

LEEUEWANKERS[®]

Rapportage opgesteld door:

B.V. Ingenieursbureau M.U.C.

Bredaseweg 43 4844 CK Terheijden Telefoon: 076 - 5933450

In opdracht van:

Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V.

Energieweg 16 - 3481 MC Harmelen - Tel. 0348-441895

BESCHOUWING OMTRENT DE TOEPASBAARHEID
VAN LEEUWANKERS® ALS
PERMANENTE VERANKERINGSELEMENTEN VOOR
EEN DAMWANDCONSTRUCTIE TEN BEHOEVE VAN
MIDDENHAVENDAM TE BRESKENS

Rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000.

Project: Het opstellen van een beschouwing omtrent de toepasbaarheid van Leeuwankers® als permanente verankeringselementen voor een damwandconstructie ten behoeve van Middenhavendam te Breskens. Het betreft 35 Leeuwankers® die axiale rekentechnische belastingen van 630 kN dienen te leveren.

Opdrachtgever / directie: RWS Zeeland,
MIDDELBURG.

Aannemer: N. Kraaijeveld B.V.,
Postbus 180,
3360 AD SLIEDRECHT,
T.a.v. de heer P.A. Kraaijeveld.

Uitvoering Leeuwankers®: GEBR. VAN LEEUWEN VERANKERINGEN B.V.,
Energieweg 16,
Postbus 47,
3480 DA HARMELEN,
i.o.v. de heer M.T. van Leeuwen jr.

Rapportage (in opdracht van Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V.):

B.V. INGENIEURSBUREAU M.U.C.,
Bredaseweg 43,
Postbus 110,
4844 ZJ TERHEIJDEN.

Terheijden, 02-10-2000.
Rapport: 00-3346; rev. 0; d.d. 25-09-2000.
00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000.
Auteur: Ir. C.G.C. Lagrouw.
Verificateur: Ir. G.J. Udink. / Ing. A.T.P.J. Opstal.


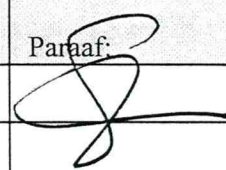



B.V. Ingenieursbureau M.U.C.-

Bredaseweg 43, 4844 CK Terheijden
Postbus 110, 4844 ZJ Terheijden
Telefoon: 076 - 5933450
Telefax: 076 - 5934009
E-mail: muc@bv-muc.com
Internet: http://www.bv-muc.com



VERIFICATIEBLAD

Titel:	Auteur:	Ir. C.G.C. Lagrouw 		
Het opstellen van een beschouwing omtrent de toepasbaarheid van Leeuwankers® als permanente verankerings-elementen voor een damwandconstructie ten behoeve van Middenhavendam te Breskens	rapport:	00-3346		
	deel:			
	aanvulling:			
	revisie:	1		
	d.d.:	02-10-2000		
Verificatie door (naam):	Niveau:	Verificatie-datum:	Commentaar:	Paraaf:
Ir. G.J. Udink	2	02-10-2000	ja /nee	
Ing. A.T.P.J. Opstal	4		ja/nee	
Verzonden door (naam):	A.C.A.J. van Dongen		Datum en paraaf:	01-11-2000 

NIVEAU 1: Controle op uitgangspunten, randvoorwaarden en resultaten.

NIVEAU 2: Als niveau 1 plus stap voor stap doorlopen van berekeningen.

NIVEAU 3: Volledig onafhankelijke herberekening of opnieuw opstellen (deel)onderwerp.

NIVEAU 4: Onafhankelijke externe beoordeling door vergelijking met eerdere ontwerpen.

Opmerking auteur/verificateur:

Commentaar opdrachtgever:

Bij commentaar gelieve u dit formulier ondertekend te retourneren.

Naam contactpersoon opdrachtgever:	Datum:	Paraaf opdrachtgever:



Inhoudsopgave bij rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000.

1.0	Inleiding.....	3
2.0	Gegevens, randvoorwaarden en uitgangspunten	4
3.0	Houdcapaciteit van Leeuwankers® in de aanwezige bodemopbouw	6
3.1	CUR 166-methode	6
3.2	NEN 6743-methode	12
4.0	Controle staalspanning in Leeuwanker®	15
5.0	Ankerstoel	17
6.0	Samenvatting en conclusies.....	22

Bijlagen:

01	Relevante pagina's m.b.t. ankerkrachten en andere gegevens
02	Sondering afkomstig uit rapport van Van der Straaten
03	Gegevens Leeuwankers® Gegevens staalkwaliteit MW 450 Gegevens metrische schroefdraad M 87 Gegevens kruipmaat uit rapport van Gemeentewerken Rotterdam
04	Relevante pagina's uit de CUR 166
05	Berekening m.b.t. diepe glijvlak
06	Principe-opzet ankerstoelconstructies



1.0 Inleiding

Op verzoek van Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V. te Harmelen wordt in dit rapport gekeken naar de toepasbaarheid van Leeuwankers® als permanente verankerings-elementen voor een damwandconstructie ten behoeve van Middenhavendam te Breskens.

Vanuit de berekeningen en tekeningen van de constructeur van de opdrachtgever is de grootte van de maximale axiale rekentechnische belasting bekend. De grootte van de ankerhoek en de h.o.h.-afstanden zijn eveneens vastgesteld. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 2.0.

De relevante gegevens hiervan zijn in bijlage 01 weergegeven.

In dit rapport wordt de ontwerpdimensionering van de Leeuwankers® voor het onderhavige project in zijn totaliteit uitgewerkt.

De Leeuwankers® hebben de volgende hoofdafmetingen:

- ø 82.5 mm ankerbuis en ø 400 mm spiraaldiameter (ontwerp MUC).
- ø 101.6 mm ankerbuis en ø 400 mm spiraaldiameter (ontwerp RWS).

Grondonderzoek is aanwezig in de vorm van één enkele relevante sondering afkomstig uit rapport van Van der Straaten te Hansweert.



2.0 Gegevens, randvoorwaarden en uitgangspunten

De grootte van de maximale axiale rekentechnische belastingen zijn conform de ontwerpberekening van de constructeur van de opdrachtgever vastgesteld en wordt in bijlage 01 weergegeven. Deze bedraagt 630 kN (inclusief de bolderbelasting)

De ankerhoeken zijn vastgesteld en bedragen 40° en 50° met de horizontaal. De h.o.h.-afstanden zijn eveneens vastgesteld en bedragen 1.16 m t.p.v. zowel aan de lange zijde van de dam als aan de kop van de dam.

Het betreft een damwandconstructie voor een kade t.b.v. Middenhavendam te Breskens, bestaande uit damwandprofielen (AZ 48) met een systeemmaat van 1.16 m, welke verankerd wordt over een lopende lengte van ca. 40 m. De aangrijppunten liggen op + 1.5 m NAP (t.p.v. de lange zijde van de dam) en op + 1.0 m NAP (t.p.v. de kop van de dam). Voor bovengenoemde gegevens wordt verwezen naar bijlage 01.

Samenvattend kan de volgende overzichtstabel opgesteld worden.

locatie	axiale rekentechnische ankerkracht (kN)	h.o.h.-afstand (m)	aangrijppunt (m NAP)	ankerhoek (°)	aantal
lange zijde	630	1.16	+ 1.5	40 en 50	25
kopse kant	630	1.16	+ 1.0	40 en 45	10

De rekentechnische ankerkracht in de richting van de Leeuwankers® bedraagt aldus:

$$F_{a,max} = 630 \text{ kN.}$$

Volgens CUR 166 dient gerekend te worden met de rekenwaarde van de ankerkracht.

De rekenwaarde van de ankerkrachten wordt verkregen door in de damwandrun bijv. partiële veiligheidsfactoren toe te kennen aan grondparameters ($\gamma = 1.15$), een maaiveldverhoging en een grondwaterstandverlaging te schematiseren.

Voor de toetsing van de sterkte van de houdcapaciteit van het groutlichaam ($= F_{a,max;gr;d}$) dient tevens een extra belastingsfactor van 1.1 gehanteerd te worden:

$$F_{a,max;gr;d} = 1.1 \times F_{a,max} = 1.1 \times 630.0 = 693.0 \text{ kN.}$$

Voor de toetsing van de sterkte van het Leeuwanker® m.b.t. het staal ($= F_{a,max;st;d}$) dient een extra belastingsfactor van 1.25 gehanteerd te worden:

$$F_{a,max;st;d} = 1.25 \times F_{a,max} = 1.25 \times 630 = 787.5 \text{ kN.}$$



De uiteindelijke rekenwaarden m.b.t. de toetsing op zowel het groutlichaam als het ankerstaal worden dus:

locatie	$F_{a,max}$ (kN)	$F_{a,max;gr;d}$ (kN)	$F_{a,max;st;d}$ (kN)
lange zijde	630.0	693.0	787.5
kopse kant	630.0	693.0	787.5

In de damwand wordt een gat aangebracht ten behoeve van de doorvoer van het Leeuwanker®. Het ovale gat iets groter maken dan de spiraaldiameter. Aldus is het mogelijk om met de stang van de Leeuwanker-ondersectie te passeren. Ovaal gat van 300 mm (breedte) bij 400 mm (hoogte) maken.

Na het inbrengen van het Leeuwanker® wordt de standaard Leeuwankerstoel over het schroefdraaduiteinde geplaatst voor deze situatie; zie bijlage 06 voor de principe-opzet van de ankerstoel.

Omdat dat er sprake is van één ankerkracht wordt voorsnog uitgegaan van één ankertype:
ø 82.5-22.2 mm.

- * Gegevens toe te passen Leeuwankers®:
 - ø 82.5 mm dikwandige buis; staalkwaliteit MW 450 met ingesneden schroefdraad M 87.
 - Wanddikte ankerbuis: 22.2 mm.
 - Basisdocumentatie van Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V. ten aanzien van Leeuwankers® wordt bekend verondersteld.
 - Diameter schroefspiraal over onderste gedeelte van de ankerbuis: ø 400 mm.
 - Kwaliteit M 87-moer op topstuk van het Leeuwanker® bedraagt: 8.8.
- * M.b.t. de aanwezige bodemgesteldheid t.p.v. de te realiseren constructie zijn zoals vermeld enkele relevante sonderingen aanwezig. Zie bijlage 02 bij dit rapport voor deze sonderingen t.p.v. het traject van de te maken damwandconstructie.
- * Ter plaatse van elke ankerpositie is een ankerstoel onder de relevante ankerhoek van 40° en 50° nodig volgens het standaard "Van Leeuwen - concept". Staalkwaliteit Fe 510.
- * De ankerstoel vindt steun tegen de buik van het damwandprofiel en het profiel op zijn beurt weer tegen het grondmassief en de gording achter de damwand.
- * Het aangrijppingspunt van de Leeuwankers® tegen de damwand is gepland op + 1.5 m NAP en + 1.0 m NAP.
- * Ten aanzien van de belastingen en de veiligheden wordt ervan uitgegaan dat alle Leeuwankers® beproefd moeten worden tot $F_{a,max;gr;d}$. Bij eventuele geschiktheidsproeven worden de Leeuwankers® beproefd tot $1.2 \times F_{a,max;gr;d}$ waarbij $F_{a,max;gr;d}$ de rekenwaarde van de houdcapaciteit m.b.t. het groutlichaam is.
- Controleproeven geldt voor alle te maken Leeuwankers®. Aflaten na de proeven op normaliter op 50% $F_{a,max;gr;d}$.



3.0 Houdcapaciteit van Leeuwankers® in de aanwezige bodemopbouw

De houdcapaciteit van de Leeuwankers® zal zowel volgens de CUR 166 als volgens NEN 6743 bepaald worden.

Normaliter wordt door B.V. Ingenieursbureau M.U.C. voor de dimensionering van de houdcapaciteit van de Leeuwankers® de CUR 166 gehanteerd. Spiraaldiameter 400 mm.

In deze rapportage zal eveneens de methodiek volgens de NEN 6743 (op druk belaste palen) aangehouden worden. Spiraaldiameter 400 mm.

Op de bespreking d.d. 13-09-2000 is het volgende afgesproken:

- RWS heeft berekeningen opgezet met een ankerstang van $\varnothing 101.6 - 12.5$ mm (MW450) en met een spiraaldiameter van $\varnothing 400$ mm.

In haar ontwerp opzet heeft RWS gewerkt met de NEN 6743 (op druk belaste palen).

- Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V. heeft uitvoeringstechnische problemen met het toepassen van een ankerstang van $\varnothing 101.6-12.5$ mm. Daarom heeft Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V. een berekeningsopzet laten uitvoeren met een ankerstang van $\varnothing 82.5 - 22.2$ mm (MW450) en met een spiraaldiameter van $\varnothing 400$ mm, terwijl een spiraaldiameter van $\varnothing 250$ mm standaard uitgangspunt is.

Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V. werkt voor al haar schroefinjectie-ankers volgens de CUR 166 (zie bijlage 04 voor enkele relevante pagina's).

Afgesproken is dat B.V. Ingenieursbureau M.U.C. een ankerberekening zal maken op basis van de reguliere wijze, welke door Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V. wordt toegepast, n.l. met $\alpha_s = 0.015$ voor de schachtwrijving bij schroefinjectie-ankers.

Daarnaast wordt ter vergelijking een berekeningsopzet gemaakt volgens de RWS-methodiek (NEN 6743) met $\alpha_s = 0.009$.

In beide gevallen is het uitgangspunt een spiraaldiameter van $\varnothing 400$ mm.

3.1 CUR 166-methode

Interpretatie van de sonderingen leert het volgende m.b.t. de sonderingsopbouw:

Vanaf het maaiveld (ca. + 2.5 m NAP) tot ca. - 7.0 m NAP bevinden zich minder draagkrachtige zandlagen. Vanaf - 7.0 m NAP tot - 10.5 m NAP bevindt zich een draagkrachtig zandpakket. Vanaf - 10.5 m NAP tot verkende diepte (- 18.0 m NAP) worden losgepakte zand- en/of siltlagen met mogelijke enige kleilagen aangetroffen.

Het zandpakket bezit gemiddeld een rekentechnische conusweerstand van minimaal 10.0 MPa over het gebied waar de groutlichamen zich zullen bevinden t.p.v. de zandlagen (vanaf ca. - 7.0 tot - 10.5 m NAP).

Voor het gebied vanaf - 10.5 m NAP zou i.p.v. met 1.5% veilig gewerkt kunnen worden met 2%.



Echter, in het onderhavige project wordt gekozen voor 1.5% voor het gehele traject waar de groutlichamen gemaakt zullen worden.

Het zandpakket bezit gemiddeld een rekentechnische conusweerstand van minimaal 10.0 MPa over het gebied waar de groutlichamen zich zullen bevinden t.p.v. de zandlagen (vanaf ca. - 7.0 tot - 10.5 m NAP). Daarna bezit het zandpakket een conusweerstand van ca. 3 MPa.

Voor een Leeuwanker® (ø 400 mm spiraal) in een zandopbouw met $q_c \geq 10.0$ MPa wordt als ervaringsregel 150 à 170 kN/m¹ groutlichaam als bezwijkbelasting aangehouden.

Rekenkundig kan dit globaal als volgt worden onderbouwd:

$$\tau_u = \alpha \% q_c.$$

α voor zand met $q_c \geq 10.0$ MPa: min 1 %, max 2 % en gemiddeld: 1.5 %.

Voor $q_{c, \text{gem.}} = 10.0$ MPa geldt dus:

$$\tau_u = 150 \text{ kN/m}^2.$$

Opgemerkt dient te worden dat het groutlichaam bij een spiraaldiameter van 400 mm t.g.v. het persen een diameter heeft van 420 mm.

Dit levert per m¹ groutlichaam voor $q_c = 10.0$ MPa op:

$$T_{\text{bezwijk}} = \pi \times 0.420 \times 150 = 197.9 \text{ kN/m}^1 \text{ bezwijkbelasting.}$$

De materiaalfactor op het grondmechanisch draagvermogen van Leeuwankers® bedraagt: $\gamma_{gr} = 1.25$.

De uiteindelijke rekentechnische houdcapaciteit per m¹ groutlichaam bedraagt:

$$T_d = 197.9 / 1.25 = 158.3 \text{ kN/m}^1.$$

Ten opzichte van de ervaringsregel toont de nu gevonden waarde dus een goede overeenkomst.
Voor de maximale belasting met betrekking tot het groutlichaam zal dit een groutlichaamlengte inhouden van:

$$l_g = 693.0 / 158.3 = 4.4 \text{ m.}$$

In principe wordt aanbevolen om altijd minimaal 5.0 m groutlichaamlengte te maken (Grondmechanica Delft). Aan deze eis wordt door Van Leeuwen normaliter voldaan. De lengte van het groutlichaam dus minimaal 5.0 m maken.

Vaak is het ook raadzaam om 5.0 m dekking op de bovenzijde van het groutlichaam te hebben.

Het groutlichaam begint op - 7.0 m NAP en het maaiveld ligt op minimaal + 2.5 m NAP.

Hier wordt in het onderhavige geval dus aan voldaan.

Het aangrijppingspunt bedraagt + 1.0 m NAP en het groutlichaam begint op -7.0 m NAP.

De theoretische ankerlengte bedraagt dus voor de Leeuwankers® onder 50° met de horizontaal:

$$l_{a, th} = \frac{7.0 + 1.0}{\sin(50^\circ)} + 5.0 = 15.4 \text{ m.}$$



In de praktijk hangt het er natuurlijk ook vanaf of met het standaard inbreng-equipment van Van Leeuwen de Leeuwankers® op diepte geboord kunnen worden. Het komt voor dat zo zwaar geboord moet worden dat een Leeuwanker® niet het gewenste niveau kan bereiken.

Als dit geschiedt, wordt een Leeuwanker® minder ver ingebracht. Vanwege het zware boorproces is dan de houdcapaciteit meestal echter wél voldoende groot.

Uiteraard streeft de boormeester ernaar om de voorgestelde ankerlengte daadwerkelijk te installeren. Indien dit niet mogelijk blijkt te zijn, over bijv. de laatste meter van het boortraject, neemt hij de definitieve beslissing om een Leeuwanker® korter te maken in overleg met:

- a) Bedrijfsbureau Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V.
- b) Constructeur van B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
- c) Adviseur van opdrachtgever

Via de resultaten van de controleproef (of eventueel geschiktheidsproef), die normaliter op elk Leeuwanker® wordt uitgeoefend, blijkt dan meestal dat het Leeuwanker® toch voldoende capaciteit levert en niet teveel kruip ondervindt.

Anderzijds komt het ook voor, dat bij te geringe drukopbouw van het groutmengsel tijdens het inschroeven, Leeuwankers® langer gemaakt worden dan in de rapportage aangegeven.

Elk Leeuwanker® moet een overlengte van ca. 400 mm bezitten t.b.v. positie ankerplaat en moer.

Voor de afgeronde totale ankerlengte wordt nu 16.0 m aangehouden voor de Leeuwankers® onder 50° met de horizontaal en met aangrijpniveau op +1.0 m NAP (lange zijde van de dam).

Voor de overige Leeuwankers® gelden een analoge berekeningen.

De lengte van de groutlichamen bedragen 5.0 m (ankers onder 40°) en de ankerlengten variëren van 18.0 m (ankerhoek 40°; lage zijde) tot 19.0 m (ankerhoek 40°; kopse kant) en 16.5 m (ankerhoek 50°; kopse kant)

Vooralsnog wordt uitgegaan om de ankers om en om te plaatsen met ankerhoeken van 40° en 50° met de horizontaal.

Samenvattend kan de volgende tabel aangehouden worden:

Rekenmethodiek volgens de CUR 166 exclusief veiligheid diepe glijvlak								
locatie	type (mm)	$F_{a,max}$ (kN)	ankerhoek (°)	begin grout (m NAP)	grout-lengte (m)	aangrijp-punt (m NAP)	anker-lengte (m)	aantal
lange zijde van de dam	ø 82.5	630.0	40	-7.0	5.0	+1.0	18.0	13
	ø 82.5	630.0	50	-7.0	5.0	+1.0	16.0	12
kopse kant van de dam	ø 82.5	630.0	40	-7.0	5.0	+1.5	19.5	5
	ø 82.5	630.0	50	-7.0	5.0	+1.5	16.5	5



Conclusie 1:

In het onderhavige project kunnen Leeuwankers® (met de CUR 166-methode) toegepast worden van het type \emptyset 82.5 mm met een groutlengte van 5.0 m en een ankerlengte van 16.0, 16.5, 18.0 en 19.5 m.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de veiligheid m.b.t. diepe glijvlak nog niet is beschouwd.

Spiraaldiameter bedraagt 400 mm.

Ankerhoeken bedragen 40° en 50° met de horizontaal.

Het begin van het groutlichaam vindt plaats op ca. - 7.0 m NAP voor alle Leeuwankers®.

Naast het criterium op bezwijken van de grond naast het Leeuwanker® (schuifweerstand) moet gekeken worden naar een aantal andere facetten; hierbij kan gedacht worden aan:

- a* kruip criterium
- b* onderlinge ankerafstand
- c* veiligheid diepe glijvlak
- d* verticaal/horizontaal evenwicht

Ad a* kruip criterium

Op grond van door Grondmechanica Delft uitgevoerde geschiktheidsproeven op Leeuwankers® in Grauw, Panheel, Medemblik en Amsterdam kan worden gesteld dat de verwachting gerechtvaardigd is dat voor het project Middenhavendam te Breskens, bij uitvoering van een eventuele geschiktheidsproef op $1.2 F_{a,max;gr;d}$, maximaal een k-waarde te zien zal zijn van 0.5 mm.

Als eis geldt normaliter dat k bij $1.2 F_{a,max;gr;d}$, maximaal 2.0 mm mag bedragen.

Zie rapportages GD: CO-321330/42; november 1991 en CO-316160/7; mei 1990.

Voor Leeuwankers® houdt Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V. een kruipmaat aan van $k \leq 1.0$ mm.

Bij het verrichten van controleproeven mag de verplaatsing tussen bijv. de 1^e en 5^e minuut niet groter zijn dan 0.7 mm; zie bijlage 03 voor een copie uit rapport van Gemeentewerken Rotterdam.

Ad b* onderlinge ankerafstand

Bij toepassing van groutankers als verankerings-elementen in een grondkerende constructie o.i.d., wordt bij kleine ankerafstand (denk aan ca. 1.5 m of minder) meestal ook gekeken naar het evenwicht van de gehele "ankerlaag" in de bodem.

Doordat de Leeuwankers® zowel onder 40° als onder 50° worden aangebracht zullen de groutlichamen elkaar niet beïnvloeden. De ankerafstand (= a) in het huidige project bedraagt minimaal gemiddeld 2.32 m, zodat genoemde controle niet hoeft plaats te vinden.

Ad c* veiligheid diepe glijvlak

Controle van de veiligheid op het diepe glijvlak (bijv. volgens de bekende methode Kranz) wordt normaliter door de constructeur van het project uitgevoerd, omdat dat een wezenlijk onderdeel uitmaakt van de overall-stabiliteit.

Voor het onderhavige project lijkt uitvoering van genoemde controle echter erg belangrijk, omdat een relatief kort Leeuwanker® wordt toegepast onder 40° en 50° met de horizontaal. Voor de veiligheid m.b.t. het diepe glijvlak wordt verwezen naar bijlage 05.

Uit de veiligheid m.b.t. het diepe glijvlak volgt dat langere ankers dienen te worden toegepast.

Samenvattend geldt dat de gemiddelde ankerlengte ca. 24.5 m dient te bedragen. De spiraaldiameter bedraagt nog steeds ø 400 mm. In tabel vorm geeft dit:

Lengte gebaseerd op diepe glijvlak								
locatie	type (mm)	$F_{a,max}$ (kN)	anker-hoek (°)	begin grout (m NAP)	grout-lengte (m)	aangrijp-punt (m NAP)	anker-lengte (m)	aantal
lange zijde van de dam	ø 82.5	630.0	40	-7.0	10.5	+1.0	23.0	13
	ø 82.5	630.0	50	-7.0	15.5	+1.0	26.0	12
kopse kant van de dam	ø 82.5	630.0	40	-7.0	10.0	+1.5	23.0	5
	ø 82.5	630.0	50	-7.0	15.0	+1.5	26.0	5

Ad d* verticaal/horizontaal evenwicht

Afdracht van de horizontale ankerkrachtcomponent via gording en het grondmassief er achter zal geen probleem vormen.

Hetzelfde geldt voor afdracht van de verticale component, die grotendeels via de damwandconstructie zowel op kleef en als op punt zal kunnen worden afgedragen, vanwege het feit dat de plank zich zowel in het zand- als in de kleilagen bevindt.

Met de uitvoering van voornoemde controles is het Leeuwanker®, in relatie tot de overdracht van belasting in het grondmassief, gedimensioneerd.



Conclusie 2:

Indien Leeuwankers® (met de CUR 166-methode) worden toegepast bij het project Middenhavendam te Breskens, dan zal ongetwijfeld worden voldaan aan een aantal aanvullende grondmechanische criteria, zoals:

- a* kruip criterium
- b* onderlinge ankerafstand
- c* veiligheid diepe glijvlak
- d* verticaal/horizontaal evenwicht



3.2 NEN 6743-methode

Voor een ingeschroefde paal met een groutinjectie (met een \varnothing 400 mm spiraal) in een zandopbouw volgens de NEN 6743 kan de volgende bezwijkbelasting aangehouden worden:

$$\tau_u = \alpha \% q_c.$$

α voor zand: 0.009 (ingeschroefde palen met groutinjectie).

Voor $q_{c, \text{gem.}} = 10.0$ MPa geldt dus:

$$\tau_u = 90 \text{ kN/m}^2.$$

Dit levert per m^1 groutlichaam voor $q_c = 10.0$ MPa op:

$$T_{\text{bezwijk}} = \pi \times 0.42 \times 90 = 118.8 \text{ kN/m}^1 \text{ bezwijkbelasting.}$$

Uitgaande van één sondering en meer dan 10 palen wordt de ξ -waarde 0.75.

De materiaalfactor m.b.t. de draagkracht bedraagt: $\gamma_{m,b} = 1.25$.

De materiaalfactor op het grondmechanisch draagvermogen van palen bedraagt: $\gamma_{\text{totaal}} = 1.7 (= 1.25/0.75)$.

De uiteindelijke rekentechnische houdcapaciteit per m^1 groutlichaam bedraagt:

$$T_d = 118.8 / 1.7 = 69.9 \text{ kN/m}^1.$$

De draagkrachtige zandlaag heeft een dikte van 3.5 m en kan derhalve een ankerkracht mobiliseren van

$$F = (3.5 / \sin(50^\circ)) \times 69.9 = 319.4 \text{ kN.}$$

Voor de lagen vanaf -10.5 m NAP geldt een gemiddelde conusweerstand van 3 MPa.

Indien wordt uitgegaan van $\alpha_s = 0.055$ (klei/silt; zie NEN 6743) geldt een bezwijkbelasting van:

Voor $q_{c, \text{gem.}} = 3.0$ MPa geldt dus:

$$\tau_u = 165 \text{ kN/m}^2.$$

Dit levert per m^1 groutlichaam voor $q_c = 3.0$ MPa op:

$$T_{\text{bezwijk}} = \pi \times 0.42 \times 165 = 217.7 \text{ kN/m}^1 \text{ bezwijkbelasting.}$$

De materiaalfactor op het grondmechanisch draagvermogen van palen bedraagt: $\gamma_{\text{totaal}} = 1.7$.

De uiteindelijke rekentechnische houdcapaciteit per m^1 groutlichaam bedraagt:

$$T_d = 217.7 / 1.7 = 128.1 \text{ kN/m}^1.$$



Voor de maximale rekenwaarde van $F_{a,max;gr;d} = 319.6 \text{ kN}$ ($= 693.0 - 319.4$) zal dit een groutlichaamlengte inhouden van:

$$l_g = 319.6 / 128.1 = 2.5 \text{ m.}$$

Het totale groutlichaam wordt aldus:

$$L_{g,totaal} = l_{g,zandlaag} + l_{siltlaag} = 3.5 / \sin(50^\circ) + 2.5 = 7.1 \text{ m. Een groutlichaamlengte aanhouden van 7.5 m.}$$

Het aangrijpingspunt bedraagt +1.0 m NAP en het groutlichaam begint op -7.0 m NAP.

De theoretische ankerlengte bedraagt dus voor de ankerpalen onder 50° met de horizontaal:

$$l_{a,th} = \frac{7.0 + 1.0}{\sin(50^\circ)} + 7.5 = 17.9 \text{ m.}$$

Elk anker moet een overlengte van ca. 400 mm bezitten t.b.v. positie ankerplaat en moer.

Voor de afgeronde totale ankerlengte wordt nu 18.5 m aangehouden voor de ankers onder 50° met de horizontaal en met aangrijpniveau op +1.0 m NAP (lange zijde van de dam).

Voor de overige ankers gelden een analoge berekeningen.

De lengte van de groutlichamen bedragen 8.0 m (ankers onder 40°) en de ankerlengten variëren van 21.0 m (ankerhoek 40° ; lage zijde) tot 22.0 m (ankerhoek 40° ; kopse kant) en 19.0 m (ankerhoek 50° ; kopse kant)

Vooralsnog wordt uitgegaan om de ankers om en om te plaatsen met ankerhoeken van 40° en 50° met de horizontaal.

Samenvattend kan de volgende tabel aangehouden worden:

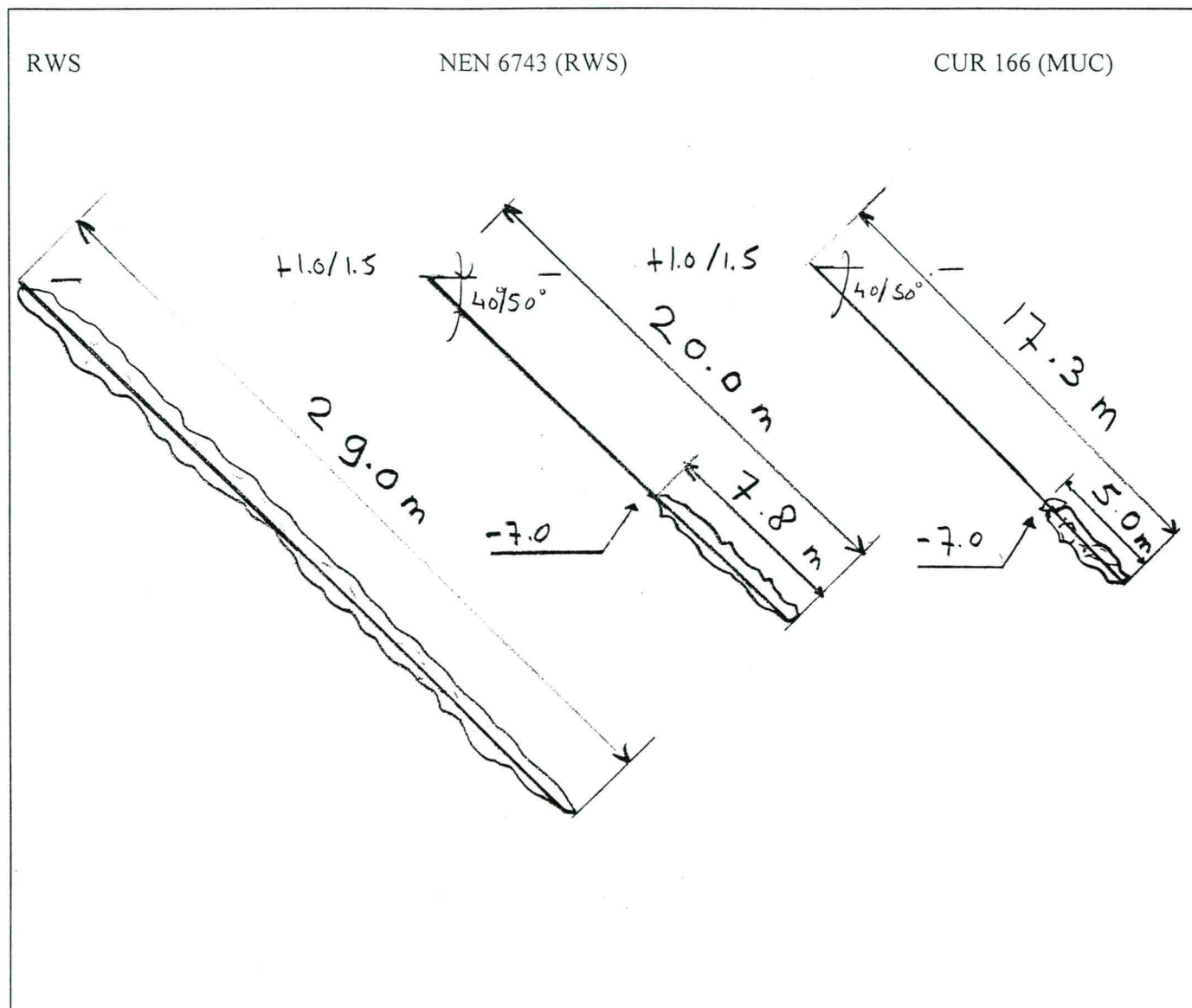
Rekenmethodiek volgens de NEN 6743 exclusief veiligheid diepe glijvlak								
locatie	type (mm)	$F_{a,max}$ (kN)	ankerhoek ($^\circ$)	begin grout (m NAP)	groutlengte (m)	aangrijp-punt (m NAP)	ankerlengte (m)	aantal
lange zijde van de dam	$\varnothing 82.5$	630.0	40	-7.0	8.0	+1.0	21.0	13
	$\varnothing 82.5$	630.0	50	-7.0	7.5	+1.0	18.5	12
kopse kant van de dam	$\varnothing 82.5$	630.0	40	-7.0	8.0	+1.5	22.0	5
	$\varnothing 82.5$	630.0	50	-7.0	7.5	+1.5	19.0	5

Opm:

In de door RWS opgestelde berekeningen komen ankerlengten voor van 29.0 m. Of in deze lengte de veiligheid op het diepe glijvlak verdisconteerd is, is niet bekend.

In onderstaande figuur worden de gemiddelde ankerlengte (bepaald met verschillende methoden) grafisch weergegeven.

Het betreft de dimensionering volgens bestek (RWS), NEN 6743 (RWS) en CUR 166 (MUC).



Figuur 01. Ankerlengten volgens verschillende methoden (zonder veiligheid m.b.t. diepe glijvlak).

Conclusie 3:

Gezien het feit dat een Leeuwanker® niet vergeleken kan (en mag) worden met een ankerpaal, is het aanbevelenswaardig om de methode volgens de CUR 166 te hanteren.

Daarnaast dient voor het gehele concept de veiligheid m.b.t. het diepe glijvlak zeer zeker meegenomen te worden. De gemiddelde ankerlengte bedraagt hierdoor ca. 24.5 m.



4.0 Controle staalspanning in Leeuwanker®

Het Leeuwanker® wordt maximaal belast tot $F_{a,max;st;d} = 787.5 \text{ kN}$.

Anker $\varnothing 82.5 - 22.2 \text{ mm}$;

$A_{anker} = 4206 \text{ mm}^2$.

De gemiddelde spanning in het buismateriaal (ankerbuis) is gelijk aan:

$$\sigma_d = \frac{F_{a,max;st;d}}{A_{anker}} = \frac{787500}{4206} = 187.2 \text{ N/mm}^2.$$

Veiligheid op vloeien voor materiaal MW 450 (ongeveer gelijk aan X70 - zie bijlage 03 voor nadere informatie) bedraagt (unity-check):

$$u.c. = \frac{\sigma_d}{\sigma_e} = \frac{187.2}{470} = 0.4 < 1.0.$$

Een vloeispanning van 470 N/mm^2 betreft een minimale waarde. Testprocedures bij TNO - Bouw te Rijswijk hebben aangetoond dat een volledige streng $\varnothing 82.5 \text{ mm}$ ankersecties, uitgevoerd in staal MW 450, vloeit bij ca. 1970 kN. Breuk trad zelfs pas bij 2600 kN op.

Ten aanzien van de spanningsdoorsnede van de M 87 schroefdraad van de verbindingen van de ankersecties geldt het volgende:

Spanningsdoorsnede M 87: $A_s = 5137 \text{ mm}^2$; zie bijlage 02.

Binnenruimte basisbuis: 1140 mm^2 ; er resteert als spanningsdoorsnede: $5137 - 1140 = 3997 \text{ mm}^2$; dit is minder dan de basisbuis $\varnothing 82.5 \text{ mm}$ zelf: 4206 om 3997 mm^2 .

De gemiddelde spanning in de schroefdraad is gelijk aan:

$$\sigma_d = \frac{F_{a,max;st;d}}{A_{mtg}} = \frac{787500}{3997} = 197.0 \text{ N/mm}^2.$$

Veiligheid op vloeien voor schroefdraad bedraagt (unity-check):

$$u.c. = \frac{\sigma_d}{\sigma_e} = \frac{197.0}{470} = 0.4 < 1.0.$$

De veiligheid op het staal van de Leeuwankers® is accoord, immers $\gamma_{m,st} \leq 1.0$ (u.c.).

Proefbelasten tijdens controleproeven tot $F_{a,max;gr;d}$ is geen probleem daar $F_{a,max;gr;d} < F_{a,max;st;d}$.

Een geschiktheidsproef tot $1.2 \times F_{a,max;gr;d}$ komt overeen met $1.2 \times 1.1 \times F_{a,max} = 1.32 \times F_{a,max}$.

De u.c.-waarde zal ca. $1.32 / 1.25 \times 0.4 = 0.42$ bedragen, hetgeen nog steeds ruimschoots accoord is.



Conclusie 4:

Indien Leeuwankers® (type ø 82.5 mm) worden toegepast bij het project Middenhavendam te Breskens dan zal de minimale veiligheid op het staal MW 450 van het toegepaste ankertype met de verbindingen in de uiterste grenstoestand ruimschoots voldoende zijn.

Controleproeven: ankers testen op $F_{a;max;gr;d}$ (32 maal).

Geschiktheidsproeven: ankers testen tot $1.2 \times F_{a;max;gr;d}$ (3 maal).



5.0 Ankerstoel

Er wordt een stalen stoel toegepast die steun vindt tegen de buik van het damwandprofiel en indirect tegen het grondmassief achter de damwand.

De stoel wordt ontworpen voor de maximale rekenbelasting (m.b.t. het staal) van $F_{a,max;st;d} = 787.5 \text{ kN}$.

De basisplaat van de stoel heeft afmetingen van $600 \times 350 \times 60 \text{ mm}$ (h x b x d); staalkwaliteit Fe 510; zie principe-opzet in bijlage 06.

Op de basisplaat is een onder 40° en 50° staande basisbuis $\varnothing 139-22 \text{ mm}$ gelast met $a = 12 \text{ mm}$. Staalkwaliteit Fe 510.

In de plaat is een gat $\varnothing 95 \text{ mm}$ aanwezig voor de passage onder de ankerhoeken van 40° en 50° van de ankerbuis $\varnothing 82.5 \text{ mm}$ met bijbehorende schroefdraad M 87 (8.8).

De moer vindt direct steun tegen de kopse kant van de basisbuis.

Oplegdruk M 87 (8.8) moer op kopse kant van basisbuis:

$$F_d = F_{a,max;st;d} = 787.5 \text{ kN};$$

$$A_{\varnothing 139-22} = 8086 \text{ mm}^2.$$

$$\sigma_d = \frac{F_{a,max;st;d}}{A} = \frac{787500}{8086} = 97.4 \text{ N/mm}^2 < f_{y;d} = 355 \text{ N/mm}^2.$$

→ oplegdrukspanning van moer M 87 (8.8) accoord.

Knikspanning in basisbuis:

De gemiddelde lengte bedraagt 200 mm .

$$I = 14326173 \text{ mm}^4.$$

$$A = 8086 \text{ mm}^2.$$

$$i = \sqrt{I / A} = 42.1 \text{ mm}.$$

$$\lambda_e = \pi \times \sqrt{E_d / f_{y;d}} = 76.4$$

$$\lambda_y = l / i = 200 / 42.1 = 4.8$$

$$\lambda_{rel} = \lambda_y / \lambda_e = 0.04, \text{ waaruit volgt } \omega_{buc} = 1.0.$$

$$\frac{N_{c;s;d}}{\omega_{buc} \times N_{c;u;d}} = \frac{787500}{1.0 \times 355 \times 8086} = 0.3 < 1.$$

→ knik speelt geen rol van betekenis.



Basisplaat:

Deze plaat wordt belast door:

- a. pons t.p.v. de verbinding \varnothing 139-22.0 mm buis
- b. horizontale buiging en eventueel verticale buiging

ad. a. pons t.p.v. de verbinding \varnothing 139-22.0 mm buis.

$$F_d = 787.5 \text{ kN.}$$

$O = \pi \times 139 \times 60 = 26200.9 \text{ mm}^2$; hoewel de omtrek zelfs een wat grotere ellips is, wordt gemakshalve met een cirkelvorm gerekend.

De schuifspanning wordt:

$$\tau_d = \frac{F_d}{A} = \frac{787500}{26200.9} = 30.1 \text{ N/mm}^2$$

→ pons speelt geen rol van betekenis.

Ad. b. horizontale buiging en eventueel verticale buiging.

Het horizontale weerstandsmoment van de basisplaatdoorsnede zonder basisbuis bedraagt:

$$W_{b,h} = \frac{1}{6} \times b \times h^2 = \frac{1}{6} \times 350 \times 60^2 = 126000 \text{ mm}^3.$$

Ter plaatse van de gatverzwakking met de basisbuis geldt een aanzienlijk groter weerstandsmoment. Het weerstandsmoment van de basisplaat is als maatgevend aangehouden.

Dit weerstandsmoment wordt gemobiliseerd door de horizontale component van de ankerkracht van $787.5 \times \cos(40^\circ) = 603.3 \text{ kN}$. Het gaat dus om een kracht die de basisplaat loodrecht op het vlak belast.

Indien ervan uitgegaan wordt dat de horizontale ankerkracht component voor 100 % in één richting (horizontaal) afgevoerd wordt (dus vanuit het midden van de basisplaat naar de zijkant ervan, c.q. naar de opstaande zijden van het damwandprofiel), dan zal gelden:

$$M_{d,h} = 0.5 \times 603.3 \times 60 = 18099.0 \text{ kNmm.}$$

Als arm voor dit moment wordt gerekend met een arbitrair gekozen afstand van 60 mm. Het betreft dan de afstand van het zwaartepunt van de helft van de basisbuis naar een zone tussen zijkant basisbuis en zijkantlassen van de basisplaat. Een afstand van 60 mm lijkt aldus een redelijke maat.

Het is overigens maar helemaal de vraag of het bovengeschetste moment überhaupt wel optreedt omdat de stoel vlak tegen de buik van het profiel aanligt en de buik ook de nodige steun geeft. Door vervormingen van het geheel zou denkbeeldig de ankerstoelplaat niet geheel kunnen aanliggen, zodat het opgezette model toch doorgerekend wordt.



De spanning wordt:

$$\sigma_{d,h} = \frac{M_{d,h}}{W_{b,h}} = \frac{18099000}{126000} = 143.6 \text{ N/mm}^2 \ll f_{y,d} = 355 \text{ N/mm}^2.$$

In de lijn over de basisbuis is de spanning veel minder.

De verticale component van de ankerkracht zal een buigend moment in de basisplaat in verticale zin kunnen opwekken, hoewel de hoogte-breedte verhouding van de basisplaat meer aanleiding geeft tot een "volle wand - benadering".

Het verticale weerstandsmoment van de basisplaatdoorsnede zonder basisbuis bedraagt:

$$W_{b,ver} = \frac{1}{6} \times b \times h^2 = \frac{1}{6} \times 60 \times 600^2 = 3600000 \text{ mm}^3$$

Met een afstand van 350 mm tussen de verticale zijken van de basisplaat en een verticale rekenkracht van 506.2 kN, bedraagt het moment:

$$M_{d,v} = \frac{1}{4} \times 506.2 \times 350 = 44292.1 \text{ kNmm}.$$

De spanning wordt:

$$\sigma_{d,v} = \frac{M_{d,v}}{W_{b,v}} = \frac{44292100}{3600000} = 12.3 \text{ N/mm}^2 \ll f_{y,d} = 355 \text{ N/mm}^2.$$

In principe kan ook nog de schuifspanning t.g.v. zowel de horizontale als de verticale ankerkrachtcomponent in de spanningscombinatie worden betrokken.

Er geldt voor de horizontale ankerkracht:

$$\tau_{d,h} = \frac{3}{2} \times \frac{0.5 \times F_{d,h}}{(b - d_{gat}) \times d} = \frac{3}{2} \times \frac{0.5 \times 603300}{(350 - 95) \times 60} = 29.6 \text{ N/mm}^2 \ll 0.58 \times 355 = 206 \text{ N/mm}^2.$$

Voor de verticale ankerkracht geldt:

$$\tau_{d,v} = \frac{3}{2} \times \frac{0.5 \times F_{d,v}}{(b - d_{gat}) \times d} = \frac{3}{2} \times \frac{0.5 \times 506200}{(350 - 95) \times 60} = 24.8 \text{ N/mm}^2 \ll 0.58 \times 355 = 206 \text{ N/mm}^2.$$

Gecombineerd:

$$\begin{aligned} \sigma_{vgl;d} &= \sqrt{(\sigma_{d,h}^2 + \sigma_{d,v}^2 + 3 \times (\tau_{d,h}^2 + \tau_{d,v}^2))} \\ &= \sqrt{143.6^2 + 12.3^2 + 3 \times (29.6^2 + 24.8^2)} = 158.9 \text{ N/mm}^2. \end{aligned}$$

Een basisplaat ter grootte van 600 x 350 x 60 mm is ruim voldoende zwaar gekozen.

Laszwaarte tussen basisbuis en basisplaat:

$$F_d = 787.5 \text{ kN.}$$

$$F_{d,h} = 603.3 \text{ kN en } F_{d,v} = 506.2 \text{ kN (hoek is } 40^\circ)$$

$$a \geq 12 \text{ mm (hoeklas).}$$

Vanwege de flauwe hoek tussen Leeuwanker® en horizontaal van 40° kan de las ons inziens goed gelegd worden t.p.v. de boven- en onderzijde van de basisbuis. Tevens wordt de basisbuis ook nog iets voorgeschuind. De omtrek van de las betreft een ellips.

Er geldt:

$$a = 90.7 \text{ mm, } b = 69.5 \text{ mm; } O = \pi \times (a + b) = \pi \times (90.7 + 69.5) = 503.4 \text{ mm.}$$

Er zijn weer twee componenten werkzaam op de las:

de horizontale ter grootte van maximaal 603.3 kN en de verticale ter grootte van 506.2 kN.
Horizontaal geldt voor de las:

$$\sigma_1 = \tau_1 = \frac{0.707 \times F_{d,h}}{O \times a} = \frac{0.707 \times 603300}{503.4 \times 12} = 70.6 \text{ N/mm}^2 \ll 0.58 \times 355 = 206 \text{ N/mm}^2.$$

Verticaal geldt dat de schuifspanning in de las gelijk is aan:

$$\tau_2 = \frac{F_{d,v}}{O \times a} = \frac{506200}{503.4 \times 12} = 83.8 \text{ N/mm}^2 \ll 0.58 \times 355 = 206 \text{ N/mm}^2.$$

Gecombineerd geldt tenslotte:

$$\sigma_{w;s;d} = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \times (\tau_1^2 + \tau_2^2)}}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{70.6^2 + 3 \times (70.6^2 + 83.8^2)}}{\sqrt{3}} = 116.9 \text{ N/mm}^2.$$

Hieruit volgt:

$$\frac{\sigma_{w;s;d}}{f_{w;u;d}} = \frac{116.9}{260.7} = 0.4 < 1.0.$$

Deze spanning is ruimschoots voldoende laag; hoeklas $a = 12 \text{ mm}$ is voldoende zwaar.

Er zou ook nog gedacht kunnen worden om ter plaatse van de horizontale as door de basisbuis-aansluiting op de basisplaat te rekenen met een gemiddelde schuifspanning t.g.v. de verticaal component:

$$\tau_{2, \text{gem}} = 1.5 \times \tau_2 = 1.5 \times 83.8 = 125.7 \text{ N/mm}^2.$$

Als met 125.7 N/mm^2 i.p.v. met 83.8 N/mm^2 gerekend wordt, geldt:

$$\sigma_{w;s;d} = 149.8 \text{ N/mm}^2 \text{ bij } a = 12 \text{ mm; dit is nog steeds accoord.}$$

Bevestiging ankerstoel aan damwand:



De ankerstoel wordt bij toepassing van Leeuwankers® in het algemeen aan de damwandconstructie bevestigd door te lassen of te bouten.

In het onderhavige geval is er sprake van lassen van de stoel op de wand.

De lassen zijn primair bedoeld om de verticaal component $F_{d,v}$ van de ankerkracht vanuit de stoel in de damwandconstructie te leiden.

De ankerstoel wordt uiteraard tegen de damwand gedrukt. De aanwezige wrijving tussen basisplaat en damwandmateriaal wordt vooralsnog niet meegerekend.

$F_{d,v} = 506.2 \text{ kN}$. Praktisch $a = 6 \text{ mm}$ rekenen. Stel dat de verticale zijlassen alles opnemen.

$$\tau_2 = \frac{F_{d,v}}{2 \times l \times a} = \frac{506200}{2 \times 600 \times 6} = 70.3 \text{ N/mm}^2 < 206 \text{ N/mm}^2.$$

$a \geq 6 \text{ mm}$ is voldoende sterk; rondom aflassen

Conclusie 5:

Indien de stoelconstructie voor Leeuwankers® wordt toegepast in het project Middenhavendam te Breskens, dan is de gekozen zwaarte van de basisplaat ter grootte van

$600 \times 350 \times 60 \text{ mm}$ in staal Fe 510 voldoende sterk om een ankerkracht van $F_{a,\max} = 630 \text{ kN}$ veilig af te dragen naar de damwand.

Bevestiging van basisplaat aan damwand d.m.v. lassen $a \geq 6 \text{ mm}$, rondom.

In bijlage 06 wordt de opzet van de toe te passen ankerstoel gepresenteerd.



6.0 Samenvatting en conclusies

In dit rapport worden de toepasbaarheid en de verankeringscapaciteit beschouwd van Leeuwankers® als permanente verankeringselementen voor een damwandconstructie ten behoeve van Middenhavendam te Breskens.

Vanwege de uitvoeringstechnische problemen met het toe passen van een ankerstang van $\varnothing 101.6-12.5$ mm (voorstel van RWS) is op de bespreking d.d. 13-09-2000 afgesproken dat de berekeningen zowel uitgevoerd worden volgens de NEN 6743 met ankerstang van $\varnothing 101.6 - 12.5$ mm (MW450) en met een spiraaldiameter van $\varnothing 400$ mm als volgens de CUR 166 met ankerstang van $\varnothing 82.5 - 22.2$ mm (MW450) en met een spiraaldiameter van eveneens $\varnothing 400$ mm.

Daarnaast is in een later stadium de veiligheid op het diepe glijvlak bekeken, welke maatgevend blijkt te zijn m.b.t. de ankerlengten.

Op basis van de aanwezige waarden voor de gemiddelde conusweerstand in het diepe zandpakket waar het groutlichaam wordt gepland, kan worden gesteld dat Leeuwankers® (type $\varnothing 82.5$ mm / MW 450 staalkwaliteit) de voorgeschreven maximale rekentechnische ankerbelastingen ruimschoots veilig in de bodem kunnen afdragen.

De ankerhoek bedraagt 40° en 50° met de horizontaal. Aangrijppunt van de Leeuwankers® ligt op + 1.0 m NAP (lange zijde van de dam) en + 1.5 m NAP (kopse kant van de dam). Het groutlichaam begint op ca. - 7.0 m NAP voor alle Leeuwankers®.

Indien met het standaard inbreng-equipment van Van Leeuwen Verankeringen B.V. zo zwaar geboord moet worden dat de Leeuwankers® niet het gewenste niveau kunnen bereiken, wordt een Leeuwanker® minder ver ingebracht. Vanwege het zware boorproces is dan de houdcapaciteit meestal echter wél voldoende groot.

Keuze voor langere of kortere Leeuwankers® wordt door de voorman-inschroefploeg aangegeven en in overleg met de volgende bedrijven genomen:

- a) Bedrijfsbureau Gebr. van Leeuwen Verankeringen B.V.
- b) Constructeur van B.V. Ingenieursbureau M.U.C.
- c) Adviseur van opdrachtgever

De normaliter uit te voeren controleproef per Leeuwanker® (achteraf) geeft aan of het Leeuwanker® inderdaad terecht langer of korter gemaakt werd.

In onderstaande tabel worden het ankertype, de rekentechnische waarde van de ankerkracht ($F_{a,max}$), de ankerhoek met de horizontaal (α), het begin van de groutlichamen en de Leeuwankers®, de grout- en ankerlengten en de aantallen weergegeven. In deze tabel is de veiligheid m.b.t. het diepe glijvlak verdisconteerd.



Samenvattend kan de volgende tabel aangehouden worden:

Lengte gebaseerd op diepe glijvlak								
locatie	type (mm)	$F_{a,max}$ (kN)	anker-hoek (°)	begin grout (m NAP)	grout-lengte (m)	aangrijp-punt (m NAP)	anker-lengte (m)	aantal
lange zijde van de dam	ø 82.5	630.0	40	-7.0	10.5	+1.0	23.0	13
	ø 82.5	630.0	50	-7.0	15.5	+1.0	26.0	12
kopse kant van de dam	ø 82.5	630.0	40	-7.0	10.0	+1.5	23.0	5
	ø 82.5	630.0	50	-7.0	15.0	+1.5	26.0	5

De gemiddelde ankerlengte bedraagt hierdoor ca. 24.5 m.

Als ankerstoel wordt gewerkt met de standaard oplossing voor Leeuwankers®.

Voor Leeuwankers® van het type ø 82.5 – 22.2 mm bestaat de stoel uit een basisplaat met afmetingen van 600 x 350 x 60 mm (h x b x d) en een gat ø 95 mm. De plaat vindt steun tegen de buik van het damwandprofiel. Op de plaat is de basisbuis ø 139-22 mm gelast onder 40° en 50° met $a \geq 12$ mm. Bevestiging van basisplaat aan damwand d.m.v. lassen met $a \geq 6$ mm. Staalkwaliteit bedraagt Fe 510. Zie principe-opzet in bijlage 06.

Op 32 Leeuwankers® wordt een controleproef uitgevoerd tot de testbelasting van $1.0 \times F_{a,max;gr;d}$ en drie Leeuwankers® geschiktheidsproeven tot $1.2 \times F_{a,max;gr;d}$ (CUR 166).

De Leeuwankers® worden normaliter afgelaten tot 50 % $F_{a,max;gr;d}$.

In het onderhavige project geeft dit de volgende tabel:

locatie	type (mm)	$F_{a,max}$ (kN)	testbelasting tot $F_{a,max;gr;d}$ (kN)						aflaten (kN)
			0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	
Middenhavendam	82.5	630	139	277	416	554	693	832	347



Bijlage 01 bij rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000

Betreft:

Relevante pagina's m.b.t. ankerkrachten en andere gegevens



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Zeeland

Aan BV Ingenieurs Bureau M.U.C.
t.a.v. dhr. G.J. Uclink
Terheijden

14 SEP. 2000

Van Peter Vlam

Doorkiesnummer

0117-381817

Datum

14/9/2000

Bijlage(n)

sondering

Onderwerp

Schroefinjection ankers

Het bijgaande wordt u toegezonden

☒ conform afspraak

☐ gaarne reactie voor

☐ met verwijzing naar

☐ om te behouden

☐ met verzoek de behandeling over te nemen

☐ gaarne retour voor

☐ met verzoek om advies

☐ met dank voor inzage

Gegevens Leeuwankerpaal

ankerstang : $\phi 101 \times 12,5$ mm
schroefblad : $\phi 400$ mm
 A_{ank} : $\frac{1}{4} \times \pi \times 101^2 = 8011,85$ mm²
 A_{sch} : $\frac{1}{4} \times \pi \times (101 - 12,5 - 12,5)^2 = 4536,46$ mm²
 A : $8011,85 - 4536,46 = 3475,39$ mm²
 A_s : $3475,39 / 1,16 = 2996,03$ mm²/m = $0,00299603$ m²/m
 O : $\pi \times 0,400 = 1,257$ m
 L : $29,00$ m

Leeuwankerpaal onder 40°

Uitvoerfile az48-LLWS-bsm40

$F_{s,max;n}$ = 454,06 kN/m (zonder bolders)

$F_{s,max;n}$ = 543,14 kN/m (met bolders)

$F_{s,max}$ = $1,16 \times 543,14 = 630,04$ kN

$F_{s,max;red}$ = $1,25 \times 630,04 = 787,55$ kN → **maximale rekenwaarde**

Leeuwankerpaal onder 50°

Uitvoerfile az48-LLWS-bsm50

$F_{s,max;n}$ = 433,02 kN/m (zonder bolders)

$F_{s,max;n}$ = 487,16 kN/m (met bolders)

$F_{s,max}$ = $1,16 \times 487,16 = 565,11$ kN

$F_{s,max;red}$ = $1,25 \times 565,11 = 706,39$ kN

PAU

WERKBESTEK ZL-4913

**AANBRENGEN VAN EEN STALEN DAMWAND AAN DE
MIDDENHAVENDAM IN DE WESTHAVEN VAN BRESKENS.**

Bestek en voorwaarden voor het aanbrengen van een verankerde stalen damwandscherm met bijkomende werkzaamheden aan de Middenhavendam in de Westhaven van de Handelshaven te Breskens in de gemeente Oostburg.

Rijkswaterstaat, directie Zeeland
Afdeling Nieuwe Werken

BESTEKS		CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID BOUWSTOF	
POST-	HOOFD-	DEFICODE						
NUMMER	CODE	1:2:3:4:5:6						
				Voor alle lassen geldt a = 3 mm, tenzij anders vermeld.				
				De in het zicht komende stalen onderdelen van deze bestekspost, ter plaatse van het plateau op de kop van de Middenhavendam, conserveren volgens bestekspostnrs. 600010 t/m 600013.				
310130	411399			Aanbrengen stalen ankerstangen	st	147,00	V	
				Situering: tussen de volgens bestekspostnrs. 310010 en 310020 aangebrachte damwanden, zie bestekstekeningnrs. ZLNW 2000-1003, ZLNW 2000-1004 en ZLNW 2000-1005.				
				De volgende stalen onderdelen leveren en aanbrengen:				
				Stalen ankerstangen ϕ 4½", gestuikt, lang ca. 13,70 m, hart op hart 2,32 m, inclusief bevestigingsmiddelen bestaande uit:	ton		130,97	L
				- hamerstuk (147 stuks);				
				- ankerstoel (147 stuks);				
				- spanschroef ϕ 170 x 550 mm (147 stuks);				
				- gordingplaat 300 x 220 x 100 met nokken (147 stuks);				
				- schommelplaat 280 x 250 x 95 mm met nokken (147 stuks);				
				- moer ϕ 4½".	st		147,00	L
				Staalkwaliteit S355 GP (Fe 510 B).				
				Hoogte ankerstangen op voorwand N.A.P. + 1,00 m.				
				Hoogte ankerstangen op ankerwand N.A.P. + 1,00 m.				
				De ankerstangen getoogd leggen gelijk aan 1/100e deel van de lengte, op een verdichte grondslag.				
				Voor nadere detaillering zie bestekstekeningnr. ZLNW 2000-1006.				
310140	411399			Leveren en aanbrengen schroefinjectieankers.	st	35,00	V	
				Situering: achter de volgens bestekspostnr. 310010 aangebrachte damwand, ter hoogte van de strekdam, zie bestekstekeningnr. ZLNW 2000-1005.				
				De volgende stalen onderdelen leveren en aanbrengen:				
				Schroefinjectieankers ϕ 101-12.5 mm, lang 29,00 m, voorzien van schroefblad ϕ 400 mm, lang 4,00 m, hart op hart 1,16 m, inclusief bevestigingsmiddelen bestaande uit:	ton		32,38	L
				- ankerstoel;	st		35,00	L
				- bevestigingsplaat 750 x 350 x 65 mm (35 stuks);				
				- eindmoer.	st		35,00	L
				Gelijktijdig met het aanbrengen van het anker				

Ree
Ogwidag
Samaco?
Spantel?

v. Leeuwen

BESTEKS- POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID	
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6			RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID BOUWSTOF
			grout over de gehele lengte van het anker injecteren. Staaikwaliteit S355 GP (Fe 510B). Hoogte ankerstangen voorwand: - 25 stuks op N.A.P. + 1,00 m; - 10 stuks op N.A.P. + 1,50 m. Helling ankers: de ankerstangen om en om aan- brengen onder 40° respectievelijk 50°. De Axiale ontwerpkracht van de ankers is 630,0 KN Voor nadere detaillering zie bestekstekeningnr. ZLNW 2000-1006, detail F. Alle in het zicht komende stalen onderdelen conserveren volgens bestekspostnrs. 600010 t/m 600013.			
310150	419999		Uitvoeren geschiktheidsproef Totaal: 3 keer Op nader door de directie aan te wijzen verankeringsselementen de geschiktheidsproef, volgens deel 3, artikel 02.03.01 van dit bestek uitvoeren.	gld		N
310160	419999		Uitvoeren controleproef Totaal: 32 keer Elk verankeringsselement dat niet beproefd is volgens de geschiktheidsproef, zie besteks- postnr. 310150, beproeven volgens de in deel 3, artikel 02.03.02 van dit bestek omschreven controleproef.	gld		N

HFD PAR ART LID
STK

41 **TECHNISCHE BEPALINGEN FUNDERINGSTECHIEKEN**

41 17 **EISEN EN UITVOERING VERANKERINGEN**

41 17 01 **DAMWANDVERANKERINGEN**

- 01 De diameter van de gaten in de damwandprofielen niet groter maken dan de diameter van de door te voeren onderdelen vermeerderd met 5 mm.
De gaten in de damwandprofielen ontdoen van bramen en na het aanbrengen van de onderdelen de resterende ruimten permanent grond dicht maken.
- 02 Het togen van de ankerstangen tot stand brengen door middel van houten onderstoppen en daarna de ankers spannen.
Indien het togen plaatsvindt op een aanaarding, dit pas uitvoeren na het inklinken van de tot de onderkant van de ankers aangeaarde grond.

41 22 **EISEN EN UITVOERING DAMWANDEN**

41 22 02 **DAMWAND**

- 01 Het bepaalde in artikel 41.22.02 lid 04 van de Standaard 1995 vervalt en wordt vervangen door:
"De afwijking van de werkelijke ten opzichte van de voorgeschreven helling van de lengte-as van een damplank mag ten hoogste 0,01 m per meter damplank bedragen."

41 25 **BIJBEHORENDE VERPLICHTINGEN DAMWAND**

41 25 01 **BEHANDELING INGEBRACHTE DAMPLANKEN**

- 01 De damplanken die niet tot de geprojecteerde diepte kunnen worden ingebracht in overleg met de directie afbranden dan wel afzagen tot de op de bestekstekeningen aangegeven hoogten.
- 02 De overblijvende damplankeinden worden geacht voor de opdrachtgever niet van waarde te zijn.

41 26 **BOUWSTOFFEN DAMWANDEN**

41 26 01 **STALEN DAMWANDPLANKEN**

- 01 Stalen damwandplanken leveren volgens de "Technische Liefer-

HFD PAR ART LID
STK

bedingungen für Stahlspundbohlen-1985".

- 02 De rapporten bedoeld in lid 01 dienen zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk na twee werkdagen, aan de directie te worden verstrekt.

41 41 EISEN EN UITVOERING SCHROEFINJECTIEANKERS

41 41 01 AANBRENGEN SCHROEFINJECTIEANKERS

- 01 De afmetingen van de aan te brengen gaten in de damwand voor het doorvoeren van de ankers dienen zo klein mogelijk te worden gehouden en na aanbrengen van de ankerstoelen grond dicht te worden afgesloten.
- 02 De aannemer dient zodanige maatregelen te treffen dat tijdens het indrijven van de ankerstang geen grotere hoekafwijking optreedt dan 1 graad ten opzichte van de opgegeven waarde.
- 03 De groutspecie dient te worden ingeperst met behulp van een mortelpomp onder een druk van maximaal 25 à 30 bar. Tijdens het grouten van het verankeringsgedeelte dient een injectiedruk van ten minste 10 à 15 bar te worden toegepast. Over het traject van de vrije ankerlengte mag een geringe overdruk worden toegepast.
- 04 Het grout dient vrijgehouden te worden van de damwand. Zonodig het gat over de laatste meter uitspoelen.
- 05 De aannemer dient zodanige maatregelen te treffen dat tot 24 uur na het injecteren van een anker ongewenste trillingen in de onmiddellijke nabijheid wordt voorkomen.
- 06 Indien het anker aan de in artikel 41.41.02 van deel van dit bestek gestelde eisen voldoet en door de directie is goedgekeurd, het anker afspannen op 75% van de uiteindelijke werkbelasting van het anker.
- 07 De ankerkop mag pas worden afgewerkt nadat de resultaten van de in artikel 02.03.01 van deel 3 van dit bestek genoemde geschiktheidsproef, en na de in artikel 02.03.02 van deel 3 van dit bestek genoemde controleproef door de directie zijn beoordeeld en het anker door de directie is goedgekeurd.
- 08 De ankerstangen, koppelmoffen, spanmoeren, ankerstoelen enz. thermisch verzinken volgens NEN 1275, NEN 2693 en NPR 2691 (dikte zinklaag minimaal 45 micrometer).
- 09 De karakteristieke kubusdruksterkte van de in artikel 41.44.02 lid 01 van deel 3 van dit bestek genoemde proefkuben van de groutspecie moet na zeven dagen verharding ten minste 30 N/mm² bedragen.

41 41 02 EISEN

HFD PAR ART LID

STK

- 01 De toelaatbare ankerkracht (F_a) wordt na het uitvoeren van de geschiktheidsproeven geverifieerd c.q. vastgesteld.
- 02 De toelaatbare ankerkracht (F_a) dient groter of gelijk te zijn aan de ontwerpankerkracht (F_d).
- 03 Ten aanzien van de in de artikelen 02.03.01 en 02.03.02 van deel 3 van dit bestek genoemde proeven dienen alle ankers te voldoen aan de hierna te noemen voorwaarden;

a. het anker dient de voorgeschreven belastingprocedure te hebben doorstaan wat betreft de belastingen en de tijden;

b. voor het belastingniveau $1,5 \cdot F_a$ dient de kruipcoëfficiënt eenduidig te worden vastgesteld, waarbij $k \leq 1 \text{ mm}$;

c. de elastische verkorting (δ) van het ankerstaal bij het ontlasten van $1,5 \cdot F_a$ naar F_0 dient gelegen te zijn binnen de volgende grenzen;

$$(L_e + L_{va} + 0,5 \cdot L_v) \cdot E \leq \delta \leq (L_e + L_{va} + L_v);$$

waarin:

$$E = \text{relatieve rek} = \frac{1,5 \cdot F_a - F_0}{EA}$$

- F_a = toelaatbare ankerkracht (kN)
 F_0 = referentiekracht (kN)
 L_{va} = lengte vrije deel van het ankerstaal (mm)
 L_v = lengte verankerd deel van het ankerstaal (mm)
 L_e = extra lengte van het ankerstaal tijdens de proef (mm)
 E = elasticiteitsmodulus (kN/mm²)
 A = doorsnede van het ankerstaal (mm²)
 δ = elastische verkorting (mm)

- d. het verplaatsingsgedrag van het vrije staafeinde mag niet wezenlijk verschillen van die van de overige ankers onder dezelfde belasting.

41 41 03

EISEN EN UITVOERING BEPROEVINGEN

- 01 Elk anker dat geen geschiktheidsproef heeft ondergaan wordt onderworpen aan een controleproef volgens artikel 02.03.02 van deel 3 van dit bestek.
- 02 Voordat de ankers worden beproefd dient de groutspecie tenminste 14 dagen te zijn verhard.
- 03 Ten behoeve van de uit te voeren beproevingen zorgdragen voor

HFD PAR ART LID
STK

een voldoende afstempeling van de damwand tegen de bestaande oever. De aanvulling en de stempeling van de damwand moeten zodanig zijn dat de kans op beweging van het referentiefraam tijdens de uitvoering van de beproevingen tot een minimum is beperkt.

- 04 De ankerstoel dient in voldoende mate aan de verankeringsconstructie te zijn gefixeerd.
- 05 Gedurende de uitvoering van de proef mogen binnen een afstand van tenminste 25 m geen andere werkzaamheden worden uitgevoerd. Tevens dienen werkzaamheden op grotere afstand welke maaiveld- en/of damwand bewegingen op de proeflocatie veroorzaken te worden gestaakt.
- 06 Indien tijdens het proefbelasten van de ankers blijkt dat de horizontale verplaatsing van de damwand ter plaatse van het aangrijppingspunt groter wordt dan 20 mm dienen maatregelen te worden getroffen om verdere verplaatsing te voorkomen.
- 07 Alle gebeurtenissen die gedurende het uitvoeren van de proefbelasting optreden en invloed hebben op de meting dienen onder vermelding van het tijdstip genoteerd te worden op de in artikel 41.42.01 lid 02 van deel 3 van dit bestek genoemde formulieren.

41 42 **INFORMATIEOVERDRACHT SCHROEFINJECTIEANKERS**

41 42 01 **GEGEVENS VERWERKING**

- 01 Per anker dient nauwkeurig te worden bijgehouden:
 - de datum van vervaardiging (inbrengen ankerstang, injectie, enz.);
 - type hei- en persinrichting;
 - luchttemperatuur;
 - type en kwaliteit ankerstaal;
 - aantal en lengte oplengstangen;
 - cementsoort;
 - hoeveelheid en soort toevoegingen;
 - mengverhouding;
 - mengtijd;
 - injectiedruk per ml anker;
 - hoeveelheid ingebrachte grout per ml anker;
 - de watercementfaktor;
 - de hei- of intriltijd;
 - datum beproeving.
- 02 De gegevens bedoeld in lid 01, artikel 02.03.01 lid 02, artikel 02.03.02 lid 02 en artikel 41.41.03 lid 07 van deel 3 van dit bestek dienen in staatvorm volgens nader door de directie goed te keuren modellen aan de directie te

HFD PAR ART LID

STK

worden verstrekt. De formulieren en grafieken voor de in artikel 02.03.01 van deel 3 van dit bestek genoemde geschiktheidsproef moeten tenminste bevatten:

- de grafische bepaling van de kruipcoëfficiënt voor elk belastingniveau;
- het construeren van de kruiplijn;
- de ankerkopverplaatsing uitgezet tegen de ankerkracht;
- de elastische verkorting van de ankerstaaf uitgezet tegen de ankerkracht;
- de blijvende verplaatsing van de ankerkop uitgezet tegen de ankerkracht.

De grafieken en formulieren voor de in artikel 02.03.02 van deel 3 van dit bestek genoemde controleproef moeten tenminste bevatten:

- de grafische bepaling van de kruipcoëfficiënt;
- de ankerkopverplaatsing uitgezet tegen de ankerkracht.

41 43 **RISIKOVERDELING EN GARANTIES SCHROEFINJECTIEANKERS**

41 43 01 **BEPROEVING SCHROEFINJECTIEANKERS**

- 01 Indien een schroefinjectieanker bij de in de artikelen 02.03.01 en 02.03.02 genoemde beproevingen niet aan de in artikel 41.41.02 van deel 3 van dit bestek genoemde eisen voldoet, dienen ter vervanging van het afgekeurde anker één of meerdere nieuwe schroefinjectie- anker(s) te worden aangebracht en opnieuw te worden beproefd.
- 02 Indien het anker alleen voldoet aan de in artikele 41.41.02 lid 03 van deel 3 van dit bestek onder punt c. genoemde elastische verkorting, het anker een tweede beproeving laten ondergaan. De dan te volgen belastingsprocedure zal nader door de directie worden vastgesteld.
- 03 Indien tijdens de in artikel 02.03.02 lid 02 van deel 3 van dit bestek genoemde maximale belastingsfase bij een anker een kruip optreedt groter dan 1 mm, of die niet eenduidig te bepalen is, dient de periode van constante belasting te worden verlengd tot tenminste 15 minuten. Het kruipgedrag wordt in dat geval aan de resultaten van de geschiktheidsproef (-proeven) getoetst. Hierbij zal een maximaal toelaatbare kruipvervorming door de directie worden vastgesteld. Ankers met een kruipcoëfficiënt groter dan 2 mm worden altijd afgekeurd.
- 04 In geval van twijfel zal het anker door de directie worden beoordeeld. Hierbij wordt het ankergedrag vergeleken met de resultaten van de in artikel 02.03.01 van deel 3 van dit bestek genoemde geschiktheidsproef op hetzelfde traject. Eventueel kan de in artikel 02.03.02 van deel 3 van

HFD PAR ART LID
STK

dit bestek genoemde controleproef tot een belastingsniveau van 1,6*Fd worden verlengd (ter goedkeuring van de directie).

41 43 02 **GOEDKEURING BEPROEVING**

- 01 Het resultaat van de beoordeling door de directie op basis van de rapporten verstrekt volgens artikel 41.44.01 lid 02 van deel 3 van dit bestek zal zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk binnen drie weken na het overhandigen van de bedoelde rapporten, aan de aannemer worden verstrekt.
- 02 Indien het resultaat van de beoordeling volgens lid 01 niet binnen de gestelde termijn aan de aannemer is verstrekt, terwijl overigens geen reden voor onthouding van goedkeuring bestaan, wordt het betreffende anker geacht te zijn goedgekeurd.

41 43 03 **HERKEURING**

- 01 Bij afkeuring van een schroefinjectieanker volgens artikel 41.43.01 lid 01 van deel 3 van dit bestek komen de door de directie te maken herkeuringskosten voor de geschiktheidsproef dan wel controleproef voor rekening van de aannemer. Deze herkeuringskosten worden bij de eindafrekening in mindering gebracht op de aannemingssom.

41 44 **BIJKOMENDE VERPLICHTINGEN SCHROEFINJECTIEANKERS**

41 44 01 **RAPPORTEN**

- 01 De aannemer dient overzichtelijke rapporten met de gegevens genoemd in artikel 41.42.01 van deel 3 van dit bestek van de beproeving te maken.
- 02 De rapporten bedoeld in lid 01 dienen zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk na twee werkdagen, aan de directie te worden verstrekt.

41 44 02 **PROEFKUBEN**

- 01 Per mengsel groutspecie dient de aannemer een door de directie vast te stellen aantal proefkuben te maken en via controledrukproeven aan te tonen dat aan de gevraagde druksterkte volgens artikel 41.41.01 lid 09 van deel 3 van dit bestek wordt voldaan.
- 02 Voor het vervaardigen, bewaren en beproeven van de in lid 01 genoemde proefkuben is NEN 5950, Voorschriften Beton Technologie 1995, van toepassing.
- 03 Van het aantal proefkuben per mengsel volgens lid 01 stelt

HFD PAR ART LID

STK

de aannemer 1 kubus, aselekt gekozen, ter beschikking van de directie.

41 44 03 **KEURING, VERPLAATSING-KRACHTMEETAPPARATUUR**

- 01 Voordat begonnen wordt met het beproeven van de schroef-injectieankers kan de directie de aannemer verzoeken de verplaatsing-krachtmeetapparatuur door een nader door de directie te bepalen keuringsinstituut te laten keuren. De kosten hiermee gemoeid zullen worden verrekend op bestekspostnr. 950010 (stelpost) van dit bestek.

41 45 **BOUWSTOFFEN SCHROEFINJECTIEANKERS**

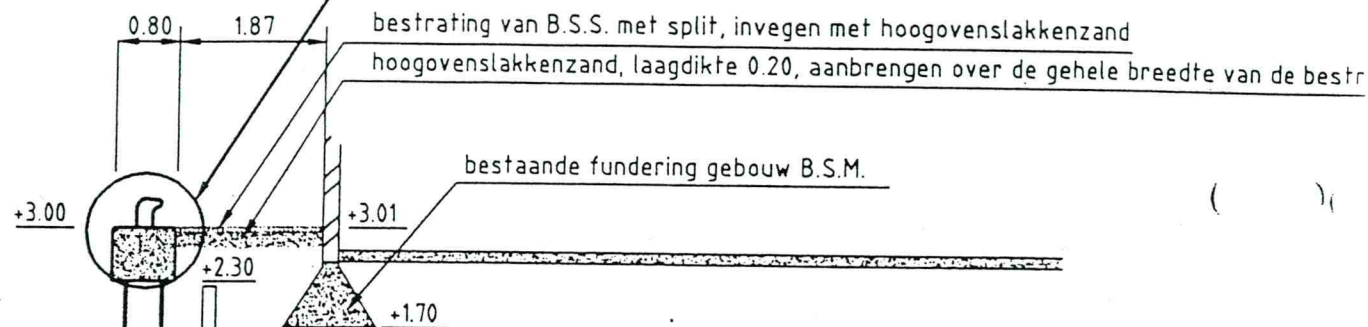
41 45 01 **EISEN**

- 01 De eisen ten aanzien van de ankerstangen en de koppelmoffen zijn aangegeven bij de betreffende besteksposten. Voor de informatieoverdracht is het bepaalde in de artikelen 41.42.01 en 41.44.02 van deel 3 van dit bestek van toepassing.
- 02 De groutspecie samenstellen uit:
- cement;
 - zwelmiddel (1% van het cementgewicht);
 - water.
- De watercementfactor bedraagt 0,45.

Bouw C.Z.A.V.

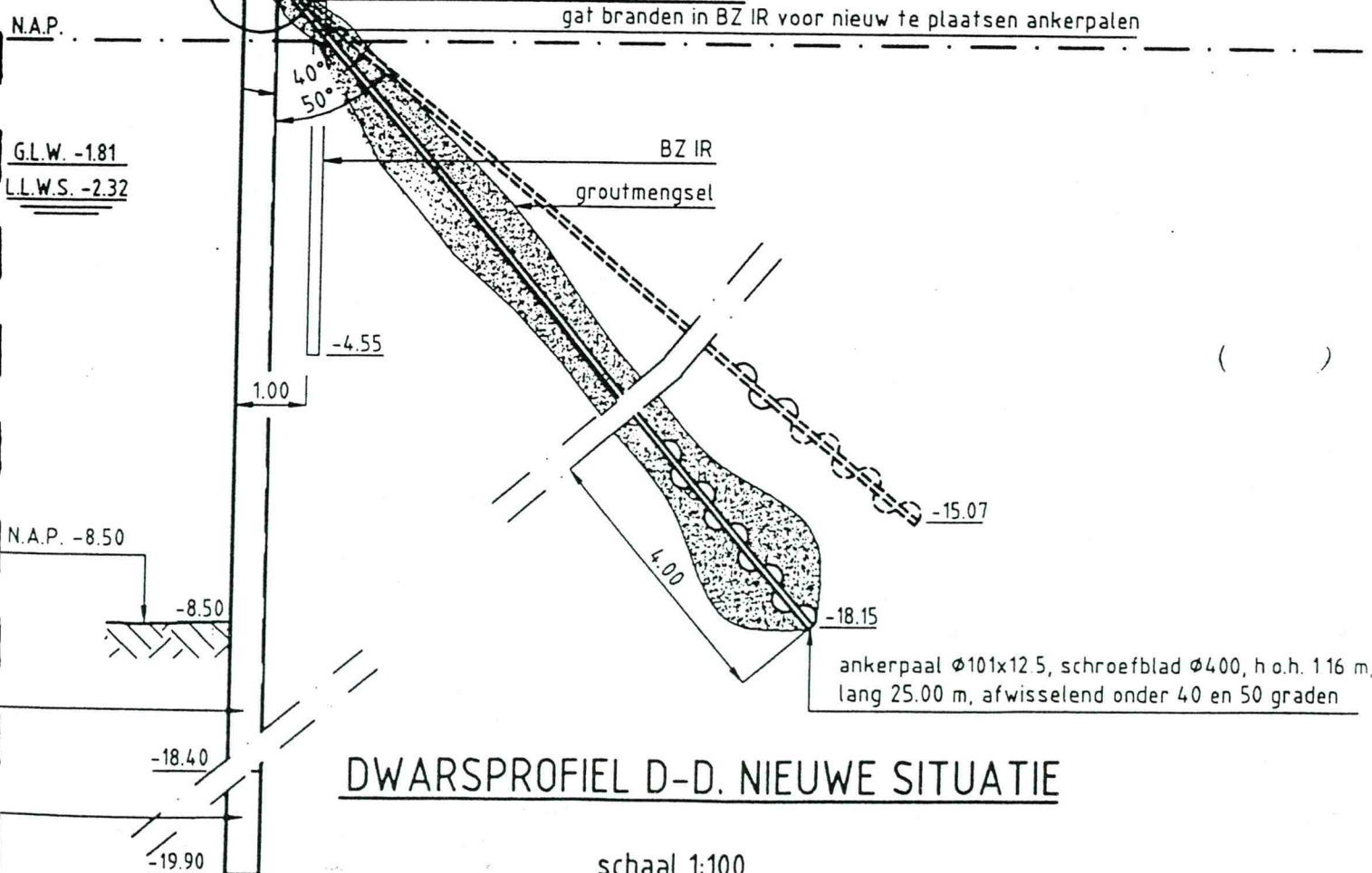
DETAIL E

zie tek.nr. zlnw-2000-1004



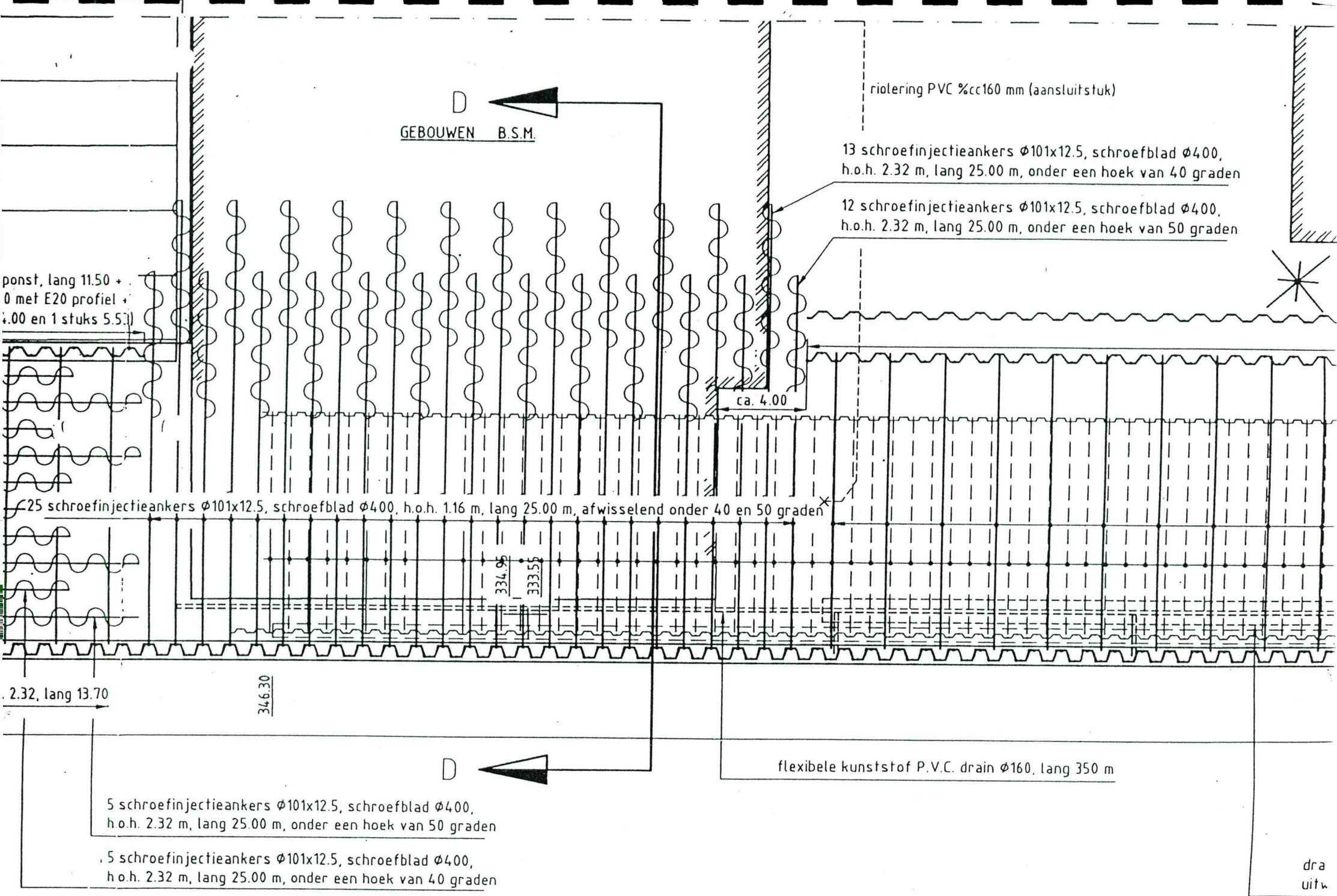
DETAIL F

zie tek.nr. zlnw-2000-1006



DWARSPROFIEL D-D. NIEUWE SITUATIE

schaal 1:100



D
GEBOUWEN B.S.M.

riolering PVC \varnothing cc160 mm (aansluitstuk)

13 schroefinjectieankers \varnothing 101x12.5, schroefblad \varnothing 400, h.o.h. 2.32 m, lang 25.00 m, onder een hoek van 40 graden

12 schroefinjectieankers \varnothing 101x12.5, schroefblad \varnothing 400, h.o.h. 2.32 m, lang 25.00 m, onder een hoek van 50 graden

ponst, lang 11.50 +
0 met E20 profiel +
1.00 en 1 stuks 5.50

ca. 4.00

25 schroefinjectieankers \varnothing 101x12.5, schroefblad \varnothing 400, h.o.h. 1.16 m, lang 25.00 m, afwisselend onder 40 en 50 graden

334.95

333.55

2.32, lang 13.70

346.30

flexibele kunststof P.V.C. drain \varnothing 160, lang 350 m

5 schroefinjectieankers \varnothing 101x12.5, schroefblad \varnothing 400, h.o.h. 2.32 m, lang 25.00 m, onder een hoek van 50 graden

5 schroefinjectieankers \varnothing 101x12.5, schroefblad \varnothing 400, h.o.h. 2.32 m, lang 25.00 m, onder een hoek van 40 graden

dra
uitw

D
GEBOUWEN B.S.M.

DETAIL L

zie tek.nr. zlnw-2000-1006

15 dubbele planken, type AZ 18, vorm I, geponst, lang 11.50 +
1 enkele plank, type AZ 18, vorm I, lang 11.50 met E20 profiel +
dubbele UNP 300x100, lang 19.53 (1 stuks 14.00 en 1 stuks 5.53)

ca. 1:35

6 dubbele planken, type AZ 48, vorm I,
geponst, lang 22.50 + 5 dubbele planken,
type AZ 48, vorm I, geponst, lang 21.00

-8.50

25 schroefinjectieankers $\phi 101 \times 12.5$, schroefblad $\phi 400$, h.o.h. 1.16 m, lang 25.00 m, afwisselend onder

8 ankerstangen $\phi 4 \frac{1}{2}$ " (gestuikt), h.o.h. 2.32, lang 13.70

lichtmast herplaatsen

1 enkele plank, type AZ 48, vorm I,
lang 22.50, met E 20-profiel

DETAIL K

zie tek.nr. zlnw-2000-1006

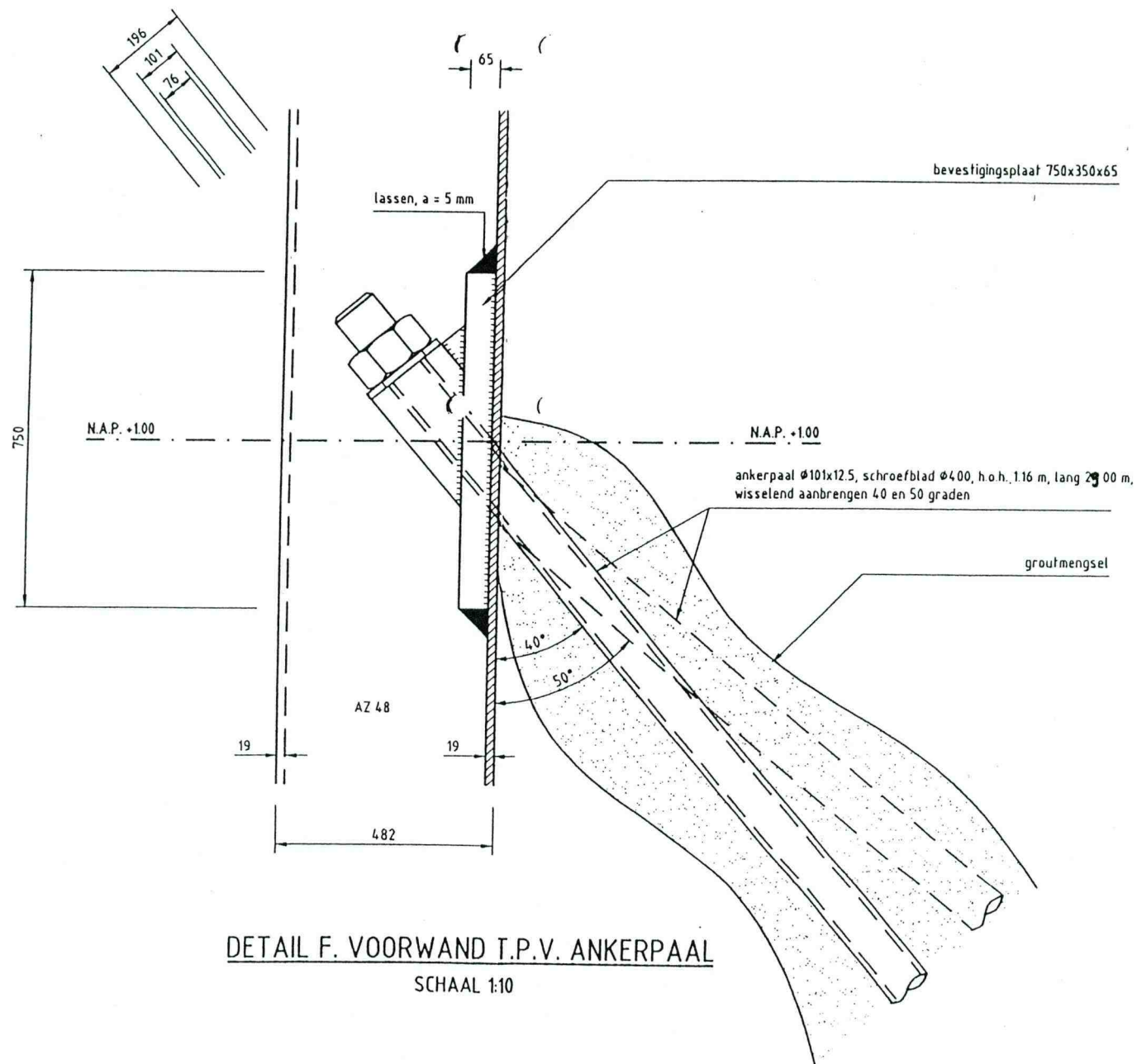
5 schroefinjectieankers $\phi 101 \times 12.5$, schroefblad $\phi 400$,
h.o.h. 2.32 m, lang 25.00 m, onder een hoek van 50 graden

5 schroefinjectieankers $\phi 101 \times 12.5$, schroefblad $\phi 400$,
h.o.h. 2.32 m, lang 25.00 m, onder een hoek van 40 graden

bodembescherming bestaande uit
draagstuk met bestorting
breuksteen 5-40 kg, 200 kg/m²
breuksteen 40-200 kg, 800 kg/m²

346.30





DETAIL F. VOORWAND T.P.V. ANKERPAAL
SCHAAL 1:10

id, type AZ 26

den de bodem

Ontwerpberäkning 350 m kistdam aan de Westhaven

De kadewand is gesitueerd in de Westhaven, ter plaatse van de Middenhavendam te Breskens. De maatgevende waterstand is volgens de CUR 166 de LLWS (-2,32 m), maar aangezien de laagst bekende waterstand ELLWS (-3,50 m) aanzienlijk lager is, wordt - in eerste instantie - met beide waterstanden gerekend. Er worden vijf fasen onderscheiden (bouwput en de fasen LLWS en ELLWS zonder bolderkrachten, en daarnaast de fasen LLWS en ELLWS met bolderkrachten), zie bij de berekeningen bijgevoegde tekeningen. Opgemerkt moet worden dat de belangrijke berekeningen worden uitgevoerd met de LLWS, aangezien de ELLWS maar heel sporadisch optreedt.

VOORWAND

stap 1

Voor geometrie zie tekeningen.

Veiligheidsklasse II.

Gebruik wordt gemaakt van sondeerrapport 990388 van Aannemingsmaatschappij Van der Straaten B.V. en voor de waarden van de grondparameters van laboratoriumresultaten (rapport H-1782/03) van Fugro Ingenieursbureau B.V.

stap 2, parameterbepaling

Representatieve waarden:

laag	γ'_d	γ'_n	ϕ'	c'	K'_{hoog}	bovenkant	laagdikte
1 ZAND	17	20	32,0	0	11400	+3,30	2,10
2 KLEI	17	17	32,0	2	500	+1,20	4,10
3 ZAND	17	20	30,0	0	4000	-2,90	1,50
4 KLEI	17	17	28,0	10	1000	-4,40	3,70
5 ZAND	17	20	30,0	0	6100	-8,10	2,50
6 KLEI	17	17	28,0	10	1000	-10,60	2,70
7 ZAND	17	19	30,0	0	4000	-13,30	6,90

Anker: $\phi 44''$ (gestuikt) horizontaal op N.A.P. +1,00 m,
n.o.h. afstand tussen opeenvolgende ankers: 2,32 m,
afstand tussen voor- en achterwand: 12,50 m.

Damwand: AZ 48, PAE 360 = Fe 510 B = FeE 360

Drainage: Aan de binnenzijde wordt een grindkist aangelegd.
De ontwatering vindt plaats d.m.v. terugslagkleppen,
onderzijde ontwateringsbuis op N.A.P. -1,15 m.

→ Bovenbelasting kade: 20 kN/m²
Bolderkracht: 150 kN gespreid over 2,32 m = 64,7 kN/m
Kerende hoogte: 3,00+8,50 = 11,50 m
Waterstand passieve zijde (N.A.P.): -2,32 m (LLWS)
Waterstand actieve zijde (N.A.P.): -1,15 + 0,30 = -0,85 m

Anker: $\text{rep} = 440,4 \text{ kN/m}$ (horizontaal)

stap 3, berekening minimale inbeddingsdiepte met partiële factoren

stap 3.1

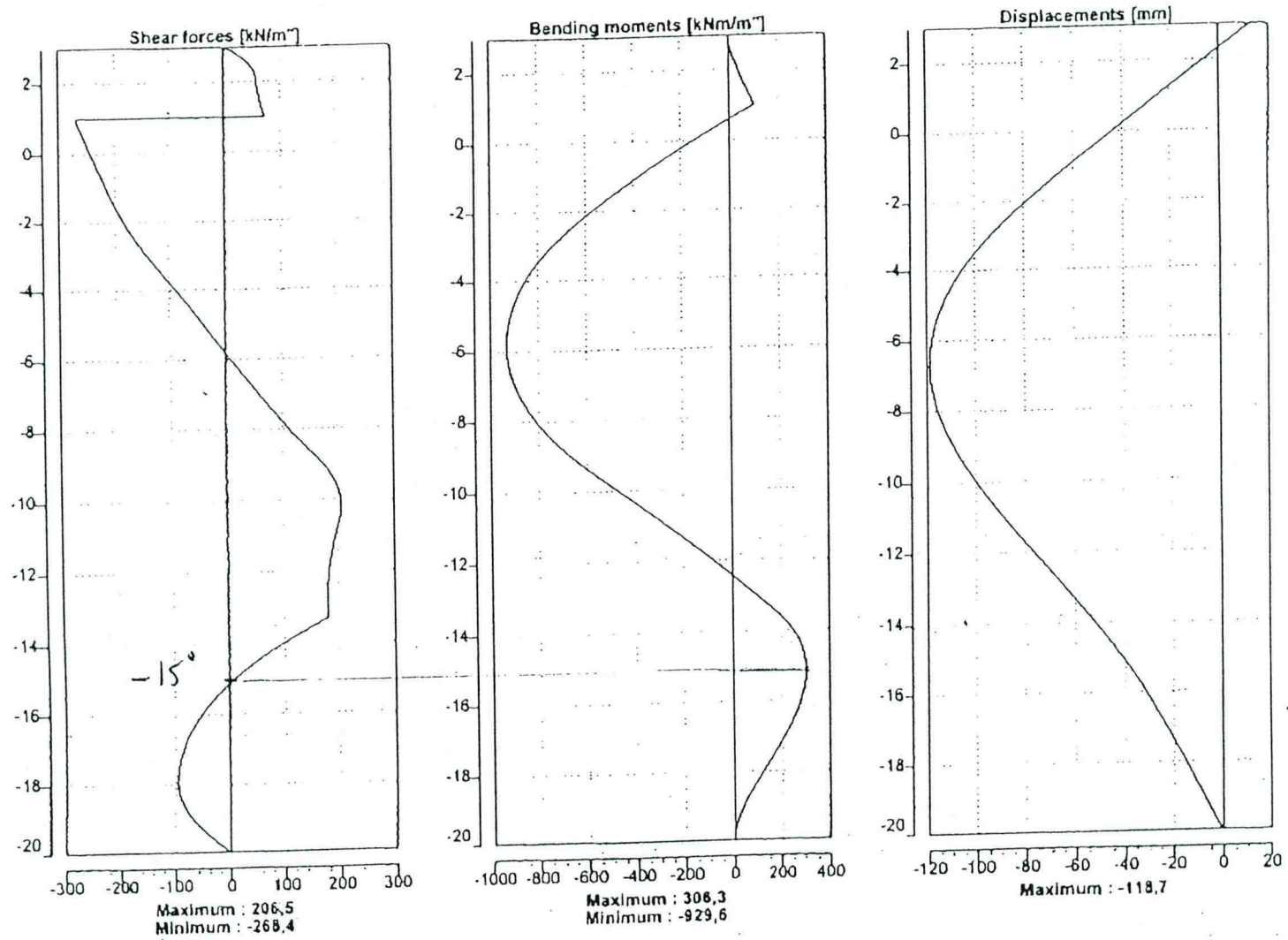
Uit verschillende berekeningen is gebleken dat de lage waarden van de horizontale beddingsconstante K' ($\gamma_{m,E} = 1,30$) maatgevend is.

Rekenwaarden ontwerpparameters:

laag	γ_d	γ_n	ϕ'_d	c'_d	K'_{1d}	bovenkant	δ_d
1	17	20	27,8	0	8769	+3,30	25,3
2	17	17	27,8	2	385	+1,20	25,3
3	17	20	26,1	0	3077	-2,90	23,6
4	17	17	24,3	10	769	-4,40	21,8
5	17	20	26,1	0	4692	-8,10	23,6
6	17	17	24,3	10	769	-10,60	21,8
7	17	19	26,1	0	3077	-13,30	23,6
veiligheden			1,15	1,00	1,30		

Wandwrijvingshoek δ : ruw staal, gekromde glijvlakken, $\delta = \phi'_d - 2,5^\circ \leq 27,5^\circ$.

Forces and Displacements at the stage : FASE1



Rijkswaterstaat Dine
GEOTECHNICS

P.O. BOX 418
2600 AA DELFT

TEL. +31 15 264 33 00
FAX. +31 15 261 08 21

1999-11-30

2

az48-LLWS+1-iteratie

berekening toetswaarden az 48

MSheet 5.2: az48-LLWS-iteratie

ANNEX

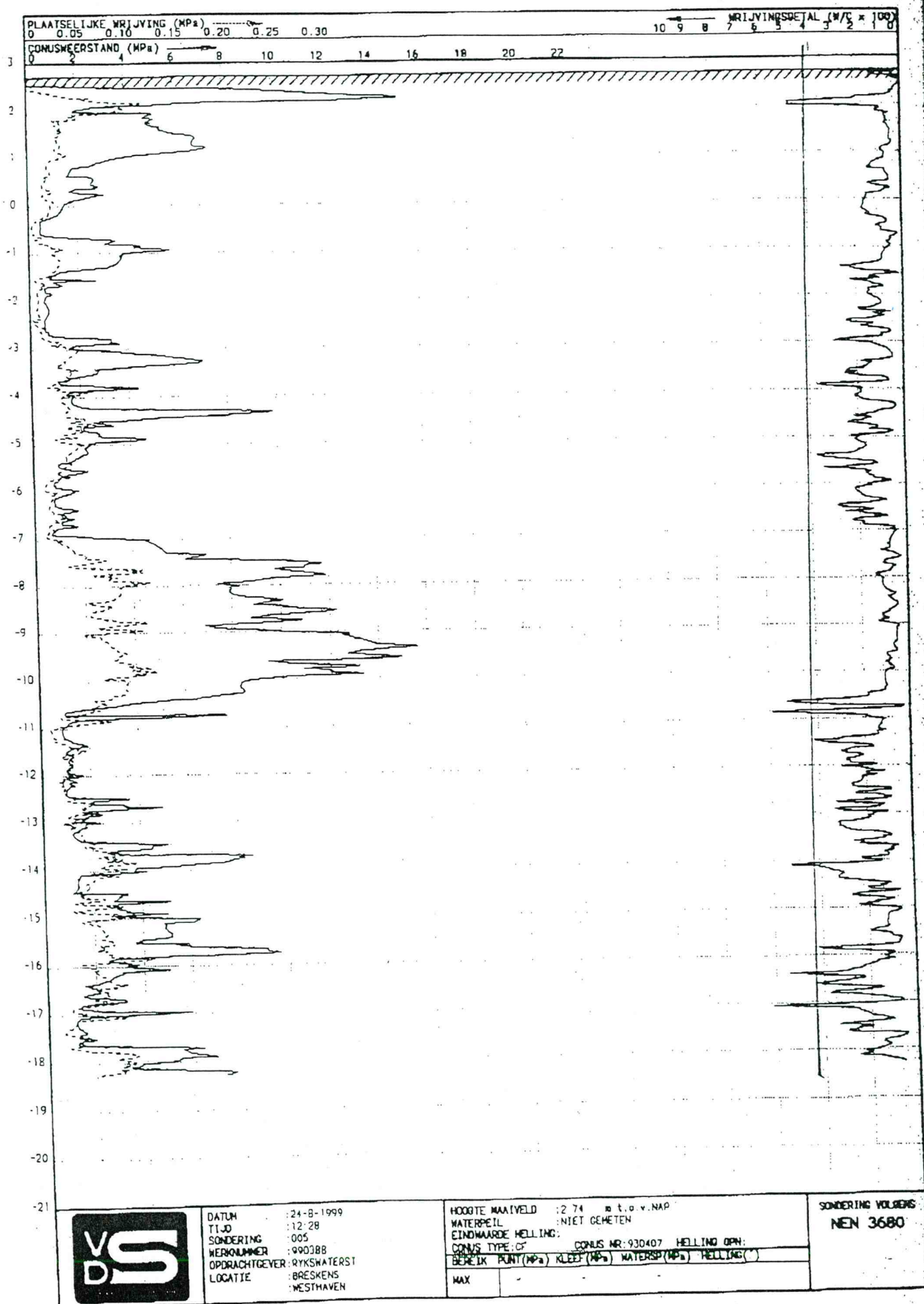
A4



Bijlage 02 bij rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000

Betreft:

Sondering afkomstig uit rapport van Van der Straaten





Bijlage 03 bij rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000

Betreft:

Gegevens staalkwaliteit MW 450
Gegevens Leeuwankers®
Gegevens metrische schroefdraad M 87
Gegevens kruipmaat uit rapport van Gemeentewerken Rotterdam

**Hochfester Baustahl
für Rohre
schweißbar**

Werksbez. MW 450
DIN-Bez. 20 MnV 6
Werkstoff-Nr. 1.5217

Werkstoffblatt
039 R

Ausgabe März 1990

**Geltungs-
bereich**

Dieses Werkstoffblatt gilt für nahtlose und geschweißte Rohre aus hochfestem, schweißbarem Baustahl, der im Lieferzustand die nachfolgend genannten Eigenschaften aufweist. Er wird verwendet, wenn es auf eine höhere Härte oder eine hohe Streckgrenze, verbunden mit guter Schweißbarkeit, ankommt. Aus dem Werkstoff MW 450 werden Maschinenbauteile wie z. B. Zylinder, Kolbenstangen, Walzen, Rollen (auch verchromt oder nitriert) usw. hergestellt.

Zum Einsatz kommen Maschinenbau-Stahlrohre (MBS-Rohre) nach MBS-1.88, Drehteilrohre nach TID-1.88 sowie nahtlose Rohre nach DIN 2448 in Verbindung mit DIN 1629 bzw. DIN 17121 und geschweißte Rohre nach DIN 2458 in Verbindung mit DIN 1626 bzw. DIN 17120.

In der Bestellung ist der gewünschte Lieferzustand anzugeben, sofern nicht unbehandelt (U) gewünscht wird. Bei den Lieferzuständen N und V ist der Buchstabe an die Bezeichnung anzuhängen. Der Zustand U wird nicht bei Wanddicken über 50 mm und nicht bei Rohren, die nach dem Preß- und Ziehverfahren hergestellt werden, geliefert.

Beispiel: MW 450 N bzw. 20 MnV 6 N

Für die Anwendung bei tiefen Temperaturen empfiehlt sich der Zustand N oder V.

Für höhere Zähigkeitsanforderungen bei tiefen Temperaturen sowie in Verbindung mit „Technischen Regeln“, wie z. B. AD-Merkblatt W 4, sind die vergleichbaren Feinkornbaustähle St E 460, W St E 460, T St E 460 oder E St E 460 (FG 47 bis FG 47 CE entsprechend Mannesmann-Werkstoffblatt 270 R oder 271 R) zu verwenden.

Werkstoffnachweis durch Abnahmeprüfzeugnis 3.1 B oder 3.1 C nach DIN 50049.

Die angewendete Schweißtechnik ist von grundlegender Bedeutung für die Gebrauchsbewährung der Erzeugnisse aus diesem Stahl. Der Verarbeiter muß sich davon überzeugen, daß seine Berechnungs-, Konstruktions- und Arbeitsverfahren werkstoffgerecht sind, dem Stand der Technik entsprechen und sich für den vorgesehenen Verwendungszweck eignen. Bei der Verarbeitung ist das SEW 088 sinngemäß zu beachten.

Durch die Neuausgabe März 1990 dieses Werkstoffblattes für MW 450 wird das Werkstoffblatt 040 R für MW 480/17 MnV 6 für warmgewalzte Rohre ungültig. Warmgewalzte Rohre aus dieser Stahlsorte werden nicht mehr geliefert.

**Chemische
Zusammen-
setzung
(Schmelzen-
analyse)**

C %	Si %	Mn %	P % max.	S % max.	N % max.	Al ges. %	Nb % max.	V % ¹⁾	V % + Nb % max.
0,16 – 0,22	0,10 – 0,50	1,30 – 1,70	0,035	0,035	0,020	0,010 – 0,060	0,07	0,08 – 0,18	0,21

¹⁾ Wenn der Stahl zusätzlich Niob enthält, entfällt der Mindestgehalt an Vanadin.

**Mechanische
Eigenschaften
bei Raum-
temperatur**

Lieferzustand	Zugfestigkeit R_m in N/mm ² für Wanddicken in mm				Streckgrenze $R_{eH}^{1)}$ in N/mm ² Mindestwerte für Wanddicken in mm						Bruchdehnung A_5 in % mind.		Kerbschlagarbeit in Joule (J) an ISO-V-Längsproben Mittelwerte aus 3 Einzelproben bei Prüftemperatur in °C				
	≤ 25	> 25 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 100	≤ 12	> 12 ≤ 25	> 25 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 65	> 65 ≤ 80	> 80 ≤ 100	längs	quer	+ 20	0	- 20	- 40
Unbehandelt (U)	650 – 800				470	470						17	15	35	27	–	–
		620 – 770					450					17	15	–	–	–	–
								430				16	14	–	–	–	–
Normalgeglüht (N)	600 – 750				450	440						20	18	40	35	27	–
		560 – 710					420	400				19	17	40	35	27	–
			530 – 680						390	380		19	17	40	35	27	–
				500 – 650							360	19	17	40	35	27	–
Vergütet (V)	700 – 850				590	570						16	14	45	40	35	27
		650 – 800					540	510				16	14	45	40	35	27
			570 – 720						480	450		16	14	45	40	35	27
				520 – 670							420	16	14	40	35	27	20

¹⁾ Wenn sich die Streckgrenze nicht ausprägt, ist die 0,2%-Dehngrenze ($R_{p0,2}$) zu ermitteln.

**Physikalische
Eigenschaften
(Richtwerte)**

Dichte bei 20 °C	Elastizitäts- modul (dynamischer) bei 20 °C	Wärme- leitfähigkeit bei 20 °C	Wahre spezifische Wärmekapazität bei 20 °C	Temperatur- leitfähigkeit bei 20 °C	Mittlerer linearer Wärme- ausdehnungs- koeffizient zwischen 20 und 100 °C	Spez. elektr. Widerstand bei 20 °C	Magnetisches Verhalten
$\frac{10^3 \text{ kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	$\frac{10^3 \text{ J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$\frac{10^{-4} \text{ m}^2}{\text{s}}$	$\frac{10^{-4}}{\text{K}}$	$\mu\Omega \cdot \text{m}$	
7,84	213	40	0,44	12	12,2	0,25	magneti- sierbar

GEGEVENS LEEUWANKERS®

Anker / Moer	Wanddikte mm	Staal kwaliteit	A _{anker} mm ²	A _{vr.ru} mm ²	A _{schr} mm ²	A _{mtg} mm ²
φ 30.0 mm / M30	10.0 mm	Fe 510	628	78	561	483
φ 48.3 mm / M48	12.5 mm	MW 450	1406	426	1473	1047
φ 51.0 mm / M52	14.2 mm	MW 450	1642	401	1758	1357
φ 52.0 mm / M56	14.2 mm	MW 450	1686	437	2030	1593
φ 60.3 mm / M64	17.5 mm	MW 450	2353	503	2676	2173
φ 70.0 mm / M74	20.0 mm	MW 450	3142	707	3600	2893
φ 82.5 mm / M87	22.2 mm	MW 450	4206	1140	5137	3997

MAXIMALE ANKERKRACHTEN

Anker	F _{a,max} *
φ 30.0 mm	135 kN
φ 48.3 mm	390 kN
φ 51.0 mm	510 kN
φ 52.0 mm	595 kN
φ 60.3 mm	815 kN
φ 70.0 mm	1085 kN
φ 82.5 mm	1500 kN

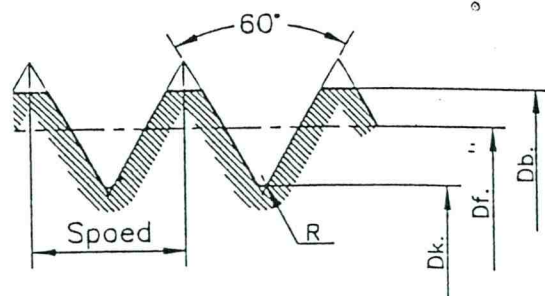
* rekenwaarde van de ankerkracht

Db = buitendiameter

Df = flankdiameter

Dk = kerndiameter

Middelpassing 6g vlg. DIN 13



Nom. maat	Spood	Db.		Df.		Dk.		R	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
6	1	5,974	5,794	5,324	5,212	4,747	4,596	0,144	- 0,125
8	1,25	7,972	7,760	7,160	7,042	6,438	6,272	0,18	- 0,15
10	1,5	9,968	9,732	8,994	8,862	8,128	7,938	0,21	- 0,18
12	1,75	11,966	11,701	10,829	10,679	9,819	9,602	0,25	- 0,21
14	2	13,962	13,682	12,663	12,503	11,508	11,271	0,30	- 0,25
16	2	15,962	15,682	14,663	14,503	13,508	13,271	0,30	- 0,25
18	2,5	17,958	17,623	16,334	16,164	14,891	14,625	0,36	- 0,31
20	2,5	19,958	19,623	18,334	18,164	16,891	16,625	0,36	- 0,31
22	2,5	21,958	21,623	20,334	20,164	18,891	18,625	0,36	- 0,31
24	3	23,952	23,577	22,003	21,803	20,271	19,955	0,43	- 0,37
27	3	26,952	26,577	25,003	24,803	23,271	22,955	0,43	- 0,37
30	3,5	29,947	29,522	27,674	27,462	25,653	25,306	0,50	- 0,43
33	3,5	32,947	32,522	30,674	30,462	28,653	28,306	0,50	- 0,43
36	4	35,940	35,465	33,342	33,118	31,033	30,655	0,57	- 0,5
39	4	38,940	38,465	36,342	36,118	34,033	33,655	0,57	- 0,5
42	4,5	41,937	41,437	39,014	38,778	36,416	36,007	0,65	- 0,56
45	4,5	44,937	44,437	42,014	41,778	39,416	39,007	0,65	- 0,56
48	5	47,929	47,399	44,681	44,431	41,795	41,352	0,72	- 0,62
52	5	51,929	51,399	48,681	48,431	45,795	45,352	0,72	- 0,62
56	5,5	55,925	55,365	52,353	52,088	49,177	48,700	0,79	- 0,68
60	5,5	59,925	59,365	56,353	56,088	53,177	52,700	0,79	- 0,68
64	6	63,920	63,320	60,023	59,743	56,559	56,048	0,86	- 0,75
68	6	67,920	67,320	64,023	63,743	60,559	59,048	0,86	- 0,75
72	6	71,920	71,320	68,023	67,743	64,559	64,048	0,86	- 0,75
76	6	75,920	75,320	72,023	71,743	68,559	68,048	0,86	- 0,75
80	6	79,920	79,320	76,023	75,743	72,559	72,048	0,86	- 0,75
85	6	84,920	84,320	81,023	80,743	77,559	77,048	0,86	- 0,75
90	6	89,920	89,320	86,023	85,723	82,559	82,048	0,86	- 0,75
95	6	94,920	94,320	91,023	90,723	87,559	87,028	0,86	- 0,75
100	6	99,920	99,320	96,023	95,723	92,559	92,028	0,86	- 0,75
105	6	104,920	104,320	101,023	100,723	97,559	97,028	0,86	- 0,75

Benaming. Buitendraad Metrisch I.S.O.
DIN 13. Teil 20 en 23 1983.

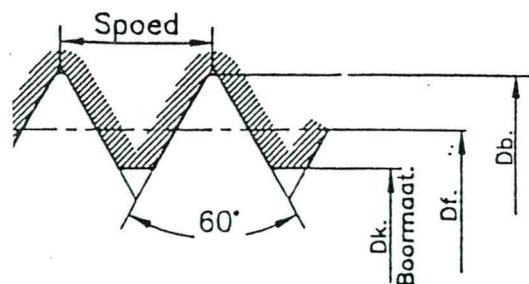
DP.	✓	KD	/		
BL.	/	TD.	/		
BI.	/	GM.	✓	Verkoop	/

Db = buitendiameter

Df = flankdiameter

Dk = kerndiameter

Middelpassing 6^H vlg. DIN 13.



* De max. Db is niet vastgelegd.

Nom. maat	Spoed	Db.		Df.		Dk.		Boormaat
		Max.*	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	
6	1		6	5,500	5,350	5,153	4,917	5,1-0,15
8	1,25		8	7,348	7,188	6,912	6,647	6,9-0,2
10	1,5		10	9,206	9,026	8,676	8,376	8,6-0,2
12	1,75		12	11,063	10,863	10,441	10,106	10,4-0,2
14	2		14	12,913	12,701	12,210	11,835	12,2-0,2
16	2		16	14,913	14,701	14,210	13,835	14,2-0,25
18	2,5		18	16,600	16,376	15,744	15,294	15,7-0,25
20	2,5		20	18,600	18,376	17,744	17,294	17,7-0,25
22	2,5		22	20,600	20,376	19,744	19,294	19,7-0,25
24	3		24	22,316	22,051	21,252	20,752	21,2-0,3
27	3		27	25,316	25,051	24,252	23,752	24,2-0,3
30	3,5		30	28,007	27,727	26,771	26,211	26,7-0,3
33	3,5		33	31,007	30,727	29,771	29,211	29,7-0,3
36	4		36	33,702	33,402	32,270	31,670	32,2-0,3
39	4		39	36,702	36,402	35,270	34,670	35,2-0,3
42	4,5		42	39,392	39,077	37,799	37,129	37,7-0,3
45	4,5		45	42,392	42,077	40,799	40,129	40,7-0,3
48	5		48	45,087	44,752	43,297	42,587	43,2-0,4
52	5		52	49,087	48,752	47,297	46,587	47,2-0,4
56	5,5		56	52,783	52,428	50,796	50,046	50,7-0,4
60	5,5		60	56,783	56,428	54,796	54,046	54,7-0,4
64	6		64	60,478	60,103	58,305	57,505	58,3-0,4
68	6		68	64,478	64,103	62,305	61,505	62,3-0,4
72	6		72	68,478	68,103	66,305	65,505	66,3-0,4
76	6		76	72,478	72,103	70,305	69,505	70,3-0,4
80	6		80	76,478	76,103	74,305	73,505	74,3-0,4
85	6		85	81,478	81,103	79,305	78,505	79,3-0,4
90	6		90	86,478	86,103	84,305	83,505	84,3-0,4
95	6		95	91,503	91,103	89,305	88,505	89,3-0,4
100	6		100	96,503	96,103	94,305	93,505	94,3-0,4
105	6		105	101,503	101,103	99,305	98,505	99,3-0,4

Benaming. Binnendraad Metrisch I.S.O.
DIN 13. Teil 20 en 23 1983.

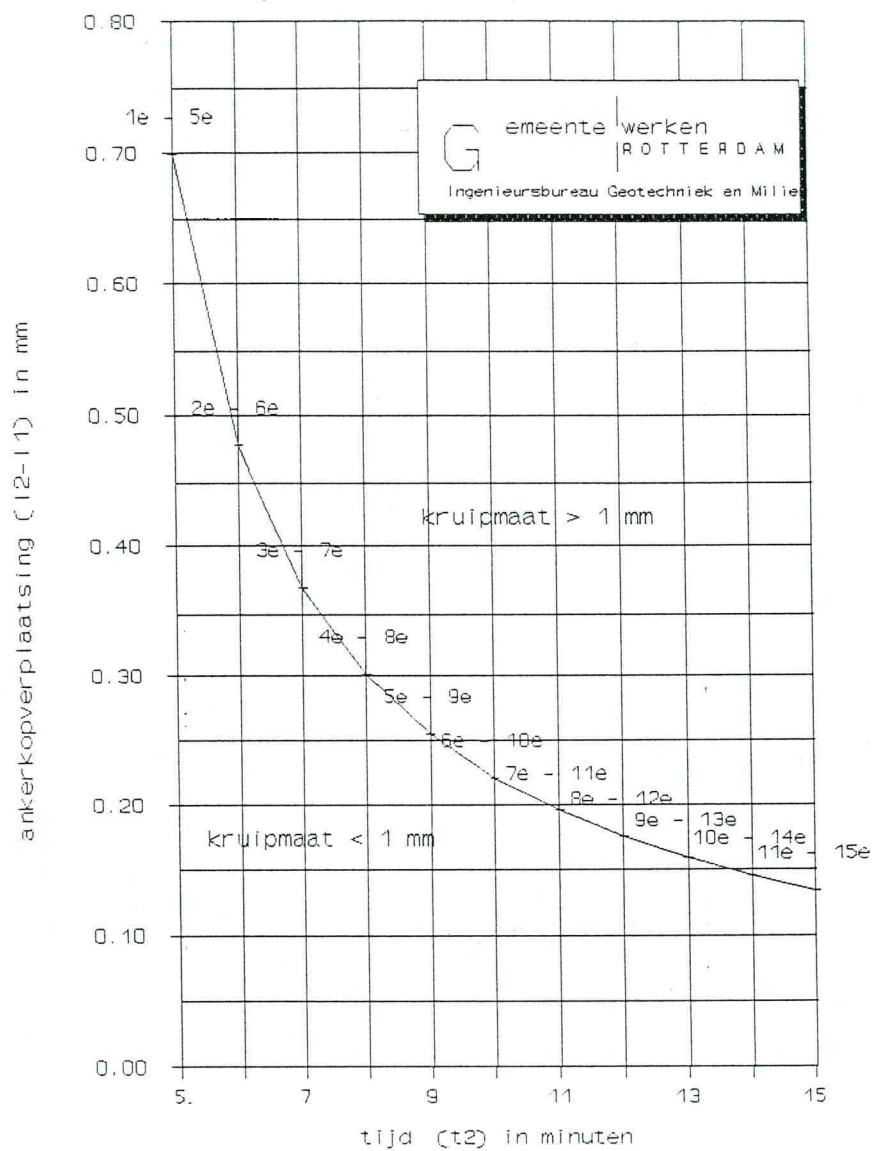
DP.	5	KD	/		
BL.	/	TD.	/		
BI.	/	GM.	2	Verkoop	/

Anh. G1 Tabelle 4. Metrisches ISO-Gewinde, Regel- und Feingewinde-Auswahlreihen (nach DIN 13 Teil 12, Teil 12 Beiblatt und Teil 28)

Nenn- durch- messer d mm	Regelgewinde			Feingewinde (fein)			Feingewinde (extra fein)		
	Stei- gung P mm	Kern- querschnitt $\pi d_2^2/4$ mm ²	Spannungs- querschnitt A_s mm ²	Stei- gung P mm	Kern- querschnitt $\pi d_2^2/4$ mm ²	Spannungs- querschnitt A_s mm ²	Stei- gung P mm	Kern- querschnitt $\pi d_2^2/4$ mm ²	Spannungs- querschnitt A_s mm ²
4	0,7	7,75	8,78	(0,5)	9,01	9,79	(0,35)	10,02	10,6
5	0,8	12,69	14,2	(0,75)	13,07	14,5	(0,5)	15,12	16,1
6	1	17,89	20,1	(0,75)	20,27	22,0	(0,5)	22,79	24,0
8	1,25	32,84	36,6	1	36,03	39,2	(0,75)	39,37	41,8
10	1,5	52,30	58,0	1,25	56,29	61,2	0,75	64,75	67,9
12	1,75	76,25	84,3	1,25	86,03	92,1	1	91,15	96,1
(14)	2	104,7	115	1,5	116,1	125	1	128,1	134
16	2	144,1	157	1,5	157,5	167	1	171,4	178
(18)	2,5	175,1	193	1,5	205,1	216	1	221,0	229
20	2,5	225,2	245	1,5	259,0	272	1	276,8	285
(22)	2,5	281,5	303	1,5	319,2	333	1	338,9	348
24	3	324,3	353	2	364,6	384	1,5	385,7	401
(27)	3	427,1	459	2	473,2	496	1,5	497,2	514
30	3,5	519	561	2	596,0	621	1,5	622,8	642
(33)	3,5	647,2	694	2	732,8	761	1,5	762,6	784
36	4	759,3	817	3	820,4	865	1,5	916,5	940
(39)	4	913	976	3	979,7	1028	1,5	1085	1110
42	4,5	1045	1121	3	1153	1206	1,5	1267	1294
(45)	4,5	1224	1306	3	1341	1398	1,5	1463	1492
48	5	1377	1473	3	1543	1604	1,5	1674	1705
(52)	5	1652	1758	3	1834	1900	2	1928	1973
56	5,5	1905	2030	4	2050	2144	2	2252	2301
(60)	5,5	2227	2362	4	2384	2485	2	2601	2653
64	6	2520	2676	4	2743	2851	2	2975	3031
(68)	6	2888	3055	4	3127	3242	2	3374	3434
Nenn- durch- messer d mm	Feingewinde (fein 1)			Feingewinde (fein 2)			Feingewinde (extra fein)		
	Stei- gung P mm	Kern- querschnitt $\pi d_2^2/4$ mm ²	Spannungs- querschnitt A_s mm ²	Stei- gung P mm	Kern- querschnitt $\pi d_2^2/4$ mm ²	Spannungs- querschnitt A_s mm ²	Stei- gung P mm	Kern- querschnitt $\pi d_2^2/4$ mm ²	Spannungs- querschnitt A_s mm ²
72	6	3282	3463	4	3536	3658	2	3799	3862
(76)	6	3700	3889	4	3970	4100	2	4248	4315
80	6	4144	4344	4	4429	4566	2	4723	4794
(85)	6	4734	4945	4	5038	5190	2	5352	5530
90	6	5364	5590	4	5687	5840	2	6020	6100
(95)	6	6032	6270	4	6375	6540	2	6727	6810
100	6	6740	7000	4	7102	7280	2	7473	7560
(105)	6	7488	7760	4	7869	8050	2	8259	8350
110	6	8273	8560	4	8674	8870	2	9084	9180
(115)	6	9100	9400	4	9519	9720	2	9948	10100
(120)	6	9965	10300	4	10404	10600	2	10852	11000
125	6	10869	11200	4	11327	11500	2	11795	11900
(130)	6	11813	12100	4	12290	12500	2	12777	12900
140	6	13818	14200	4	14334	14600	2	14859	15000

KRUIPMAAT SCHROEF INJECTIEANKERS

diagram voor een kruipmaat van 1 mm



l2 = micrometer aflezing bij t2

l1 = micrometeraflezing bij t1

t1 = t2 - 4 minuten

KRUIPMAATDIAGRAM



Bijlage 04 bij rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000

Betreft:

Relevante pagina's uit de CUR 166

166 Damwandconstructies

Afspannen van groutankers

Na uitvoering van de controleproef worden groutankers in het algemeen voorgespannen tot een kracht van circa $0,75 F_{a;max;gr;d}$. Hiermee wordt voorkomen dat grote verplaatsingen optreden voordat de benodigde ankerkracht zich heeft ontwikkeld.

Indien slechts een geringe vervorming van de damwand wordt toegestaan, worden de ankers voorgespannen tot $0,9 F_{a;max;gr;d}$.

$F_{a;max;gr;d}$ is vast te stellen overeenkomstig stap 7 van 2.4.2.

4.5.8 Schroefinjectieankers

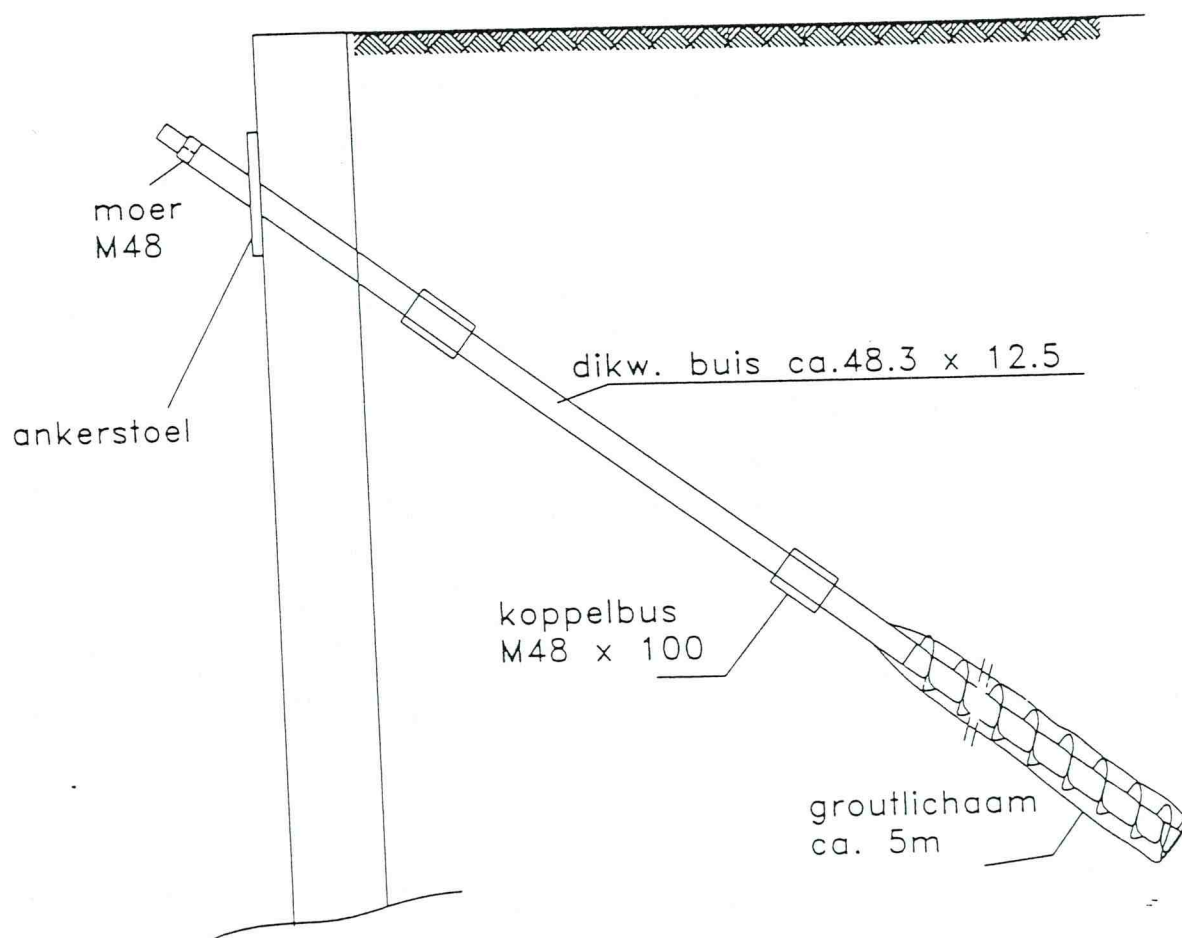


Fig. 4.86. Schroefinjectieankers.


Algemeen

Een schroefinjectieanker als geschetst in figuur 4.86 bestaat uit een spiraalboor die is vastgelast aan een dikwandige stalen buis. Er worden ankers toegepast in uiterste draagkracht oplopend van 400 tot 1750 kN.

De vereiste maximale trekkracht van het anker bepaalt de lengte van het groutlichaam die ligt tussen minimaal 4 meter en 10 meter. In de standaarduitvoering is de lengte van de spiraalboor 1 meter. Tijdens het in de grond schroeven wordt een groutmengsel onder een druk van 5 à 10 bar naar de onderkant van de buis gepompt en daar intensief gemengd met het zand waarin het anker zijn houdkracht vindt. De verplaatsing van het anker dient tenminste de helft te zijn van de spoed van de spiraal. Een schraapfactor dus van 2.

Draagvermogen

Uit uitgevoerde geschiktheidsproeven volgt een veilige schatting van de maximale uittrekkkracht van:


$$F_{a,max} = 0,015 OL_a q_{c,gem}$$

waarin:

$F_{a,max}$ is de berekende waarde van de maximale uittrekkkracht in MN

L_a is de lengte van het verankeringsdeel in de zandlaag in m

O is de omtrek van de spiraal in m

$q_{c,gem}$ is de gemiddelde gemeten conusweerstand in de zandlaag over het verankeringsdeel in MPa

Uitdrukkelijk geldt dat deze benadering alleen mag worden toegepast als op alle ankers van dit type in het werk controleproeven worden gedaan en er voor wordt gezorgd dat de schraapfactor ≤ 2 is.

De bepaling van de rekenwaarde van de berekende maximale trekkracht geschiedt verder overeenkomstig 4.5.6.

Door het gebruik van een dikwandige buis van gewoon staal gedraagt dit type anker zich relatief stijf.

Geschiktheidsproeven en controleproeven

Geschiktheidsproeven op schroefinjectieankers moeten worden uitgevoerd als er onder gelijkwaardige omstandigheden met betrekking tot de bodemgesteldheid nog geen toetsing van dit type anker heeft plaatsgehad.

Alle ankers van een werk moeten door middel van controleproeven worden gecontroleerd.

Geschiktheidsproeven en controleproeven moeten worden uitgevoerd conform 4.5.2. Blijkt uit deze proeven dat de rekenwaarde van de maximale uittrekkkracht, bepaald volgens 4.5.3, lager is dan de rekenwaarde van de uit de damwandberekening volgende maximale ankerkracht, dan moeten ankers worden bijgeplaatst.



Bijlage 05 bij rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000

Betreft:

Berekening m.b.t. diepe glijvlak



In deze bijlage 05 wordt de veiligheid m.b.t. het diepe glijvlak verricht.

De aangrijppunten van de Leeuwankers® bevinden zich op + 1.0 en op + 1.5 m NAP en de ankerhoeken bedragen 40° en 50° met de horizontaal.

Uitgangspunten:

- Belangrijk uitgangspunt is het dwarskrachtennulpunt. Deze is door RWS verstrekt en bevindt zich op - 15.0 m NAP.
- De horizontale de representatieve ankerkracht bedraagt 449.4 kN/m.
- De representatieve parameters zijn eveneens door RWS verstrekt.

Al deze uitgangspunten worden in bijlage 01 weergegeven.

Resultaten:

De veiligheid op het diepe glijvlak is bepaald met de methode Kranz (dus met rechte glijvlakken). Hiertoe is een spreadsheetprogramma voor opgesteld.

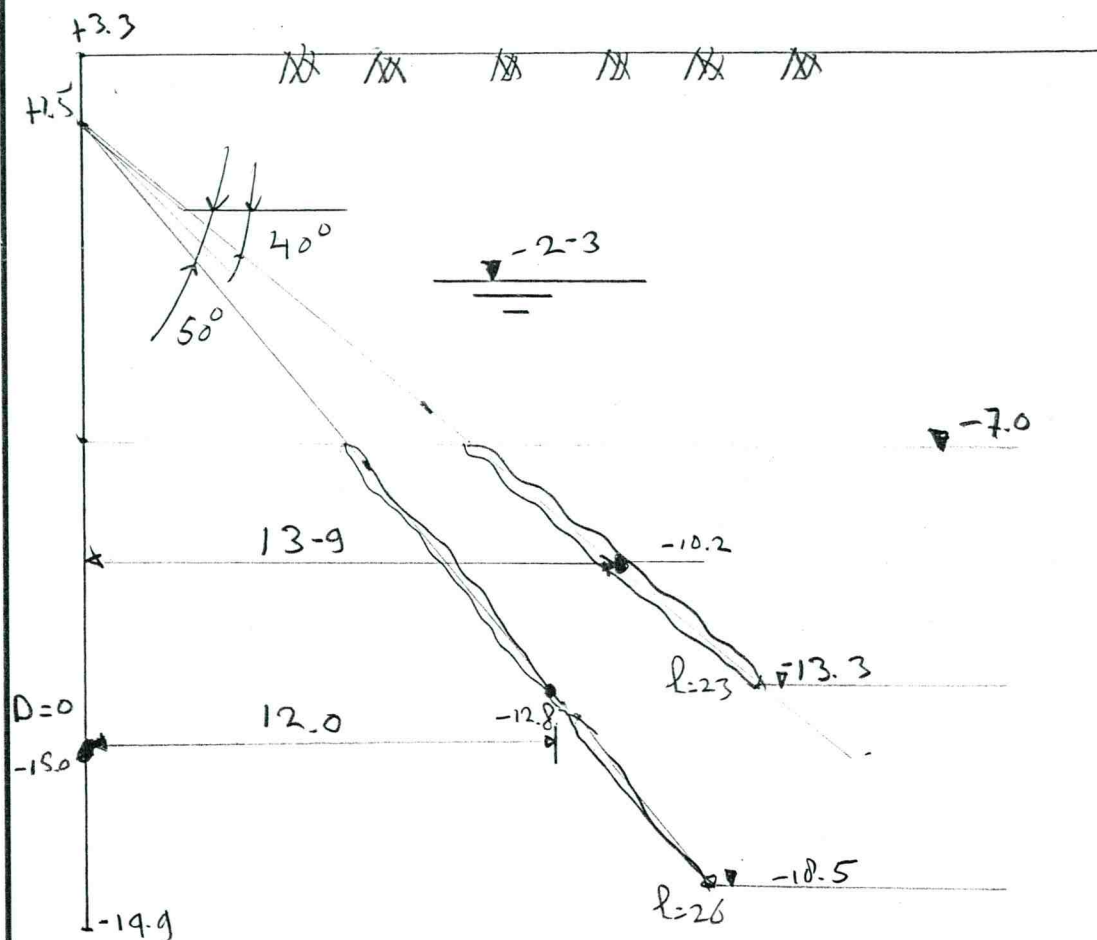
De veiligheid op het diepe glijvlak dient voor representatieve waarden 1.5 te bedragen (CUR 166).

De resultaten hiervan worden op de volgende pagina's in deze bijlage 05 weergegeven en zijn bepalend voor de ankerlengten.

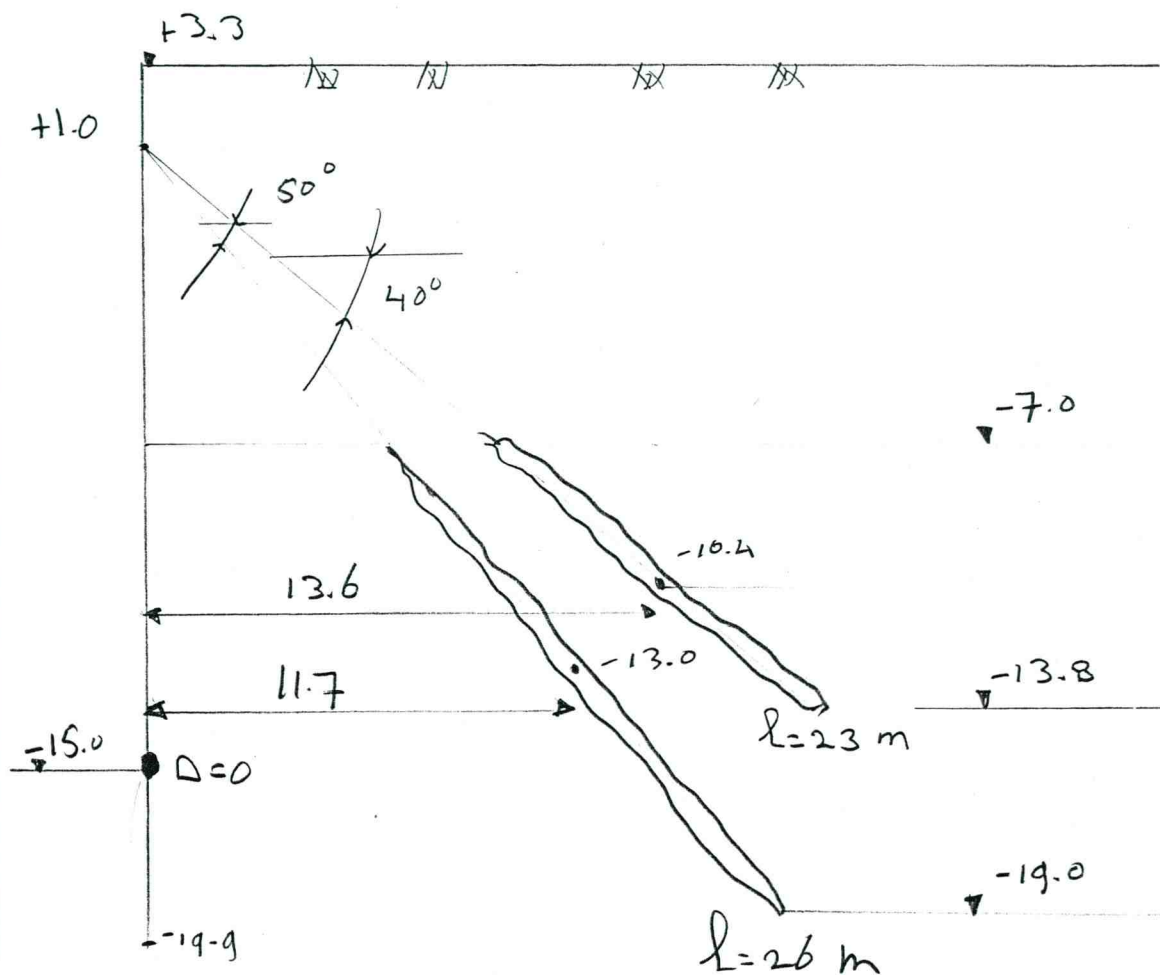
Samenvattend geldt dat de gemiddelde ankerlengte ca. 24.5 m dient te bedragen. De spiraaldiameter bedraagt nog steeds \varnothing 400 mm.

Samenvattend geeft dit in tabelvorm:

Lengte gebaseerd op diepe glijvlak								
locatie	type (mm)	$F_{a,max}$ (kN)	anker-hoek (°)	begin grout (m NAP)	grout-lengte (m)	aangrijp-punt (m NAP)	anker-lengte (m)	aantal
lange zijde van de dam	\varnothing 82.5	630.0	40	-7.0	10.5	+1.0	23.0	13
	\varnothing 82.5	630.0	50	-7.0	15.5	+1.0	26.0	12
kopse kant van de dam	\varnothing 82.5	630.0	40	-7.0	10.0	+1.5	23.0	5
	\varnothing 82.5	630.0	50	-7.0	15.0	+1.5	26.0	5



Leeuwanher® aan de kopse kant



Leeuwanhers[®] aan de lande zijde

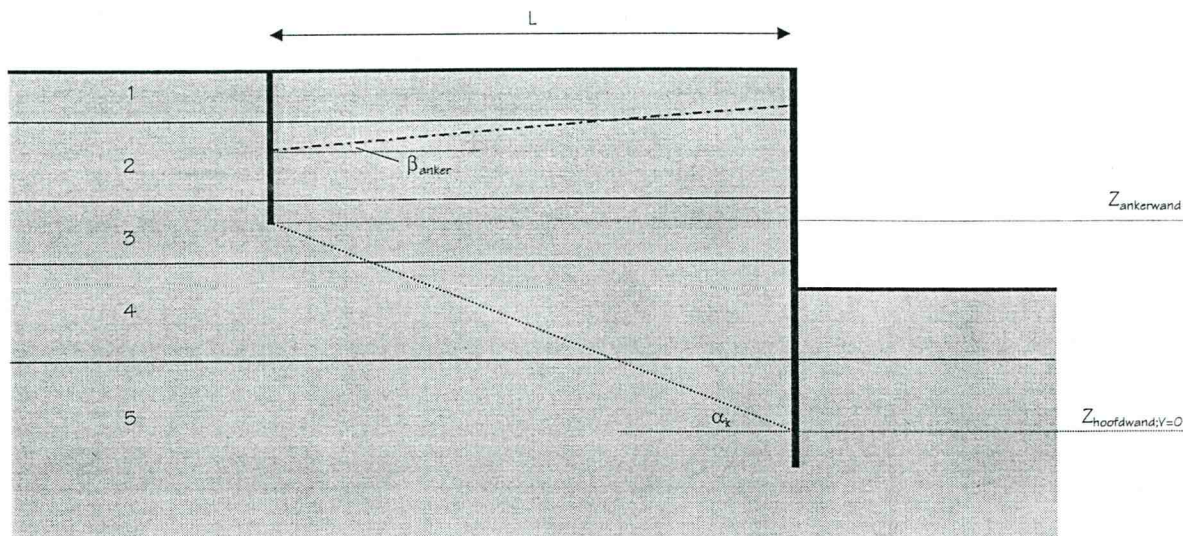
CONTROLE DIEPE GLIJDVLAK VOLGENS DE METHODE KRANZ

Versie 1.0



Blad 1 van 2

Project: 3346; Leeuwanker te Breskens
Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 23$ m; $a = 40$; $AP = +1.0$ m NAP



*Grond gegevens:

laag	bovenzijde	γ'_{rep}	ϕ'_{rep}	$\delta_{a;rep}$	$K_{\gamma;a;rep}$	c'_{rep}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[°]	[°]	[-]	[kN/m ²]
1	3.3	17.0	32.0	21.33	0.256	1.0
2	-2.3	7.0	32.0	21.33	0.256	0.0
3	-2.9	8.0	29.0	19.33	0.292	0.0
4	-10.6	7.0	28.0	18.67	0.304	10.0
5	-13.3	10.0	30.0	20.00	0.279	0.0

*Gegevens constructie:

$Z_{hoofdwand; y=0}$ [m]:	-15.0 (dwarskrachten nulpunt hoofdwand)
$Z_{ankerwand}$ [m]:	-10.4 (onderzijde ankerwand)
L [m]:	13.6 (afstand hoofdwand ankerwand)
β_{anker} [°]:	40.0 (ankerhoek met de horizontaal)
$F_{anker; rep}$ [kN/m]:	449.5
p_{rep} [kN/m ²]	20.0 (bijbehorende bovenbelasting)

*Berekeningsresultaten

α_k [°]: 18.69 (hoek van het glijdvlak met de horizontaal)

Gewichten van de grondlichamen:

G_I [kN/m]:	0
G_{II} [kN/m]:	0
G_{III} [kN/m]:	107
G_{IV} [kN/m]:	1520
G_V [kN/m]:	1047

CONTROLE DIEPE GLIJDVLAK VOLGENS DE METHODE KRANZ

Versie 1.0



Blad 2 van 2

Project: 3346; Leeuwanker te Breskens
Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 23$ m; $a = 40$; $AP = +1.0$ m NAP

Korreldrukken tegen de hoofdwand:

$E_{a,h;1}$ [kN/m]:	97		
$E_{a,h;2}$ [kN/m]:	18		
$E_{a,h;3}$ [kN/m]:	337	$E_{a,h;tot}$ [kN/m]:	708
$E_{a,h;4}$ [kN/m]:	157		
$E_{a,h;5}$ [kN/m]:	99		
$E_{a,v}$ [kN/m]:	252		

Korreldrukken tegen de ankerwand:

$E_{l,h;1}$ [kN/m]:	97		
$E_{l,h;2}$ [kN/m]:	18		
$E_{l,h;3}$ [kN/m]:	327	$E_{l,h;tot}$ [kN/m]:	442
$E_{l,h;4}$ [kN/m]:	0		
$E_{l,h;5}$ [kN/m]:	0		
$E_{l,v;tot}$ [kN/m]:	160		

Cohesie op het glijdvlak:

$c_{1,v}$ [kN/m]:	0	$c_{1,h}$ [kN/m]:	0
$c_{2,v}$ [kN/m]:	0	$c_{2,h}$ [kN/m]:	0
$c_{3,v}$ [kN/m]:	0	$c_{3,h}$ [kN/m]:	0
$c_{4,v}$ [kN/m]:	27	$c_{4,h}$ [kN/m]:	80
$c_{5,v}$ [kN/m]:	0	$c_{5,h}$ [kN/m]:	0

Wrijvingskrachten op het glijdvlak:

$Q_{l,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{ll,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{lll,h}$ [kN/m]:	101
$Q_{lv,h}$ [kN/m]:	206
$Q_{v,h}$ [kN/m]:	34

Resume:

$E_{a,h;tot}$ [kN/m]:	708
$E_{l,h;tot}$ [kN/m]:	-442
ΣQ_h [kN/m]:	341
Σc_h [kN/m]:	80 +
$F_{anker;mogelijk}$ [kN/m]:	686

DE VEILIGHEID OP HET DIEPE GLIJDVLAK BEDRAAGT: 1.5

CONTROLE DIEPE GLIJDVLAK VOLGENS DE METHODE KRANZ

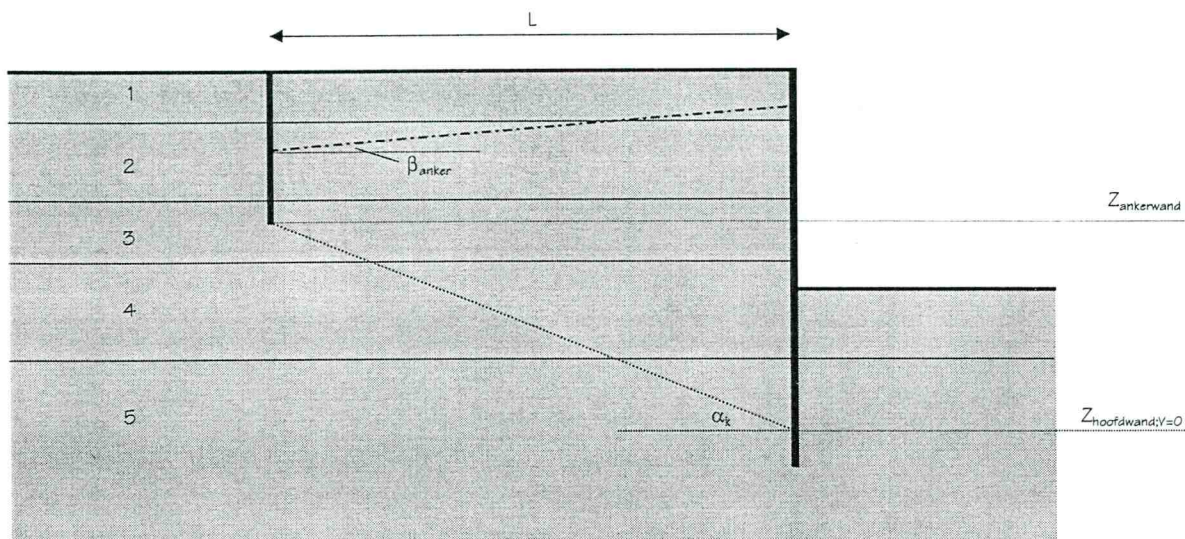
Versie 1.0



Blad 1 van 2

Project: 3346; Leeuwanker te Breskens

Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 26$ m; $a = 50$ graden; AP = +1.0 m NAP



*Grond gegevens:

laag	bovenzijde	γ'_{rep}	ϕ'_{rep}	$\delta_{a;rep}$	$K_{\gamma;a;rep}$	c'_{rep}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[°]	[°]	[-]	[kN/m ²]
1	3.3	17.0	32.0	21.33	0.256	1.0
2	-2.3	7.0	32.0	21.33	0.256	0.0
3	-2.9	8.0	29.0	19.33	0.292	0.0
4	-10.6	7.0	28.0	18.67	0.304	10.0
5	-13.3	10.0	30.0	20.00	0.279	0.0

*Gegevens constructie:

$Z_{hoofdwand; V=0}$ [m]:	-15.0 (dwarskrachten nulpunt hoofdwand)
$Z_{ankerwand}$ [m]:	-13.0 (onderzijde ankerwand)
L [m]:	11.7 (afstand hoofdwand ankerwand)
β_{anker} [°]:	50.0 (ankerhoek met de horizontaal)
$F_{anker; rep}$ [kN/m]:	449.5
p_{rep} [kN/m ²]:	20.0 (bijbehorende bovenbelasting)

*Berekeningsresultaten

α_k [°]: 9.70 (hoek van het glijdvlak met de horizontaal)

Gewichten van de grondlichamen:

G_I [kN/m]:	0
G_{II} [kN/m]:	0
G_{III} [kN/m]:	0
G_{IV} [kN/m]:	349
G_V [kN/m]:	2073

CONTROLE DIEPE GLIJDVLAK VOLGENS DE METHODE KRANZ

Versie 1.0



Project: 3346; Leeuwanker te Breskens

Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 26$ m; $a = 50$ graden; AP = +1.0 m NAP

Blad 2 van 2

Korreldrukken tegen de hoofdwand:

$E_{a,h;1}$ [kN/m]:	97		
$E_{a,h;2}$ [kN/m]:	18		
$E_{a,h;3}$ [kN/m]:	337	$E_{a,h;tot}$ [kN/m]:	708
$E_{a,h;4}$ [kN/m]:	157		
$E_{a,h;5}$ [kN/m]:	99		
$E_{a,v}$ [kN/m]:	252		

Korreldrukken tegen de ankerwand:

$E_{l,h;1}$ [kN/m]:	97		
$E_{l,h;2}$ [kN/m]:	18		
$E_{l,h;3}$ [kN/m]:	337	$E_{l,h;tot}$ [kN/m]:	591
$E_{l,h;4}$ [kN/m]:	138		
$E_{l,h;5}$ [kN/m]:	0		
$E_{l,v;tot}$ [kN/m]:	210		

Cohesie op het glijdvlak:

$c_{1,v}$ [kN/m]:	0	$c_{1,h}$ [kN/m]:	0
$c_{2,v}$ [kN/m]:	0	$c_{2,h}$ [kN/m]:	0
$c_{3,v}$ [kN/m]:	0	$c_{3,h}$ [kN/m]:	0
$c_{4,v}$ [kN/m]:	3	$c_{4,h}$ [kN/m]:	18
$c_{5,v}$ [kN/m]:	0	$c_{5,h}$ [kN/m]:	0

Wrijvingskrachten op het glijdvlak:

$Q_{l,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{ll,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{lll,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{lv,h}$ [kN/m]:	294
$Q_{v,h}$ [kN/m]:	251

Resume:

$E_{a,h;tot}$ [kN/m]:	708
$E_{l,h;tot}$ [kN/m]:	-591
ΣQ_h [kN/m]:	545
Σc_h [kN/m]:	18 +
$F_{anker;mogelijk}$ [kN/m]:	679

DE VEILIGHEID OP HET DIEPE GLIJDVLAK BEDRAAGT:

1.5

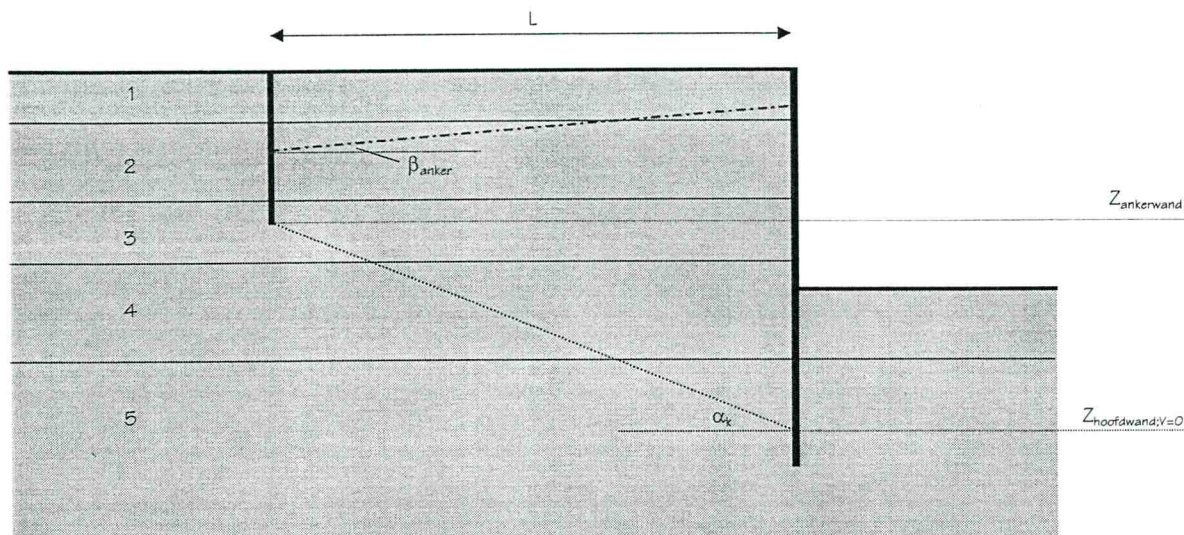
CONTROLE DIEPE GLIJDYLAKE VOLGENS DE METHODE KRANZ

Versie 1.0



Blad 1 van 2

Project: 3346; Leeuwanker te Breskens
Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 23$ m; $a = 40$ graden; $AP = +1.5$



*Grond gegevens:

laag	bovenzijde	γ'_{rep}	ϕ'_{rep}	$\delta_{a;rep}$	$K_{\gamma;a;rep}$	c'_{rep}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[°]	[°]	[-]	[kN/m ²]
1	3.3	17.0	32.0	21.33	0.256	1.0
2	-2.3	7.0	32.0	21.33	0.256	0.0
3	-2.9	8.0	29.0	19.33	0.292	0.0
4	-10.6	7.0	28.0	18.67	0.304	10.0
5	-13.3	10.0	30.0	20.00	0.279	0.0

*Gegevens constructie:

$Z_{hoofdwand; V=0}$ [m]:	-15.0 (dwarskrachten nulpunt hoofdwand)
$Z_{ankerwand}$ [m]:	-10.2 (onderzijde ankerwand)
L [m]:	13.9 (afstand hoofdwand ankerwand)
β_{anker} [°]:	40.0 (ankerhoek met de horizontaal)
$F_{anker; rep}$ [kN/m]:	449.5
p_{rep} [kN/m ²]:	20.0 (bijbehorende bovenbelasting)

*Berekeningsresultaten

α_k [°]: 19.05 (hoek van het glijdvlak met de horizontaal)

Gewichten van de grondlichamen:

G_I [kN/m]:	0
G_{II} [kN/m]:	0
G_{III} [kN/m]:	208
G_{IV} [kN/m]:	1489
G_V [kN/m]:	1026

CONTROLE DIEPE GLIJDVLAK VOLGENS DE METHODE KRANZ

Versie 1.0



Blad 2 van 2

Project: 3346; Leeuwanker te Breskens
Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 23$ m; $a = 40$ graden; $AP = +1.5$

Korreldrukken tegen de hoofdwand:

$E_{a,h;1}$ [kN/m]:	97		
$E_{a,h;2}$ [kN/m]:	18		
$E_{a,h;3}$ [kN/m]:	337	$E_{a,h;tot}$ [kN/m]:	708
$E_{a,h;4}$ [kN/m]:	157		
$E_{a,h;5}$ [kN/m]:	99		
$E_{a,v}$ [kN/m]:	252		

Korreldrukken tegen de ankerwand:

$E_{l,h;1}$ [kN/m]:	97		
$E_{l,h;2}$ [kN/m]:	18		
$E_{l,h;3}$ [kN/m]:	316	$E_{l,h;tot}$ [kN/m]:	431
$E_{l,h;4}$ [kN/m]:	0		
$E_{l,h;5}$ [kN/m]:	0		
$E_{l,v;tot}$ [kN/m]:	156		

Cohesie op het glijdvlak:

$c_{1,v}$ [kN/m]:	0	$c_{1,h}$ [kN/m]:	0
$c_{2,v}$ [kN/m]:	0	$c_{2,h}$ [kN/m]:	0
$c_{3,v}$ [kN/m]:	0	$c_{3,h}$ [kN/m]:	0
$c_{4,v}$ [kN/m]:	27	$c_{4,h}$ [kN/m]:	78
$c_{5,v}$ [kN/m]:	0	$c_{5,h}$ [kN/m]:	0

Wrijvingskrachten op het glijdvlak:

$Q_{l,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{ll,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{lll,h}$ [kN/m]:	111
$Q_{lv,h}$ [kN/m]:	194
$Q_{v,h}$ [kN/m]:	30

Resume:

$E_{a,h;tot}$ [kN/m]:	708
$E_{l,h;tot}$ [kN/m]:	-431
ΣQ_h [kN/m]:	335
Σc_h [kN/m]:	78 +
$F_{anker;mogelijk}$ [kN/m]:	690

DE VEILIGHEID OP HET DIEPE GLIJDVLAK BEDRAAGT: 1.5

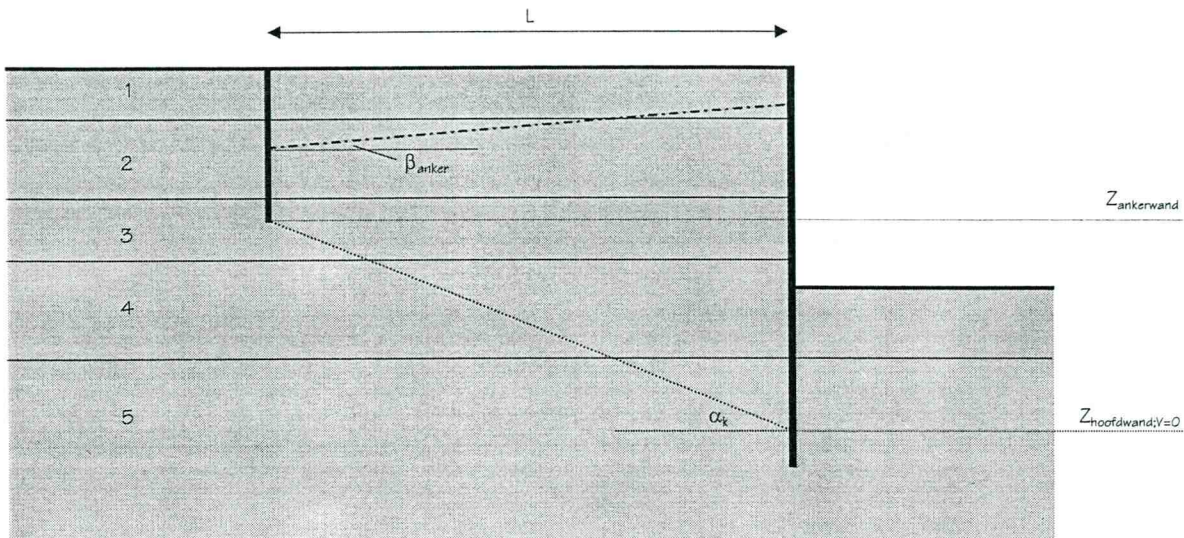
CONTROLE DIEPE GLIJDVLAKE VOLGENS DE METHODE KRANZ

Versie 1.0



Blad 1 van 2

Project: 3346; Leeuwanker te Breskens
Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 26$ m; $a = 50$ graden; $AP = +1.5$



*Grond gegevens:

laag	bovenzijde	γ'_{rep}	ϕ'_{rep}	$\delta_{a;rep}$	$K_{\gamma;a;rep}$	c'_{rep}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[°]	[°]	[-]	[kN/m ²]
1	3.3	17.0	32.0	21.33	0.256	1.0
2	-2.3	7.0	32.0	21.33	0.256	0.0
3	-2.9	8.0	29.0	19.33	0.292	0.0
4	-10.6	7.0	28.0	18.67	0.304	10.0
5	-13.3	10.0	30.0	20.00	0.279	0.0

*Gegevens constructie:

$Z_{hoofdwand; V=0}$ [m]:	-15.0 (dwarskrachten nulpunt hoofdwand)
$Z_{ankerwand}$ [m]:	-12.8 (onderzijde ankerwand)
L [m]:	12.0 (afstand hoofdwand ankerwand)
β_{anker} [°]:	50.0 (ankerhoek met de horizontaal)
$F_{anker; rep}$ [kN/m]:	449.5
p_{rep} [kN/m ²]:	20.0 (bijbehorende bovenbelasting)

*Berekeningsresultaten

α_k [°]: 10.39 (hoek van het glijdvlak met de horizontaal)

Gewichten van de grondlichamen:

G_I [kN/m]:	0
G_{II} [kN/m]:	0
G_{III} [kN/m]:	0
G_{IV} [kN/m]:	540
G_V [kN/m]:	1932

CONTROLE DIEPE GLIJDVLAK VOLGENS DE METHODE KRANZ

Versie 1.0



Blad 2 van 2

Project: 3346; Leeuwanker te Breskens

Onderdeel: Ankerbelasting met bovenbelasting; $l = 26$ m; $\alpha = 50$ graden; $AP = +1.5$

Korreldrukken tegen de hoofdwand:

$E_{a,h,1}$ [kN/m]:	97		
$E_{a,h,2}$ [kN/m]:	18		
$E_{a,h,3}$ [kN/m]:	337	$E_{a,h,tot}$ [kN/m]:	708
$E_{a,h,4}$ [kN/m]:	157		
$E_{a,h,5}$ [kN/m]:	99		
$E_{a,v}$ [kN/m]:	252		

Korreldrukken tegen de ankerwand:

$E_{i,h,1}$ [kN/m]:	97		
$E_{i,h,2}$ [kN/m]:	18		
$E_{i,h,3}$ [kN/m]:	337	$E_{i,h,tot}$ [kN/m]:	579
$E_{i,h,4}$ [kN/m]:	126		
$E_{i,h,5}$ [kN/m]:	0		
$E_{i,v,tot}$ [kN/m]:	206		

Cohesie op het glijdvlak:

$c_{1,v}$ [kN/m]:	0	$c_{1,h}$ [kN/m]:	0
$c_{2,v}$ [kN/m]:	0	$c_{2,h}$ [kN/m]:	0
$c_{3,v}$ [kN/m]:	0	$c_{3,h}$ [kN/m]:	0
$c_{4,v}$ [kN/m]:	5	$c_{4,h}$ [kN/m]:	27
$c_{5,v}$ [kN/m]:	0	$c_{5,h}$ [kN/m]:	0

Wrijvingskrachten op het glijdvlak:

$Q_{i,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{ii,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{iii,h}$ [kN/m]:	0
$Q_{iv,h}$ [kN/m]:	322
$Q_{v,h}$ [kN/m]:	209

Resume:

$E_{a,h,tot}$ [kN/m]:	708
$E_{i,h,tot}$ [kN/m]:	-579
ΣQ_h [kN/m]:	531
Σc_h [kN/m]:	27 +
$F_{anker,mogelijk}$ [kN/m]:	688

DE VEILIGHEID OP HET DIEPE GLIJDVLAK BEDRAAGT:

1.5



Bijlage 06 bij rapport 00-3346; rev. 1; d.d. 02-10-2000

Betreft:

Principe-opzet ankerstoelconstructies



civiele techniek
milieutechniek
bouwkunde
werktuigbouwkunde

specialisme:
funderingstechniek



Ons kwaliteitssysteem is
ISO 9001 gecertificeerd



LEE UWANKERS®