewone oorzaken moet één van de onderstaande of een combinatie van de onderstaande maatregelen worden genomen:

- tweede draagweg toepassen;
- constructie-element als sleutelement beschouwen.

Tweede draagweg

Door een tweede draagweg te creëren wordt het risico op voortschrijdende instorting als gevolg van het bezwijken van een willekeurig onderdeel van de hoofddraagconstructie sterk verminderd. Bij het creëren van een tweede draagweg is het uitgangspunt dat de schade aan de constructie t.g.v. het bezwijken van één willekeurig onderdeel beperkt blijft tot het bezwijken van de constructieonderdelen die direct grenzen aan het bezwijken onderdeel.

Wanneer bij de gevelkolommen bijvoorbeeld geen tweede draagweg wordt gecreëerd, zullen wanneer een kolom het begeeft, alle bovengelegen kolommen vanwege de scharnierende verbindingen ook bezwijken. Een oplossing kan zijn om de randliggers langs de vloerranden zwaar en doorgaand uit te voeren. Wanneer nu een gevelkolom bezwijkt, wordt de belasting via deze randligger afgedragen naar de naastgelegen kolommen. Een andere oplossing is om de gevel uit te voeren als een momentvast raamwerk. Wanneer dan een kolom bezwijkt, zal de bovengelegen kolom aan het raamwerk blijven 'hangen'.

Sleutelement

De oplossing van de doorgaande randligger is bij dit gebouw, vanwege de ronde vorm, niet mogelijk. Een momentvast raamwerk van de gevelconstructie maken is erg duur. In dergelijke gevallen kan er voor worden gekozen om deze elementen te bestempelen als sleutelementen. Een sleutelement moet aan de volgende twee eisen voldoen:

- De sterkte van het sleutelement is voldoende om het effect van de voorgeschreven fundamentele belastingcombinatie vermenigvuldigd met een extra partiële factor $\gamma_{f,as}$, van 1,2 te weerstaan;
- De sterkte van het sleutelement en zijn aansluitingen aan het overige deel van de hoofddraagconstructie is voldoende om het effect van een buitengewone belastingcombinatie met een in één richting werkende druk van 34 kN/m^2 als buitengewone belasting te weerstaan.

(Nationaal Convenant Hoogbouw, 2012)

8. Uitwerking gebouwtop

8.1. Inleiding

De gebouwtop is een cirkelvormig, hellend vlak. Voor de uitwerking van deze top zijn een aantal aspecten van belang:

1. De verticale stabiliteit van het dak (kolommen en dakliggers);
2. De horizontale stabiliteit, inclusief rotatiestijfheid, van de hele top;
3. De knipstabiliteit van de gevelkolommen aan de hoge zijde;
4. De stabiliteit van de topconstructie aan de lage zijde.

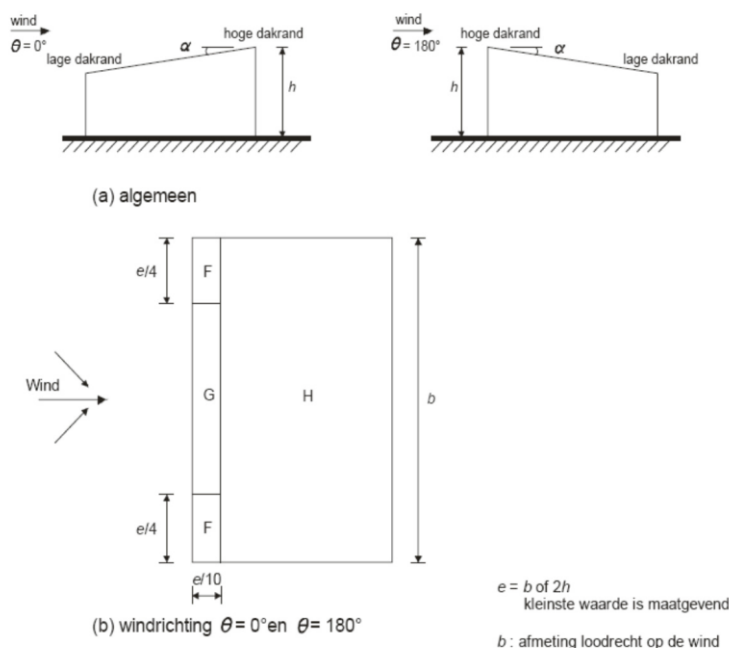


Figuur 8.1: Zijaanzicht gebouwtop

8.2. Dakliggers

De permanente dakbelasting bedraagt $1,0 \text{ kN/m}^2$. De veranderlijke dakbelasting bestaat uit wind- of sneeuwbelasting. Het dak kan worden gezien als een lessenaarsdak met een dakhelling van ca. 22 graden. Daarbij hoort een sneeuwbelasting van $0,56 \text{ kN/m}^2$.

De veranderlijke windbelasting moet zijn bepaald volgens NEN-EN-1991-1-4. In figuur 7.7 wordt de zoneverdeling getoond die geldt voor een lessenaarsdak (Figuur 8.2). Voor het berekenen van een ligger kan zone H worden aangehouden.



Figuur 8.2: Zoneverdeling bij lessenaarsdaken

De windfactoren die daarbij horen zijn in tabel 7.3b van NB9 te vinden. Deze is hieronder opgenomen als Figuur 8.3.

Hellings- hoek α	Zone voor windrichting $\theta = 0^\circ$						Zone voor windrichting $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
+5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
+15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-1,0	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
+30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-1,0	-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	-1,0
	+0,7		+0,7		+0,4							
+45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5	-1,0	-0,7	-1,0
	+0,7		+0,7		+0,6							
+60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5	-1,0	-0,5	-1,0
+75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5	-1,0	-0,5	-1,0

Figuur 8.3: Uitwendige drukcoëfficiënten voor lessenaarsdaken

Interpolatie geeft een neerwaartse coëfficiënt van 0,3 en een opwaartse coëfficiënt van 0,85.

Inclusief een factor 0,3 voor onderdruk word de neerwaartse winddruk:

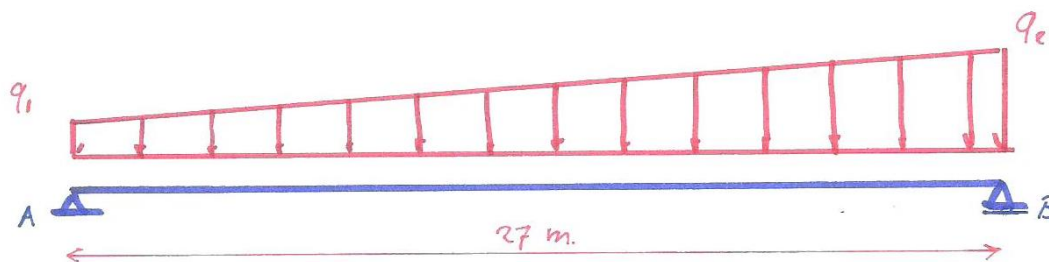
$$(0,3 + 0,3) * 1,68 = 1,0 \text{ kN/m}^2.$$

De opwaartse belasting, inclusief een factor 0,2 voor overdruk geeft:

$$(0,2 + 0,85) * 1,68 = 1,76 \text{ kN/m}^2.$$

Van de opwaartse belasting moet de permanente dakbelasting worden afgetrokken, waardoor de neerwaartse windbelasting maatgevend is.

Het schema van de maatgevende dakligger is:



$$q_{1;k} = 1,5 * (1,0 + 1,0) = 3,0 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{2;k} = 6,2 * (1,0 + 1,0) = 12,4 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{1;d} = 1,5 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) = 4,5 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{2;d} = 6,2 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) = 18,4 \text{ kN/m}^1$$

Het moment in het midden van de ligger bedraagt:

$$M_{\max;d} = 0,125 * 4,5 * 27^2 + (1/16) * (18,4 - 4,5) * 27^2 = 1043 \text{ kNm (Briedé, 2000)}$$

$$W_{y;ben} = 1043 * 10^6 / 275 = 3800 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Een IPE-raatligger 600 (900) voldoet met

$$W_{y;el} = 5230 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{y;gem} = 224500 * 10^4 \text{ mm}^4$$

De maximaal toelaatbare doorbuiging

$$u_{\max} = 27.000 / 250 = 108 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} u_{\text{optr.}} &= (5 * q_{1;k} * l^4) / (384 EI) + (1/2 * 5 * (q_{2;k} - q_{1;k}) * l^4) / (384 EI) \\ &= ((5 * 3 * 27000^4) / (384 * 210000 * 224500 * 10^4)) + ((0,5 * 5 * (12,4 - 3) * 27000^4) / (384 * 210000 * 224500 * 10^4)) \\ &= 44 + 69 = 113 \text{ mm} \end{aligned}$$

Deze liggers voorzien van zeeg. Alternatief 1: HEA800, doch deze heeft een hoog eigen gewicht.

Alternatief 2: Vakwerkspant.

8.3. Gevelkolommen

Vanwege de vorm van de top is geen enkele gevelkolom hetzelfde. Elke kolom heeft een andere lengte en boogstraal. De kolom onder het hoogste punt van de top heeft een lengte van ca. 45 meter en staat onder een hoek van ca. 75°. De kolom onder het laagste punt van de top heeft een lengte van ca. 12 meter en ligt horizontaal. Hier is dus sprake van een ligger in plaats van een kolom. De andere kolommen zitten allemaal hiertussen. De grote systeemplengte (45 meter) in combinatie met de helling, de gebogen vorm en de windbelasting vanwege de grote hoogte, zorgen voor een lastige ontwerpopgave. Voor de grootste kolom van de gebouwtop worden op Figuur 8.4 een aantal varianten getoond.

Varianten 1 t/m 3 tonen een gevelkolom die wordt uitgevoerd als een vakwerk, waarbij de brede zijde aan de bovenzijde zit en de onderzijde scharnierend op de onderconstructie wordt bevestigd. Bij varianten 4 t/m 6 zit de brede zijde van het vakwerk aan de onderzijde. De belasting wordt hierbij afgedragen naar de onderstaande gevelkolommen en de kern. Variant 7 lijkt op nr. 4 t/m 6. Dit vakwerk is de helft smaller aan de basis. Om de belasting op te kunnen nemen, dient een overgangsconstructie gemaakt te worden onder het spant om de belastingen af te dragen naar de gevelkolommen en de kern. Bij variant 8 wordt de gevelkolom uitgevoerd als een vakwerk met een gelijke hoogte over de gehele lengte. Vanwege de grote kniklengte zijn horizontale steunen nodig.

Varianten 1 t/m 3 hebben als voordeel de grote indelingsvrijheid op de bovenste verdieping. De brede bovenzijde zorgt er bovendien voor dat de overspanningslengte van de dakliggers wordt gereduceerd.

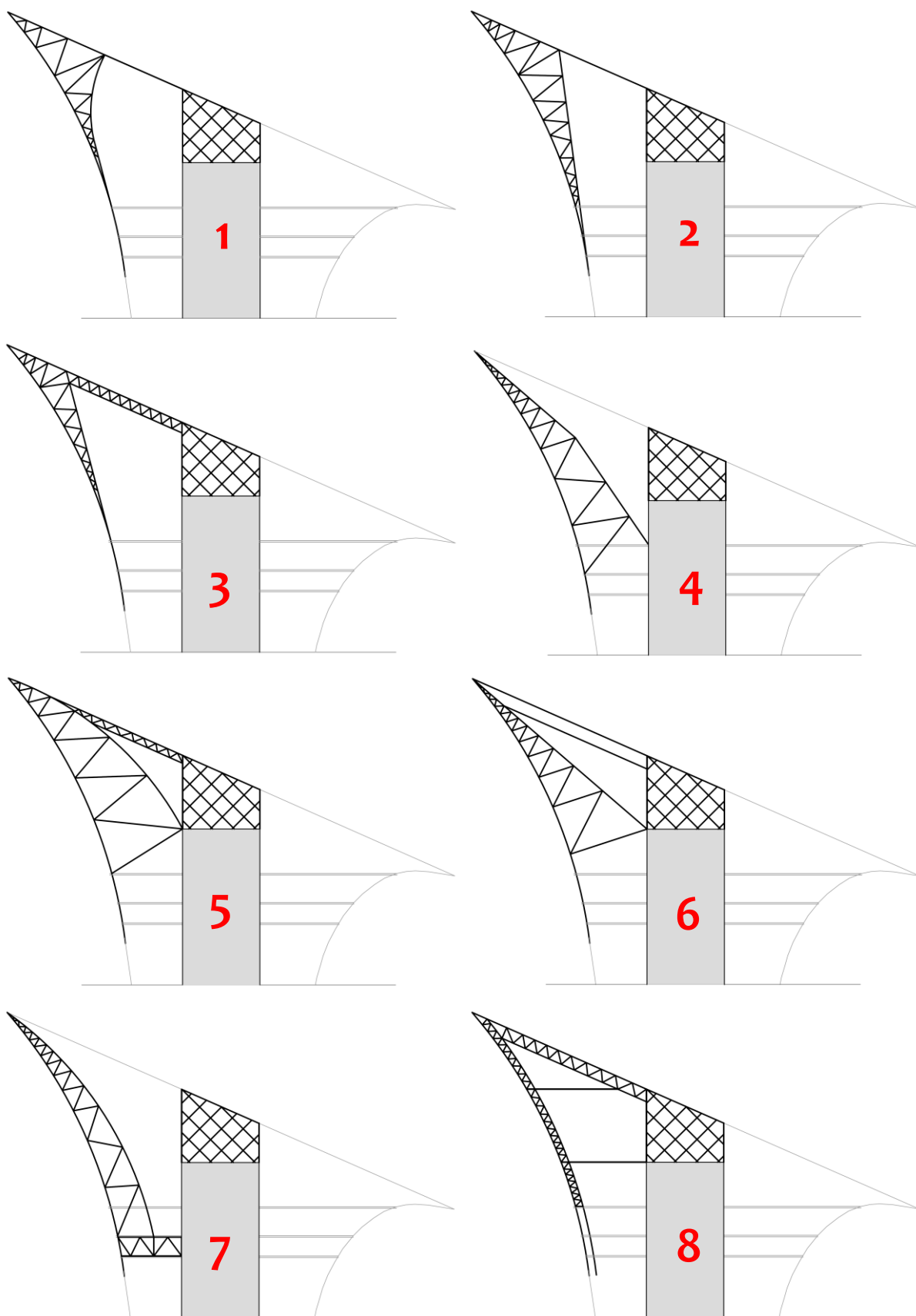
Varianten 4, 5 en 7 beperken de indelingsvrijheid op de bovenste verdieping doordat kolommen de vloer doorsnijden. Bij variant 6 is wel volledige indelingsvrijheid mogelijk.

Varianten 4, 6 en 7 hebben bovendien een grote lengte van de dakliggers tot gevolg. Bij variant 5 wordt een deel van het dak gedragen door het gevelspant.

Variant 8 is een slanke constructie die weinig ruimte in beslag neemt. De slanke gevelconstructie zal echter horizontaal gesteund dienen te worden om de kniklengte te reduceren.

Een andere afweging is dat alle gevelkolommen op dezelfde wijze uitgevoerd moeten kunnen worden. Dit geeft een rustig, evenwichtig beeld. Dit kan bij variant 1 redelijk goed, bij varianten 2 en 3 heel goed, bij varianten 4,5 en 6 moeilijk, bij variant 7 lastig en bij variant 8 redelijk goed.

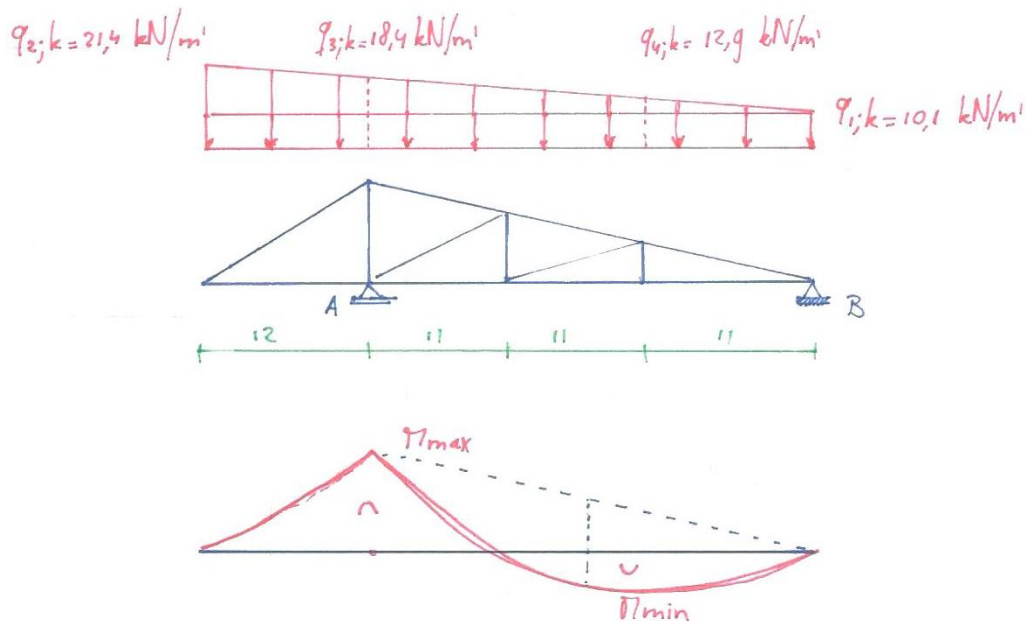
Er wordt voor variant 3 gekozen.



Figuur 8.4: Varianten gevelkolommen top

Hoogste kolom

De maatgevende kolom (aan de hoge zijde) kan worden beschouwd als een ligger op twee steunpunten, volgens onderstaand schema:



De overheersende belasting op deze ligger is een horizontale belasting door wind. In paragraaf 5.3, bij de uitwerking van de windbelasting, is te vinden dat de maximale winddrukcoëfficiënt op de gevel 1,0 bedraagt en de minimale winddrukcoëfficiënt -1,5 (zuiging). Aan de bovenzijde van de kolom is de systeembreedte ca. 8,5 meter. Aan de basis van de kolom is dit ca. 4,0 meter.

De windbelasting wordt daarmee ca.

$$q_{w;k} = c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$$

$$q_{w;k;top} = 1,5 \cdot 1,68 \cdot 8,5 = 21,4 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{w;k;voet} = 1,5 \cdot 1,68 \cdot 4,0 = 10,1 \text{ kN/m}^1$$

$$\tau_{max;k} = \frac{1}{2} \cdot q_3 \cdot \ell^2 + \frac{2}{3} \cdot \ell \cdot \frac{1}{2} \cdot (q_2 - q_3) \cdot \ell = 1325 + 144 = 1469 \text{ kNm}$$

$$\tau_{max;d} = 1,65 \cdot 1469 = 2424 \text{ kNm}$$

$N_{x;d}$ in onder-/bovenregels:

$$N_{x;d} = 2424 / 7 = 350 \text{ kN}$$

$$A_{ben} \approx (1,25 \cdot 350 / 275) \cdot 10^3 = 1600 \text{ mm}^2$$

buis $\phi 114,3/5$ voldoet met $A = 1717 \text{ mm}^2$

$$\tau_{min;k} = 11 \cdot B_v - \frac{1}{2} \cdot q_1 \cdot 11^2 - \frac{1}{3} \cdot (q_4 - q_1) \cdot 11^2 = 1664 \text{ kNm}$$

$$\tau_{b_v A=0} = B_v \cdot 33 - \frac{1}{2} \cdot q_1 \cdot 33^2 - \frac{1}{3} \cdot (q_3 - q_1) \cdot 33^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$B_v = \left(\frac{1}{2} \cdot 10,1 \cdot 33^2 + \frac{1}{3} \cdot 8,3 \cdot 33^2 \cdot \frac{1}{2} \right) / 33$$

$$B_v = (5500 + 1506) / 33$$

$$B_v = 212 \text{ kN}$$

$$\sum v = 0 \Rightarrow A_v = 45 \cdot 10,1 + \frac{1}{2} \cdot 45 \cdot 11,3 - B_v$$

$$A_v = 796 \text{ kN}$$

$$\tau_{min;d} = 1,65 \cdot 1664 = 2746 \text{ kNm}$$

$N_{x;d}$ in onder- en bovenregel:

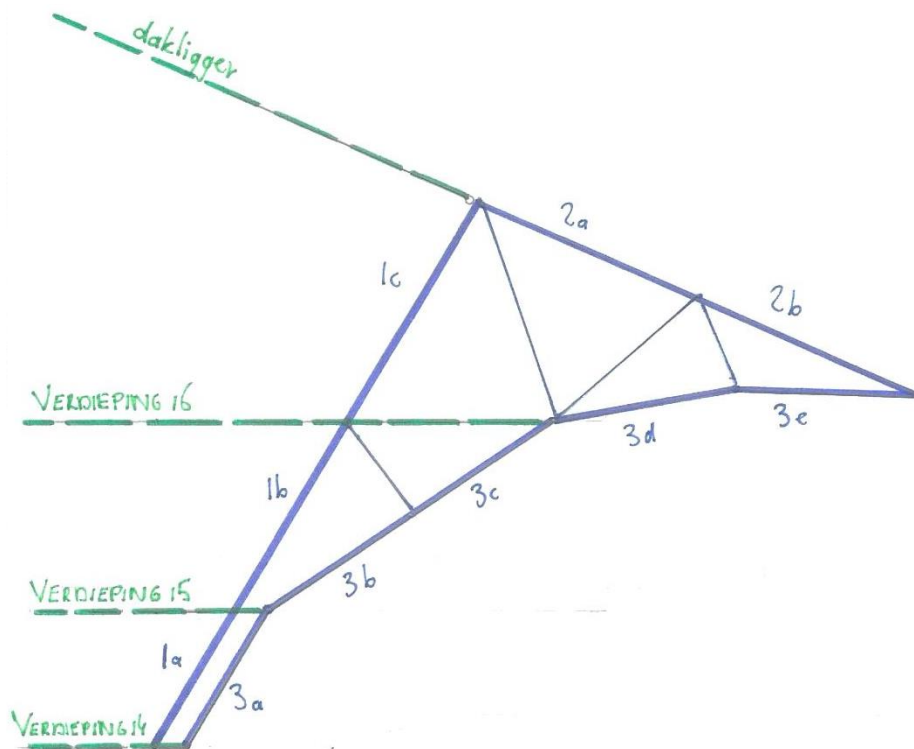
$$N_{x;d} = 2746 \text{ kNm} / 1,8 \text{ m} = 1525 \text{ kN}$$

$$A_{ben} \approx (1,25 \cdot 1525 \cdot 10^3) / 275 = 6930 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{maatgevend voor de gehele hoogte van kolom}$$

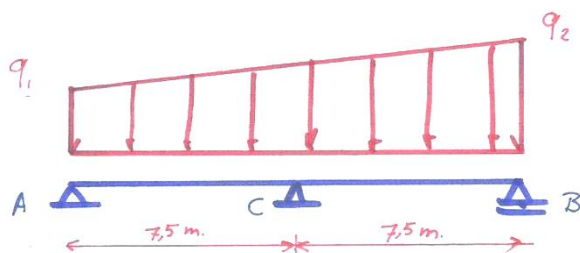
Neem $\phi 273/10$ met $A = 8262 \text{ mm}^2$

Laagste kolom

Aan de andere zijde van de top, de lage zijde, ziet het spant er als volgt uit:



Het schema van de dakliggers 2a en 2b is:



$$\begin{aligned} q_{1;k} &= 6,2 * (1,0 + 1,0) &= 12,4 \text{ kN/m}^1 \\ q_{2;k} &= 8,8 * (1,0 + 1,0) &= 17,6 \text{ kN/m}^1 \\ q_{gem;k} &= 7,5 * (1,0 + 1,0) &= 15,0 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{1;d} &= 6,2 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 18,4 \text{ kN/m}^1 \\ q_{2;d} &= 8,8 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 26,1 \text{ kN/m}^1 \\ q_{gem;d} &= 7,5 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 22,3 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

Het bovenmoment in het midden van de ligger bedraagt:

$$\begin{aligned} M_{max;d} &= 0,125 * 22,3 * 7,5^2 + (1/15) * (26,1 - 22,3) * 7,5^2 &= 171 \text{ kNm} \\ W_{y;ben} &= 171 * 10^6 / 275 &= 622 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

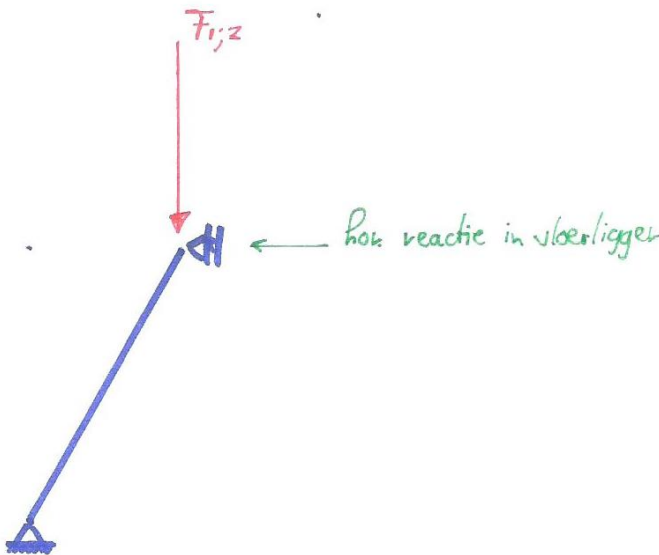
Een IPE 360 voldoet met

$$W_{y,el} = 904 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Doorbuiging is niet maatgevend bij deze ligger vanwege het tussensteunpunt.

Kolom 1a

De grootste normaalkracht zal optreden in kolom 1a. Het schema van deze kolom is:

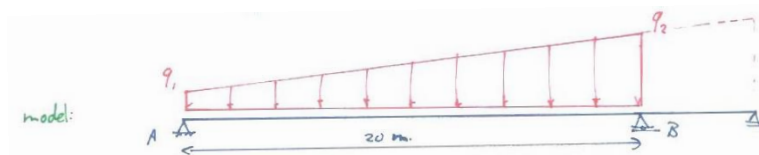


De belasting $F_{1,z}$ bestaat uit de oplegreacties van de vloerliggers van verdieping 15 en 16 en van de oplegreacties van de hoofd-dakliggers en van de rand-dakliggers 2a-2b.

Oplegreactie R_b uit verdieping 16:

$$q_{1,d} = 1,4 \cdot 15 = 21 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{2,d} = 4,9 \cdot 15 = 73,5 \text{ kN/m}^1$$

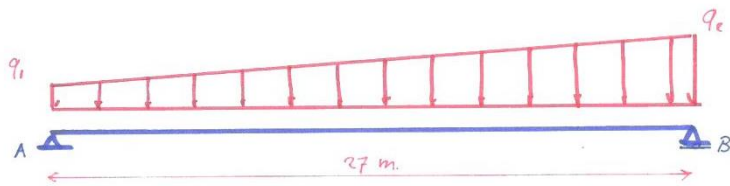


$$R_{b(\text{verd. 16})} = \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 20 + \frac{1}{3} \cdot (73,5 - 21) \cdot 20 = 560 \text{ kN}$$

Voor verdieping 15 wordt dezelfde waarde aangehouden:

$$R_{b(\text{verd. 15})} = \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 20 + \frac{1}{3} \cdot (73,5 - 21) \cdot 20 = 560 \text{ kN}$$

De reactie uit de hoofd-dakligger bedraagt:

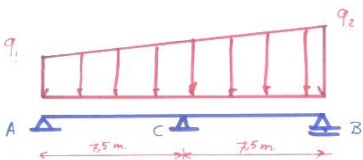


$$\begin{aligned} q_{1;k} &= 1,5 * (1,0 + 1,0) &= 3,0 \text{ kN/m}^1 \\ q_{2;k} &= 6,2 * (1,0 + 1,0) &= 12,4 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{1;d} &= 1,5 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 4,5 \text{ kN/m}^1 \\ q_{2;d} &= 6,2 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 18,4 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

$$R_b (\text{dakligger}) = \frac{1}{2} * 4,5 * 27 + \frac{1}{3} * (18,4 - 4,5) * 27 = 186 \text{ kN}$$

En uit dakligger 2a-2b:



$$\begin{aligned} q_{1;k} &= 6,2 * (1,0 + 1,0) &= 12,4 \text{ kN/m}^1 \\ q_{2;k} &= 8,8 * (1,0 + 1,0) &= 17,6 \text{ kN/m}^1 \\ q_{\text{gem};k} &= 7,5 * (1,0 + 1,0) &= 15,0 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{1;d} &= 6,2 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 18,4 \text{ kN/m}^1 \\ q_{2;d} &= 8,8 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 26,1 \text{ kN/m}^1 \\ q_{\text{gem};d} &= 7,5 * (1,32 * 1,0 + 1,65 * 1,0) &= 22,3 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

$$R_a (\text{dak}) = \frac{1}{2} * 22,3 * 7,5 = 84 \text{ kN}$$

$$\text{Dus } F_{1;z;d} = 560 + 560 + 186 + 84 = 1390 \text{ kN}$$

De kolom staat onder een hoek van 30° met de verticaal, zodat de normaalkracht $N_{x;d}$ in de kolom wordt:

$$N_{x;d} = 1390 / \cos(30^\circ) = 1600 \text{ kN}$$

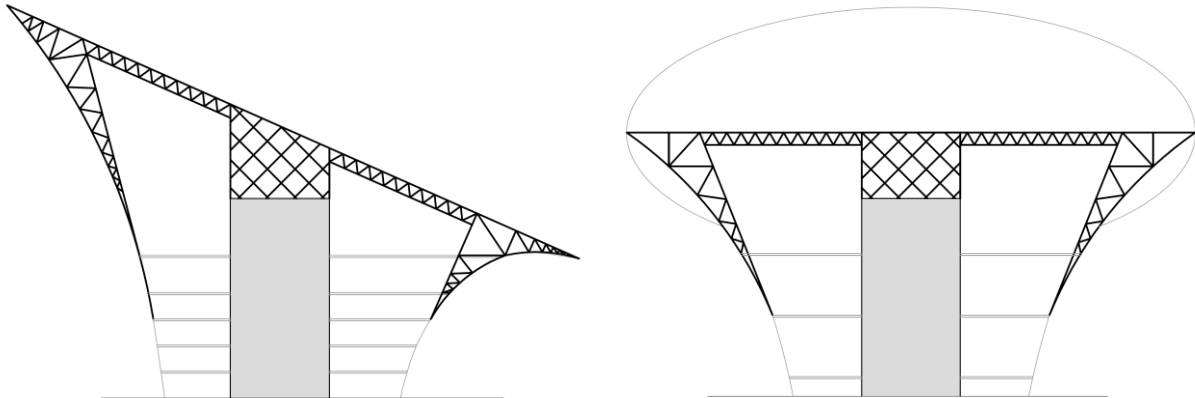
Er wordt van uitgegaan dat de kolom nagenoeg alleen wordt belast met een normaalkracht en dat de horizontaalkracht via de vloerliggers wordt afgevoerd naar de kern. Het benodigd staaloppervlak wordt:

$$A = 1,2 * 1600 * 10^3 / 275 = 7000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Neem } \varnothing 273/10 \text{ met } A = 8262 \text{ mm}^2$$

8.4. Stabiliteit

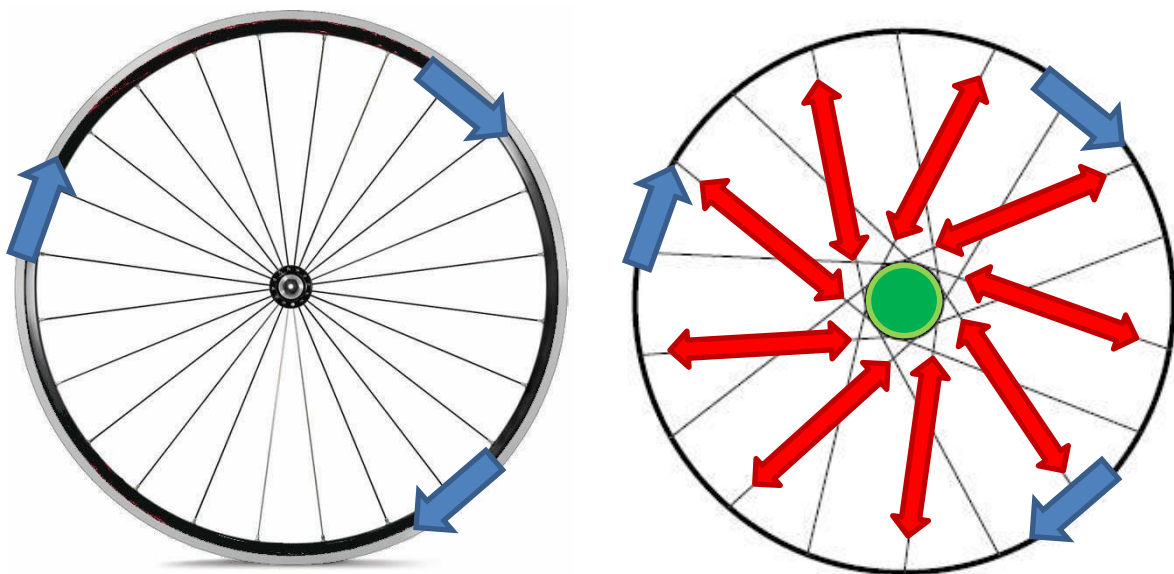
Alle kolommen worden op dezelfde wijze uitgevoerd als de maatgevende hoogste kolom. Globaal ziet dat er als volgt uit (Figuur 8.5):



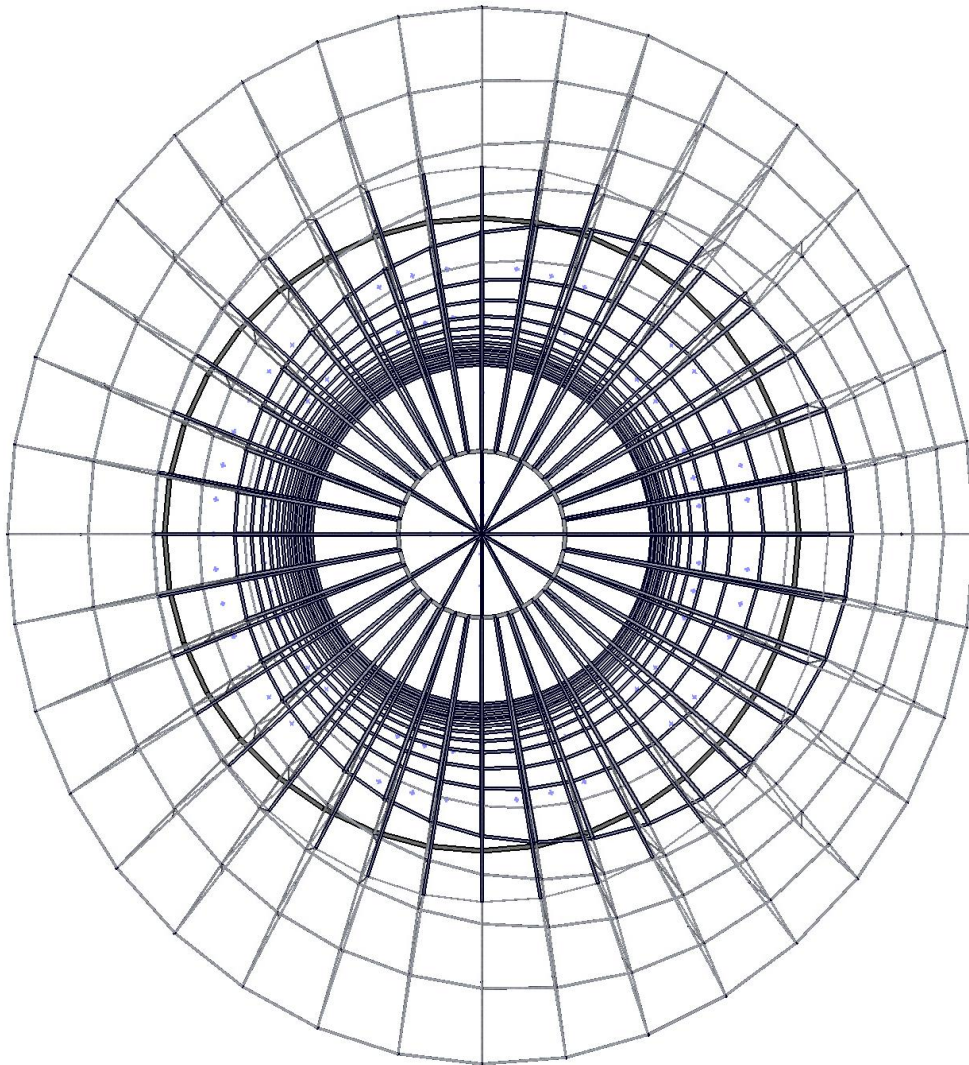
Figuur 8.5: Constructieschetsen top

De top wordt hiermee als het ware een tafelconstructie, waarbij de poten scharnierend op de basis staan. De horizontale verplaatsing wordt voornamelijk tegengegaan door de topconstructie te koppelen aan de kern.

Verder speelt bij deze top het gevaar van rotatie. Doordat alle dakliggers naar het middelpunt van de kern gericht zijn, kan geen rotatiemoment worden opgenomen. Dit kan worden vergeleken met een fietswiel (Figuur 8.6). Een oplossing kan zijn om de dakliggers kruislings te bevestigen. Dit is uitvoeringstechnisch echter lastig. Doordat de dakliggers, in tegenstelling tot spaken in een fietswiel, ook drukkrachten op kunnen nemen, is het een betere oplossing om het dakvlak af te kruisen. Ook kan de gevel worden afgekruist. Dit strookt echter niet met het onderliggende gevelbeeld en is uitvoeringstechnisch lastig vanwege de gebogen gevel.



Figuur 8.6: Principe fietswiel: radiaalspaken (links) en kruisspaken



Figuur 8.7: Bovenaanzicht gebouwtop

Er wordt voor gekozen om de dakbeplating als schijf uit te voeren. Op deze manier ontstaat één grote stijve schijf, zodat de stabiliteit van de top is gewaarborgd.

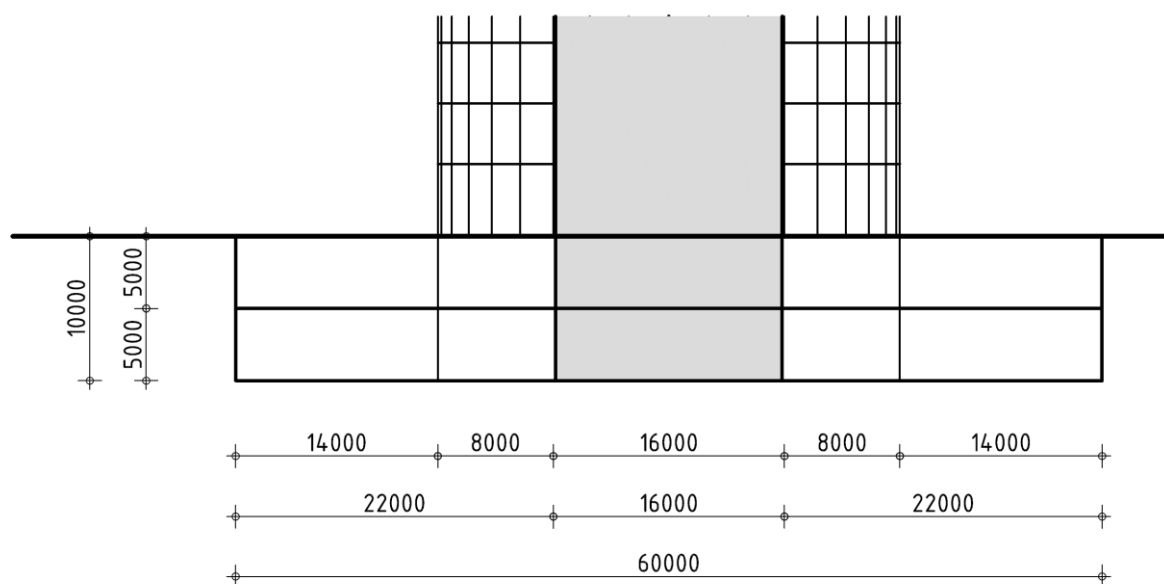
9. Uitwerking basis

9.1. Inleiding

Een essentieel onderdeel van het gebouw is de fundering. Allereerst moet de fundering in staat zijn om de verticale belastingen op te kunnen nemen. Daarbij moeten de verticale verplaatsingen acceptabel zijn. Ook moet de rotatiestijfheid van de fundering worden onderzocht. Een kleine rotatie van de fundering geeft aan de top op 110 meter al snel een grote verplaatsing. Deze aspecten worden in dit hoofdstuk uitgewerkt.

9.2. Overzicht fundering

In doorsnede ziet de fundering er als volgt uit:



9.3. Belastingen

In bijlage 1 is een overzicht van alle belastingen opgenomen. Deze belastingen zijn ingevoerd in het 3D-rekenmodel. Uit dit model is vervolgens af te lezen wat de som is van alle belastingen op de fundering.

9.4. Paal draagvermogen

Paaltype

Als eerste wordt een keuze gemaakt voor een paaltype. Er zijn veel verschillende paalsystemen in gebruik in Nederland. Grofweg vallen deze onder te verdelen in geprefabriceerde palen, in de grond gevormde, grondverwijderende palen en in de grond gevormde, grondverdringende palen.

Prefab betonpalen hebben een hoog draagvermogen en zijn relatief goedkoop. Het grootste nadeel van dit paaltype is de trillingsoverlast bij het inbrengen van de palen. Bij dit gebouw zijn palen met een zeer hoog draagvermogen vereist, en daardoor grote schachtmaten. Gezien de sonderingen kan het daardoor lastig worden om de palen op de vereiste diepte te slaan, omdat door hoger gelegen zandpakketten heen moet worden geslagen.

In de grond gevormde, grondverwijderende palen worden veel toegepast in situaties waarbij trillingen zoveel mogelijk moeten worden vermeden en waar de paalreacties niet te hoog zijn. Dit paaltype is in vergelijking met de in de grond gevormde, grondverdringende palen een goedkoop paaltype. Het nadeel bij dit paaltype is dat de uitkomende grond afgevoerd dient te worden. Deze grond kan mogelijk vervuild zijn. Een ander nadeel is het relatief lage draagvermogen en de relatief grote zakking.

In de grond gevormde, grondverdringende palen worden toegepast bij situaties waarbij trillingsoverlast ongewenst is en waar een hoog draagvermogen is benodigd. Het is een relatief duur paaltype.

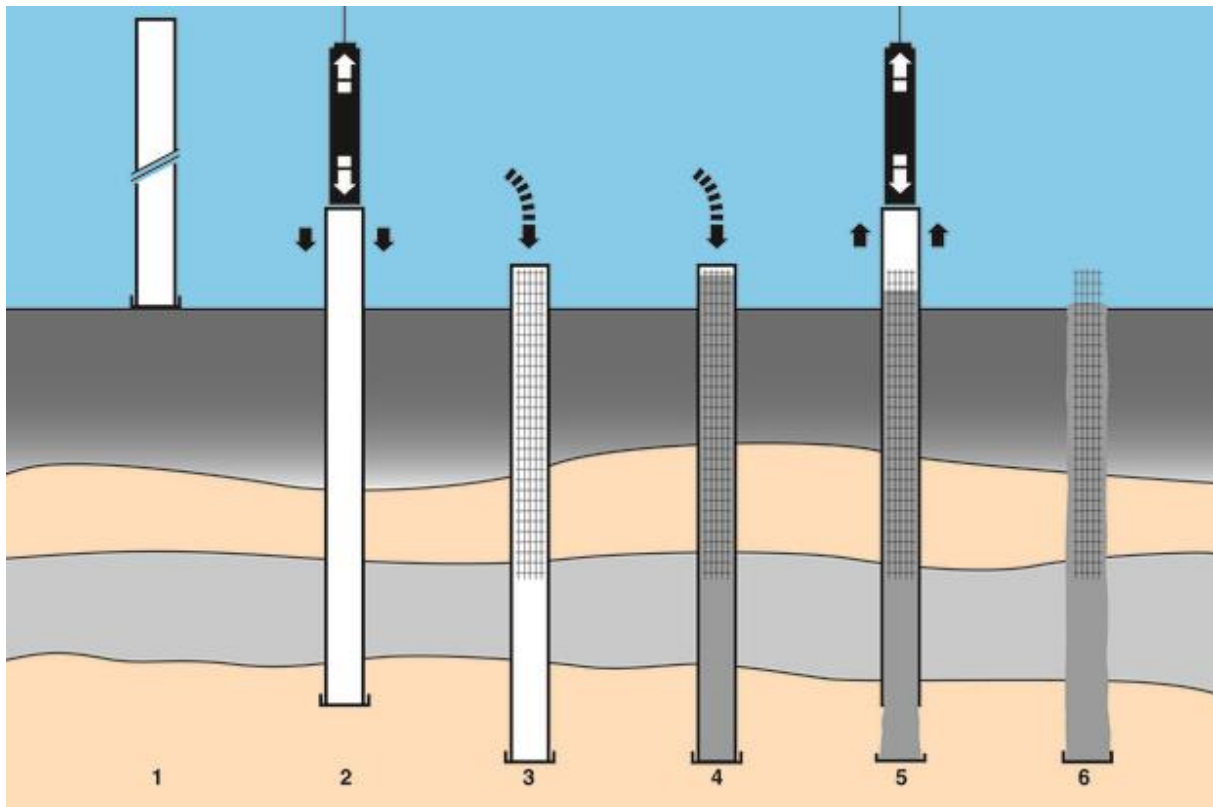
De belangrijkste criteria bij het kiezen van een paalsysteem zijn:

- Kosten
- Levertijd
- Trillings- en geluidshinder
- Invloed op belendingen
- Draagkracht
- Zakking
- Bereikbaarheid bouwplaats
- Paallengte en variabiliteit ondergrond
- Slappe bovenlagen

Verder is het belangrijk dat het paaltype in schoorstand aangebracht kan worden om grote kopmomenten in de palen en daarmee een horizontale verplaatsing tegen te gaan.

(Jansen, 2005)

Er wordt gekozen voor Vibropalen. Dit paaltype heeft een hoog draagvermogen, en heeft een hogere stijfheid dan grondverwijderende paalsystemen. Er wordt vanwege de sterke wisselingen in de ondergrond niet gekozen voor prefab betonpalen.



Figuur 9.1: Principe Vibro-paal (Vroom Funderingstechnieken)

1. Stalen heibuis, voorzien van voetplaat, op werkniveau.
2. Inheien heibuis tot het gewenste niveau met relevant heiblok.
3. Controle of de buis droog en vrij van verontreiniging is: op hoogte afhangen van wapening voorzien van afstandhouders.
4. Vullen met betonmortel.
5. De heibuis wordt heidend getrokken.
6. Eventueel afwerken op hoogte.

(Vroom Funderingstechnieken)

Paalfactoren

Om het paal draagvermogen te kunnen berekenen, zijn een aantal factoren benodigd. Deze zijn vermeld op de website van de leverancier van Vibropalen:

Paalpunt draagkrachtfactor

$$\alpha_p = 1,0.$$

$$\beta = 1,0 \text{ (bij de standaard buis/voetplaatafmetingen)}$$

Bij grotere voetplaatafmetingen moet een lagere factor in rekening worden gebracht.

Schachtwrijvingsfactor

$$\alpha_s = 0,014 \text{ (schokkend getrokken).}$$

$$\alpha_t = 0,012.$$

(Vroom Funderingstechnieken)

Sonderingen

Voor dit onderzoek wordt een willekeurig sonderingsrapport gebruikt. Als basis voor het berekenen van het paal draagvermogen geldt sonderingsrapport 160071 van Van der Straaten, d.d. 09-03-2016. Dit rapport bevat sonderingsgrafieken te Sluiskil.

Paal draagvermogen

Het paal draagvermogen wordt berekend in het computerprogramma TS/Palen verticaal. In dit programma kunnen de sonderingen digitaal worden ingelezen. Als eerste uitgangspunt wordt een paalbelasting van 3000 kN per paal aangehouden.

Uit de berekening volgt dat palen met schachtmaat Ø559 mm en een voetplaatafmeting van Ø660 mm een paal draagvermogen van ruim boven de 3000 kN bezitten. Voorlopig wordt dit paaltype aangehouden.

Paaltype:	Vibropaal
Paalschacht:	559 mm
Paalvoet:	660 mm
Paalpuntniveau:	- 26,0 meter t.o.v. NAP
Paallengte:	ca. 16 meter
Paal draagvermogen:	4380 kN (zie uitvoer TS/palen verticaal)

Translatie veerstijfheid

Om een realistisch model te verkrijgen, dienen te palen als verende steunpunten ingevoerd te worden in de software. Dit geeft een realistisch beeld van de verticale verplaatsingen en de rotatie van de fundering.

De veerstijfheid van een funderingspaal kan worden bepaald met:

$$k = (E * A) / L$$

met:

E = elasticiteitsmodulus beton (N/mm²)

A = oppervlakte paaldoorsnede (mm²)

L = paallengte (mm)

Bij bovengenoemde paal geeft dat een veerstijfheid $k = (20.000 * 245.422) / 16.000 = 307.000$ N/mm. Daarbij wordt geen rekening gehouden met de zakking van de paalvoet. Daarom wordt in de praktijk vaak de veerwaarde gehalveerd, zodat de veerwaarde ca. 150.000 N/mm wordt. (Keijzers, 2008)

Een andere methode is om de zakking te gebruiken die volgt uit de berekening van TS/palen verticaal. Daarin wordt gerekend met een paalbelasting van 3200 kN (geschat). Daarbij komt nog negatieve kleeft (440 kN). De zetting bestaat uit S1 en S2. S1 is de zetting die snel wordt bereikt. S2 is de zetting die door kruip van de ondergrond. Van belang is de zakking S1 omdat wind ook een kortdurende belasting is. De zetting door kruip wordt door alle palen ondergaan en heeft geen invloed op de rotatieveerstijfheid van de fundering. Met deze methode wordt de veerconstante: $k = F / \Delta l = 3640.000 / 48 = 76.000$ N/mm.

Deze waarde is de helft van de andere waarde. Om deze grote verschillen te ondervangen wordt gekozen om twee rekenmodellen te hanteren. Het eerste model met een lage veerstijfheid, en het tweede model met een hoge veerstijfheid.

Niet elke paal heeft dezelfde veerwaarde. De palen werken als paalgroep op de ondergrond, waardoor een vrijwel gelijkmatige spanning op de ondergrond ontstaat. Naarmate men dieper komt, zal de spanning op de ondergrond zich naar buiten toe spreiden en daardoor afnemen. In het midden van de paalgroep kan de spanning op de ondergrond zich niet spreiden. Hierdoor is de zakking in het midden van een paalgroep altijd meer dan aan de buitenkant. Voor het berekenen van de zakking van een paalgroep bij een groot gebouw moet de ondergrond tot twee keer de gebouwdiameter worden onderzocht. (Jansen, 2005)

Voor een praktische benadering kan voor de middenpalen een veerstijfheid van 100% worden aangehouden. Door deze op te laten lopen in veerstijfheid naar buiten toe, wordt de werkelijkheid nagebootst. Voor de buitenste palen wordt een veerstijfheid van 130% gehanteerd. Daartussen wordt een paalzone aangehouden met veerwaardes van 115%.

Rotatieveerstijfheid

De rotatieveerstijfheid van de fundering wordt bepaald volgens:

$$C = k \sum d^2$$

Hierin is k de veerstijfheid van de funderingspalen en d de afstand tussen een funderingspaal en de neutrale as van de paalgroep. (Hoenderkamp, 2002)

Voor dit project is de berekening van de rotatieveerstijfheid niet perse noodzakelijk omdat de 3D-rekensoftware kan rekenen met verende ondersteuning. Voor een snelle handmatige controle van dit model is het echter wel zinvol om dit te doen.

9.5.Funderingsplaat

Om zettingsverschillen en doorponsen van palen of kolommen/wanden te voorkomen en de belasting gelijkmatig verspreid naar de ondergrond over te brengen wordt bij hoogbouw in het algemeen een dikke funderingsplaat toegepast. Hierbij moet worden gedacht aan vloerdiktes van ca. 2 meter. Bij dit gebouw wordt gekozen voor een plaatdikte van 2 meter. Indien uit het model blijkt dat een dikkere vloer gewenst is, wordt gekozen voor een dikkere plaat.

9.6. Paalconfiguratie

Uit het 3D-rekenmodel kunnen de totale verticale belastingen worden afgelezen. Als deze bekend zijn en het paal draagvermogen is bekend, kan het aantal benodigde palen worden bepaald. De verticale belastingen die volgen uit het 3D-model zijn als volgt:

Verticale belastingen

De som van de verticale belastingen is af te lezen in onderstaande afbeelding in de kolom 'F_z'.

Ongebalanceerde belastingen

	Naam	Krachten	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	eigen gewicht	E	0	0	-276600	-7	1229	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
2	permanent	E	0	0	-105150	-300	74133	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
3	momentaan	E	0	0	-39978	-122	32618	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
4	extreem	E	0	0	-55596	-405	101513	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
6	extreem lokaal	E	0	0	-20956	0	6185	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
5	wind x+	E	7508	1	12457	-57	564161	-9
		UNB	0	0	0	0	0	0

Figuur 9.2: Overzicht totale belastingen

De rekenwaarde van de verticale belasting bedraagt:

$$Q_{z;\max;d} = 1,32 (276.600 + 105.150) + 1,65 * 55.596 = 595.643 \text{ kN} \rightarrow \text{neem } 600.000 \text{ kN.}$$

Verdeling palen

Nu de verticale belasting en het paal draagvermogen bekend zijn, kunnen de palen onder de fundering worden geprojecteerd. Daarbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de palen niet volledig uitgenut kunnen worden doordat niet elke paal evenveel belasting op zal nemen. Verder moet rekening worden gehouden met een extra belasting vanuit de wind. Eventueel gunstig werkende belasting vanuit grondwater wordt buiten beschouwing gelaten. Er wordt uitgegaan van Vibro-palen 559 (660) met een paalpuntniveau van -26,0 meter t.o.v. NAP.

$$\text{Rekenwaarde verticale belasting} \quad Q_{z;\max;d} = 600.000 \text{ kN}$$

$$\text{Rekenwaarde paal draagvermogen} \quad R_{c;\text{netto};d} = 4380 \text{ kN}$$

$$\text{Aantal benodigde palen:} \quad 600.000 / (0,70 * 4380) = 196 \text{ st.} \rightarrow \text{ca. } 200 \text{ palen}$$

Bij de paalconfiguratie moet er naar worden gestreefd dat het zwaartepunt van de paalgroep nabij het zwaartepunt van de belasting ligt. Het zwaartepunt van de belasting kan worden bepaald uit de tabel 'Ongebalanceerde belastingen' (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

In deze tabel is te zien dat M_x relatief klein is. Deze waarde hoort eigenlijk zelfs gelijk aan nul te zijn doordat het gebouw in die richting symmetrisch is. Het zwaartepunt ligt dus op de X-as. In de andere richting kan het zwaartepunt worden bepaald doordat geldt:

$$M_y = F_z * a_x$$

$$F_{z;k;\text{totaal}} = 275.435 + 105.150 + 55.596 = 436.181 \text{ kN}$$

$$M_{y;k;\text{totaal}} = 10.467 + 74.122 + 101.513 = 186.102 \text{ kNm}$$

$$a_x = 186.102 / 436.181 = 0,43 \text{ m}$$

Het zwaartepunt van de belasting ligt dus nagenoeg in het hart van de betonkern, zodat een symmetrisch paalraster kan worden ontworpen.

10. 3D-model

10.1. Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken zijn met behulp van globale handberekeningen de belangrijkste onderdelen van de hoofddraagconstructie bepaald. Nu deze bekend zijn, wordt met deze gegevens een 3D-rekenmodel aangemaakt in het EEM-programma AxisVM. Met dit programma kunnen de verplaatsingen en de paalreacties goed in beeld worden gebracht. Het is zelfs mogelijk om de staalprofielen te toetsen en de benodigde wapening te laten berekenen. Dit valt echter buiten de kaders van dit onderzoek. In dit onderzoek wordt eerst een overzicht gegeven van het rekenmodel. Vervolgens worden de ingevoerde belastingen beknopt getoond. De resultaten van de berekening worden in het volgende hoofdstuk gegeven.

10.2. Overzicht

10.3. Gehanteerde belastingen

In het programma zijn de volgende belastinggevallen met de bijbehorende veiligheidsfactoren gehanteerd:

Belastinggevallen

	Naam	Groep	Groepstype
1	eigen gewicht	PB	Permanent
2	permanent	PB	Permanent
3	momentaan	VB	Veranderlijk
4	extreem	VB	Veranderlijk
5	extreem lokaal	VB	Veranderlijk
6	wind x+	WIND	Veranderlijk

Naam: Naam belastinggeval; Groep: Belastinggroep; Groepstype: Belastinggroep type;

Belastinggroepen (Eurocode-NL)

	Groep	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additive
1	PB	Permanent	1,490	0,900	0,889					✓
2	VB	Veranderlijk				1,650	0,500	0,500	0,300	–
3	WIND	Veranderlijk				1,650	0	0,200	0	–

Groep: Belastinggroep; $\gamma_{G,sup}$: Veiligheidsfactor bovengrens; $\gamma_{G,inf}$: Veiligheidsfactor ondergrens; γ : Veiligheidsfactor; Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 : Psi factor; Additive: Gelijktijdige belastinggevallen;

Een overzicht van de gehanteerde belastingen is te vinden in bijlage 1. Het eigen gewicht van de draagstructuur wordt automatisch door de software gegenereerd.

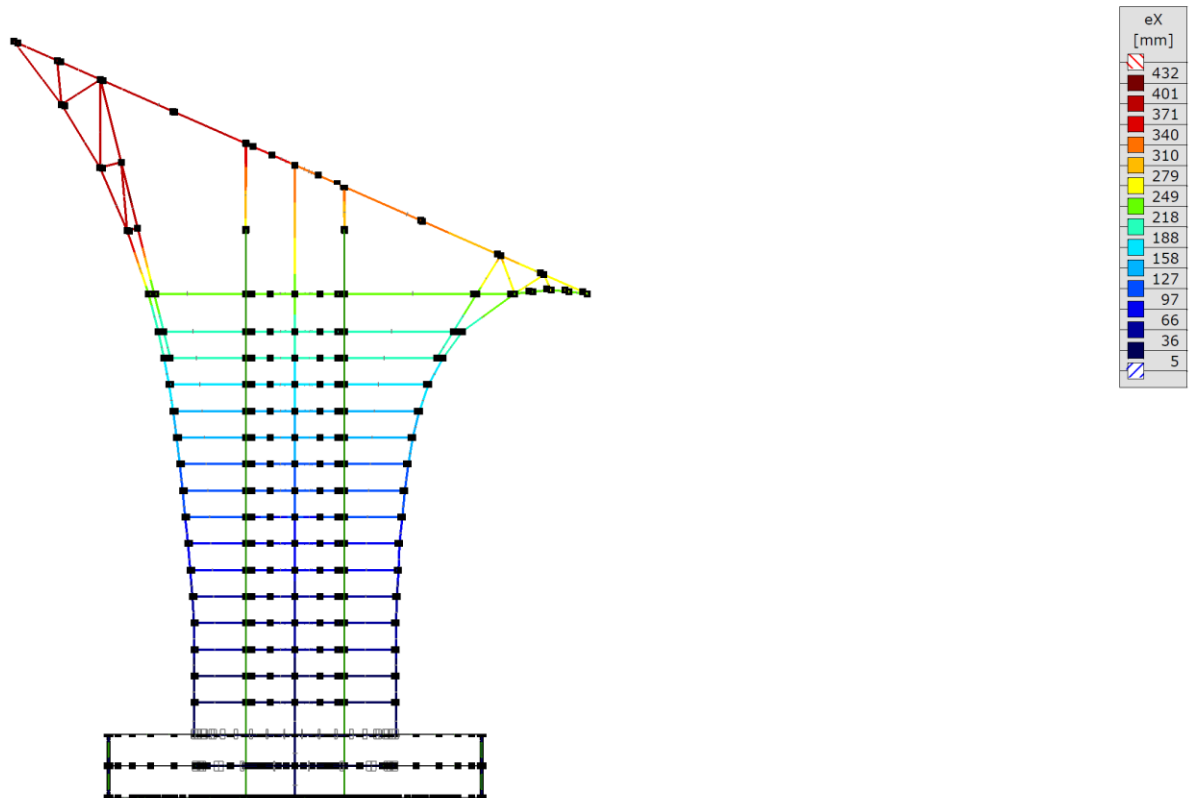
11. Resultaten

11.1. Inleiding

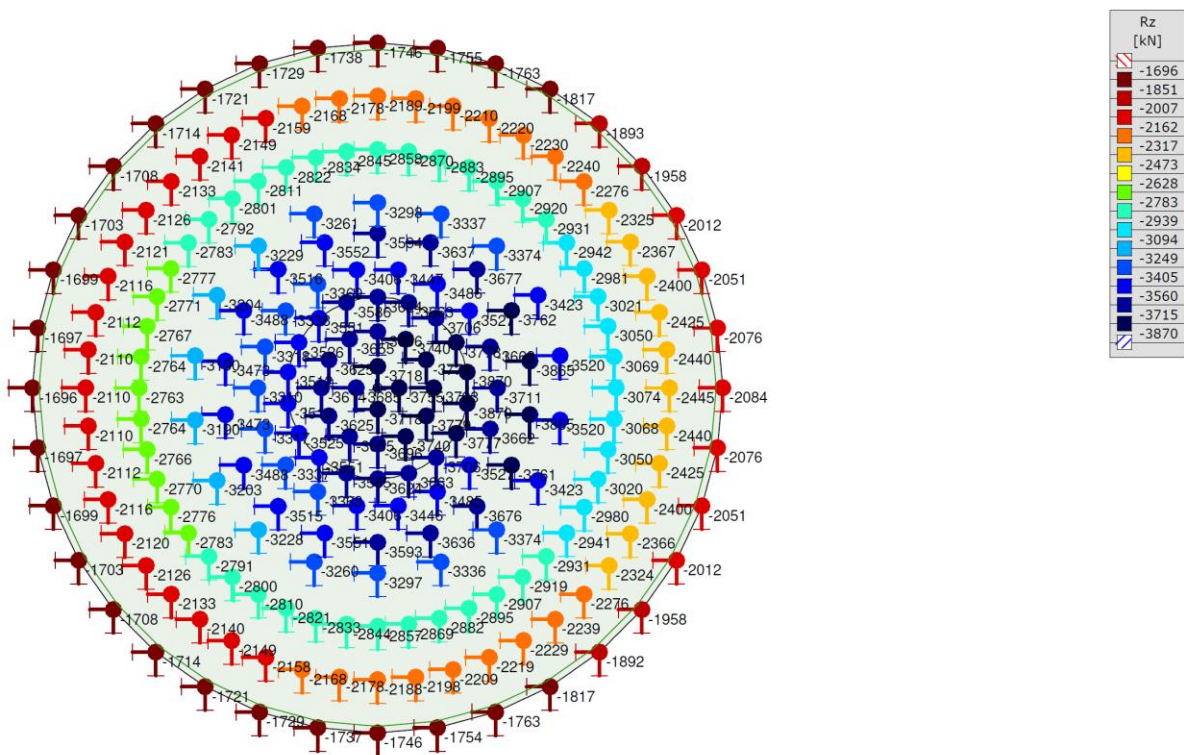
In dit hoofdstuk worden enkele van de belangrijkste resultaten uit de 3D-berekening getoond. Het gaat daarbij om de horizontale verplaatsing en de paalreacties.

11.2. Resultaten

Horizontale verplaatsing e_x



Maximale paalreacties R_z



12. Discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten uit de 3D-berekening vergeleken met de handberekeningen. Daarbij wordt naar een verklaring gezocht wanneer er verschillen te zien zijn.

Horizontale verplaatsing

De maximaal toegestane verplaatsing aan de gebouwtop bedraagt:

$$1/500 \times 110 = 220 \text{ mm}$$

De maximaal optredende verplaatsing aan de gebouwtop bedraagt:

$$432 \text{ mm}$$

Dit is bijna twee keer zoveel als is toegestaan. Er zijn diverse redenen aan te wijzen die een mogelijke oorzaak van deze grote verplaatsing kunnen zijn.

1. De rotatieveerstijfheid van de fundatie is te slap. Er is in dit model gerekend met een basisveerstijfheid van 76.000. Deze veerstijfheid volgde uit de paalberekening in Technosoft/Palen Verticaal. De andere methode leverde een paalveerstijfheid van 150.000 op. Een twee keer zo stijve veer. Hier zit dus een belangrijke reden voor de grote verplaatsing aan de top.
2. Verder zien we de verplaatsing vanaf verdieping 16 tot aan de top sterk toenemen. Kennelijk is de topconstructie onvoldoende stijf. We zien de grote verplaatsing ook tot boven de kern doorgaan. Dit houdt in dat de stalen buisconstructie op de kern niet stijf genoeg is. Deze dient te worden verstevigd, of er moet voor worden gekozen om de betonkern tot aan het dak door te laten lopen.
3. Mogelijk kunnen ook invoerfouten aan deze uitslag ten grondslag liggen. Het invoeren van een dergelijk complex model is zeer foutgevoelig.

Maximale paalreacties

Het paal draagvermogen is berekend op maximaal $R_{c,netto;d} = 4380 \text{ kN}$

De maximale paalreactie bedraagt 3870 kN.

De gekozen paalconfiguratie voldoet dus. Er kan voor worden gekozen om de lager belaste palen langs de randen van de kelder lichter uit te voeren. Dit heeft echter weer gevolgen voor de rotatiecapaciteit van de gehele fundering, en is daarom af te raden.

13. Conclusies en aanbevelingen

De hoofdvraag luidde:

Op welke wijze dient de hoofddraagstructuur van het Wuhan New Energy Institute te worden ontworpen, rekening houdend met Nederlandse normen en regelgeving, waarbij architectuur en constructie samensmelten tot een integraal ontwerp?

In het vorige hoofdstuk is geconstateerd dat het gebouw onvoldoende stijfheid heeft in horizontale richting. Daarmee voldoet het gebouw op dit moment nog niet aan de Nederlandse normen en regelgeving. De palen voldoen wel op sterkte.

Een belangrijk onderdeel in de stijfheid van een gebouw wordt gevormd door de fundering. Met behulp van een vuistregel is vervolgens de translatieveerstijfheid bepaald van de funderingspalen. In de praktijk worden bij dergelijke bouwwerken echter nauwkeurige berekeningen gemaakt van de te verwachten zakkingen van de ondergrond en de veerstijfheid van de palen. Wanneer deze gegevens bekend zijn, kan een veel nauwkeurigere berekening en inschatting van de te verwachten verplaatsing worden gemaakt.

Doordat ik dit onderzoek alleen heb uitgevoerd in de rol van constructeur, ontbrak het samenwerken in teamverband om tot een integrale oplossing te komen. Ik heb geprobeerd om het ontwerp zoveel mogelijk te respecteren bij het ontwerpen van de draagstructuur. Voor een goed totaalontwerp is een grondige samenwerking tussen architect en ingenieurs echter van groot belang.

Dit onderzoek heeft een voorlopig ontwerp van de draagstructuur opgeleverd. Deze vormt een goede basis om tot een definitief model te komen. Daarbij zijn nauwkeurige gegevens van de ondergrond van groot belang. Verder dienen in samenspraak met de architect een aantal keuzes te worden gemaakt. Een keuze bijvoorbeeld voor het stijver maken van de topconstructie.

Het antwoord op de hoofdvraag is:

De hoofddraagstructuur van het Wuhan New Energy Institute is in grote lijnen opgezet. Kennis van een geotechnisch adviseur en een innige samenwerking met de architect is echter nodig om tot een definitief integraal ontwerp te komen.

14. Referenties

Dit onderzoeksrapport maakt deel uit van het afstudeeronderzoek. Het afstudeeronderzoek bevat de volgende referentiedocumenten:

- Portfolio met daarin:
 - o POP
 - o PAP
 - o Zelfbeoordeling
 - o Bewijslast verworven beroeps- en onderzoekscompetenties
- Onderzoeksvoorstel
- Onderzoeksrapport
- Afstudeerpresentatie

15. Bibliografie

- Ali, M. M., & Moon, K. S. (2007). Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future Prospects. *Architectural Science Review*, Vol. 50.3, p205-223.
- Briedé, K. &. (2000). *Tabellen voor bouw- en waterbouwkunde*. Utrecht/Zuthphen: ThiemeMeulenhoff.
- Briswarenhuis. (2012, 02 28). *Eurocodes in Nederland*. Opgeroepen op 05 20, 2016, van Briswarenhuis: <http://www.briswarenhuis.nl/docs/norm/hb-eurocodes>
- Cement en Beton Centrum. (sd). *Vervormingseigenschappen beton*. Opgeroepen op 05 20, 2016, van Cement en Beton Centrum: <http://www.cementenbeton.nl/materiaal/materiaaleigenschappen/vervormingseigenschappen>
- Dutch Engineering. (2016). *pagina 'Ontwerpen'*. Opgehaald van Website Dutch Engineers: <http://www.dutchengineering.nl/Nederlands/page/Website/Ontwerpen-onze-totaaldienstverlening/e/pm/80/>
- Hoenderkamp, J. (2002). Kritische belastingen van stabiliteitselementen. *Bouwen met staal*(167), p. 46-51.
- Jansen, H. J. (2005). *Jellema 2 Onderbouw*. Utrecht/Zutphen: ThiemeMeulenhoff.
- Kamerling, M., & Kamerling, J. (2004). *Jellema 9: Utiliteitsbouw*. Utrecht/Zutphen: ThiemeMeulenhoff.
- Keijzers, V. (2008, November). *Stabiliteitselementen van beton*. Vlissingen: Hogeschool Zeeland.
- MCB Nederland. (2006). *Buisprofielen voor staalconstructies*. Valkenswaard.
- Nationaal Convenant Hoogbouw. (2012, Oktober). *NTA 4614-3 (nl) Convenant hoogbouw - Deel 3: Constructieve veiligheid*. Delft.
- NEN-shop. (2012). Opgeroepen op februari 20, 2016, van Website van NEN: <https://www.nen.nl/NEN-Shop/Norm/NTA-461432012-nl.htm>
- Revekar, A. (2013, Mei 04). *High-rise structural systems*. Opgeroepen op Mei 03, 2016, van slideshare: <http://www.slideshare.net/aks254447/highrise-structural-systems>
- Vroom Funderingstechnieken. (sd). *Producten - Vibropalen type HBF*. Opgeroepen op 05 20, 2016, van Vroom Funderingstechnieken: <http://www.vroom.nl/nl/products/8-vibropalen-type-hbf>

16.Bijlagen

Bijlage 1: Gewichtsberekening

Bijlage 2: Ontwerpberekening Staalplaatbetonvloer

Bijlage 3: Uitvoer AxisVM

Bijlage 4: Sonderingen

Bijlage 5: Uitvoer TS/palen verticaal

Bijlage 1

Gewichtsberekening

Lessenaarsdak				1,00 kN/m ²	1,00 kN/m ² 0,56 kN/m ²
	sneeuw				
Stalen dakplaat		0,15 kN/m ²			
isolatie + dakbedekking		0,10 kN/m ²			
plafond en installaties		0,35 kN/m ²			
zonnepanelen		0,40 kN/m ²			
sneeuw	ψ = 0,00 μ ₁ = 0,80 s _k = 0,70 kN/m ²				
personen en materieel		1,00 kN/m ²			
Staalplaatbetonvloeren (kantoor)				4,50 kN/m ²	3,00 kN/m ² ψ ₀ = 0,50 1,50 kN/m ²
Comflor 210 (totale dikte: 300mm)					
betonvolume =	131 mm	3,25 kN/m ²			
afwerkvloer	d = 50 mm	1,00 kN/m ²			
plafond en installaties		0,25 kN/m ²			
variabele vloerbelasting	ψ = 0,5	2,50 kN/m ²			
lichte scheidingswanden		0,50 kN/m ²			
Staalplaatbetonvloeren (bijeenkomst)				4,50 kN/m ²	5,00 kN/m ² ψ ₀ = 0,25 1,25 kN/m ²
Comflor 210 (totale dikte: 300mm)					
betonvolume =	131 mm	3,25 kN/m ²			
afwerkvloer	d = 50 mm	1,00 kN/m ²			
plafond en installaties		0,25 kN/m ²			
variabele vloerbelasting	ψ = 0,25	5,00 kN/m ²			
Betonvloer begane grondvloer				2,00 kN/m ²	5,00 kN/m ² ψ ₀ = 0,25 1,25 kN/m ²
beton	d = 400 mm	door software			
afwerkvloer	d = 100 mm	2,00 kN/m ²			
variabele vloerbelasting	ψ = 0,25	5,00 kN/m ²			
Betonvloer verdieping -1				0,00 kN/m ²	5,00 kN/m ² ψ ₀ = 0,70 3,50 kN/m ²
beton	d = 400 mm	door software			
variabele vloerbelasting (verkeer)	ψ = 0,70	5,00 kN/m ²			
Betonvloer verdieping -2				0,00 kN/m ²	5,00 kN/m ² ψ ₀ = 0,70 3,50 kN/m ²
beton	d = 2000 mm	door software			
variabele vloerbelasting (verkeer)	ψ = 0,70	5,00 kN/m ²			
Wand betonkern	d = 300 mm	door software		0,00 kN/m ²	
Kelderwand beton	d = 400 mm	door software		0,00 kN/m ²	
Vliesgevel				0,75 kN/m ²	
Glas + achterconstructie		0,75 kN/m ²			

Berekening extreme stuwdruk

Referentieperiode	:	50	jaar
Gebied	:	2	
Terrein categorie	:	II	onbebouwd
z	:	110	m

v_b	:	27 m/s
$v_{b(red)}$	:	27,0 m/s
ρ_{lucht}	:	1,25 kg/m ³
z_{reken}	:	110 m
z_{min}	:	4 m
z_0	:	0,2 m
k_r	:	0,209

$c_r(z)$	:	1,321
$c_0(z)$	:	1
$v_m(z)$	:	35,669
σ_v	:	5,653
$l_v(z)$	:	0,158

$q_p(z)$	:	1677 N/m ²
----------	---	-----------------------

WIND OP CIRKELVORMIGE CILINDER | ALGEMEEN

grootheid	symbol	waarde	artikel	uitdrukking	formule
Reynoldsgetal basis	Re	: 1,11E+08	7.9.1 (1)	7.15	
Reynoldsgetal top	Re	: 2,07E+08	7.9.1 (1)	7.15	$Re_{\phi} = \frac{b \cdot v(z_g)}{v}$
Gebouwhoogte	h	: 110 m			
Diameter basis	b	: 32 m			
Diameter top	b	: 60 m			
Beschouwde hoogte	ze	: 110 m			
Extreme stuwdruk op hoogte ze	qp (ze)	: 1677 N/m ²			
Piekwindsnelheid	v(ze)	: 51,80 m/s	7.9.1 (4)	fig. 7.27	$v^* = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}}$
Kinematische viscositeit van de lucht	v	: 0,000015 m ² /s	7.9.1 (1)		
Dichtheid van de lucht	ρ	: 1,25 kg/m ³			
Uitwendige drukcoëfficiënt (met eindeffecten)	C _{pe}	: variabel	7.9.1 (2)	7.16	$C_{pe} = C_{p,0} \cdot \psi_{\lambda\alpha}$
Uitwendige drukcoëfficiënt (zonder eindeffecten)	C _{p,0}	: variabel	7.9.1 (3)	fig. 7.27	
Effectieve slankheid	λ _{basis}	: 2,41	7.13 (2)		kleinste waarde van:
Effectieve slankheid	λ _{top}	: 1,28	7.13 (2)		λ = 0,7 ℓ/b of λ = 70
(Voor cirkelvormige cilinders: voor ℓ ≥ 50 m: neem kleinste van λ = 0,7 ℓ/b of λ = 70)					
Volheidsgraad (volledig gesloten gevel)	φ	: 1	7.13 (3)		
Eindeffectfactor voor 0° ≤ α ≤ α _{min}	ψ _{λa}	: 1	7.9.1 (4)	7.17	$\psi_{\lambda\alpha} = 1$
Eindeffectfactor voor α _{min} ≤ α ≤ α _A	ψ _{λa}	: variabel	7.9.1 (4)	7.17	
Eindeffectfactor voor α _A ≤ α ≤ 180°	ψ _{λa}	: 0,63	7.9.1 (4)	7.17	$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda\alpha} + (1 - \psi_{\lambda\alpha}) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_A - \alpha_{\min}}\right)\right)$
Eindeffectfactor	ψ _{λ,basis}	: 0,64	7.13 (2)	fig. 7.36	$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda\alpha}$
Eindeffectfactor	ψ _{λ,top}	: 0,61	7.13 (2)	fig. 7.36	
Eindeffectfactor	ψ _{λa,gen}	: 0,63			
Gehanteerd Reynoldsgetal	Re	: 1,E+07			
positie minimale druk	α _{min}	: 75 °	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
minimale drukcoëfficiënt	C _{p0,min}	: -1,5	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
positie van de stromingsafscheiding	α _A	: 105 °	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
basisdrukcoëfficiënt	C _{p0,h}	: -0,8	7.9.1 (4)	tab. 7.12	
Netto uitwendige drukcoëfficiënt (met eindeffecten)	C_{pe(x),netto}	: 0,46	(zie blad "WIND OP CIRKELVORMIGE CILINDER UITWERKING C _{pe(x),netto} ")		

WIND OP CIRKELVORMIGE CILINDER | UITWERKING Cpe(x);netto

cirkelsegment	hoek tov X-as	hoek van segment tov X-as	Uitwendige drukcoëfficiënt (zonder eindeffecten)	Eindeffect- factor	Uitwendige drukcoëfficiënt (met eindeffecten)	gem. uitwendige drukcoëfficiënt per segment (met eindeffecten)	gem. uitwendige drukcoëfficiënt per segment evenwijdig aan windrichting (met eindeffecten)
nr.	α	α	$C_{p0} (Re=10^7)$	$\Psi_{\alpha\alpha}$	C_{pe}	$C_{pe, \text{gem}}$	$C_{pe, \text{gem}} (x)$
	0 °		1,00	1,00	1,00		
1	10 °	5 °				0,93	0,92
2	20 °	15 °	0,85	1,00	0,85	0,70	0,68
3	30 °	25 °	0,55	1,00	0,55	0,33	0,29
4	40 °	35 °	0,10	1,00	0,10	-0,15	-0,12
5	50 °	45 °	-0,40	1,00	-0,40	-0,63	-0,44
6	60 °	55 °	-0,85	1,00	-0,85	-1,03	-0,59
7	70 °	65 °	-1,20	1,00	-1,20	-1,34	-0,57
$\alpha_{\min}$ 8	75 °		-1,48	1,00	-1,48		
	80 °	75 °	-1,50	1,00	-1,50	-1,48	-0,38
9	90 °	85 °	-1,48	0,99	-1,46	-1,33	-0,12
10	100 °	95 °	-1,35	0,89	-1,20	-0,96	0,08
α_A 11	105 °		-1,00	0,72	-0,72		
	110 °	105 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,61	0,16
12	120 °	115 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,21
13	130 °	125 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,29
14	140 °	135 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,35
15	150 °	145 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,41
16	160 °	155 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,45
17	170 °	165 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,48
18	180 °	175 °	-0,80	0,63	-0,50	-0,50	0,50

2,61 = Cpe(x);180°
5,22 = Cpe(x);totaal = 2 x Cpe(x);180°

24,46 = Fw;x;totaal = Cpe(x);totaal * (1/36) * pi() * D * qp(ze)

gewenste formulevorm: Fw;x;totaal = Cpe(x);netto * D * qp(ze)

0,456 = Cpe(x);netto = Cpe(x);totaal * (1/36) * pi()

[illegible]

Bijlage 2

Ontwerpberekening Staalplaatbetonvloer

Ontwerpprogramma Staalplaat-betonvloeren

Versie 3.04 - Januari 2016

Gegevensinvoer

Algemeen - Vloer:

Overspanning - de overspanning en/of de vloerdikte moet gegeven zijn
Vloerdikte - de overspanning en/of de vloerdikte moet gegeven zijn
Aantal velden die één staalplaat tijdens de constructiefase overspan
Aantal velden die een SPBV in gereede toestand overspan (gelijke overspanning)
Vloer onderdeel staal-betonligger - deuels op ligger
Brandwerendheid van de vloer (brand van onder naar boven)

6000	mm
1-velds - Uitvoeringsfase	mm
1-velds - Gebruiksfase	
Deuels op ligger	
90 minuten	
30mm	mm
0,25	kN/m ²
1,25	kN/m ²
5,00 kN/m ² - C3 - Bijeenkomst ruimten	kN/m ²
1 kN/m = 0,5 kN/m ²	kN/m ²
5,50	kN/m ²

Permanente belasting:

Cement gebonden afwerklaag
Plafond en leidingen
Som permanente belasting G:

Nuttige belasting:

Opgelegde belasting
Lichte scheidingwanden: 1-2-3 kN/m¹ = 0,5/0,8/1,2 kN/m²
Som nuttige belasting Q:

Resultaten

Staalplaat		ComFlor 46	ComFlor 51+	ComFlor E60	ComFlor 75	ComFlor 95	ComFlor 100	ComFlor 210	ComFlor 225
Plaatdikte	mm	0,90 1,20	0,90 1,20	0,90 1,20	0,90 1,20	0,90 1,20	0,90 1,20	1,00 1,25	1,25
Stempelvrije ontwerpen									
Maximale overspanning	mm	-	-	-	-	-	-	-	-
Minimale vloerdikte	mm	-	-	-	-	-	-	-	-
Betonvolume	l/m ²	-	-	-	-	-	-	-	-
Eigen gewicht	kN/m ²	-	-	-	-	-	-	-	-
Prijsnivo	%	-	-	-	-	-	-	-	-
Gestempelde ontwerpen									
Maximale overspanning	mm	-	-	-	-	-	6000	6000	6000
Minimale vloerdikte	mm	-	-	-	-	-	210	290	300
Betonvolume	l/m ²	-	-	-	-	-	150	121	140
Eigen gewicht	kN/m ²	-	-	-	-	-	3,69	2,98	3,48
Prijsnivo	%	-	-	-	-	-	102%	100%	115%
= Stempelvrij ontwerp = Voordeligste ontwerp = Gestempeld ontwerp = Lichtste ontwerp									



Ontwerpkeuzes & toelichting

Keuzes tijdens het ontwerpen

Stempelvrij versus gestempeld ontwerp

De voordelen van een stempelvrij ontwerp zijn duidelijk. Toch kan overwogen worden te kiezen voor een gestempeld ontwerp. Bij gestempelde ontwerpen zijn grotere overspanningen mogelijk. Bij gestempelde ontwerpen is het vaker mogelijk de dunneren en dus voordeligere staalplaat toe te passen dan bij stempelvrije ontwerpen.

Gestapeld versus geïntegreerd ontwerp

Vloeren met een vloerdikte tot 200 mm (ComFlor 46 tot 100) worden vaak gestapeld uitgevoerd. De vloer wordt op de stalen liggers aangebracht. Hoge staalplaat-betonvloeren (ComFlor 210-225) hebben een grotere vloerdikte waardoor bij een gestapelde uitvoering de constructiehoogte groot is. Hoge staalplaat-betonvloeren worden daarom vaak op geïntegreerde liggers aangebracht.

Naast een gestapelde of een geïntegreerde uitvoering is het ook mogelijk de liggers gedeeltelijk te integreren. Hiervoor wordt aan de liggers hulpstaal gelast. De ligger groeit in dat geval gedeeltelijk onder vloer uit.

Stalen versus staal-betonliggers

Met uitzondering van de ComFlor 100 zijn alle lage staalplaat-betonvloeren (ComFlor 46 tot 95) geschikt om de vloer met deuels te verbinden met de stalen liggers. Hierdoor ontstaat een staal-betonligger. Ten opzichte van de eigenschappen van de stalen ligger neemt door de samenwerking de sterkte en stijfheid toe.

Beloopbaarheid

Bij een beloopbaar ontwerp worden eventueel aan te brengen stempels pas aangebracht nadat de staalplaat en de wapening zijn aangebracht. Bij niet beloopbare (gestempelde) ontwerpen zijn grotere overspanningen mogelijk dan bij beloopbare (gestempelde) ontwerpen. **Dutch Engineering** adviseert om altijd te kiezen voor een beloopbaar ontwerp. Tijdens het aanbrengen van de staalplaat en de wapening zijn de stempels dan nog niet nodig. Hierdoor wordt veiliger gewerkt. Bovendien is de uitvoering van de stempels eenvoudiger en staan de stempels korter. Het ontwerpprogramma genereert alleen beloopbare ontwerpen.

Betonvolume & Eigen gewicht

Het extra betonvolume als gevolg van het doorbuigen van de staalplaat tijdens de uitvoering (betonaccumulatie) is meegenomen. Gestempelde ontwerpen geven daardoor bij gelijke vloerdikte een lager eigen gewicht dan stempelvrije ontwerpen.

Prijsnivo

De totale kosten van de verschillende vloerontwerpen worden vergeleken. Hierbij is rekening gehouden met het leveren en aanbrengen van de staalplaat, de wapening, het beton en de eventueel aan te brengen stempels. De kosten zijn sterk afhankelijk van de specifieke projectsituatie en van de hoeveelheid m². Daarom worden geen absolute maar relatieve kosten gegeven. Op verzoek kan **Dutch Engineering** een projectgebonden kostenraming maken.

Ondersteuning Dutch Engineering

Ontwerpprogramma

Het **Ontwerpprogramma Staalplaatbetonvloeren** is **geen** rekenprogramma. Tijdens en na het ontwerpstadium maakt **Dutch Engineering** op verzoek volledige berekeningen. Als het ontwerpprogramma en de ontwerp tabellen geen oplossing bieden voor een ontwerp van een vloer kan onderzocht worden of met een hogere materiaal kwaliteit voor het beton of de staalplaat aan de ontwerpuitdaging kan worden voldaan.

Folder en internet

<http://www.dutchengineering.nl/>

In de folder zijn voor alle staalplaten ontwerp tabellen opgenomen. Deze tabellen zijn ook weergegeven op de website.

Kostenramingen

Op projectbasis kan **Dutch Engineering** voor een vrijblijvende kostenraming maken. Op verzoek werken wij samen met u aan uw ontwerpen. Wij komen graag bij u langs om resultaten en details van onze referentieprojecten aan u te laten zien.

Disclaimer

Hoewel dit programma met de grootste zorg is ontwikkeld, aan de hand van de nu geldende voorschriften en specificaties, kan **Dutch Engineering** geen aansprakelijkheid aanvaarden voor het gebruik van het programma of de daaraan ontleende informatie. **Dutch Engineering** houdt zich het recht voor specificaties zonder voorafgaande kennisgeving aan te passen. De voor de uitvoering van een project benodigde berekening wordt door **Dutch Engineering** op verzoek gemaakt en verstrekt.

Bijlage 3

Uitvoer AxisVM

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

AxisVM 13.0 R2d · Geregistreerd aan Cerfix Constructies BV
Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

Rapport

<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>
3D View 1	4
Bovenaanzicht	5
Zijaanzicht	6
Vooraanzicht	7
Doorsnede totaal	8
Doorsnede top 1	9
Doorsnede top 2 (profielen)	10
kelder doorsnede	11
Kelder 1	12
Bovenaanzicht keldervloer	13
Overzicht palen	14
Vloer 1-4 (1)	15
Vloer 1-4 (2)	16
Vloer 12 (1)	17
Vloer 12 (2)	18
Vloer 16 (1)	19
Vloer 16 (2)	20
Materialen	21
Profielen	21
Knoopopleggingen	27
Belastinggevallen	42
Belastinggroepen (Eurocode-NL)	42
Maatgevende belastinggroepcombinaties	42
Berekende maatgevende combinaties uit belastinggevallen	42
Ongebalanceerde belastingen	45
eigen gewicht: Staaf eigen gewicht	46
eigen gewicht: Vlak eigen gewicht	46
eigen gewicht: Eigen gewicht van domein	46
permanent: Vlak-belastigen op staven en ribben	47
momentaan: Vlak-belastigen op staven en ribben	49
wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben	51
MAXIMALE OPLEGREACTIES, Lineair,(Alle UGT (a, b)) Grenstoestand Min., Rz (Interne krachten knoopoplegging), Kleuren 2D, Bovenaanzicht	70
VERTICALE VERPLAATSING, Lineair,(BGT Karakteristiek) Grenstoestand Min., eZ, Kleuren 2D, Vooraanzicht	71
HORIZONTALE VERPLAATSING, Lineair,(BGT Karakteristiek) Grenstoestand Max., eX, Kleuren 2D, Vooraanzicht	72
MINIMALE OPLEGREACTIES, Lineair,(Alle UGT (a, b)) Grenstoestand Max., Rz (Interne krachten knoopoplegging), Kleuren 2D, Bovenaanzicht	73

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 3

Modelgegevens

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

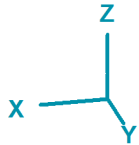
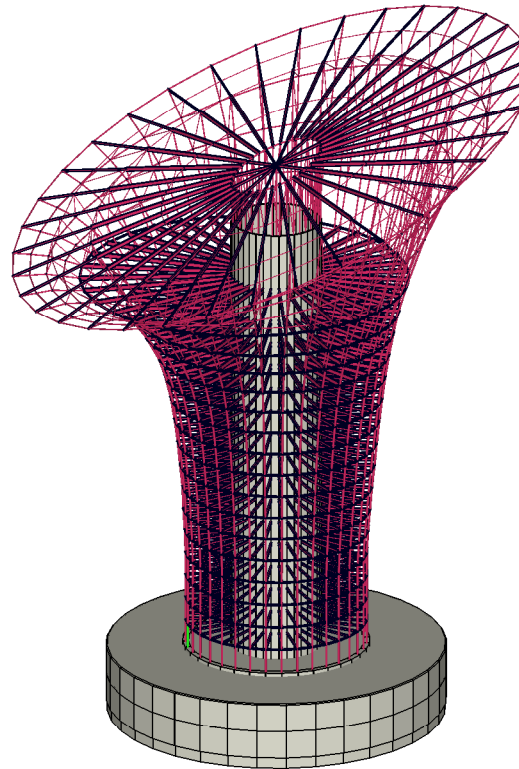
3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 4

Norm	Eurocode-NL
Persp.	: view 1

*3D View 1*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

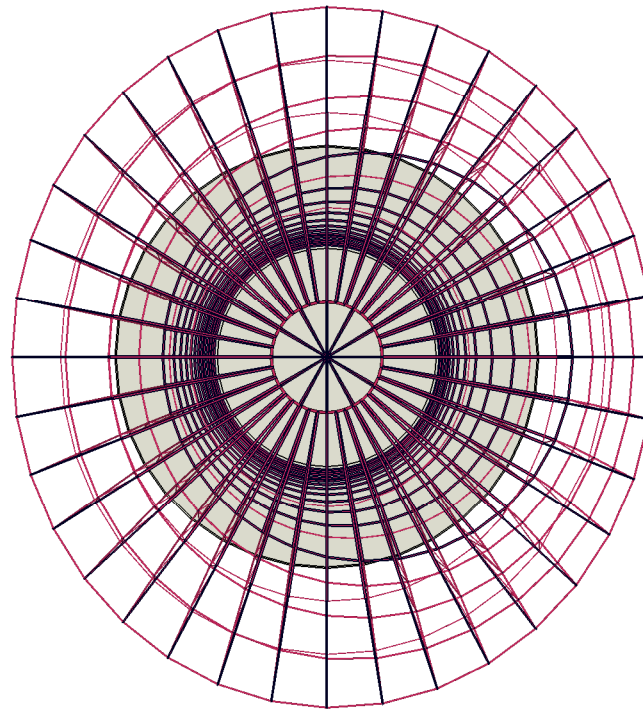
3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 5

Norm Eurocode-NL

*Bovenaanzicht*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

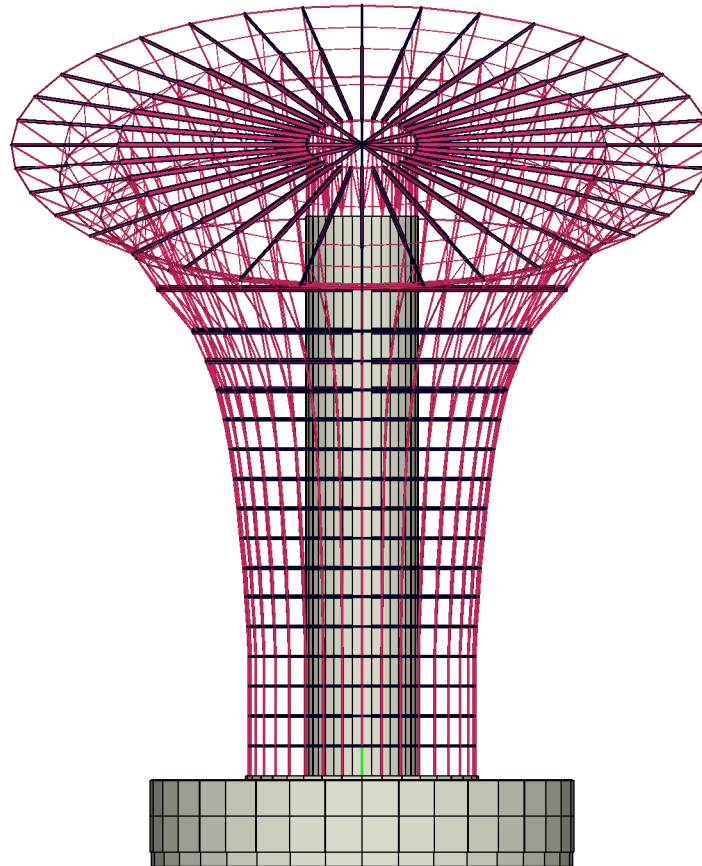
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 6

Norm Eurocode-NL

*Zijaanzicht*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 7

Norm Eurocode-NL

*Vooraanzicht*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

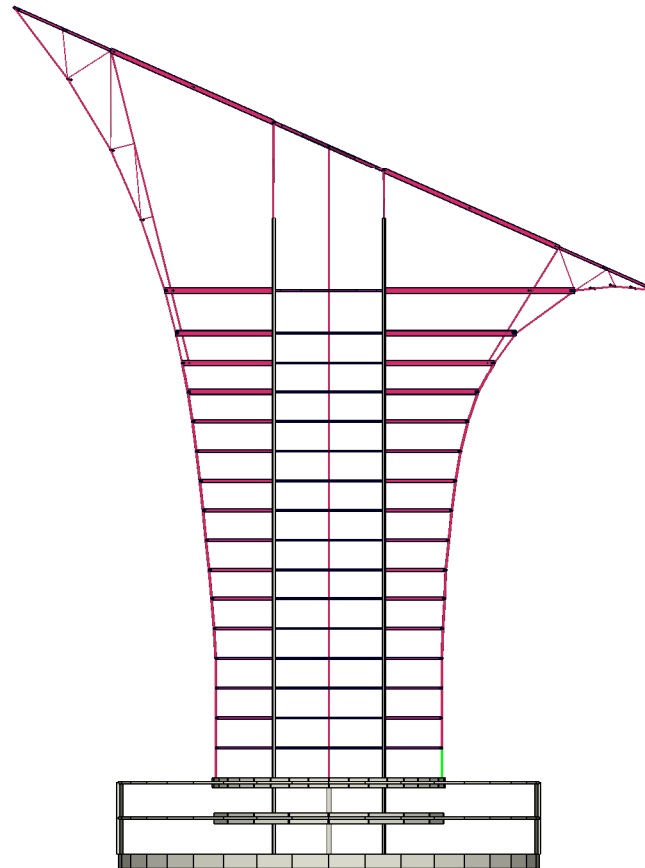
3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 8

Norm	Eurocode-NL
Detail	: Geselecteerde elementen

*Doorsnede totaal*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

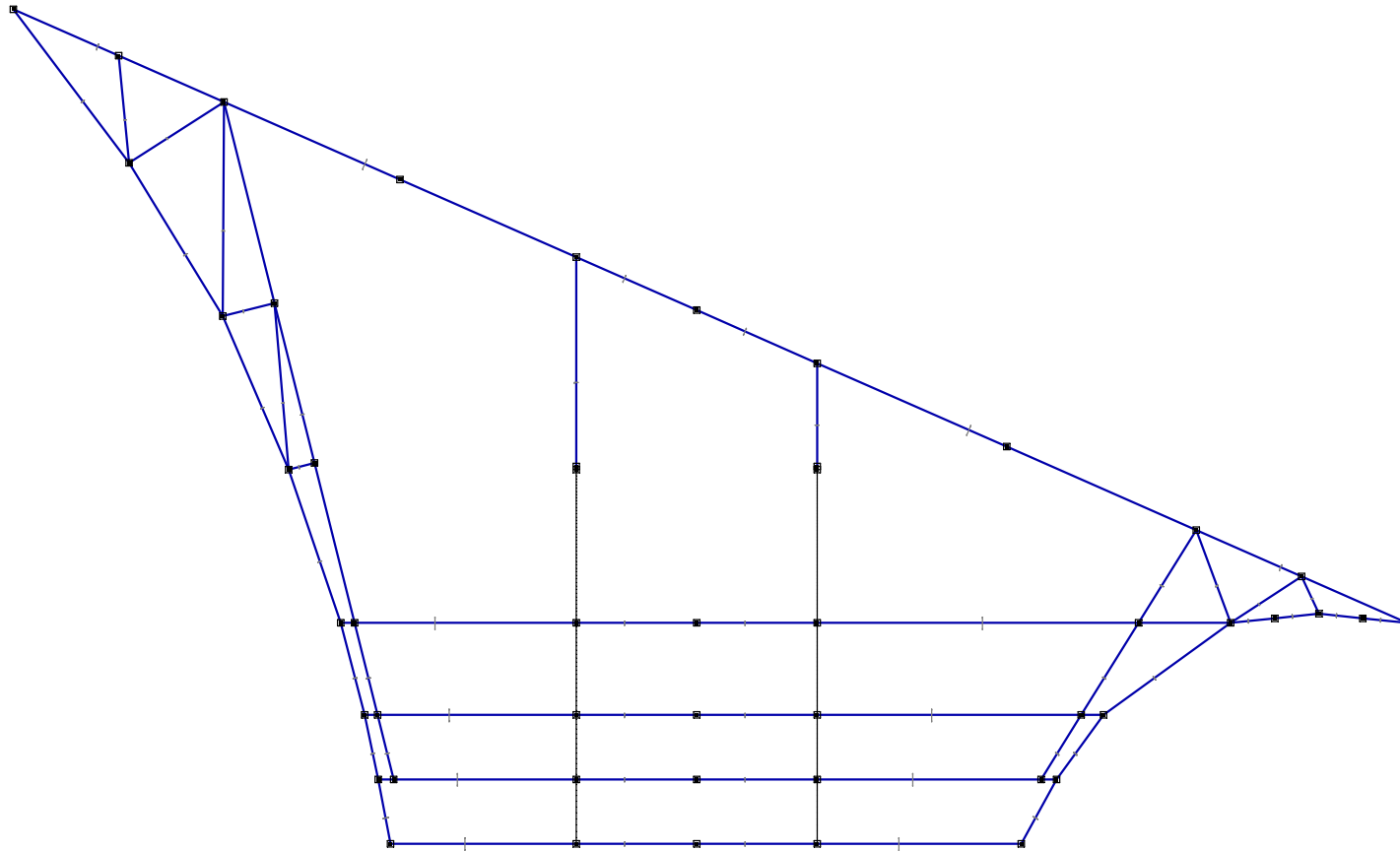
3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 9

Norm	Eurocode-NL
Detail	: Geselecteerde elementen

*Doorsnede top 1*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

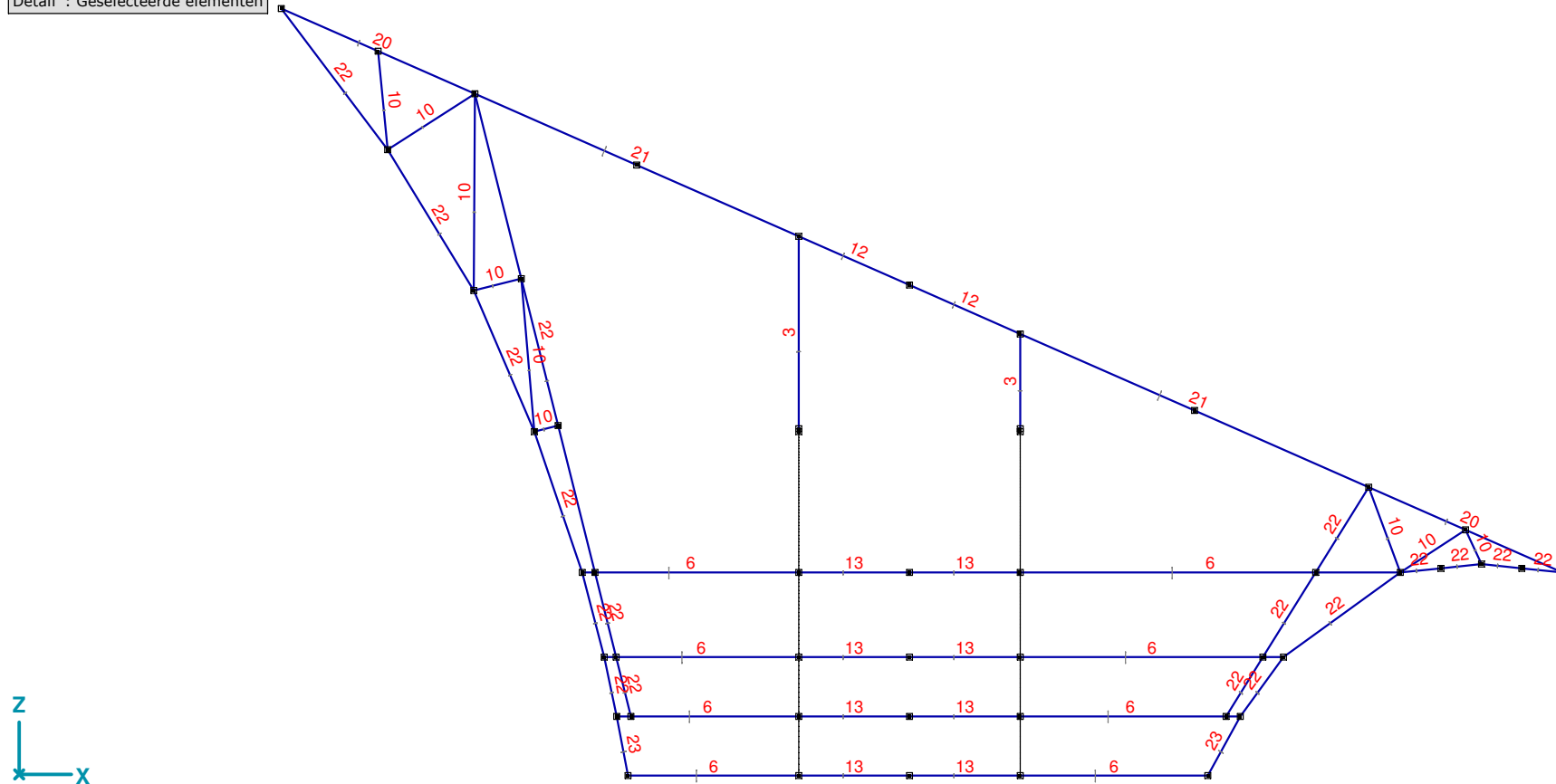
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 10

Norm	Eurocode-NL
Detail	: Geselecteerde elementen



Doorsnede top 2 (profielen)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

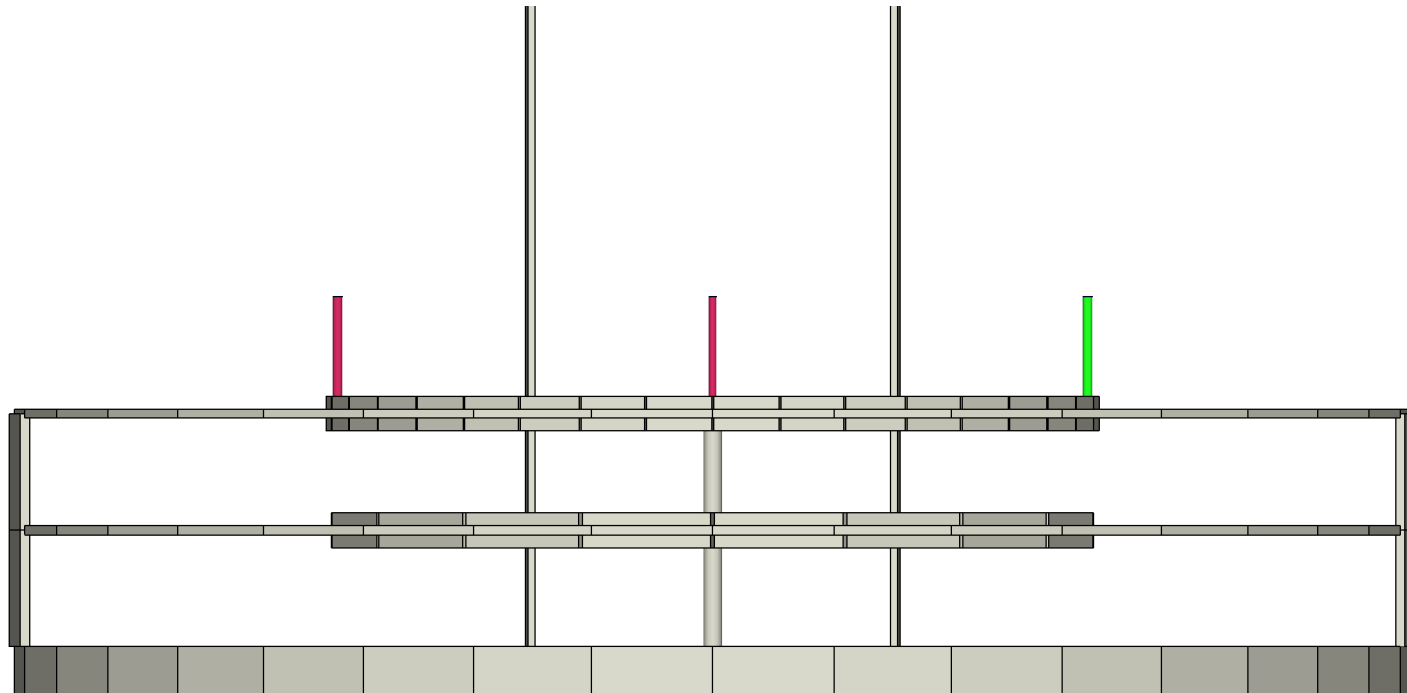
3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 11

Norm	Eurocode-NL
Detail	: Geselecteerde elementen

*kelder doorsnede*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

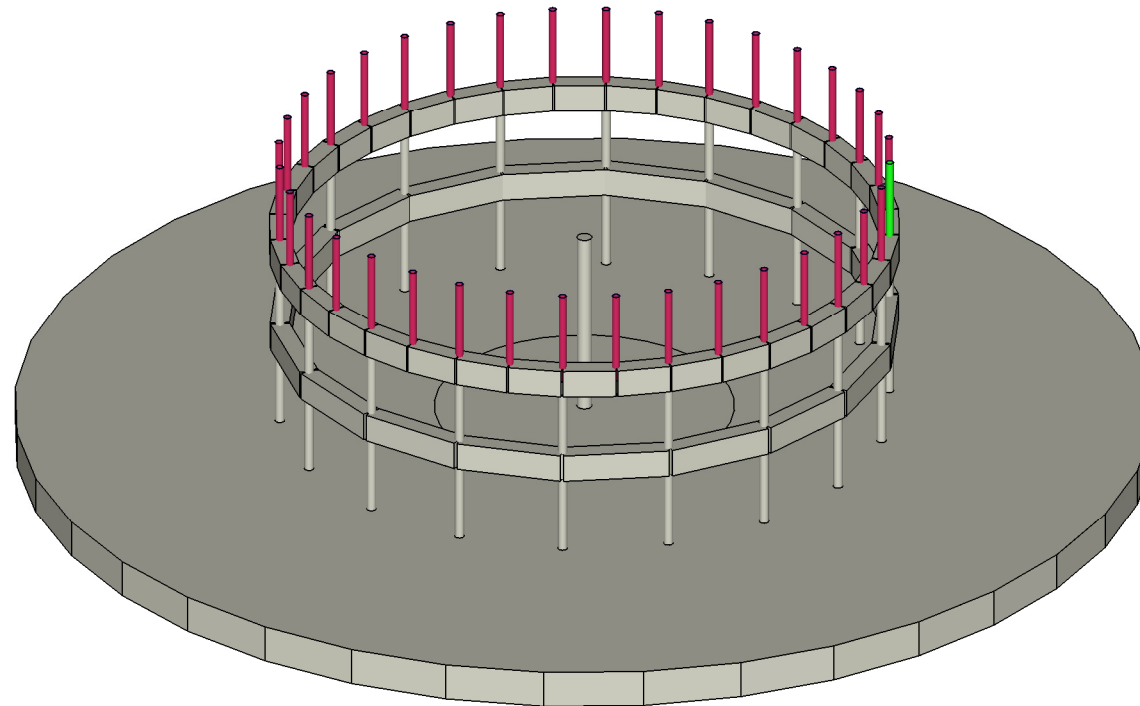
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 12

Norm	Eurocode-NL
Detail	: Geselecteerde elementen

*Kelder 1*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

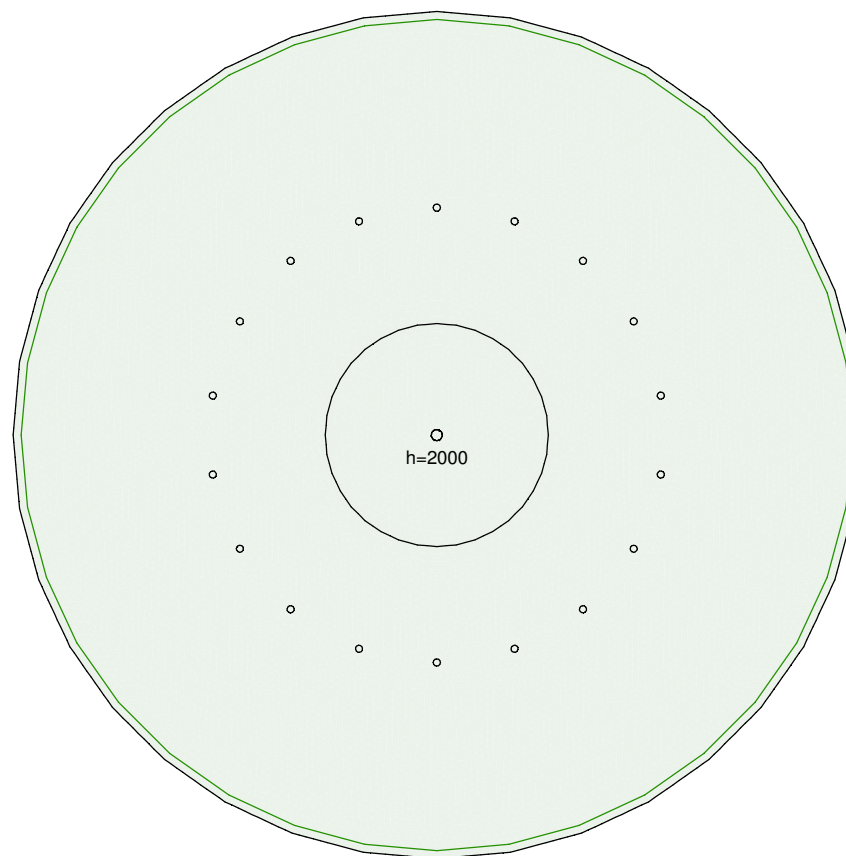
3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 13

Norm Eurocode-NL
Detail : Platen/2000 mm

*Bovenaanzicht keldervloer*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

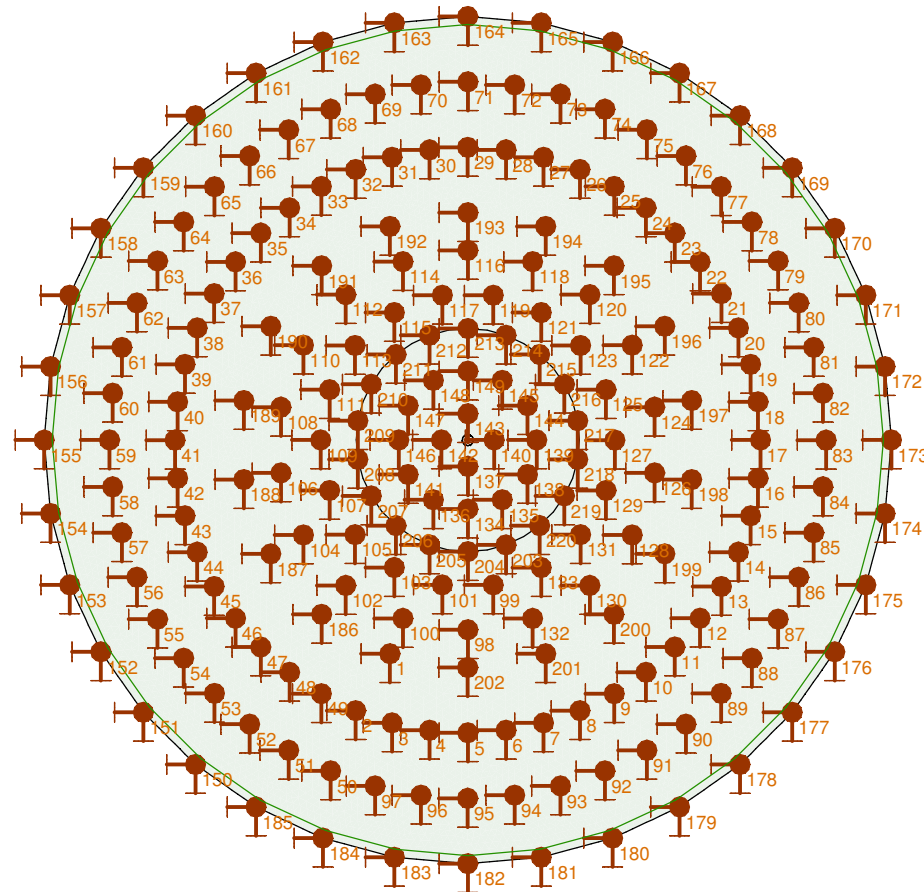
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 14

Norm Eurocode-NL
Detail : Platen/2000 mm

*Overzicht palen*

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

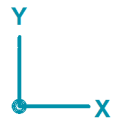
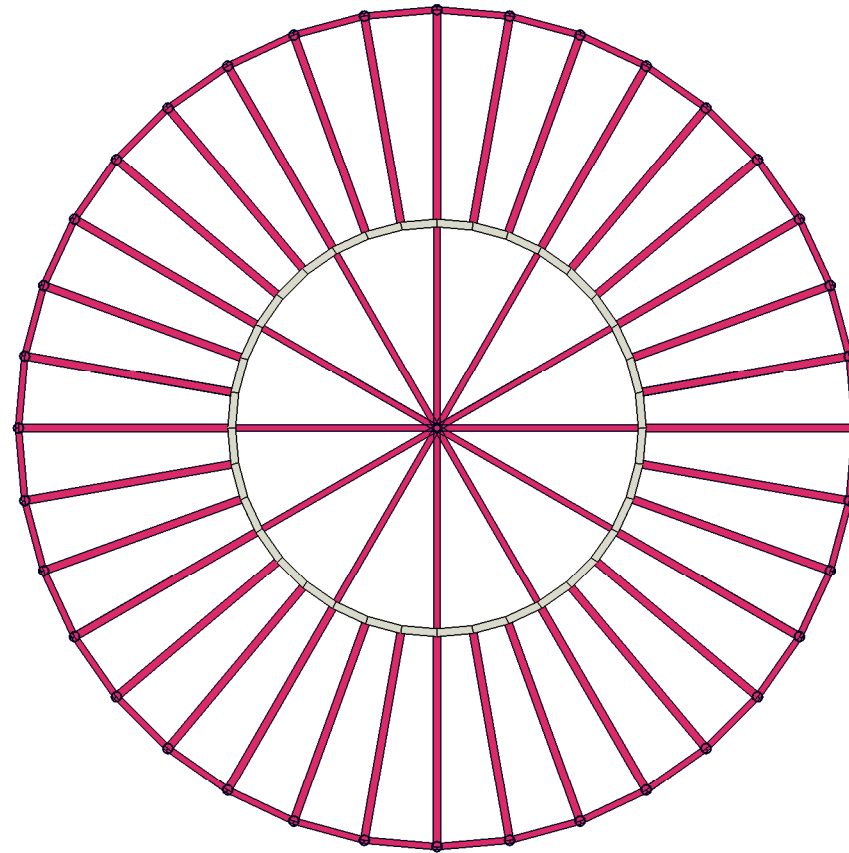
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 15

Norm	Eurocode-NL
Detail	: Geselecteerde elementen



Vloer 1-4 (1)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

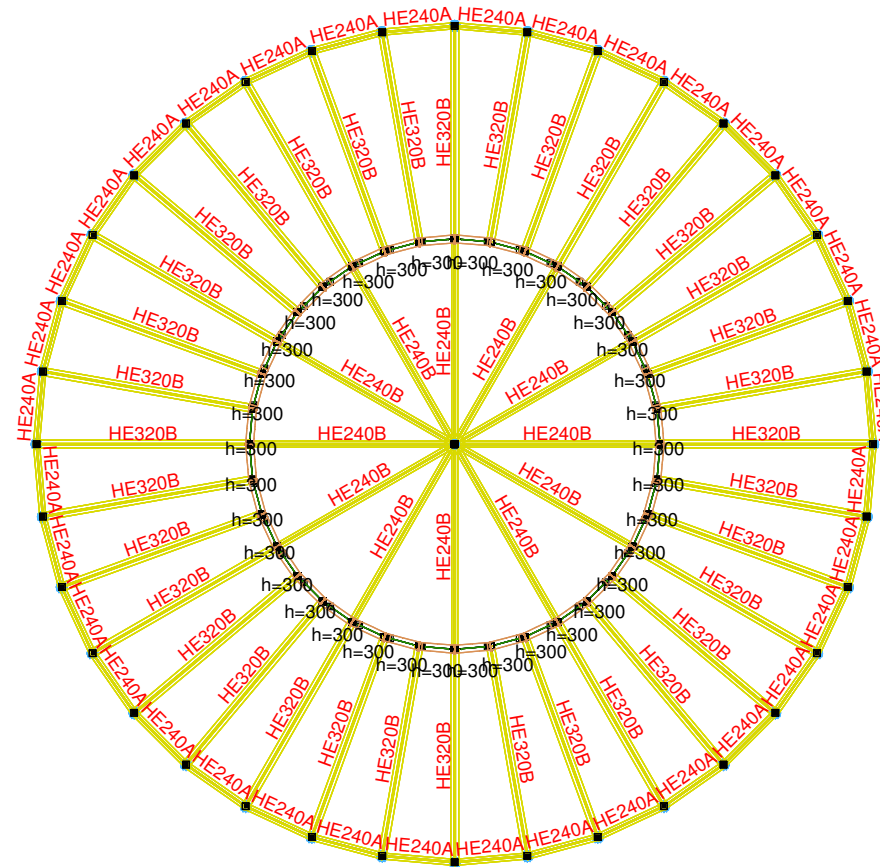
Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 16

Norm	Eurocode-NL
Detail	: Geselecteerde elementen



Vloer 1-4 (2)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

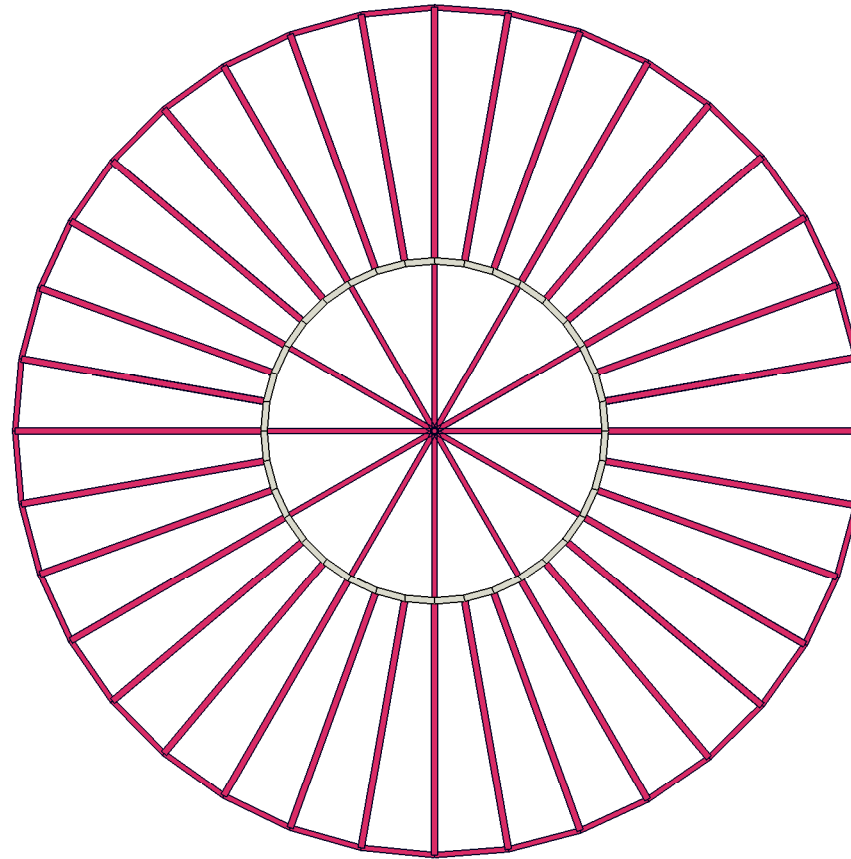
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 17

Norm	Eurocode-NL
Onderdelen : (2)	
Geselecteerde elementen	
Wanden/300 mm	



Vloer 12 (1)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

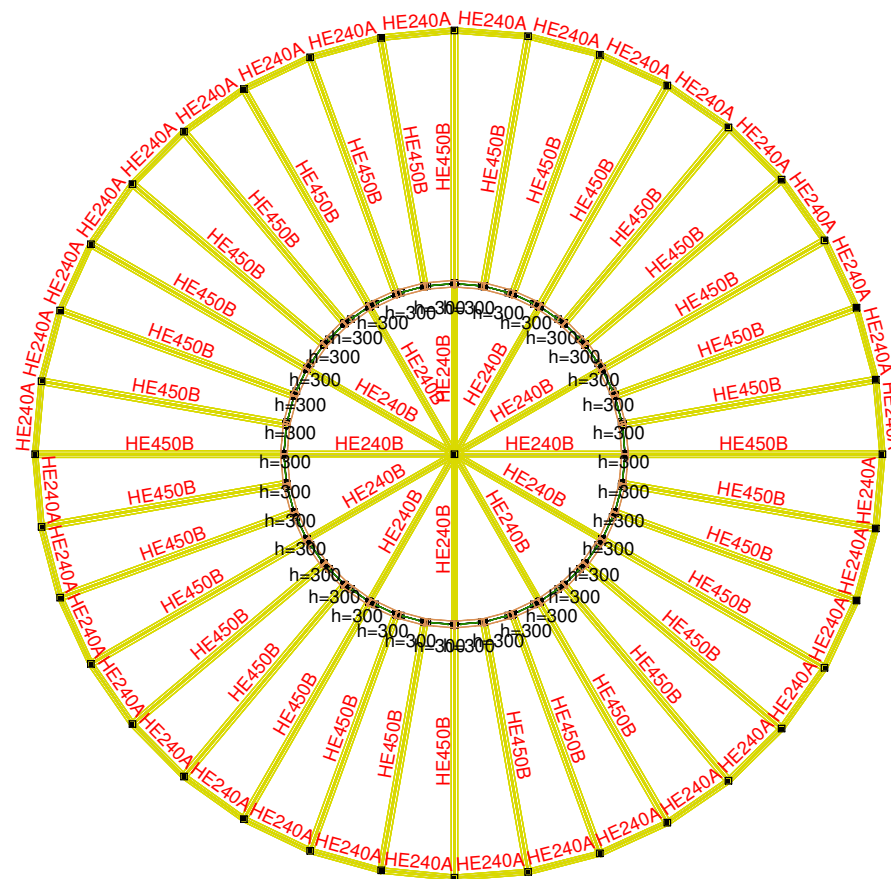
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 18

Norm	Eurocode-NL
Onderdelen : (2)	
Geselecteerde elementen	
Wanden/300 mm	



Vloer 12 (2)



Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

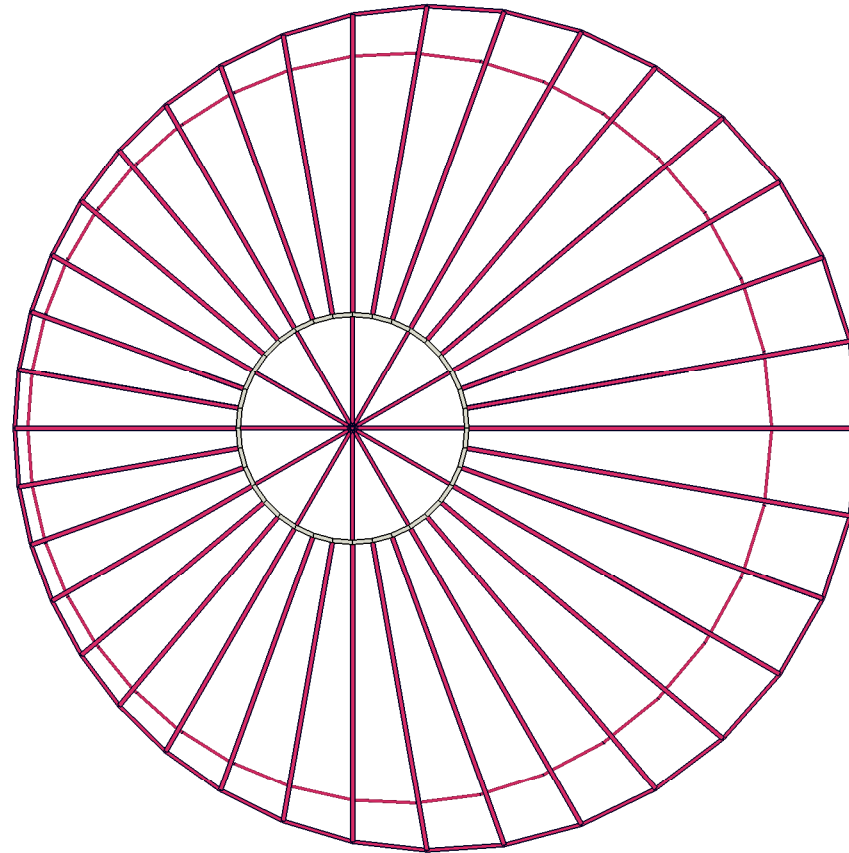
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 19

Norm	Eurocode-NL
Onderdelen : (2)	
Geselecteerde elementen	
Wanden/300 mm	



Vloer 16 (1)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

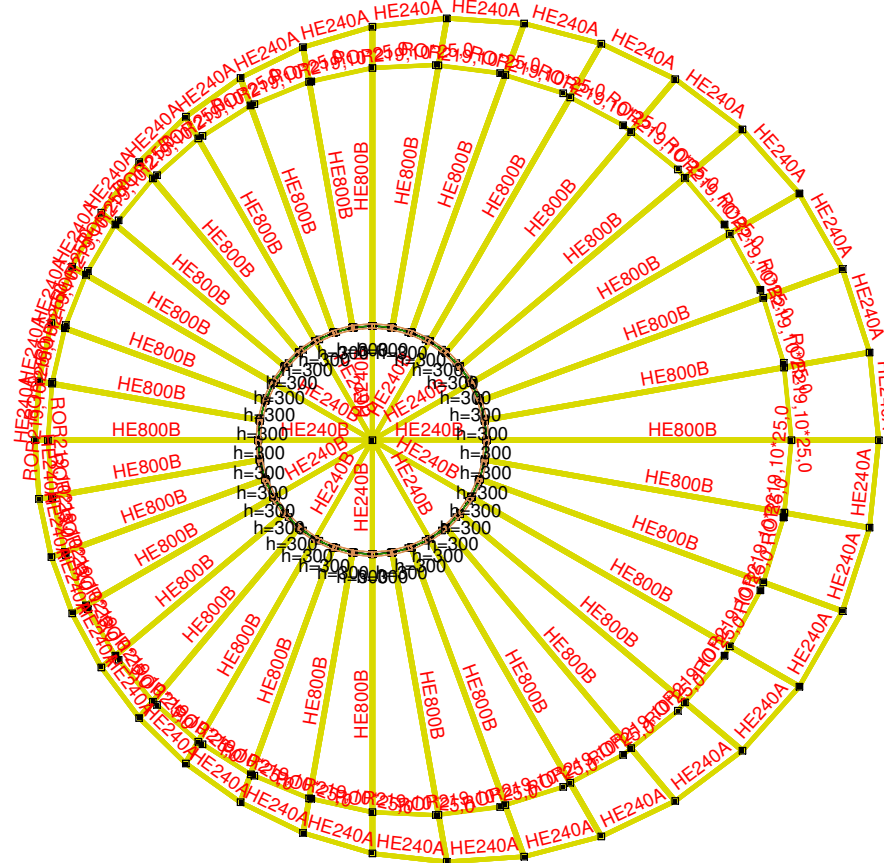
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 20

Norm	Eurocode-NL
Onderdelen : (2)	
Geselecteerde elementen	
Wanden/300 mm	



Vloer 16 (2)



Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 21

Materialen

	Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiaal kleur	Contour kleur	Structuur
1	C50/60	Beton	Eurocode-NL	EN 206	Lineair	20000	20000	0,20	1E-5	2500			Grey
2	S 275	Staal	Eurocode-NL	10025-2	Lineair	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			Zinc New

	Naam	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
1	C50/60	f_{ck} [N/mm ²] = 50,00	$\gamma_c = 1,500$	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\phi_t = 2,00$										
2	S 275	f_y [N/mm ²] = 275,00	f_u [N/mm ²] = 430,00	f_y^* [N/mm ²] = 255,00	f_u^* [N/mm ²] = 410,00										

Naam: Materiaalnaam; **Type:** Type materiaal; **Model:** Materiaal model; **E_x :** Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; **E_y :** Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; **ν :** Poisson's verhouding; **α_T :** Warmteuitzettingscoëfficiënt; **ρ :** Dichtheid; **Materiaal kleur:** Materiaalkleur; **Contour kleur:** Contourkleur; **$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}$:** Ontwerpparameter;

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	t_w [mm]	t_f [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
1	ROR 508,00* 20,0		Gewalst	Buis	508,0	508,0	20,0	20,0	0	0	0	30623,04	15352,82	15354,45
2	HE 240 A		Gewalst	I	230,0	240,0	7,5	12,0	21,0	0	0	7685,32	5227,16	1688,87

	Naam	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	$I\omega$ [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
1	ROR 508,00* 20,0	1,8E+09	9,1E+08	9,1E+08	0	9,1E+08	9,1E+08	0	79	3590393,0	3590393,0	3590393,0	3590393,0
2	HE 240 A	417406,3	7,8E+07	2,8E+07	0	7,8E+07	2,8E+07	0	3,2E+11	675199,2	675199,2	230736,6	230736,6

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	y_s [mm]	z_s [mm]	S.p.
1	ROR 508,00* 20,0	4756480,0	4756480,0	172,6	172,6	508,0	508,0	254,0	254,0	0	0	5
2	HE 240 A	744790,9	351712,2	100,5	60,0	240,0	230,0	120,0	115,0	0	0	9

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 22

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	t_w [mm]	t_f [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
3	ROR 273,00* 10,0		Gewalst	Buis	273,0	273,0	10,0	10,0	0	0	0	8251,91	4135,55	4135,91
4	HE 320 B		Gewalst	I	320,0	300,0	11,5	20,5	27,0	0	0	16137,18	11068,01	3604,40
5	HE 450 B		Gewalst	I	450,0	300,0	14,0	26,0	27,0	0	0	21800,68	13936,27	6141,44
6	HE 800 B		Gewalst	I	800,0	300,0	17,5	33,0	30,0	0	0	33421,15	17810,10	13629,61

	Naam	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	I_ω [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
3	ROR 273,00* 10,0	1,4E+08	7,1E+07	7,1E+07	0	7,1E+07	7,1E+07	0	2	522780,4	522780,4	522780,4	522780,4
4	HE 320 B	2335925,0	3,1E+08	9,2E+07	0	3,1E+08	9,2E+07	0	2E+12	1926777,0	1926777,0	615927,4	615927,4
5	HE 450 B	4553282,0	8E+08	1,2E+08	0	8E+08	1,2E+08	0	5,2E+12	3551021,0	3551021,0	781428,8	781428,8
6	HE 800 B	9746360,0	3,6E+09	1,5E+08	0	3,6E+09	1,5E+08	0	2,2E+13	8978228,0	8978228,0	993589,2	993589,2

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	y_s [mm]	z_s [mm]	S.p.
3	ROR 273,00* 10,0	690706,7	690706,7	93,0	93,0	273,0	273,0	136,5	136,5	0	0	5
4	HE 320 B	2149617,0	939141,9	138,2	75,7	300,0	320,0	150,0	160,0	0	0	9
5	HE 450 B	3982920,0	1197705,0	191,4	73,3	300,0	450,0	150,0	225,0	0	0	9
6	HE 800 B	1E+07	1553204,0	327,8	66,8	300,0	800,0	150,0	400,0	0	0	9

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 23

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
7	ROR 219,10* 10,0		Gewalst	Buis	219,1	219,1	10,0	10,0	0	0	0	6560,74	3292,55	3292,88
8	ROR 168,30* 7,1		Gewalst	Buis	168,3	168,3	7,1	7,1	0	0	0	3591,05	1801,18	1801,34
9	IPE 600		Gewalst	I	600,0	220,0	12,0	19,0	24,0	0	0	15600,75	7711,55	7010,29
10	ROR 168,30* 16,0		Gewalst	Buis	168,3	168,3	16,0	16,0	0	0	0	7645,72	3893,10	3893,10

	Naam	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	$I\omega$ [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
7	ROR 219,10* 10,0	7,2E+07	3,6E+07	3,6E+07	0	3,6E+07	3,6E+07	0	1	327641,7	327641,7	327641,7	327641,7
8	ROR 168,30* 7,1	2,3E+07	1,2E+07	1,2E+07	0	1,2E+07	1,2E+07	0	0	138707,0	138707,0	138707,0	138707,0
9	IPE 600	1676594,0	9,2E+08	3,4E+07	0	9,2E+08	3,4E+07	0	2,8E+12	3070019,0	3070019,0	307946,3	307946,3
10	ROR 168,30* 16,0	4,5E+07	2,2E+07	2,2E+07	0	2,2E+07	2,2E+07	0	0	266005,0	266005,0	266005,0	266005,0

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	y_s [mm]	z_s [mm]	S.p.
7	ROR 219,10* 10,0	436728,9	436728,9	74,0	74,0	219,1	219,1	109,5	109,5	0	0	5
8	ROR 168,30* 7,1	184264,7	184264,7	57,0	57,0	168,3	168,3	84,2	84,2	0	0	5
9	IPE 600	3513025,0	485683,1	243,0	46,6	220,0	600,0	110,0	300,0	0	0	9
10	ROR 168,30* 16,0	371781,3	371781,3	54,1	54,1	168,3	168,3	84,2	84,2	0	0	5

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 24

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	t_w [mm]	t_f [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
11	ROR 219,10* 6,3		Gewalst	Buis	219,1	219,1	6,3	6,3	0	0	0	4206,40	2106,08	2106,28
12	IPE 450		Gewalst	I	450,0	190,0	9,4	14,6	21,0	0	0	9883,83	5151,69	4131,39
13	HE 240 B		Gewalst	I	240,0	240,0	10,0	17,0	21,0	0	0	10600,31	7323,85	2328,19
14	ROR 219,10* 25,0		Gewalst	Buis	219,1	219,1	25,0	25,0	0	0	0	15225,24	7822,56	7822,56

	Naam	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	I_ω [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
11	ROR 219,10* 6,3	4,8E+07	2,4E+07	2,4E+07	0	2,4E+07	2,4E+07	0	0	217260,5	217260,5	217260,5	217260,5
12	IPE 450	675463,2	3,4E+08	1,7E+07	0	3,4E+08	1,7E+07	0	7,8E+11	1500007,0	1500007,0	176409,9	176409,9
13	HE 240 B	1054089,0	1,1E+08	3,9E+07	0	1,1E+08	3,9E+07	0	4,8E+11	938409,1	938409,1	326891,1	326891,1
14	ROR 219,10* 25,0	1,5E+08	7,3E+07	7,3E+07	0	7,3E+07	7,3E+07	0	0	664518,5	664518,5	664518,5	664518,5

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	y_s [mm]	z_s [mm]	S.p.
11	ROR 219,10* 6,3	284828,6	284828,6	75,2	75,2	219,1	219,1	109,5	109,5	0	0	5
12	IPE 450	1702150,0	276402,1	184,8	41,2	190,0	450,0	95,0	225,0	0	0	9
13	HE 240 B	1053313,0	498440,7	103,1	60,8	240,0	240,0	120,0	120,0	0	0	9
14	ROR 219,10* 25,0	945276,6	945276,6	69,1	69,1	219,1	219,1	109,6	109,6	0	0	5

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 25

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
15	ROR 323,90* 16,0		Gewalst	Buis	323,9	323,9	16,0	16,0	0	0	0	15457,10	7762,75	7763,36
16	O 60000x400		Gewalst	Buis	60000,0	60000,0	400,0	400,0	0	0	0	7,49E+07	3,74E+07	3,74E+07
17	1000x1500		Ander	Recht.	1500,0	1000,0	0	0	0	0	0	1500000,00	1250000,00	1250000,00
18	O 500		Gewalst	Rond	500,0	500,0	0	0	0	0	0	196309,70	168265,40	168265,40

	Naam	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	$I\omega$ [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
15	ROR 323,90* 16,0	3,7E+08	1,8E+08	1,8E+08	0	1,8E+08	1,8E+08	0	9	1132652,0	1132652,0	1132652,0	1132652,0
16	O 60000x400	6,7E+16	3,3E+16	3,3E+16	0	3,3E+16	3,3E+16	90,00	2,9E+15	1,1E+12	1,1E+12	1,1E+12	1,1E+12
17	1000x1500	2,9E+11	2,8E+11	1,3E+11	0	2,8E+11	1,3E+11	0	3,8E+15	3,8E+08	3,8E+08	2,5E+08	2,5E+08
18	O 500	6,1E+09	3,1E+09	3,1E+09	0	3,1E+09	3,1E+09	90,00	0	1,2E+07	1,2E+07	1,2E+07	1,2E+07

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	y_s [mm]	z_s [mm]	S.p.
15	ROR 323,90* 16,0	1515315,0	1515315,0	108,9	108,9	323,9	323,9	162,0	162,0	0	0	5
16	O 60000x400	1,4E+12	1,4E+12	21070,1	21070,1	60000,0	60000,0	30000,0	30000,0	-0,1	0,3	5
17	1000x1500	5,6E+08	3,8E+08	433,0	288,7	1000,0	1500,0	500,0	750,0	0	0	5
18	O 500	2,1E+07	2,1E+07	125,0	125,0	500,0	500,0	250,0	250,0	0	0	5

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 26

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	t_w [mm]	t_f [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
19	O 800		Gewalst	Rond	800,0	800,0	0	0	0	0	0	502552,70	430759,50	430759,50
20	IPE 360		Gewalst	I	360,0	170,0	8,0	12,7	18,0	0	0	7274,22	3980,04	2815,77
21	HE 700 A		Gewalst	I	690,0	300,0	14,5	27,0	27,0	0	0	26050,69	14478,26	9752,83
22	ROR 273,00* 16,0		Gewalst	Buis	273,0	273,0	16,0	16,0	0	0	0	12901,84	6492,60	6492,60

	Naam	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	I_ω [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
19	O 800	4E+10	2E+10	2E+10	0	2E+10	2E+10	0	0	5E+07	5E+07	5E+07	5E+07
20	IPE 360	378871,0	1,6E+08	1E+07	0	1,6E+08	1E+07	0	3,1E+11	903832,2	903832,2	122761,3	122761,3
21	HE 700 A	5297505,0	2,2E+09	1,2E+08	0	2,2E+09	1,2E+08	0	1,3E+13	6241421,0	6241421,0	811927,3	811927,3
22	ROR 273,00* 16,0	2,1E+08	1,1E+08	1,1E+08	0	1,1E+08	1,1E+08	0	0	782391,3	782391,3	782391,3	782391,3

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	y_s [mm]	z_s [mm]	S.p.
19	O 800	8,5E+07	8,5E+07	200,0	200,0	800,0	800,0	400,0	400,0	0	0	5
20	IPE 360	1019355,0	191113,0	149,6	37,9	170,0	360,0	85,0	180,0	0	0	9
21	HE 700 A	7032717,0	1256790,0	287,5	68,4	300,0	690,0	150,0	345,0	0	0	9
22	ROR 273,00* 16,0	1056136,0	1056136,0	91,0	91,0	273,0	273,0	136,5	136,5	0	0	5

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 27

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
23	ROR 406,40* 25,0		Gewalst	Buis	406,4	406,4	25,0	25,0	0	0	0	29917,08	15065,69	15065,69

	Naam	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	α [°]	$I\omega$ [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]
23	ROR 406,40* 25,0	1,1E+09	5,5E+08	5,5E+08	0	5,5E+08	5,5E+08	0	0	2685206,0	2685206,0	2685206,0	2685206,0

	Naam	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	y_s [mm]	z_s [mm]	S.p.
23	ROR 406,40* 25,0	3634928,0	3634928,0	135,0	135,0	406,4	406,4	203,2	203,2	0	0	5

Naam: Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **tw:** Lijfdikte; **tf:** Flensdikte; **r₁, r₂, r₃:** Afrondingswaarde; **A_x:** Doorsnede-oppervlak; **A_y, A_z:** Afschuivingsoppervlak; **I_x:** Torsietraagheidsmoment; **I_y, I_z:** Buigtraagheidsmoment; **I_{yz}:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I₁, I₂:** Hoofdbuigtraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **Iω:** Krommingsconstante; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** Elasticiteit modulus; **W_{1,pl}, W_{2,pl}:** Plasticiteit modulus; **i_y, i_z:** Traagheidsstraal; **H_y:** Afmeting in lokale Y-richting; **H_z:** Afmeting in lokale Z-richting; **y_G:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **z_G:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **y_s:** Y-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **z_s:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **S.p.:** Spanningspunten;

Knoopopleggingen

	Knoop	Type	Ref. elem.	R_x [kN/m]	R_y [kN/m]	R_z [kN/m]	R_{xx} [kNm/rad]	R_{yy} [kNm/rad]	R_{zz} [kNm/rad]	$NL(x)$	$NL(y)$	$NL(z)$	$NL(xx)$	$NL(yy)$	$NL(zz)$	$F(x)$ [kN]	$F(y)$ [kN]	$F(z)$ [kN]
		Glob.																
1	1883	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
2	15898	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
3	15899	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
4	15900	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	Knoop	$M(x)$ [kNm]	$M(y)$ [kNm]	$M(z)$ [kNm]
1	1883			
2	15898			
3	15899			
4	15900			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 28

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
5	15901	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
6	15902	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
7	15903	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
8	15904	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
9	15905	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
10	15906	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
11	15907	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
12	15908	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
13	15909	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
14	15910	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
15	15911	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
16	15912	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
17	15913	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
18	15914	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
19	15915	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
20	15916	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
21	15917	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
22	15918	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
5	15901			
6	15902			
7	15903			
8	15904			
9	15905			
10	15906			
11	15907			
12	15908			
13	15909			
14	15910			
15	15911			
16	15912			
17	15913			
18	15914			
19	15915			
20	15916			
21	15917			
22	15918			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 29

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
23	15919	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
24	15920	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
25	15921	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
26	15922	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
27	15923	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
28	15924	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
29	15925	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
30	15926	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
31	15927	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
32	15928	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
33	15929	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
34	15930	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
35	15931	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
36	15932	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
37	15933	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
38	15934	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
39	15935	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
40	15936	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
23	15919			
24	15920			
25	15921			
26	15922			
27	15923			
28	15924			
29	15925			
30	15926			
31	15927			
32	15928			
33	15929			
34	15930			
35	15931			
36	15932			
37	15933			
38	15934			
39	15935			
40	15936			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 30

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
41	15937	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
42	15938	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
43	15939	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
44	15940	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
45	15941	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
46	15942	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
47	15943	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
48	15944	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
49	15945	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
50	15946	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
51	15947	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
52	15948	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
53	15949	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
54	15950	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
55	15951	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
56	15952	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
57	15953	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
58	15954	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
41	15937			
42	15938			
43	15939			
44	15940			
45	15941			
46	15942			
47	15943			
48	15944			
49	15945			
50	15946			
51	15947			
52	15948			
53	15949			
54	15950			
55	15951			
56	15952			
57	15953			
58	15954			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 31

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
59	15955	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
60	15956	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
61	15957	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
62	15958	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
63	15959	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
64	15960	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
65	15961	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
66	15962	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
67	15963	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
68	15964	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
69	15965	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
70	15966	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
71	15967	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
72	15968	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
73	15969	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
74	15970	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
75	15971	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
76	15972	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
59	15955			
60	15956			
61	15957			
62	15958			
63	15959			
64	15960			
65	15961			
66	15962			
67	15963			
68	15964			
69	15965			
70	15966			
71	15967			
72	15968			
73	15969			
74	15970			
75	15971			
76	15972			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 32

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
77	15973	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
78	15974	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
79	15975	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
80	15976	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
81	15977	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
82	15978	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
83	15979	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
84	15980	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
85	15981	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
86	15982	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
87	15983	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
88	15984	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
89	15985	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
90	15986	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
91	15987	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
92	15988	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
93	15989	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
94	15990	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
77	15973			
78	15974			
79	15975			
80	15976			
81	15977			
82	15978			
83	15979			
84	15980			
85	15981			
86	15982			
87	15983			
88	15984			
89	15985			
90	15986			
91	15987			
92	15988			
93	15989			
94	15990			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 33

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
95	15991	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
96	15992	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
97	15993	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
98	15994	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
99	15995	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
100	15996	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
101	15997	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
102	15998	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
103	15999	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
104	16000	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
105	16001	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
106	16002	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
107	16003	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
108	16004	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
109	16005	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
110	16006	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
111	16007	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
112	16008	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
95	15991			
96	15992			
97	15993			
98	15994			
99	15995			
100	15996			
101	15997			
102	15998			
103	15999			
104	16000			
105	16001			
106	16002			
107	16003			
108	16004			
109	16005			
110	16006			
111	16007			
112	16008			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 34

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
113	16009	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
114	16010	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
115	16011	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
116	16012	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
117	16013	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
118	16014	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
119	16015	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
120	16016	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
121	16017	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
122	16018	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
123	16019	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
124	16020	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
125	16021	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
126	16022	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
127	16023	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
128	16024	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
129	16025	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
130	16026	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
113	16009			
114	16010			
115	16011			
116	16012			
117	16013			
118	16014			
119	16015			
120	16016			
121	16017			
122	16018			
123	16019			
124	16020			
125	16021			
126	16022			
127	16023			
128	16024			
129	16025			
130	16026			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 35

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
131	16027	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
132	16028	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
133	16029	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
134	16030	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
135	16031	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
136	16032	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
137	16033	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
138	16034	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
139	16035	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
140	16036	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
141	16037	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
142	16038	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
143	16039	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
144	16040	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
145	16041	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
146	16042	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
147	16043	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
148	16044	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
131	16027			
132	16028			
133	16029			
134	16030			
135	16031			
136	16032			
137	16033			
138	16034			
139	16035			
140	16036			
141	16037			
142	16038			
143	16039			
144	16040			
145	16041			
146	16042			
147	16043			
148	16044			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 36

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
149	16045	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
150	1857	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
151	1856	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
152	1855	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
153	1854	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
154	1853	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
155	1852	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
156	1851	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
157	1850	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
158	1849	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
159	1848	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
160	1847	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
161	1846	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
162	1845	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
163	1844	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
164	1843	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
165	1842	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
166	1877	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
149	16045			
150	1857			
151	1856			
152	1855			
153	1854			
154	1853			
155	1852			
156	1851			
157	1850			
158	1849			
159	1848			
160	1847			
161	1846			
162	1845			
163	1844			
164	1843			
165	1842			
166	1877			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 37

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
167	1876	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
168	1875	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
169	1874	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
170	1873	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
171	1872	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
172	1871	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
173	1870	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
174	1869	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
175	1868	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
176	1867	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
177	1866	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
178	1865	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
179	1864	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
180	1863	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
181	1862	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
182	1861	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
183	1860	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
184	1859	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
167	1876			
168	1875			
169	1874			
170	1873			
171	1872			
172	1871			
173	1870			
174	1869			
175	1868			
176	1867			
177	1866			
178	1865			
179	1864			
180	1863			
181	1862			
182	1861			
183	1860			
184	1859			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 38

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
185	1858	Glob.		5E+3	5E+3	9,9E+4	0	0	0	.	.	.						
186	1881	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
187	1879	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
188	1913	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
189	1911	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
190	1909	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
191	1907	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
192	1905	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
193	1903	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
194	1901	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
195	1899	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
196	1897	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
197	1895	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
198	1893	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
199	1891	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
200	1889	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
201	1887	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						
202	1885	Glob.		5E+3	5E+3	8,7E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
185	1858			
186	1881			
187	1879			
188	1913			
189	1911			
190	1909			
191	1907			
192	1905			
193	1903			
194	1901			
195	1899			
196	1897			
197	1895			
198	1893			
199	1891			
200	1889			
201	1887			
202	1885			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 39

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
203	6	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
204	3	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
205	70	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
206	66	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
207	62	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
208	58	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
209	54	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
210	50	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
211	46	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
212	42	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
213	38	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
214	34	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
215	30	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
216	26	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
217	22	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
218	18	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						
219	14	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
203	6			
204	3			
205	70			
206	66			
207	62			
208	58			
209	54			
210	50			
211	46			
212	42			
213	38			
214	34			
215	30			
216	26			
217	22			
218	18			
219	14			

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 40

Knoopopleggingen

	<i>Knoop</i>	<i>Type</i>	<i>Ref. elem.</i>	<i>R_x</i> [kN/m]	<i>R_y</i> [kN/m]	<i>R_z</i> [kN/m]	<i>R_{xx}</i> [kNm/rad]	<i>R_{yy}</i> [kNm/rad]	<i>R_{zz}</i> [kNm/rad]	<i>NL(x)</i>	<i>NL(y)</i>	<i>NL(z)</i>	<i>NL(xx)</i>	<i>NL(yy)</i>	<i>NL(zz)</i>	<i>F(x)</i> [kN]	<i>F(y)</i> [kN]	<i>F(z)</i> [kN]
220	10	Glob.		5E+3	5E+3	7,6E+4	0	0	0	.	.	.						

	<i>Knoop</i>	<i>M(x)</i> [kNm]	<i>M(y)</i> [kNm]	<i>M(z)</i> [kNm]
220	10			

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Ref. elem.:** Referentie-element; **R_x, R_y, R_z:** Verplaatsingsstijfheid; **R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}:** Rotatiestijfheid; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Niet-lineaire parameters; **F(x):** Weerstand in X-richting;**F(y):** Weerstand in Y-richting; **F(z):** Weerstand in Z-richting; **M(x):** Weerstandsmoment in X-richting; **M(y):** Weerstandsmoment in Y-richting; **M(z):** Weerstandsmoment in Z-richting;

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 41

Belastingen

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 42

Belastinggevallen

	<i>Naam</i>	<i>Groep</i>	<i>Groepstype</i>
1	eigen gewicht	PB	Permanent
2	permanent	PB	Permanent
3	momentaan	VB	Veranderlijk
4	extreem	VB	Veranderlijk
5	extreem lokaal	VB	Veranderlijk
6	wind x+	WIND	Veranderlijk

Naam: Naam belastinggeval; **Groep:** Belastinggroep; **Groepstype:** Belastinggroep type;

Belastinggroepen (Eurocode-NL)

	<i>Groep</i>	<i>Type</i>	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ζ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	<i>Additive</i>
1	PB	Permanent	1,490	0,900	0,889					✓
2	VB	Veranderlijk				1,650	0,500	0,500	0,300	–
3	WIND	Veranderlijk				1,650	0	0,200	0	–

Groep: Belastinggroep; $\gamma_{G,sup}$: Veiligheidsfactor bovengrens; $\gamma_{G,inf}$: Veiligheidsfactor ondergrens; γ : Veiligheidsfactor; Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 : Psi factor; **Additive:** Gelijktijdige belastinggevallen;

Maatgevende belastinggroepcombinaties

	<i>PB</i>	<i>VB</i>	<i>WIND</i>
1	1	1	1

PB, VB, WIND: Belastinggroep;

Berekende maatgevende combinaties uit belastinggevallen

	<i>Kritische combinatie</i>	<i>Type</i>
1	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent]	UGT (a, b)
2	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {0,825*momentaan}	UGT (a, b)
3	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {0,825*extreem}	UGT (a, b)
4	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {0,825*extreem lokaal}	UGT (a, b)
5	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent]	UGT (a, b)
6	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] (0,825*momentaan)	UGT (a, b)
7	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] (0,825*extreem)	UGT (a, b)
8	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] (0,825*extreem lokaal)	UGT (a, b)
9	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent]	UGT (a, b)
10	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent] {0,825*momentaan}	UGT (a, b)
11	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent] {0,825*extreem}	UGT (a, b)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 43

Berekende maatgevende combinaties uit belastinggevallen

	<i>Kritische combinatie</i>	<i>Type</i>
12	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent] {0,825*extreem lokaal}	UGT (a, b)
13	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent]	UGT (a, b)
14	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent] (0,825*momentaan)	UGT (a, b)
15	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent] (0,825*extreem)	UGT (a, b)
16	[1,49*eigen gewicht+1,49*permanent] (0,825*extreem lokaal)	UGT (a, b)
17	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {1,65*momentaan}	UGT (a, b)
18	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {1,65*extreem}	UGT (a, b)
19	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {1,65*extreem lokaal}	UGT (a, b)
20	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {1,65*wind x+}	UGT (a, b)
21	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {1,65*wind x+} (0,825*momentaan)	UGT (a, b)
22	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {1,65*wind x+} (0,825*extreem)	UGT (a, b)
23	[0,9*eigen gewicht+0,9*permanent] {1,65*wind x+} (0,825*extreem lokaal)	UGT (a, b)
24	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent]	UGT (a, b)
25	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent] {1,65*momentaan}	UGT (a, b)
26	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent] {1,65*extreem}	UGT (a, b)
27	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent] {1,65*extreem lokaal}	UGT (a, b)
28	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent] {1,65*wind x+}	UGT (a, b)
29	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent] {1,65*wind x+} (0,825*momentaan)	UGT (a, b)
30	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent] {1,65*wind x+} (0,825*extreem)	UGT (a, b)
31	[1,32*eigen gewicht+1,32*permanent] {1,65*wind x+} (0,825*extreem lokaal)	UGT (a, b)
32	[eigen gewicht+permanent]	BGT Karakteristiek
33	[eigen gewicht+permanent] {momentaan}	BGT Karakteristiek
34	[eigen gewicht+permanent] {extreem}	BGT Karakteristiek
35	[eigen gewicht+permanent] {extreem lokaal}	BGT Karakteristiek
36	[eigen gewicht+permanent] {wind x+}	BGT Karakteristiek
37	[eigen gewicht+permanent] {wind x+} (0,5*momentaan)	BGT Karakteristiek
38	[eigen gewicht+permanent] {wind x+} (0,5*extreem)	BGT Karakteristiek
39	[eigen gewicht+permanent] {wind x+} (0,5*extreem lokaal)	BGT Karakteristiek
40	[eigen gewicht+permanent]	BGT Frequent
41	[eigen gewicht+permanent] {0,5*momentaan}	BGT Frequent
42	[eigen gewicht+permanent] {0,5*extreem}	BGT Frequent
43	[eigen gewicht+permanent] {0,5*extreem lokaal}	BGT Frequent
44	[eigen gewicht+permanent] {0,2*wind x+}	BGT Frequent
45	[eigen gewicht+permanent] {0,2*wind x+} (0,3*momentaan)	BGT Frequent
46	[eigen gewicht+permanent] {0,2*wind x+} (0,3*extreem)	BGT Frequent
47	[eigen gewicht+permanent] {0,2*wind x+} (0,3*extreem lokaal)	BGT Frequent
48	[eigen gewicht+permanent]	BGT Quasi-blijvend
49	[eigen gewicht+permanent] (0,3*momentaan)	BGT Quasi-blijvend
50	[eigen gewicht+permanent] (0,3*extreem)	BGT Quasi-blijvend
51	[eigen gewicht+permanent] (0,3*extreem lokaal)	BGT Quasi-blijvend
52	[eigen gewicht+permanent]	A1(a,b)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 44

Berekende maatgevende combinaties uit belastinggevallen

	<i>Kritische combinatie</i>	<i>Type</i>
53	[eigen gewicht+permanent] {0,75*momentaan}	A1(a,b)
54	[eigen gewicht+permanent] {0,75*extreem}	A1(a,b)
55	[eigen gewicht+permanent] {0,75*extreem lokaal}	A1(a,b)
56	[eigen gewicht+permanent]	A1(a,b)
57	[eigen gewicht+permanent] (0,75*momentaan)	A1(a,b)
58	[eigen gewicht+permanent] (0,75*extreem)	A1(a,b)
59	[eigen gewicht+permanent] (0,75*extreem lokaal)	A1(a,b)
60	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent]	A1(a,b)
61	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent] {0,75*momentaan}	A1(a,b)
62	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent] {0,75*extreem}	A1(a,b)
63	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent] {0,75*extreem lokaal}	A1(a,b)
64	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent]	A1(a,b)
65	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent] (0,75*momentaan)	A1(a,b)
66	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent] (0,75*extreem)	A1(a,b)
67	[1,35*eigen gewicht+1,35*permanent] (0,75*extreem lokaal)	A1(a,b)
68	[eigen gewicht+permanent] {1,5*momentaan}	A1(a,b)
69	[eigen gewicht+permanent] {1,5*extreem}	A1(a,b)
70	[eigen gewicht+permanent] {1,5*extreem lokaal}	A1(a,b)
71	[eigen gewicht+permanent] {1,5*wind x+}	A1(a,b)
72	[eigen gewicht+permanent] {1,5*wind x+} (0,75*momentaan)	A1(a,b)
73	[eigen gewicht+permanent] {1,5*wind x+} (0,75*extreem)	A1(a,b)
74	[eigen gewicht+permanent] {1,5*wind x+} (0,75*extreem lokaal)	A1(a,b)
75	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent]	A1(a,b)
76	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent] {1,5*momentaan}	A1(a,b)
77	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent] {1,5*extreem}	A1(a,b)
78	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent] {1,5*extreem lokaal}	A1(a,b)
79	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent] {1,5*wind x+}	A1(a,b)
80	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent] {1,5*wind x+} (0,75*momentaan)	A1(a,b)
81	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent] {1,5*wind x+} (0,75*extreem)	A1(a,b)
82	[1,2*eigen gewicht+1,2*permanent] {1,5*wind x+} (0,75*extreem lokaal)	A1(a,b)
83	[eigen gewicht+permanent]	A2(a,b)
84	[eigen gewicht+permanent] {1,3*momentaan}	A2(a,b)
85	[eigen gewicht+permanent] {1,3*extreem}	A2(a,b)
86	[eigen gewicht+permanent] {1,3*extreem lokaal}	A2(a,b)
87	[eigen gewicht+permanent] {1,3*wind x+}	A2(a,b)
88	[eigen gewicht+permanent] {1,3*wind x+} (0,65*momentaan)	A2(a,b)
89	[eigen gewicht+permanent] {1,3*wind x+} (0,65*extreem)	A2(a,b)
90	[eigen gewicht+permanent] {1,3*wind x+} (0,65*extreem lokaal)	A2(a,b)
91	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent]	A2(a,b)
92	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent] {1,3*momentaan}	A2(a,b)
93	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent] {1,3*extreem}	A2(a,b)

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 45

Berekende maatgevende combinaties uit belastinggevallen

	<i>Kritische combinatie</i>	<i>Type</i>
94	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent] { 1,3*extreem lokaal }	A2(a,b)
95	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent] { 1,3*wind x+ }	A2(a,b)
96	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent] { 1,3*wind x+ } (0,65*momentaan)	A2(a,b)
97	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent] { 1,3*wind x+ } (0,65*extreem)	A2(a,b)
98	[0,889*eigen gewicht+0,889*permanent] { 1,3*wind x+ } (0,65*extreem lokaal)	A2(a,b)

Type: Combinatietype;

Ongebalanceerde belastingen

	<i>Naam</i>	<i>Krachten</i>	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
1	eigen gewicht	E	0	0	-276600	-7	1229	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
2	permanent	E	0	0	-105150	-300	74133	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
3	momentaan	E	0	0	-39978	-122	32618	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
4	extreem	E	0	0	-55596	-405	101513	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
6	extreem lokaal	E	0	0	-20956	0	6185	0
		UNB	0	0	0	0	0	0
5	wind x+	E	7508	1	12457	-57	564161	-9
		UNB	0	0	0	0	0	0

Naam: Naam belastinggeval; Krachten, F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z ;

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 46

eigen gewicht: Staaf eigen gewicht

	$\Sigma [kg]$
1-3107	2819035,290
Totaal	2819035,290

 Σ : Totale massa;

eigen gewicht: Vlak eigen gewicht

	$\Sigma [kg]$
1-67540	24625116,630
Totaal	24625116,630

 Σ : Totale massa;

eigen gewicht: Eigen gewicht van domein

	$\Sigma [kg]$
1-115	24625116,630
Totaal	24625116,630

 Σ : Totale massa;

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 47

permanent: Vlak-belastigen op staven en ribben

	<i>Richting</i>	<i>Type</i>	<i>Comp.</i>	<i>Waarde [kN/m²]</i>	<i>X_{ref} [m]</i>	<i>Y_{ref} [m]</i>	<i>Z_{ref} [m]</i>	<i>X [m]</i>	<i>Y [m]</i>	<i>Z [m]</i>
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	5,000
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	9,200
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	13,400
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	17,600
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,250	0	21,800
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,600	0	26,000
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,950	0	30,200
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-17,400	0	34,400
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-17,800	0	38,600
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-18,250	0	42,800
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-18,750	0	47,000
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-19,300	0	51,200
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-19,950	0	55,400
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-20,750	0	59,600

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 48

permanent: Vlak-belastigen op staven en ribben

	<i>Richting</i>	<i>Type</i>	<i>Comp.</i>	<i>Waarde [kN/m²]</i>	<i>X_{ref} [m]</i>	<i>Y_{ref} [m]</i>	<i>Z_{ref} [m]</i>	<i>X [m]</i>	<i>Y [m]</i>	<i>Z [m]</i>
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-21,650	0	63,800
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-23,200	0	69,800
			pY =	0						
			pZ =	-4,50						
	Geprojd.	Constant	pX =	0				39,986	-25,225	72,577
			pY =	0						
			pZ =	-1,00						

Comp.: Resultaatonderdeel; **Waarde:** waarde van de lastcomponent; **X_{ref}:** X coördinaat van het referentiepunt van de last; **Y_{ref}:** Y coördinaat van het referentiepunt van de last; **Z_{ref}:** Z coördinaat van het referentiepunt van de last; **X:** X coördinaat van de hoek van de last-polylijn; **Y:** Y coördinaat van de hoek van de last-polylijn; **Z:** Z coördinaat van de hoek van de last-polylijn;

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 49

momentaan: Vlak-belastigen op staven en ribben

	<i>Richting</i>	<i>Type</i>	<i>Comp.</i>	<i>Waarde [kN/m²]</i>	<i>X_{ref} [m]</i>	<i>Y_{ref} [m]</i>	<i>Z_{ref} [m]</i>	<i>X [m]</i>	<i>Y [m]</i>	<i>Z [m]</i>
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	5,000
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	9,200
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	13,400
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,000	0	17,600
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,250	0	21,800
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,600	0	26,000
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-16,950	0	30,200
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-17,400	0	34,400
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-17,800	0	38,600
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-18,250	0	42,800
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-18,750	0	47,000
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-19,300	0	51,200
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-19,950	0	55,400
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-20,750	0	59,600

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016 Pag. 50

momentaan: Vlak-belastigen op staven en ribben

	<i>Richting</i>	<i>Type</i>	<i>Comp.</i>	<i>Waarde</i> [kN/m ²]	<i>X_{ref}</i> [m]	<i>Y_{ref}</i> [m]	<i>Z_{ref}</i> [m]	<i>X</i> [m]	<i>Y</i> [m]	<i>Z</i> [m]
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-21,650	0	63,800
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						
	Globaal	Constant	pX =	0				-23,200	0	69,800
			pY =	0						
			pZ =	-1,50						

Comp.: Resultaatonderdeel; **Waarde:** waarde van de lastcomponent; **X_{ref}:** X coördinaat van het referentiepunt van de last; **Y_{ref}:** Y coördinaat van het referentiepunt van de last; **Z_{ref}:** Z coördinaat van het referentiepunt van de last; **X:** X coördinaat van de hoek van de last-polylijn; **Y:** Y coördinaat van de hoek van de last-polylijn; **Z:** Z coördinaat van de hoek van de last-polylijn;

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 51

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]
649	Staafl L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0	669	Staafl L	2,789	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
650	Staafl L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0	670	Staafl L	2,789	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
651	Staafl L	2,789	a	0	0	2,3	0	0	671	Staafl L	2,789	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
652	Staafl L	2,789	a	0	0	1,1	0	0	672	Staafl L	2,789	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
653	Staafl L	2,789	a	0	0	4,4	0	0	673	Staafl L	2,789	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
654	Staafl L	2,789	a	0	0	7,2	0	0	674	Staafl L	2,789	a	0	0	-10,4	0	0
				1,000	0	7,2	0	0					1,000	0	-10,4	0	0
655	Staafl L	2,789	a	0	0	-9,5	0	0	675	Staafl L	2,789	a	0	0	-9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	-9,4	0	0
656	Staafl L	2,789	a	0	0	-10,4	0	0	676	Staafl L	2,789	a	0	0	-6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	-6,8	0	0
657	Staafl L	2,789	a	0	0	-9,4	0	0	677	Staafl L	2,789	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
658	Staafl L	2,789	a	0	0	-6,8	0	0	678	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
659	Staafl L	2,789	a	0	0	-4,3	0	0	679	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
660	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	680	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
661	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	681	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
662	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	682	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
663	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	683	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
664	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	684	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
665	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	685	Staafl L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
666	Staafl L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	686	Staafl L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
667	Staafl L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0	687	Staafl L	2,789	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
668	Staafl L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0	688	Staafl L	2,789	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 52

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
689	Staaf L	2,789	a	0	0	4,4	0	0	709	Staaf L	2,789	a	0	0	-9,5	0	0
				1,000	0	4,4	0	0					1,000	0	-9,5	0	0
690	Staaf L	2,789	a	0	0	7,2	0	0	710	Staaf L	2,789	a	0	0	-10,4	0	0
				1,000	0	7,2	0	0					1,000	0	-10,4	0	0
691	Staaf L	2,789	a	0	0	9,5	0	0	711	Staaf L	2,789	a	0	0	-9,4	0	0
				1,000	0	9,5	0	0					1,000	0	-9,4	0	0
692	Staaf L	2,789	a	0	0	10,4	0	0	712	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,8	0	0
				1,000	0	10,4	0	0					1,000	0	-6,8	0	0
693	Staaf L	2,789	a	0	0	9,4	0	0	713	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
694	Staaf L	2,789	a	0	0	6,8	0	0	714	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
695	Staaf L	2,789	a	0	0	4,3	0	0	715	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
696	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	716	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
697	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	717	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
698	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	718	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
699	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	719	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
700	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	720	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
701	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	721	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
702	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	722	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
703	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0	723	Staaf L	2,789	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
704	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0	724	Staaf L	2,789	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
705	Staaf L	2,789	a	0	0	-2,3	0	0	725	Staaf L	2,789	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
706	Staaf L	2,789	a	0	0	-1,1	0	0	726	Staaf L	2,789	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
707	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,4	0	0	727	Staaf L	2,789	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
708	Staaf L	2,789	a	0	0	-7,2	0	0	728	Staaf L	2,789	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 53

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
729	Staaf L	2,789	a	0	0	9,4	0	0	749	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
730	Staaf L	2,789	a	0	0	6,8	0	0	750	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
731	Staaf L	2,789	a	0	0	4,3	0	0	751	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
732	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	752	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
733	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	753	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
734	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	754	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
735	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	755	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
736	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	756	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
737	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	757	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
738	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	758	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
739	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0	759	Staaf L	2,789	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
740	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0	760	Staaf L	2,789	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
741	Staaf L	2,789	a	0	0	-2,3	0	0	761	Staaf L	2,789	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
742	Staaf L	2,789	a	0	0	-1,1	0	0	762	Staaf L	2,789	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
743	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,4	0	0	763	Staaf L	2,789	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
744	Staaf L	2,789	a	0	0	-7,2	0	0	764	Staaf L	2,789	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
745	Staaf L	2,789	a	0	0	-9,5	0	0	765	Staaf L	2,789	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
746	Staaf L	2,789	a	0	0	-10,4	0	0	766	Staaf L	2,789	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0
747	Staaf L	2,789	a	0	0	-9,4	0	0	767	Staaf L	2,789	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
748	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,8	0	0	768	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 54

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
769	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	789	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
770	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	790	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
771	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	791	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
772	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	792	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
773	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	793	Staaf L	2,832	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
774	Staaf L	2,789	a	0	0	3,5	0	0	794	Staaf L	2,832	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
775	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,5	0	0	795	Staaf L	2,832	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
776	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,9	0	0	796	Staaf L	2,831	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
777	Staaf L	2,789	a	0	0	-2,3	0	0	797	Staaf L	2,830	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
778	Staaf L	2,789	a	0	0	-1,1	0	0	798	Staaf L	2,829	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
779	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,4	0	0	799	Staaf L	2,828	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
780	Staaf L	2,789	a	0	0	-7,2	0	0	800	Staaf L	2,826	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
781	Staaf L	2,789	a	0	0	-9,5	0	0	801	Staaf L	2,825	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
782	Staaf L	2,789	a	0	0	-10,4	0	0	802	Staaf L	2,823	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0
783	Staaf L	2,789	a	0	0	-9,4	0	0	803	Staaf L	2,822	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
784	Staaf L	2,789	a	0	0	-6,8	0	0	804	Staaf L	2,820	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0
785	Staaf L	2,789	a	0	0	-4,3	0	0	805	Staaf L	2,819	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
786	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	806	Staaf L	2,818	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
787	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	807	Staaf L	2,817	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
788	Staaf L	2,789	a	0	0	-3,5	0	0	808	Staaf L	2,816	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 55

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
809	Staaf L	2,815	a	0	0	3,5	0	0	829	Staaf L	2,893	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
810	Staaf L	2,815	a	0	0	3,5	0	0	830	Staaf L	2,893	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
811	Staaf L	2,832	a	0	0	-6,5	0	0	831	Staaf L	2,892	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
812	Staaf L	2,832	a	0	0	-4,9	0	0	832	Staaf L	2,890	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
813	Staaf L	2,832	a	0	0	-2,3	0	0	833	Staaf L	2,888	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
814	Staaf L	2,831	a	0	0	-1,1	0	0	834	Staaf L	2,886	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
815	Staaf L	2,830	a	0	0	-4,4	0	0	835	Staaf L	2,883	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
816	Staaf L	2,829	a	0	0	-7,2	0	0	836	Staaf L	2,881	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
817	Staaf L	2,828	a	0	0	-9,5	0	0	837	Staaf L	2,878	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
818	Staaf L	2,826	a	0	0	-10,4	0	0	838	Staaf L	2,875	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0
819	Staaf L	2,825	a	0	0	-9,4	0	0	839	Staaf L	2,872	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
820	Staaf L	2,823	a	0	0	-6,8	0	0	840	Staaf L	2,869	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0
821	Staaf L	2,822	a	0	0	-4,3	0	0	841	Staaf L	2,866	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
822	Staaf L	2,820	a	0	0	-3,5	0	0	842	Staaf L	2,864	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
823	Staaf L	2,819	a	0	0	-3,5	0	0	843	Staaf L	2,862	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
824	Staaf L	2,818	a	0	0	-3,5	0	0	844	Staaf L	2,860	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
825	Staaf L	2,817	a	0	0	-3,5	0	0	845	Staaf L	2,859	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
826	Staaf L	2,816	a	0	0	-3,5	0	0	846	Staaf L	2,859	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
827	Staaf L	2,815	a	0	0	-3,5	0	0	847	Staaf L	2,893	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
828	Staaf L	2,815	a	0	0	3,5	0	0	848	Staaf L	2,893	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 56

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]
849	Staaf L	2,892	a	0	0	-2,3	0	0	869	Staaf L	2,944	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
850	Staaf L	2,890	a	0	0	-1,1	0	0	870	Staaf L	2,940	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
851	Staaf L	2,888	a	0	0	-4,4	0	0	871	Staaf L	2,934	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
852	Staaf L	2,886	a	0	0	-7,2	0	0	872	Staaf L	2,929	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
853	Staaf L	2,883	a	0	0	-9,5	0	0	873	Staaf L	2,923	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
854	Staaf L	2,881	a	0	0	-10,4	0	0	874	Staaf L	2,917	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0
855	Staaf L	2,878	a	0	0	-9,4	0	0	875	Staaf L	2,911	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
856	Staaf L	2,875	a	0	0	-6,8	0	0	876	Staaf L	2,905	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0
857	Staaf L	2,872	a	0	0	-4,3	0	0	877	Staaf L	2,900	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
858	Staaf L	2,869	a	0	0	-3,5	0	0	878	Staaf L	2,895	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
859	Staaf L	2,866	a	0	0	-3,5	0	0	879	Staaf L	2,891	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
860	Staaf L	2,864	a	0	0	-3,5	0	0	880	Staaf L	2,888	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
861	Staaf L	2,862	a	0	0	-3,5	0	0	881	Staaf L	2,886	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
862	Staaf L	2,860	a	0	0	-3,5	0	0	882	Staaf L	2,885	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
863	Staaf L	2,859	a	0	0	-3,5	0	0	883	Staaf L	3,033	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
864	Staaf L	2,859	a	0	0	-3,5	0	0	884	Staaf L	3,032	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
865	Staaf L	2,954	a	0	0	-6,5	0	0	885	Staaf L	3,030	a	0	0	-2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	-2,3	0	0
866	Staaf L	2,953	a	0	0	-4,9	0	0	886	Staaf L	3,027	a	0	0	-1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	-1,1	0	0
867	Staaf L	2,951	a	0	0	2,3	0	0	887	Staaf L	3,023	a	0	0	-4,4	0	0
				1,000	0	2,3	0	0					1,000	0	-4,4	0	0
868	Staaf L	2,948	a	0	0	1,1	0	0	888	Staaf L	3,018	a	0	0	-7,2	0	0
				1,000	0	1,1	0	0					1,000	0	-7,2	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 57

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
889	Staafl L	3,013	a	0	0	-9,5	0	0	909	Staafl L	2,923	a	0	0	-9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	-9,4	0	0
890	Staafl L	3,007	a	0	0	-10,4	0	0	910	Staafl L	2,917	a	0	0	-6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	-6,8	0	0
891	Staafl L	3,001	a	0	0	-9,4	0	0	911	Staafl L	2,911	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
892	Staafl L	2,995	a	0	0	-6,8	0	0	912	Staafl L	2,905	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
893	Staafl L	2,989	a	0	0	-4,3	0	0	913	Staafl L	2,900	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
894	Staafl L	2,983	a	0	0	-3,5	0	0	914	Staafl L	2,895	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
895	Staafl L	2,978	a	0	0	-3,5	0	0	915	Staafl L	2,891	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
896	Staafl L	2,974	a	0	0	-3,5	0	0	916	Staafl L	2,888	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
897	Staafl L	2,970	a	0	0	-3,5	0	0	917	Staafl L	2,886	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
898	Staafl L	2,967	a	0	0	-3,5	0	0	918	Staafl L	2,885	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
899	Staafl L	2,965	a	0	0	-3,5	0	0	919	Staafl L	3,033	a	0	0	6,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	6,5	0	0
900	Staafl L	2,964	a	0	0	-3,5	0	0	920	Staafl L	3,032	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
901	Staafl L	2,954	a	0	0	-6,5	0	0	921	Staafl L	3,030	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
902	Staafl L	2,953	a	0	0	-4,9	0	0	922	Staafl L	3,027	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
903	Staafl L	2,951	a	0	0	-2,3	0	0	923	Staafl L	3,023	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
904	Staafl L	2,948	a	0	0	-1,1	0	0	924	Staafl L	3,018	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
905	Staafl L	2,944	a	0	0	-4,4	0	0	925	Staafl L	3,013	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
906	Staafl L	2,940	a	0	0	-7,2	0	0	926	Staafl L	3,007	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
907	Staafl L	2,934	a	0	0	-9,5	0	0	927	Staafl L	3,001	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
908	Staafl L	2,929	a	0	0	-10,4	0	0	928	Staafl L	2,995	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 58

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
929	Staafl L	2,989	a	0	0	4,3	0	0	949	Staafl L	3,048	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
930	Staafl L	2,983	a	0	0	3,5	0	0	950	Staafl L	3,043	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
931	Staafl L	2,978	a	0	0	3,5	0	0	951	Staafl L	3,039	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
932	Staafl L	2,974	a	0	0	3,5	0	0	952	Staafl L	3,036	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
933	Staafl L	2,970	a	0	0	3,5	0	0	953	Staafl L	3,034	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
934	Staafl L	2,967	a	0	0	3,5	0	0	954	Staafl L	3,033	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
935	Staafl L	2,965	a	0	0	3,5	0	0	955	Staafl L	3,181	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
936	Staafl L	2,964	a	0	0	3,5	0	0	956	Staafl L	3,180	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
937	Staafl L	3,102	a	0	0	-6,5	0	0	957	Staafl L	3,179	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
938	Staafl L	3,101	a	0	0	-4,9	0	0	958	Staafl L	3,176	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
939	Staafl L	3,099	a	0	0	2,3	0	0	959	Staafl L	3,173	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
940	Staafl L	3,096	a	0	0	1,1	0	0	960	Staafl L	3,170	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
941	Staafl L	3,092	a	0	0	4,4	0	0	961	Staafl L	3,166	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
942	Staafl L	3,088	a	0	0	7,2	0	0	962	Staafl L	3,162	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
943	Staafl L	3,083	a	0	0	9,5	0	0	963	Staafl L	3,157	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
944	Staafl L	3,077	a	0	0	10,4	0	0	964	Staafl L	3,153	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0
945	Staafl L	3,071	a	0	0	9,4	0	0	965	Staafl L	3,148	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
946	Staafl L	3,065	a	0	0	6,8	0	0	966	Staafl L	3,144	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0
947	Staafl L	3,059	a	0	0	4,3	0	0	967	Staafl L	3,140	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
948	Staafl L	3,053	a	0	0	3,5	0	0	968	Staafl L	3,137	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 59

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]
969	Staafl L	3,134	a	0	0	3,5	0	0	989	Staafl L	3,034	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
970	Staafl L	3,131	a	0	0	3,5	0	0	990	Staafl L	3,033	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
971	Staafl L	3,130	a	0	0	3,5	0	0	991	Staafl L	3,181	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
972	Staafl L	3,129	a	0	0	3,5	0	0	992	Staafl L	3,180	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
973	Staafl L	3,102	a	0	0	-6,5	0	0	993	Staafl L	3,179	a	0	0	-2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	-2,3	0	0
974	Staafl L	3,101	a	0	0	-4,9	0	0	994	Staafl L	3,176	a	0	0	-1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	-1,1	0	0
975	Staafl L	3,099	a	0	0	-2,3	0	0	995	Staafl L	3,173	a	0	0	-4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	-4,4	0	0
976	Staafl L	3,096	a	0	0	-1,1	0	0	996	Staafl L	3,170	a	0	0	-7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	-7,2	0	0
977	Staafl L	3,092	a	0	0	-4,4	0	0	997	Staafl L	3,166	a	0	0	-9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	-9,5	0	0
978	Staafl L	3,088	a	0	0	-7,2	0	0	998	Staafl L	3,162	a	0	0	-10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	-10,4	0	0
979	Staafl L	3,083	a	0	0	-9,5	0	0	999	Staafl L	3,157	a	0	0	-9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	-9,4	0	0
980	Staafl L	3,077	a	0	0	-10,4	0	0	1000	Staafl L	3,153	a	0	0	-6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	-6,8	0	0
981	Staafl L	3,071	a	0	0	-9,4	0	0	1001	Staafl L	3,148	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
982	Staafl L	3,065	a	0	0	-6,8	0	0	1002	Staafl L	3,144	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
983	Staafl L	3,059	a	0	0	-4,3	0	0	1003	Staafl L	3,140	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
984	Staafl L	3,053	a	0	0	-3,5	0	0	1004	Staafl L	3,137	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
985	Staafl L	3,048	a	0	0	-3,5	0	0	1005	Staafl L	3,134	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
986	Staafl L	3,043	a	0	0	-3,5	0	0	1006	Staafl L	3,131	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
987	Staafl L	3,039	a	0	0	-3,5	0	0	1007	Staafl L	3,130	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
988	Staafl L	3,036	a	0	0	-3,5	0	0	1008	Staafl L	3,129	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 60

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
1009	Staafl L	3,268	a	0	0	-6,5	0	0	1029	Staafl L	3,368	a	0	0	-2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	-2,3	0	0
1010	Staafl L	3,268	a	0	0	-4,9	0	0	1030	Staafl L	3,371	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
1011	Staafl L	3,267	a	0	0	-2,3	0	0	1031	Staafl L	3,375	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
1012	Staafl L	3,267	a	0	0	1,1	0	0	1032	Staafl L	3,379	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
1013	Staafl L	3,266	a	0	0	4,4	0	0	1033	Staafl L	3,384	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
1014	Staafl L	3,265	a	0	0	7,2	0	0	1034	Staafl L	3,390	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
1015	Staafl L	3,263	a	0	0	9,5	0	0	1035	Staafl L	3,396	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
1016	Staafl L	3,262	a	0	0	10,4	0	0	1036	Staafl L	3,402	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0
1017	Staafl L	3,260	a	0	0	9,4	0	0	1037	Staafl L	3,408	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
1018	Staafl L	3,259	a	0	0	6,8	0	0	1038	Staafl L	3,414	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1019	Staafl L	3,257	a	0	0	4,3	0	0	1039	Staafl L	3,419	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1020	Staafl L	3,256	a	0	0	3,5	0	0	1040	Staafl L	3,424	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1021	Staafl L	3,255	a	0	0	3,5	0	0	1041	Staafl L	3,428	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1022	Staafl L	3,253	a	0	0	3,5	0	0	1042	Staafl L	3,431	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1023	Staafl L	3,253	a	0	0	3,5	0	0	1043	Staafl L	3,433	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1024	Staafl L	3,252	a	0	0	3,5	0	0	1044	Staafl L	3,434	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1025	Staafl L	3,251	a	0	0	3,5	0	0	1045	Staafl L	3,268	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
1026	Staafl L	3,251	a	0	0	3,5	0	0	1046	Staafl L	3,268	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
1027	Staafl L	3,364	a	0	0	-6,5	0	0	1047	Staafl L	3,267	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
1028	Staafl L	3,366	a	0	0	-4,9	0	0	1048	Staafl L	3,267	a	0	0	-1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	-1,1	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 61

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
1049	Staafl L	3,266	a	0	0	-4,4	0	0	1069	Staafl L	3,384	a	0	0	-9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	-9,5	0	0
1050	Staafl L	3,265	a	0	0	-7,2	0	0	1070	Staafl L	3,390	a	0	0	-10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	-10,4	0	0
1051	Staafl L	3,263	a	0	0	-9,5	0	0	1071	Staafl L	3,396	a	0	0	-9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	-9,4	0	0
1052	Staafl L	3,262	a	0	0	-10,4	0	0	1072	Staafl L	3,402	a	0	0	-6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	-6,8	0	0
1053	Staafl L	3,260	a	0	0	-9,4	0	0	1073	Staafl L	3,408	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
1054	Staafl L	3,259	a	0	0	-6,8	0	0	1074	Staafl L	3,414	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1055	Staafl L	3,257	a	0	0	-4,3	0	0	1075	Staafl L	3,419	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1056	Staafl L	3,256	a	0	0	-3,5	0	0	1076	Staafl L	3,424	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1057	Staafl L	3,255	a	0	0	-3,5	0	0	1077	Staafl L	3,428	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1058	Staafl L	3,253	a	0	0	-3,5	0	0	1078	Staafl L	3,431	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1059	Staafl L	3,253	a	0	0	-3,5	0	0	1079	Staafl L	3,433	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1060	Staafl L	3,252	a	0	0	-3,5	0	0	1080	Staafl L	3,434	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1061	Staafl L	3,251	a	0	0	-3,5	0	0	1081	Staafl L	3,478	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
1062	Staafl L	3,251	a	0	0	3,5	0	0	1082	Staafl L	3,481	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
1063	Staafl L	3,364	a	0	0	-6,5	0	0	1083	Staafl L	3,488	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
1064	Staafl L	3,366	a	0	0	-4,9	0	0	1084	Staafl L	3,497	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
1065	Staafl L	3,368	a	0	0	2,3	0	0	1085	Staafl L	3,508	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
1066	Staafl L	3,371	a	0	0	-1,1	0	0	1086	Staafl L	3,522	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
1067	Staafl L	3,375	a	0	0	-4,4	0	0	1087	Staafl L	3,538	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
1068	Staafl L	3,379	a	0	0	-7,2	0	0	1088	Staafl L	3,555	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 62

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]
1089	Staaf L	3,573	a	0	0	9,4	0	0	1109	Staaf L	3,913	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
1090	Staaf L	3,591	a	0	0	6,8	0	0	1110	Staaf L	3,951	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1091	Staaf L	3,609	a	0	0	4,3	0	0	1111	Staaf L	3,987	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1092	Staaf L	3,626	a	0	0	3,5	0	0	1112	Staaf L	4,018	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1093	Staaf L	3,642	a	0	0	3,5	0	0	1113	Staaf L	4,044	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1094	Staaf L	3,656	a	0	0	3,5	0	0	1114	Staaf L	4,065	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1095	Staaf L	3,667	a	0	0	3,5	0	0	1115	Staaf L	4,079	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1096	Staaf L	3,677	a	0	0	3,5	0	0	1116	Staaf L	4,086	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1097	Staaf L	3,683	a	0	0	3,5	0	0	1117	Staaf L	3,478	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
1098	Staaf L	3,686	a	0	0	3,5	0	0	1118	Staaf L	3,481	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
1099	Staaf L	3,619	a	0	0	-6,5	0	0	1119	Staaf L	3,488	a	0	0	-2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	-2,3	0	0
1100	Staaf L	3,626	a	0	0	-4,9	0	0	1120	Staaf L	3,497	a	0	0	-1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	-1,1	0	0
1101	Staaf L	3,640	a	0	0	2,3	0	0	1121	Staaf L	3,508	a	0	0	-4,4	0	0
				1,000	0	2,3	0	0					1,000	0	-4,4	0	0
1102	Staaf L	3,660	a	0	0	1,1	0	0	1122	Staaf L	3,522	a	0	0	-7,2	0	0
				1,000	0	1,1	0	0					1,000	0	-7,2	0	0
1103	Staaf L	3,686	a	0	0	4,4	0	0	1123	Staaf L	3,538	a	0	0	-9,5	0	0
				1,000	0	4,4	0	0					1,000	0	-9,5	0	0
1104	Staaf L	3,718	a	0	0	7,2	0	0	1124	Staaf L	3,555	a	0	0	-10,4	0	0
				1,000	0	7,2	0	0					1,000	0	-10,4	0	0
1105	Staaf L	3,753	a	0	0	9,5	0	0	1125	Staaf L	3,573	a	0	0	-9,4	0	0
				1,000	0	9,5	0	0					1,000	0	-9,4	0	0
1106	Staaf L	3,792	a	0	0	10,4	0	0	1126	Staaf L	3,591	a	0	0	-6,8	0	0
				1,000	0	10,4	0	0					1,000	0	-6,8	0	0
1107	Staaf L	3,832	a	0	0	9,4	0	0	1127	Staaf L	3,609	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
1108	Staaf L	3,873	a	0	0	6,8	0	0	1128	Staaf L	3,626	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 63

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
1129	Staaf L	3,642	a	0	0	-3,5	0	0	1149	Staaf L	4,044	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1130	Staaf L	3,656	a	0	0	-3,5	0	0	1150	Staaf L	4,065	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1131	Staaf L	3,667	a	0	0	-3,5	0	0	1151	Staaf L	4,079	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1132	Staaf L	3,677	a	0	0	-3,5	0	0	1152	Staaf L	4,086	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1133	Staaf L	3,683	a	0	0	-3,5	0	0	1153	Staaf L	3,777	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
1134	Staaf L	3,686	a	0	0	3,5	0	0	1154	Staaf L	3,789	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
1135	Staaf L	3,619	a	0	0	-6,5	0	0	1155	Staaf L	3,814	a	0	0	2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	2,3	0	0
1136	Staaf L	3,626	a	0	0	-4,9	0	0	1156	Staaf L	3,850	a	0	0	1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	1,1	0	0
1137	Staaf L	3,640	a	0	0	-2,3	0	0	1157	Staaf L	3,897	a	0	0	4,4	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	4,4	0	0
1138	Staaf L	3,660	a	0	0	-1,1	0	0	1158	Staaf L	3,952	a	0	0	7,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	7,2	0	0
1139	Staaf L	3,686	a	0	0	-4,4	0	0	1159	Staaf L	4,015	a	0	0	9,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	9,5	0	0
1140	Staaf L	3,718	a	0	0	-7,2	0	0	1160	Staaf L	4,084	a	0	0	10,4	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	10,4	0	0
1141	Staaf L	3,753	a	0	0	-9,5	0	0	1161	Staaf L	4,156	a	0	0	9,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	9,4	0	0
1142	Staaf L	3,792	a	0	0	-10,4	0	0	1162	Staaf L	4,229	a	0	0	6,8	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	6,8	0	0
1143	Staaf L	3,832	a	0	0	-9,4	0	0	1163	Staaf L	4,301	a	0	0	4,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	4,3	0	0
1144	Staaf L	3,873	a	0	0	-6,8	0	0	1164	Staaf L	4,369	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1145	Staaf L	3,913	a	0	0	-4,3	0	0	1165	Staaf L	4,432	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1146	Staaf L	3,951	a	0	0	-3,5	0	0	1166	Staaf L	4,488	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1147	Staaf L	3,987	a	0	0	-3,5	0	0	1167	Staaf L	4,534	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1148	Staaf L	4,018	a	0	0	-3,5	0	0	1168	Staaf L	4,570	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 64

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]
1169	Staafl L	4,595	a	0	0	3,5	0	0	1189	Staafl L	3,777	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
1170	Staafl L	4,613	a	0	0	3,5	0	0	1190	Staafl L	3,789	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0
1171	Staafl L	4,051	a	0	0	-6,5	0	0	1191	Staafl L	3,814	a	0	0	-2,3	0	0
				1,000	0	-6,5	0	0					1,000	0	-2,3	0	0
1172	Staafl L	4,080	a	0	0	-4,9	0	0	1192	Staafl L	3,850	a	0	0	-1,1	0	0
				1,000	0	-4,9	0	0					1,000	0	-1,1	0	0
1173	Staafl L	4,138	a	0	0	2,3	0	0	1193	Staafl L	3,897	a	0	0	-4,4	0	0
				1,000	0	2,3	0	0					1,000	0	-4,4	0	0
1174	Staafl L	4,224	a	0	0	1,1	0	0	1194	Staafl L	3,952	a	0	0	-7,2	0	0
				1,000	0	1,1	0	0					1,000	0	-7,2	0	0
1175	Staafl L	4,335	a	0	0	4,4	0	0	1195	Staafl L	4,015	a	0	0	-9,5	0	0
				1,000	0	4,4	0	0					1,000	0	-9,5	0	0
1176	Staafl L	4,469	a	0	0	7,2	0	0	1196	Staafl L	4,084	a	0	0	-10,4	0	0
				1,000	0	7,2	0	0					1,000	0	-10,4	0	0
1177	Staafl L	4,622	a	0	0	9,5	0	0	1197	Staafl L	4,156	a	0	0	-9,4	0	0
				1,000	0	9,5	0	0					1,000	0	-9,4	0	0
1178	Staafl L	4,789	a	0	0	10,4	0	0	1198	Staafl L	4,229	a	0	0	-6,8	0	0
				1,000	0	10,4	0	0					1,000	0	-6,8	0	0
1179	Staafl L	4,965	a	0	0	9,4	0	0	1199	Staafl L	4,301	a	0	0	-4,3	0	0
				1,000	0	9,4	0	0					1,000	0	-4,3	0	0
1180	Staafl L	5,145	a	0	0	6,8	0	0	1200	Staafl L	4,369	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1181	Staafl L	5,321	a	0	0	4,3	0	0	1201	Staafl L	4,432	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1182	Staafl L	5,488	a	0	0	3,5	0	0	1202	Staafl L	4,488	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1183	Staafl L	5,640	a	0	0	3,5	0	0	1203	Staafl L	4,534	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1184	Staafl L	5,774	a	0	0	3,5	0	0	1204	Staafl L	4,570	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1185	Staafl L	5,885	a	0	0	3,5	0	0	1205	Staafl L	4,595	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1186	Staafl L	5,970	a	0	0	3,5	0	0	1206	Staafl L	4,613	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1187	Staafl L	6,028	a	0	0	3,5	0	0	1207	Staafl L	4,051	a	0	0	-6,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-6,5	0	0
1188	Staafl L	6,058	a	0	0	3,5	0	0	1208	Staafl L	4,080	a	0	0	-4,9	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-4,9	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 65

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{tor} [kNm/m]
1209	Staaf L	4,138	a	0	0	-2,3	0	0	1229	Staaf L	4,970	a	0	0	-10,5	0	0
				1,000	0	-2,3	0	0					1,000	0	-10,5	0	0
1210	Staaf L	4,224	a	0	0	-1,1	0	0	1230	Staaf L	5,100	a	0	0	-17,2	0	0
				1,000	0	-1,1	0	0					1,000	0	-17,2	0	0
1211	Staaf L	4,335	a	0	0	-4,4	0	0	1231	Staaf L	5,247	a	0	0	-22,5	0	0
				1,000	0	-4,4	0	0					1,000	0	-22,5	0	0
1212	Staaf L	4,469	a	0	0	-7,2	0	0	1232	Staaf L	5,408	a	0	0	-24,9	0	0
				1,000	0	-7,2	0	0					1,000	0	-24,9	0	0
1213	Staaf L	4,622	a	0	0	-9,5	0	0	1233	Staaf L	5,578	a	0	0	-22,4	0	0
				1,000	0	-9,5	0	0					1,000	0	-22,4	0	0
1214	Staaf L	4,789	a	0	0	-10,4	0	0	1234	Staaf L	5,750	a	0	0	-16,2	0	0
				1,000	0	-10,4	0	0					1,000	0	-16,2	0	0
1215	Staaf L	4,965	a	0	0	-9,4	0	0	1235	Staaf L	5,919	a	0	0	-10,3	0	0
				1,000	0	-9,4	0	0					1,000	0	-10,3	0	0
1216	Staaf L	5,145	a	0	0	-6,8	0	0	1236	Staaf L	6,080	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-6,8	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1217	Staaf L	5,321	a	0	0	-4,3	0	0	1237	Staaf L	6,228	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-4,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1218	Staaf L	5,488	a	0	0	-3,5	0	0	1238	Staaf L	6,357	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1219	Staaf L	5,640	a	0	0	-3,5	0	0	1239	Staaf L	6,465	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1220	Staaf L	5,774	a	0	0	-3,5	0	0	1240	Staaf L	6,548	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1221	Staaf L	5,885	a	0	0	-3,5	0	0	1241	Staaf L	6,605	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1222	Staaf L	5,970	a	0	0	-3,5	0	0	1242	Staaf L	6,633	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1223	Staaf L	6,028	a	0	0	-3,5	0	0	1243	Staaf L	4,693	a	0	0	-15,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-15,5	0	0
1224	Staaf L	6,058	a	0	0	3,5	0	0	1244	Staaf L	4,722	a	0	0	-11,8	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-11,8	0	0
1225	Staaf L	4,693	a	0	0	15,5	0	0	1245	Staaf L	4,774	a	0	0	-5,5	0	0
				1,000	0	15,5	0	0					1,000	0	-5,5	0	0
1226	Staaf L	4,722	a	0	0	11,8	0	0	1246	Staaf L	4,863	a	0	0	2,5	0	0
				1,000	0	11,8	0	0					1,000	0	2,5	0	0
1227	Staaf L	4,774	a	0	0	5,5	0	0	1247	Staaf L	4,970	a	0	0	10,5	0	0
				1,000	0	5,5	0	0					1,000	0	10,5	0	0
1228	Staaf L	4,863	a	0	0	-2,5	0	0	1248	Staaf L	5,100	a	0	0	17,2	0	0
				1,000	0	-2,5	0	0					1,000	0	17,2	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 66

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
1249	Staafl L	5,247	a	0	0	22,5	0	0	1269	Staafl L	6,376	a	0	0	-22,4	0	0
				1,000	0	22,5	0	0					1,000	0	-22,4	0	0
1250	Staafl L	5,408	a	0	0	24,9	0	0	1270	Staafl L	6,528	a	0	0	-16,2	0	0
				1,000	0	24,9	0	0					1,000	0	-16,2	0	0
1251	Staafl L	5,578	a	0	0	22,4	0	0	1271	Staafl L	6,678	a	0	0	-10,3	0	0
				1,000	0	22,4	0	0					1,000	0	-10,3	0	0
1252	Staafl L	5,750	a	0	0	16,2	0	0	1272	Staafl L	6,821	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	16,2	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1253	Staafl L	5,919	a	0	0	10,3	0	0	1273	Staafl L	6,952	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	10,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1254	Staafl L	6,080	a	0	0	3,5	0	0	1274	Staafl L	7,068	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1255	Staafl L	6,228	a	0	0	3,5	0	0	1275	Staafl L	7,165	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1256	Staafl L	6,357	a	0	0	3,5	0	0	1276	Staafl L	7,239	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1257	Staafl L	6,465	a	0	0	3,5	0	0	1277	Staafl L	7,290	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1258	Staafl L	6,548	a	0	0	-3,5	0	0	1278	Staafl L	7,318	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1259	Staafl L	6,605	a	0	0	3,5	0	0	1279	Staafl L	5,588	a	0	0	-15,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-15,5	0	0
1260	Staafl L	6,633	a	0	0	-3,5	0	0	1280	Staafl L	5,612	a	0	0	-11,8	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-11,8	0	0
1261	Staafl L	5,586	a	0	0	15,5	0	0	1281	Staafl L	5,663	a	0	0	-5,5	0	0
				1,000	0	15,5	0	0					1,000	0	-5,5	0	0
1262	Staafl L	5,613	a	0	0	11,8	0	0	1282	Staafl L	5,738	a	0	0	2,5	0	0
				1,000	0	11,8	0	0					1,000	0	2,5	0	0
1263	Staafl L	5,664	a	0	0	5,5	0	0	1283	Staafl L	5,835	a	0	0	10,5	0	0
				1,000	0	5,5	0	0					1,000	0	10,5	0	0
1264	Staafl L	5,739	a	0	0	-2,5	0	0	1284	Staafl L	5,950	a	0	0	17,2	0	0
				1,000	0	-2,5	0	0					1,000	0	17,2	0	0
1265	Staafl L	5,835	a	0	0	-10,5	0	0	1285	Staafl L	6,082	a	0	0	22,5	0	0
				1,000	0	-10,5	0	0					1,000	0	22,5	0	0
1266	Staafl L	5,951	a	0	0	-17,2	0	0	1286	Staafl L	6,225	a	0	0	24,9	0	0
				1,000	0	-17,2	0	0					1,000	0	24,9	0	0
1267	Staafl L	6,083	a	0	0	-22,5	0	0	1287	Staafl L	6,376	a	0	0	22,4	0	0
				1,000	0	-22,5	0	0					1,000	0	22,4	0	0
1268	Staafl L	6,226	a	0	0	-24,9	0	0	1288	Staafl L	6,528	a	0	0	16,2	0	0
				1,000	0	-24,9	0	0					1,000	0	16,2	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 67

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
1289	Staafl L	6,679	a	0	0	10,3	0	0	1381	Staafl L	7,813	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	10,3	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1290	Staafl L	6,822	a	0	0	3,5	0	0	1382	Staafl L	7,892	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1291	Staafl L	6,953	a	0	0	3,5	0	0	1383	Staafl L	7,959	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1292	Staafl L	7,069	a	0	0	3,5	0	0	1384	Staafl L	8,010	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1293	Staafl L	7,165	a	0	0	3,5	0	0	1385	Staafl L	8,046	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1294	Staafl L	7,240	a	0	0	3,5	0	0	1386	Staafl L	8,063	a	0	0	-3,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-3,5	0	0
1295	Staafl L	7,291	a	0	0	3,5	0	0	1387	Staafl L	6,877	a	0	0	-15,5	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-15,5	0	0
1296	Staafl L	7,315	a	0	0	-3,5	0	0	1388	Staafl L	6,895	a	0	0	-11,8	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-11,8	0	0
1369	Staafl L	6,877	a	0	0	15,5	0	0	1389	Staafl L	6,930	a	0	0	-5,5	0	0
				1,000	0	15,5	0	0					1,000	0	-5,5	0	0
1370	Staafl L	6,895	a	0	0	11,8	0	0	1390	Staafl L	6,982	a	0	0	2,5	0	0
				1,000	0	11,8	0	0					1,000	0	2,5	0	0
1371	Staafl L	6,930	a	0	0	5,5	0	0	1391	Staafl L	7,048	a	0	0	10,5	0	0
				1,000	0	5,5	0	0					1,000	0	10,5	0	0
1372	Staafl L	6,982	a	0	0	-2,5	0	0	1392	Staafl L	7,128	a	0	0	17,2	0	0
				1,000	0	-2,5	0	0					1,000	0	17,2	0	0
1373	Staafl L	7,048	a	0	0	-10,5	0	0	1393	Staafl L	7,218	a	0	0	22,5	0	0
				1,000	0	-10,5	0	0					1,000	0	22,5	0	0
1374	Staafl L	7,128	a	0	0	-17,2	0	0	1394	Staafl L	7,316	a	0	0	24,9	0	0
				1,000	0	-17,2	0	0					1,000	0	24,9	0	0
1375	Staafl L	7,218	a	0	0	-22,5	0	0	1395	Staafl L	7,418	a	0	0	22,4	0	0
				1,000	0	-22,5	0	0					1,000	0	22,4	0	0
1376	Staafl L	7,316	a	0	0	-24,9	0	0	1396	Staafl L	7,522	a	0	0	16,2	0	0
				1,000	0	-24,9	0	0					1,000	0	16,2	0	0
1377	Staafl L	7,418	a	0	0	-22,4	0	0	1397	Staafl L	7,625	a	0	0	10,3	0	0
				1,000	0	-22,4	0	0					1,000	0	10,3	0	0
1378	Staafl L	7,522	a	0	0	-16,2	0	0	1398	Staafl L	7,723	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-16,2	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1379	Staafl L	7,625	a	0	0	-10,3	0	0	1399	Staafl L	7,813	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-10,3	0	0					1,000	0	3,5	0	0
1380	Staafl L	7,723	a	0	0	-3,5	0	0	1400	Staafl L	7,892	a	0	0	3,5	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	3,5	0	0

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 68

wind x+: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]		Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{lor} [kNm/m]
1401	Staafl	7,959	a	0	0	3,5	0	0	1421	Staafl	8,811	a	0	0	-1,8	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-1,8	0	0
1402	Staafl	8,010	a	0	0	3,5	0	0	1422	Staafl	8,816	a	0	0	-1,8	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-1,8	0	0
1403	Staafl	8,046	a	0	0	3,5	0	0	1423	Staafl	8,484	a	0	0	-7,8	0	0
				1,000	0	3,5	0	0					1,000	0	-7,8	0	0
1404	Staafl	8,063	a	0	0	-3,5	0	0	1424	Staafl	8,489	a	0	0	-5,9	0	0
				1,000	0	-3,5	0	0					1,000	0	-5,9	0	0
1405	Staafl	8,484	a	0	0	7,8	0	0	1425	Staafl	8,499	a	0	0	-2,8	0	0
				1,000	0	7,8	0	0					1,000	0	-2,8	0	0
1406	Staafl	8,489	a	0	0	5,9	0	0	1426	Staafl	8,514	a	0	0	1,3	0	0
				1,000	0	5,9	0	0					1,000	0	1,3	0	0
1407	Staafl	8,499	a	0	0	2,8	0	0	1427	Staafl	8,532	a	0	0	5,3	0	0
				1,000	0	2,8	0	0					1,000	0	5,3	0	0
1408	Staafl	8,514	a	0	0	-1,3	0	0	1428	Staafl	8,555	a	0	0	8,6	0	0
				1,000	0	-1,3	0	0					1,000	0	8,6	0	0
1409	Staafl	8,532	a	0	0	-5,3	0	0	1429	Staafl	8,580	a	0	0	11,3	0	0
				1,000	0	-5,3	0	0					1,000	0	11,3	0	0
1410	Staafl	8,555	a	0	0	-8,6	0	0	1430	Staafl	8,607	a	0	0	12,5	0	0
				1,000	0	-8,6	0	0					1,000	0	12,5	0	0
1411	Staafl	8,580	a	0	0	-11,3	0	0	1431	Staafl	8,635	a	0	0	11,2	0	0
				1,000	0	-11,3	0	0					1,000	0	11,2	0	0
1412	Staafl	8,607	a	0	0	-12,5	0	0	1432	Staafl	8,664	a	0	0	8,1	0	0
				1,000	0	-12,5	0	0					1,000	0	8,1	0	0
1413	Staafl	8,635	a	0	0	-11,2	0	0	1433	Staafl	8,693	a	0	0	5,2	0	0
				1,000	0	-11,2	0	0					1,000	0	5,2	0	0
1414	Staafl	8,664	a	0	0	-8,1	0	0	1434	Staafl	8,720	a	0	0	1,8	0	0
				1,000	0	-8,1	0	0					1,000	0	1,8	0	0
1415	Staafl	8,693	a	0	0	-5,2	0	0	1435	Staafl	8,745	a	0	0	1,8	0	0
				1,000	0	-5,2	0	0					1,000	0	1,8	0	0
1416	Staafl	8,720	a	0	0	-1,8	0	0	1436	Staafl	8,768	a	0	0	1,8	0	0
				1,000	0	-1,8	0	0					1,000	0	1,8	0	0
1417	Staafl	8,745	a	0	0	-1,8	0	0	1437	Staafl	8,786	a	0	0	1,8	0	0
				1,000	0	-1,8	0	0					1,000	0	1,8	0	0
1418	Staafl	8,768	a	0	0	-1,8	0	0	1438	Staafl	8,801	a	0	0	1,8	0	0
				1,000	0	-1,8	0	0					1,000	0	1,8	0	0
1419	Staafl	8,786	a	0	0	-1,8	0	0	1439	Staafl	8,811	a	0	0	1,8	0	0
				1,000	0	-1,8	0	0					1,000	0	1,8	0	0
1420	Staafl	8,801	a	0	0	-1,8	0	0	1440	Staafl	8,816	a	0	0	-1,8	0	0
				1,000	0	-1,8	0	0					1,000	0	-1,8	0	0

Type: Belastingtype; Lengte: Staaflengte; a/d: Positie als verhouding (a) of lengte (d), *=Doorgaand; Pos.: Positie; px, py, pz: Belastingkracht component; m_{lor}: Belastingmoment component;

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: **Wuhan - 3D model (22-05-16).axs**

23-5-2016

Pag. 69

Resultaten

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

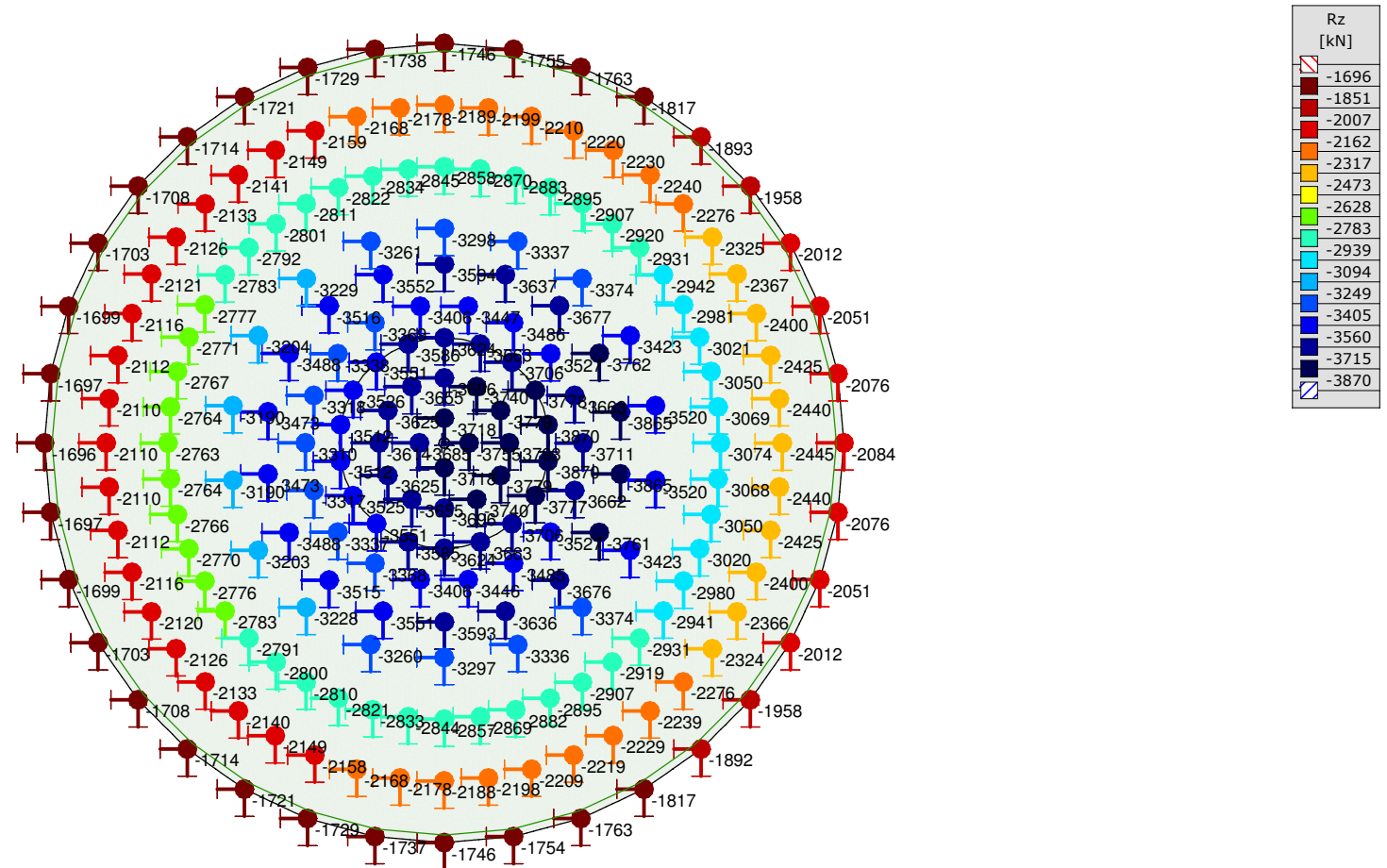
Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 70

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Grenstoestand Min.
Type	: (Alle UGT (a, b))
E (P)	: 1,53E-7
E (W)	: 1,53E-7
E (Eq)	: 3,06E-6
Comp.	: Rz [kN]
Detail	: Platen/2000 mm



MAXIMALE OPLEGREACTIES, Lineair, (Alle UGT (a, b)) Grenstoestand Min., Rz (Interne krachten knoopoplegging), Kleuren 2D, Bovenaanzicht

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

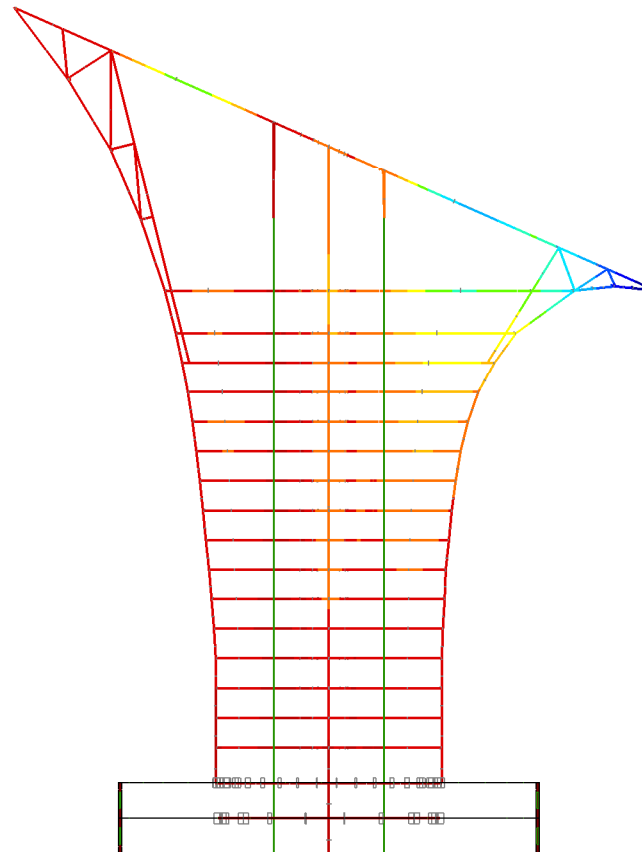
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 71

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Grenstoestand Min.
Type	: (BGT Karakteristiek)
E (P)	: 1,53E-7
E (W)	: 1,53E-7
E (Eq)	: 3,06E-6
Comp.	: eZ [mm]
Detail	: Geselecteerde elementen



eZ [mm]
-12
-30
-48
-67
-85
-103
-122
-140
-158
-176
-195
-213
-231
-250
-268



VERTICALE VERPLAATSING, Lineair,(BGT Karakteristiek) Grenstoestand Min., eZ, Kleuren 2D, Vooraanzicht

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

Constructeur: Jaap Smits

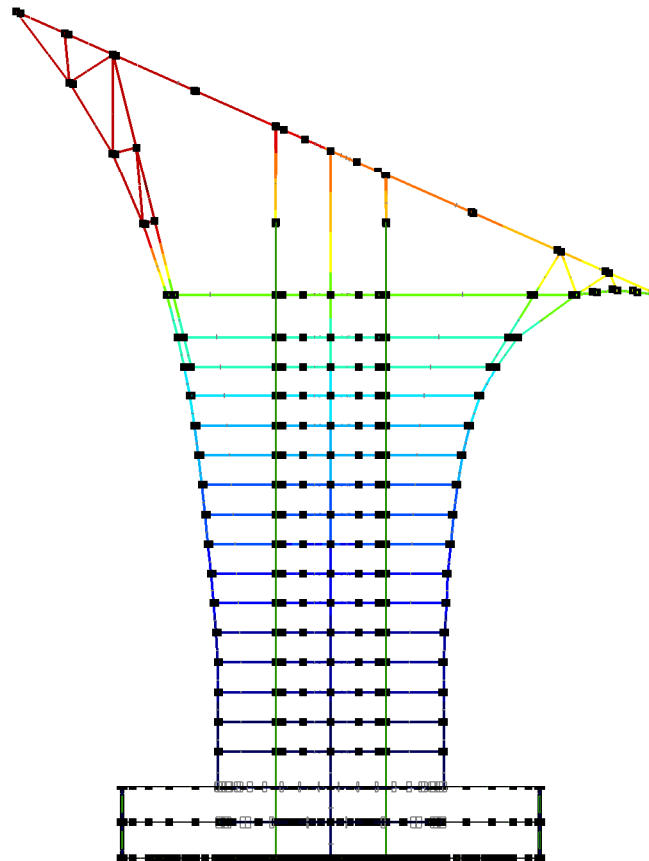
3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016

Pag. 72

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Grenstoestand Max.
Type	: (BGT Karakteristiek)
E (P)	: 1,53E-7
E (W)	: 1,53E-7
E (Eq)	: 3,06E-6
Comp.	: eX [mm]
Detail	: Geselecteerde elementen



eX [mm]
432
401
371
340
310
279
249
218
188
158
127
97
66
36
5



HORIZONTALE VERPLAATSING, Lineair,(BGT Karakteristiek) Grenstoestand Max., eX, Kleuren 2D, Vooraanzicht

Project: AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE

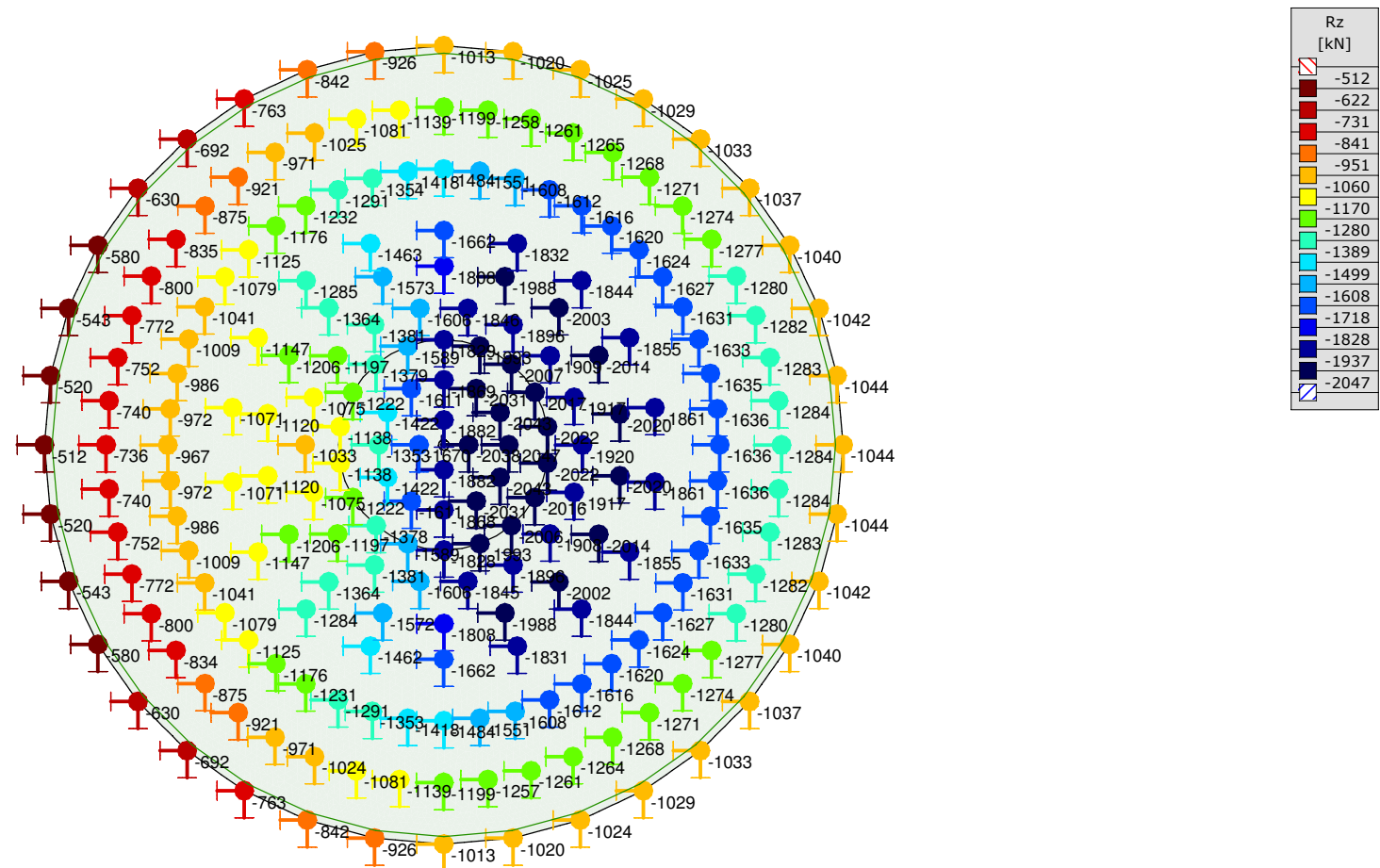
Constructeur: Jaap Smits

3D model

Model: Wuhan - 3D model (22-05-16).axs

23-5-2016 Pag. 73

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Grenstoestand Max.
Type	: (Alle UGT (a, b))
E (P)	: 1,53E-7
E (W)	: 1,53E-7
E (Eq)	: 3,06E-6
Comp.	: Rz [kN]
Detail	: Platen/2000 mm



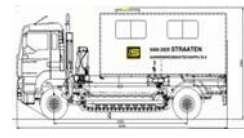
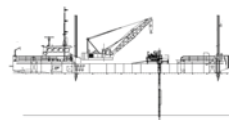
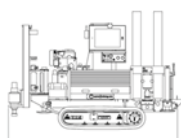
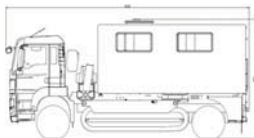
MINIMALE OPLEGREACTIES, Lineair,(Alle UGT (a, b)) Grenstoestand Max., Rz (Interne krachten knooppoplegging), Kleuren 2D, Bovenaanzicht

Bijlage 4

Sondeerrapport



Afdeling Geotechniek



Rapport geotechnisch bodemonderzoek

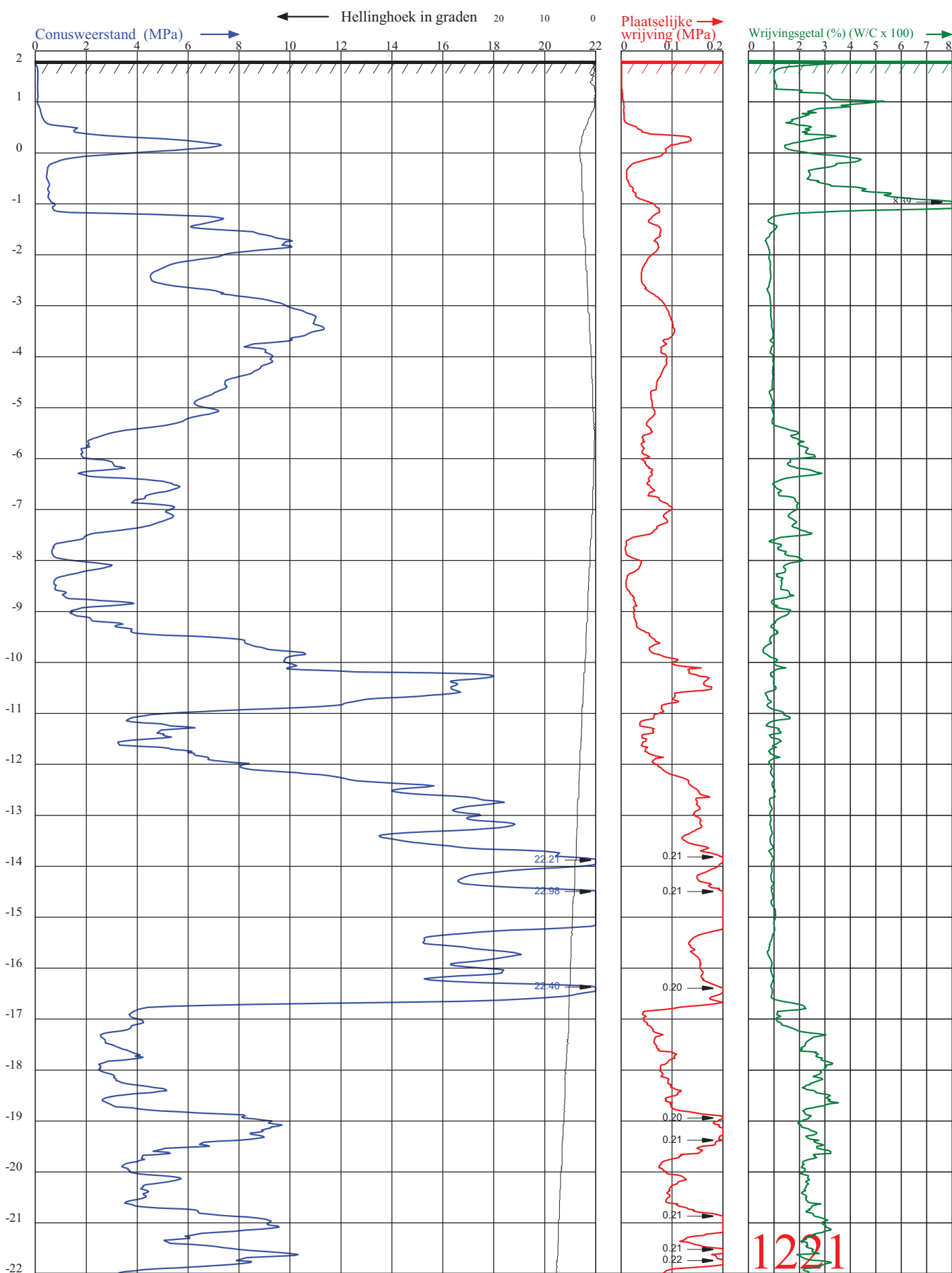
Opdrachtnummer : 160071
Plaats : Sluiskil
Locatie : Industrieweg 10

Versie	Wijziging	Datum rapport
0	Definitief	1 maart 2016
1	Toevoeging sondering 1227a	9 maart 2016
2		
3		

INHOUDSOPGAVE

1: Sondeergrafieken	Pagina 3
2: Boringen	N.v.t.
3: Resultaten laboratoriumonderzoek	N.v.t.
4: Waterpasstaat	Pagina 18
5: Tekening onderzoeklocaties	Pagina 19
7: Toelichting/Verklaring	Pagina 20
8: Achterblad	Pagina 21

Diepte in meters t.o.v. N.A.P.



VAN DER STRAATEN
Afdeling Geotechniek

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1221**

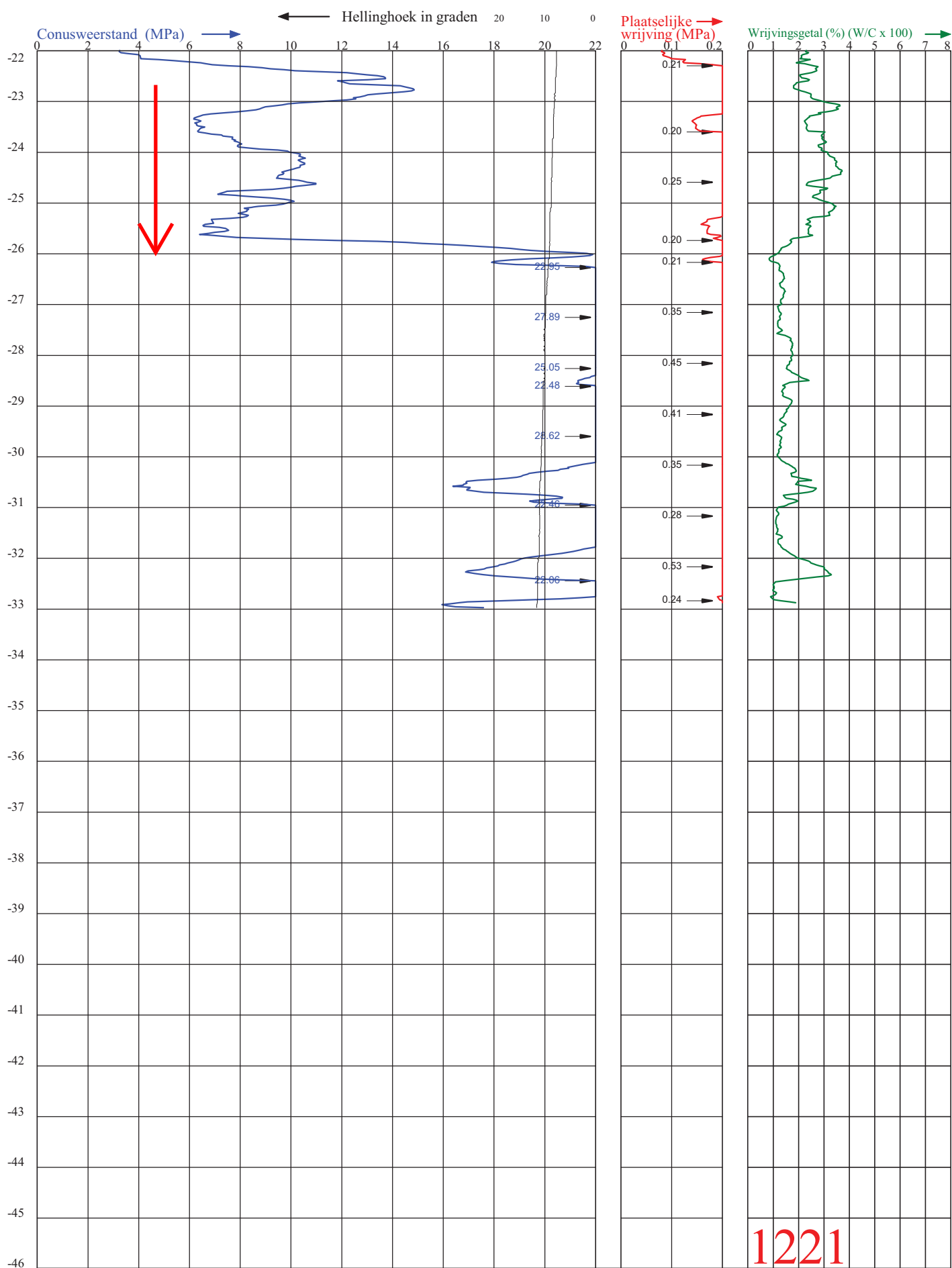
HOOGTE MAAIVELD : **1.81** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m1- MAAIVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 15:29

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48118.990**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366376.873**



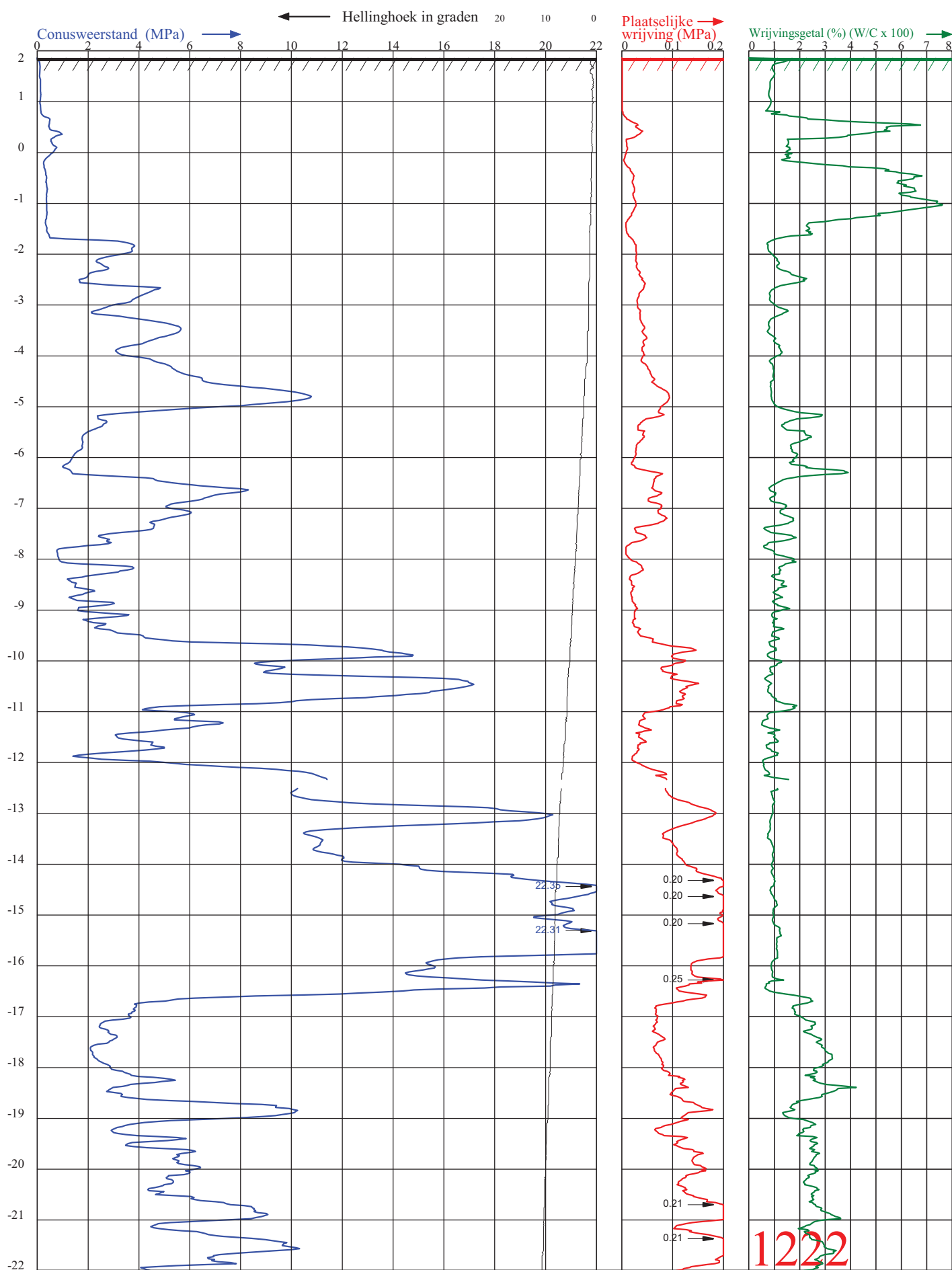


1221

VAN DER STRAATEN		AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5		4417 ZG Hansweert	
Afdeling Geotechniek		Telefoon (0031) 113-382510		E-mail : info@vd-straaten.nl	
				Internet : www.vd-straaten.nl	
PLAATS :	SLUISKIL	HOOGTE MAAIVELD :	1.81 m t.o.v. N.A.P.	CONUS TYPE :	SUB-15
LOCATIE :	INDUSTRIEWEG 10	GRONDWATERSTAND:	m1- MAAIVELD	CONUS NR. :	120501
OPDRACHTGEVER:	BALLAST NEDAM	DATUM :	29-2-2016	SONDERING VOLGENS : - NEN-EN-ISO 22476-1 - TOEPASSINGSKLASSE 3	
PROJECTNUMMER:	160071	TIJD :	15:29		
ID SONDERING :	1221	X-COÖRDINAAT (RD):	48118.990	Y-COÖRDINAAT (RD):	366376.873



Diepte in meters t.o.v. N.A.P.



VAN DER STRAATEN

Afdeling Geotechniek

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

4417 ZG Hansweert

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1222**

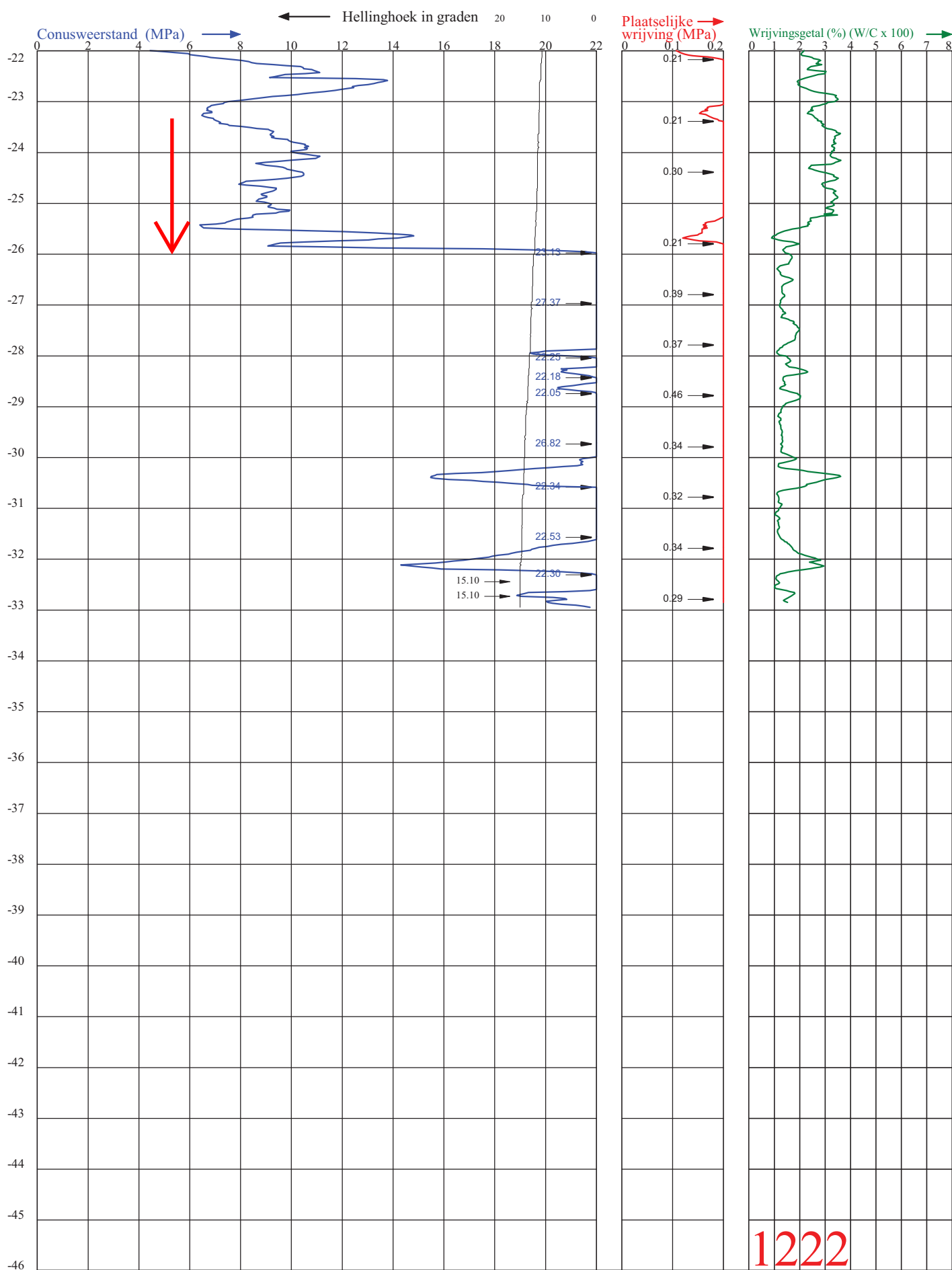
HOOGTE MAAIVELD : **1.86** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m t.o.v. MAAIVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 14:22

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48108.406**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366368.361**



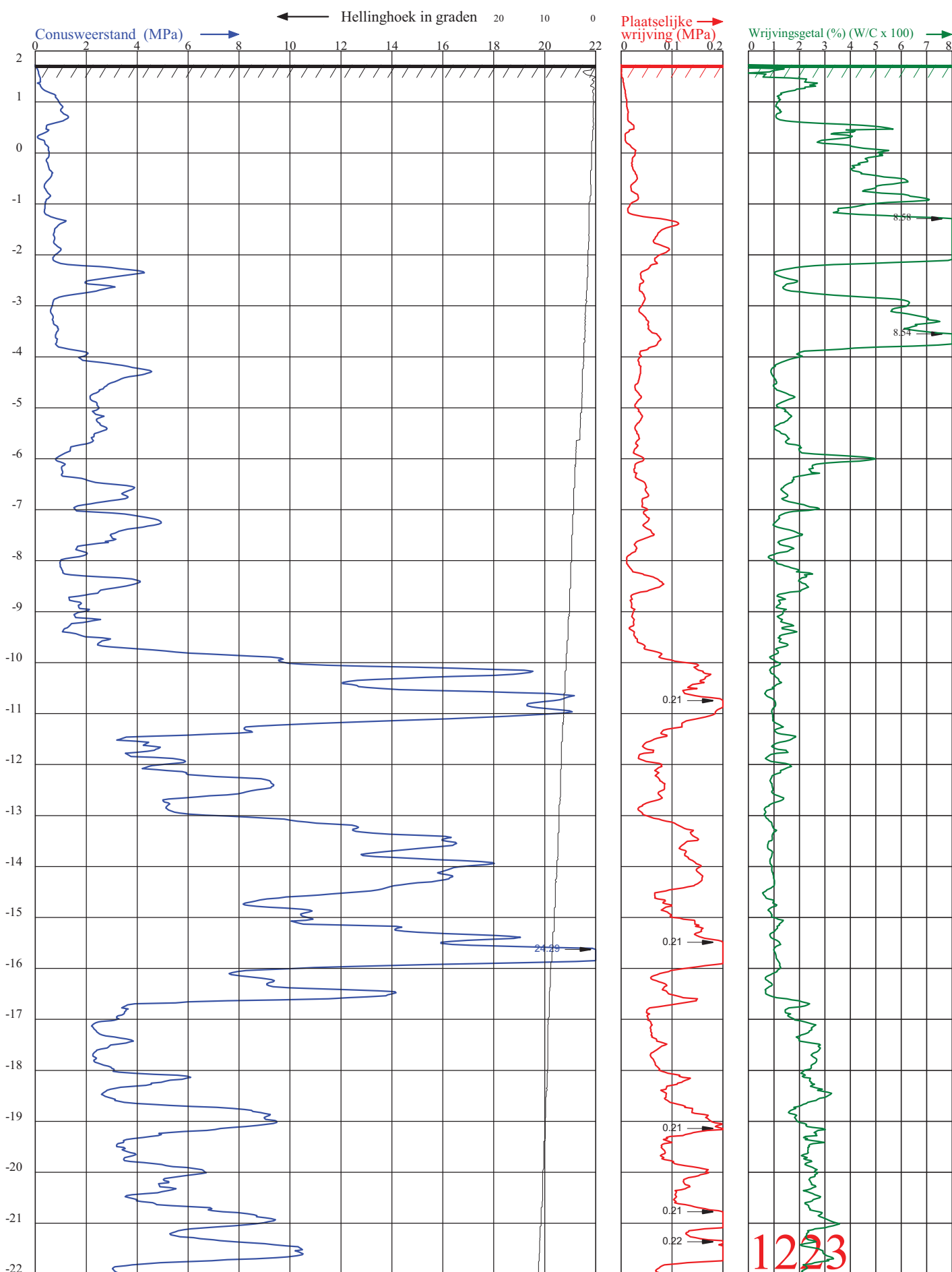


1222

VAN DER STRAATEN		AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5		4417 ZG Hansweert	
Afdeling Geotechniek		Telefoon (0031) 113-382510		E-mail : info@vd-straaten.nl	
				Internet : www.vd-straaten.nl	
PLAATS :	SLUISKIL	HOOGTE MAAIVELD :	1.86 m t.o.v. N.A.P.	CONUS TYPE :	SUB-15
LOCATIE :	INDUSTRIEWEG 10	GRONDWATERSTAND:	m1- MAAIVELD	CONUS NR. :	120501
OPDRACHTGEVER:	BALLAST NEDAM	DATUM :	29-2-2016	SONDERING VOLGENS :	
PROJECTNUMMER:	160071	TIJD :	14:22	- NEN-EN-ISO 22476-1 - TOEPASSINGSKLASSE 3	
ID SONDERING :	1222	X-COÖRDINAAT (RD):	48108.406	Y-COÖRDINAAT (RD) :	366368.361







VAN DER STRAATEN
Afdeling Geotechniek

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1223**

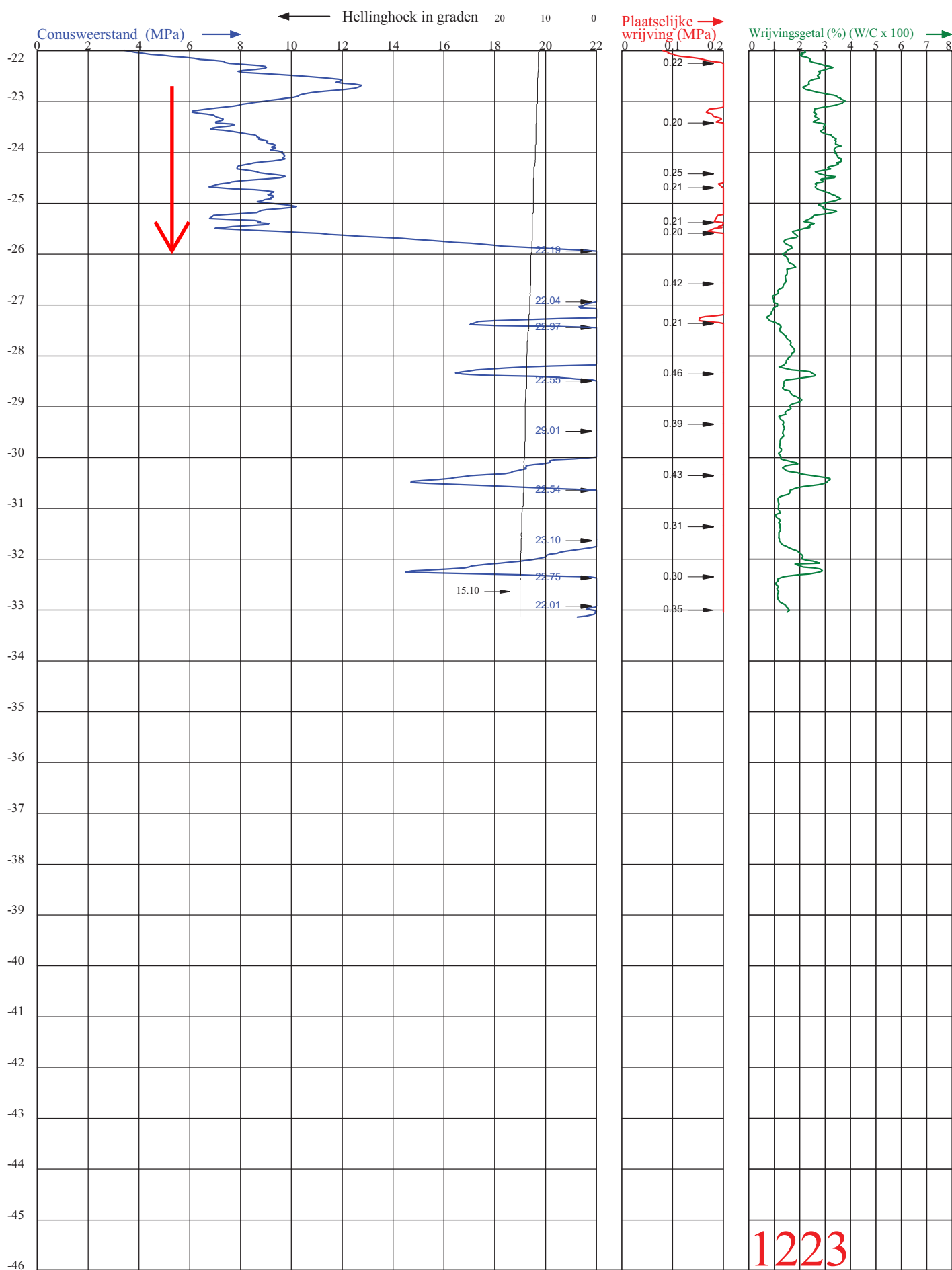
HOOGTE MAAIVELD : **1.73** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m t.o.v. MAAIVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 13:01

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48100.022**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366362.108**

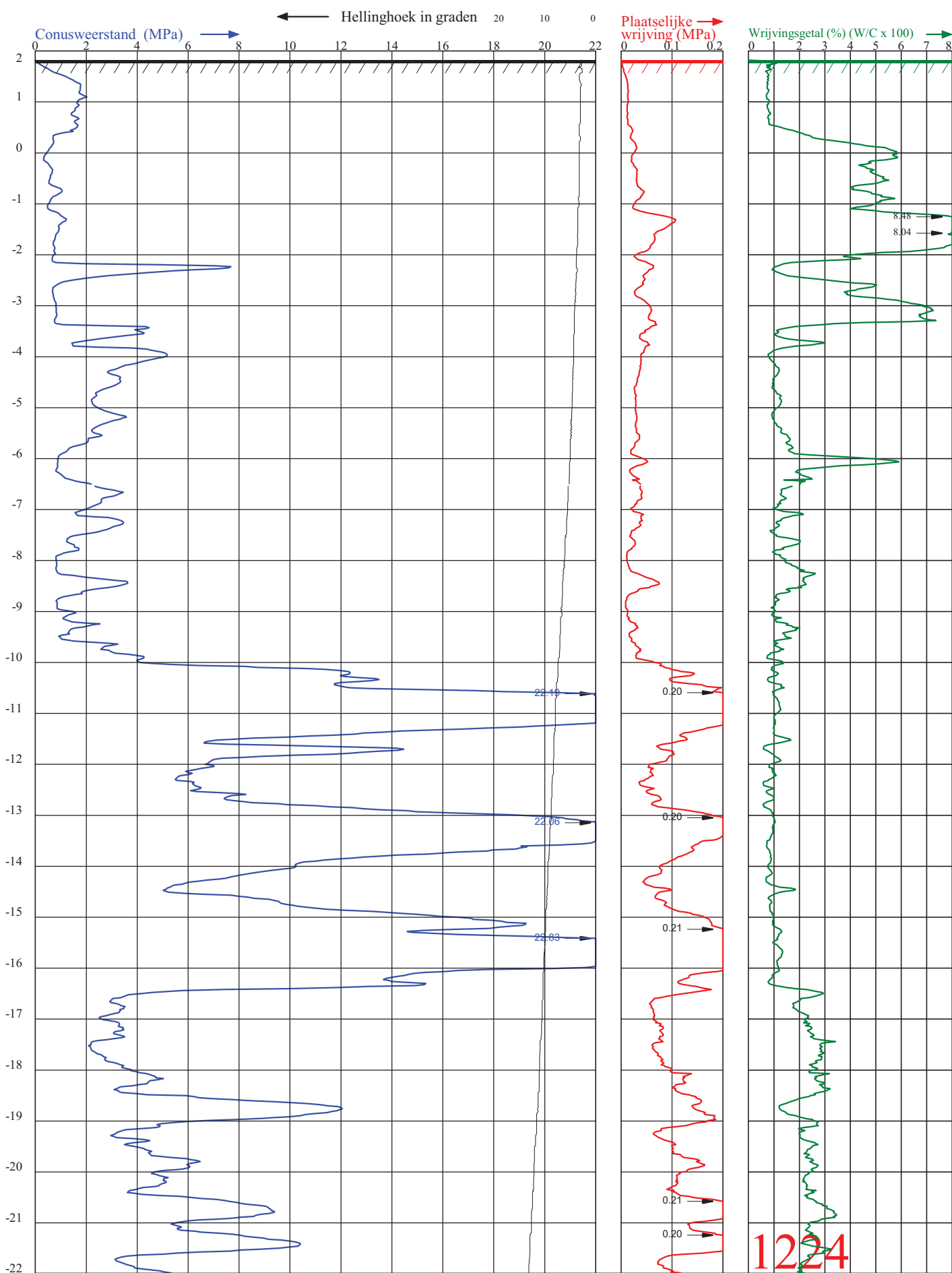




1223

VAN DER STRAATEN		AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5		4417 ZG Hansweert	
Afdeling Geotechniek		Telefoon (0031) 113-382510		E-mail : info@vd-straaten.nl	
				Internet : www.vd-straaten.nl	
PLAATS :	SLUISKIL	HOOGTE MAAIVELD :	1.73 ml t.o.v. N.A.P.	CONUS TYPE :	SUB-15
LOCATIE :	INDUSTRIEWEG 10	GRONDWATERSTAND:	ml- MAAIVELD	CONUS NR. :	120501
OPDRACHTGEVER:	BALLAST NEDAM	DATUM :	29-2-2016	SONDERING VOLGENS :	- NEN-EN-ISO 22476-1
PROJECTNUMMER:	160071	TIJD :	13:01		- TOEPASSINGSKLASSE 3
ID SONDERING :	1223	X-COÖRDINAAT (RD):	48100.022	Y-COÖRDINAAT (RD) :	366362.108





1224

VAN DER STRAATEN
Afdeling Geotechniek

AANNEMINGSMACHTSAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1224**

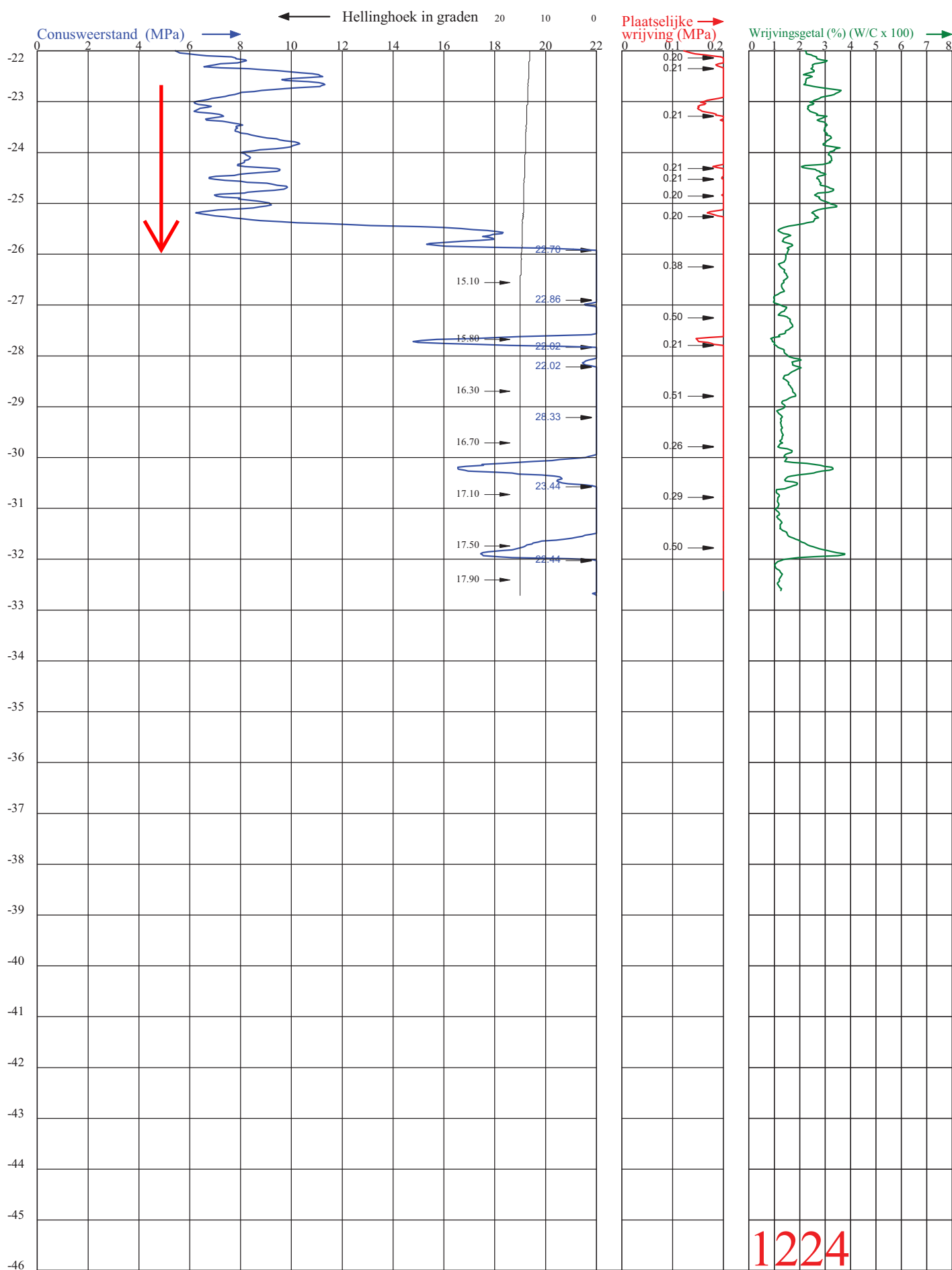
HOOGE MAAVELD : **1.82** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m t.o.v. MAAVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 9:42

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48104.822**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366356.689**





1224

VAN DER STRAATEN

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Afdeling Geotechniek

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1224**

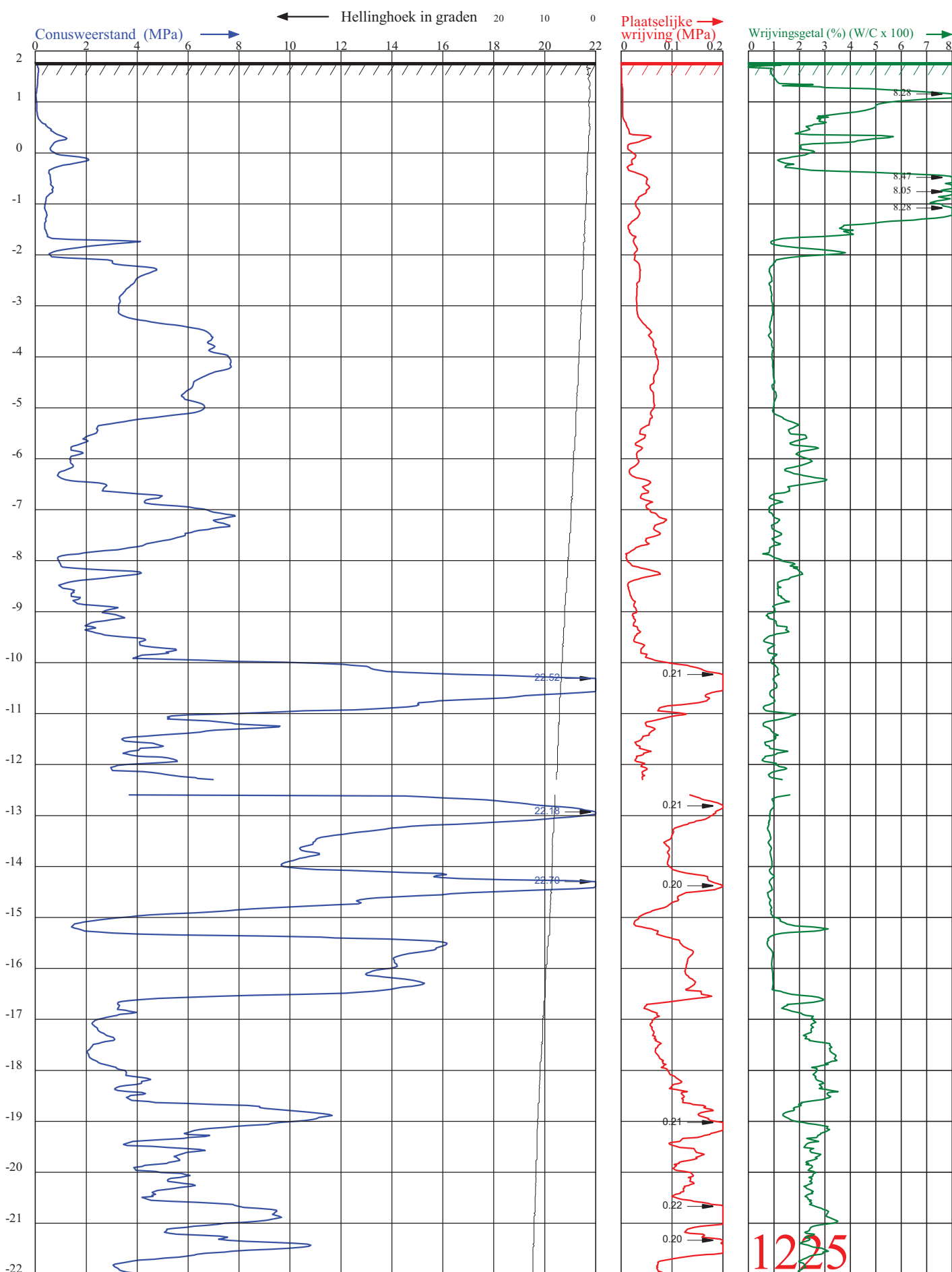
HOOGTE MAAIVELD : **1.82** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m t.o.v. MAAIVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 9:42

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48104.822**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366356.689**





1225

VAN DER STRAATEN
Afdeling Geotechniek

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5
Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

4417 ZG Hansweert

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1225**

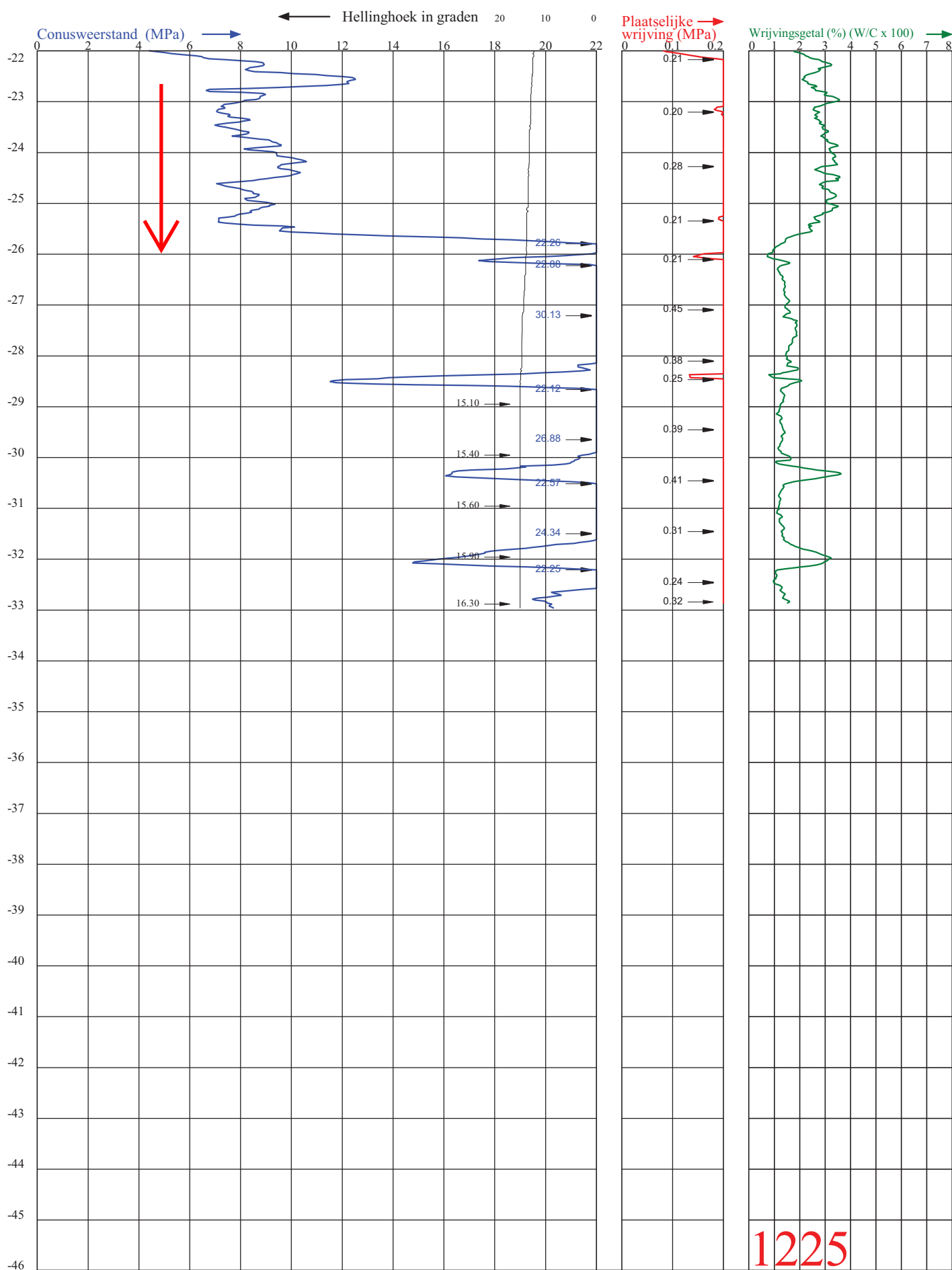
HOOGTE MAAVELD : **1.78** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m t.o.v. MAAVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 10:45

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48113.855**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366360.636**





1225

VAN DER STRAATEN

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Afdeling Geotechniek

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1225**

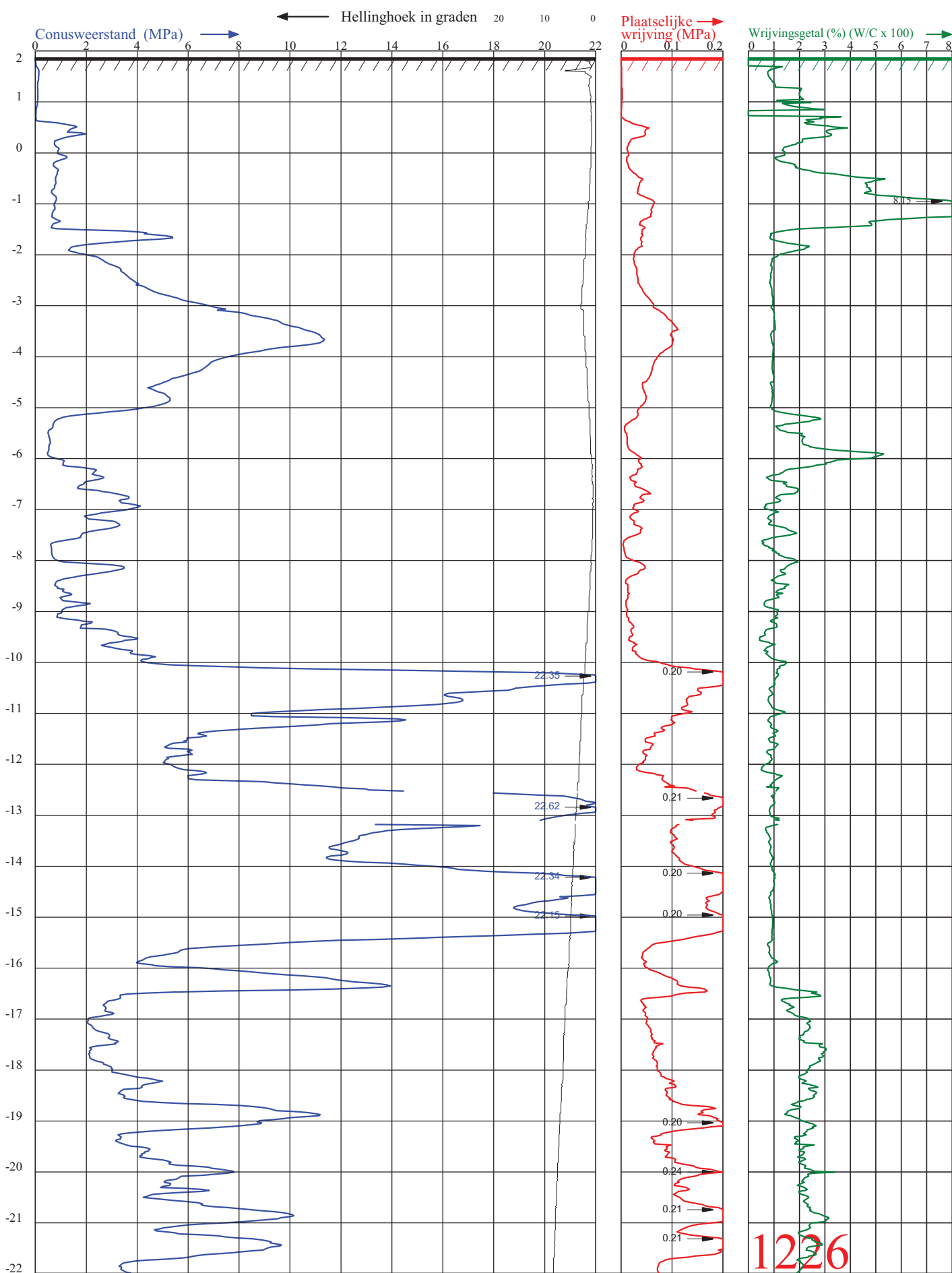
HOOGTE MAAIVELD : **1.78** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m1- MAAIVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 10:45

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48113.855**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366360.636**





VAN DER STRAATEN
Afdeling Geotechniek

AANNEMINGSM AATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1226**

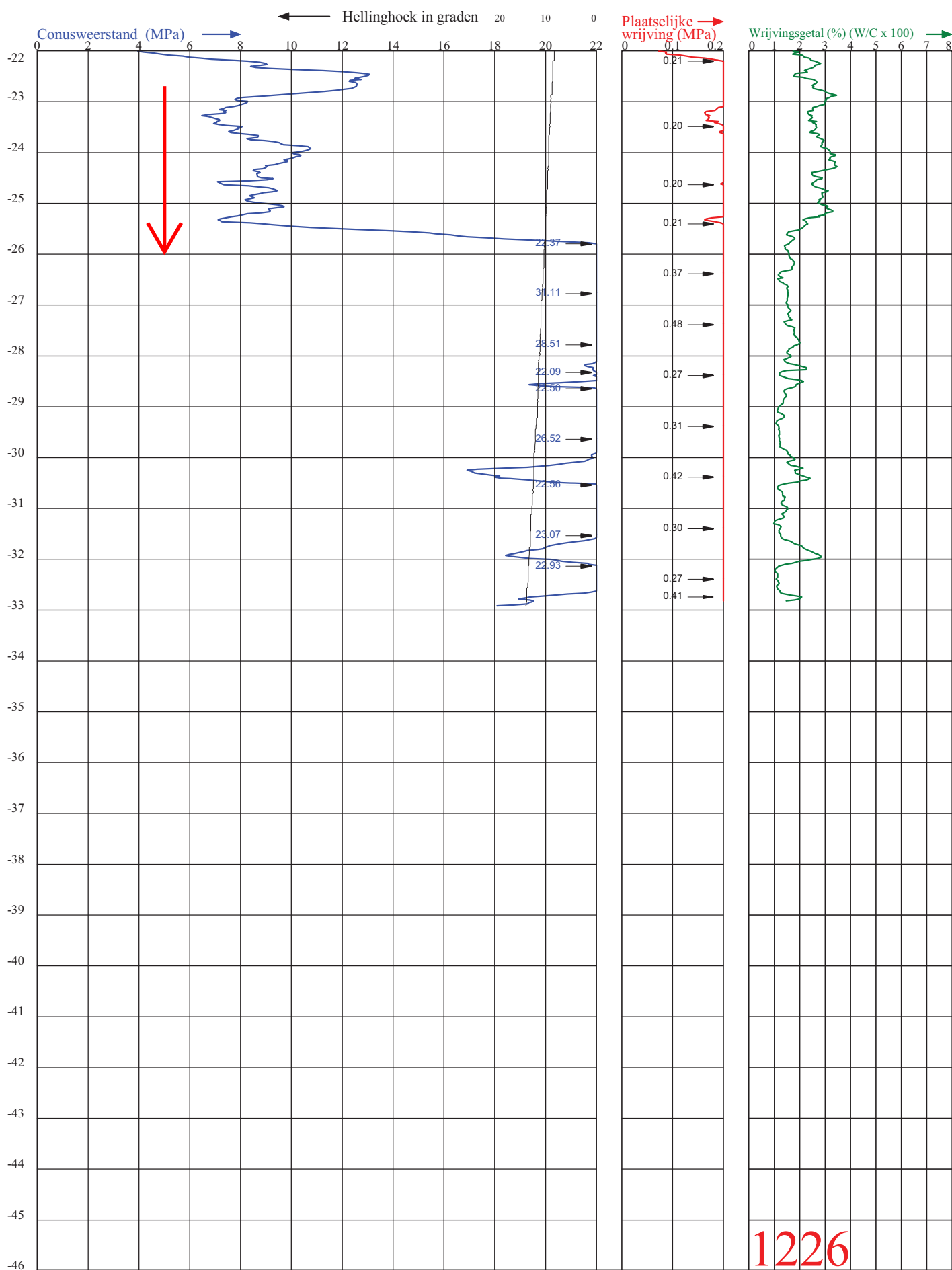
HOOGTE MAAIVELD : **1.87** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m t.o.v. MAAIVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 8:34

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48118.671**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366357.226**

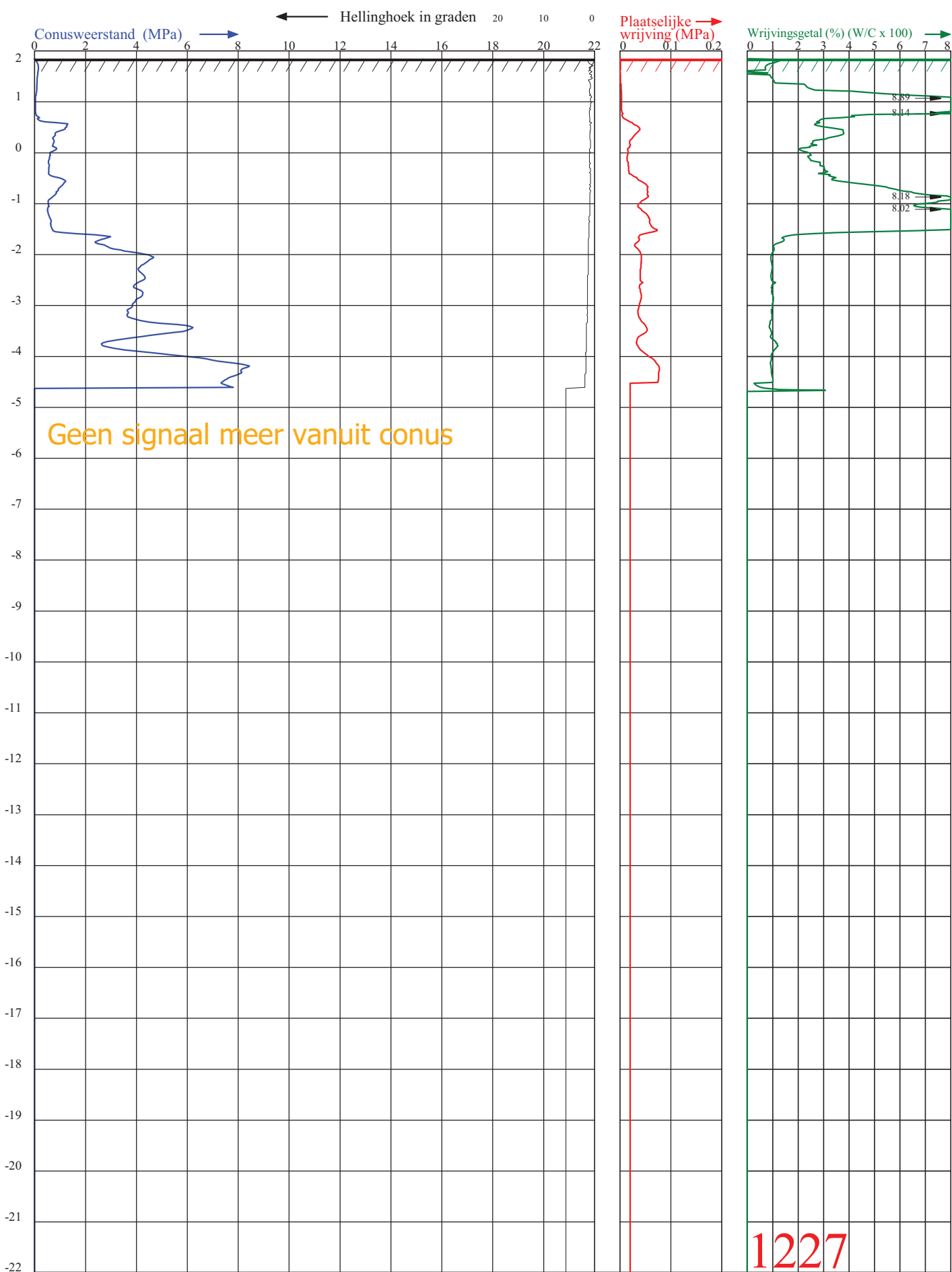




1226

VAN DER STRAATEN		AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5		4417 ZG Hansweert	
Afdeling Geotechniek		Telefoon (0031) 113-382510		E-mail : info@vd-straaten.nl	
				Internet : www.vd-straaten.nl	
PLAATS :	SLUISKIL	HOOGTE MAAIVELD :	1.87 m t.o.v. N.A.P.	CONUS TYPE :	SUB-15
LOCATIE :	INDUSTRIEWEG 10	GRONDWATERSTAND:	m1- MAAIVELD	CONUS NR. :	120501
OPDRACHTGEVER:	BALLAST NEDAM	DATUM :	29-2-2016	SONDERING VOLGENS :	- NEN-EN-ISO 22476-1
PROJECTNUMMER:	160071	TIJD :	8:34		- TOEPASSINGSKLASSE 3
ID SONDERING :	1226	X-COÖRDINAAT (RD):	48118.671	Y-COÖRDINAAT (RD) :	366357.226





VAN DER STRAATEN

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Afdeling Geotechniek

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1227**

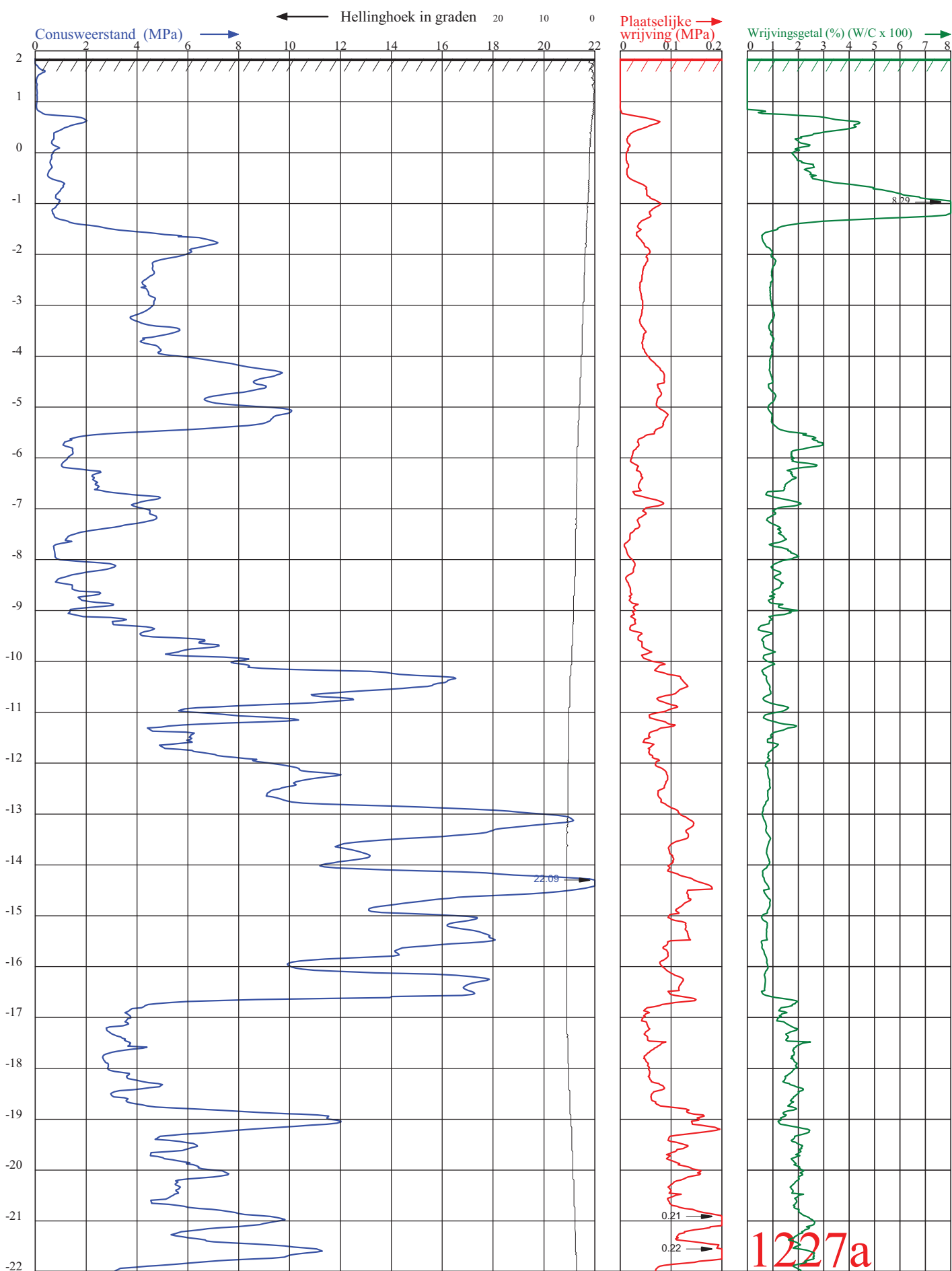
HOOGTE MAAIVELD : **1.85** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m1- MAAIVELD
DATUM : 29-2-2016
TIJD : 11:50

CONUS TYPE : SUB-15
CONUS NR. : 120501
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48123.843**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366370.715**





1227a

VAN DER STRAATEN
Afdeling Geotechniek

AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5

4417 ZG Hansweert

Telefoon (0031) 113-382510

E-mail : info@vd-straaten.nl

Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : SLUISKIL
LOCATIE : INDUSTRIEWEG 10
OPDRACHTGEVER : BALLAST NEDAM
PROJECTNUMMER : **160071**
ID SONDERING : **1227a**

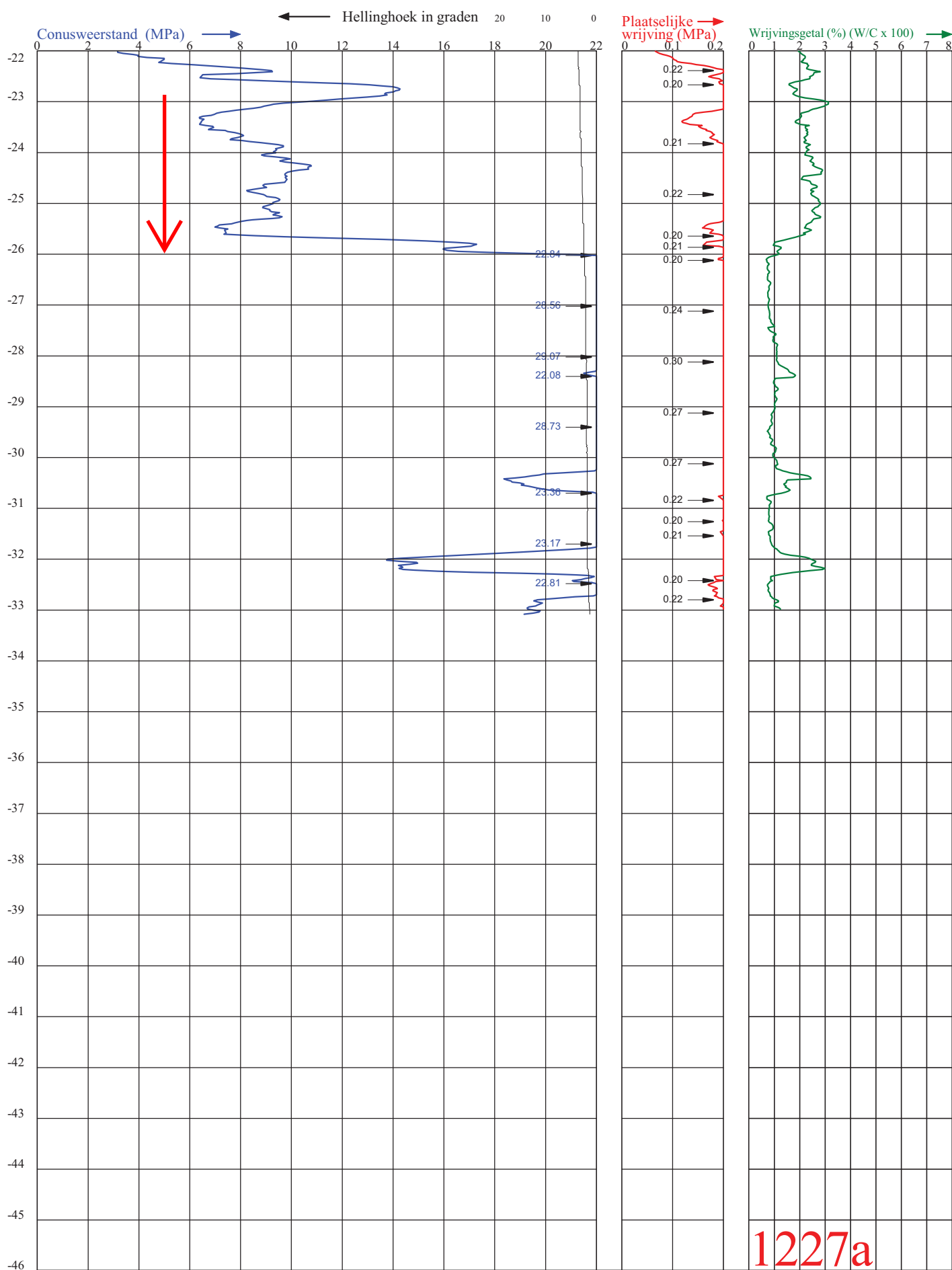
HOOGTE MAAIVELD : **1.85** m t.o.v. **N.A.P.**
GRONDWATERSTAND : m t.o.v. MAAIVELD
DATUM : 8-3-2016
TIJD : 14:51

CONUS TYPE : CF-15
CONUS NR. : 120802
SONDERING VOLGENS :
- NEN-EN-ISO 22476-1
- TOEPASSINGSKLASSE 3

X-COÖRDINAAT (RD): **48123.843**

Y-COÖRDINAAT (RD): **366370.715**





1227a

VAN DER STRAATEN		AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V. Postbus 5		4417 ZG Hansweert	
Afdeling Geotechniek		Telefoon (0031) 113-382510		E-mail : info@vd-straaten.nl	
				Internet : www.vd-straaten.nl	
PLAATS :	SLUISKIL	HOOGTE MAAIVELD :	1.85 ml t.o.v. N.A.P.	CONUS TYPE :	CF-15
LOCATIE :	INDUSTRIEWEG 10	GRONDWATERSTAND:	ml- MAAIVELD	CONUS NR. :	120802
OPDRACHTGEVER:	BALLAST NEDAM	DATUM :	8-3-2016	SONDERING VOLGENS :	
PROJECTNUMMER:	160071	TIJD :	14:51		- NEN-EN-ISO 22476-1
ID SONDERING :	1227a				- TOEPASSINGSKLASSE 3
		X-COÖRDINAAT (RD):	48123.843	Y-COÖRDINAAT (RD):	366370.715







Waterpasstaat

Projectnummer : 160071

Omschrijving vast punt : Putdeksel

Nap-hoogte vast punt : 1.98 m'

Bron hoogte maat : GPS

x-coördinaat (RD) : 48135.664

y-coördinaat: (RD) : 366362.509

Sondering X-coördinaat Y-coördinaat Hoogte t.o.v.
N.A.P.

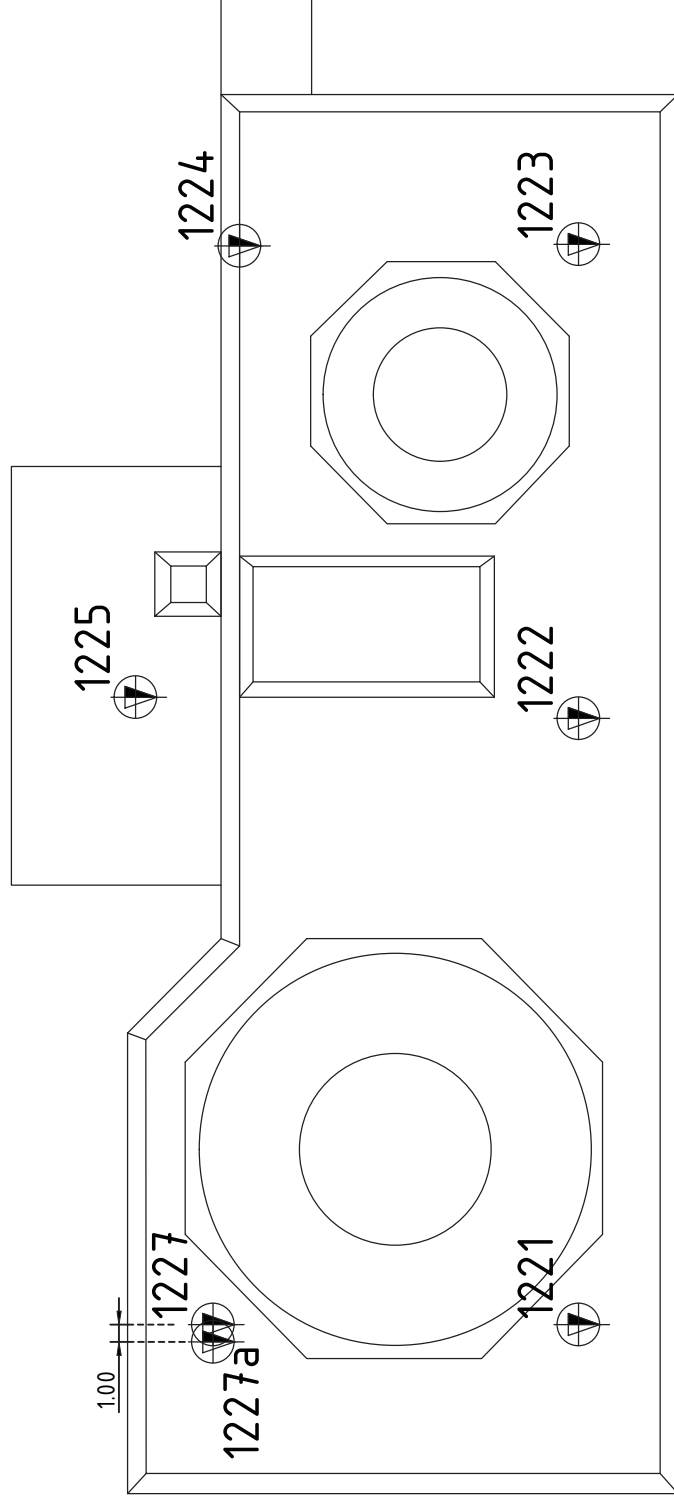
1221.	48118.990	366376.873	1.81 m'
1222.	48108.406	366368.361	1.86 m'
1223.	48100.022	366362.108	1.73 m'
1224.	48104.822	366356.689	1.82 m'
1225.	48113.855	366360.636	1.78 m'
1226.	48118.671	366357.226	1.87 m'
1227.	48123.843	366370.715	1.85 m'
1227a.	--	--	1.85 m'

putdeksel = referentiepunt



weg

1226



punten uitgezet
door opdrachtgever

		Sondering met nummer				Sondering met meting pl. wrijving met nummer				Boring met nummer	
VAN DER STRAATEN AANNEMINGSMMAATSCHAPPIJ B.V.				Afdeling Geotechniek				Overzicht sondeerpunten			
Projectnr.: 160071				Plaats: Sluiskil				Opmerking:			
Datum: maart 2016				Locatie: Industrierweg 10						Pagina 19 van 21	



Toelichting/verklaring

Wat is een sondering ?

Bij het sonderen wordt een conus met een basisoppervlak van 10 of 15 cm² en een tophoek van 60 graden met een snelheid van c.a. 2 cm/s de grond ingedrukt.

De daarbij optredende indringings- en wrijvingsweerstand wordt continu gemeten in MPa (=1 N/mm²) alsmede de helling van de sonderingstreng ten opzichte van de verticaal.

Er wordt gesondeerd conform de NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3, wat de hoogst haalbare klasse is, qua meetnauwkeurigheid en ijking, met de apparatuur zoals die in Nederland wordt gebruikt.

De gemeten waarden worden on-site digitaal vastgelegd en op kantoor verwerkt tot een rapport zoals thans in uw bezit.

Het rapport

In dit rapport vindt u een grafische weergave van de meetresultaten, alsmede een situatietekening waarop staat aangegeven waar de sonderingen gemaakt zijn.

In de waterpasstaat is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van een referentiepunt en/of NAP aangegeven, en (indien kunnen meten) de x- en y-coördinaten in het RijksDriehoekstelsel.

Gezien de importantie van de hoogtemeting is het sterk aan te bevelen deze te verifiëren aan de hand van meting van derden of e.e.a. in het veld te controleren.

Indicatie grondsoort en grondwaterstand

Indien de plaatselijke wrijvingsweerstand is gemeten dan is het mogelijk het wrijvingsgetal in procenten te bepalen.

Dit getal geeft mede een indicatie van de grondsoorten die gedurende de meting gepasseerd worden.

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van enkele waarden en de over het algemeen bij die waarden behorende grondsoorten.

(HOOFD)GRONDSOORT	WRIJVINGSGETAL	CONUSWEERSTAND
Zand	0.2 à 1.5	2.0 à 25
Klei, Silt, Leem, Löss	1.5 à 6.0	0.2 à 6.0
Veen	5.0 à 10.00	0.1 à 4.0

Als service vermelden wij (indien mogelijk) de gemeten grondwaterstanden in het sondeer(boor)gat t.o.v. het maaiveld, wij willen U er op wijzen dat dit slechts een éénmalige opname is, deze grondwaterstand kan afwijken van de normale grondwaterstand onder invloed van het weer en/of spanningswater uit de ondergrond.

Plaatsbepaling c.q. inmeting.

De sondeerpunten worden ingemeten m.b.v. een dGPS-RTK, afhankelijk van de omstandigheden zijn de waarden in de x en y binnen de 3 cm nauwkeurig en de z-hoogte heeft een maximale afwijking van 5 cm.

Vaak vallen de gemeten waardes ruim binnen deze toleranties.

Een enkele keer is het door omstandigheden (bv. bomen, gebouwen e.d.) niet mogelijk om de punten in te meten dan worden ze handmatig ingemeten en vastgelegd aan een vast punt en/of NAP.

L.Kloet
Van der Straaten Aannemingsmaatschappij B.V.
Afdeling Geotechniek



Wat nu?

Voor u ligt een sondeerrapport, gemaakt door Van der Straaten

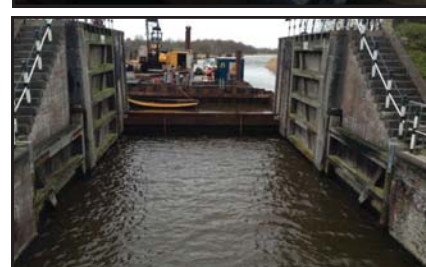
Aannemingsmaatschappij B.V. Dit rapport bevat de gegevens voor de start van vele projecten. Wat kunnen wij misschien voor u betekenen m.b.t. het vervolg van uw project?

Wie zijn wij?

Van der Straaten is een middelgrote aannemer in de civiele techniek die bijna alle disciplines op civiel gebied voor u uit kan voeren.

Wij zijn ter zake kundig op het gebied van:

- Aanbrengen van grond- en waterkerende constructies en paalfundaties, zowel nat als droog (damwanden, prefab betonpalen, buispalen etc.)
- Civiele betonwerken, waaronder zuiveringen, gemalen, bruggen, bergbezinkbassins e.d.
- Staalconstructies, zoals remming- en geleidewerken, stalen bruggen, sluisdeuren, bordessen, trappen e.d.
- Waterbouwkundige werken, zoals remming- en geleidewerken, kademuren, drijvende en vaste steigers, sluisdeuren, lichtopstanden, dukdalven en nog veel meer.
- Onderhoud en restauratie van allerlei soorten civiele constructies zoals kademuren, bruggen, steigers, sluiscomplexen e.d.
- Grond- en wegenbouw, zoals aanleg wegen en parkeerterreinen, herstraatwerkzaamheden, vervanging en aanleg rioleringen.
- Kabels en leidingen, zoals aanleg en onderhoud nutsleidingen, saneringen e.d.
- Bodemonderzoek, omfattende het uitvoeren van sonderingen en boringen t.b.v. geotechnisch onderzoek.
- Ontwerp en advies; door de vele disciplines en kennisgebieden kunnen wij onze klanten van advies dienen en bijvoorbeeld projecten in samenwerking met onze klanten van "nul" tot "sleutelklaar" uitvoeren.



Bijlage 5

Uitvoer TS/Palen verticaal

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

ALGEMENE GEGEVENS

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen
 Datum : 19-05-2016
 Bestand : C:\Users\jaap.CERFIX\OneDrive\Afstuderen
 2015-2016\Fase 2 - Uitvoering\sonderingen\
 paal draagvermogen Vibropalen.pvw

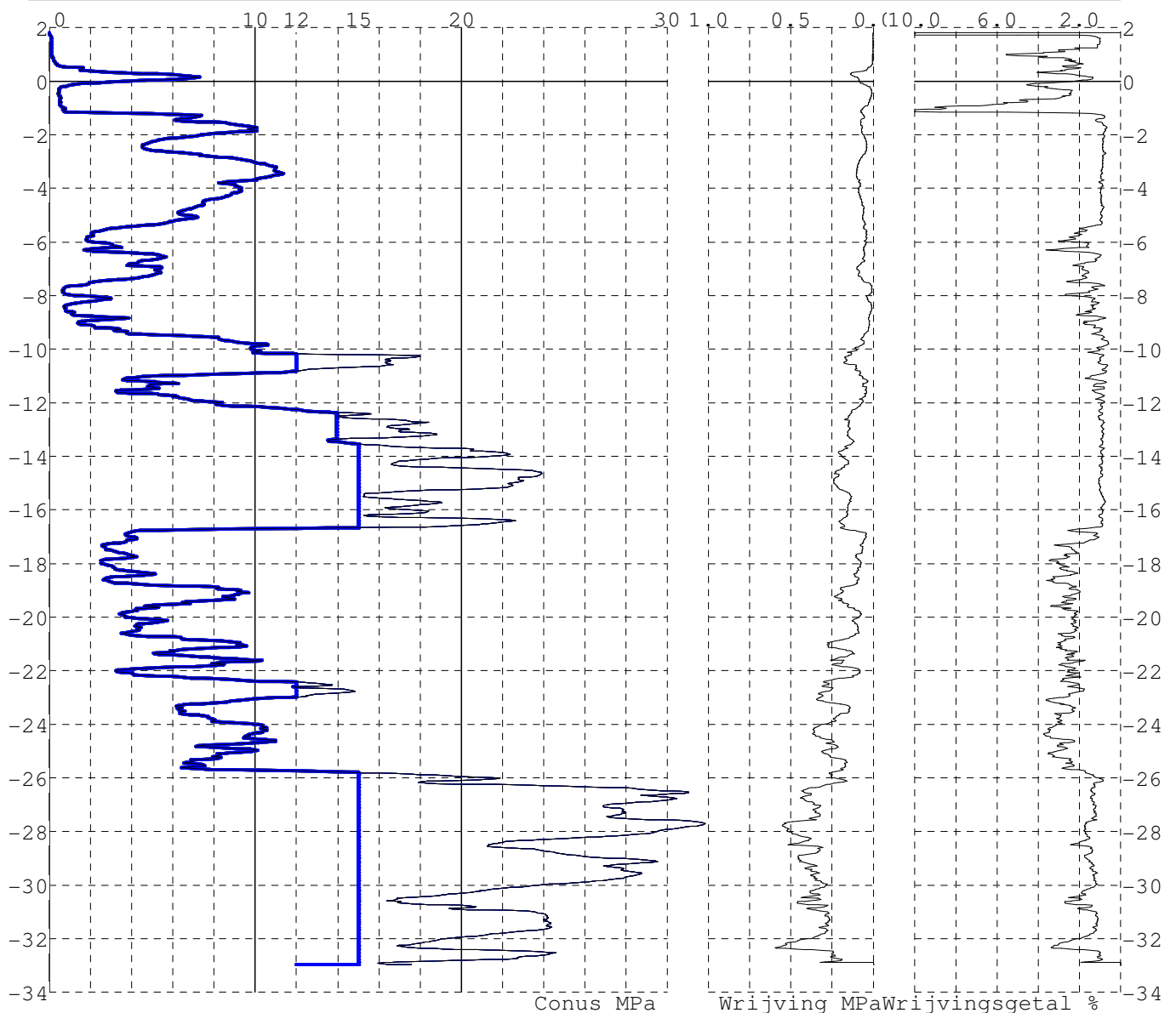
Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Geotechniek	EN 1997-1:2004	AC:2009	
	NEN-EN 1997-1:2005	C1:2009	NB:2012
	NEN 9997-1:2011	C1:2012	

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1221

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 Hoogte maaiveld [m] : 1.81 Bodemprofiel: 1221
 Traject negatieve kleef : 1.81 tot -10.00 [m]
 Traject positieve kleef : -10.00 tot -32.97 [m]

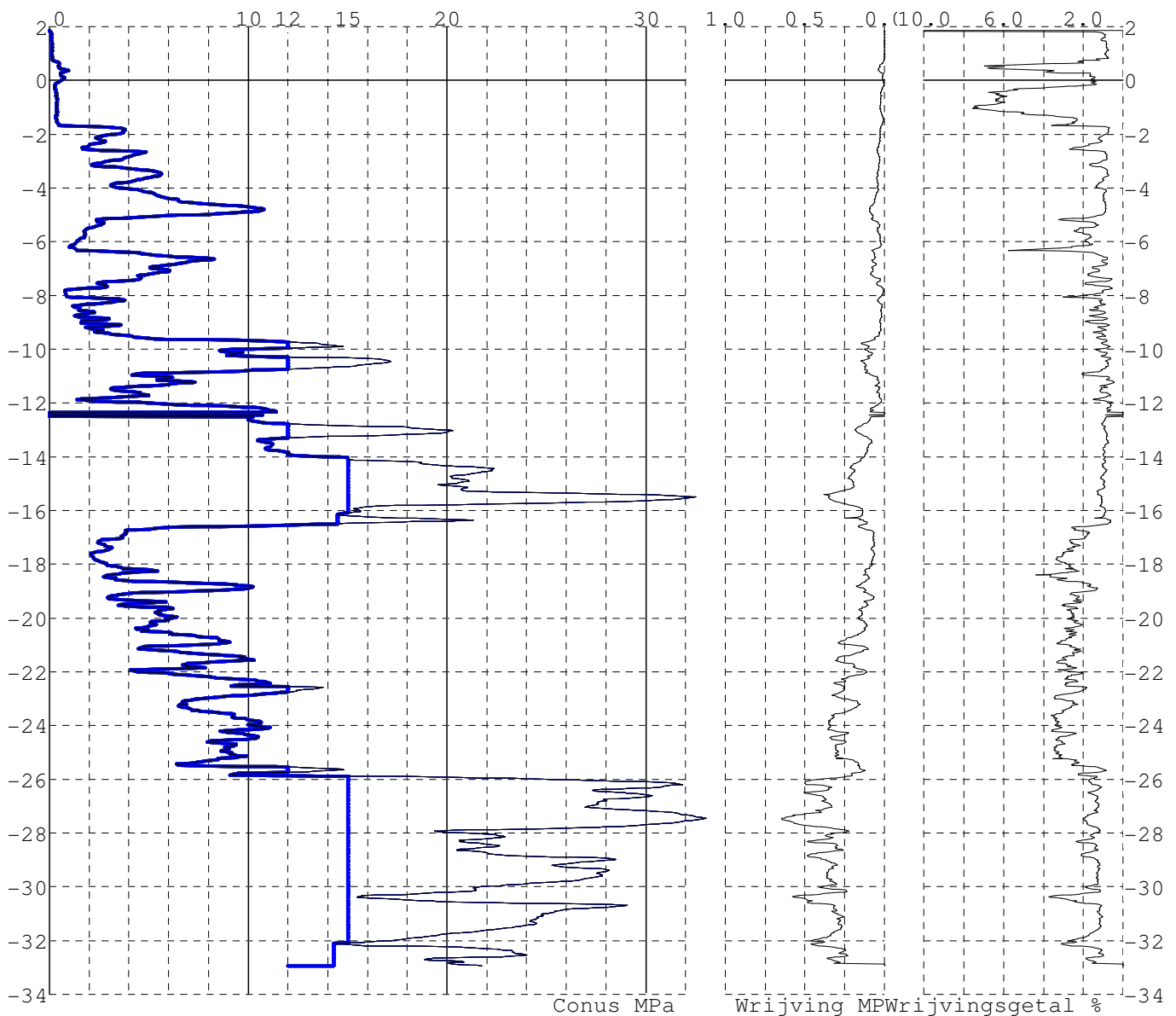
SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1221

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1222

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : 1.86 Bodemprofiel: 1222
Traject negatieve kleef : 1.86 tot -10.00 [m]
Traject positieve kleef : -10.00 tot -32.94 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1222



Na reductie en afsnuiten

rekengegevens

paal

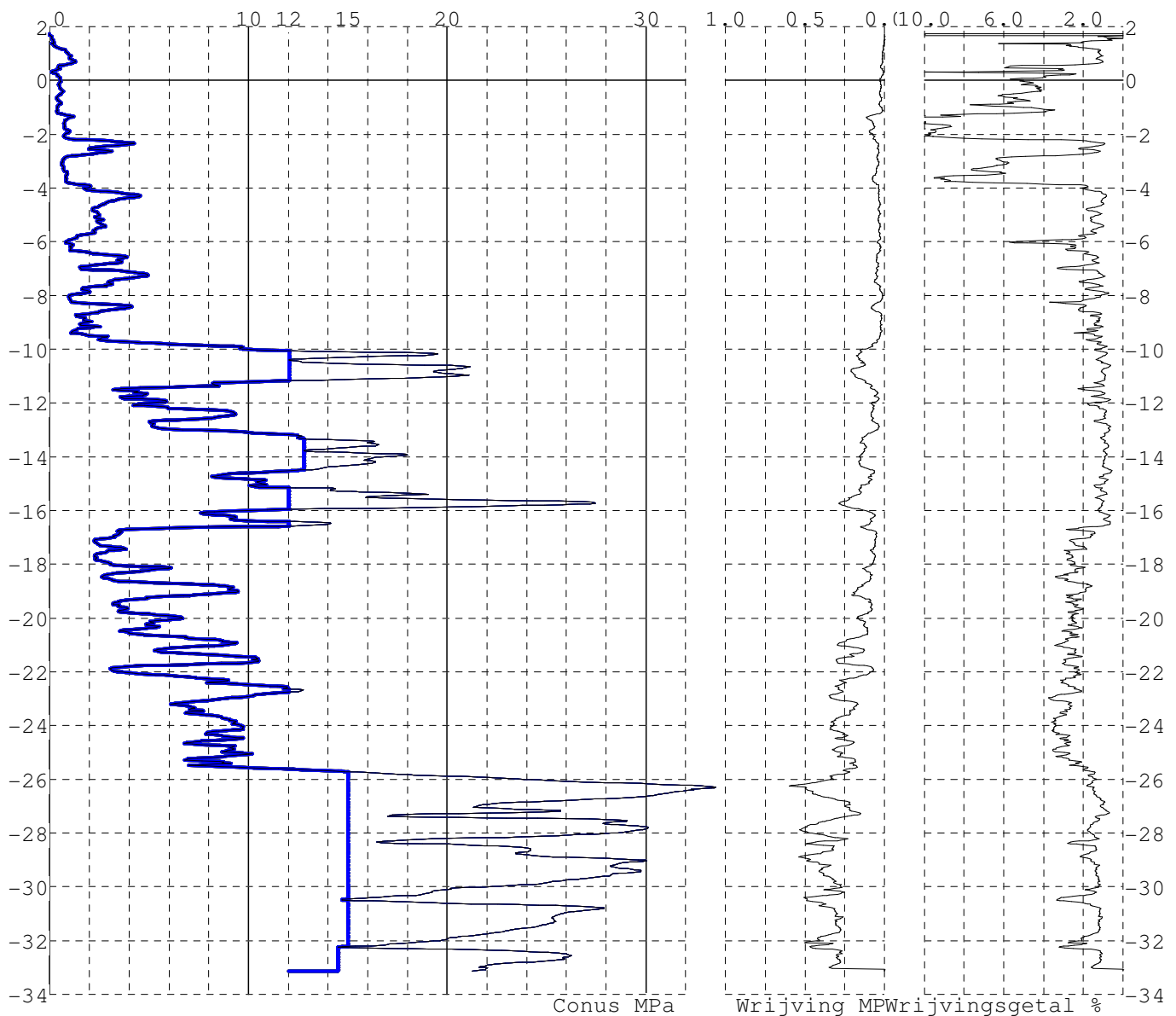
	273 (330)	273 (330)
	323 (380)	323 (380)
	380 (450)	380 (450)
	457 (535)	457 (535)
	508 (580)	508 (580)
	559 (660)	559 (660)
	559 (660) 2	559 (660)

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

SONDERINGSGEGEVENEN ALGEMEEN: 1223

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : 1.73 Bodemprofiel: 1223
Traject negatieve kleef : 1.73 tot -10.00 [m]
Traject positieve kleef : -10.00 tot -33.14 [m]

SONDERINGSGEGEVENEN GRAFIEK: 1223



Na reductie en afsnuiten

rekengegevens

paal

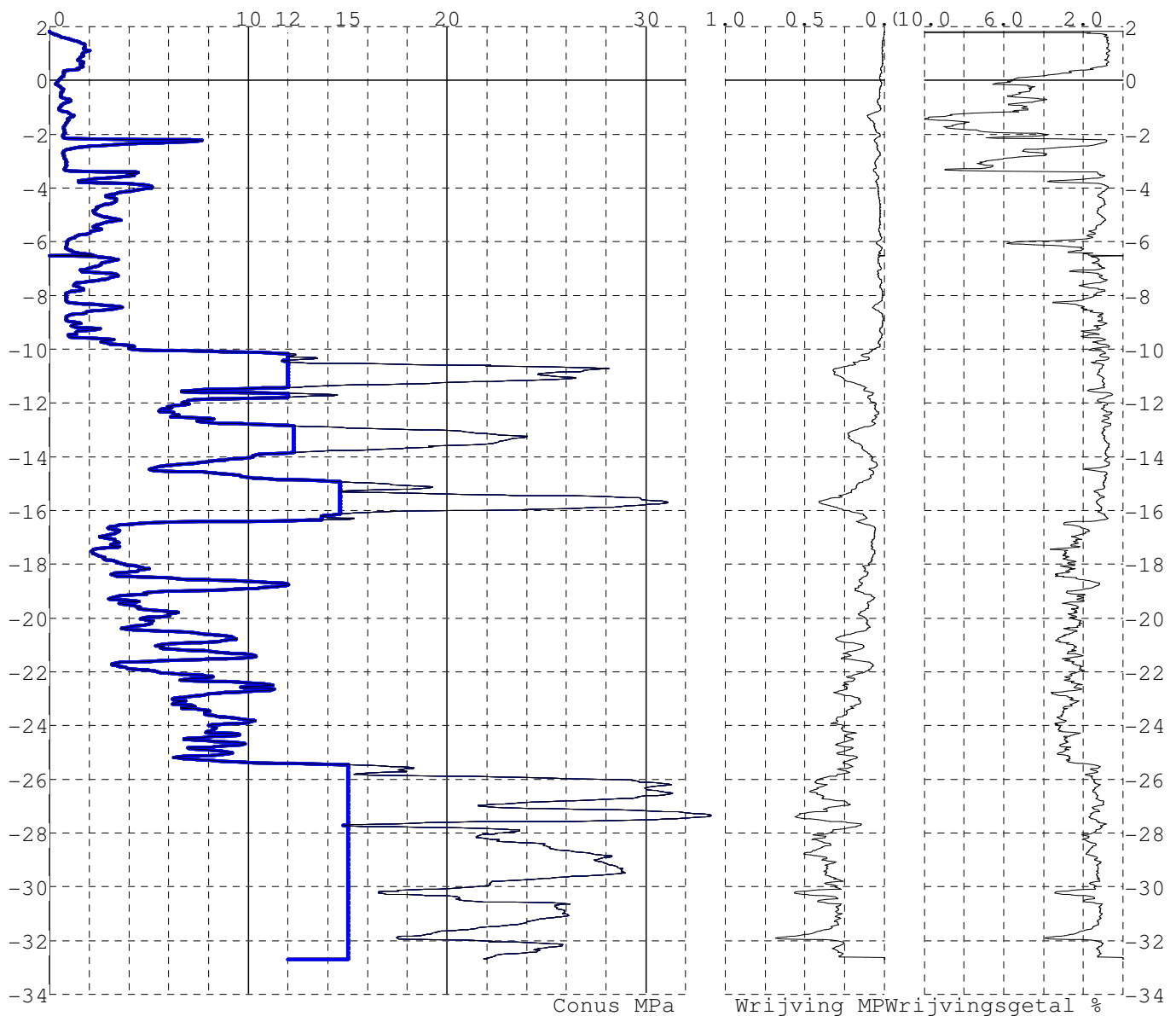
	273 (330)	273 (330)
	323 (380)	323 (380)
	380 (450)	380 (450)
	457 (535)	457 (535)
	508 (580)	508 (580)
	559 (660)	559 (660)
	559 (660) 2	559 (660)

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1224

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : 1.82 Bodemprofiel: 1224
Traject negatieve kleef : 1.82 tot -10.00 [m]
Traject positieve kleef : -10.00 tot -32.71 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1224



Na reductie en afsnuiten

rekengegevens

paal

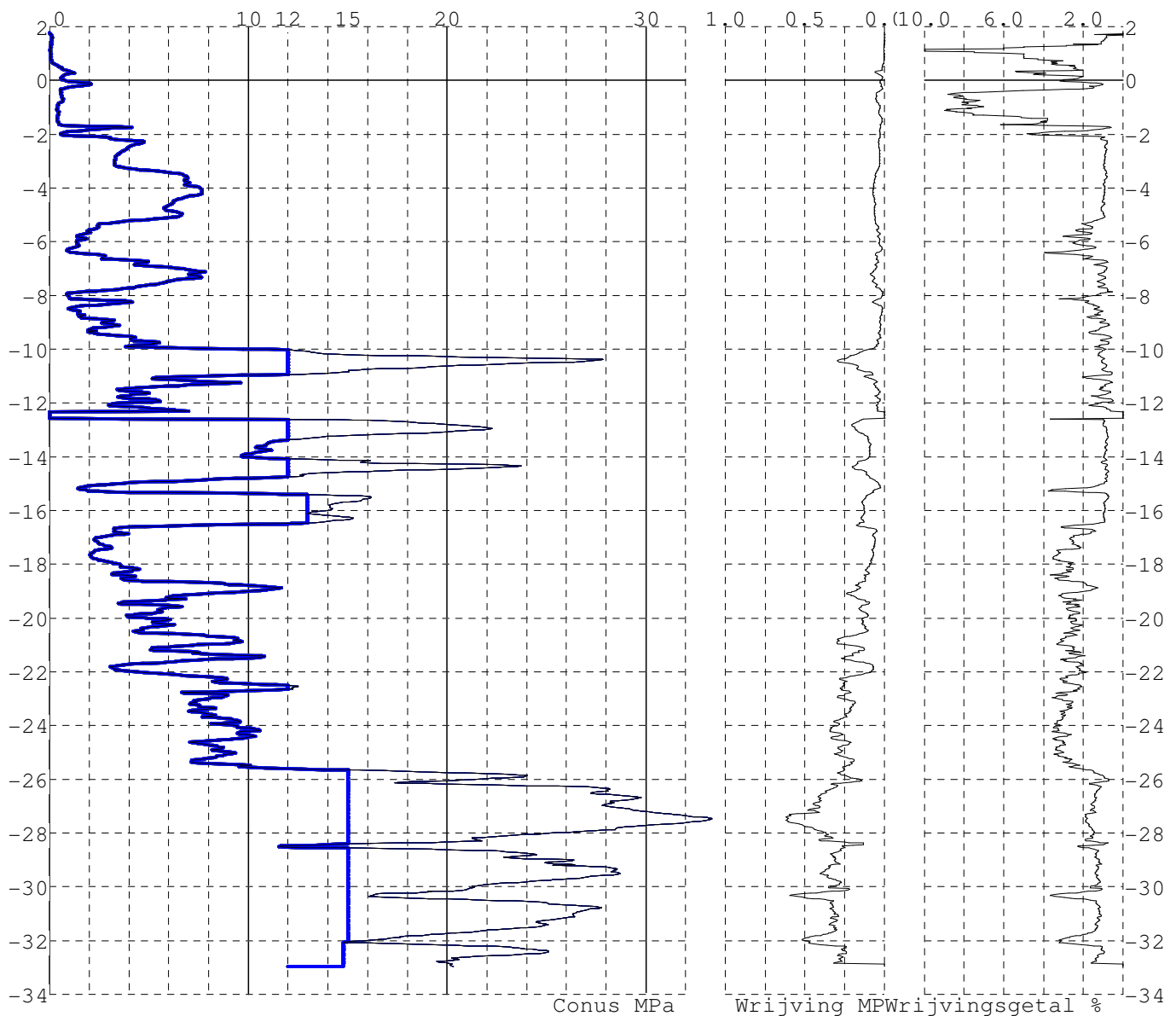
	273 (330)	273 (330)
	323 (380)	323 (380)
	380 (450)	380 (450)
	457 (535)	457 (535)
	508 (580)	508 (580)
	559 (660)	559 (660)
	559 (660) 2	559 (660)

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1225

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : 1.78 Bodemprofiel: 1225
Traject negatieve kleef : 1.78 tot -10.00 [m]
Traject positieve kleef : -10.00 tot -32.96 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1225



Na reductie en afsnuiten

rekengegevens

paal

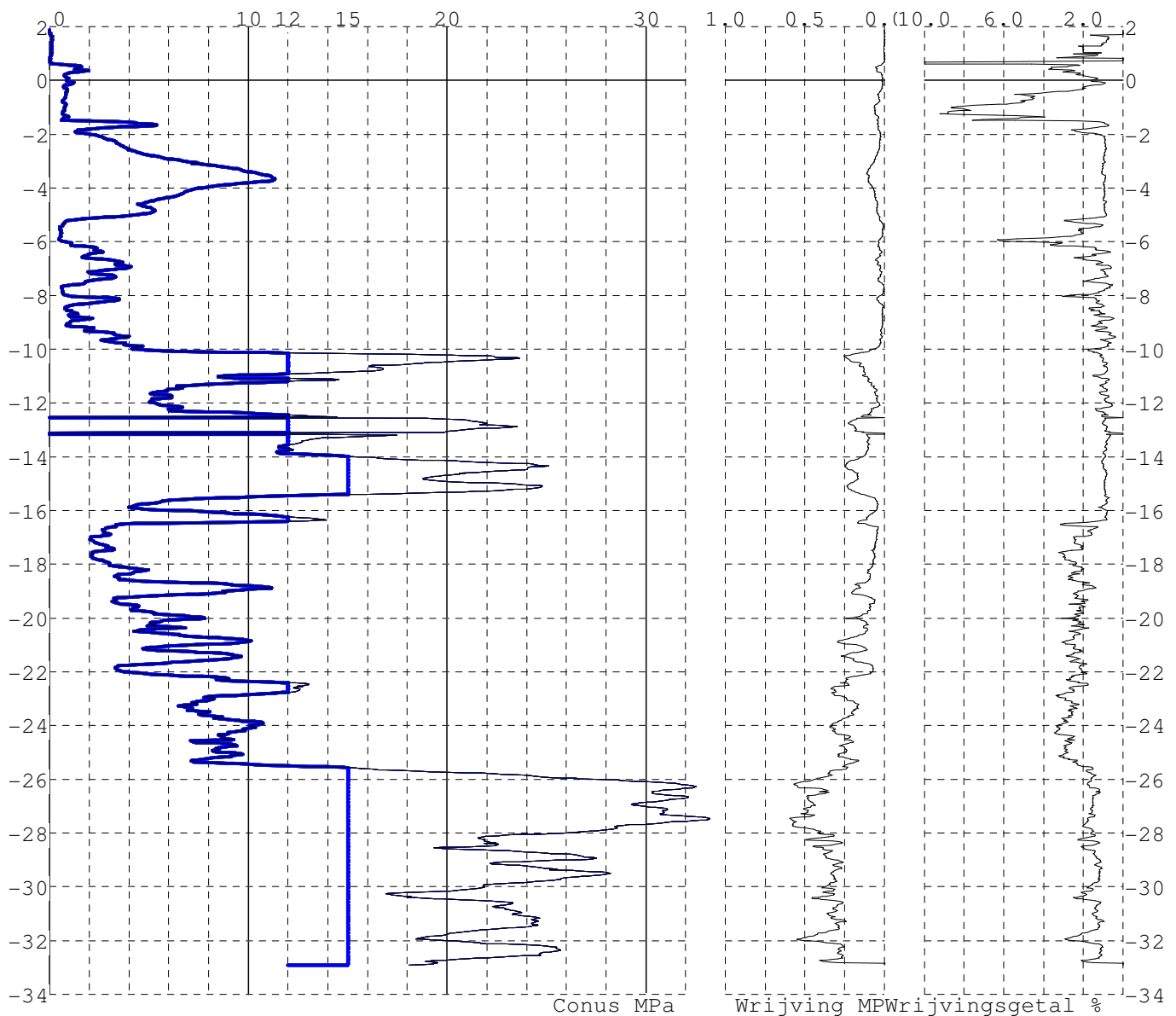
	273 (330)	273 (330)
	323 (380)	323 (380)
	380 (450)	380 (450)
	457 (535)	457 (535)
	508 (580)	508 (580)
	559 (660)	559 (660)
	559 (660) 2	559 (660)

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1226

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : 1.87 Bodemprofiel: 1226
Traject negatieve kleef : 1.87 tot -10.00 [m]
Traject positieve kleef : -10.00 tot -32.92 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1226



Na reductie en afsnuiten

rekengegevens

paal

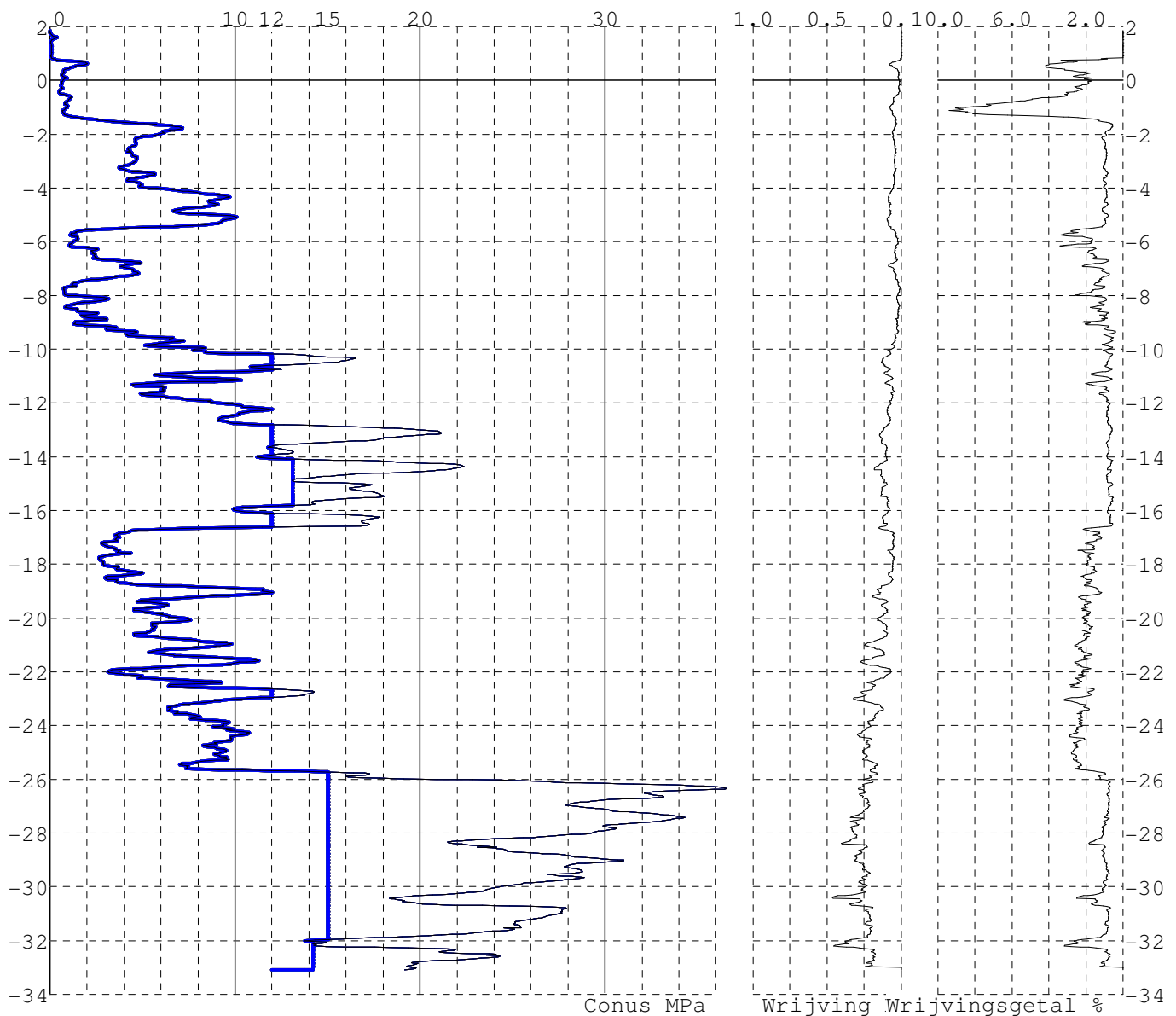
	273 (330)	273 (330)
	323 (380)	323 (380)
	380 (450)	380 (450)
	457 (535)	457 (535)
	508 (580)	508 (580)
	559 (660)	559 (660)
	559 (660) 2	559 (660)

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1227a

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : 1.85 Bodemprofiel: 1227a
Traject negatieve kleef : 1.85 tot -10.00 [m]
Traject positieve kleef : -10.00 tot -33.08 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1227a



Na reductie en afsnuiten

rekengegevens

paal



273 (330)
323 (380)
380 (450)
457 (535)
508 (580)
559 (660)
559 (660) 2

273 (330)
323 (380)
380 (450)
457 (535)
508 (580)
559 (660)
559 (660)

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

PAALGEGEVENS 559 (660)

Type : Geheide in de grond gevormde betonpaal; terugheien
 Wijze van installeren : Heien
 Wijze van terugwinnen : Heien
 Diameter [m] : 0.559
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklasfactor α_p : 1.00
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 1.00
 Verzwaarde voet - Vorm : Rond
 Hoogte [m] : 0.030
 Diameter [m] : 0.660
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 1.00

REKENGEGEVENS 559 (660) 2

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 1221, 1222, 1223, 1224, 1225, 1226, 1227a

Stijf bouwwerk : JA
 Paalgroep : NEE
 Aantal palen : 1 Aantal sonderingen : 7
 Factor ξ_3 (gem) : 1.15
 Factor ξ_4 (min) : 0.92
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f;nk}$: 1.0
 $q_{b;max}$ begrenzen op 12 MN/m² : NEE
 $R_{s;cal;max;i}$ begrenzen op $0.5 * R_{b;cal;max;i}$: NEE

Paal : 559 (660)
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 $E_{d;1}$ [kN] : -3200.00 $E_{d;2}$ [kN] : -2500.00
 $s_{req;1}$ [m] : 0.15 $s_{req;2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

PAALPUNTNIVEAUS 559 (660)

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v. : N.A.P.

Nr	Beginniveau [m]	Eindniveau [m]	Stapgrootte [m]
----	-----------------	----------------	-----------------

1	-20.00	-29.00	0.50
---	--------	--------	------

RESULTATEN 559 (660) 2**Sondering : 1221**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R_p [kN]	R_s [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	R_{cnd} [kN]	$F_{c;tot;1}$ [kN]	U.C.	$s_{1;1}$ [mm]	$s_{1;2}$ [mm]
-20.00	1148	1412	2561	2032	1694	-438.8	1255	-3639	2.15 dg.vpl dg.vpl		
-20.50	1329	1412	2741	2176	1813	-438.8	1374	-3639	2.01 dg.vpl dg.vpl		
-21.00	1351	1420	2772	2200	1833	-438.8	1394	-3639	1.99 dg.vpl dg.vpl		
-21.50	1345	1442	2787	2212	1843	-438.8	1404	-3639	1.97 dg.vpl dg.vpl		
-22.00	1666	1474	3140	2492	2077	-438.8	1638	-3639	1.75 dg.vpl dg.vpl		
-22.50	1931	1512	3443	2733	2277	-438.8	1838	-3639	1.60 dg.vpl -71.3		

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Sondering : 1221

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _b [kN]	R _s [kN]	R _{C;cal} [kN]	R _{C;k} [kN]	R _{C;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{Cnd} [kN]	F _{C;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-23.00	1783	1659	3442	2732	2277	-438.8	1838	-3639	1.60 dg.vpl	-70.6	
-23.50	1947	1675	3622	2875	2396	-438.8	1957	-3639	1.52 dg.vpl	-52.1	
-24.00	2044	1686	3731	2961	2467	-438.8	2029	-3639	1.47 dg.vpl	-45.6	
-24.50	2051	1774	3825	3036	2530	-438.8	2091	-3639	1.44 dg.vpl	-40.4	
-25.00	2041	1829	3870	3072	2560	-438.8	2121	-3639	1.42 dg.vpl	-38.1	
-25.50	2957	1846	4803	3812	3176	-438.8	2738	-3639	1.15 dg.vpl	-22.9	
-26.00	4885	1943	6828	5419	4516	-438.8	4077	-3639	0.81	-32.4	-18.1
-26.50	5132	2036	7168	5689	4741	-438.8	4302	-3639	0.77	-30.0	-17.8
-27.00	5132	2220	7352	5835	4862	-438.8	4424	-3639	0.75	-28.3	-17.5
-27.50	5132	2405	7536	5981	4984	-438.8	4546	-3639	0.73	-27.2	-17.3
-28.00	5132	2589	7721	6128	5106	-438.8	4668	-3639	0.71	-26.3	-17.1
-28.50	5132	2700	7831	6215	5180	-438.8	4741	-3639	0.70	-25.9	-17.1
-29.00	5132	2751	7883	6256	5214	-438.8	4775	-3639	0.70	-26.0	-17.2

Sondering : 1222

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _b [kN]	R _s [kN]	R _{C;cal} [kN]	R _{C;k} [kN]	R _{C;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{Cnd} [kN]	F _{C;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-20.00	1257	1407	2665	2115	1762	-418.2	1344	-3618	2.05 dg.vpl	dg.vpl	
-20.50	1445	1407	2852	2264	1886	-418.2	1468	-3618	1.92 dg.vpl	dg.vpl	
-21.00	1464	1438	2902	2303	1919	-418.2	1501	-3618	1.89 dg.vpl	dg.vpl	
-21.50	1509	1464	2973	2360	1966	-418.2	1548	-3618	1.84 dg.vpl	dg.vpl	
-22.00	1897	1488	3384	2686	2238	-418.2	1820	-3618	1.62 dg.vpl	-76.5	
-22.50	1976	1552	3528	2800	2333	-418.2	1915	-3618	1.55 dg.vpl	-58.3	
-23.00	1864	1621	3484	2765	2304	-418.2	1886	-3618	1.57 dg.vpl	-62.2	
-23.50	2100	1621	3721	2953	2461	-418.2	2043	-3618	1.47 dg.vpl	-45.1	
-24.00	2145	1693	3838	3046	2538	-418.2	2120	-3618	1.43 dg.vpl	-39.4	
-24.50	2163	1777	3940	3127	2606	-418.2	2187	-3618	1.39 dg.vpl	-35.2	
-25.00	2182	1776	3958	3141	2618	-418.2	2200	-3618	1.38 dg.vpl	-35.0	
-25.50	3039	1776	4815	3821	3184	-418.2	2766	-3618	1.14 dg.vpl	-22.9	
-26.00	5087	1884	6971	5533	4611	-418.2	4192	-3618	0.78	-31.3	-17.9
-26.50	5132	2069	7201	5715	4762	-418.2	4344	-3618	0.76	-29.3	-17.6
-27.00	5132	2253	7385	5861	4884	-418.2	4466	-3618	0.74	-27.7	-17.3
-27.50	5132	2438	7569	6007	5006	-418.2	4588	-3618	0.72	-26.7	-17.1
-28.00	5103	2574	7677	6093	5077	-418.2	4659	-3618	0.71	-26.2	-17.0
-28.50	5132	2664	7796	6187	5156	-418.2	4738	-3618	0.70	-25.9	-17.0
-29.00	5132	2773	7905	6274	5228	-418.2	4810	-3618	0.69	-25.6	-17.0

Sondering : 1223

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _b [kN]	R _s [kN]	R _{C;cal} [kN]	R _{C;k} [kN]	R _{C;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{Cnd} [kN]	F _{C;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-20.00	1173	1263	2436	1933	1611	-400.4	1210	-3600	2.24 dg.vpl	dg.vpl	
-20.50	1319	1263	2581	2049	1707	-400.4	1307	-3600	2.11 dg.vpl	dg.vpl	
-21.00	1307	1291	2597	2061	1718	-400.4	1317	-3600	2.10 dg.vpl	dg.vpl	
-21.50	1287	1306	2594	2058	1715	-400.4	1315	-3600	2.10 dg.vpl	dg.vpl	
-22.00	1651	1350	3001	2382	1985	-400.4	1585	-3600	1.81 dg.vpl	dg.vpl	
-22.50	1857	1366	3223	2558	2132	-400.4	1731	-3600	1.69 dg.vpl	dg.vpl	
-23.00	1772	1489	3262	2589	2157	-400.4	1757	-3600	1.67 dg.vpl	dg.vpl	
-23.50	1980	1489	3469	2753	2294	-400.4	1894	-3600	1.57 dg.vpl	-62.7	
-24.00	2043	1489	3533	2804	2337	-400.4	1936	-3600	1.54 dg.vpl	-57.0	
-24.50	2094	1489	3584	2844	2370	-400.4	1970	-3600	1.52 dg.vpl	-53.6	

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Sondering : 1223

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _b [kN]	R _s [kN]	R _{c;cal} [kN]	R _{c;k} [kN]	R _{c;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{cnd} [kN]	F _{c;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-25.00	2156	1489	3645	2893	2411	-400.4	2010	-3600	<u>1.49 dg.vpl</u>		-49.8
-25.50	3529	1517	5047	4005	3338	-400.4	2937	-3600	<u>1.08</u>	-79.8	-23.0
-26.00	4750	1628	6378	5062	4218	-400.4	3818	-3600	0.85	-37.9	-19.1
-26.50	4874	1807	6682	5303	4419	-400.4	4019	-3600	0.81	-33.7	-18.5
-27.00	4908	1916	6824	5416	4513	-400.4	4113	-3600	0.80	-32.4	-18.3
-27.50	5132	2016	7147	5673	4727	-400.4	4327	-3600	0.76	-30.1	-18.0
-28.00	5074	2180	7254	5757	4798	-400.4	4397	-3600	0.75	-28.9	-17.8
-28.50	5132	2300	7431	5898	4915	-400.4	4514	-3600	0.73	-27.9	-17.7
-29.00	5132	2338	7470	5929	4941	-400.4	4540	-3600	0.73	-28.0	-17.8

Sondering : 1224

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _b [kN]	R _s [kN]	R _{c;cal} [kN]	R _{c;k} [kN]	R _{c;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{cnd} [kN]	F _{c;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-20.00	1143	1383	2525	2004	1670	-398.5	1272	-3599	<u>2.15 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-20.50	1321	1383	2704	2146	1788	-398.5	1390	-3599	<u>2.01 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-21.00	1299	1421	2720	2159	1799	-398.5	1401	-3599	<u>2.00 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-21.50	1170	1469	2638	2094	1745	-398.5	1346	-3599	<u>2.06 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-22.00	1755	1468	3223	2558	2132	-398.5	1733	-3599	<u>1.69 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-22.50	1813	1502	3316	2631	2193	-398.5	1794	-3599	<u>1.64 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-23.00	1783	1564	3347	2656	2213	-398.5	1815	-3599	<u>1.63 dg.vpl</u>	<u>-79.1</u>	
-23.50	1944	1564	3508	2784	2320	-398.5	1922	-3599	<u>1.55 dg.vpl</u>	<u>-58.1</u>	
-24.00	1982	1598	3580	2841	2368	-398.5	1969	-3599	<u>1.52 dg.vpl</u>	<u>-52.2</u>	
-24.50	2030	1598	3628	2879	2400	-398.5	2001	-3599	<u>1.50 dg.vpl</u>		-49.1
-25.00	2277	1598	3875	3076	2563	-398.5	2165	-3599	<u>1.40 dg.vpl</u>		-38.4
-25.50	3938	1644	5583	4431	3692	-398.5	3294	-3599	0.97	-52.0	-20.5
-26.00	4781	1782	6563	5209	4341	-398.5	3942	-3599	0.83	-34.8	-18.4
-26.50	4891	1969	6860	5444	4537	-398.5	4138	-3599	0.79	-31.5	-17.9
-27.00	5082	2089	7170	5691	4742	-398.5	4344	-3599	0.76	-29.3	-17.6
-27.50	4982	2238	7220	5730	4775	-398.5	4377	-3599	0.75	-28.5	-17.5
-28.00	5132	2306	7438	5903	4919	-398.5	4521	-3599	0.73	-27.6	-17.4
-28.50	5132	2358	7489	5944	4953	-398.5	4555	-3599	0.73	-27.5	-17.5
-29.00	5132	2478	7609	6039	5033	-398.5	4634	-3599	0.72	-27.0	-17.5

Sondering : 1225

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _b [kN]	R _s [kN]	R _{c;cal} [kN]	R _{c;k} [kN]	R _{c;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{cnd} [kN]	F _{c;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-20.00	1245	1127	2372	1882	1569	-409.9	1159	-3610	<u>2.30 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-20.50	1293	1127	2419	1920	1600	-409.9	1190	-3610	<u>2.26 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-21.00	1253	1180	2432	1931	1609	-409.9	1199	-3610	<u>2.24 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-21.50	1154	1218	2372	1883	1569	-409.9	1159	-3610	<u>2.30 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-22.00	1783	1219	3002	2383	1986	-409.9	1576	-3610	<u>1.82 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-22.50	1890	1244	3134	2487	2073	-409.9	1663	-3610	<u>1.74 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-23.00	1876	1305	3181	2525	2104	-409.9	1694	-3610	<u>1.72 dg.vpl</u>	<u>dg.vpl</u>	
-23.50	2087	1305	3392	2692	2243	-409.9	1834	-3610	<u>1.61 dg.vpl</u>	<u>-75.2</u>	
-24.00	2126	1305	3431	2723	2269	-409.9	1859	-3610	<u>1.59 dg.vpl</u>	<u>-70.0</u>	
-24.50	2141	1378	3518	2792	2327	-409.9	1917	-3610	<u>1.55 dg.vpl</u>	<u>-60.8</u>	
-25.00	2227	1378	3604	2861	2384	-409.9	1974	-3610	<u>1.51 dg.vpl</u>	<u>-54.4</u>	
-25.50	3899	1391	5290	4199	3499	-409.9	3089	-3610	<u>1.03</u>	-65.4	-22.8
-26.00	4353	1482	5835	4631	3859	-409.9	3449	-3610	0.94	-47.7	-20.9
-26.50	4547	1613	6160	4889	4074	-409.9	3664	-3610	0.89	-41.3	-19.8

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Sondering : 1225

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _p [kN]	R _s [kN]	R _{C;cal} [kN]	R _{C;k} [kN]	R _{C;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{Cnd} [kN]	F _{C;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-27.00	4646	1798	6443	5114	4261	-409.9	3851	-3610	0.85	-37.0	-19.1
-27.50	4587	1982	6569	5214	4345	-409.9	3935	-3610	0.83	-34.5	-18.7
-28.00	4214	2153	6367	5053	4211	-409.9	3801	-3610	0.86	-36.0	-18.7
-28.50	5016	2276	7292	5787	4823	-409.9	4413	-3610	0.75	-28.7	-17.9
-29.00	5132	2355	7487	5942	4952	-409.9	4542	-3610	0.73	-28.0	-17.8

Sondering : 1226

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _p [kN]	R _s [kN]	R _{C;cal} [kN]	R _{C;k} [kN]	R _{C;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{Cnd} [kN]	F _{C;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-20.00	1286	1474	2761	2191	1826	-397.0	1429	-3597	1.97 dg.vpl	dg.vpl	
-20.50	1311	1474	2785	2210	1842	-397.0	1445	-3597	1.95 dg.vpl	dg.vpl	
-21.00	1285	1521	2807	2228	1856	-397.0	1459	-3597	1.94 dg.vpl	dg.vpl	
-21.50	1222	1562	2783	2209	1841	-397.0	1444	-3597	1.95 dg.vpl	dg.vpl	
-22.00	1846	1563	3408	2705	2254	-397.0	1857	-3597	1.60 dg.vpl	-68.2	
-22.50	1933	1609	3542	2811	2343	-397.0	1946	-3597	1.54 dg.vpl	-54.0	
-23.00	1841	1711	3552	2819	2349	-397.0	1952	-3597	1.53 dg.vpl	-52.4	
-23.50	2077	1711	3788	3007	2505	-397.0	2108	-3597	1.44 dg.vpl	-39.6	
-24.00	2135	1759	3894	3090	2575	-397.0	2178	-3597	1.40 dg.vpl	-35.5	
-24.50	2172	1802	3974	3154	2628	-397.0	2231	-3597	1.37 dg.vpl	-33.0	
-25.00	2282	1802	4084	3241	2701	-397.0	2304	-3597	1.33 dg.vpl	-30.5	
-25.50	4345	1819	6164	4892	4077	-397.0	3680	-3597	0.88	-39.0	-18.6
-26.00	5132	1954	7086	5624	4686	-397.0	4289	-3597	0.77	-29.8	-17.5
-26.50	5132	2138	7270	5770	4808	-397.0	4411	-3597	0.75	-28.1	-17.2
-27.00	5132	2323	7454	5916	4930	-397.0	4533	-3597	0.73	-26.9	-17.0
-27.50	5132	2507	7639	6063	5052	-397.0	4655	-3597	0.71	-26.0	-16.7
-28.00	5132	2691	7823	6209	5174	-397.0	4777	-3597	0.70	-25.2	-16.6
-28.50	5132	2694	7826	6211	5176	-397.0	4779	-3597	0.69	-25.5	-16.8
-29.00	5132	2820	7952	6311	5259	-397.0	4862	-3597	0.68	-25.1	-16.7

Sondering : 1227a

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R _p [kN]	R _s [kN]	R _{C;cal} [kN]	R _{C;k} [kN]	R _{C;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{Cnd} [kN]	F _{C;tot;1} [kN]	U.C.	s _{1;1} [mm]	s _{1;2} [mm]
-20.00	1348	1377	2725	2162	1802	-423.4	1379	-3623	2.01 dg.vpl	dg.vpl	
-20.50	1380	1377	2757	2188	1823	-423.4	1400	-3623	1.99 dg.vpl	dg.vpl	
-21.00	1371	1404	2775	2202	1835	-423.4	1412	-3623	1.97 dg.vpl	dg.vpl	
-21.50	1370	1417	2787	2212	1843	-423.4	1420	-3623	1.97 dg.vpl	dg.vpl	
-22.00	1476	1476	2952	2343	1953	-423.4	1529	-3623	1.86 dg.vpl	dg.vpl	
-22.50	1914	1476	3390	2691	2242	-423.4	1819	-3623	1.62 dg.vpl	-76.8	
-23.00	1807	1595	3403	2701	2250	-423.4	1827	-3623	1.61 dg.vpl	-74.5	
-23.50	2042	1601	3644	2892	2410	-423.4	1987	-3623	1.50 dg.vpl	-50.0	
-24.00	2115	1601	3716	2950	2458	-423.4	2035	-3623	1.47 dg.vpl	-46.1	
-24.50	2149	1667	3816	3028	2524	-423.4	2100	-3623	1.44 dg.vpl	-41.1	
-25.00	2184	1667	3851	3057	2547	-423.4	2124	-3623	1.42 dg.vpl	-40.0	
-25.50	3123	1667	4790	3802	3168	-423.4	2745	-3623	1.14 dg.vpl	-23.9	
-26.00	5132	1795	6927	5498	4581	-423.4	4158	-3623	0.79	-32.2	-18.2
-26.50	5132	1980	7111	5644	4703	-423.4	4280	-3623	0.77	-30.3	-17.9
-27.00	5132	2164	7296	5790	4825	-423.4	4402	-3623	0.75	-28.6	-17.6
-27.50	5132	2348	7480	5937	4947	-423.4	4524	-3623	0.73	-27.3	-17.3
-28.00	5132	2533	7665	6083	5069	-423.4	4646	-3623	0.71	-26.4	-17.1
-28.50	5132	2634	7766	6163	5136	-423.4	4713	-3623	0.71	-26.1	-17.1

TS/Palen Verticaal

Rel: 6.01 22 mei 2016

Project : Afstuderen | Wuhan New Energy Institute
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Sondering : 1227a

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R_b [kN]	R_s [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	R_{cnd} [kN]	$F_{c;tot;1}$ [kN]	U.C.	$s_{1;1}$ [mm]	$s_{1;2}$ [mm]
-29.00	5132	2732	7864	6241	5201	-423.4	4778	-3623	0.70	-25.9	-17.1

SAMENVATTINGSTABEL 559 (660) 2**Uitgangspunten**

- paal : 559 (660)
 - paaltype : Geheide in de grond gevormde betonpaal; terugheidend
 - schachtafmeting : 559 mm
 Paalklassefactor α_p : 1.00
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.26

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld	paalpunt	Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
1221	1.81	-20.00	1148.4	1412.2	2560.6	1693.5	-438.8	1254.7
		-20.50	1329.2	1412.2	2741.3	1813.1	-438.8	1374.3
		-21.00	1351.3	1420.2	2771.5	1833.0	-438.8	1394.2
		-21.50	1344.7	1441.9	2786.6	1843.0	-438.8	1404.2
		-22.00	1666.5	1473.9	3140.3	2076.9	-438.8	1638.2
		-22.50	1931.1	1512.0	3443.2	2277.2	-438.8	1838.4
		-23.00	1783.2	1659.3	3442.4	2276.8	-438.8	1838.0
		-23.50	1946.8	1675.5	3622.2	2395.7	-438.8	1956.9
		-24.00	2044.3	1686.4	3730.7	2467.4	-438.8	2028.6
		-24.50	2050.8	1774.0	3824.8	2529.6	-438.8	2090.8
		-25.00	2041.1	1829.0	3870.1	2559.6	-438.8	2120.8
		-25.50	2956.7	1845.8	4802.6	3176.3	-438.8	2737.5
		-26.00	4884.7	1943.0	6827.7	4515.7	-438.8	4076.9
		-26.50	5131.8	2035.9	7167.7	4740.5	-438.8	4301.7
		-27.00	5131.8	2220.3	7352.1	4862.5	-438.8	4423.7
		-27.50	5131.8	2404.7	7536.5	4984.4	-438.8	4545.6
		-28.00	5131.8	2589.1	7720.8	5106.4	-438.8	4667.6
-28.50	5131.8	2699.7	7831.5	5179.6	-438.8	4740.8		
-29.00	5131.8	2751.3	7883.1	5213.7	-438.8	4774.9		
1222	1.86	-20.00	1257.4	1407.3	2664.7	1762.4	-418.2	1344.1
		-20.50	1444.9	1407.3	2852.2	1886.4	-418.2	1468.1
		-21.00	1463.6	1438.0	2901.6	1919.1	-418.2	1500.8
		-21.50	1508.9	1464.4	2973.3	1966.5	-418.2	1548.3
		-22.00	1896.6	1487.7	3384.3	2238.3	-418.2	1820.0
		-22.50	1975.8	1552.1	3527.9	2333.3	-418.2	1915.0
		-23.00	1863.6	1620.8	3484.4	2304.5	-418.2	1886.3
		-23.50	2100.5	1620.8	3721.2	2461.1	-418.2	2042.9
		-24.00	2145.1	1692.7	3837.8	2538.2	-418.2	2120.0
		-24.50	2162.6	1776.9	3939.6	2605.5	-418.2	2187.3
		-25.00	2182.1	1776.0	3958.1	2617.8	-418.2	2199.6
		-25.50	3038.8	1776.0	4814.8	3184.4	-418.2	2766.2
		-26.00	5086.8	1884.4	6971.2	4610.6	-418.2	4192.4
		-26.50	5131.8	2068.8	7200.6	4762.3	-418.2	4344.1
		-27.00	5131.8	2253.2	7385.0	4884.3	-418.2	4466.0
		-27.50	5131.8	2437.6	7569.4	5006.2	-418.2	4588.0

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijk draagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
1222	1.86	-28.00	5102.5	2574.1	7676.6	5077.1	-418.2	4658.9
		-28.50	5131.8	2664.3	7796.1	5156.1	-418.2	4737.9
		-29.00	5131.8	2773.2	7905.0	5228.2	-418.2	4810.0
1223	1.73	-20.00	1172.9	1262.7	2435.6	1610.9	-400.4	1210.4
		-20.50	1318.8	1262.7	2581.5	1707.3	-400.4	1306.9
		-21.00	1306.9	1290.6	2597.5	1717.9	-400.4	1317.5
		-21.50	1287.4	1306.3	2593.7	1715.4	-400.4	1315.0
		-22.00	1651.0	1350.5	3001.5	1985.1	-400.4	1584.7
		-22.50	1857.3	1366.1	3223.4	2131.9	-400.4	1731.4
		-23.00	1772.2	1489.5	3261.6	2157.2	-400.4	1756.7
		-23.50	1979.8	1489.5	3469.3	2294.5	-400.4	1894.0
		-24.00	2043.5	1489.5	3532.9	2336.6	-400.4	1936.2
		-24.50	2094.3	1489.5	3583.7	2370.2	-400.4	1969.8
		-25.00	2155.8	1489.5	3645.2	2410.9	-400.4	2010.4
		-25.50	3529.3	1517.5	5046.8	3337.8	-400.4	2937.4
		-26.00	4749.5	1628.4	6377.9	4218.2	-400.4	3817.7
		-26.50	4874.3	1807.4	6681.7	4419.1	-400.4	4018.7
		-27.00	4907.9	1916.0	6823.9	4513.2	-400.4	4112.7
		-27.50	5131.8	2015.6	7147.4	4727.1	-400.4	4326.7
		-28.00	5074.2	2179.9	7254.1	4797.7	-400.4	4397.2
		-28.50	5131.8	2299.6	7431.3	4914.9	-400.4	4514.5
		-29.00	5131.8	2338.4	7470.2	4940.6	-400.4	4540.2
1224	1.82	-20.00	1142.8	1382.7	2525.5	1670.3	-398.5	1271.8
		-20.50	1321.5	1382.7	2704.2	1788.5	-398.5	1390.0
		-21.00	1299.0	1421.1	2720.1	1799.0	-398.5	1400.5
		-21.50	1169.8	1468.6	2638.4	1745.0	-398.5	1346.5
		-22.00	1755.3	1467.8	3223.1	2131.7	-398.5	1733.2
		-22.50	1813.3	1502.3	3315.6	2192.9	-398.5	1794.4
		-23.00	1783.0	1563.7	3346.7	2213.4	-398.5	1814.9
		-23.50	1944.3	1563.7	3507.9	2320.0	-398.5	1921.5
		-24.00	1981.6	1598.3	3579.9	2367.6	-398.5	1969.1
		-24.50	2029.8	1598.3	3628.2	2399.6	-398.5	2001.1
		-25.00	2277.1	1598.3	3875.4	2563.1	-398.5	2164.6
		-25.50	3938.2	1644.3	5582.5	3692.2	-398.5	3293.6
		-26.00	4780.6	1782.4	6563.1	4340.7	-398.5	3942.1
		-26.50	4891.0	1968.8	6859.8	4536.9	-398.5	4138.4
		-27.00	5081.9	2088.5	7170.4	4742.3	-398.5	4343.8
1225	1.78	-27.50	4982.0	2238.0	7220.1	4775.2	-398.5	4376.7
		-28.00	5131.8	2306.0	7437.8	4919.2	-398.5	4520.7
		-28.50	5131.8	2357.7	7489.5	4953.3	-398.5	4554.8
		-29.00	5131.8	2477.7	7609.5	5032.7	-398.5	4634.2
		-20.00	1245.2	1126.6	2371.8	1568.6	-409.9	1158.8
		-20.50	1292.7	1126.6	2419.3	1600.0	-409.9	1190.2
		-21.00	1252.8	1179.7	2432.5	1608.8	-409.9	1198.9
		-21.50	1153.9	1218.4	2372.4	1569.0	-409.9	1159.2
		-22.00	1782.7	1219.4	3002.1	1985.5	-409.9	1575.7
		-22.50	1890.1	1243.8	3133.9	2072.7	-409.9	1662.8
		-23.00	1876.0	1305.4	3181.4	2104.1	-409.9	1694.2
		-23.50	2086.7	1305.4	3392.1	2243.5	-409.9	1833.6
		-24.00	2125.6	1305.4	3431.0	2269.2	-409.9	1859.3
		-24.50	2140.5	1377.6	3518.2	2326.8	-409.9	1916.9
		-25.00	2226.6	1377.6	3604.2	2383.8	-409.9	1973.9

TS/Palen Verticaal

Rel: 6.01 22 mei 2016

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	Bezwijk draagvermogen			Rekenwaarden		
			$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
1225	1.78	-25.50	3899.3	1390.9	5290.2	3498.8	-409.9	3088.9
		-26.00	4353.3	1482.1	5835.4	3859.4	-409.9	3449.5
		-26.50	4547.2	1613.2	6160.4	4074.3	-409.9	3664.5
		-27.00	4645.6	1797.6	6443.1	4261.3	-409.9	3851.5
		-27.50	4587.3	1982.0	6569.2	4344.7	-409.9	3934.9
		-28.00	4213.8	2153.3	6367.1	4211.1	-409.9	3801.2
		-28.50	5016.2	2275.7	7291.9	4822.7	-409.9	4412.8
		-29.00	5131.8	2355.5	7487.3	4951.9	-409.9	4542.0
1226	1.87	-20.00	1286.4	1474.2	2760.5	1825.7	-397.0	1428.8
		-20.50	1310.8	1474.2	2785.0	1841.9	-397.0	1444.9
		-21.00	1285.5	1521.4	2806.9	1856.4	-397.0	1459.4
		-21.50	1221.8	1561.5	2783.4	1840.9	-397.0	1443.9
		-22.00	1845.7	1562.5	3408.3	2254.2	-397.0	1857.2
		-22.50	1933.0	1609.1	3542.2	2342.7	-397.0	1945.7
		-23.00	1840.8	1711.3	3552.2	2349.3	-397.0	1952.3
		-23.50	2077.0	1711.3	3788.3	2505.5	-397.0	2108.5
		-24.00	2135.2	1758.7	3893.9	2575.3	-397.0	2178.3
		-24.50	2172.0	1801.8	3973.8	2628.2	-397.0	2231.2
		-25.00	2282.4	1801.8	4084.2	2701.2	-397.0	2304.2
		-25.50	4345.2	1819.2	6164.3	4076.9	-397.0	3679.9
		-26.00	5131.8	1953.8	7085.6	4686.3	-397.0	4289.3
		-26.50	5131.8	2138.2	7270.0	4808.2	-397.0	4411.2
		-27.00	5131.8	2322.6	7454.4	4930.2	-397.0	4533.2
		-27.50	5131.8	2507.0	7638.8	5052.1	-397.0	4655.1
		-28.00	5131.8	2691.4	7823.2	5174.1	-397.0	4777.1
		-28.50	5131.8	2693.8	7825.6	5175.6	-397.0	4778.6
		-29.00	5131.8	2820.5	7952.3	5259.4	-397.0	4862.5
1227a	1.85	-20.00	1347.5	1377.2	2724.7	1802.1	-423.4	1378.7
		-20.50	1379.9	1377.2	2757.1	1823.4	-423.4	1400.1
		-21.00	1370.7	1404.2	2774.9	1835.2	-423.4	1411.9
		-21.50	1369.9	1417.1	2787.0	1843.3	-423.4	1419.9
		-22.00	1476.3	1476.0	2952.3	1952.6	-423.4	1529.2
		-22.50	1914.2	1476.0	3390.2	2242.2	-423.4	1818.8
		-23.00	1807.2	1595.5	3402.7	2250.4	-423.4	1827.1
		-23.50	2042.2	1601.5	3643.7	2409.9	-423.4	1986.5
		-24.00	2114.9	1601.5	3716.4	2458.0	-423.4	2034.6
		-24.50	2148.8	1667.0	3815.8	2523.7	-423.4	2100.3
		-25.00	2184.4	1667.0	3851.4	2547.2	-423.4	2123.9
		-25.50	3123.0	1667.0	4790.0	3168.0	-423.4	2744.6
		-26.00	5131.8	1795.2	6927.0	4581.4	-423.4	4158.0
		-26.50	5131.8	1979.6	7111.4	4703.3	-423.4	4280.0
		-27.00	5131.8	2164.0	7295.8	4825.3	-423.4	4401.9
		-27.50	5131.8	2348.4	7480.2	4947.2	-423.4	4523.9
		-28.00	5131.8	2532.8	7664.6	5069.2	-423.4	4645.8
		-28.50	5131.8	2634.1	7765.9	5136.2	-423.4	4712.8
		-29.00	5131.8	2732.0	7863.8	5200.9	-423.4	4777.6

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Totaal resultaten 559 (660) 2 (van 7 sondering(en))

Uitgangspunten

Correlatiefactor ξ_{3gem} (n= 7) : 1.15

Correlatiefactor ξ_{4min} (n= 7) : 0.92

gebaseerd op sonderingen:

1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227a

$$R_{C;k} = \min.\{(R_{C;cal})_{gem}/\xi_3; (R_{C;cal})_{min}/\xi_4\} \quad (7.8)$$

Inheinniveau
[m]

-20.00	$R_{C;k} = \min.\{(2577.6/1.15); (2371.8/0.92)\} = 2241.4$
-20.50	$R_{C;k} = \min.\{(2691.5/1.15); (2419.3/0.92)\} = 2340.4$
-21.00	$R_{C;k} = \min.\{(2715.0/1.15); (2432.5/0.92)\} = 2360.9$
-21.50	$R_{C;k} = \min.\{(2705.0/1.15); (2372.4/0.92)\} = 2352.2$
-22.00	$R_{C;k} = \min.\{(3158.8/1.15); (2952.3/0.92)\} = 2746.8$
-22.50	$R_{C;k} = \min.\{(3368.0/1.15); (3133.9/0.92)\} = 2928.7$
-23.00	$R_{C;k} = \min.\{(3381.6/1.15); (3181.4/0.92)\} = 2940.5$
-23.50	$R_{C;k} = \min.\{(3592.1/1.15); (3392.1/0.92)\} = 3123.6$
-24.00	$R_{C;k} = \min.\{(3674.7/1.15); (3431.0/0.92)\} = 3195.4$
-24.50	$R_{C;k} = \min.\{(3754.9/1.15); (3518.2/0.92)\} = 3265.1$
-25.00	$R_{C;k} = \min.\{(3841.3/1.15); (3604.2/0.92)\} = 3340.2$
-25.50	$R_{C;k} = \min.\{(5213.0/1.15); (4790.0/0.92)\} = 4533.1$
-26.00	$R_{C;k} = \min.\{(6655.4/1.15); (5835.4/0.92)\} = 5787.3$
-26.50	$R_{C;k} = \min.\{(6921.7/1.15); (6160.4/0.92)\} = 6018.8$
-27.00	$R_{C;k} = \min.\{(7132.1/1.15); (6443.1/0.92)\} = 6201.8$
-27.50	$R_{C;k} = \min.\{(7308.8/1.15); (6569.2/0.92)\} = 6355.5$
-28.00	$R_{C;k} = \min.\{(7420.6/1.15); (6367.1/0.92)\} = 6452.7$
-28.50	$R_{C;k} = \min.\{(7633.1/1.15); (7291.9/0.92)\} = 6637.5$
-29.00	$R_{C;k} = \min.\{(7738.7/1.15); (7470.2/0.92)\} = 6729.3$

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{C;k}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{C;tot;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{C;netto;d}$ [kN]	U.C.	$s_{1;1}$ [mm]	$s_{1;2}$ [mm]
-20.00	2241.4	1867.8	-3638.8	-438.8	1429.1	1.95	dg.vpl	dg.vpl
-20.50	2340.4	1950.4	-3638.8	-438.8	1511.6	1.87	dg.vpl	dg.vpl
-21.00	2360.9	1967.4	-3638.8	-438.8	1528.6	1.85	dg.vpl	dg.vpl
-21.50	2352.2	1960.1	-3638.8	-438.8	1521.3	1.86	dg.vpl	dg.vpl
-22.00	2746.8	2289.0	-3638.8	-438.8	1850.2	1.59	dg.vpl	dg.vpl
-22.50	2928.7	2440.6	-3638.8	-438.8	2001.8	1.49	dg.vpl	dg.vpl
-23.00	2940.5	2450.5	-3638.8	-438.8	2011.7	1.48	dg.vpl	dg.vpl
-23.50	3123.6	2603.0	-3638.8	-438.8	2164.2	1.40	dg.vpl	-75.2
-24.00	3195.4	2662.8	-3638.8	-438.8	2224.0	1.37	dg.vpl	-70.0
-24.50	3265.1	2720.9	-3638.8	-438.8	2282.1	1.34	dg.vpl	-60.8
-25.00	3340.2	2783.5	-3638.8	-438.8	2344.7	1.31	dg.vpl	-54.4
-25.50	4533.1	3777.6	-3638.8	-438.8	3338.8	0.96	dg.vpl	-23.9
-26.00	5787.3	4822.8	-3638.8	-438.8	4384.0	0.75	-47.7	-20.9
-26.50	6018.8	5015.7	-3638.8	-438.8	4576.9	0.73	-41.3	-19.8
-27.00	6201.8	5168.2	-3638.8	-438.8	4729.4	0.70	-37.0	-19.1
-27.50	6355.5	5296.2	-3638.8	-438.8	4857.4	0.69	-34.5	-18.7
-28.00	6452.7	5377.3	-3638.8	-438.8	4938.5	0.68	-36.0	-18.7
-28.50	6637.5	5531.2	-3638.8	-438.8	5092.4	0.66	-28.7	-17.9
-29.00	6729.3	5607.8	-3638.8	-438.8	5169.0	0.65	-28.0	-17.8

TS/Palen Verticaal

Rel: 6.01 22 mei 2016

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN DRUKPALEN

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c, netto; d}$ 559 (660)	[kN]
1221	1.81	-20.00	1255	
		-20.50	1374	
		-21.00	1394	
		-21.50	1404	
		-22.00	1638	
		-22.50	1838	
		-23.00	1838	
		-23.50	1957	
		-24.00	2029	
		-24.50	2091	
		-25.00	2121	
		-25.50	2738	
		-26.00	4077	
		-26.50	4302	
		-27.00	4424	
		-27.50	4546	
		-28.00	4668	
		-28.50	4741	
		-29.00	4775	
1222	1.86	-20.00	1344	
		-20.50	1468	
		-21.00	1501	
		-21.50	1548	
		-22.00	1820	
		-22.50	1915	
		-23.00	1886	
		-23.50	2043	
		-24.00	2120	
		-24.50	2187	
		-25.00	2200	
		-25.50	2766	
		-26.00	4192	
		-26.50	4344	
		-27.00	4466	
		-27.50	4588	
		-28.00	4659	
		-28.50	4738	
		-29.00	4810	
1223	1.73	-20.00	1210	
		-20.50	1307	
		-21.00	1317	
		-21.50	1315	
		-22.00	1585	
		-22.50	1731	
		-23.00	1757	
		-23.50	1894	
		-24.00	1936	
		-24.50	1970	

TS/Palen Verticaal

Rel: 6.01 22 mei 2016

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c, netto; d}$ 559 (660)	[kN]
		-25.00	2010	
		-25.50	2937	
		-26.00	3818	
		-26.50	4019	
		-27.00	4113	
		-27.50	4327	
		-28.00	4397	
		-28.50	4514	
		-29.00	4540	
1224	1.82	-20.00	1272	
		-20.50	1390	
		-21.00	1401	
		-21.50	1346	
		-22.00	1733	
		-22.50	1794	
		-23.00	1815	
		-23.50	1922	
		-24.00	1969	
		-24.50	2001	
		-25.00	2165	
		-25.50	3294	
		-26.00	3942	
		-26.50	4138	
		-27.00	4344	
		-27.50	4377	
		-28.00	4521	
		-28.50	4555	
		-29.00	4634	
1225	1.78	-20.00	1159	
		-20.50	1190	
		-21.00	1199	
		-21.50	1159	
		-22.00	1576	
		-22.50	1663	
		-23.00	1694	
		-23.50	1834	
		-24.00	1859	
		-24.50	1917	
		-25.00	1974	
		-25.50	3089	
		-26.00	3449	
		-26.50	3664	
		-27.00	3851	
		-27.50	3935	
		-28.00	3801	
		-28.50	4413	
		-29.00	4542	
1226	1.87	-20.00	1429	
		-20.50	1445	

TS/Palen Verticaal

Rel: 6.01 22 mei 2016

Project : AFSTUDEREN | WUHAN NEW ENERGY INSTITUTE
 Onderdeel : paal draagvermogen Vibro-palen

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c, netto; d}$ 559 (660)	[kN]
		-21.00	1459	
		-21.50	1444	
		-22.00	1857	
		-22.50	1946	
		-23.00	1952	
		-23.50	2108	
		-24.00	2178	
		-24.50	2231	
		-25.00	2304	
		-25.50	3680	
		-26.00	4289	
		-26.50	4411	
		-27.00	4533	
		-27.50	4655	
		-28.00	4777	
		-28.50	4779	
		-29.00	4862	
1227a	1.85	-20.00	1379	
		-20.50	1400	
		-21.00	1412	
		-21.50	1420	
		-22.00	1529	
		-22.50	1819	
		-23.00	1827	
		-23.50	1987	
		-24.00	2035	
		-24.50	2100	
		-25.00	2124	
		-25.50	2745	
		-26.00	4158	
		-26.50	4280	
		-27.00	4402	
		-27.50	4524	
		-28.00	4646	
		-28.50	4713	
		-29.00	4778	