

Industrieweg 14^a
8861 VH Harlingen
0517 533011
info@adonin.nl

Berekening prefab keermuur Willem Barentzkade

Projectnummer: 20227.00216-VO-BER-02
Onderdeel: Berekening prefab keermuur
Status: Ter Controle

INTERN CONCEPT

Opdrachtgever:

Gemeente Terschelling
Burg. V. Heusdenweg 10a
8880 AA West-Terschelling

Adonin B.V.

Industrieweg 14^a
8861 VH HARLINGEN
Tel: 0517-533011
Email: info@adonin.nl

Datum	Revisie nummer	Rapportage	Controle
27-6-2023	0.2	ing. M. Hettinga	ir. J.J. Altenburg



Documenthistorie

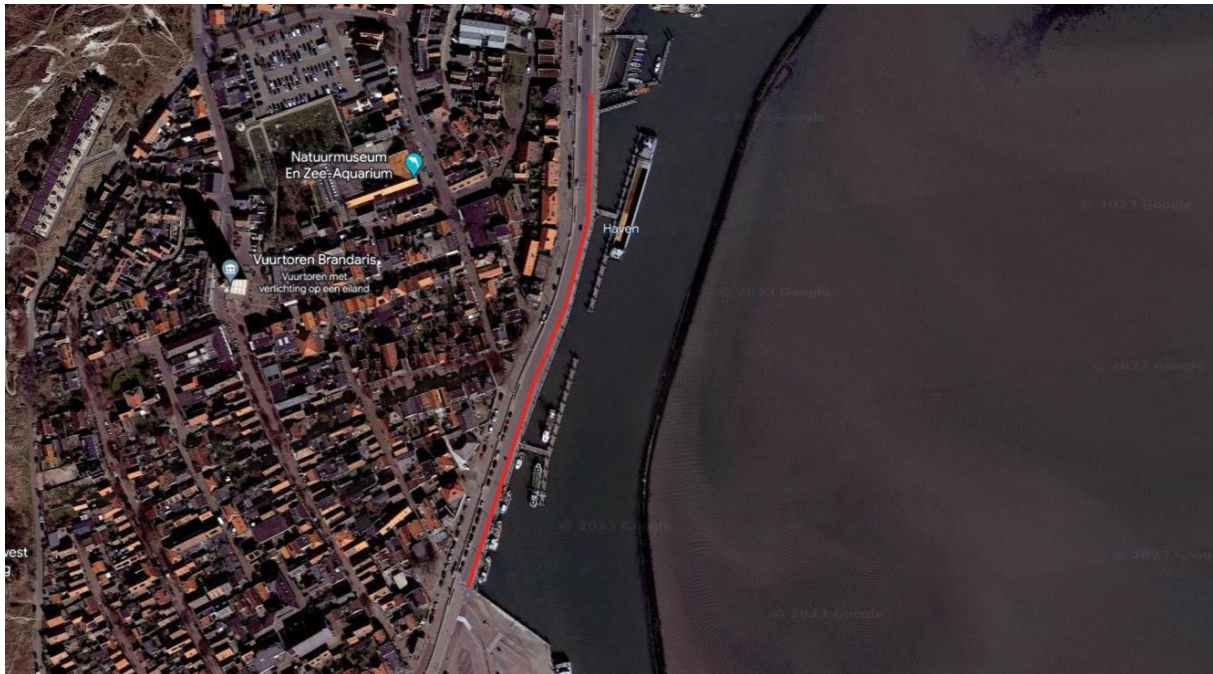
Revisie	Datum	Wijziging
0.1	24 mei 2023	Interne controle
0.2	27 juni 2023	Opmerkingen interne controle verwerkt Afronden VO fase

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1.	Basisinformatie.....	4
1.2.	Normen en software	5
1.2.1.	Normen	5
1.2.2.	Software	5
1.2.3.	Richtlijnen.....	5
2.	Constructieve opbouw	6
2.1.	Samenvatting van de resultaten	6
2.2.	Op staal of op palen? keuze funderswijze.....	6
2.3.	Materiaalgegevens.....	7
2.3.1.	Beton	7
2.3.2.	Wapening	7
2.3.3.	Hout.....	7
2.3.5.	Grond	8
2.3.6.	Waterstanden	8
3.	Belastingen	9
3.1.	Partiële factoren	9
3.2.	Permanente belastingen	10
3.2.1.	Soortelijke gewichten	10
3.2.2.	Grond- en waterdruk	10
3.3.	Veranderlijke belasting	10
3.4.	Verplaatsingen	10
4.	Berekening keerwand	11
4.1.	Schematisatie.....	11
4.2.	Belastingen	13
4.2.1.	Gronddrukken	13
4.2.2.	Horizontale belastingen	13
4.2.3.	Verticale belastingen	14
4.3.	Resultaten	15
4.4.	Paal draagvermogen.....	16
4.4.1.	Horizontaal	16
4.4.2.	Verticaal	18
5.	Kwelweg.....	19

1. Inleiding

Gemeente Terschelling wil de Willem Barentzkade herinrichten. Onderdeel van de herinrichting is het verplaatsen van de bestaande rijbaan, en het aanbrengen van een nieuwe keermuur als waterkering. Adonin verzorgt in opdracht van Gemeente Terschelling in onderhavig rapport de berekening van de prefab keermuur.



figuur 1 Situatie Willem Barentzkade

1.1. Basisinformatie

Tekeningen:

- Reconstructie Willem Barentszkade (verm. 1981) B4-31-00-63-81.148-112 d.d. *onbekend*;
- Aanleg kade zuider havenkom doc. 22827 / 23364 d.d. 1936
- Aanleg kade midden havenkom zuidzijde doc. 23359 d.d. 1937
- Midden havenkom doc. 22820 d.d. 1938;
- Midden havenkom noordzijde doc. 22687
- Midden en Noordelijke havenkom doc 22187 en doc 22775 d.d. 1952/1953;

Sonderingen:

- Haitjema bv sonderingnr. 104, damwand haven Terschelling
- Koops Grondmechanica. 2020-1007 dd. 28 mei 2021

Documenten:

- Adonin AD.167.039 herberekening bestaande damwand dd. 05-04-2018 [REF 1]
- Adonin AD.217.006-04 herberekening bestaande damwand herinrichting kade dd. 07-07-2021 [REF 2]

1.2. Normen en software

1.2.1. Normen

- NEN-EN 1990 Grondslagen;
- NEN-EN 1991 Belastingen;
- NEN-EN 1992 Beton;
- NEN-EN 1993 Staal;
- NEN-EN 1994 Staalbeton;
- NEN-EN 1995 Hout;
- NEN-EN 1997 Geotechniek;
- NEN-EN 9997 Geotechniek.

Adonin werkt met normen via BRISwarenhuis. De gehanteerde norm is de meest recente ten tijde van uitgave 1^e versie van onderhavige rapportage.

1.2.2. Software

- Microsoft Word;
- Microsoft Excel;
- TS-Raamwerken*;
- TS-Paalfunderingen*.

* Zie de berekeningsbijlagen voor de gehanteerde versies.

1.2.3. Richtlijnen

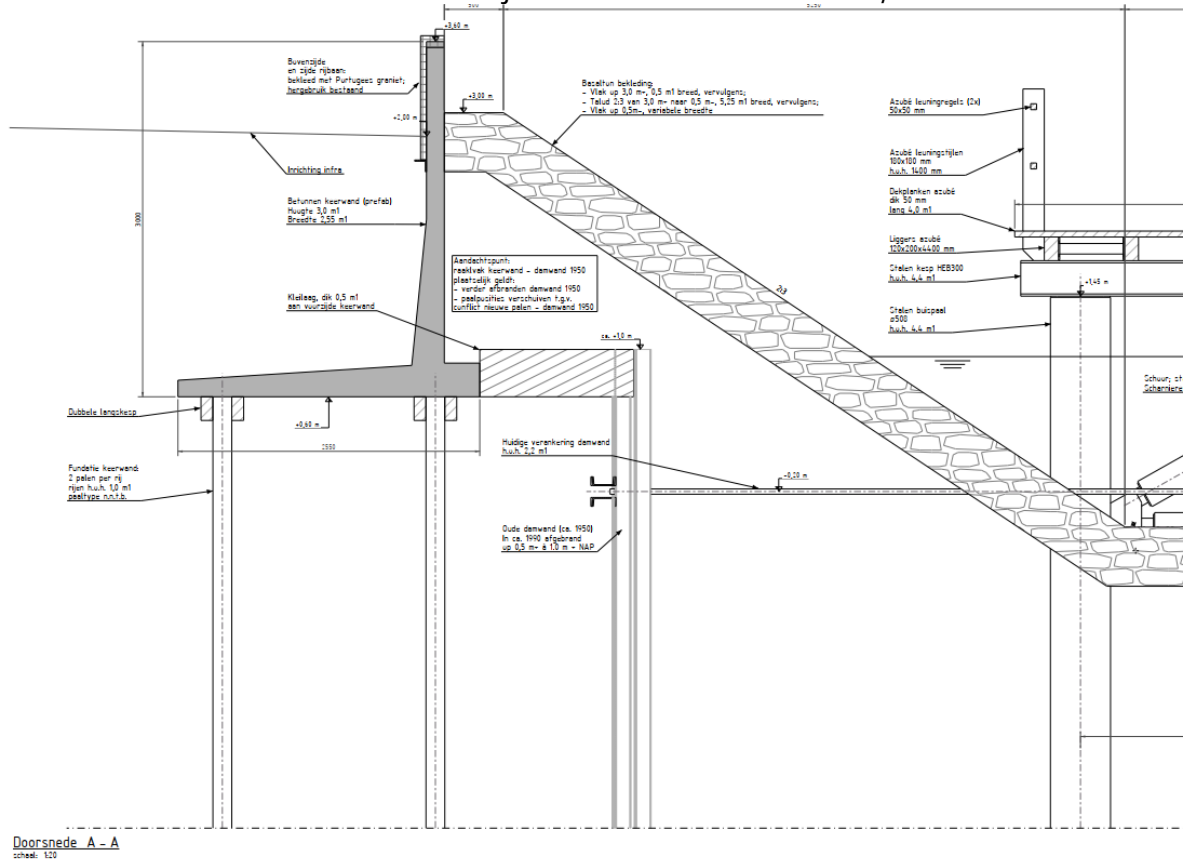
- CUR Bouw & Infra. (2012). *166 damwandconstructies 6^e herziene druk, deel 1 en 2;*

2. Constructieve opbouw

2.1. Samenvatting van de resultaten

Resultaten van de berekening zijn hieronder opgesomd:

- Prefab Keerwand h=3,0m
- Paalfundatie prefab betonpalen + betonnen kespen
- Kies aanvullend met klei aan beide zijde L wand ter voorkomen kwel / zandvoerende wellen.



Doorsnede A - A
constr. 125

figuur 2 Constructieve opbouw

2.2. Op staal of op palen? keuze funderswijze

Er is onderzocht of de keerwand op staal gefundeerd kan worden. Hierbij kwamen de volgende bezwaren aan het licht.

- Uitgangspunt is dat maximale hoogte keerwand 3m is om raakvlakken met bestaande damwand / ankerstaven in de ondergrond te voorkomen.
- Aandachtspunt bij Lwand is kwel door waterstandverschillen. Hierdoor zouden zandvoerende wellen kunnen ontstaan die stabiliteit Lwand ondermijnen.
- Door talud, in combinatie met beperkingen hoogte is er onvoldoende tekendruk aan de zijde van de kade te mobiliseren om afschuiven L-wand tegen te gaan. Deze zou dan moeten worden verankerd, of worden gekoppeld aan bestaande ankerscherm.
- Positie bestaande ankerscherm verloopt sterk vanaf de kade waardoor koppeling Lwand met ankerscherm op veel posities onhaalbaar is.
- Kies fundatie op betonnen palen. houten palen zijn vanwege levensduur niet haalbaar daar Lwand zich boven waterstand bevindt en palen dan beperkte levensduur hebben.

2.3. Materiaalgegevens

2.3.1. Beton

Materiaaleigenschappen

De materiaaleigenschappen van de diverse sterkteklassen voor beton worden toegepast volgens NEN-EN 1992-1-1.

Betonkwaliteit	f_{ck} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	E_{cm} [N/mm ²]
C20/25	20	13,3	1,03	2,21	30.000
C30/37	30	20,0	1,35	2,90	33.000

tabel 1 Betonsterkte klasse

Milieuklasse XC4, XD3, XF4

Betondekking 45 mm

Maximale scheurwijdte 0,2 mm

NEN-EN 1992-1-1

NEN-EN 1992-1-1 tabel 7.1N

2.3.2. Wapening

Materiaaleigenschappen

De materiaaleigenschappen van de diverse staalsoorten voor betonstaal en voorspanstaal worden toegepast volgens NEN-EN 1992-1-1.

Betonstaal	f_{yk} [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]
B500B	500	435	200.000

tabel 2 Betonstaal kwaliteit

2.3.3. Hout

De materiaaleigenschappen van de diverse sterkteklassen voor hout worden toegepast volgens NEN-EN 1995-1-1 en NEN-EN 338.

Belastingsduurklasse:	§2.3.1.2. Zeer kort bij aanvaring
Klimaatklasse	III §2.3.1.2. Middellang, opgelegde vloerbelastingen
	§2.3.1.3. Relatieve vochtigheid hoger dan 85%
k_{mod}	0,90 (aanvaring, klasse III en buiging tabel 3.1)
k_{mod}	0,65 (middellang, klasse III en buiging tabel 3.1)
γ_m	1,0 (gezaagd hout, buitengewone combinaties)
γ_m	1,3 (gezaagd hout, zie ook art 3.2 punt (3))

Azobé D50

$$f_{u;d} = f_{rep} \times k_{mod} \times k_h / \gamma_m \quad E_d = E_{mean} / \gamma_m$$

Middellang belasting / opgelegde vloerbelasting

	Representatief	Rekenwaarde
Buigsterkte	$f_{m;k}$ 50 N/mm ²	$f_{m;d}$ 25,0 N/mm ²
Treksterkte	$f_{t;0;k}$ 30 N/mm ²	$f_{t;0;d}$ 15,0 N/mm ²
Druksterkte volgens verzelrichting	$f_{c;0;k}$ 29 N/mm ²	$f_{c;0;d}$ 14,5 N/mm ²
Paneel afschuifsterkte	$f_{v;0;k}$ 4,0 N/mm ²	$f_{v;0;d}$ 2,0 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	E_k 14000 N/mm ²	

2.3.5. Grond

Op basis van het grondonderzoek, is in combinatie met tabel 2.b. van NEN-EN 1997 onderstaande maatgevende bodembeschrijvingen opgesteld. Gezien het feit dat sondering 10 sterk afwijkt, is het project is opgedeeld in 2 geotechnische profielen.



figuur 3 Locatie geotechnische profielen

Locatie		Grondsoort	Grondgewicht		Sterkte		Delta	Bedding	
van	tot		γ_{dr}	γ_{sat}	c'	ϕ	δ	$K_{h,1}$	$k_{h,2}$
2,50	1,50	Zand, Schoon, matig	18	20	0	32,5	0,67	10000	22500
1,50	-0,50	Zand, zwak siltig kleiig	18	20	0	27,5	0,67	4000	9000
-0,50	-1,50	Klei, zwak humeus, matig	15	15	2	17,5	0,50	800	1800
-1,50	-3,50	Zand, Schoon, matig	18	20	0	32,5	0,67	10000	22500
-3,50	-6,00	Zand, sterk siltig kleiig	18	20	0	25	0,67	3000	6750
-6,00	-8,00	Zand, Schoon, matig	18	20	0	32,5	0,67	10000	22500
-8,00	-10,50	Zand, zwak siltig kleiig	18	20	0	27,5	0,67	4000	9000
-10,50	-----	Zand, Schoon, vast	19	21	0	35	0,67	20000	45000

tabel 3 Bodembeschrijving profiel 1 / DKM 6/9/HB05

Locatie		Grondsoort	Grondgewicht		Sterkte		Delta	Bedding	
van	tot		γ_{dr}	γ_{sat}	c'	ϕ	δ	$K_{h,1}$	$k_{h,2}$
2,50	-0,50	Zand, Schoon, matig	18	20	0	32,5	0,67	10000	22500
-0,50	-3,00	Zand, los	17	19	0	30	0,67	6000	13500
-3,00	-5,00	Klei, zwak humeus, slap	13	13	0	15	0,50	500	1125
-5,00	-6,00	Zand, sterk siltig kleiig	18	20	0	25	0,67	3000	6750
-6,00	-9,00	Zand, Schoon, matig	18	20	0	32,5	0,67	10000	22500
-9,00	-10,50	Zand, zwak siltig kleiig	18	20	0	27,5	0,67	4000	9000
-10,50	-----	Zand, Schoon, vast	19	21	0	35	0,67	20000	45000

tabel 4 Bodembeschrijving profiel 2 / DKM 10 /12

2.3.6. Waterstanden

3. Belastingen

3.1. Partiële factoren

Conform NEN-EN1990

	Bruggen
CC3	Bruggen in en over hoofdwegen, hoofdvaarwegen en landelijke spoorwegen. Dit betreft bruggen: • in en over de hoofdinfrastructuur of over hoofdvaarwegen met intensieve industriële (zee)vaart of • waarbij het instorten maatschappij ontwrichtende gevolgen heeft; • met extreem risico op grote maatschappelijke of letselschade.
CC2	Bruggen die niet zijn ingedeeld in CC 1 of CC 3
CC1	Bruggen waarvoor gedurende de gehele ontwerplevensduur geldt: • de brug ligt niet in een economisch belangrijke route, • het aantal vrachtwagens is minder dan 2 000 per jaar per rijstrook en • er is een beperkt risico op grote maatschappelijke of letselschade. Bruggen in landwegen, woonwijken enz.

Gevolgklasse

CC2/RC2

ULS

6.10a

$$G_k \times \gamma_{G,a} + Q_{k,1} \times \gamma_Q \times \psi_0$$

6.10b

$$G_k \times \gamma_{G,b} + Q_{k,1} \times \gamma_Q + Q_{k,2} \times \gamma_Q \times \psi_0$$

$$\gamma_{G,a} = 1,35$$

$$\gamma_{G,b} = 1,20$$

$$\gamma_Q = 1,35$$

verkeer

$$\gamma_Q = 1,50$$

overig veranderlijk

3.2. Permanente belastingen

3.2.1. Soortelijke gewichten

Beton $\gamma_{\text{beton}} \quad 25 \text{ kN/m}^3$

3.2.2. Grond- en waterdruk

Grondwater $\gamma_{\text{water}} \quad 10 \text{ kN/m}^3$

Grond, droog $\gamma \quad 18 \text{ kN/m}^3$

Grond, nat $\gamma_{\text{sat}} \quad 20 \text{ kN/m}^3$

3.3. Veranderlijke belasting

Voetgangersbelasting promenade

$q = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Verkeersbelasting

$q = 20,0 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow$ gerekend i.v.m.
onbedoelde voertuigen

3.4. Verplaatsingen

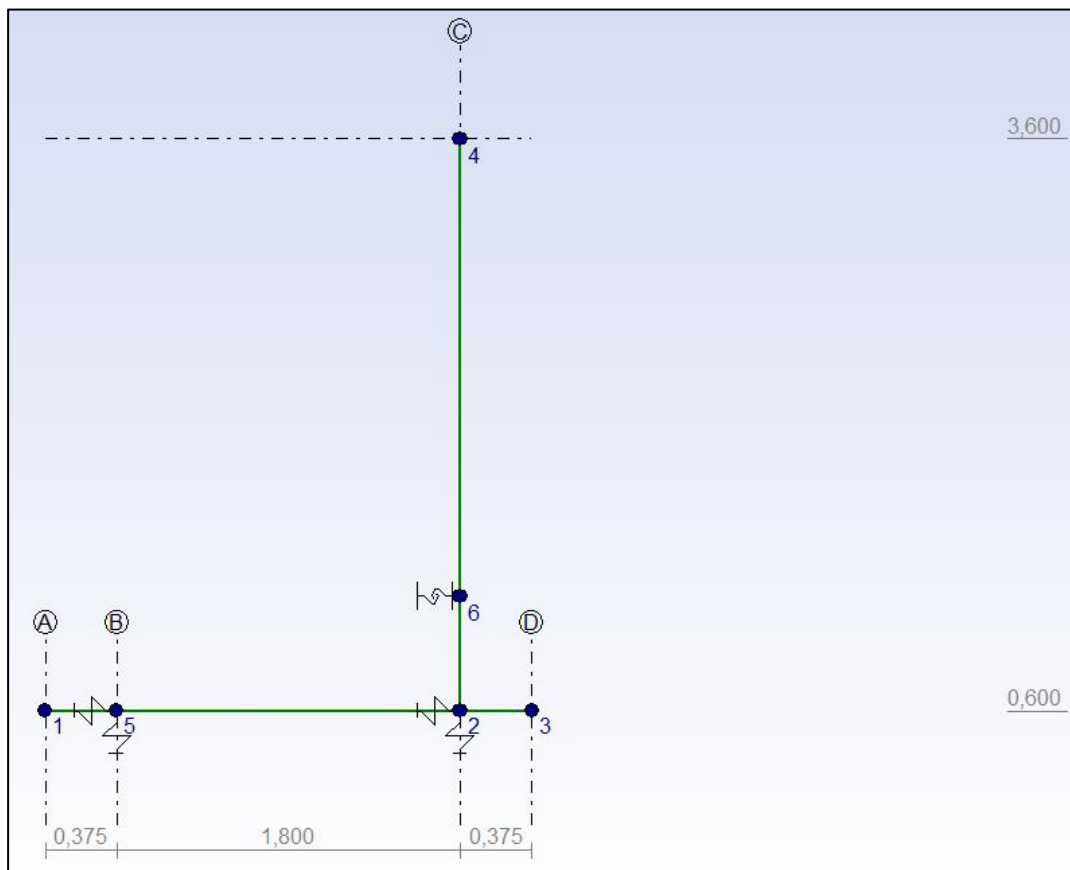
Conform CUR 166:

- Vervorming maximaal 50mm

4. Berekening keerwand

4.1. Schematisatie

De keermuur is ingevoerd in Technosoft Raamwerken.



figuur 4 Schematisatie in TS-raamwerken

De verticale steunpunten 2 en 5 zijn verende opleggingen. Dit zijn de houten palen met een veerwaarde van 100.000 kN/m²

Het horizontale verende steunpunt in punt 6 is het verschil tussen de actieve en passieve gronddruk aan de waterzijde van de constructie. De actieve gronddruk is als blijvende belasting op de constructie gezet waardoor dat niet is meegenomen in dit steunpunt.

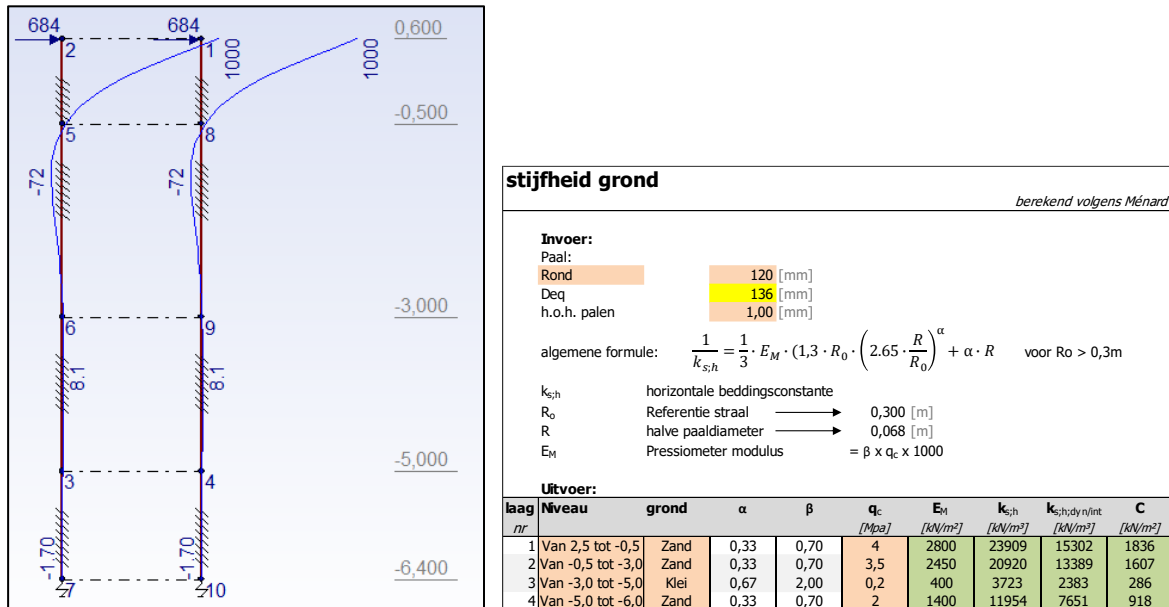
De bovengrens van dit verende steunpunt is de kleinste van de volgende waardes:

- Het verschil tussen de actieve gronddruk en de passieve gronddruk tegen de keermuur. Dit verschil is $54,0 - 9,0 = 45 \text{ kN/m}^2$ (zie figuur 6) Het verende steunpunt heeft dan een bovengrens van $0,5 \times 1,80\text{m} \times 45,0\text{kN/m}^2 = 40,5 \text{ kN}$.
- De afschuifwaarde van het gehele talud. Het schuifvlak zit op 0,60m+ NAP, en de grondlagen hebben een gewicht van 9 kN/m^3 (onder water)

Afschuifweerstand R_d		NEN 9997-1 §6.5.3. (7)	
$R_d = V_d \times \tan(\delta)$			
$V_d = \text{tot. verticale kracht} \times 0,9$		#NAAM? =	35,0 kN
φ Op bodemniveau =			32,8 °
δ Op bodemniveau =			0,67
R_d		#NAAM? =	14,1 kN

Voor een conservatieve benadering wordt dit steunpunt niet meegenomen in de schematisering. De horizontale belasting moet dan volledig worden opgenomen door de houten palen.

De horizontale verende steunpunten in de punten 2 en 5 zijn de wrijving tussen de houten palen en de betonnen keermuur. De veerwaardes van deze steunpunten zijn berekend in een ander TS-raamwerken model. De schematisatie hiervan is in figuur 5 weergegeven. Het resultaat is dat de palen 1000mm verplaatsen bij een kracht van 684 kN. Dit geeft een veerwaarde van 684 kN/m²



figuur 5 Schematisatie in TS-raamwerken (links) en beddingswaarden (rechts)

De onder- en bovengrens van deze verende steunpunten wordt verder toegelicht in paragraaf 4.2.3

4.2. Belastingen

4.2.1. Gronddrukken

In onderstaande tabellen is de grond- en waterdruk aan beide zijdes van de keermuur berekend. Hierbij is uitgegaan van een actieve gronddruk van 0,5 en een passieve gronddruk 3,0.

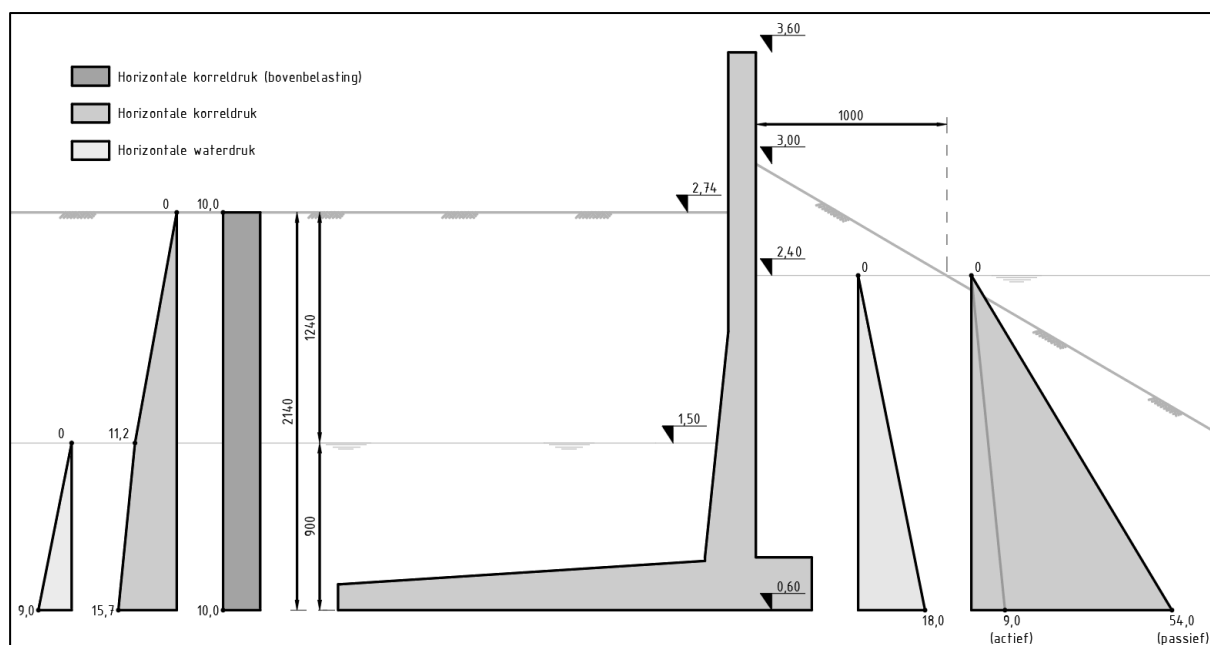
Grond- en waterdruk landzijde:

	Niveau m NAP	Verticale gronddruk kN/m ²	Waterdruk kN/m ²	Verticale korreldruk kN/m ²	Horizontale korreldruk kN/m ²
Maaiveld	2,74	0	0	0	0
Waterstand	1,50	22,3	0	22,3	11,2
Bodem	0,60	40,3	9,0	31,3	15,7
Bovenbelasting	2,74	20,0	0	20,0	10,0

Grond- en waterdruk waterzijde:

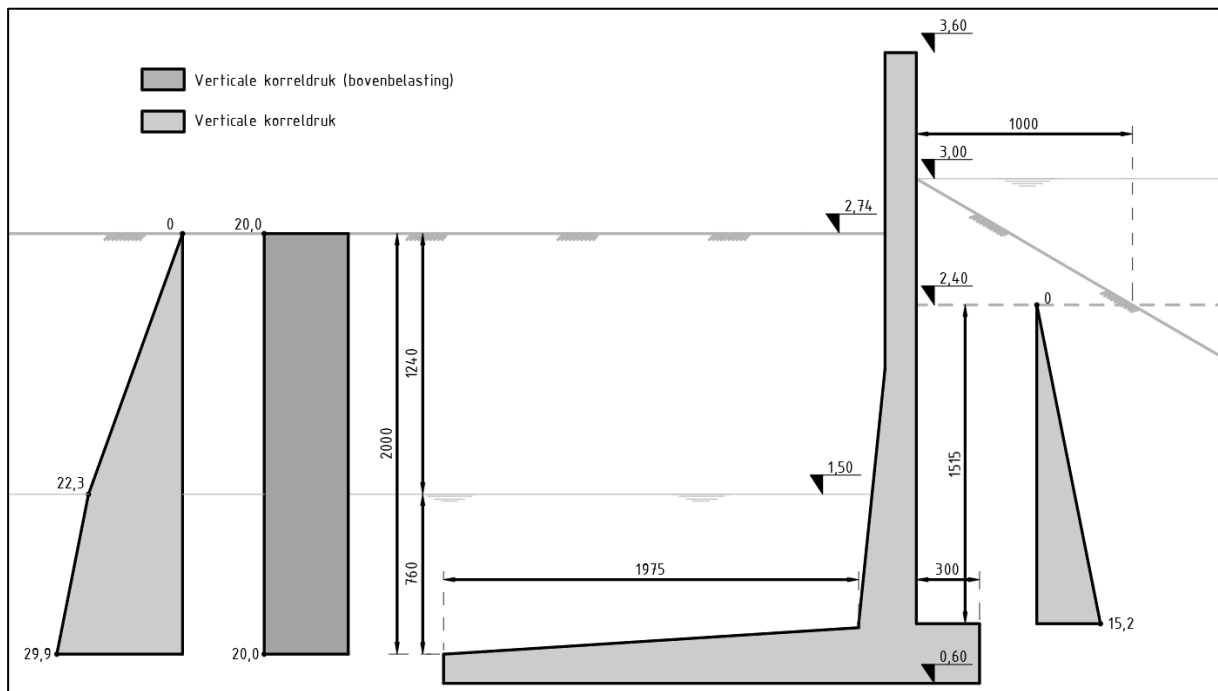
	Niveau m NAP	Verticale gronddruk kN/m ²	Waterdruk kN/m ²	Verticale korreldruk kN/m ²	Horizontale korreldruk kN/m ²
Maaiveld	2,40	0	0	0	0
Waterstand	2,40	0	0	0	0
Bodem	0,60	36,0	18,0	18,0	54,0

4.2.2. Horizontale belastingen



figuur 6 Horizontale belastingen op de keermuur

4.2.3. Verticale belastingen



figuur 7 Verticale belastingen op de keermuur

Om de maximale wrijving tussen de betonnen keermuur en de houten palen te berekenen moet de totale verticale kracht bekend zijn:

Verticale krachten landzijde

- Verticale korreldruk:
 $29,9 \times 1,975 = 59,1 \text{ kN}$
- Verticale korreldruk t.g.v. bovenbelasting:
 $20,0 \times 1,975 = 39,5 \text{ kN}$

Verticale krachten waterzijde

- Verticale korreldruk:
 $15,2 \times 0,30 = 4,6 \text{ kN}$

Eigen gewicht keermuur

- $25,6 \text{ kN} - 10 \text{ kN (waterdruk)} = 15,6 \text{ kN}$

De totale verticale belasting (karakteristiek) is $59,1 + 39,5 + 4,6 + 15,6 = 118,8 \text{ kN}$

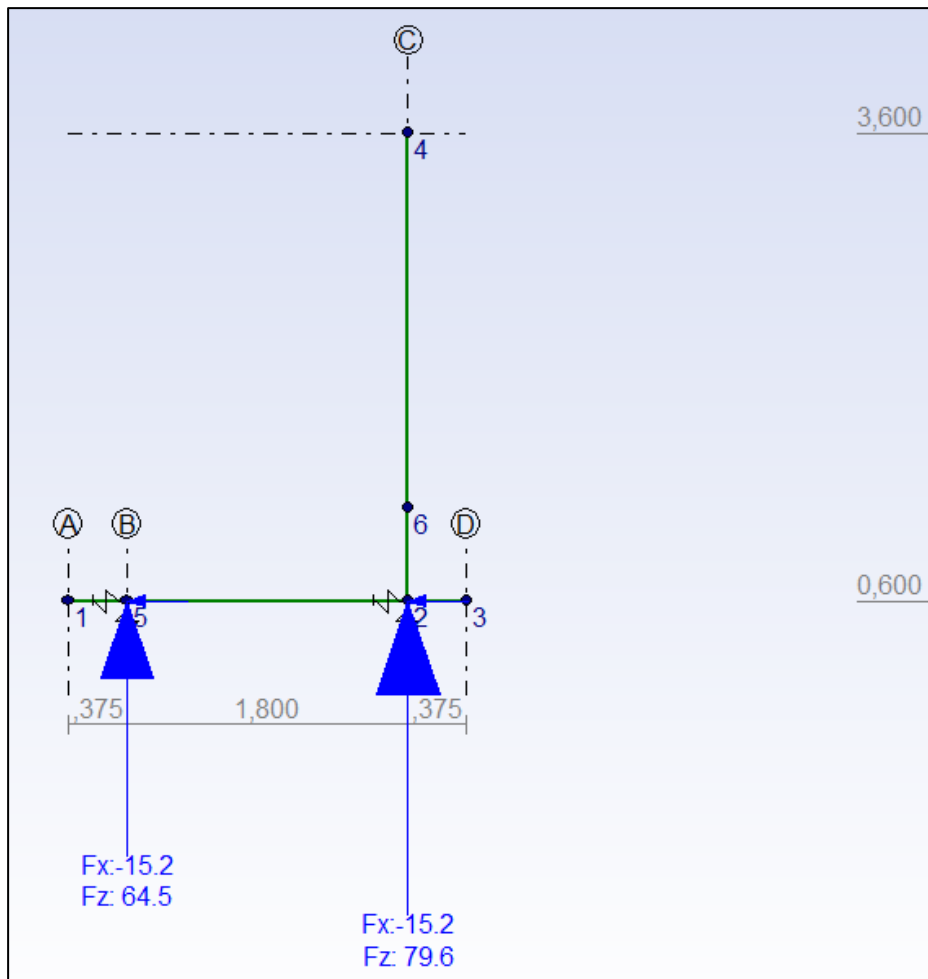
De schuifwrijvingsfactor tussen hout en beton is 0,42.

De horizontale wrijvingskracht tussen het beton en de houten palen:

$$0,9 \times 118,8 \text{ kN} \times 0,42 = 44,9 \text{ kN} / 2 \text{ palen} = 22,5 \text{ kN}.$$

4.3. Resultaten

De uitvoer van de berekening is toegevoegd in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** In onderstaand figuur zijn de reactiekrachten in de fundamentele combinatie weergegeven.



figuur 8 Reactiekrachten fundamentele combinatie

Bij de horizontale steunpunten wordt de grenswaarde niet overschreden:

$$15,2 / 22,5 = 0,68$$

Voldoet

De wrijving tussen de houten palen en de betonnen keermuur is dus voldoende om de horizontale krachten op te nemen. Hierdoor is er geen verbinding benodigd tussen het hout en beton.

NOOT: kies vanwege levensduur prefab palen 220x220 naar 6m- NAP

4.4. Paal draagvermogen

4.4.1. Horizontaal

Door de kracht van 15,2 kN per paal ontstaat er een moment in de funderingspalen. Met de methode van Blum wordt getoetst of de palen deze horizontale kracht op kunnen nemen. Deze berekening is toegevoegd op de volgende pagina. Hierbij is een paal $\varnothing 160\text{mm}$ gebruikt met kwaliteit D50. De gewogen gemiddeldes van het grondgewicht en de hoek van inwendige wrijving zijn bepaald in onderstaande tabel:

NOOT: kies vanwege levensduur prefab palen 220x220 naar 6m- NAP

Grondlagen:	H (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)
zand schoon matig	1,1	9	35,0
zand los	1,7	9	32,8
klei zwak humeus slap	0,0	6	22,3
zand sterk siltig kleiig	0,0	8	30,5
zand schoon matig	0,0	9	32,5
Totale hoogte (=paallengte):	2,8		
Gewogen gemiddelde γ :		9,0	
Gewogen gemiddelde ϕ :			33,7

tabel 5 Gewogen gemiddeldes grondparameters

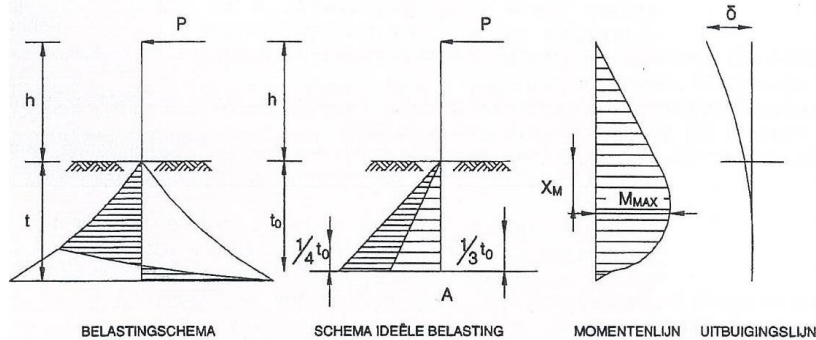
De paallengte is aangehouden op de waarde die volgt uit de berekening op de volgende pagina. De maximaal opneembare horizontale belasting volgens de berekening is 16,5 kN.

$$15,2 / 16,5 = 0,92$$

Voldoet

Berekening benodigde paallengte

volgens methode van Blum



Invoergegevens

h	-600 [mm]	aanvaarniveau t.o.v. NAP
h	-600 [mm]	bodemniveau t.o.v. NAP
h	0 [mm]	hoogte aangrijpingspunt belasting boven grondniveau
b	160 [mm]	ronde paal/dukdaif
E	11800 [N/mm ²]	elasticiteitsmodulus
I	3,2E+07 [mm ⁴]	traagheidsmoment
W	6,8E+05 [mm ³]	weerstandsmoment
f _y	25 [N/mm ²]	toelaatbare spanning
φ	33,7 [graden]	hoek van inwendige wrijving
K _p	3,49 [-]	passieve gronddrukcoëfficiënt
γ'	9,0 [kN/m ³]	effectief volumiek gewicht
γ _m	1,2 [-]	materiaalfactor volgens NEN 9997-1 Tabel A2
f _{w1}	26,16 [kN/m ³]	grondweerstand (passief)

Berekening

M _{max}	17 [kNm]	
Varieer waarde X _m totdat M gelijk is aan M _{max}		
X _m	1415 [mm]	M 17 kNm voldoende benadering van M
h/b	0,00 [-]	
X _m /b	8,84 [-]	
T ₀ is de diepte van het ideaal momentennulpunt beneden bodem/grondniveau		
Varieer T ₀ totdat waarde X gelijk is aan nul		
T ₀	2280 [mm]	X 0 voldoende benadering van X
T	2736 [mm]	werkelijke inheidiepte (= 1,2 x T ₀)

Samenvatting

P _s	16,5 [kN]	maximaal opneembaar horizontale belasting
d	82 [mm]	maximale horizontale verplaatsing
L	2,7 [m ¹]	totale berekende paallengte
E kin	0,68 [kNm]	Kinetische energie
C	201 [kN/m ¹]	veerwaarde
	-0,60 [m NAP]	paalkopniveau
	-0,60 [m NAP]	waterniveau
	-0,60 [m NAP]	bodemniveau
	-3,34 [m NAP]	paalpuntniveau

Br	160 [mm]	ronde paal/dukdaif
σ	25 [N/mm ²]	kwaliteit
L	2,80 [m ¹]	paallengte

P	18,9 [kN]	optredende belasting (ULS)
P	8,7 [kN]	optredende belasting (SLS)
d	43,3 [mm]	optredende horizontale verplaatsing (SLS)
E kin	0,41 [kNm]	Kinetische energie

4.4.2. Verticaal

De berekening van de paalfundering is gedaan in Technosoft Paalfunderingen. In **Fout!**
Verwijzingsbron niet gevonden. is de uitvoer hiervan toegevoegd. Het draagvermogen van een houten paal Ø160mm is uitgerekend. De resultaten per inheinniveau staan hieronder weergegeven. Onder de keermuur staan twee rijen met houten palen. Uit figuur 8 blijkt de maximale reactiekracht in de palen 79,6 kN te zijn.

OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN DRUKPALEN

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c; netto; d}$ Geval 1 [kN]
10	1.78	-6.15	97
1	2.07	-6.15	129
11	2.56	-6.15	125
12	1.80	-6.15	138
13	2.69	-6.15	204
2	2.69	-6.15	129
3	2.63	-6.15	178
4	2.14	-6.15	151
5	2.63	-6.15	162
6	2.82	-6.15	146
7	2.69	-6.15	114
8	2.15	-6.15	159
9	2.65	-6.15	86

figuur 9 Resultaten per sondering met een paallengte van 6,75m

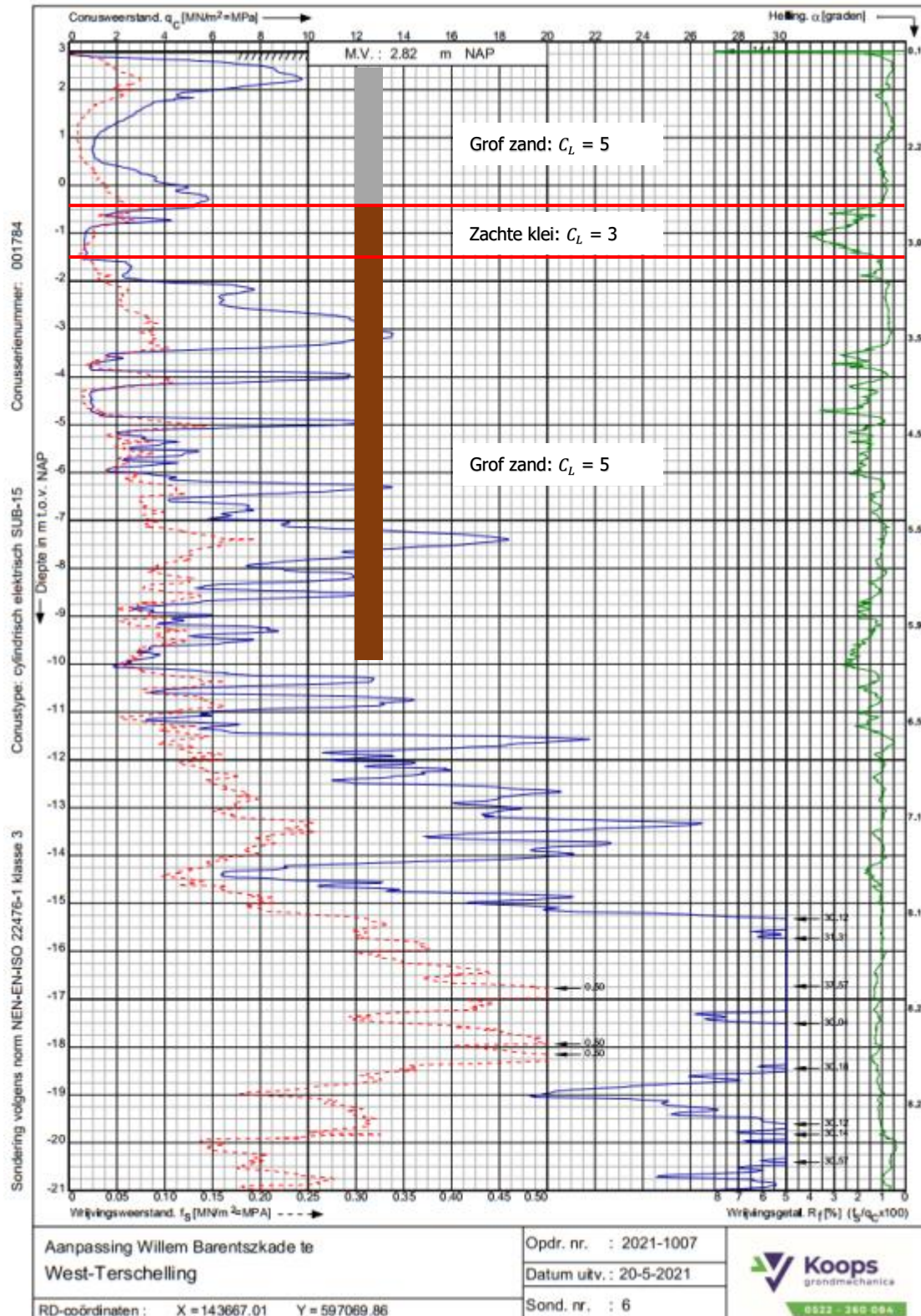
Er wordt gekozen voor palen met een lengte van 6,75m. De inheidiepte die hierbij hoort is -6,15m NAP

Toets: $79,6 / 86 = 0,93 \leq 1,0$ **Voldoet**
NOOT: kies vanwege levensduur prefab palen 220x220 naar 6m- NAP

5. Kwelweg

In het ontwerp dient rekening te worden gehouden kwel. De controle wordt uitgevoerd volgens de NEN 3651 bijlage D.3. (Methode van Bligh-Lane)

$$\sum L_v + \sum \frac{1}{3} \cdot L_h \geq C_l \cdot h$$



Het verschil in waterstand is 4,00m (+1,50m NAP links en -2,50m NAP rechts). De ondergrond bestaat voornamelijk uit zand en tussen -0,5m en -1,5m NAP zit een kleilaag.

De kwelengte l_v is in weergegeven: $11,4\text{m} + 9,7 = 21,1\text{m}$.
 1,6 meter hiervan is in de kleilaag. Het gewogen gemiddelde van de C_L -factor is dan:
 $((21,1 - 1,6) / 21,1) \times 2 + 3 = 4,8$

De minimaal benodigde lengte om kwel tegen te gaan is $4 \times 4,8 = 19,2\text{m}$

$$\sum L_v + \sum \frac{1}{3} \cdot L_h \geq C_L \cdot h$$

Unity check: $21,1 / 19,2 = 1,10 > 1,0$ **Voldoet**

Kies kleiafdichting daar bestaande damwand qua positie te veel wisselt waardoor het erg lastig is om aansluiting te maken.