



**Gemeente
Amsterdam**

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 14 020
amsterdam.nl/ingenieursbureau

WEGo201 Meerpalen woonarken Binnenkant

Aan Afdeling Preventie en Interventie
Raymond Krukkert

Opgesteld door Wijnand Hijkoop, Arjan Wisse

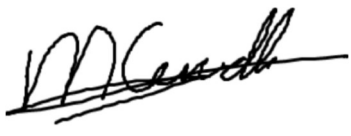
Gecontroleerd door Marleen Cervelli

Kenmerk 20211126_v1.0-WEGo201 Meerpalen woonarken Binnenkant

Versie 1.0

Status Definitief

Datum 26 november 2021

Vrijgave:
Marleen Cervelli

Datum 26-11-2021

Versiebeheer		
Versie	Datum	Wijziging
0.1	21-10-2021	Eerste versie document
1.0	25-11-2021	Definitief

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
1 Inleiding	4
1.1 Doel	4
1.1.1 Project	4
1.2 Standaard meerpalen.....	5
1.3 Meerpalen woonarken Binnenkant.....	5
1.4 Bijbehorende tekening	5
2 Uitgangpunten.....	6
2.1 Eisen vanuit de vergunning verlenende instanties	6
2.1.1 Omgevingsdienst / bestemmingsplan	6
2.1.2 Nautisch beheer	6
2.1.3 Waternet.....	6
2.1.4 Beheer Metrotunnel	6
2.2 Waarom meerpalen?	6
2.3 Normen en richtlijnen.....	7
2.4 Classificatie	7
2.5 Troskrachten algemeen.....	7
2.5.1 Standaardserie troskrachten	8
2.6 Troskracht woonarken Binnenkant	8
2.7 Sterkte en vervorming meerpalen.....	8
2.8 Uitvoering	8
2.8.1 Bolkop.....	8
3 Positie meerpalen en geleiding	9
3.1 Afstand tot damwand veiligheidsconstructie	9
3.2 Verticale geleiding	9
3.3 Per woonark.....	10
Bijlage 1: Overzicht standaard meerpalen	14
Bijlage 2: Geotechnische berekening CRUX.....	14
Bijlage 3, Berekening belasting meerpaal.....	16

1 Inleiding

1.1 Doel

De afdeling Preventie en Interventie (P&I) van het programma Bruggen en Kademuren plaatst op dit moment veiligheidsconstructies ter bescherming van de kades van de Waalseilandsgracht. Dit document beschrijft de meerpalen zoals toegepast voor de woonarken aan de Binnenkant

Voor de algemene beschrijving van het project wordt verwezen naar document:
20210504 Rapport Ontwerp Veiligheidsconstructies WEGo201 - WEGo202, versie 3.0

1.1.1 Project

De veiligheidsconstructie is ontworpen conform BBM (Besluit Beheersmaatregelen):

Bijlage 1 WEGo201 en WEGo202 Waalseilandsgracht
 Besluit Beheersmaatregelen (BBM)
 8 januari 2021

De BBM geeft opdracht tot het aanbrengen van veiligheidsconstructies aan beide zijden van de Waalseilandsgracht over een lengte van circa 207 m voor WEGo201m Binnenkant 15-51 (noordzijde) en circa 217 m voor WEGo202, Oude Waal 2-43 (zuidzijde). De eerste 50 m aan de zijde van de binnenkant is nog in de ontwerpfase en wordt later uitgevoerd.



Figuur 1. Situatieschets uit de BBM

Beide zijden van de Waalseilandsgracht dienen over de volle lengte van het rak, dus van brug tot brug, te worden voorzien van een veiligheidsconstructie.

1.2 Standaard meerpalen

Op dit moment zijn wij van de afdeling Preventie en Interventie (P&I) van het programma Bruggen en Kademuren een standaard aan het ontwikkelen voor het gebruik van meerpalen in de binnenstad van Amsterdam.

Deze standaard verwachten wij in afzienbare tijd gereed te hebben, maar omdat de diverse vergunning verlenende instanties ieder hun eigen eisen hebben met betrekking tot de technische en esthetische vormgeving, en het uiteraard vanzelfsprekend is dat al deze instanties akkoord moeten zijn met deze standaardisatie neemt de ontwikkeling tijd in beslag. Dit is overigens ook de reden dat deze standaard wordt opgesteld. Behoudens technische en esthetische uniformiteit voor de gehele binnenstad, en het versnellen van de goedkeuringsprocedure speelt uiteraard ook het meervoudig hergebruik in het kader van de duurzaamheid een belangrijke rol.

Voor het overzicht van de standaard serie zie bijlage A.

1.3 Meerpalen woonarken Binnenkant

Aan de Binnenkant liggen een 8-tal woonarken die elk zullen worden vastgelegd aan 2 meerpalen per woonark. Toegepast is meerpaal 2 uit de standaard serie (Bijlage A).

Diameter en wanddikte:	Ø323,9x12,5
Staalsoort	S355,
Waterstand	NAP -0,40 m
Onderzijde	NAP -12 m
Bovenzijde	NAP+0,6 m (lager dan de standaard)
Afwerking	Bolkop zonder bolder o.i.d.
Coating	Tot NAP -3,0 m zwart Bovenste 0,5 m witte kop.

Deze meerpalen zijn bepaald op basis van een afmeerkracht van 20 kN.

Vanuit wind en golfslag is de afmeerkracht berekend op 21 kN (Zie bijlage 3).

Na beschouwing door onze geotechnisch adviseur is gebleken dat op deze locatie meerpaal 2 voldoet.

1.4 Bijbehorende tekening

211125_v1.0-WEGo201_Afwerking Binnenkant, status definitief, 25 november 2021

2 Uitgangspunten

2.1 Eisen vanuit de vergunning verlenende instanties

De diverse vergunning verlenende instanties hebben hun eigen eisen met betrekking tot meerpalen.

2.1.1 Omgevingsdienst / bestemmingsplan

- Maximaal 2 meerpalen per woonark.
- Maximaal oppervlakte aan meerpalen per woonark is 0,18 m².

2.1.2 Nautisch beheer

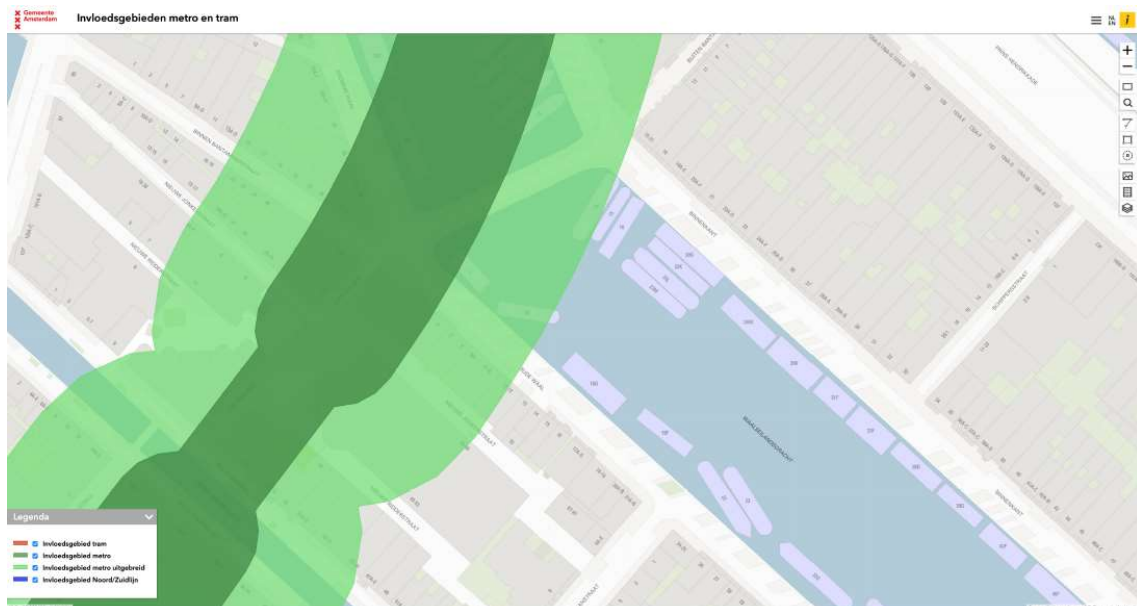
- Onbekend

2.1.3 Waternet

- Maximale doorsnede meerpaal is 20 cm. Indien grotere diameter benodigd is moet dit onderbouwd worden.

2.1.4 Beheer Metrotunnel

Deze meerpalen bevinden zich buiten het invloedsgebied van de metrotunnel.



Figuur 2. Invloedsgebied Metrotunnel

2.2 Waarom meerpalen?

De veiligheidsconstructies zijn berekend op een statische belasting. Wisselende (trek) krachten uit schepen op de damwand dienen te worden voorkomen. Dit is de reden dat vaartuigen -in principe- nooit aan de damwand worden afgemeerd maar aan meerpalen. In dit voorliggend document worden de meerpalen voor de Woonarken aan de Binnenkant bepaald.

2.3 Normen en richtlijnen

[1]	Bouwbesluit VROM 2012	
[2]	NEN-EN 1990 Grondslag van het constructief ontwerp	NNI 2011
[3]	NEN-EN 1991-1-1 Algemene belastingen	NNI 2011
[4]	NEN-EN 1993-1-1 Staalconstructies - Algemene regels	NNI 2016
[5]	NEN-EN 1993-1-8 Staalconstructies – Verbindingen	NNI 2016
[6]	NEN-EN 1993-5 Staalconstructies – Palen en damwanden	NNI 2012
[7]	NEN 9997-1+c2 Geotechnisch ontwerp van constructies	NNI 2017
[8]	CUR166 Damwandconstructies	SBRCURnet 2012

2.4 Classificatie

De navolgende tabel heeft betrekking op de classificatie van het object in relatie tot het ontwerp.

<i>classificatie</i>	<i>criterium</i>	<i>waarde</i>
betrouwbaarheid	ontwerpsituatie	Tijdelijk
	betrouwbaarheidsklasse	RC1
	geotechnische categorie	GC2
Beschikbaarheid	ontwerplevensduur	20 jaar

2.5 Troskrachten algemeen

De Richtlijnen Vaarwegen 2017 van Rijkswaterstaat vermeld het volgende:

- 6.5.5 Bolders**
 De vormgeving van bolders een haalpenen moet dusdanig zijn, dat steil staande trossen niet van de kop van de bolder of haalpen kunnen slippen.
- Bolders moeten geschikt zijn voor een troskracht van 150 kN voor scheepsklassen I en II, 200 kN voor de klassen III en IV en 250 kN voor de klassen V. Voor recreatietoervaart is 40 kN voldoende.
- Wanneer de trossen van meer dan één schip op een bolder belegd zijn of de tros in een aantal slagen is belegd, kunnen hogere krachten optreden. Per situatie moet de benodigde sterkte van de bolder worden bepaald.

De Richtlijnen van Rijkswaterstaat zijn opgesteld voor de beroepsvaart. Er worden hier en daar wel waarden genoemd voor recreatievaart, de bovenstaand genoemde krachten van 150 kN voor CEMT II en 40 kN voor de recreatievaart zijn de basis voor de standaardserie.

De Amstel kent Scheepvaartklasse CEMT II.

Op basis hiervan wordt voor de zwaarste meerpaal in de standaard serie 150 kN aangehouden.

De 'Staande Mast Route' vanaf de Westersluis via de Marnixkade en de Kostverlorenvaart naar het Zuiden, is Scheepvaartklasse CEMT IV. De meerpalen voor dit gedeelte vallen buiten de standaard serie van dit voorliggend document. Er is door P&I inmiddels wel een veiligheidsconstructie

geplaatst 'op de kop' van de Marnixkade, maar de situatie langs deze route is per locatie zodanig uniek dat dit buiten de standaardserie valt.

2.5.1 Standaardserie troskrachten

Er zijn woonarken en woonschepen in alle soorten en maten. Per situatie moeten de juiste afmeervoorzieningen worden bepaald.

Qua sterkte van de meerpalen is de volgende indeling gemaakt:

Type	$F_{hor,rep}$	Tonnage schip
Meerpaal 1	10 kN	20 ton
Meerpaal 2	20 kN	40 ton
Meerpaal 3	40 kN	80 ton
Meerpaal 4	80 kN	150 ton
Meerpaal 5	150 kN	400 ton (CEMT II)

Figuur 3. Tabel troskrachten

2.6 Troskracht woonarken Binnenkant

De afmeerkracht voor de woonarken aan de Binnenkant is bepaald in Bijlage 3. Uitgangspunt is een ark van 20 m lang tot 3 m boven de waterlijn.

2.7 Sterkte en vervorming meerpalen

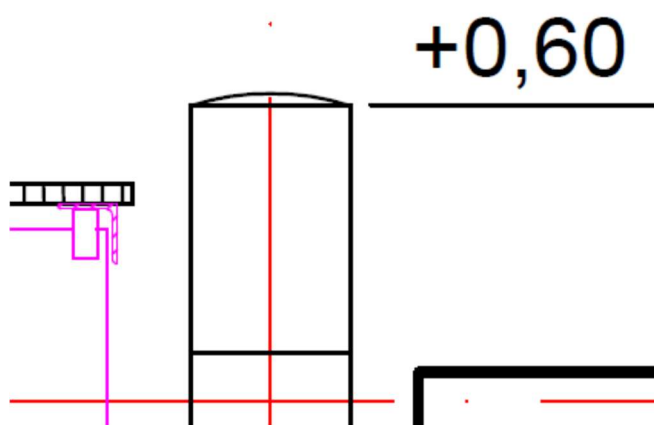
De meerpaal wordt berekend op geotechnische sterkte en de sterkte van paal zelf. De berekening is gegeven in Bijlage 2.

2.8 Uitvoering

De meerpalen hier ter plekke zullen trillend worden aangebracht. Voor de meerpalen die in een later stadium worden aangebracht binnen het invloedsgebied van de metrotunnel zal nog een aanvullende studie worden gemaakt.

2.8.1 Bolkop

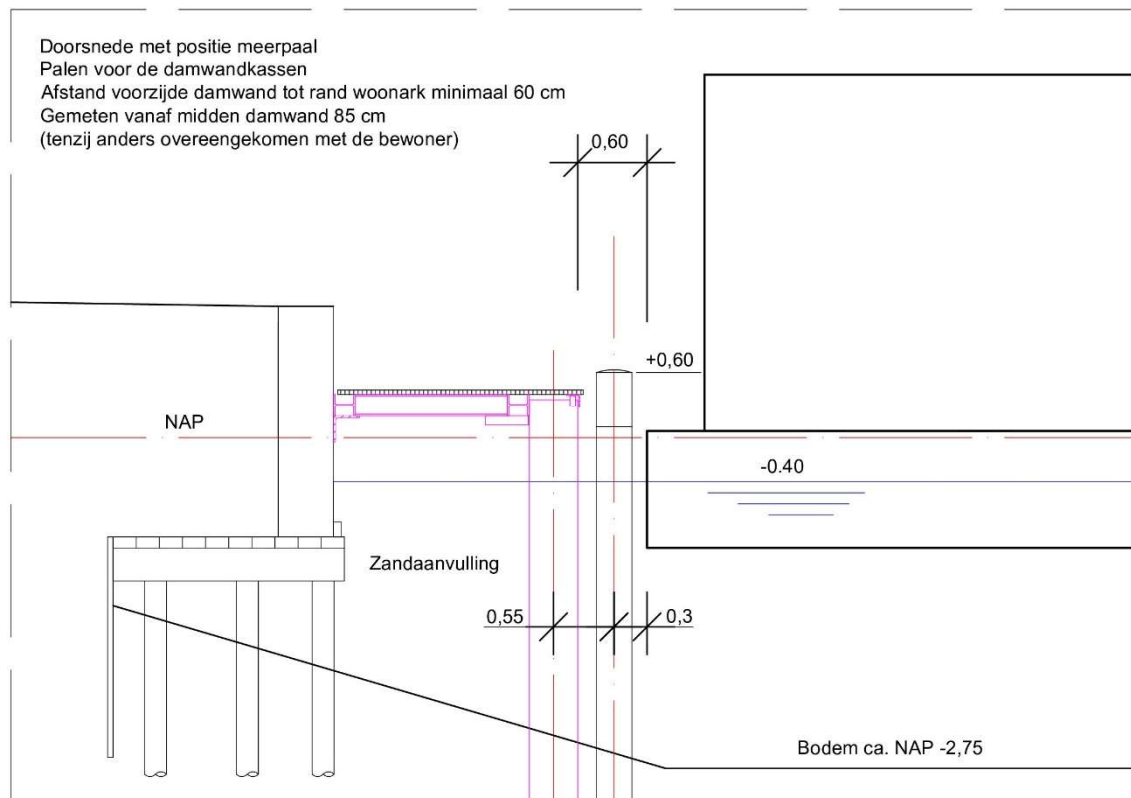
Alle meerpalen dienen te worden afgewerkt met een opgebolde kop.



Figuur 4. Bovenzijde afwerken met bolkop

3 Positie meerpalen en geleiding

3.1 Afstand tot damwand veiligheidsconstructie



Figuur 5. Minimum afstand voorzijde damwand (theoretische maat) tot rand woonark 60 cm

3.2 Verticale geleiding

Voor verticale geleiding zullen gecertificeerde geleiders geleverd door Nautisch Aannemer Benecke worden gebruikt. Deze worden aan de zijkant of rand van de woonarken bevestigd. De meerpalen worden voor de kassen in het damwandscherm geplaatst.

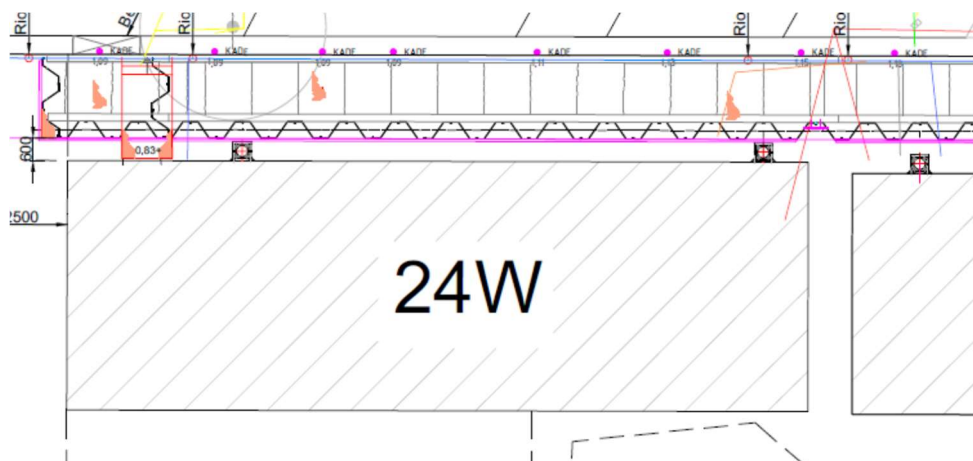


Figuur 6. Verticale geleiding

3.3 Per woonark

Na het gereedkomen van dit document hebben er nog enkele kleine verschuivingen plaatsgevonden die alleen op de tekening zijn verwerkt. Deze hebben echter voor het constructieve gedeelte zoals behandeld in dit document geen invloed. De uitzetcoördinaten van de meerpalen zijn op de tekening te vinden.

Woonark Binnenkant 24W

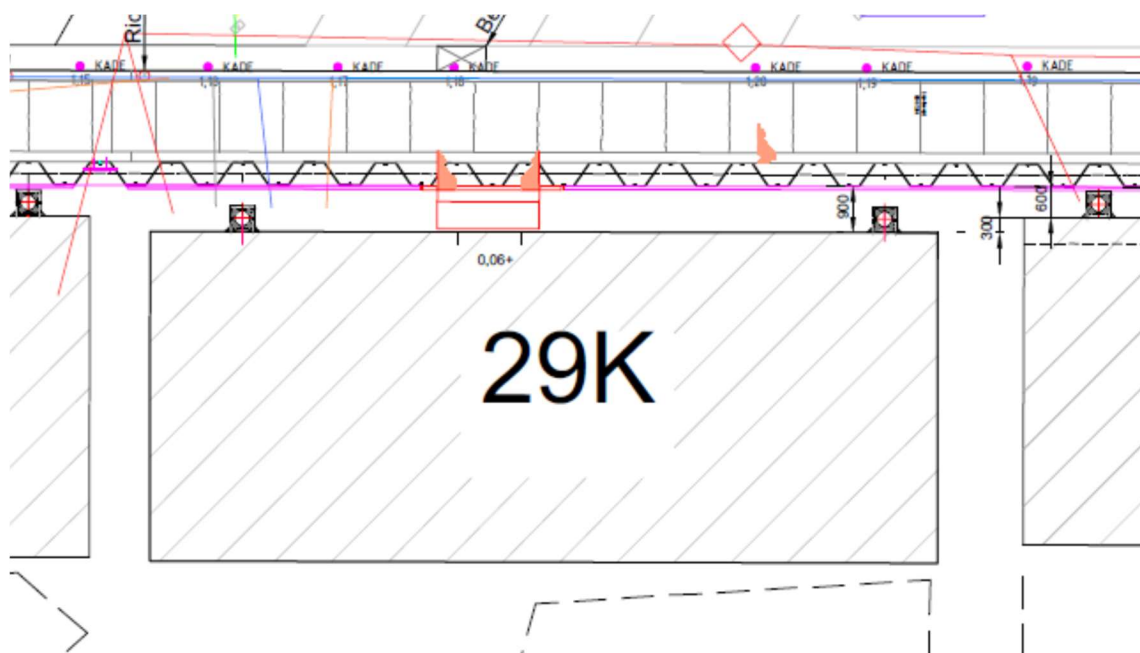


2 meerpalen voor de kassen van het damwandscherm.

Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,6 m.

Toegang via bordes om NAP +0,85 m, ca 20 cm onder de rand van de kademuur.

Woonark Binnenkant 29K

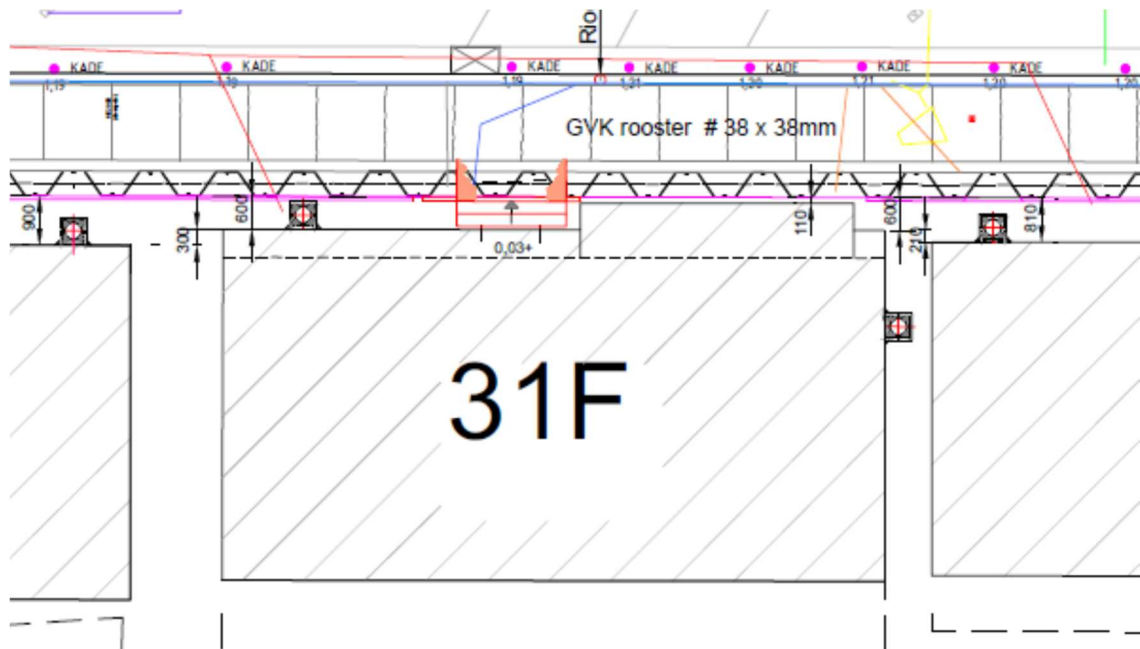


2 meerpalen voor de kassen van het damwandscherm.

Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,90 m.

Toegang uitgewerkt op tekening.

Woonark Binnenkant 31F

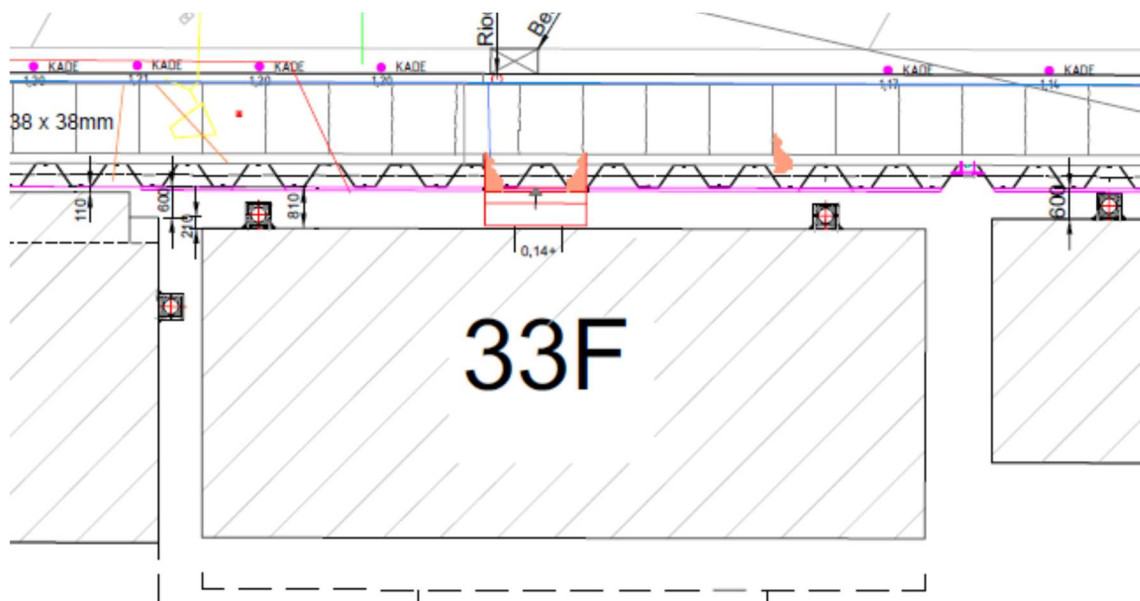


2 meerpalen. Eén voor een kas van het damwandscherm en één aan de zijkant in verband met positie berging.

Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,60 m.

Toegang uitgewerkt op tekening.

Woonark Binnenkant 33F

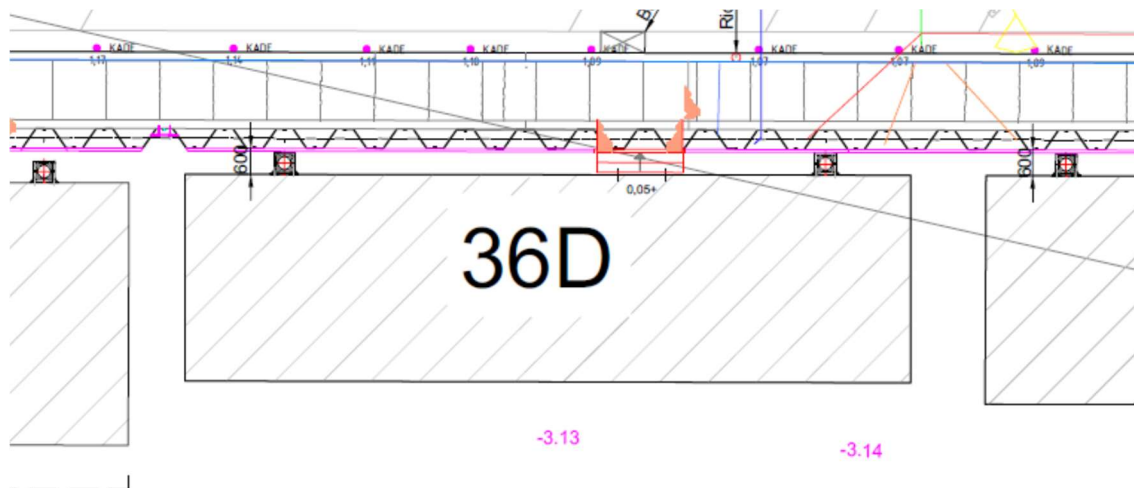


2 meerpalen voor de kassen van het damwandscherm.

Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,81 m.

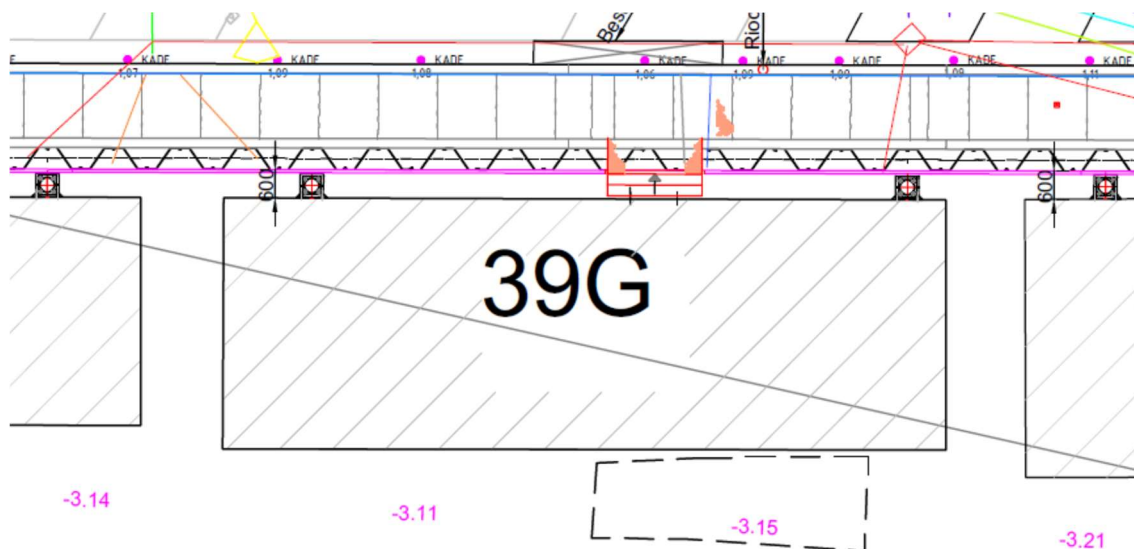
Toegang uitgewerkt op tekening.

Woonark Binnenkant 36D



2 meerpalen voor de kassen van het damwandscherm.
Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,60 m.
Toegang uitgewerkt op tekening.

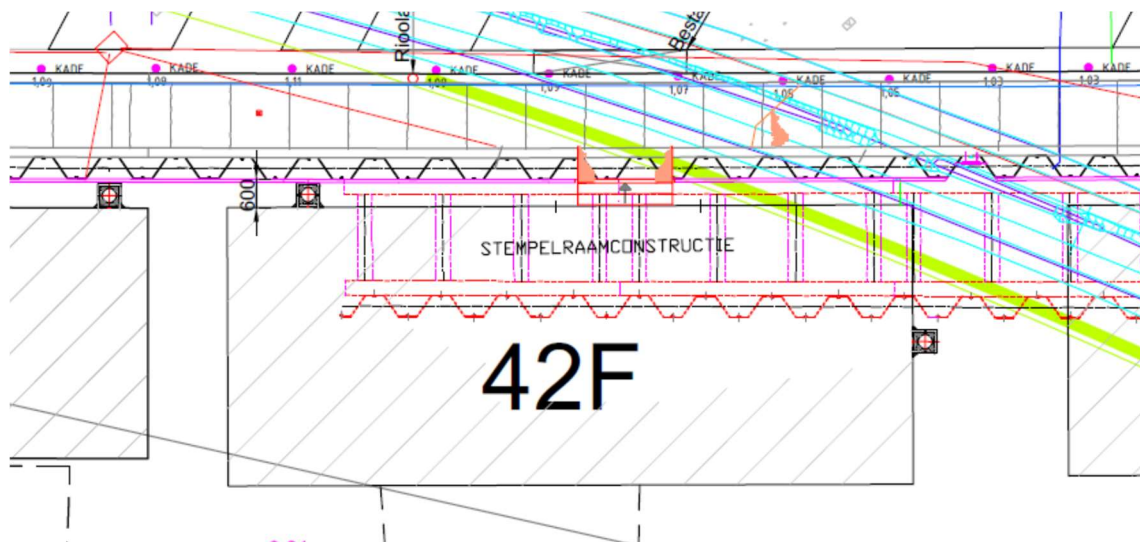
Woonark Binnenkant 39G



2 meerpalen voor de kassen van het damwandscherm.
Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,60 m.
Toegang uitgewerkt op tekening.

Woonark Binnenkant 42F

Ter plaatse van overkluizing zinker Liander



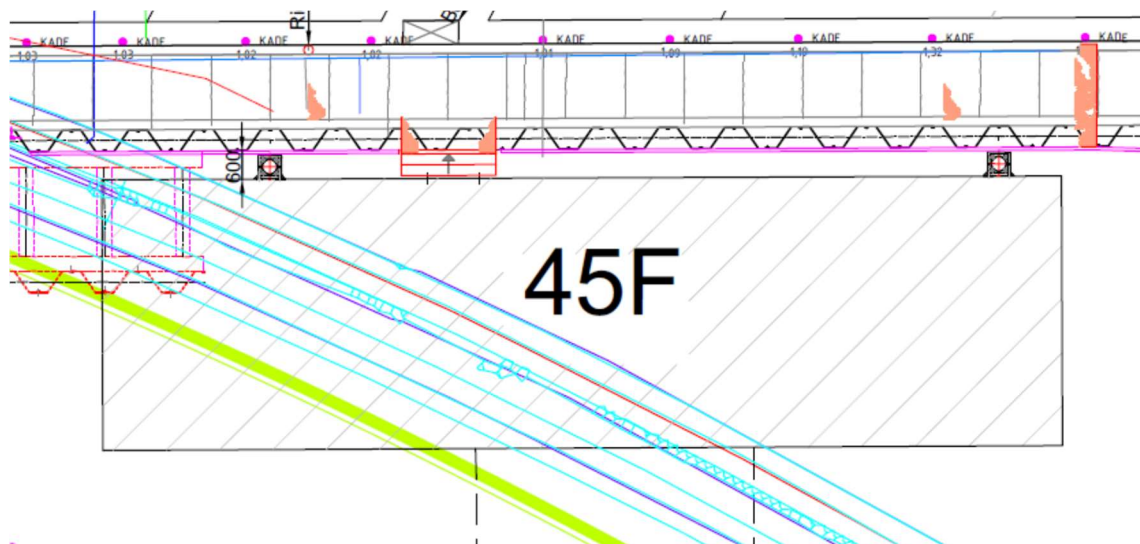
2 meerpalen. Eén voor een kas van het damwandscherm en één aan de zijkant in verband met positie zinker.

Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,60 m.

Toegang uitgewerkt op tekening.

Woonark Binnenkant 45F

Deze woonark is de langste, en is gebruikt voor het berekenen van der kracht op de meerpaal.



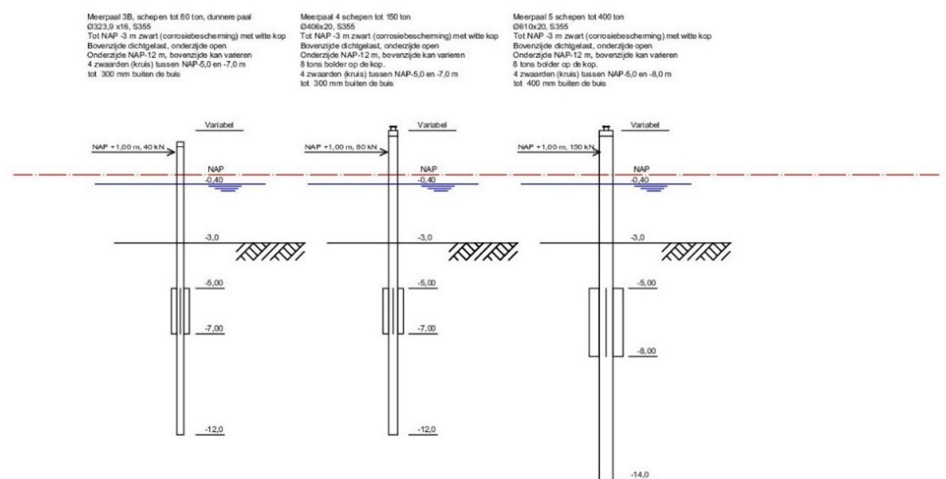
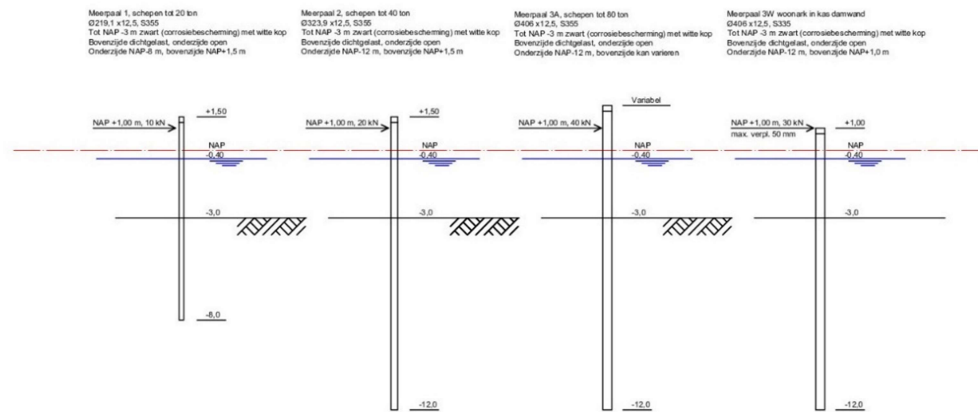
2 meerpalen voor de kassen van het damwandscherm.

Afstand tussen voorzijde damwandscherm en rand woonark 0,60 m.

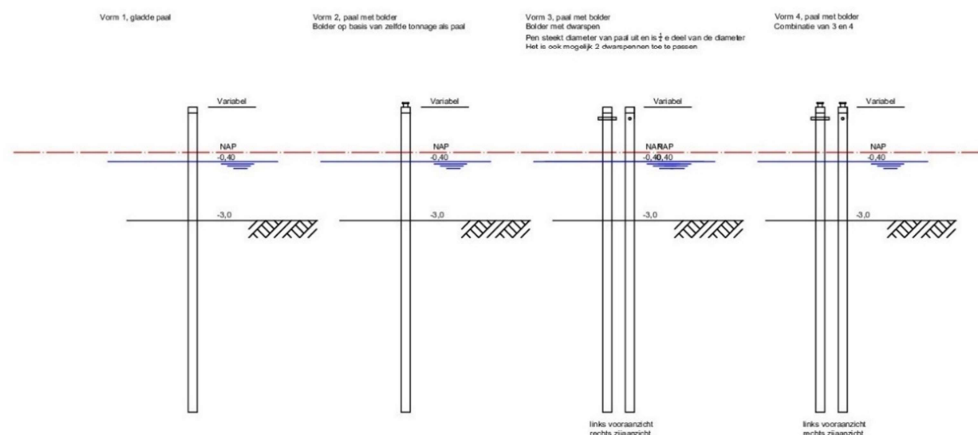
Toegang uitgewerkt op tekening.

Bijlage 1: Overzicht standaard meerpalen

Overzicht standaard meerpalen,
deel 1, afmetingen en krachten



Overzicht standaard meerpalen,
deel 2, verschijningsvormen



Bijlage 2: Geotechnische berekening CRUX



Berekening meerpaaloplossing P&I

Aan W. Hijkoop, P&I
Van Arjan Wisse, P&I
Kopie aan -

Datum 17-09-2021

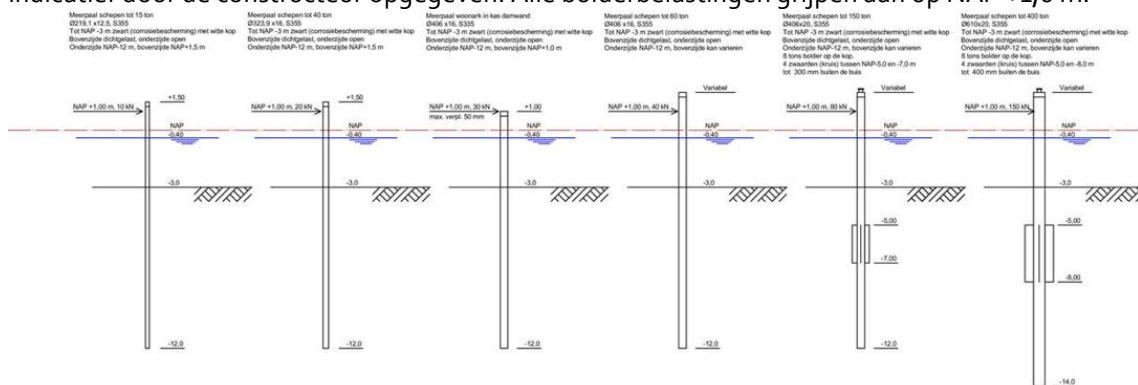
1 Inleiding

In de gemeente Amsterdam worden op verschillende locaties aanlegvoorzieningen voor woonboten / -schepen gerealiseerd. Plaatsing vind plaats in verband met werkzaamheden gerelateerd aan het realiseren van veiligheidsconstructie op verschillende plaatsen in de stad. Om snel tot uitvoering over te kunnen gaan is een standaard ontwerp voor deze palen voorbereid. De geotechnische berekening van de meerpalen ten behoeve van horizontale stijfheid (vervorming) en sterkte van de meerpalen zijn beschreven in dit memo.

2 Uitgangspunten

2.1 Situaties

Ten behoeve van het standaardontwerp zijn verschillende configuraties bepaald, deze zijn weergegeven in Figuur 1 en Tabel 1. De bolderbelastingen zijn opgegeven, de buisafmetingen zijn indicatief door de constructeur opgegeven. Alle bolderbelastingen grijpen aan op NAP +1,0 m.



Figuur 1 Meerpaal configuraties

Tabel 1 Meerpalen

Bolder-belasting	Buisafmeting		Voetniveau	versterking
	diameter	dikte		
[kN]	[mm]	[mm]	[NAP m]	
10	219	12,5	-12	
20	323	±6 12,5 *	-12	
30	406	±6 12,5*	-12	
40	406	±6 12,5*	-12	
50	406			
80	406	16	-12	zwaarden 2,0 m x 300 mm
150	610	20	-14	zwaarden 3,0 m x 400 mm

* opgegeven wanddikte van 16 geoptimaliseerd naar 12,5mm

2.2 Grondopbouw en grondwaterstand

De bodemopbouw is gebaseerd op de geotechnische gegevens die voortkomen uit aanleg van de Noord Zuid Lijn (NZL). Deze geotechnische gegevens zijn ontleend aan laboratoriumproeven over het hele traject van de NZL. Resultaten hiervan zijn toepasbaar voor de 'standaard' Amsterdamse bodemopbouw.

Voor het ontwerp van de meerpalen worden de volgende parameters aangehouden:

Tabel 2 bodemopbouw en grondparatemeters

Grondlaag	Bk [m NAP]	γ_{dr}/γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ [°]	δ [°]
Toplaag	Mv**	17,0/19,0	0	30	20
Hollandveen	-2	10,5/10,5	5	18	0
Wadafzetting	-5	17,9/17,9	2	27	18
Hydrobiaklei	-12	15,2/15,2	5	27	18
Basisveen	-12,5	11,5/11,5	5	21	0
Eerste Zandlaag	-13	17,0/19,0	0	33	21
Allerod	-15	18,5/18,5	3	28	18
Tweede zandlaag	-17	17,0/19,0	0	33	21

** variabel niveau

Er kan vanuit worden gegaan, dat het bovenstaande uniforme bodemprofiel representatief is voor de gehele bodemgesteldheid in Amsterdam. Vermeld dient te worden dat dit bodemprofiel niet geldt voor de 'Oergeul'. Door een gedeelte van de stad loopt de zogenaamde 'Oergeul'. Dit is een oude bedding van de rivier de Amstel en het IJ. De bodemopbouw kan ter plaatse behoorlijk verschillen van de bovenstaande tabel. Voor de UGT berekeningen zijn op de sterkte en stijfheidsparameters partiele factoren conform NEN9997-1+C2:2017 toegepast.

2.3 Grondbeddingen Menard

Laterale veerstijfheden geven het paalgedrag onder invloed van horizontale belastingen weer. Er zijn diverse methodes om dit gedrag te benaderen. Voor deze situatie wordt voor het "elastisch" deel van de veer karakteristiek uitgegaan van de methode Ménard voor palen die uitgaat van een gedraineerd grondgedrag.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen palen met een straal R groter dan 0,3 m en kleiner dan 0,3 m. De verkregen waarden gelden voor een "alleenstaande" paal.

In onderstaande zijn de factoren E_m en α vermeld voor "normaal" geconsolideerde gronden. Hierbij is E_m gerelateerd aan de conusweerstand, voor het standaard bodemprofiel is uitgegaan van een gemiddelde conusweerstand van 0,5 MPa.

De verkregen laterale veerstijfheid geeft het elastisch gedrag weer. Deze veerstijfheid wordt "afgekap" op het punt dat de grond plastisch gaat bezwijken. Op dit punt wordt bij een toename van de laterale verplaatsing geen kracht meer afgedragen. Aangezien de plastische waarde van de grondweerstand ook spanningsafhankelijk is, is de verplaatsing die benodigd is ter verkrijging van plastische rekken ook afhankelijk van de diepte. Met toenemende diepten wordt de plastische grondweerstand in de regel steeds minder maatgevend. De maximale (plastische) grondweerstand wordt berekend met de methode "Brinch Hansen". Deze is afhankelijk van de verhouding diepte/paaldiameter, aanwezige korrelspanning en de gedraineerde of ongedraineerde sterkte van de grond.

De resultaten voor een paal met een diameter van 406 mm zijn weergegeven in Tabel 3. Opgemerkt wordt dat dit gemiddelde waarden zijn. De onder- en respectievelijk bovengrens van de veerstijfheid wordt bepaald door deze waarden te delen door resp. te vermenigvuldigen met een factor $\sqrt{2}$ (dit geldt voor zowel de horizontale veerstijfheid als voor de maximale horizontale grondweerstand).

Tabel 3 Horizontale statische bedding paal diameter 406 mm

laag	Grond-soort	bk laag	ok laag	$q_{c,gem}$	α	β_{gem}	$E_{m,gem}$	$k_{h,alleen; dyn}$	$\sigma'_{plast; midden laag}$
		[m NAP]	[m NAP]	[MPa]	[-]	[-]	[kPa]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
Hollandveen; n.c.	veen	-3,0	-5,0	0,1	1,0	3,5	1050	3400	32
Klei, Wadafzetting; n.c.	Klei	-5,0	-12,0	0,6	0,67	2,5	4500	20700	179
Hydrobiaklei; n.c.	klei	-12,0	-12,5	0,5	0,67	2,5	3750	17200	407
Basisveen; n.c.	veen	-12,5	-13,0	0,9	1,0	3,5	9450	30800	242
Eerste Zandlaag; n.c.	Zand	-13,0	-15,0	12,0	0,33	0,85	30600	207600	786

2.4 Meerpaal en belasting

De meerpalen worden horizontaal belast door schepen, de belasting varieert per type meerpaal en is gegeven in Tabel 1, deze belasting ontstaat als gevolg van wind en is daarom als dynamische belasting beschouwd. De kracht grijpt aan op niveau NAP+1,0m. Voor de UGT berekeningen is rekening gehouden met een belastingfactor van 1,5.

2.5 Berekeningsfactoren

De constructie wordt geplaatst in RC1 met een levensduur van 50 jaar. Voor de momentcapaciteit wordt rekening gehouden met corrosie van de stalen buis van 1,1 mm in 50 jaar (eenzijdig) conform het rapport "Afronding onderzoek vermindering corrosietoeslag damwanden" van Rijkswaterstaat.

3 Resultaten

De berekende snedekrachten en vervorming voor de verschillende meerpalen zijn getoond in Tabel 4. Hierbij wordt het volgende opgemerkt:

- De meerpalen belast met 10 kN voldoen met de opgegeven dimensies, echter is een paalpuntniveau op NAP -8,0 m ook mogelijk;
- Resultaten voor belastingen groter dan 50 kN zijn in deze versie nog niet beschouwd. Beschouwing hiervan volgt in een volgende versie.

Tabel 4 Resultaten

Hor belasting	Naam	Diameter	Wanddikte na corrosie	σ_s	EI	Mtoe	Ux	M BGT	M bgt * 1,5	M UGT	Toets
		[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[kNm ²]	[kNm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
10	219*12,5	219	11,4	355	8436,72	130	92	43	58	70	0,54
10	219*10	219	8,9	355	6819,08	105	110	43	58	69	0,66
20	323*12,5	323	11,4	355	28481,13	298	80	89	120	150	0,50
30	406*12,5	406	11,4	355	57811,95	481	68	140	189	253	0,53
40	406*12,5	406	11,4	355	57811,95	481	95	191	258	334	0,69
50	406*12,5	406	11,4	355	57811,95	481	130	247	333	439	0,91
50	406*16	406	14,9	355	73613,72	613	106	247	333	439	0,72

Bijlage – uitvoer berekening

Bijlage 3, Berekening belasting meerpaal

NOTITIE

Onderwerp Meerpalen binnenkant Waalseilandsgracht
 Project WPK09 - Preventie en Interventie/Waalseilandsgracht
 Opdrachtgever Gemeente Amsterdam
 Projectcode 121855
 Status Definitief
 Datum 5 november 2021
 Referentie 121855/21-016.564
 Auteur(s) ir. L. de Vito

Gecontroleerd door ir. I. Koevoets
 Goedgekeurd door ing. B.P. Dopper
 Paraaf

Bijlage(n) Wind berekening woonark en belasting op meerpaal

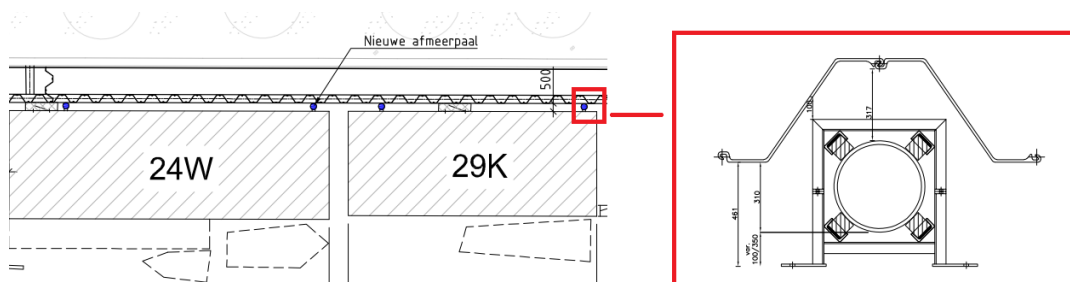
Aan Gemeente Amsterdam M. Cervelli
 Kopie Gemeente Amsterdam R. Krukkert
 Witteveen+Bos I. Matic

1 INLEIDING

Voor de kademuur aan de binnenkant van de Waalseilandsgracht wordt een veiligheidsconstructie geplaatst van damwanden. Voor de veiligheidsconstructie worden meerpalen voor de woonarken aangebracht. Het (voor)ontwerp van de meerpalen is uitgevoerd door de gemeente Amsterdam. Gemeente Amsterdam heeft Witteveen+Bos gevraagd om de uitgangspunten van het ontwerp van de meerpalen te toetsen.

In onderstaande afbeelding is de locatie van de meerpalen voor de woonarken weergegeven.

Afbeelding 1.1 Locatie en oplossing van de meerpalen voor de woonarken voor de Binnenkant van de Waalseilandsgracht [ref. 4]



1.1 Doel van de notitie

In deze notitie worden de uitgangspunten van het ontwerp van de meerpalen getoetst. Daarnaast worden eventuele aandachtspunten en aanbevelingen met betrekking tot het geotechnisch ontwerp en inpassing van de meerpalen gepresenteerd.

1.2 Leeswijzer

Na de inleiding zijn in hoofdstuk 2 de gebruikte referenties opgesomd. In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten van het VO van de van de meerpalen die is uitgevoerd door de Gemeente Amsterdam samengevat. In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten met betrekking tot de belastingen op de meerpaal getoetst. Ten slotte zijn in hoofdstuk 5 de aandachtspunten en aanbevelingen opgenomen met betrekking tot het geotechnisch ontwerp en inpassing van de meerpalen.

2 REFERENTIEDOCUMENTEN

Voor het opstellen van deze notitie zijn de volgende referenties gebruikt:

Normen

- 1 NEN-EN 1991-1-4+A1+C2/NB, Nationale bijlage Eurocode 1: Belastingen op constructies- Deel 1-4: Algemene belastingen - Windbelastingen.

Richtlijnen

- 1 BSI Standards Publication 2016, Maritime works, BS 6349-1-2:2016.
- 2 ROM 0.4-95, Environmental actions II: wind.

Referentiedocumenten

- 1 Gemeente Amsterdam, Berekening meerpaal Waalseilandsgracht, 1 november 2021;
- 2 gemeente Amsterdam, Ontwerp veiligheidsconstructies WEG0201/02, 13 september 2021;
- 3 gemeente Amsterdam, WEG0201 Waalseilandsgracht, TEK-001 Fasering aanbrengen veiligheidsconstructies, 18 augustus 2021;
- 4 gemeente Amsterdam, WEG0201 Waalseilandsgracht, TEK-004 Fasering aanbrengen veiligheidsconstructies, 10 september 2021;
- 5 Geonius, GA200568 Sonderingen Water_WLG, 9 september 2020;
- 6 AnteaGroup, Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting NEN2767-4, versie 1.0, 22 december 2016;
- 7 Ohpen, Rapport duikinspectie WEG0201, versie 2.0, 7 december 2020.

3 UITGANGSPUNTEN VO MEERPALLEN

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten van het (voorlopig)ontwerp (VO) van de van de meerpalen als uitgevoerd door de gemeente Amsterdam beschouwd. Onderstaande uitgangspunten zijn afkomstig uit de memo Berekening meerpaal Waalseilandsgracht [ref. 1], rapport Ontwerp veiligheidsconstructies WEG0201/02 [ref. 2] en TEK-004 [ref. 4].

- Afmeting meerpaal	=>	Diameter = 406 mm en dikte 12,5 mm ²
- staalkwaliteit	=>	S355
- paalhoogte	=>	+ 1,0 m NAP
- paalniveau	=>	- 12,00 m NAP
- horizontale kracht (representatieve waarde)	=>	30,0 kN
- aangrijp punt horizontale kracht	=>	+ 0,0 m NAP

- | | | |
|--|----|-------|
| - maximale gebruik vervorming | => | 50 mm |
| - afstand voorzijde damwand tot rand woonark | => | 0,5 m |
| - afstand woonark tot midden meerpaal | => | 0,4 m |

4 TOETSING UITGANGSPUNTEN VO

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten met betrekking tot de belastingen op de meerpaal getoetst. De woonboot oefent vanwege de wind een horizontale kracht uit op de meerpalen. Om deze kracht te bepalen is een berekening opgesteld. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor de berekening:

4.1 Uitgangspunten berekening

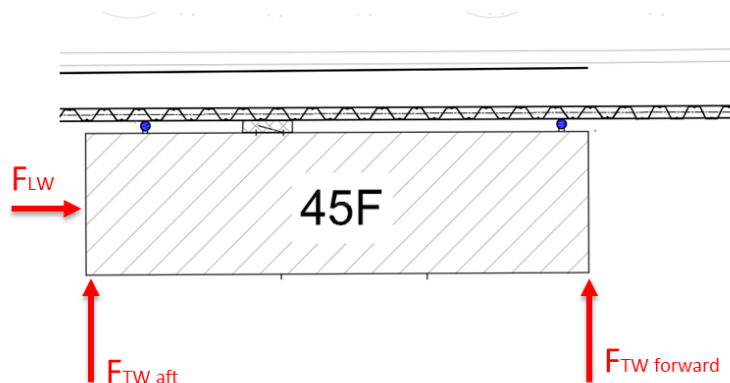
De relevante uitgangspunten die van belang zijn voor de berekening van de belastingen op de meerpaal zijn hieronder opgesomd:

- windbelasting bepaald volgens de British Standard [ref. 1];
- windsnelheden bepaald conform Eurocode [ref. 1];
- windsnelheden verhoogd vanwege de massastraagheid van de schepen conform de Spanish ROM [ref. 2];
- wind coëfficiënten van 'containerschepen' gebruikt (vanwege vorm woonarken);
- maatgevende woonarken # 45F: lengte 20,55 m en breedte 5,80 m [ref. 3];
- hoogte maatgevende woonarken 3,0 m vanaf waterlijn (aannamen);
- effect van stroming en golven van voorbij varende schepen is verwaarloosbaar dus geen rekening mee gehouden;
- woonarken aangemeerd aan twee meerpalen.

4.2 Berekening windbelasting

De hoogste windbelasting op de woonarken en dus op de meerpalen zal optreden bij een zuidwestelijke wind. Conform de British Standard [ref. 1] kan de windbelasting worden opgesplitst in 3 verschillende kracht componenten. In de onderstaande afbeelding wordt de schematische windbelasting op de woonarken toegelicht.

Afbeelding 4.1 Schematische windbelasting op de woonarken conform de British Standard [ref. 1]



Voor de volledige onderbouwing van de berekening van de windbelasting op de woonarken wordt verwezen naar bijlage I.

4.3 Resultaten belasting op meerpalen

De meerpalen voor de woonarken worden uitgerust met een beugelsysteem die de woonark aan de meerpaal verbindt. Elke woonark wordt middels een beugel verboden aan twee meerpalen. Op basis van deze uitgangspunten en de windbelasting ontstaat op de meerpaal een horizontale kracht gelijk aan 21 kN (representatieve waarde). Voor de volledige onderbouwing van de berekening van de belasting op de meerpalen wordt verwezen naar bijlage I.

4.4 Conclusie toetsing

Uit de berekening blijkt dat de woonark door de wind een horizontale kracht op de meerpalen uitoefent gelijk aan 21 kN (representatieve waarde). Aan de hand van de inspectie rapporten [ref. 6 en 7] kan worden geconcludeerd dat de horizontale kracht op de paal aangrijpt op een hoogte van +0,0 m NAP. De bijbehorende maximale vervorming van de paalkop in de gebruiksfase is vast gesteld op 50 mm.

5 AANDACHTSPUNTEN EN AANBEVELINGEN

In de dit hoofdstuk worden de aandachtspunten en aanbevelingen met betrekking tot het geotechnisch ontwerp en inpassing van de meerpalen omschreven.

Uit de sonderingen [ref. 5] blijkt dat de bovenste grond lagen bestaat uit slappe lagen en dat de bovenkant van de eerste zandlaag rond - 12,5 m NAP begint. Dit betekent dat met het huidige paalpuntniveau van - 12,00 m NAP grotere vervormingen kunnen optreden dan de voorgeschreven, maximale vervorming van 50 mm.

Een tweede belangrijk aandachtspunt is dat de meerpalen dicht op de veiligheidsconstructies, in de damwandkas, worden geplaatst. Dit betekent dat de meerpaal in de passieve wig van de damwand wordt geplaatst, waar deze zijn weerstand opbouwt. Daarbij maakt ook de meerpaal gebruik van de grond tussen de damwand en de buispaal om zijn weerstand op te bouwen. Deze interactie kan leiden tot lokale effecten waar de damwand en de buispaal zijn weerstand niet kunnen opbouwen en dus grotere verplaatsingen kunnen optreden. Waarbij de mogelijkheid ontstaat dat de meerpaal en de damwand elkaar raken.

De gekozen uitvoeringstoleranties zijn kritisch (diameter paal en afmeting damwandkas). De meerpaal dient met een grote nauwkeurigheid in de damwandkas te worden geplaatst, waarbij ook nog het uitgangspunt is dat de damwand recht is geplaatst. Er is een groot risico dat het plaatsen van de meerpaal op de op tekening gekozen locatie niet mogelijk is, met als gevolg dat de woonarken verder de vaargeul in komen.



BIJLAGE: WIND BEREKENING WOONARK EN BELASTING OP MEERPAAL

Wind Force

Project: Meerpalen Waalseilandsgracht

Project code: 121855

Prepared by: ir. L. de Vito

Checked by: ir. I. Koevoets



Computation: Wind belasting op woonarken

Reference: BS-6349-1-22016

Description	Symbol	Unit	Value	Comment
-------------	--------	------	-------	---------

Ship data

Displacement	M_D	[t]	119	$Loa \cdot B \cdot D \cdot C_b$
Overall Length	L_{OA}	[m]	20.55	See TEK-001 Bestaande situatie 18082021
Length Between Perpendiculars	L_{PP}	[m]	20.55	See TEK-001 Bestaande situatie 18082021
Beam	B	[m]	5.80	See TEK-001 Bestaande situatie 18082021
Draft	D	[m]	1.00	Assumption
Freeboard (averaged over the L_{pp})	F	[m]	3.00	Assumption: height 3,0 m above water level
Longitudinal projected area (above water)	A_l	[m ²]	61.65	$Loa \cdot \text{freeboard}$
Lateral projected area (above water)	A_l	[m ²]	17.40	$B \cdot \text{freeboard}$
Block Coefficient	C_B	[-]	1.00	Assumption, not relevant for Wind Forces

Wind formula parameter

Density of air	ρ_A	[kg/m ³]	1.3096	air density at 0 °C
Design wind speed lateral	V_w	[m/s]	30.2	(10 min average characteristic wind speed at 10 m height in urban area according EC = 27 m/s) * (roughness factor = 0,67) * (inertia factor according SP ROM = 1,67)
Design wind speed longitudinal	V_w	[m/s]	30.2	Same as wind speed lateral
Forward transverse wind force coefficient	C_{tw_f}	[-]	2.90	wind force coefficients for typical ballasted container ship at 90 deg of wind off bow
Aft transverse wind force coefficient	C_{tw_a}	[-]	2.90	wind force coefficients for typical ballasted container ship at 90 deg of wind off bow
Longitudinal wind force coefficient	C_{lw}	[-]	0.40	wind force coefficients for typical ballasted container ship at 90 deg of wind off bow

Wind Forces

Forward transverse wind force	F_{tw_f}	[kN]	21	
Aft transverse wind force	F_{tw_a}	[kN]	21	
Total transverse wind force	F_{tw}	[kN]	43	
Longitudinal wind force	F_{lw}	[kN]	3	

Pile Force

Project: Meerpalen Waalseilandsgracht

Project code: 121855

Prepared by: ir. L. de Vito

Checked by: ir. I. Koevoets



Computation: Wind belasting op woonarken

Reference: BS-6349-1-22016

Description	Symbol	Unit	Value	Comment
-------------	--------	------	-------	---------

Forces

Transverse wind force	F _{tw}	kN	43	
Longitudinal wind force	F _{lw}	kN	3	
Transverse current force	F _{tc}	kN	0	
Longitudinal current force	F _{lc}	kN	0	
Wave force	F _w	kN	0	

Load Combination

Load combination factor	ψ_0	-	1.0	for wind force
Load combination factor	ψ_1	-	0	for current force
Load combination factor	ψ_2	-	0	for wave force
Characteristic total transverse force	F _{xk}	kN	43	
Estimate total transverse load on front half of the vessel	F _t	kN	43	100% due to vessel shape

Pile Force

Pile used to fix houseboat	n	-	2	
Line factor	-	-	1.0	
Characteristic pile force	F _{bk}	kN	21	