
Constructief ontwerp watertrap Touwbaanpark Amsterdam

Definitief Ontwerp

Concept, 18 oktober 2016

Concept

Kenmerk R001-1242330GJE-V01

Verantwoording

Titel	Constructief ontwerp watertrap Touwbaanpark Amsterdam
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Projectleider	Niels de Zwijger
Auteur(s)	Gijs Jansen
Tweede lezer	<<Name>>, <<Function>>
Projectnummer	1242330
Aantal pagina's	16 (exclusief bijlagen)
Datum	18 oktober 2016
Handtekening	

Colofon

Tauw bv
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom.

De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Concept

Kenmerk R001-1242330GJE-V01

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	7
1.1 Algemeen	7
1.2 Afbakening	7
2 Uitgangspunten	8
2.1 Normen en richtlijnen	8
2.2 Projectgebonden randvoorwaarden en uitgangspunten.....	8
2.2.1 Documenten	8
2.2.2 Uitgangspunten	8
2.3 Gebruikte software en rekenprogramma's	9
2.4 Materiaalgrootheden	9
2.5 Bodemopbouw en grondeigenschappen en waterstanden	9
2.5.1 Bodemopbouw	9
2.5.2 Waterstanden	10
2.5.3 Onderwaterbodem.....	10
3 Bouwmethode.....	10
4 Berekening.....	11
4.1 Modellerings.....	11
4.1.1 Geometrie en onderdelen.....	11
4.1.2 Opleggingen	12
4.1.3 Berekeningswijze	12
4.2 Belastingen.....	12
4.2.1 Permanente belastingen	12
4.2.2 Veranderlijke belastingen	13
4.3 Belastingcombinaties.....	13
4.4 Fundering	13
4.4.1 Optredende paalbelastingen	13
4.4.2 Paalsysteem en toetsing	14
4.5 Betonconstructie.....	15
4.5.1 Buispalen.....	15
4.5.2 Krachtswerking in betonplaat	15
4.6 Damwand	16

Concept

Kenmerk R001-1242330GJE-V01

Bijlage(n)

- 1 Grondonderzoek
- 2 Gegevens paalsysteem
- 3 Beddingsconstante Menard
- 4 Krachtswerking SCIA Engineer

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van gemeente Amsterdam verzorgt Tauw het ontwerp van de watertrap in het Touwbaanpark. Deze rapportage betreft het definitief ontwerp.

Op onderstaande afbeelding is de situatie weergegeven. De watertrap bevindt zich aan de Noordoostelijke zijde van de brug. Afmetingen van de trap zijn 2,40 meter bij 9,17 meter.



1.2 Afbakening

In deze rapportage wordt het ontwerp van de trap op DO niveau uitgewerkt:

- Voorstel bouwmethode
- Paalfundering
- Afmetingen constructiedelen

Wapening en detaillering van verbindingen worden niet in deze fase uitgewerkt.

2 Uitgangspunten

2.1 Normen en richtlijnen

Normen in de Eurocode reeks (incl correctiebladen en NB's):

NEN-EN 1990:	Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991:	Belastingen op constructies (incl alle onderliggende delen)
NEN-EN 1992:	Betonconstructies
NEN-EN 1993:	Staalconstructies
NEN-EN 1997:	Geotechnisch ontwerp

NEN 9997-1:	Geotechnisch ontwerp van constructies
-------------	---------------------------------------

Overige richtlijnen en publikaties:

CUR-rapport 166	Damwandconstructies
-----------------	---------------------

2.2 Projectgebonden randvoorwaarden en uitgangspunten

2.2.1 Documenten

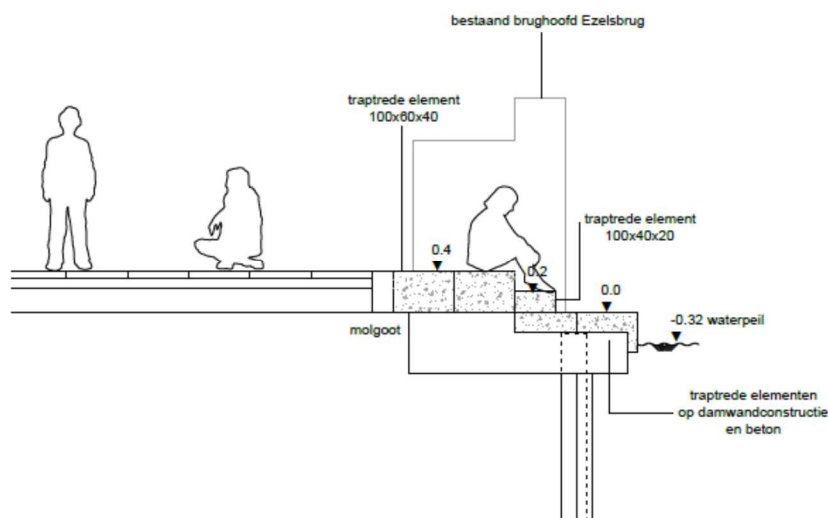
De volgende documenten gelden als uitgangspunt:

- [1] Grondonderzoek (zie bijlage 1)
- [2] Definitief ontwerp inrichtingsplan juli 2016 door Hosper NL BV

2.2.2 Uitgangspunten

Maaiveldbelasting gebruiksfase:	5 kN/m ²
Veiligheidsklasse:	RC1/CC1
Levensduur:	50 jaar
Corrosiesnelheid conform tabel 9.2 van CUR166:	1,75mm per zijde (50 jaar, veengrond)
Afmetingen trap B x L:	2,40m x 9,17m

Onderstaande afbeelding is een impressie uit [2].



2.3 Gebruikte software en rekenprogramma's

De volgende programma's zijn gebruikt:

- SCIA Engineer 15.1

2.4 Materiaalgrootheden

Beton: C30/37

Constructiestaal: S235

2.5 Bodemopbouw en grondeigenschappen en waterstanden

2.5.1 Bodemopbouw

Er is door opdrachtgever één sondering beschikbaar gesteld (zie bijlage 1). Hieruit is de volgende geschematiseerde bodemopbouw vastgesteld.

Bovenkant laag [m +NAP]	Grondsoort	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [°]	δ [°]	C [kN/m ²]
0,72	Toplaag	18	18	25	16,7	0
-1,00	Zandige klei	18	18	22,5	15	0
-2,70	Veen	11	11	15	0	1
-7,50	Klei	14	14	17,5	11,7	2
-13,00 tot -16,00	Zand	18	20	32,5	21,7	0

Het grondonderzoek zou volgens regels in NEN9997-1 moeten bestaan uit twee sonderingen.

Het grondonderzoek is daarom niet toereikend. Aanbevolen wordt de bodemopbouw te controleren m.b.v. één extra sondering.

2.5.2 Waterstanden

Het waterpeil in de Wittenburgervaart wordt kunstmatig in stand gehouden. Het waterpeil kent hierdoor zeer geringe (verwaarloosbare) fluctuaties.

- WS = 0,40 m-NAP

2.5.3 Onderwaterbodem

Op moment van schrijven is geen informatie beschikbaar over de onderwaterbodem naast de constructie.

Aangenomen is dat de onderwaterbodem:

- Niveau tegen damwand aan op 1,40m- NAP
- Onderwatertalud 1:1
- Vanaf 2m uit de damwand verloopt de bodem horizontaal op 3,40m-NAP

3 Bouwmethode

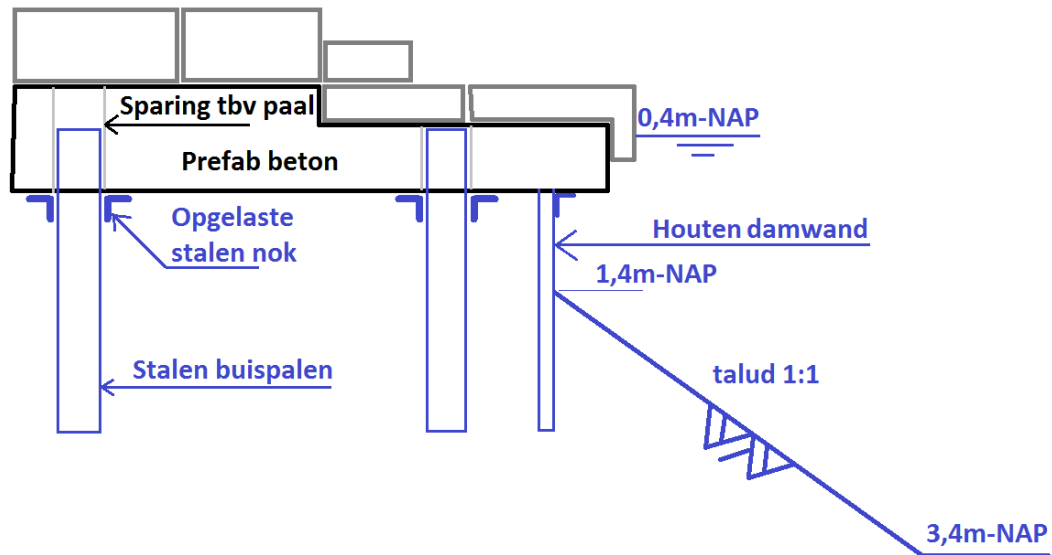
Hieronder volgt een uiteenzetting van de bouwmethode:

- Eerst verwijderen oude damwand en grond prepareren voor aanbrengen palen
- Palen (inwendig geheide stalen buispalen) aanbrengen met opgelaste stalen nokken
- Nieuwe houten damwand aanbrengen. Geadviseerd wordt geen grond tegen de damwand aan te vullen.
- Inhijsen geprefabriceerde betonplaat met springen tpv palen. Betonplaat over palen laten zakken en afsteunen op de stalen nokken. Nieuwe damwand ook koppelen aan betonplaat. Uitgangspunt is dat de plaat uit één deel is vervaardigd. Echter kan gekozen worden de plaat in twee kleinere delen op te knippen zodat lichter hijsmateriaal ingezet kan worden. In dat geval dient het ontwerp hierop te worden aangepast.
- Vervolgens springen tpv palen dichtstorten.
- Traptreden aanbrengen
- Mogelijk herstelwerkzaamheden aansluitende omgeving

Voordelen bouwmethode:

- Geen bouwput nodig. Alles kan in den natte aangebracht worden.
- Snelle bouwtijd omdat prefab betonelement direct na aanbrengen palen en damwand gemonteerd kan worden.
- Paalsysteem levert weinig trillingen (trillingsarm) en klein materieel. Indien men toch wil kiezen voor een trillingsvrij paalsysteem dan zijn er andere paalsystemen die geschikt zijn.

Dit is verder uitgewerkt in een schets die hieronder is weergegeven.



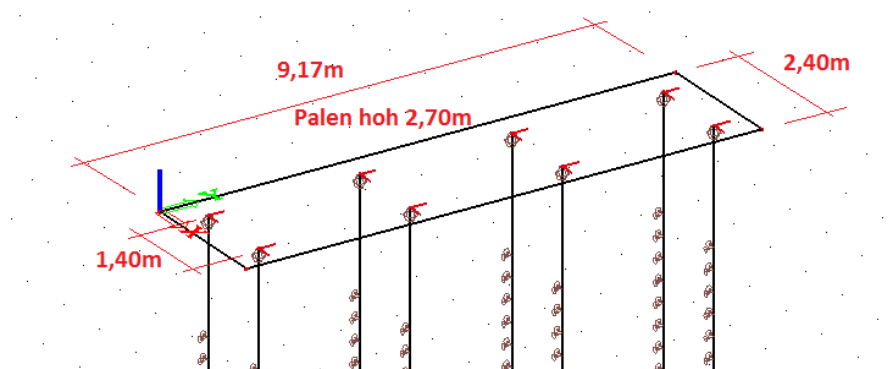
4 Berekening

4.1 Modelling

4.1.1 Geometrie en onderdelen

De constructie is gemodelleerd in SCIA Engineer. Ingevoerd zijn:

- Betonnen vloer \Rightarrow gemodelleerd als isotrope plaat
- Stalen buispalen gevuld met beton \Rightarrow gemodelleerd als staven



4.1.2 Opleggingen

Opleggingen worden gevormd door de paalfundering:

- Bedding tegen schacht van palen
- Translatieveer tpv paalpunt

Bedding tegen paalschacht:

Uitgegaan is van een gelijke bedding over de paallengte. Deze bedding is gerekend vanaf een diepte van 2,5 m-NAP i.v.m. diepte onder waterbodem en onderwater talud.

$$K_y = K_z = 1200 \text{ kN/m}^2$$

Translatieveer paalpunt:

$$K_z = 100.000 \text{ kN/m}^1 \text{ (arbitrair)}$$

4.1.3 Berekeningswijze

De buispalen worden opgenomen in sparingen in de betonplaat. Nadat de betonplaat over de buispalen is aangebracht worden de sparingen dichtgestort. De verbinding van de buispaal aan de plaat is niet bedoeld als inklemming maar zou wel als zodanig kunnen gaan werken. Daarom zijn twee berekeningen gemaakt:

- Berekening met ingeklemde buispalen (niet meegeleverd)
- Berekening met scharnierende buispalen (zie bijlage 4)

In deze rapportage is rekening gehouden met de krachtswerking uit beide rekenmodellen.

4.2 Belastingen

4.2.1 Permanente belastingen

BG1: Eigen gewicht

Deze is door SCIA Engineer zelf gegenereerd.

BG2: Rustende belasting

Deze bestaat uit de aan te brengen betonnen traptreden met dikte van 0,40m. Deze belasting is op de gehele plaat gerekend als gemiddelde.

$$P_k = 0,40\text{m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 10 \text{ kN/m}^2$$

BG3: Permanente gronddruk

De permanente gronddruk tegen de betonnen plaat bedraagt:

$$\sigma_{\text{hor}} = (0,5\text{m} + 0,4\text{m}) * 18\text{kN/m}^3 * 0,5 = 8,1 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{hor}} = 0,9\text{m} * 8,1 * \frac{1}{2} = 3,6 \text{ kN/m}$$

BG4: Horizontale belasting uit damwand

Voor de horizontale belasting uit de damwand is 10 kN/m genomen (veilige aanname).

4.2.2 Veranderlijke belastingen

BG5: VB personen op trap

Belasting bedraagt 5 kN/m²

BG6: VB gronddruk

Personen die zich achter de trap op het maaiveld bevinden leveren een horizontale belasting op de constructie.

$$P_{\text{hor}} = 0,9\text{m} * 5,0\text{m} * 0,5 = 2,3 \text{ kN/m}$$

4.3 Belastingscombinaties

Hieronder een overzicht van de combinaties:

	BG1	BG2	BG3	BG4	BG5	BG6
UGT 1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5
UGT 2	0,9	0,9	1,2	1,2		1,5
BGT frequent	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8

4.4 Fundering

4.4.1 Optredende paalbelastingen

De grootste paalbelasting bedraagt volgens het rekenmodel met scharnierende paalkoppen:

$$R_{c;d;\text{druk}} = 103 \text{ kN (zie bijlage 4)}$$

$$R_{c;d;\text{trek}} = \text{n.v.t.}$$

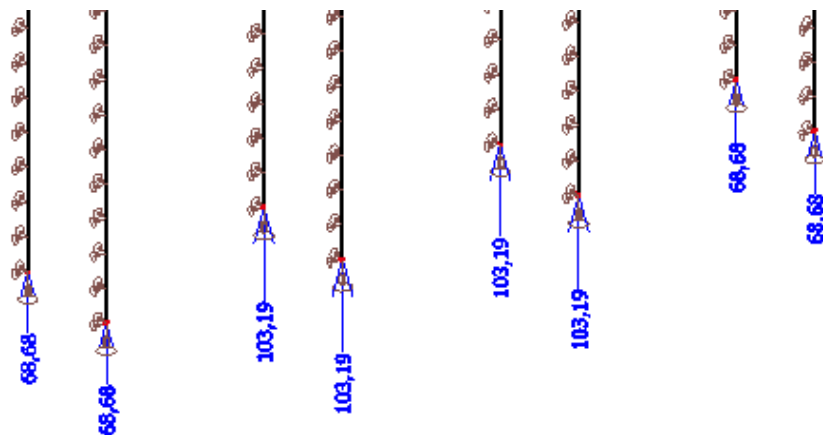
Wanneer wordt uitgegaan van een onbedoelde inklemming van de paalkoppen in de betonplaat dan kunnen deze oplopen tot:

$$R_{c;d;\text{druk}} = 166 \text{ kN (rekenmodel niet meegeleverd)}$$

$$R_{c;d;\text{trek}} = 24 \text{ kN}$$

Concept

Kenmerk R001-1242330GJE-V01



4.4.2 Paalsysteem en toetsing

Gekozen is inwendig geheide stalen buispalen toe te passen. In bijlage 2 is productinfo gegeven.

Paalsysteem:	Inwendig geheide stalen buispalen
Buisdiameter:	273 x 8mm
Diameter voetplaat:	285mm
PPN:	13,75m – NAP
Aantal:	8

Het aantal van 8 palen is mede gekozen in verband met het mogelijke opdelen van de prefab betonplaat in 2 segmenten.

Paal draagvermogen:

Optredende paaldrukbelasting:	166 kN
Opneembare paalbelasting:	298 kN (zie onderstaande afbeelding)
U.C.	$166 / 298 = 0,56 \Rightarrow$ voldoet

Optredende paaltrekbelasting:	$24 - 9 = 15$ kN
Eigen gewicht betonvulling van buispaal:	$0,257^2 * \frac{1}{4} * \pi * 13,25m * (25-10) * 0,9 = 9$ kN
Opneembare paalbelasting:	21 kN (zie onderstaande afbeelding)
U.C.	$9 / 21 = 0,43 \Rightarrow$ voldoet

DRUK NEN-EN 9997 Geheide palen (geprefabriceerde betonnen palen, houten palen of stalen buispalen met gesloten punt) met een constante dwarsafmeting over de paalhoogte Paalpunt in zand		$\alpha_p = 1$ $\alpha_s = 1,000$ (tabel 7.e) $\alpha_s = 0,010$ (tabel 7.e/f)
TREK NEN-EN 9997 Geheide gladde prefab betoonpaal en stalen buispaal met gesloten punt		$\alpha_s = 0,007$ (tabel 7.g) $\alpha_s = 0,025$ (tabel 7.h)
aantal sonderingen n = 1 Y-axis: 1,00 NEN-EN 9997 figuur 7.k reductiefactor $q_{c,z}$ = 1,0 door ontgraving en/of overconsolidatie (NEN-EN 9997 6)) γ_n = 1,2 partiële weerstandsfactor (druk) volgens NEN-EN 9997 tabel A.6 en A.7 en A.8 $\gamma_{n,sk}$ = 1,35 partiële weerstandsfactor (trek) volgens NEN-EN 9997 tabel A.6 en A.7 en A.8 $\gamma_{n,sk}$ = 1,0 Partiele belastingfactor negatieve kloof aflootstaande paal of paal in een rij $\gamma_{n,sk}$ = 1,4 Partiele belastingfactor negatieve kloof paalgroep		paalhoofvormfactor β = 0,9 (NEN-EN 9997 figuur 7.i) vormfactor paalhoofd s = 1,0 (NEN-EN 9997 7)) grootste h.o.h. afstand naastliggende sondering s = 25 m stijf bouwwerk ja/nee max. trek 0 kN min. trek 0 kN hoogte maaiveld in meters ten opzichte van NAP 0,5 [m NAP]

son- dering	PPN [m NAP]	paal punt afm [mm]	paal schacht afm [mm]	rond/ vier- kant [r/v]	D_{eq} [mm]	D_{eq} [mm]	D_{eq} [mm]	D_{eq} [mm]	DRUK				ZAND		KLEI SILT		TREK				DRUK				TREK				
									$q_{c,t}$ [MPa]	$q_{c,t}$ [MPa]	$q_{c,t}$ [MPa]	$q_{c,max}$ [MPa]	ΔL [m]	$q_{c,ca}$ [MPa]	ΔL [m]	$q_{c,ca}$ [MPa]	ΔL [m]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,t}$ [kN]	$F_{t,crp}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$R_{t,t}$ [kN]	$R_{t,d}$ [kN]				
DKM10	-13,75	285	273	r	285	200	1140	2280	15,0	15,0	2,0	8,0	0,75	8,0	0,75					488	51	539			428	59	298	36	21

4.5 Betonconstructie

4.5.1 Buispalen

Buispalen worden opgenomen in sparingen in de betonplaat. De verbinding van de buispaal aan de plaat is niet bedoeld als inklemming maar zou wel als zodanig kunnen gaan werken. Daarom zijn twee berekeningen gemaakt.

Ingeklemd buispaal $\Rightarrow M_{Ed} = 45 \text{ kNm}$

Scharnierende buispaal $\Rightarrow M_{Ed} = 53 \text{ kNm}$

Ongecorrodeerd:

$$M_{Rd} = W_{pl} \cdot f_y = 562 \cdot 10^3 \cdot 235 = 132 \text{ kNm}$$

Gecorrodeerd (zie 2.2.2):

$$M_{Rd} = W_{pl,red} \cdot f_y = 562 \cdot 10^3 \cdot (8-1,75) / 8 \cdot 235 = 103 \text{ kNm}$$

$$U.C. = 53 / 103 = 0,51 \Rightarrow \text{voldoet}$$

4.5.2 Krachtswerking in betonplaat

In bijlage 4 is de krachtswerking in de betonplaat met scharnierende paalkoppen terug te vinden:

Scharnierend	MxD+	MyD+	MxD-	MyD-
UGT	18	17	5	19
BGT	14	13	3	14

Ingeklemd	MxD+	MyD+	MxD-	MyD-
UGT	86 (42)	55 (27)	69 (40)	39 (20)
BGT	66 (32)	42 (21)	51 (30)	29 (15)

Daar waar een getal tussen haakjes staat is de piekwaarde gespreid over een breedte van 2,5x elementdikte.

De plaat is gemodelleerd als 300 mm dikke plaat. Deze is goed te wapenen.

Concept

Kenmerk R001-1242330GJE-V01

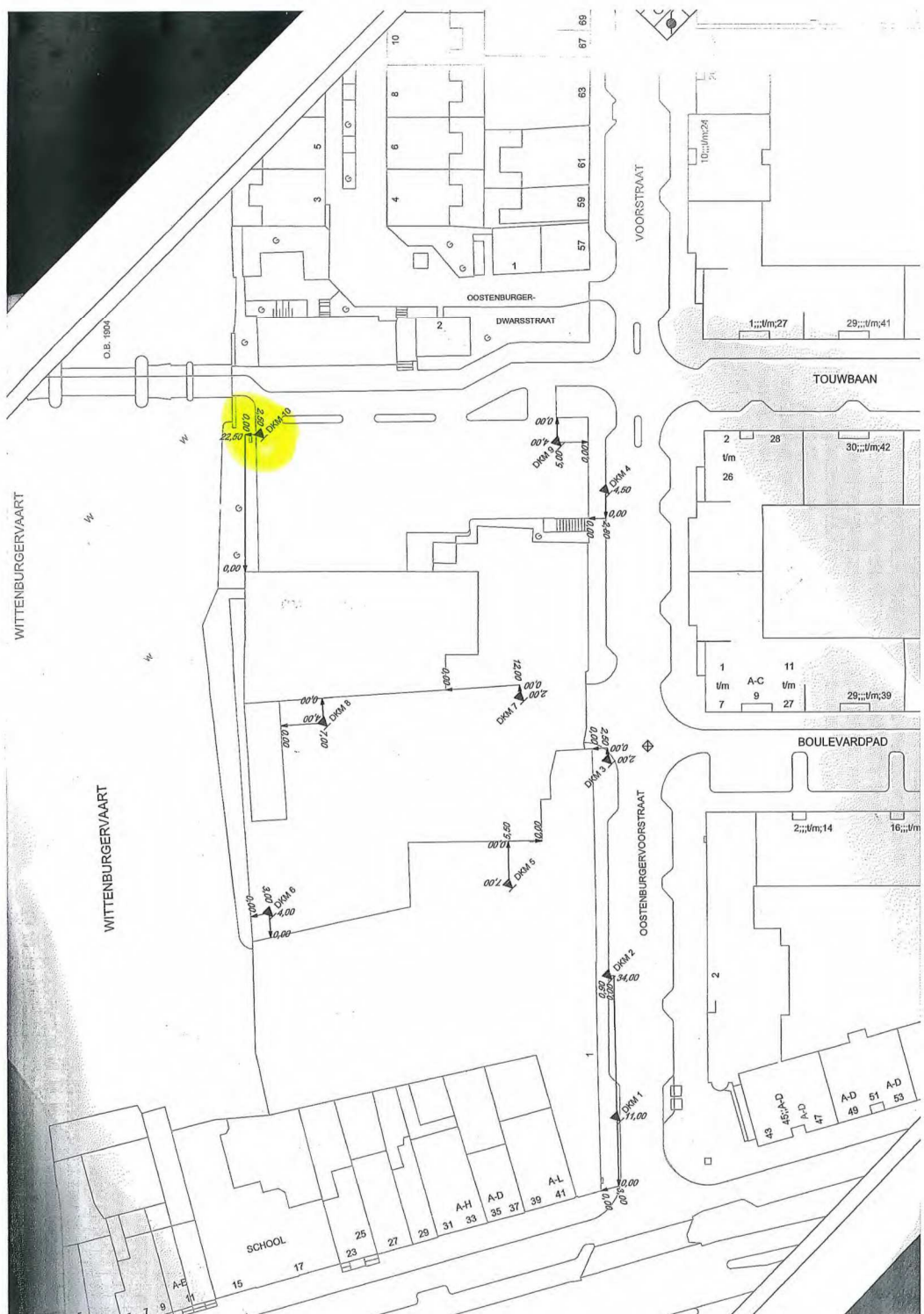
4.6 Damwand

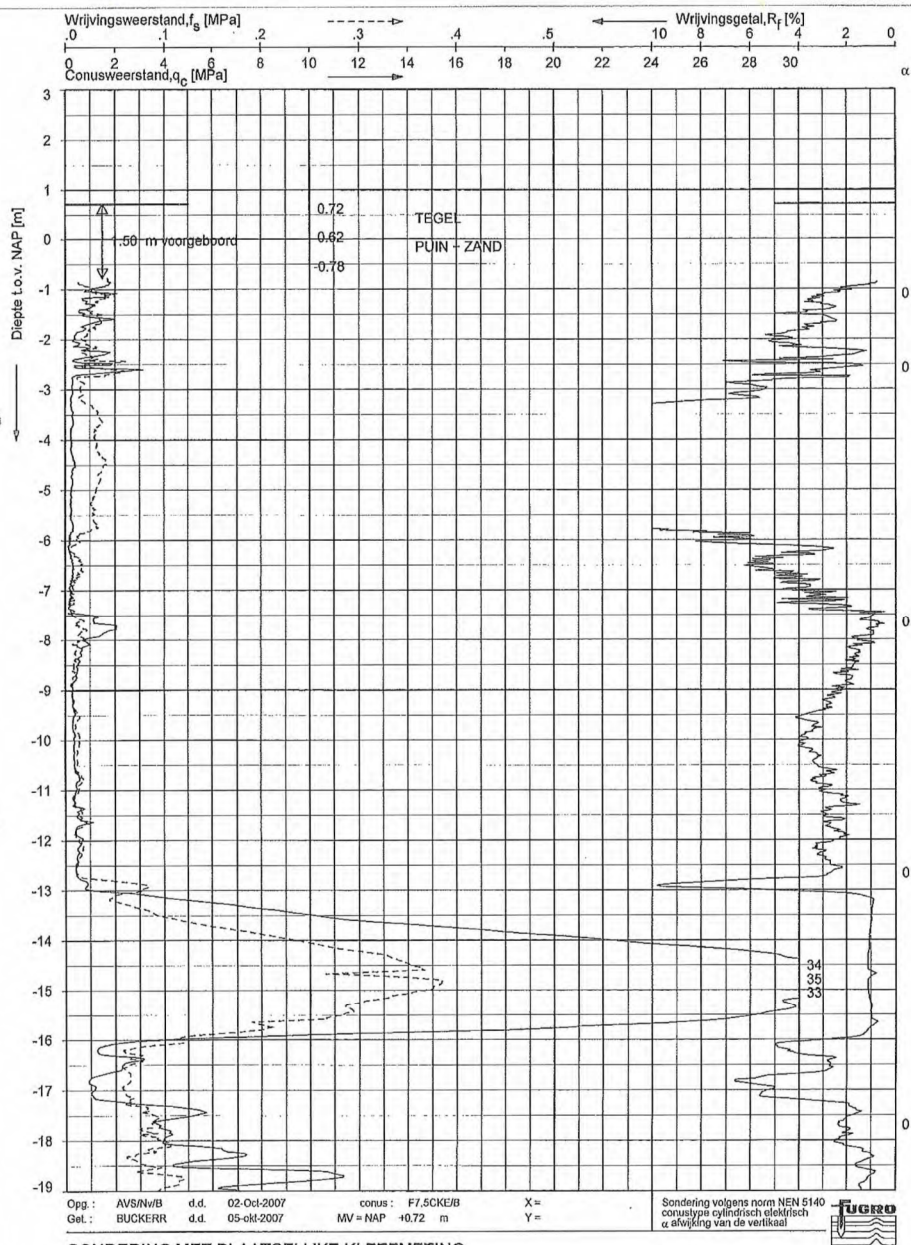
Onder de trapconstructie is een houten damwand geplaatst om uitspoeling van grond onder de trap te voorkomen.

Bijlage

1

Grondonderzoek





SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

WIENERTERREIN A/D OOSTENBURGERVOORSTRAAT TE AMSTERDAM.

Opdr. 4007-0685-000
Sond. DKM 10

Bijlage

2

Gegevens paalsysteem

momenteel herzien (TC288 - WG15). Het boorproces is verder genormeerd in DIN 4014.

H. Leveranciers

Een overzicht van de leveranciers van dit paalttype is gegeven in het schema van B 3110. In C 1500 zijn de namen van deze bedrijven opgenomen.

B 4700 Stalen buispaal - geheid

B 4710 Geheide stalen buispaal

A. Typering van het systeem

In de grond gevormde, grondverdringende betonpaal met permanente stalen buis, door middel van heien op diepte gebracht.

B. Vervaardiging

Omschrijving:

1. Een stalen buis wordt geplaatst op het maaiveld. De buis is in het algemeen voorzien van een vastgelaste voetplaat. In bepaalde gevallen, vooral bij inwendig geheide buispalen kan ook een heiprop van grind of aardvochtige betonspecie in de voet worden geformeerd.
2. De buis wordt op diepte gebracht door heien. Er kan op de buis worden geheid of er kan gebruik worden gemaakt van een inwendig valblok. Bij een beperkte werkhoogte kan de buis in segmenten worden aangebracht, waarbij de verbinding in het algemeen wordt gelast. Bij gebruik van een inwendig valblok kan desgewenst een bolvoet onder de buis worden geformeerd.
3. Bij het bereiken van het gewenste niveau wordt de wapening aangebracht.
4. De buis wordt gevuld met betonspecie.
5. De paal wordt afgewerkt en de stelling kan worden verplaatst.

Bij gebruik van een inwendig valblok kan de paalpunt worden voorzien van een geprefabriceerde betonnen kern. Van oudsher wordt een dergelijk paalttype een *Wit-betonpaal* genoemd.

De mogelijkheid bestaat om een paalvoet in de grond te formeren door de buis aan de onderzijde te voorzien van sleuven en dit gedeelte van de paal bolvormig uit te heien: de zogenoemde Bawangpaal. Voor nadere informatie wordt verwezen naar de betreffende leverancier (Franki).

C. Inbrenginstallatie

1. Gegevens stelling

- a. Gehanteerde typen: divers, eventueel licht (los) materieel mogelijk, vooral bij inwendig geheide buispalen; toegepast worden inwendige valblokken met een gewicht variërend van 150 kg tot 5.000 kg.
- b. Zwaarste onderdeel: circa 0,5 MN à 1,0 MN.
- c. Wijze van transport naar de bouwplaats: per vrachtwagen of dieplader.
- d. Benodigd hulpmaterieel: niet van toepassing.
- e. Wijze van transport op de bouwplaats: zelfrijdende rupsstelling of los materieel.
- f. Maximaal begaanbare helling: 1:5 à 1:10.

2. Capaciteit inbrengmaterieel

Divers, afhankelijk van leverancier, paalafmetingen en omstandigheden.

3. Trillingsniveaus

Heiwerk met behulp van een inwendig valblok kan als trillingsarm worden aangemerkt. Dit geldt in het algemeen ook voor heiwerk met een hoogfrequent persluchtblok.

4. Geluidsniveaus

Afhankelijk van de paalafmetingen, de grondweerstand en het gehanteerde materieel. Bij toepassing van een inwendig valblok kan een aanzienlijke reductie van het geluidsniveau worden gerealiseerd.

D. Karakteristieke eigenschappen

1. Dwarsafmetingen

De mogelijke paalafmetingen zijn sterk afhankelijk van de uitvoeringswijze en de bodemgesteldheid. In het algemeen wordt er gebruikgemaakt van standaardhandelsmaten. Vooral de volgende maten voor de uitwendige buisdiameter zijn gangbaar, een en ander afhankelijk van de uitvoeringsmethode, het toe te passen materieel en de betreffende aannemer: Ø 114mm, 133mm, 168mm, 219mm, 273mm, 324mm, 355mm, 406mm, 457mm, 508mm en in bepaalde gevallen 559mm, 609mm, 610mm, 711mm en 813mm.

2. Mogelijke paallengten

Afhankelijk van de dwarsafmeting, de bodemweerstand en de wijze van inbrengen in relatie tot de capaciteit van het materieel. De maximale lengte bedraagt in het algemeen circa 30 m bij heiwerk op de buis.

3. Gebruikelijke wapening

- Stekwapening bijvoorbeeld 4 Ø 12 mm.
- Beugels: niet van toepassing.

E. Draagkracht/vervormingsgedrag

1. Grondmechanische draagkracht

- Paalklassefactoren conform NEN 6743-1 en CUR-richtlijn 2001-4:
 - paalpunt
 $\alpha_p = 1,0$
 β -factor in rekening te brengen conform norm NEN 6743-1 afhankelijk van de verhouding tussen voetplaatdiameter en schachtdiameter.
 - schachtwrijving drukpalen
 $\alpha_s = 0,010$
 - schachtwrijving trekpalen
 $\alpha_t = 0,007$
- Aanvullende bepalingen bij berekeningen paal draagkracht: bij een relatief ver buiten de paalschacht uitstekende voetplaat moet rekening worden gehouden met een reductie van de schachtwrijving. De genoemde waarden van α_s en α_t gelden indien de voetplaat niet meer dan 10mm uitsteekt buiten de buis.
- Last-vervormingsgedrag: type 1 van NEN 6743-1 (figuur A 34-18 en A 34-19), afhankelijk van de uitvoeringswijze.
- Belastingsspectrum: tot circa 1500 à 2500 kN druk (rekenwaarde).

2. Wat wordt als paalpuntniveau aangemerkt?
Onderkant buis c.q. voetplaat.

3. Mogelijkheden voor vergroting van de grondmechanische draagkracht

Toepassing van groutinjectie; zie ook B 5200.

4. Mogelijkheden voor reductie van de negatieve kleef

Een reductie van de negatieve kleef is in bepaalde gevallen mogelijk door toepassing van een coating langs de paalschacht.

F. Mogelijke toepassingen

1a. Toepasbaarheid bij grote variatie in de bodemgesteldheid

Aanpassingen mogelijk door variabele paallengte. Tijdens het installatieproces komt informatie beschikbaar over de vastheid van de funderingszandlagen op basis van de kalendering in relatie tot de toegepaste hei-energie.

1b. Toepasbaarheid bij slappe bodemlagen

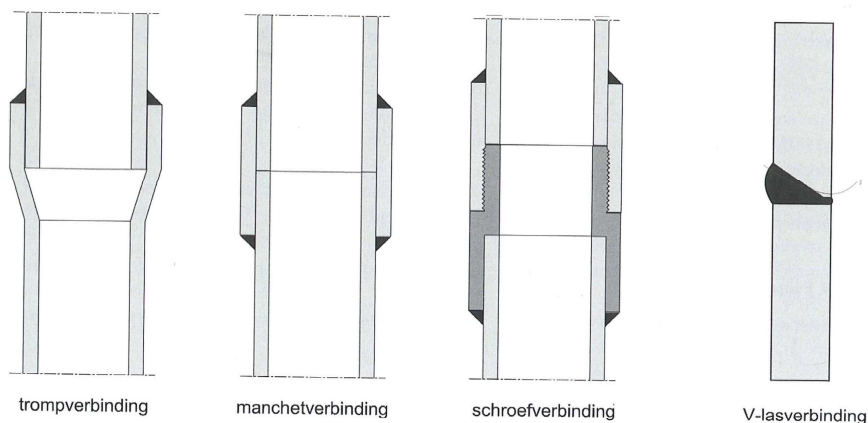
Goed in verband met blijvende casing.

2. Mogelijke schoorstanden

Bij heikwerk op de buis mogelijk tot maximaal circa 1:1. Bij gebruik van een inwendig valblok zijn schoorstanden nagenoeg niet mogelijk.

3. Uitvoering in beperkte ruimten

Bij toepassing van een inwendig valblok goed mogelijk, ook bij kleine werkhoogten. Palen worden in segmenten op diepte gebracht. Voor de mogelijke koppelingen wordt verwezen naar figuur B 47-1.



Figuur B 47-1 Koppelingen stalen buissegmenten (bron: KIWA).

4. *Minimale hart-op-hart-afstand in verband met uitvoering.*
Normaliter $2,25 \times d_{\text{voet}}$ indien geen groutinjectie wordt toegepast. In het geval er wel een groutinjectie plaats vindt moeten de naburige palen een ouderdom van minimaal één dag hebben bereikt of moet een minimale h.o.h.-afstand van $4 \times d_{\text{voet}}$ worden aangehouden. Bij kleine hart-op-hart-afstanden kan door de verdichting van de zandlagen zwaar heiwerk ontstaan met het risico dat de palen niet op diepte komen.

5. *Minimale tussenafstand tot belendingen in verband met uitvoering*

Minimaal circa 0,5 m. Bij een kleine tussenafstand moet wel de mogelijke invloed van de uitvoering op de fundering van de belendingen worden onderzocht.

6. *Mogelijke uitvoering vanaf open water*
Bij heiwerk op de buis goed mogelijk.

7. *Geschiktheid als trekpaal*

Dit paaltype is beperkt geschikt voor het opnemen van een trekbelasting. Bij toepassing van groutinjectie kan de trekcapaciteit aanzienlijk worden vergroot; zie ook B 5200.

8. *Aanvullende bepalingen/opmerkingen*
Niet van toepassing.

G. Kwaliteitszorg

De beoordelingsrichtlijn van het KIWA BRL-1710: 'Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen' is beschikbaar. Verder wordt veelal gewerkt met interne uitvoeringsrichtlijnen en kwaliteitsplannen. Voorts zijn eisen geformuleerd in norm NEN-EN12699: 'Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk: Verdringspalen'.

H. Leveranciers

en overzicht van de leveranciers van dit paaltype is gegeven in het schema van B 3110. In C 1500 zijn de namen van deze bedrijven opgenomen.

B 4720 Open stalen buispaal, grote diameter

A. Typering van het systeem

Stalen buis, door middel van heien op diepte gebracht.

B. Vervaardiging

Omschrijving:

1. Een stalen buis wordt geplaatst op het maaiveld. De buis wordt niet voorzien van een voetplaat of iets dergelijks.

2. De buis wordt op diepte gebracht door heien. Vanwege het ontbreken van een voetplaat dringt grond in de buis, waarbij al of niet prop(plug)vorming ontstaat. Door spuiten, pulsen of boren is het inbrengen te versnellen.
3. Bij het bereiken van het gewenste niveau wordt de buis in het algemeen niet gevuld met betonspecie. Nadat de palen op de gewenste hoogte zijn afgebrand, zijn ze gereed voor gebruik.

De palen hebben veelal een grote diameter en worden regelmatig toegepast bij grotere waterwerken.

C. Inbrenginstallatie

Afhankelijk van de paalametingen, de grondweerstand en het al of niet heien vanaf open water. In de regel wordt zwaar materieel toegepast. Er kan gebruik worden gemaakt van dieselblokken en hydraulische blokken terwijl ook stoomblokken toepassing vinden, vooral voor offshore- en nearshore projecten. Bij hydraulische blokken kan in bepaalde gevallen ook onder water worden geheid.

D. Karakteristieke eigenschappen

De mogelijke paalametingen zijn sterk afhankelijk van het toe te passen materieel en de bodemgesteldheid. Er kan gebruik worden gemaakt van standaardhandelsmaten. Voor grote projecten kunnen afwijkende diameters worden gehanteerd. Door middel van toepassing van buissegmenten zijn zeer grote lengten haalbaar. Hierbij moet uiteraard de heikbaarheid worden onderzocht.

E. Draagkracht/vervormingsgedrag

1. Grondmechanische draagkracht

- a. Berekening draagkracht volgens CUR-publicatie 2001-8; zie A 3445.
- b. Last-vervormingsgedrag: tussen type 1 en type 2 in van NEN 6743-1 (figuur A 34-18 en A 34-19).
- c. Belastingsspectrum: in overleg met leverancier.

2. Wat wordt als paalpuntniveau aangemerkt?

Onderkant buis.

3. Mogelijkheden voor vergroting van de grondmechanische draagkracht

Door middel van groutinjectie (bijvoorbeeld MV-palen); zie B 5280.



Stalen buispaal

inwendig geheid

De inwendig geheide stalen buispaal is een trillingsarm grondverdringend paalsysteem. De buispaal wordt middels een valblok in de buis, heidend geïnstalleerd. Dit paalsysteem kan in een beperkte werkruimte worden geïnstalleerd.



Vervaardigingswijze

Een stalen buissegment, voorzien van een aangelaste voetplaat, wordt de grond in geheid middels een valblok in het buissegment. Wanneer de bovenzijde van het buissegment zich vlak boven het werkniveau bevindt, wordt het heien onderbroken. Een tweede buissegment wordt in de tromp van het eerste segment geplaatst en rondom elektrisch vastgelast (alternatieve verbindingen zijn mogelijk). Het heien wordt vervolgens weer hervat. Deze werkwijze wordt herhaald tot het gewenste paalpuntniveau is bereikt. Vervolgens wordt de paal afgewerkt door de buis op hoogte af te snijden en daarna te voorzien van wapening en te vullen met beton.

Diameters

De onderstaande afmetingen worden als standaard geleverd (afwijkende diameters zijn mogelijk).

Schachtdiameter (mm)	Voetplaatdiameter (mm)
168	180
219	231
273	285
324	336
356	368
406	418
457	469
508	520



Draagkracht en vervormingsgedrag

De paalklasse factoren voor de Inwendig geheide stalen buispaal zijn conform NEN 9997-1:2011.

$$\alpha_p = 1,0$$

$$\beta = 0,9$$

$$\alpha_s = 0,010$$

Het lastzakkingsdiagram is overeenkomstig type 1 van NEN 9997-1:2011 (figuur 7.n en 7.o).



Kenmerken

- Trillingsarm.
- Volledig grondverdringend, dus geen uitkomende grond, geen ontspanning en geen vermenging van grondlagen.
- Dit paalsysteem is om bovengenoemde kenmerken toepasbaar op locaties waar sprake is van bodemverontreiniging.
- Schoorstanden tot ca. 1:5 zijn mogelijk.
- Door de buis in segmenten aan te brengen kan de paal bij beperkte werkhoogte worden vervaardigd.
- Hoge belastingen alsmede horizontaalbelastingen en/of kopmomenten zijn opneembaar door extra te wapenen.
- In plaats van te wapenen is het toepassen van een staalprofiel, haakprofiel of console ook mogelijk.

Toepassingsgebied

De inwendig geheide stalen buispaal wordt toegepast op projecten waar de werkruimte beperkt is. Tevens kan de stalen buispaal worden toegepast bij een grote variatie in bodemgesteldheid. De toe te passen diameters maken het opnemen van hoge druk- en/of trekbelastingen mogelijk.

Bijlage

3

Beddingsconstante Menard

Horizontale beddingconstante van Menard volgens CUR 228

Project: **Watertrap Amsterdam**

Onderdeel: **Bepaling horizontale beddingsconstante**

Datum: 19 oktober 2016

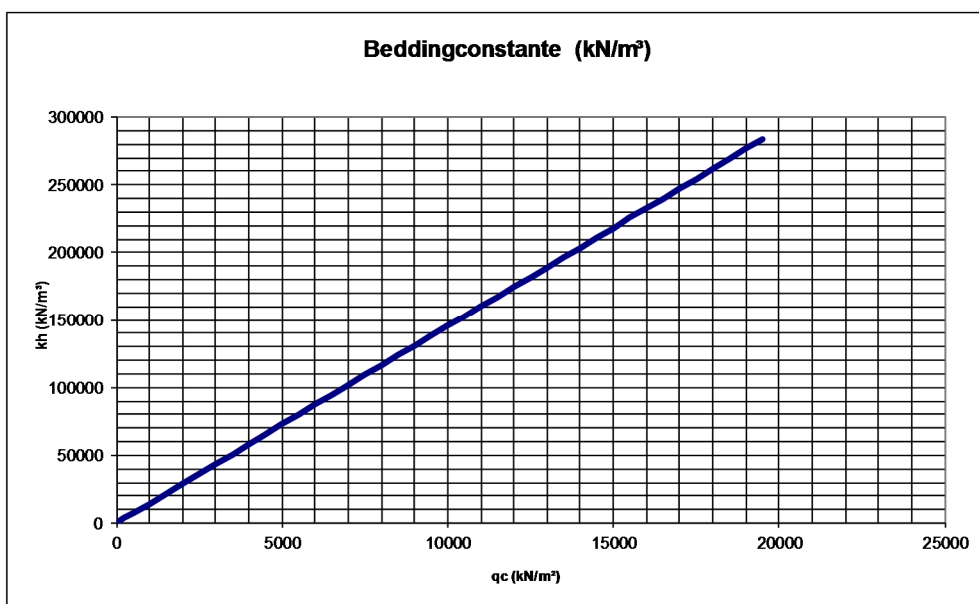
$$\frac{1}{k_h} = \frac{1}{3E_p} \cdot \left[1,3 \cdot R_0 \cdot \left(2,65 \cdot \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha \cdot R \right] \text{ voor } R \geq R_0$$

$$\frac{1}{k_h} = \frac{2R}{E_p} \cdot \left[\frac{4 \cdot (2,65)^\alpha + 3\alpha}{18} \right] \text{ voor } R < R_0$$

$$E_p \approx \beta \cdot q_c$$

waarin:

referentiestraal	R_0	0,30	m
straal/ halve breedte van de paal	R	0,14	m
grondsoort		veen	
Rheologische factor	α	1,00	
Rheologische factor	β	3,00	
Conuswaarde	q_c	300	kPa
Horizontale beddingconstante	k_h	4363	kN/m ³
horizontale lijnondersteuning op paal	$k_h \cdot 2R$	1191	kN/m ²



Bijlage

4

Krachtswerking SCIA Engineer

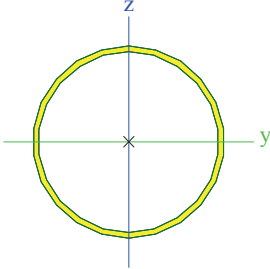
1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. Doorsneden	2
4. Materialen	3
5. Knopen	3
6. Staven	3
7. 2D-elementen	4
8. Scharnieren	4
9. Knoopondersteuning	4
10. Lijnondersteuning op staven	4
11. Rekenmodel	5
12. Lijnlast op 2D elementrand	5
13. Vlaklast	5
14. Belastingsgevallen	5
14.1. Belastingsgevallen - BG1	5
14.1.1. Weergave BG	6
14.2. Belastingsgevallen - BG2	6
14.2.1. Weergave BG	7
14.3. Belastingsgevallen - BG3	7
14.3.1. Weergave BG	8
14.4. Belastingsgevallen - BG4	8
14.4.1. Weergave BG	9
14.5. Belastingsgevallen - BG5	9
14.5.1. Weergave BG	10
14.6. Belastingsgevallen - BG6	10
14.6.1. Weergave BG	11
15. Combinaties	11
16. Resultaatklassen	11
17. Solver- en netinstellingen	11
18. Berekeningsverslag	12
19. Reacties; Rz	13
20. Interne krachten in staaf; My	14
21. Interne krachten in staaf	14
22. Interne krachten in staaf	14
23. UGT - betonplaat	15
24. UGT - betonplaat	15
25. UGT - betonplaat	16
26. UGT - betonplaat	16
27. BGT - betonplaat	17
28. BGT - betonplaat	17
29. BGT - betonplaat	18
30. BGT - betonplaat	18

2. Project

Licentienaam	Informatisering
Project	Touwbaanpark Amsterdam
Onderdeel	Bijlage 4
Omschrijving	-
Auteur	gje
Datum	19. 10. 2016
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	20
Aantal staven :	8
Aantal platen :	1
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	6
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Doorsneden

CS2		
Type	CHSCF273.0/8.0	
Vormnorm	3 - Ronde holle doorsneden	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	koudgevormd	
Knik y-y, Knik z-z	c	
A [m ²]	6,6600e-03	c
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,2400e-03	4,2400e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,5800e-01	1,6650e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	136	136
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,8520e-05	5,8520e-05
i _y [mm], i _z [mm]	94	94
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,2900e-04	4,2900e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,5311e-04	5,5311e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,32e+05	1,32e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,32e+05	1,32e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _c [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,1703e-04	9,1034e-40
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
Vormnorm	d - Diameter w - Dikte
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
C _{y,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _{z,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem

Verklaring van symbolen	
I _{y,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{z,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{yz,LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
$W_{el,y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el,z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment

Verklaring van symbolen	
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d_z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I_t	Torsie constante
I_w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

4. Materialen

Staal EC3

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

Beton EC2

Naam	Type	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00

5. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000	-0,500
K2	2,400	0,000	-0,500
K3	2,400	9,170	-0,500
K4	0,000	9,170	-0,500
K5	0,500	0,535	-0,500
K6	0,500	0,535	-13,500
K7	1,900	0,535	-0,500
K8	1,900	0,535	-13,500
K9	0,500	3,235	-0,500
K10	0,500	3,235	-13,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K11	1,900	3,235	-0,500
K12	1,900	3,235	-13,500
K13	0,500	5,935	-0,500
K14	0,500	5,935	-13,500
K15	1,900	5,935	-0,500
K16	1,900	5,935	-13,500
K17	0,500	8,635	-0,500
K18	0,500	8,635	-13,500
K19	1,900	8,635	-0,500
K20	1,900	8,635	-13,500

6. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K5	K6	Algemeen (0)
S2	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K7	K8	Algemeen (0)
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K9	K10	Algemeen (0)
S4	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K11	K12	Algemeen (0)
S5	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K13	K14	Algemeen (0)
S6	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K15	K16	Algemeen (0)
S7	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K17	K18	Algemeen (0)
S8	CS2 - CHSCF273.0/8.0	S 235	13,000	K19	K20	Algemeen (0)

7. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Rekenmodel	Materiaal	Dikte type	D. [mm]	
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	C30/37	constant	300	

8. Scharnieren

Naam	Staaf	Positie	ux	uy	uz	phix	phiy	phiz
H1	S1	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H2	S2	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H3	S3	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H4	S4	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H5	S5	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H6	S6	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H7	S7	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H8	S8	Begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

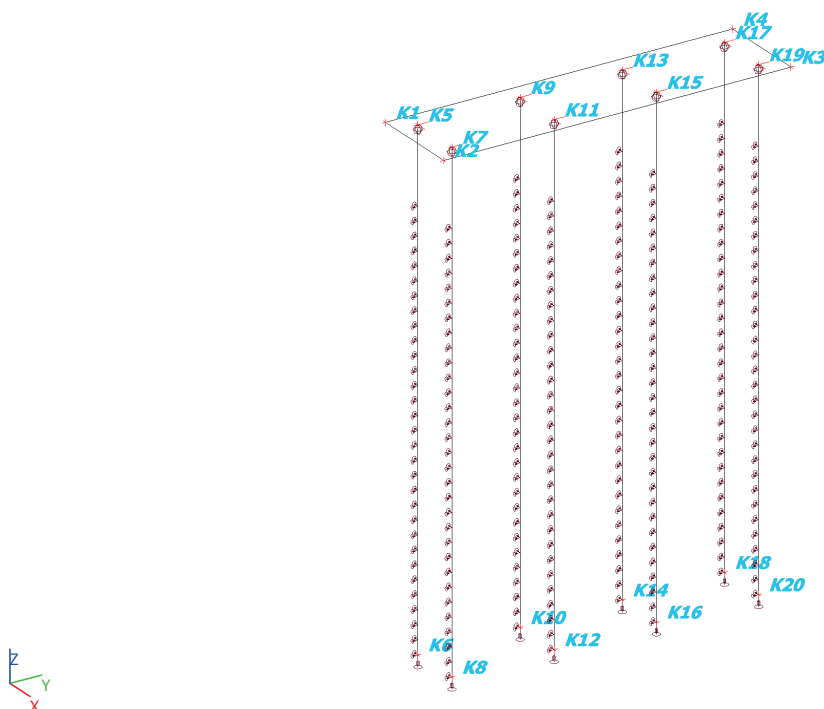
9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K6	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K8	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K10	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K12	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn5	K14	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn6	K16	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn7	K18	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K20	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x ₁ [m]	Coör	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
		Systeem	Pos x ₂ [m]	Oors						
Slb1	Lijn	S1	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						
Slb2	Lijn	S2	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						
Slb3	Lijn	S3	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						
Slb4	Lijn	S4	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						
Slb5	Lijn	S5	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						
Slb6	Lijn	S6	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						
Slb7	Lijn	S7	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						
Slb8	Lijn	S8	2,000	Abso	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
		LCS	13,000	Vanaf begin						

11. Rekenmodel



12. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Coör	Oors
LFS2	E1	Kracht	X	3,60	0.000	Lengte	4
	BG3 - Perm grond	GCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS1	E1	Kracht	X	10,00	0.000	Lengte	4
	BG4 - Belasting uit damwand	GCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS3	E1	Kracht	X	2,30	0.000	Lengte	4
	BG6 - VB grond	GCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

13. Vlaklast

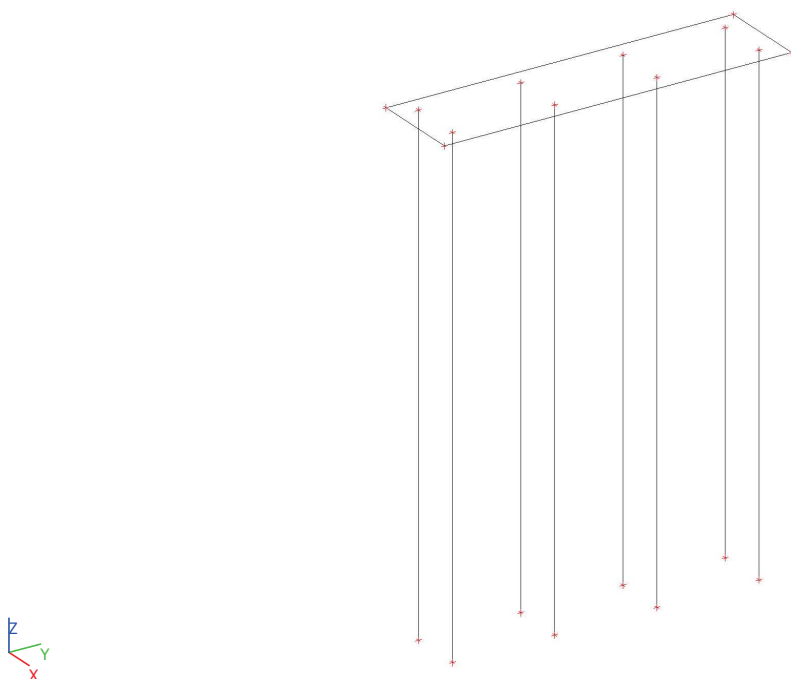
Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m ²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-10,00	E1	BG2 - RB	GCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-5,00	E1	BG5 - VB personen op trap	GCS	Lengte

14. Belastingsgevallen

14.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Richting
BG1	EG	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z

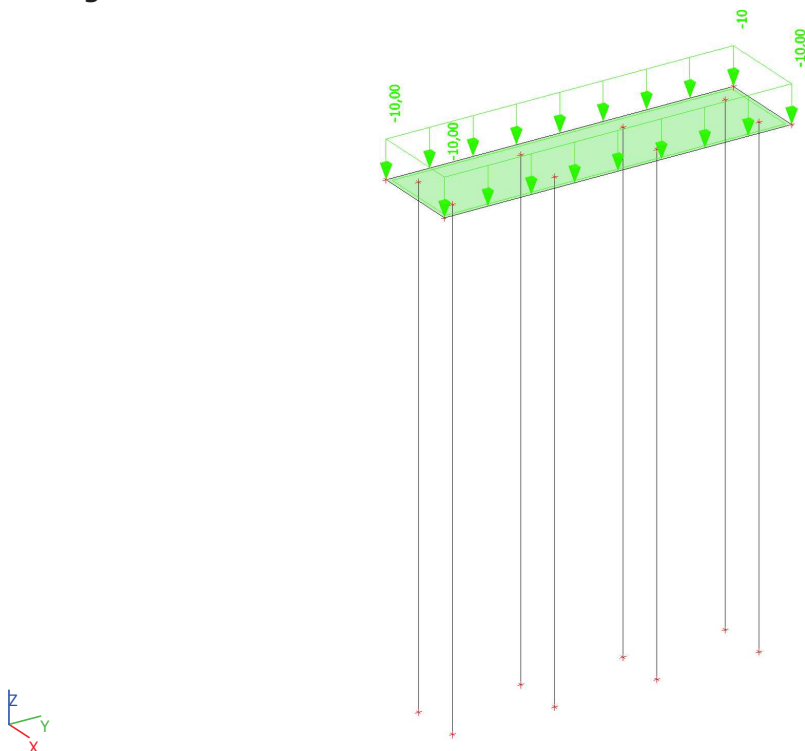
14.1.1. Weergave BG



14.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG2	RB	Permanent Standaard	LG1

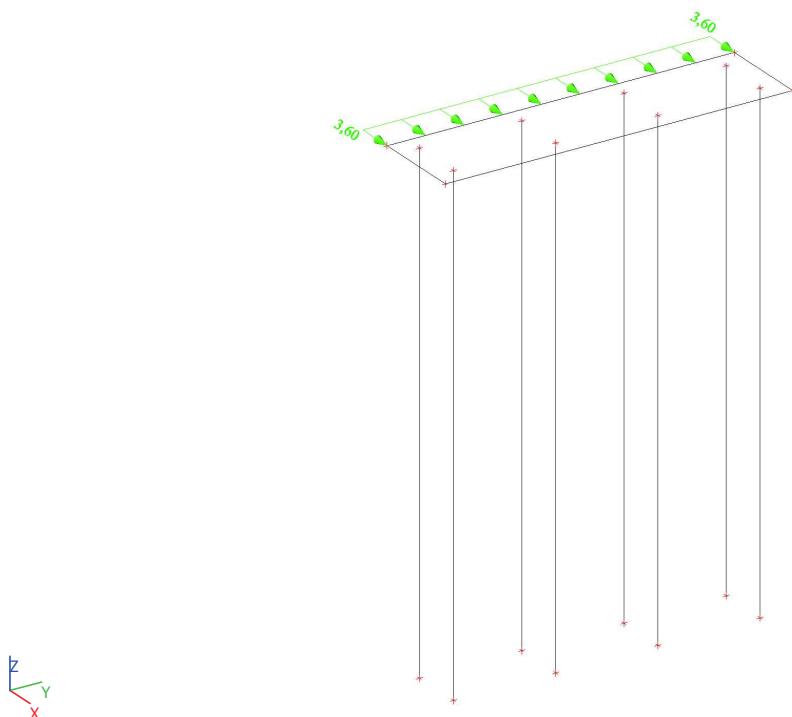
14.2.1. Weergave BG



14.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG3	Perm grond	Permanent Standaard	LG1

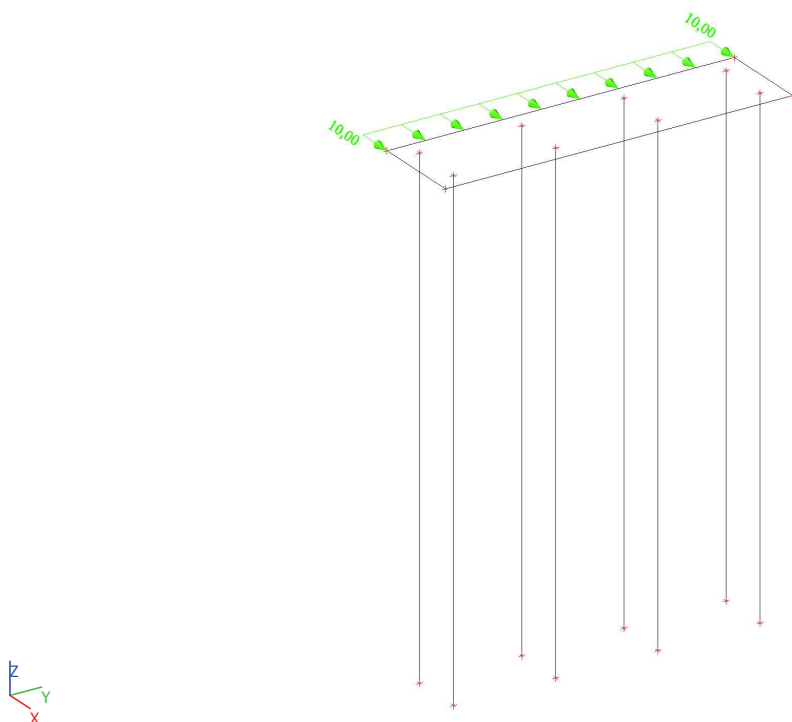
14.3.1. Weergave BG



14.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG4	Belasting uit damwand	Permanent	LG1
		Standaard	

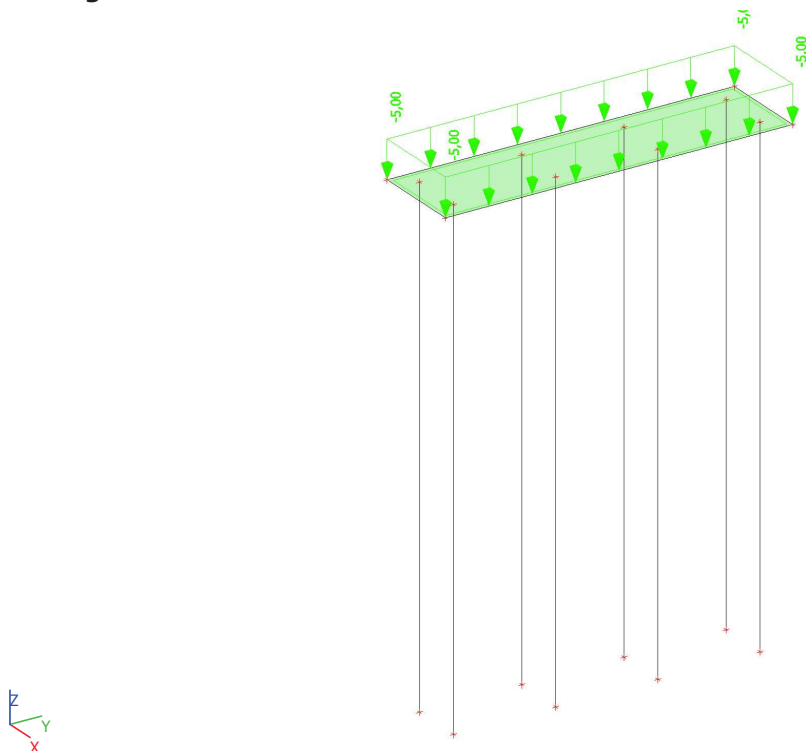
14.4.1. Weergave BG



14.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG5	VB personen op trap	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

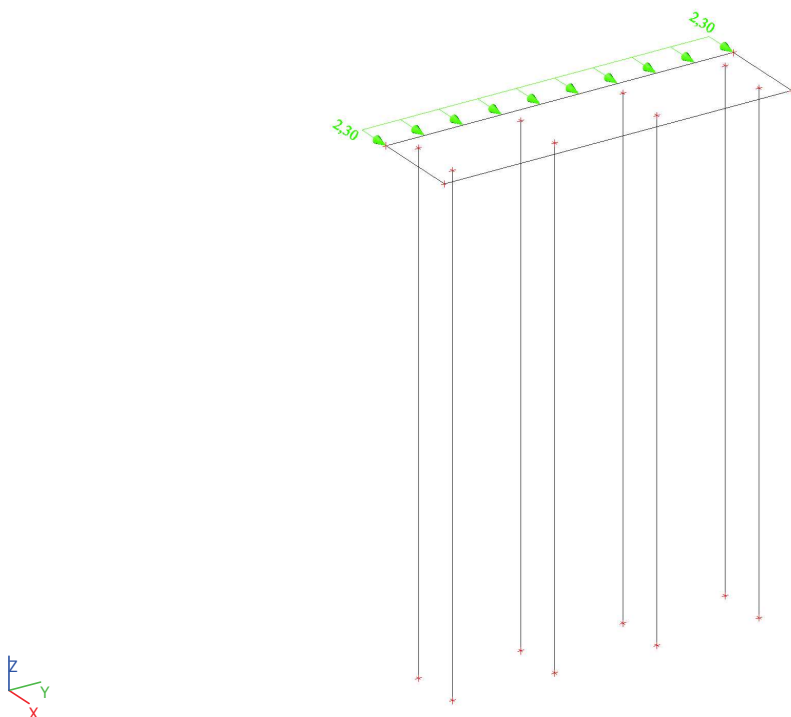
14.5.1. Weergave BG



14.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG6	VB grond	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

14.6.1. Weergave BG



15. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Lineair - UGT	BG1 - EG	1,20
			BG2 - RB	1,20
			BG3 - Perm grond	1,20
			BG4 - Belasting uit damwand	1,20
			BG5 - VB personen op trap	1,50
			BG6 - VB grond	1,50
Combi2		Lineair - UGT	BG1 - EG	0,90
			BG2 - RB	0,90
			BG3 - Perm grond	1,20
			BG4 - Belasting uit damwand	1,20
			BG6 - VB grond	1,50
Combi3		Lineair - BGT	BG1 - EG	1,00
			BG2 - RB	1,00
			BG3 - Perm grond	1,00
			BG4 - Belasting uit damwand	1,00
			BG5 - VB personen op trap	0,80
			BG6 - VB grond	0,80

16. Resultaatklassen

Naam	Lijst
Alle UGT	Combi1 - Lineair - UGT Combi2 - Lineair - UGT
Alle BGT	Combi3 - Lineair - BGT

17. Solver- en netinstellingen

Negeer dwarskrachtvervormingen ($A_y, A_z \gg A$)	X
Verdeling op consoles en variabele staven	5
Netverfijning volgens het liggertype	Geen

Buigtheorie van plaat/schaal berekening	Kirchhoff
Type solver	Direct
Aantal diktes van plaatrib	20
Aantal sneden op gemiddelde staaf	10
Waarschuwing als maximaal toelaatbare verplaatsing groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als maximaal toelaatbare rotatie groter is dan [mrad]	100,0
Minimum afstand tussen twee punten [m]	0.001
Gemiddelde grootte van 2D element/gekromd element [m]	0,300
Gemiddeld aantal tussenpunten op 1D element	1
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Generatie van knopen op staven	✓
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	X
Genereren vooraf gedefinieerd net	✓
Rand van vooraf gedefinieerd net vloeiend maken	X
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Verh. voorgedefinieerd net	1.5
Wapeningscoëfficiënt	1
Zwevende knopen voor voorspanning	✓

18. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

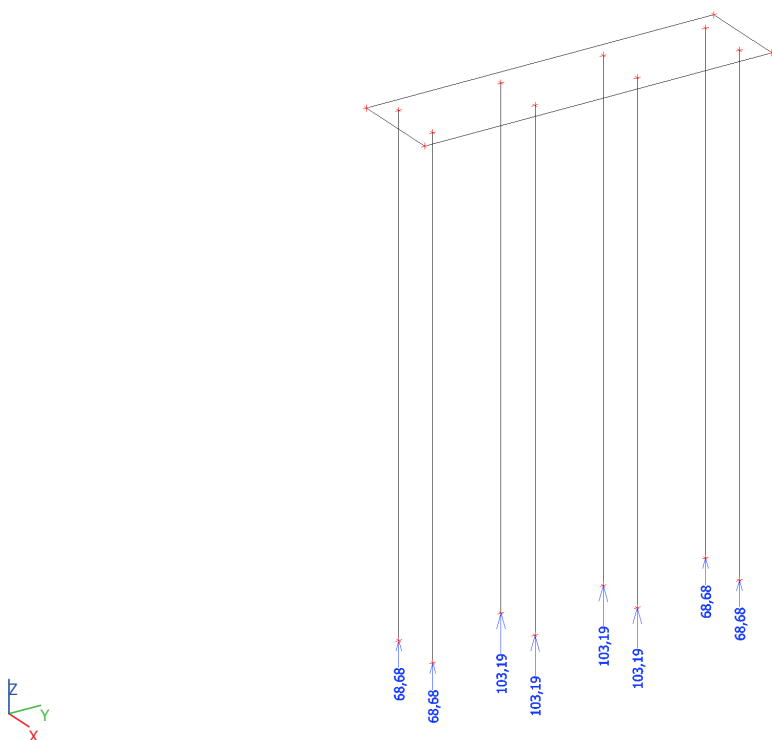
Aantal 2D elementen	248
Aantal 1D elementen	104
Aantal netknopen	392
Aantal vergelijkingen	2352
Belastinggevallen	BG1
	BG2
	BG3
	BG4
	BG5
	BG6
Buigtheorie	Kirchhoff
Start berekening	20.10.2016 16:34
Einde berekening	20.10.2016 16:34

Som van lasten en reacties.

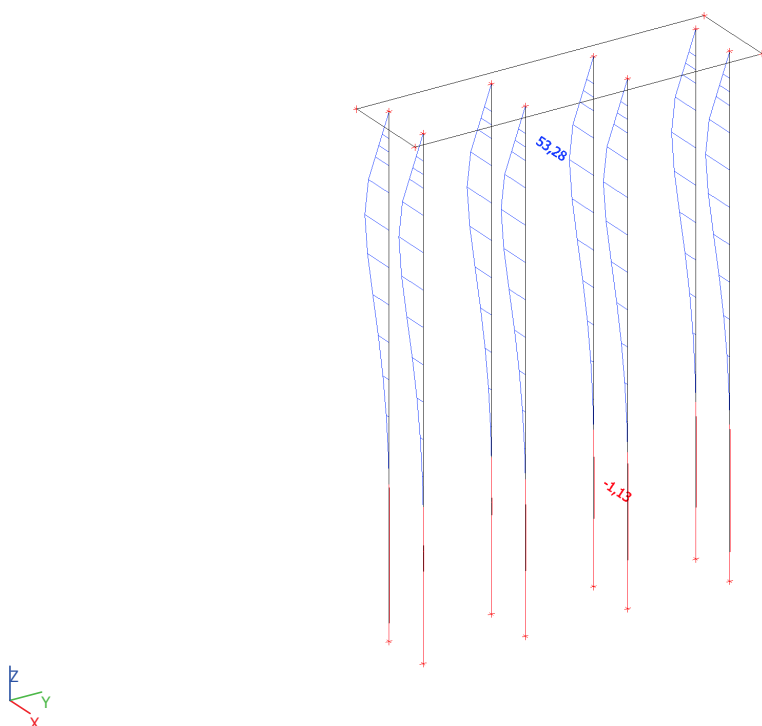
	[kN]	X	Y	Z
BG BG1	last	0.0	0.0	-215.3
	knoopreacties	0.0	0.0	215.3
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG2	last	0.0	0.0	-220.1
	knoopreacties	0.0	0.0	220.1
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG3	last	33.0	0.0	0.0
	knoopreacties	-0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	-33.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG4	last	91.7	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	-91.7	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG5	last	0.0	0.0	-110.0
	knoopreacties	0.0	0.0	110.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG6	last	21.1	0.0	0.0

	[kN]	X	Y	Z
knoopreacties	0.0	0.0	0.0	0.0
lijnreacties	-21.1	0.0	0.0	0.0
contact 1D	0.0	0.0	0.0	0.0
contact 2D	0.0	0.0	0.0	0.0

19. Reacties; Rz



20. Interne krachten in staaf; My



21. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd

Selectie : Alle

Klasse : Alle UGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	12,083	Combi1/1	-102,90	0,00	0,38	0,00	-0,35	0,00
S1	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi2/2	-33,46	0,00	22,66	0,00	0,00	0,00
S2	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi1/1	-60,68	0,00	22,66	0,00	0,00	0,00
S8	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi1/1	-60,68	0,00	22,66	0,00	0,00	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	4,750	Combi1/1	-98,39	0,00	-13,20	0,00	35,88	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi1/1	-95,19	0,00	22,67	0,00	0,00	0,00
S1	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi1/1	-60,68	0,00	22,66	0,00	0,00	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	10,250	Combi1/1	-101,21	0,00	-0,75	0,00	-1,13	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	2,917	Combi1/1	-96,70	0,00	8,68	0,00	53,28	0,00
S2	CS2 - CHSCF273.0/8.0	2,917	Combi1/1	-62,19	0,00	8,67	0,00	53,27	-0,01
S8	CS2 - CHSCF273.0/8.0	2,917	Combi1/1	-62,19	0,00	8,67	0,00	53,27	0,01

22. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd

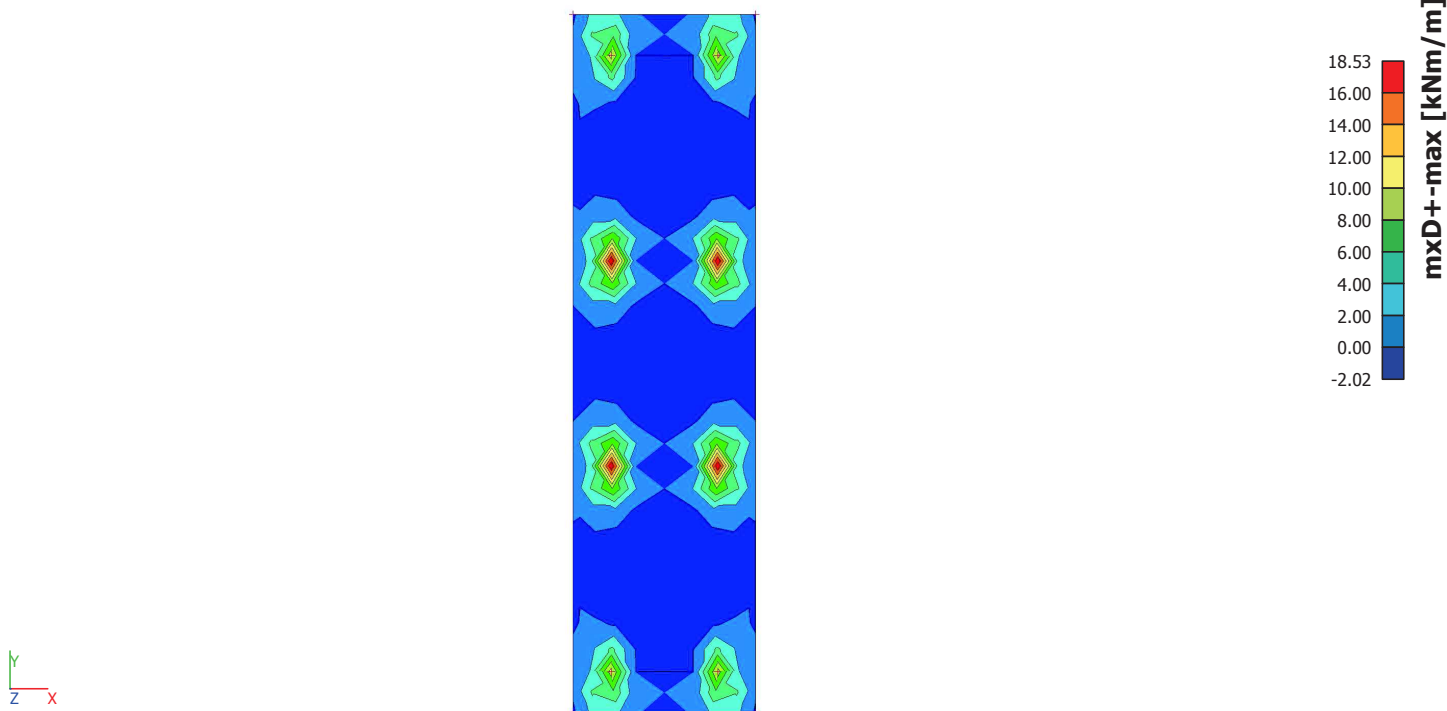
Selectie : Alle

Klasse : Alle BGT

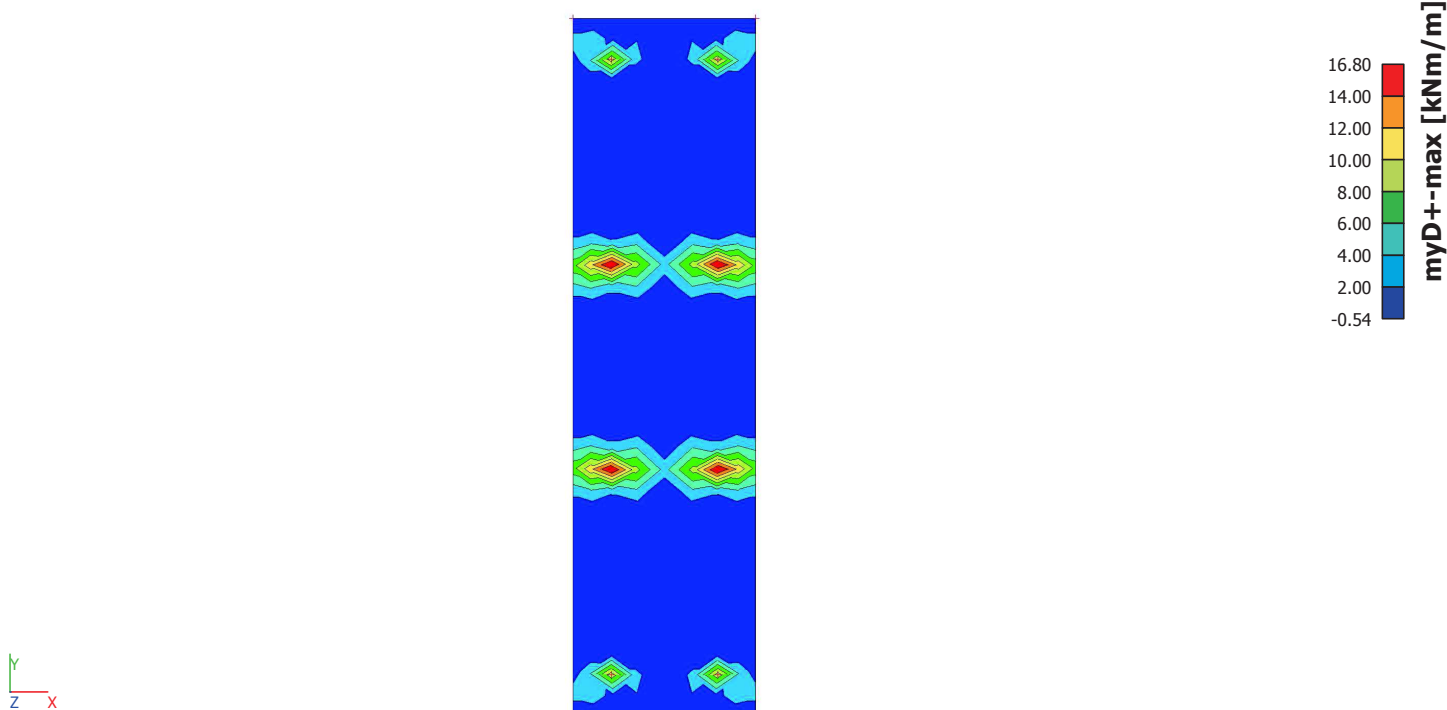
Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	12,083	Combi3/3	-78,19	0,00	0,30	0,00	-0,27	0,00
S1	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi3/3	-45,75	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
S2	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi3/3	-45,75	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
S8	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi3/3	-45,75	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	4,750	Combi3/3	-74,43	0,00	-10,31	0,00	28,02	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	0,000	Combi3/3	-71,76	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	10,250	Combi3/3	-76,78	0,00	-0,59	0,00	-0,88	0,00
S3	CS2 - CHSCF273.0/8.0	2,917	Combi3/3	-73,02	0,00	6,78	0,00	41,61	0,00

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S2	CS2 - CHSCF273.0/8.0	2,917	Combi3/3	-47,01	0,00	6,77	0,00	41,60	0,00
S8	CS2 - CHSCF273.0/8.0	2,917	Combi3/3	-47,01	0,00	6,77	0,00	41,60	0,00

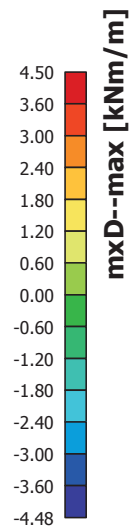
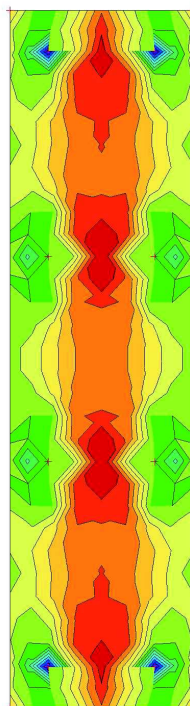
23. UGT - betonplaat



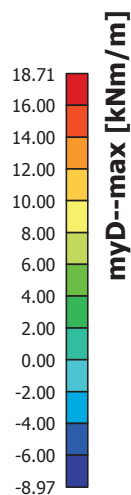
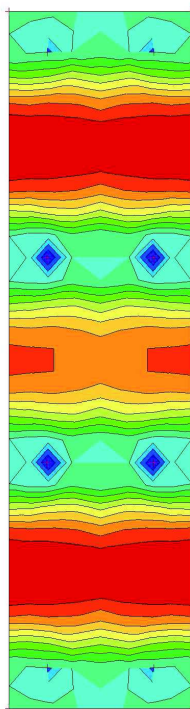
24. UGT - betonplaat



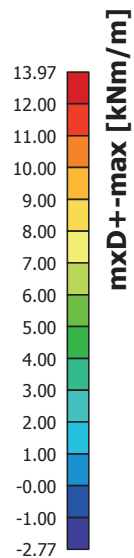
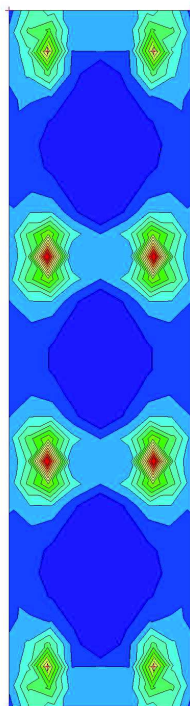
25. UGT - betonplaat



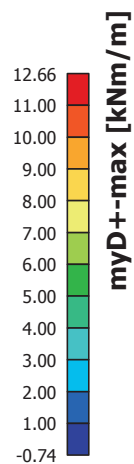
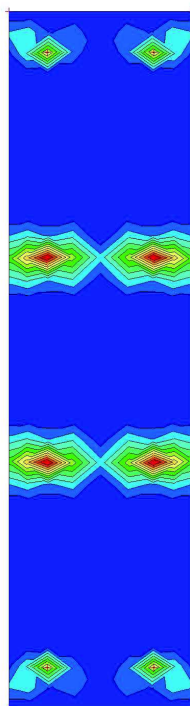
26. UGT - betonplaat



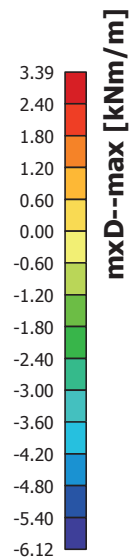
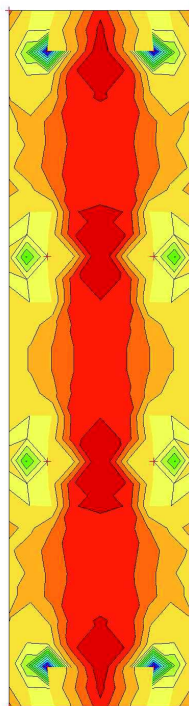
27. BGT - betonplaat



28. BGT - betonplaat



29. BGT - betonplaat



30. BGT - betonplaat

