



SUBJECT:

ASG

DOCUMENT NUMBER

20240301 - FWB-PAALBEREKENING - 2204001

			Project Revisions	
Rev.	Datum	Omschrijving / Status	Opgesteld door	Goedgekeurd door
A00	2024-03-01	Voor commentaar		

INHOUDSOPGAVE :

1.	ALGEMEEN	3
1.1	INLEIDING.....	3
1.2	UITGANGSPUNTEN	4
1.2.1	<i>Gebruikte normen en richtlijnen.....</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Referentiegegevens.....</i>	<i>4</i>
1.2.3	<i>Materialen.....</i>	<i>5</i>
1.2.4	<i>Referentie documenten.....</i>	<i>5</i>
2.	PAALBELASTING.....	5
2.1	BEREKENING MAXIMALE PAALBELASTING	5
2.2	UITVOERING PAALFUNDATIE.....	6
2.3	SONDERING	6
3.	PAALPUNT BEREKENING	9
4.	CONCLUSIE	13

1. ALGEMEEN

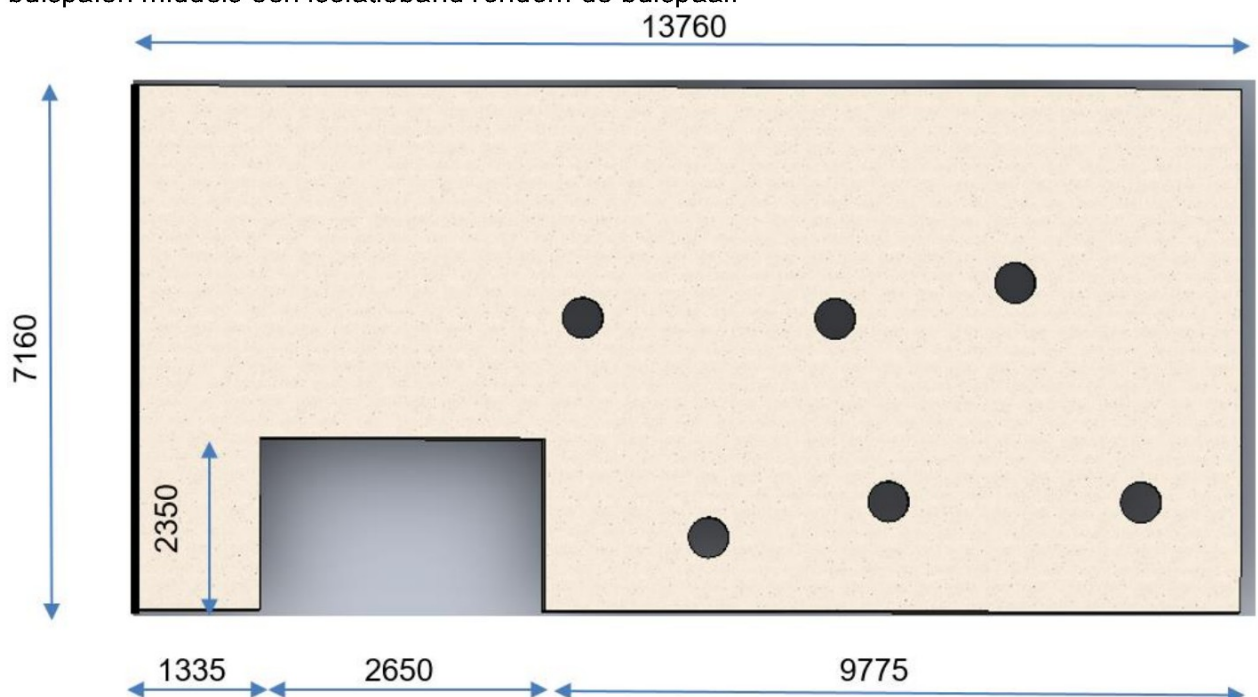
1.1 Inleiding

Dit document bevat de berekening van de paalfundatie voor de Kinext-units. Elke Kinext-unit wordt verticaal op 3 stalenbuispalen gefundeerd.

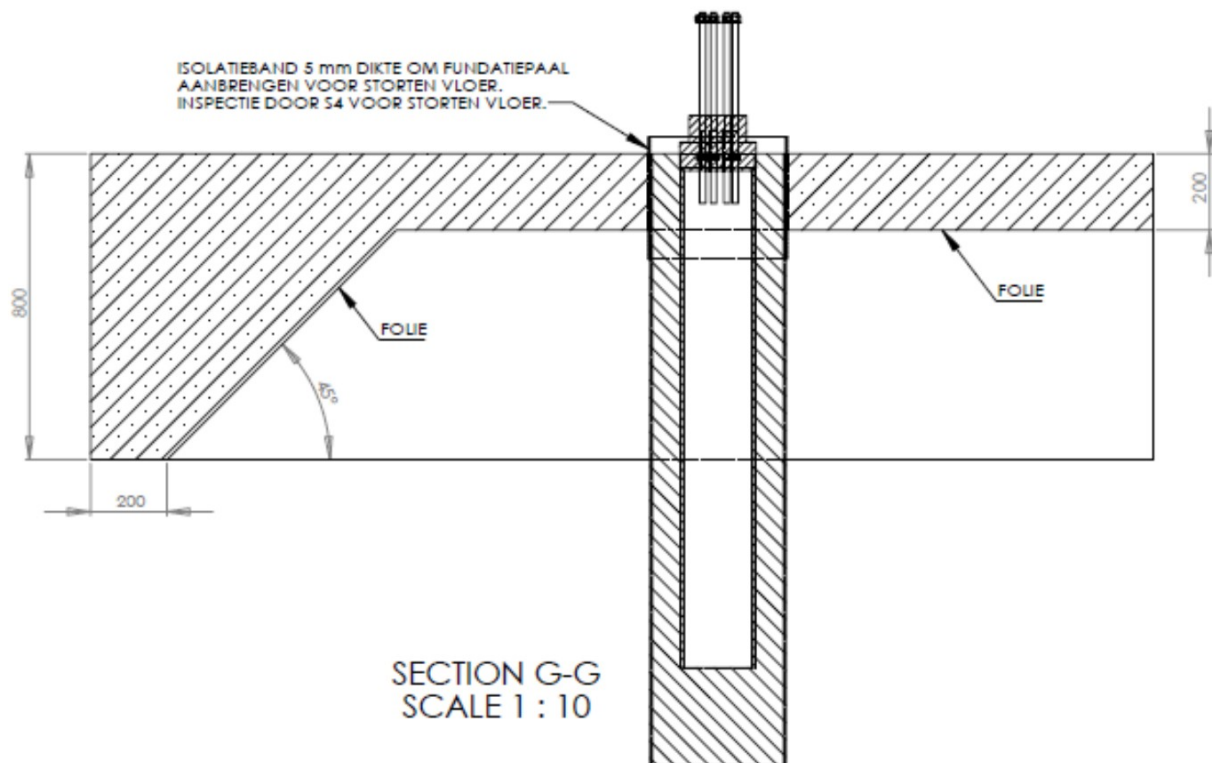
De drie palen per KINEXT-unit zullen enkel het verticale gewicht van de unit dragen. De betonvloer met vorstrand dient in geval van falen van de as van de unit als horizontale stootbumper voor de op dat moment in onbalans verkerende rotor en als fundatie van de canopy. De horizontale weerstand van de palen zal voor de berekening van de units in onbalans niet worden meegeteld.

Gekozen zal worden voor een stalenbuispaal met achterblijvende schacht, bijvoorbeeld van het type TUBEX. (Of gelijkwaardig.)

Tijdens de uitvoering zullen allereerst stalenbuispalen op diepte worden aangebracht. Na het boren van de stalenbuispalen met achterblijvende schacht, kan de fundatie van de gewapende vloerfundatie worden gestort. De vloerfundatie wordt los gehouden van de buispalen middels een isolatieband rondom de buispaal.



Na het aanbrengen van de stalenbuispaal zal deze eerst op de juiste hoogte worden afgewerkt. Hierna wordt een kleinere stalen buis met een einddop (Met behulp van een stalen driehoekig hulpframe als contramal.) in de schacht worden geplaatst om de ankerpunten van de KINEXT-unit precies op de juiste locatie en hoogte te fixeren. Na deze fixatie zal de schacht met beton gevuld worden.



1.2 Uitgangspunten

1.2.1 Gebruikte normen en richtlijnen

NEN-EN 1990	Grondslagen van het Ontwerp.
NEN-EN 1991	Belastingen op constructies.
NEN-EN 1992-reeks	Ontwerp en berekening van Betonconstructies.
NEN-EN 1993-reeks	Ontwerp en berekening van Staalconstructies.
NEN-EN 1997-reeks	Geotechnisch Ontwerp.

1.2.2 Referentiegegevens

Ontwerp levensduurklasse 2 → 20 jaar

Voor deze fundatie toegepast gevolgklasse CC1 en de betrouwbaarheidsklasse RC1 →
 $K_{fi} = 0,90$

(CC1 = Consequence Class 1 en RC1 = Reliability Classes 1)

Belasting factoren: (Partiele veiligheidsfactoren)	yf;g	yf;q	Ψ
ULS	1,10	1,35	-
ULS	1,20	1,35	Ψ_0
SLS	1,00	1,00	$\Psi_{1/2}$

Tabel NB.5 — Partiële factoren voor gevolgklassen 1 en 3 voor belastingen (STR/GEO) (groep B)

CC	Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
		Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
1	(Vgl. 6.10a)	$1,2 G_{k,j,sup}^a$	$0,9 G_{k,j,inf}$		$1,35 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	$1,1 G_{k,j,sup}^b$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,35 Q_{k,1}$		$1,35 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
3	(Vgl. 6.10a)	$1,5 G_{k,j,sup}^a$	$0,9 G_{k,j,inf}$		$1,65 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	$1,3 G_{k,j,sup}^b$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,65 Q_{k,1}$		$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011

Tabel NB.6 – A1.2(C) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep C)

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
(Vgl. 6.10)	$1,0 G_{k,j,sup}$	$1,0 G_{k,j,inf}$	$1,3 Q_{k,1}$		$1,3 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

1.2.3 Materialen

Betonkwaliteit : Constructiebeton C28/35
 Betonstaal : B500B
 Betondekking : C=30 mm.
 Milieuklasse : XC4 (Wisselend nat en droog)
 Staalkwaliteit: Constructie staal wals profielen S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 Bouten en moeren: Kwaliteit 8.8 – Gegalvaniseerd
 Haakankers : Kwaliteit 8.8 – Gegalvaniseerd.

1.2.4 Referentie documenten

De volgende documenten maken deel uit van deze berekeningen:

- Grondmechanisch onderzoek : Wiertsema & Partners Opdracht nummer : VN-77409-1 d.d. 10-12-2020 (Middenweg te Eemshaven)
- Tekening : ASG FWB KINEXT PALENPLAN.

2. PAALBELASTING

2.1 Berekening maximale paalbelasting

Het gewicht van een Kinext-unit bedraagt 137 kN (Rotor =47 kN en Casing =90 kN) Dit is een representatieve waarde, de rekenwaarde bedraagt : $1,2 * 137 = 165 \text{ kN}$

Bij een paalfundatie bestaande uit een drietal loodpalen zal de belasting per paal $165 / 3 = 55$ kN bedragen.

N.B.: Uit de paalpuntberekening verderop in dit document volgt een toelaatbare paalbelasting van $D=2059$ kN $\ll 55$ kN. De reden van dit grote verschil in paalbelasting ligt in het feit dat hier een stijve fundatie gecreeerd moest worden om de trillingen uit de KINEXT-units goed op te kunnen vangen. De toelaatbare paalpuntweerstand was in dit geval niet leidend.

Afhankelijk van de sondering resultaten terplaatse, kan een paalpuntniveau en een paaldiameter gekozen worden. In het geval van de Eemshaven is aan de hand van de sonderingen besloten tot een inboor diepte van -12,50 meter NAP

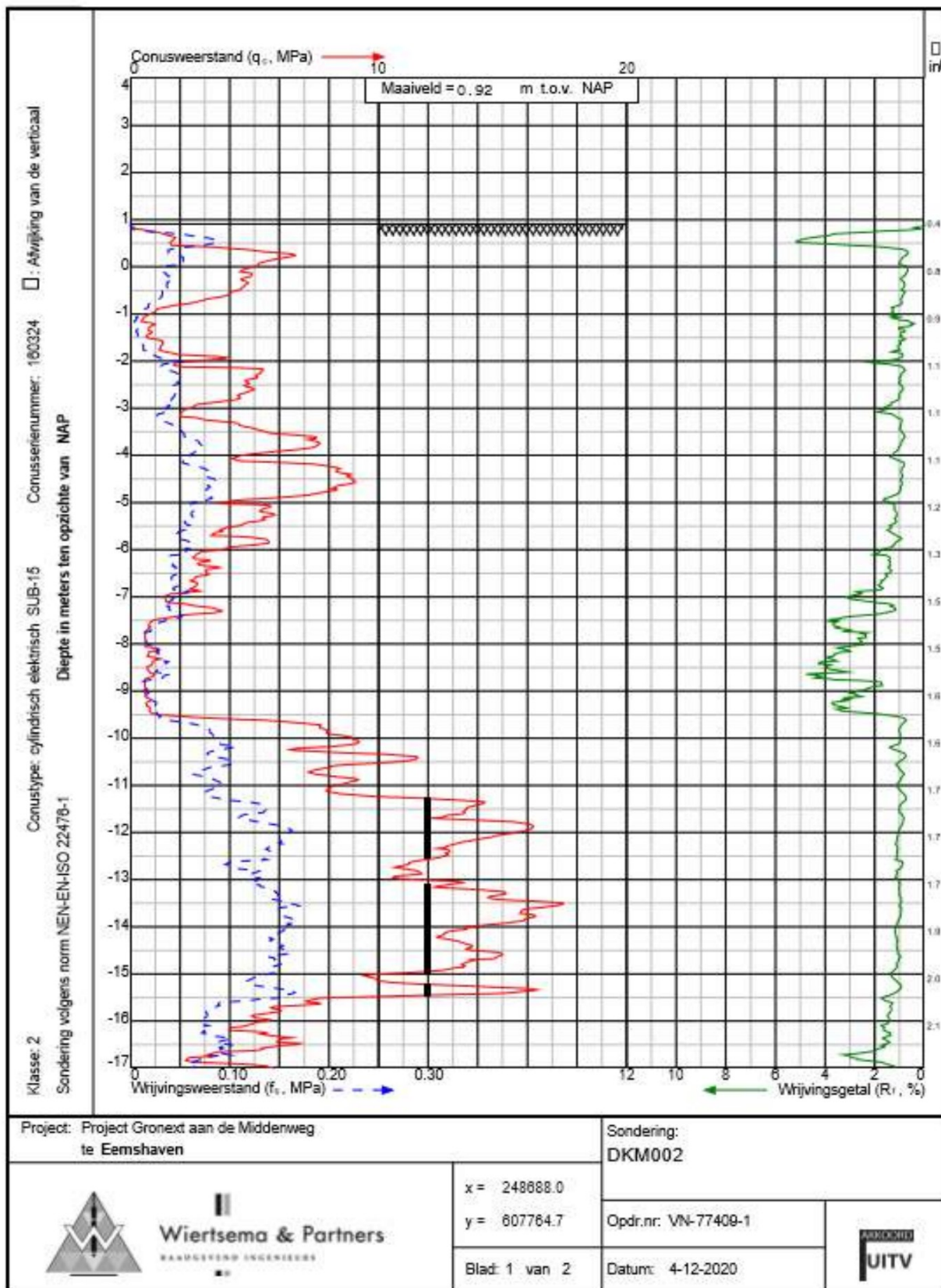
2.2 Uitvoering paalfundatie

Gekozen zal worden voor een stalenbuispaal met achterblijvende schacht, van het type TUBEX. (Of gelijkwaardig) Na het aanbrengen van de paal zal eerst een stalen hulpframe gemonteerd worden om later de KINEXT-unit precies op zijn locatie te kunnen fixeren. Na deze fixatie zal de achtergebleven schacht met beton gevuld worden.

2.3 Sondering

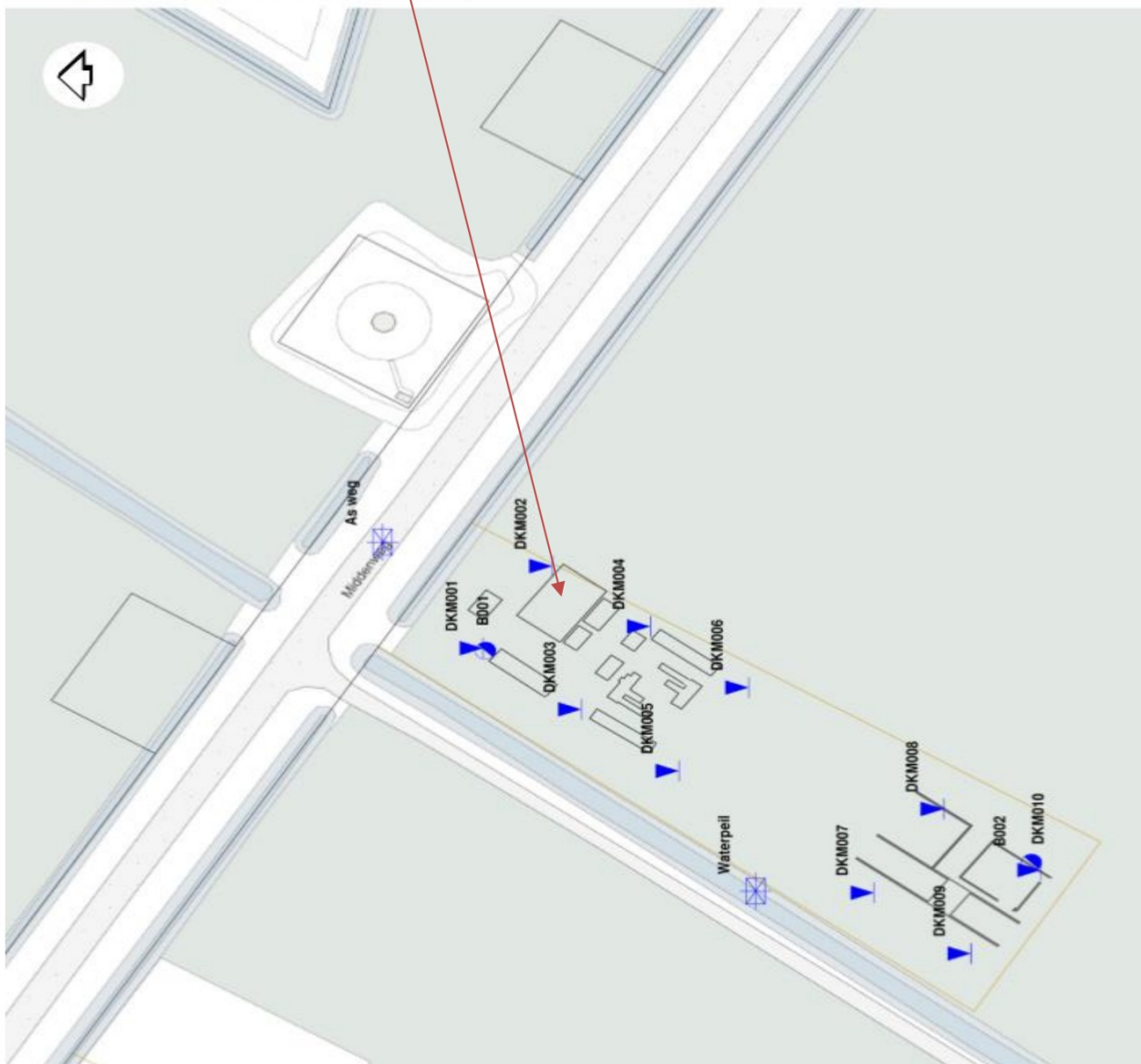
Voor de sonderingen op de locatie te Eemshaven wordt verwezen naar het Geotechnisch onderzoek uitgevoerd door Wiertsema & Partners-Raadgevend ingenieurs.
Rapport nr.: VN-77409-1 d.d 10 december 2020

Voor een overzicht van de locaties van de sonderingen en grondboring : Zie volgende pagina.



Locatie KINEXT (Nabij DKM002)

Type	Uitvoering			
	DKM (Kleefmeting)	B (Handboring bij sondering)	Hoogtemeting	
Naam	X (m)	Y (m)	Z (m NAP)	
DKM001	248671.8	607776.0	0.96	
DKM002	248688.0	607764.7	0.92	
DKM003	248659.6	607760.0	0.84	
DKM004	248676.1	607748.6	0.88	
DKM005	248647.5	607744.0	0.89	
DKM006	248664.0	607732.6	0.88	
DKM007	248623.3	607712.1	0.89	
DKM008	248639.9	607700.7	0.86	
DKM009	248611.3	607696.2	0.86	
DKM010	248627.8	607684.8	0.86	
B001	248671.2	607775.7	0.96	
B002	248629.2	607686.4	0.85	
As weg	248692.8	607792.4	1.30	
Waterpeil	248623.7	607731.4	-0.20	





3. BEREKENING

Bepaling draagvermogen van funderingspalen overeenkomstig NEN 6743; grenstoestand 1B					
Werk:	GRONEXT	Eemshaven	13-mrt-22	5:13:28 PM	
Sonderingnummer:	DKM002		Bijlage nr. 1		
Onderdeel:	Paal fundering		Document		
Maaiveldniveau		1,00 m NAP	(n*0.250 kiezen)		
Paalpuntniveau		-12,50 m NAP	(n*0.250 kiezen)		
Paaldoorsnede	Ds =	559,00 mm	(Vierkant/rond)		
Aeq. paaldoorsnede		559,00 mm	(Rond)		
Puntdoorsnede	Dpu =	660,00 mm	(Vierkant/rond)		
Aeq. puntdoorsnede		660,00 mm	(Rond)		
Puntlengte	Hpu =	0,00 mm	(Verzwaring)		
Bovenbelasting		0,50 kN/m2	(1,2,3,....)		
Niveau grondwater		-0,75 m NAP	(n*0.250 kiezen)		
Negatieve kleef]->	kies traject	: van 1,00 tot -9,00 m NAP		
Positieve kleef]->	kies traject	: van -9,00 tot -16,00 m NAP		
(8*D)=	5,280 m]->	traject III	: van -7,00 tot -12,50 m NAP		
(4*D)=	2,640 m]->	traject I/II	: van -12,50 tot -15,25 m NAP		
(3*D)=	1,980 m]->	traject I/II	: van -12,50 tot -14,50 m NAP		
(2*D)=	1,320 m]->	traject I/II	: van -12,50 tot -14,00 m NAP		
(1*D)=	0,660 m]->	traject I/II	: van -12,50 tot -13,25 m NAP		
(Dpu ²)/(Ds ²)		1,4	(Verzwaring)		
(Hpu/Dpu)		0,0	(Verzwaring)		
Reduktiefactor paalvoetvorm (NEN pag. 10)			---->	B = 1,00	
Sonderingen N =	10 st	Aantal palen (geschat)		M = 6 st	
Reduktiefactor ξ voor niet stijf werk				ξ = 0,89	
Materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3.	druk :	γ _m = 1,25			
	trek :	γ _m = 1,40			
SOORT PAAL				ONZEKERHEIDSFAKTOR	
Houten paal (taps toelopend)			1	PAALTYPE	9
Prefab betonpalen geheid			2	α _p =	0,630
Prefab betonpalen getrild			3		
In de grond gevormd :	Geheid en teruggeheid getrokken		4		
	Geheid, casing achterblijvend		5		
	Getrild en teruggetrild getrokken		6		
	Getrild, casing achterblijvend		7	Positieve kleef	
	Geschroefd, casing teruggewonnen		8	(NEN 6743 bij zandgrond)	
	Geschroefd, casing achterblijvend		9	α _s =	0,010
	Geschroefd, met grout-injectie		10	Binnenmanteloppervlak bij open	
	Geschroefd zonder grout		11	buispalen met 50 % gereduceerd	
Stalen buispalen :	Met gesloten punt, geheid of getrild		12		
	Gepulst, punt gevuld met beton		13	δ _{rup} =	0,500 * φ _{rup}
	Open paal met wanddikte [mm] -		14		
Stalen - profielen :	Geheid of getrild met puntopp. [m2] -		15	Type zakkingslijn	1
Betonmortel-schroefpalen (avegaarpalen)			16	Grondverdringingfac.	2
Boorpalen			17	Grondverdringing :	Grote
			18		
GRONDCONSTANTEN	#	φ _o	γ _{bw} [kN/m3]	γ _{ow} [kN/m3]	
KLEI/VEEN	zeer slap A	15,0	13,0	3,0	
KLEI/VEEN	slap B	15,0	13,5	3,5	
KLEI/VEEN	matig vast C	15,0	14,0	4,0	
ZAND	lage dichtheid D	20,0	17,0	9,5	
ZAND	matige dichtheid E	30,0	18,0	10,0	
ZAND	grote dichtheid F	33,0	19,0	10,5	
ZAND	hoge dichtheid G	35,0	20,0	11,0	
			KOPPEJAN:		KLEEF:
			I II III	pos	neg
	traject: 1*D		11,50 9,50 8,52	1190,9	248,4
			gem. gem. gem.	som	som
Resultaten berekening :					
Puntweerstand pg	9,51	MN/m2	Oppervlakte punt	0,342	m2
Ppu=Apu*Beta*Alfa p, Apu =	2050	kN	Oppervl. buitenwand per 0,25 m	0,439	m2
Pp	1191	kN	Oppervl. binnenwand per 0,25 m	0,000	m2
Pn	248	kN	Tot. oppervl. voor Pp per 0,25 m	0,439	m2
MAXIMALE DRAAGKRACHT = REKENWAARDE DRAAGKRACHT			DRUK =	2059	kN
			TREK =	757	kN



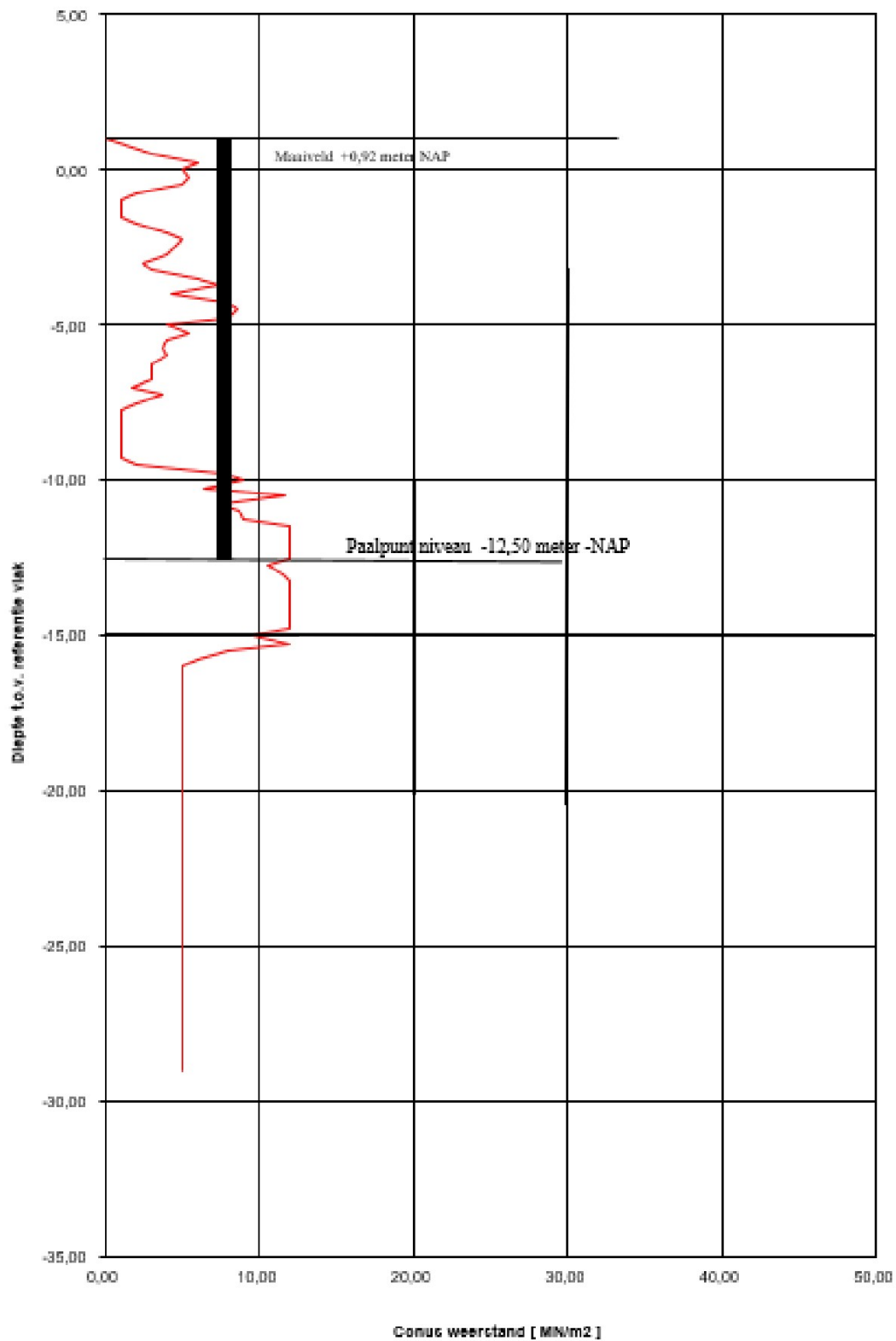
Bepaling draagvermogen van funderingspalen overeenkomstig NEN 6743: grenstoestand 1B

13-mrt-22 5:13:28 PM

Werk: **GRONEXT Eemshaven** Bijlage nr. 1
 Bonderingsnummer: **DKM002** Document
 Onderdeel: **Paal fundering**

Niveau NAP/MV	Conus MN/m2	#	Variabelen:			Berek. vgs. Koppejan			Σ-w: kN/m2	Kleef pos	Kleef neg
			γ(eff)	Kotang(δ)	i	II	III				
1,000	0,00							0,50			
0,750	1,75	D	17,0	0,25	0,00	0,00	0,00	4,75	0,00	0,29	
0,500	3,00	D	17,0	0,25	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,75	
0,250	6,00	E	18,0	0,25	0,00	0,00	0,00	13,50	0,00	1,23	
0,000	5,00	D	17,0	0,25	0,00	0,00	0,00	17,75	0,00	1,71	
-0,250	5,50	E	18,0	0,25	0,00	0,00	0,00	22,25	0,00	2,20	
-0,500	5,00	D	17,0	0,25	0,00	0,00	0,00	26,50	0,00	2,68	
-0,750	2,00	D	17,0	0,25	0,00	0,00	0,00	30,75	0,00	3,14	
-1,000	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	0,00	31,63	0,00	3,42	
-1,250	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	0,00	32,50	0,00	3,52	
-1,500	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	0,00	33,38	0,00	3,62	
-1,750	2,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	35,75	0,00	3,79	
-2,000	4,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	38,13	0,00	4,05	
-2,250	5,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	40,50	0,00	4,31	
-2,500	4,50	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	42,88	0,00	4,58	
-2,750	4,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	45,25	0,00	4,84	
-3,000	2,50	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	47,63	0,00	5,10	
-3,250	3,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	5,36	
-3,500	6,00	E	10,0	0,25	0,00	0,00	0,00	52,50	0,00	5,63	
-3,750	7,50	E	10,0	0,25	0,00	0,00	0,00	55,00	0,00	5,90	
-4,000	4,25	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	57,38	0,00	6,17	
-4,250	8,00	E	10,0	0,25	0,00	0,00	0,00	59,88	0,00	6,43	
-4,500	8,50	E	10,0	0,25	0,00	0,00	0,00	62,38	0,00	6,71	
-4,750	8,00	E	10,0	0,25	0,00	0,00	0,00	64,88	0,00	6,98	
-5,000	4,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	67,25	0,00	7,25	
-5,250	5,50	E	10,0	0,25	0,00	0,00	0,00	69,75	0,00	7,52	
-5,500	4,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	72,13	0,00	7,79	
-5,750	3,75	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	74,50	0,00	8,05	
-6,000	4,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	76,88	0,00	8,31	
-6,250	3,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	79,25	0,00	8,57	
-6,500	3,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	81,63	0,00	8,83	
-6,750	3,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	0,00	84,00	0,00	9,09	
-7,000	1,75	D	9,5	0,25	0,00	0,00	1,00	86,38	0,00	9,35	
-7,250	3,75	D	9,5	0,25	0,00	0,00	1,00	88,75	0,00	9,61	
-7,500	2,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	1,00	91,13	0,00	9,87	
-7,750	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	1,00	92,00	0,00	10,05	
-8,000	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	1,00	92,88	0,00	10,15	
-8,250	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	1,00	93,75	0,00	10,24	
-8,500	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	1,00	94,63	0,00	10,34	
-8,750	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	1,00	95,50	0,00	10,43	
-9,000	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	1,00	96,38	0,00	10,53	
-9,250	1,00	B	3,5	0,25	0,00	0,00	1,00	97,25	10,98	0,00	
-9,500	2,00	D	9,5	0,25	0,00	0,00	2,00	99,63	8,78	0,00	
-9,750	7,75	E	10,0	0,25	0,00	0,00	6,50	102,13	34,03	0,00	
-10,000	9,00	E	10,0	0,25	0,00	0,00	6,50	104,63	39,51	0,00	
-10,250	6,50	E	10,0	0,25	0,00	0,00	6,50	107,13	28,54	0,00	
-10,500	11,75	F	10,5	0,25	0,00	0,00	7,50	109,75	51,59	0,00	
-10,750	7,50	E	10,0	0,25	0,00	0,00	7,50	112,25	32,93	0,00	
-11,000	8,75	E	10,0	0,25	0,00	0,00	8,75	114,75	38,42	0,00	
-11,250	9,00	E	10,0	0,25	0,00	0,00	9,00	117,25	39,51	0,00	
-11,500	12,00	F	10,5	0,25	0,00	0,00	9,50	119,88	52,68	0,00	
-11,750	12,00	F	10,5	0,25	0,00	0,00	9,50	122,50	52,68	0,00	
-12,000	12,00	F	10,5	0,25	0,00	0,00	9,50	125,13	52,68	0,00	
-12,250	12,00	F	10,5	0,25	0,00	0,00	9,50	127,75	52,68	0,00	
-12,500	12,00	F	10,5	0,25	12,00	9,50	0,00	130,38	52,68	0,00	
-12,750	10,50	F	10,5	0,25	10,50	9,50	0,00	133,00	46,10	0,00	
-13,000	11,50	F	10,5	0,25	11,50	9,50	0,00	135,63	50,49	0,00	
-13,250	12,00	F	10,5	0,25	12,00	9,50	0,00	138,25	52,68	0,00	
-13,500	12,00	F	10,5	0,25	12,00	9,50	0,00	140,88	52,68	0,00	
-13,750	12,00	F	10,5	0,25	12,00	9,50	0,00	143,50	52,68	0,00	
-14,000	12,00	F	10,5	0,25	12,00	9,50	0,00	146,13	52,68	0,00	
-14,250	12,00	F	10,5	0,25	12,00	9,50	0,00	148,75	52,68	0,00	

Sondeer-diagram



Bepaling draagvermogen van funderingspalen overeenkomstig NEN 6743; grenstoestand 1B

13-mrt-22 5:13:28 PM

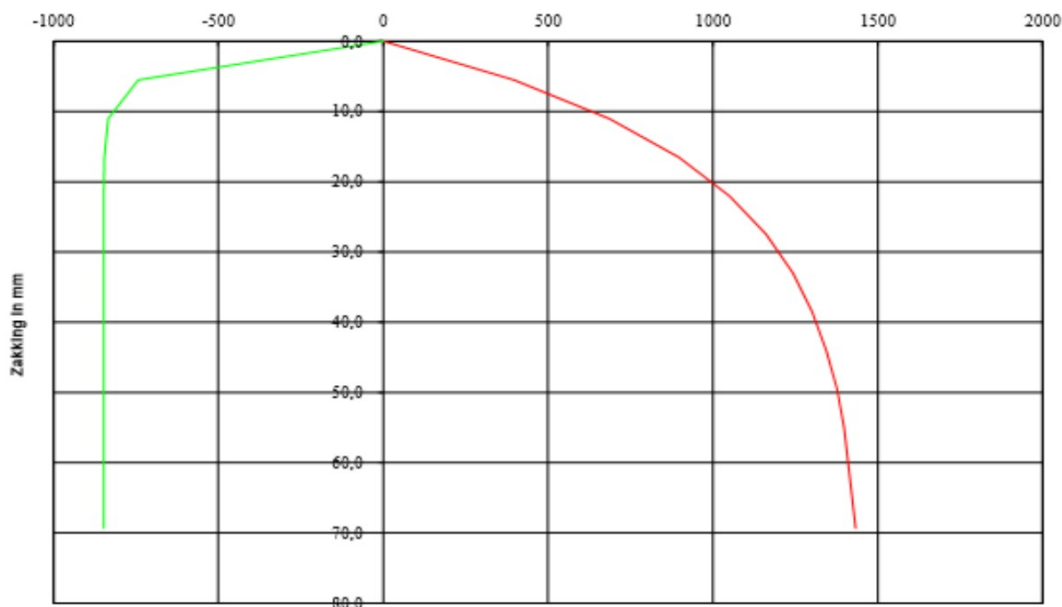
 Werk: **GRONEXT Eemshaven**
 Sonderingnummer: **DKM002**
 Onderdeel: **Paal fundering**
Bijlage nr. 1
Document
Bepaling paalkopzakking volgens NEN 6743
Grenstoestand 1 B; Materiaal factor = 1,25

	Max [kN]	Fr,max;rep [kN]	Fr,max;d [kN]
Punt draagvermogen	2049,83	1824,35	1459,48
Schacht draagvermogen	1190,89	1059,89	847,91
Max. draagvermogen	Fr,tot; 3240,72	2884,24	2307,39

Maaiveldniveau	1,00	[m]	Paallengte totaal	13,50	[m]
Paalpuntniveau	-12,50	[m]	Traject pos. kleef	3,50	[m]
Pos. kleef vanaf niveau	-9,00	[m]	Fictieve paallengte	12,86	[m]
Zpunt= % * Voet	10,5	% -->	Eindwaarde zakking in tabel	55,0	[mm]
Zschacht				10,5	[mm]
Elasticiteitsmod. paal (x 10 ⁹)	20,0	[KN/m2]	Oppervlakte drsn. paal	0,3421	[m2]

Zakking Totaal [mm]	Zakking Punt [mm]	Zakking Elastisch [mm]	Perc. punt [%]	Perc. pos.kl. [%]	Fr;punt [kN]	Fr;schft [kN]	Totale belasting Fs;tot;d [kN]	Negat. kleef Fs;nk;d [kN]	Belasting constr. Fs;d [kN]
0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	248,4	
7,2	5,5	1,7	27,20	87,70	397,0	743,6	1140,6	248,4	892,2
13,4	11,0	2,4	47,00	98,49	686,0	835,1	1521,1	248,4	1272,7
19,3	16,5	2,8	61,42	99,81	896,4	846,3	1742,7	248,4	1494,3
25,1	22,0	3,1	71,91	99,98	1049,5	847,7	1897,3	248,4	1648,9
30,8	27,5	3,3	79,55	100,00	1181,0	847,9	2008,9	248,4	1760,6
36,5	33,0	3,5	85,11	100,00	1242,2	847,9	2090,1	248,4	1841,8
42,1	38,5	3,6	89,16	100,00	1301,3	847,9	2149,2	248,4	1900,9
47,7	44,0	3,7	92,11	100,00	1344,3	847,9	2192,3	248,4	1943,9
53,2	49,5	3,7	94,26	100,00	1375,7	847,9	2223,6	248,4	1975,2
58,8	55,0	3,8	95,82	100,00	1398,5	847,9	2246,4	248,4	1998,0
73,1	69,3	3,8	98,17	100,00	1432,7	847,9	2280,7	248,4	2032,3

Last-zakkings diagram

 Fr;schacht;d (neg) <-- --> Fr;punt;d (pos)
 waarden in kN




4. CONCLUSIE

In voorgaand document is de berekening voor een Kinext-unit op palen gefundeerd uitgewerkt. Per KINEXT-unit worden drie stalenbuispalen met een PPN (Paal Punt Niveau) van -12,50 meter NAP en een uitwendige diameter van 559 mm. en een punt diameter van 660 mm.