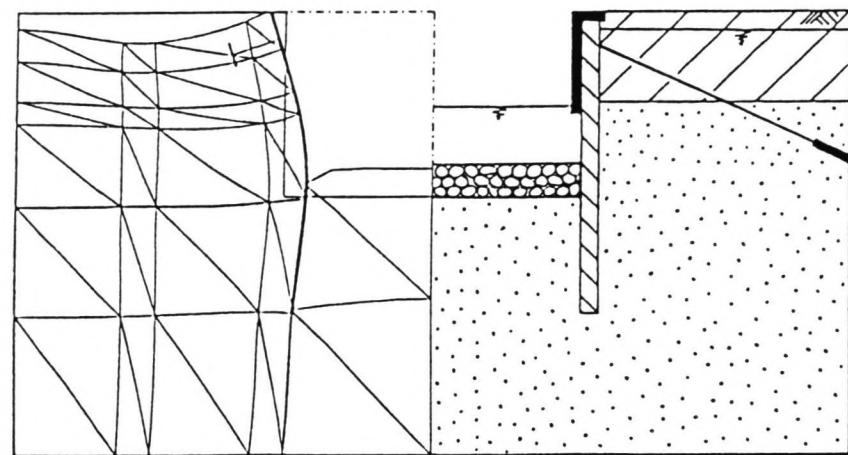


DUWVAARTSLUIS STUWCOMPLEX LITH

augustus 1991

J.A.G. van Wanrooy



DEEL II
bijlagen augustus 1991

Technische Universiteit Delft
Faculteit der Civiele Techniek
Vakgroep Waterbouwkunde, k. 2.91
Stevinweg 1
2628 CN DELFT

TU Delft

Technische Universiteit Delft

Faculteit der Civiele Techniek
Vakgroep Waterbouwkunde
Sectie Waterbouwkunde





**VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE**
Afd. Civiele Techniek
TU Delft

DUWVAARTSLUIS STUWCOMPLEX LITH

DEEL II
bijlagen augustus 1991

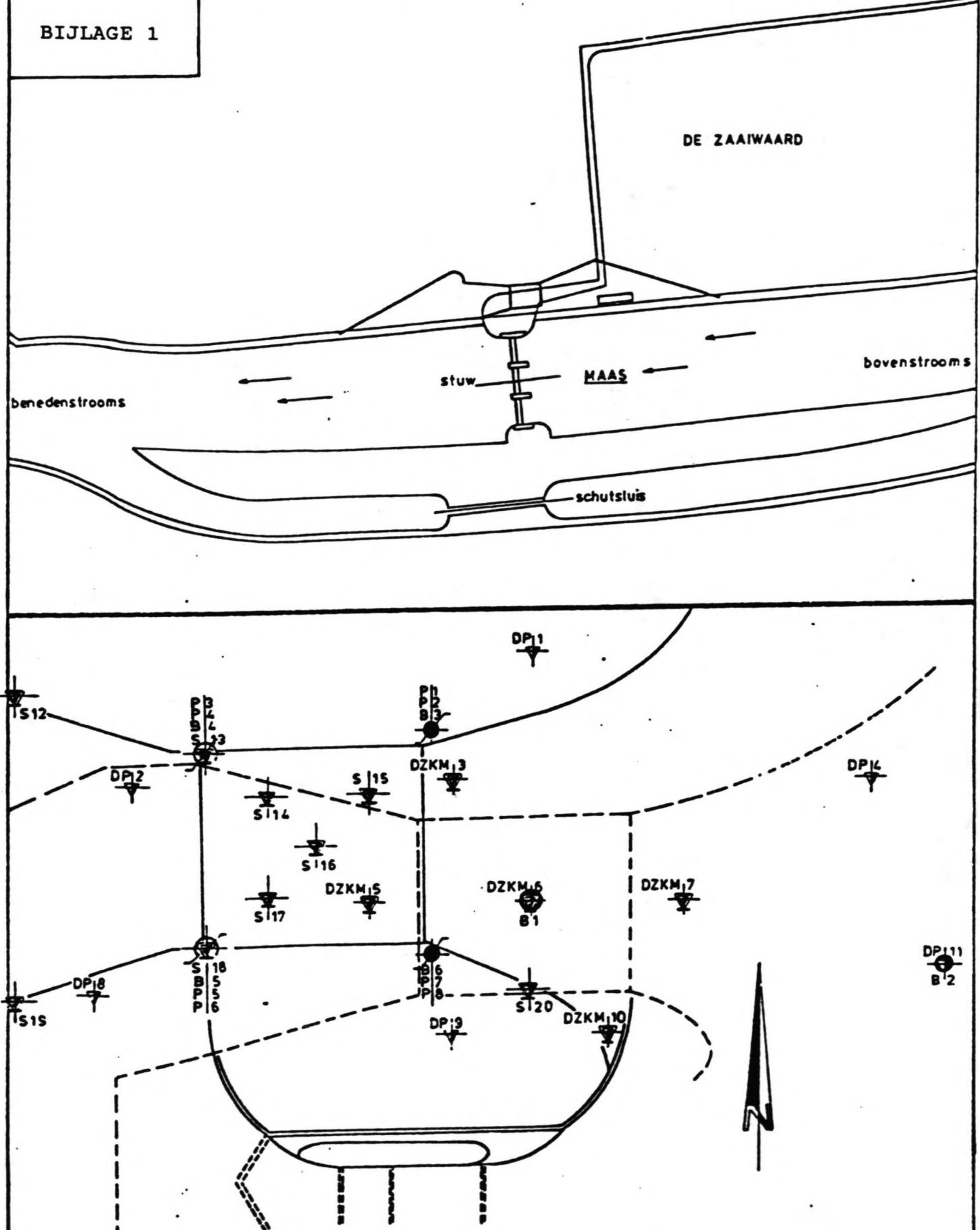
J.A.G. van Wanrooy

DEEL II BIJLAGEN

INHOUDSOPGAVE

- bijlage 1 grondgegevens (boringen en sonderingen)
2 bouwfasen en kostenindicatie constructies
3 kostenindicatie toeleidingskanalen
4 kostenindicatie kistdam
5 berekeningen
5a stabiliteit oude sluiskolk
5b dimensionering kistdam
5c onderwaterbeton
5d dimensionering monolietconstructie
5e dimensionering grondkerende wand
5f stabiliteit sluishoofd
5g dimensionering schot caisson
5h dimensionering caisson sluishoofd
5i hooggelegen L-muur
5j dimensionering diepwand
5k dimensionering caisson sluiskolk
6 kweldebiet
7 stabiliteit granulaire vloer
8 scheepskrachten
9 grondwaterstroming
10 diepwand (dimensionering en controle)
11 stabiliteit diepwand en ankerconfiguratie
12 detail prefab-element (dimensionering)
13 ontwerp kostenraming door Rijkswaterstaat

BIJLAGE 1



tekening overgenomen van derden.

 **Tjaden**

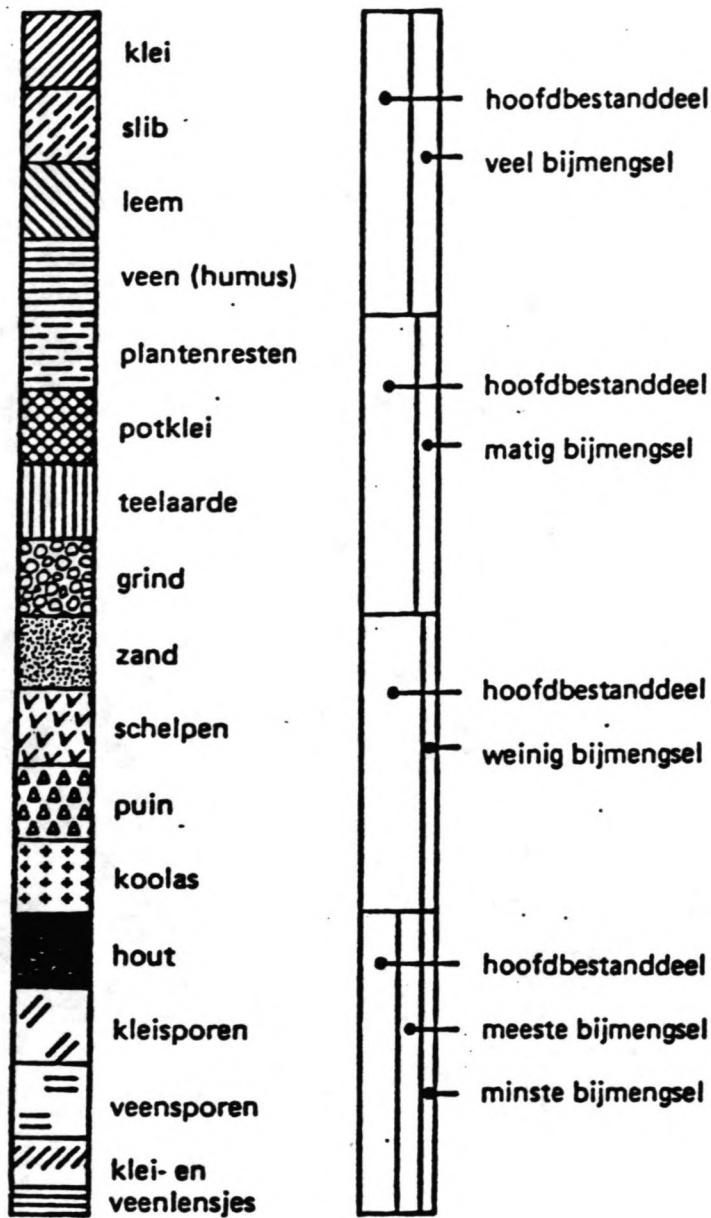
Hydro-Elektrische
centrale
te Alphen.

situatie

aartblad: 45 B
get: 86.02.25
gew.: 86.06.13
gew.: 87.03.20

schaal: 1:1000
opdr.
nr.: S 19.168
nr.:

a) op de situatietekening



■ hoogtemerk (put, vloerpeil etc.)

▽ sondering (nog) niet uit te voeren

▼ oppervlaktesondering

▽ middel- c.q. diepzwaresondering

▽ extra zware diepsondering

▽ sondering met gesommeerde
mantelwrijving

▽ sondering met plaatselijk kleefmeting

△ sondering van derden

* c.b.r.proef

○ boring met geroerde monsters

● boring met ongeroerde monsters

↙ waterspanningsmeter

↙ open peilbuis

b) op de boorstaat

⊖ ackermannboring c.q. gestoken
monster

|| pulsboring

===== grondwaterstand

± filter open peilbuis



Tjaden
GRONDMECHANICA

verklaring der tekens

diepte in m. t.o.v. n.a.p.	benaming van de grondmonsters			
5,93 m+	- maaiveld			
tot 5,63 m+	Ongeroerd monster nr. 1	1	5	
tot 5,03 m+	KLEI, bruin-grijs, humushoudend	2		
tot 4,73 m+	Ongeroerd monster nr. 2	3		
tot 3,83 m+	KLEI, bruin, iets humushoudend	4		
tot 3,53 m+	Ongeroerd monster nr. 3	5		
tot 2,83 m+	KLEI, bruin, iets humushoudend	6	0	
tot 2,63 m+	KLEI, bruin-grijs, met matig fijne	7		
tot m-	zandsporen	8		
tot 2,33 m+	Ongeroerd monster nr. 4	9		
tot 1,43 m+	KLEI, grijs, met matig fijne zand-	10		
tot m-	lensjes	11	5	
tot 1,13 m+	Ongeroerd monster nr. 5	12		
tot 1,03 m+	ZAND, matig grof, bruin	13		
tot 0,23 m+	ZAND, middel grof, bruin	14		
tot 0,07 m-	Ongeroerd monster nr. 6	15	10	
tot 0,97 m-	ZAND, zeer grof, bruin, met grind-	16		
tot m-	sporen	17		
tot 1,27 m-	Ongeroerd monster nr. 7	15		
tot 1,57 m-	Ongeroerd monster nr. 8	17		
tot 2,17 m-	ZAND, matig grof, bruin			
tot 2,47 m-	Ongeroerd monster nr. 9			
tot 3,37 m-	ZAND, middel grof, lichtbruin, met			
tot m-	enkele uiterst grove zandsporen			
tot 3,67 m-	Ongeroerd monster nr. 10			
tot 4,57 m-	GRIND, fijn			
tot 4,87 m-	Ongeroerd monster nr. 11			
tot 5,77 m-	ZAND, middel grof, bruin-grijs, met			



Hydro-Elektrische
centrale
te Alphen.

mv = n.a.p. + 5,93 m

uitv.: 86.04.21

opdr. nr.: S 19.168

boring

get: 86.06.12

nr.: B 2

diepte in m. t.o.v. n.a.p.	benaming van de grondmonsters			
tot 6,07 m-	enkele fijne grindsporen			17
tot 6,97 m-	Ongeroerd monster nr. 12			
tot 7,27 m-	ZAND, middel grof, bruin			20
tot 8,17 m-	Ongeroerd monster nr. 13			
tot 8,47 m-	ZAND, grof, bruin, met enkele fijne			
tot 9,37 m-	grindsporen			
tot 9,67 m-	Ongeroerd monster nr. 14			
tot 10,87 m-	ZAND, uiterst grof, bruin, met grind-			
tot 11,17 m-	sporen			18
tot 11,47 m-	Ongeroerd monster nr. 15			19
tot 12,37 m-	GRIND, fijn, en grind			25
tot 12,67 m-	KEIEN en grof grind			
tot 16,62 m-	Ongeroerd monster nr. 16			
tot 17,07 m-	ZAND, middel grof			
tot 17,57 m-	Ongeroerd monster nr. 17			30
tot 21,67 m-	ZAND, matig grof, bruin			
tot 22,27 m-	ZAND, middel grof			
tot 23,57 m-	ZAND, matig grof, met enkele uiterst			
tot 23,77 m-	groeve zandsporen			
tot 24,17 m-	ZAND, zeer grof, en klei met enkele			
tot 24,47 m-	grindsporen			
tot 24,47 m-	ZAND, zeer grof, met kleisporen			
tot 24,47 m-	Ongeroerd monster nr. 18			
		mv = n.a.p. + 5,93 m.		
		uitv.: 86.04.21	opdr. nr.: S 19.168	
		boring	get.: 86.06.12	nr.: B2 verv.

diepte in m. t.o.v. n.a.p.	benaming van de grondmonsters			
5,84 m+	= maaiveld			
tot 5,54 m+	KLEI, bruin, humushoudend.	PS	PS	6
tot 3,84 m+	KLEI, bruin.			5
tot 1,74 m+	KLEI, grijs, zandhoudend.			4
tot 1,46 m-	ZAND, grof, grijs en fijn grind.			3
tot 2,16 m-	ZAND, grof tot zeer grof en fijn grind.			2
tot 3,16 m-	ZAND, uiterst grof, grijs en grind.			1
tot 5,56 m-	ZAND, grof tot uiterst grof en fijn grind		n.a.p.	10
tot 6,16 m-	ZAND, uiterst grof, grijs en grind.			2
tot 7,86 m-	ZAND, middel grof, grijs, met fijne			3
tot m-	grindsporen.			4
tot 9,16 m-	ZAND, middel grof, grijs.			5
tot 9,46 m-	ZAND, matig grof, grijs en grof grind.			6
tot 11,56 m-	ZAND, uiterst grof, grijs, grind en keien.			7
tot 12,66 m-	ZAND, grof tot uiterst grof, grijs, met			8
tot m-	grindsporen.			9
tot 13,16 m-	ZAND, grof, grijs en fijn grind.			10
tot 13,96 m-	ZAND, uiterst grof, grijs en grind.			11
tot 14,16 m-	ZAND, uiterst grof, grijs en grind en			12
tot m-	versteende klei.			13
tot 15,51 m-	ZAND, grof, grijs, met fijne grindsporen.			14
tot 16,56 m-	ZAND, grof, grijs, met fijne grind- en			15
tot m-	kleisporen.			16
tot 20,86 m-	ZAND, grof, grijs, met fijne grindsporen.			17
tot 24,86 m-	ZAND, grof tot uiterst grof, grijs.			
tot 25,66 m-	ZAND, grof tot matig grof, grijs.			
tot 27,66 m-	ZAND, middel grof, grijs.			
tot 28,06 m-	KLEI en fijn grind.			





Tjaden
GRONDMECHANICA

Hydro-elektrische centrale te Alphen.

mv = n.a.p. + 5,84 m

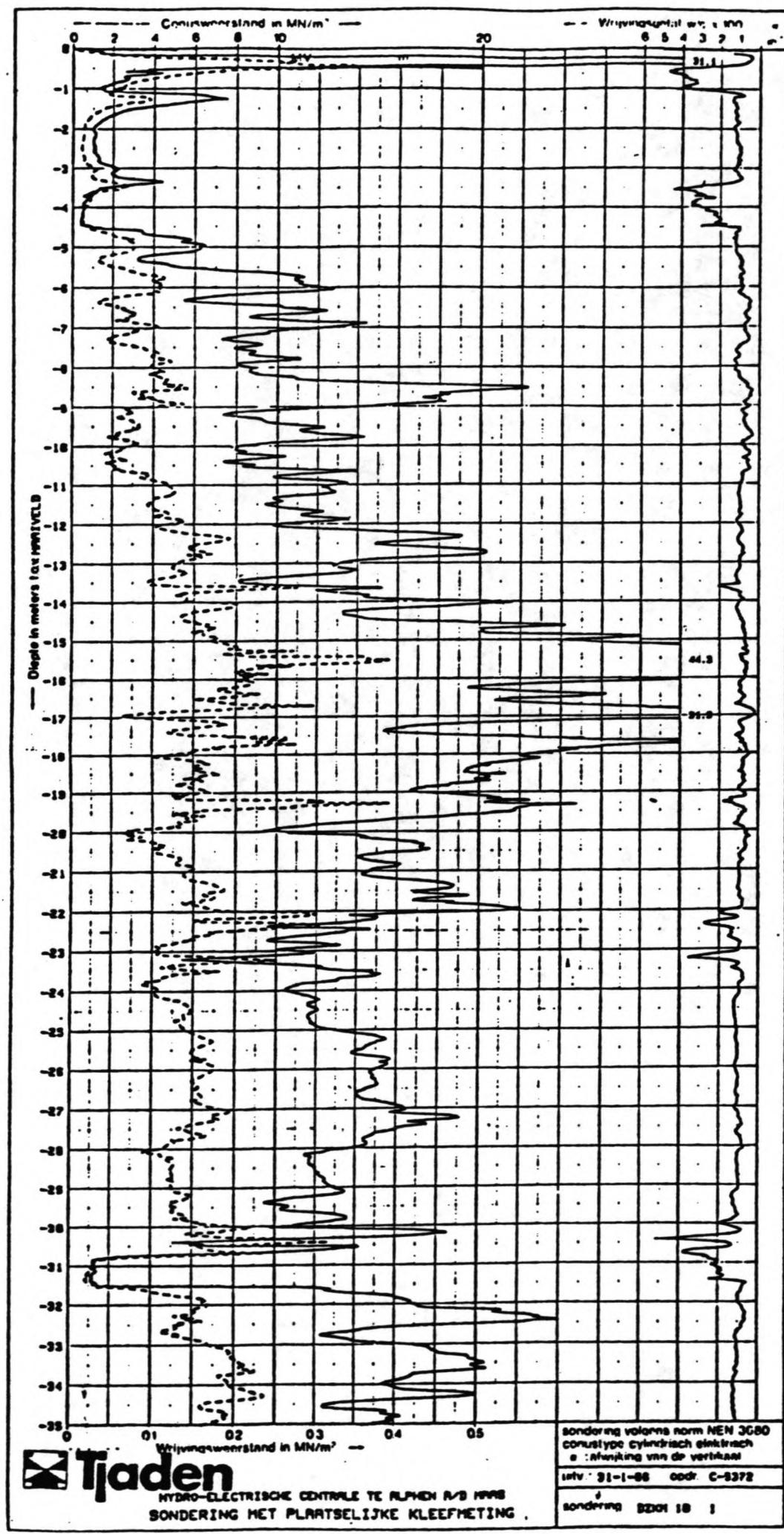
uitv.: 87.03.30

opdr. S 19.168

boring

get: 87.04.14

nr.: B5 (verv.)



BIJLAGE 2
BOUWFASEN EN KOSTENINDICATIE CONSTRUCTIES

bouwfasen combinatie I

Werkvolgorde: de beide hoofden en de kolk worden gelijktijdig in dezelfde kuip gebouwd.

0)	bouwterrein bouwrijp maken en werkterrein inrichten	
1)	damwand LQ-II-S inbrengen voor totale kuip L=550 m h=14.5 m A=7975 m ² á 347 Kg/m ² G=2767.3 t	f 319.000,- f 4.150.950,-
2)	droog ontgraven totale kuip van NAP+6 tot NAP+4 A=4660 m ² V=9320 m ³	f 46.600,-
3)	aanbrengen gordingen U(220x80) L=550*2=1100 m e.g.=29.4 Kg/m G=32340 Kg	f 145.530,-
4)	plaatsen tijdelijke ankers (T=900 Kn, h.o.h. 1.5 m) n=360 st l=19.5 m L=7020 m	f 1.263.600,-
5)	plaatsen traverse over bouwterrein	
6)	nat ontgraven totale kuip van NAP+4 tot NAP-4.5 A=4660 m ² V=44270 m ³	f 442.700,-
7)	inbrengen trekpalen (400x400 mm) n=648+77+77=802 st l=12 m V=1540 m ³	f 120.300,- f 462.000,-
8)	opleggen wapening vloer onderwaterbeton a=6434 mm ² /m G=6434*4660e-6*7850=235.4 t	f 529.650,-
9)	storten vloer onderwaterbeton (d=1500 mm) A=4660 m ² V=6990 m ³	f 1.048.500,-
10)	leegpompen kuip	
11)	toppen van trekpalen n=802 st	f 20.050,-
12)	storten werkvloer (d=250 mm) A=4660 m ² V=1165 m ³	f 233.000,-
13)	stellen bekisting kolkwand A=4*200*9=7200 m ²	f 576.000,-
14)	stellen wapening kolkwand a=4687 mm ² /m G=4687*400*9e-6*7850=132.5 t	f 298.125,-
15)	storten kolkwand V=1.2*9*400=4320 m ³	f 864.000,-
16)	ontkisten kolkwand	

17)	bouwen opgaande constructies hoofden wapening: G=2*89961 Kg bekisting: A=2*648 m ² beton: V=2*1146 m ³	f 404.830,- f 103.680,- f 458.400,-
18)	plaatsen damwand 430 tussen hoofd en kopwand A=4*2*8=64 m ² a 220 Kg/m ² G=640*220=14080 kg	f 2.560,- f 21.120,-
19)	aansluiten kolkwand/hoofd	
20)	binnenzijde kolkwand afwerken A=3600 m ²	f 90.000,-
21)	constructie sluishoofd afwerken	
22)	schotten in kolk plaatsen n=2 st	f 186.200,-
23)	aanstorten kolk en hoofd van NAP-3 tot NAP+5 V=(980+116)*8=8768 m ³	f 43.840,-
24)	ankers totale kuip verwijderen	
25)	aanstorten kolk en hoofd van NAP+5 tot NAP+6 V=(980+116)*1=1096 m ³	f 5.480,-
26)	kuipwand totale kuip verwijderen A=7975 m ²	f 239.250,-
27)	damwanden kanaal plaatsen	
28)	kanaal afgraven van NAP+6 tot NAP+5	
29)	gordingen kanaalwanden plaatsen	
30)	ankers kanaalwanden plaatsen	
31)	kanaal geheel afgraven	
32)	bodembescherming kanaal storten	
33)	verwijderen tijdelijke schotten uit de sluishoofden	
		=====
		f 12.075.365,-

toelichting bouwfases combinatie I

- 0) Hieronder valt o.m. het verwijderen van de begroeiing en opstal, het omleggen van kabels en leidingen, het afgraven van de waterscheidingsdam en het leggen van de tijdelijke waterscheiding rond het bouterrein.
- 1-7) Voor de fasen 1) t/m 7) is er de keuze tussen meerdere werkvolgorden (m.u.v. fase 5):
- a) trekpalen inbrengen, damwanden plaatsen, ankers en gordingen aanbrengen, kuip ontgraven.
 - b) damwanden plaatsen ,trekpalen inbrengen, ankers en gordingen aanbrengen, kuip ontgraven.
 - c) damwanden plaatsen , ankers en gordingen aanbrengen, kuip ontgraven, trekpalen inbrengen.
- Werkvolgorde c) verdient hierbij de voorkeur daar het inbrengen van palen voor het ontgraven het ontgraven zelf hindert, de kans op het beschadigen van de paalkoppen vrij groot is, wat weer twijfelachtige verbindingen met het onderwaterbeton op kan leveren, en daar de damwand bij het ontgraven altijd wat door zal buigen en verplaatsen en dus ook de paalkoppen aan de rand zal doen verplaatsen.
- 5) De traverse is nodig om de heipalen met een heistelling te kunnen plaatsen. De traverse kan bij het storten van betonvloeren en het plaatsen van wapeningsnetten zeer praktisch zijn daar er geen kostbare ruimte op het bouw-

- terrein door kranen wordt ingenomen.
- 6) Afhankelijk van de waterstanden op dat moment geschiedt een deel als droge en een deel als natte ontgraving.
 - 17) Het hoofd wordt gebouwd m.u.v. deuren, aanslagen, drempel en hydraulische en elektrische installaties
 - 18) De verbindingsdamwand vormt de verbinding tussen de later in te brengen kanaaldamwand en het sluishoofd over dat deel wat zich nu tussen de kuipwand en het betonnen hoofd bevindt.
 - 20) Het afwerken houdt o.m. in het eventueel behandelen van de betonnen wand en het plaatsen van ladders, bolder stopstrepen e.d.
 - 21) Het afwerken van het hoofd houdt in het werktuigbouwkundige deel van de sluis installeren, het maken van de drempelconstructie, het stellen van de ophangpunten van de puntdeuren en het inhangen van de deuren.
 - 24-29) De hoeveelheden in deze fasen zijn afhankelijk van de locatie van de sluis en zullen nader worden behandeld in bijlage 2b.
 - 36) De aanhechting tussen stalen damwand en betonnen vloer kan worden verbroken met enkele heislagen op de wand waarna de wand getrokken kan worden.

bouwfases combinatie II

Werkvolgorde: eerst worden de caissons van de beide hoofden gebouwd en afgezonken en vervolgens wordt de monolietconstructie van de sluiskolk in een bouwkuip gebouwd.

0)	bouwterrein bouwrijp maken en werkterrein inrichten	
1)	stellen bekisting snijrand/vloer caissons hoofden $A=2*(976+315)=2582 \text{ m}^2$	f 206.560,-
2)	stellen wapening snijrand/vloer caissons hoofden $G=2*100709=201418 \text{ Kg}$	f 453.190,-
3)	storten beton snijrand/vloer caissons hoofden $V=2*(677+975)=3304 \text{ m}^3$	f 660.800,-
4)	ontkisten snijrand/vloer caissons hoofden	
5)	plaatsen persluchtinstallatie op vloer caissons	
6)	bouwen opgaande constructie sluishoofd wapening: $G=2*89961 \text{ Kg}$ [w(0)=1%] bekisting: $A=2*648 \text{ m}^2$ beton: $V=2*1146 \text{ m}^3$	f 404.830,- f 103.680,- f 458.400,-
7)	plaatsen scheidingsschotten in caissons $n=4 \text{ st}$	f 372.400,-
8)	afzinken caissons hoofden $V=2*(15*26*14)=10920 \text{ m}^3$	f 436.800,-
9)	werk kamers vullen met beton $V=2*2.5*21*10=1050 \text{ m}^3$	f 210.000,-
10)	verwijderen persluchtinstallaties	
11)	damwanden LQ-II-S inbrengen voor sluiskolk $L=2*200=400 \text{ m}$ $h=14.5 \text{ m}$ $A=5800 \text{ m}^2 \text{ á } 347 \text{ Kg/m}^2$ $G=2012.6 \text{ t}$	f 232.000,- f 3.018.900,-

12)	droog ontgraven bouwkuip van NAP+6 tot NAP+4 A=4660 m ² V=9320 m ³	f 46.600,-
13)	aanbrengen gordingen U(220x80) L=2*200*2=800 m e.g.=29.4 Kg/m G=23520 Kg	f 105.840,-
14)	plaatsen tijdelijke ankers (F=900 Kn, h.o.h. 1.5 m) n=268 st l=19.5 m L=5226 m	f 940.680,-
15)	plaatsen traverse over bouwkuip sluiskolk	
16)	nat ontgraven kuip van NAP+4 tot NAP-4.5 A=4660 m ² V=44270 m ³	f 442.700,-
17)	inbrengen trekpalen (400x400 mm) n=648 st l=12 m V=1244.2 m ³	f 97.200,-
18)	opleggen wapening vloer onderwaterbeton a=6434 mm ² /m G=6434*4660e-9*7850=235.4 t	f 373.260,-
19)	storten onderwaterbeton (d=1500 mm) A=4660 m ² V=6990 m ³	f 529.650,-
20)	leegpompen kuip	f 1.048.500,-
21)	toppen trekpalen	
22)	n=648 st	f 16.200,-
22)	storten werkvloer (d=250 mm) A=4660 m ² V=1165 m ³	f 233.000,-
23)	stellen bekisting kolkwand A=4*200*9=7200 m ²	f 576.000,-
24)	stellen wapening kolkwand a=4687 mm ² /m G=4687*400*9e-9*7850=132.5 t	f 298.125,-
25)	storten kolkwand V=0.5*(1.65+0.75)*9*400=4320 m ³	f 864.000,-
26)	ontkisten kolkwand	
27)	aansluiten kolk/hoofd	
28)	kolkwand afwerken	
29)	constructie sluishoofd afwerken	
30)	damwanden kanaal plaatsen	
31)	kanaal afgraven van NAP+6 tot NAP+5	
32)	gordingen kanaalwanden plaatsen	
33)	ankers kanaalwanden plaatsen	
34)	kanaal geheel afgraven	
35)	bodembescherming kanaal storten	
36)	aanstorten sluiskolk van NAP-3 tot NAP+5 V=980*8=7840 m ³	f 39.200,-
37)	verwijderen gordingen kuipwand sluiskolk G=23520 Kg	f 23.520,-
38)	verwijderen ankers kuipwand sluiskolk	
39)	aanstorten sluiskolk van NAP+5 tot NAP+6 V=980*1=980 m ³	f 4.900,-
40)	kolk onder water zetten	
41)	scheidingschotten caisson verwijderen	=====
		f 12.196.935,-

toelichting bouwfases combinatie II

- 41) De meeste schottenbalken bevinden zich nu onder water en kunnen m.b.v. een kraan en duikers (bevestigen van de hijskabels) worden verwijderd.

bouwfase combinatie V

Werkvolgorde: eerst worden de beide diepwanden gemaakt, dan worden de damwandkuipen van de sluishoofden geheid en vervolgens wordt de totale kuip van hoofden en kolk ontgraven om de kolk en de hoofden af te bouwen.

0)	bouwrijp maken terrein	
1)	geleidebalken diepwand plaatsen $L=2*200=400 \text{ m}$	f 80.000,-
2)	diepwanden graven $V=2*200*14.5*1=5800 \text{ m}^3$	f 580.000,-
3)	wapening diepwanden plaatsen $G=11759*400*14.5e-9*7850=535.4 \text{ t}$	f 1.204.650,-
4)	beton diepwanden storten $V=2*200*14.5*1=5800 \text{ m}^3$	f 1.160.000,-
5)	damwanden LQ-II-S inbrengen voor kuipen van de hoofden $L=2*(30+19+19+6.5+6.5)=162 \text{ m}$ $h=14.5 \text{ m}$ $A=2349 \text{ m}^2 \text{ á } 347 \text{ Kg/m}^2$ $G=815.1 \text{ t}$	f 93.960,- f 1.222.655,-
6)	droog ontgraven totale kuip van NAP+6 tot NAP+4 $A=2*30*19+200*17=4540 \text{ m}^2$ $V=2*4540=9080 \text{ m}^3$	f 45.400,-
7)	plaatsen stempels sluiskolk ($\varnothing 457-40$, h.o.h. 7.7 m) $n=27 \text{ st}$ $l=16+0.5+0.5=17 \text{ m}$ $L=459 \text{ m a } 411.4 \text{ Kg/m}$ $G=188.8 \text{ t}$	f 849.600,-
8)	aanbrengen gordingen kuipwand hoofden U(220x80) $L=2*(30+19+19+13)*2=324 \text{ m}$ e.g.=29.4 Kg/m $G=9525.6 \text{ Kg}$	f 42.865,-
9)	plaatsen tijdelijke ankers (F=900 Kn, h.o.h. 1.5 m) $n=54 \text{ st}$ $l=19.5 \text{ m}$ $L=1053 \text{ m}$	f 189.540,-
10)	plaatsen traverse over totale bouwkuip	
11)	nat ontgraven totale kuip van NAP+4 tot NAP-4.5 $A=4540 \text{ m}^2$ $V=38590 \text{ m}^3$	f 385.900,-
12)	inbrengen trekpalen (400x400 mm) $n=2*77+504=658 \text{ st}$ $l=12 \text{ m}$ $V=1264 \text{ m}^3$	f 98.700,-
13)	opleggen wapening vloer onderwaterbeton $a=6434 \text{ mm}^2/\text{m}$ $G=6434*4540e-9*7850=229.3 \text{ t}$	f 379.200,- f 515.925,-

14)	storten onderwaterbeton (d=1500 mm) A=4540 m ² V=6810 m ³	f 1.021.500,-
15)	leegpompen kuip	
16)	toppen palen n=658 st	f 16.450,-
17)	storten werkvlloer (d=250 mm) A=4540 m ² V=1135 m ³	f 227.000,-
18)	bouwen opgaande constructies sluishoofden wapening: G=2*89961 Kg [w(0)=1%] bekisting: A=2*648 m ² beton: V=2*1146 m ³	f 404.830,- f 103.680,- f 458.400,-
19)	vrijhakken en uitbuigen van stekeinden uit diepwand	
20)	stellen wapening binnenwand G=2*3506*200*9e-6*7850=99.1 t	f 222.975,-
21)	stellen bekisting binnenwand A=2*200*9=3600 m ²	f 288.000,-
22)	storten binnenwand tot onder stempels V=2*200*9*0.5=1800 m ³	f 360.000,-
23)	ontkisten binnenwand	
24)	plaatsen verbindingsdamwand tussen hoofd en kopwand A=4*2*8=64 m ² a 220 Kg/m ² G=64*220=14080 Kg	f 2.560,- f 21.120,-
25)	aansluiten wand/hoofd	
26)	verwijderen stempels diepwand G=188.8 t	f 188.800,-
26)	binnenwand afwerken (zie 20 en 22)	
27)	constructie sluishoofd afwerken	
28)	schotten in hoofden plaatsen n=2 st	f 186.200,-
29)	sluishoofd aanstorten van NAP-3 tot NAP+5 V=2*116*8=1856 m ³	f 9.280,-
30)	gordingen kuipen hoofden verwijderen G=9525.6 Kg	f 9.525,-
30)	ankers kuipen hoofden verwijderen	
31)	aanstorten sluishoofden van NAP+5 tot NAP+6 V=116*1=116 m ³	f 580,-
32)	kuipwand hoofden verwijderen A=2349 m ²	f 70.470,-
33)	damwanden kanaal plaatsen	
34)	kanaal afgraven van NAP+6 tot NAP+5	
35)	gordingen kanaalwanden plaatsen	
36)	ankers kanaalwanden plaatsen	
37)	kanaal geheel afgraven	
38)	bodembescherming kanaal storten	
39)	verwijderen schotten uit sluishoofden	
		=====
		f 10.439.765,-

bouwfasen combinatie VI

Werkvolgorde: eerst worden de diepwand gemaakt, dan worden de caissons van de beide hoofden gebouwd en afgezonken en vervolgens wordt de sluiskolk afgebouwd.

0)	bouwterrein bouwrijp maken en werkterrein inrichten	
1)	geleidebalken diepwand plaatsen $L=2*200=400 \text{ m}$	f 80.000,-
2)	diepwanden graven $V=2*200*14.5*1=5800 \text{ m}^3$	f 580.000,-
3)	wapening diepwanden plaatsen $G=11759*400*14.5e-9*7850=535.4 \text{ t}$	f 1.204.650,-
4)	beton diepwanden storten $V=2*200*14.5*1=5800 \text{ m}^3$	f 1.160.000,-
5)	stellen bekisting snijrand/vloer caissons hoofden $A=2*(976+315)=2582 \text{ m}^2$	f 206.560,-
6)	stellen wapening snijrand/vloer caissons hoofden $G=2*100709=201418 \text{ Kg}$	f 453.190,-
7)	storten beton snijrand/vloer caissons hoofden $V=2*(677+975)=3304 \text{ m}^3$	f 660.800,-
8)	ontkisten snijrand/vloer caissons hoofden	
9)	plaatsen persluchtinstallatie op vloer caissons	
10)	bouwen opgaande constructie sluishoofden wapening: $G=2*89961 \text{ Kg} [w(0)=1\%]$ bekisting: $A=2*648 \text{ m}^2$ beton: $V=2*1146 \text{ m}^3$	f 404.830,- f 103.680,- f 458.400,-
11)	plaatsen scheidingsschotten in caissons hoofden $n=4 \text{ st}$	f 372.400,-
12)	afzinken caissons hoofden $V=2*(15*26*14)=10920 \text{ m}^3$	f 436.800,-
13)	werk kamers vullen met beton $V=2*2.5*21*10=1050 \text{ m}^3$	f 210.000,-
14)	verwijderen persluchtinstallatie	
15)	aansluiten diepwanden en caissons met damwanden	
16)	droog ontgraven tussen diepwanden van NAP+6 tot NAP+4 $A=200*17=3400 \text{ m}^2$ $V=2*3400=6800 \text{ m}^3$	f 34.000,-
17)	plaatsen stempels diepwand ($\varnothing 457-40$, h.o.h. 7.7 m) $n=27 \text{ st}$ $l=17 \text{ m}$ $L=459 \text{ m a } 411.4 \text{ Kg/m}$ $G=188.8 \text{ t}$	f 849.600,-
18)	ontgraven tussen diepwanden van NAP+4 tot NAP-4.5 $A=3400 \text{ m}^2$ $V=8.5*3400=28900 \text{ m}^3$	f 289.000,-
19)	inbrengen trekpalen (400x400 mm) $n=504 \text{ st}$ $l=12 \text{ m}$ $V=968 \text{ m}^3$	f 75.600,-
20)	opleggen wapening vloer onderwaterbeton $a=6434 \text{ mm}^2/\text{m}$ $G=6434*3400e-9*7850=171.7 \text{ t}$	f 290.400,-
21)	storten onderwaterbeton (d=1500 mm) $A=3400 \text{ m}^2$ $V=5100 \text{ m}^3$	f 386.325,-
22)	leegpompen kuip	f 765.000,-

23)	toppen palen	
	n=504 st	f 12.600,-
24)	storten werkvloer (d=250 mm)	
	A=3400 m ²	
	V=850 m ³	f 170.000,-
25)	vrijhakken en uitbuigen van stekeinden uit diepwand	
26)	stellen wapening binnenwand	
	a=3506 mm ² /m	
	G=2*3506*200*9e-6*7850=99.1 t	f 222.975,-
27)	stellen bekisting binnenwand	
	A=2*200*9=3600 m ²	f 288.000,-
28)	storten binnenwanden tot onder de stempels	
	V=2*200*9*0.5=1800 m ³	f 360.000,-
29)	verwijderen stempels diepwand	
	G=188.8 t	f 188.800,-
30)	afbouwen binnenwanden	
31)	ontkisten binnenwanden	
32)	aansluiten kolkwanden en caissons hoofden	
33)	damwanden kanaal plaatsen	
34)	kanaal afgraven tot NAP+5	
35)	gordingen kanaalwanden plaatsen	
36)	ankers kanaalwanden plaatsen	
37)	kanaal geheel afgraven	
38)	bodembescherming kanaal storten	
39)	verwijderen schotten uit hoofden	
		=====
		f 10.263.610,-

bouwfases combinatie VII

Werkvolgorde: eerst worden de 5 caissons van de kolksecties na elkaar gebouwd en afgezonken en vervolgens worden de hoofden in hun damwandkuipen gebouwd.

0) bouwrijp maken terrein

[de procedure 1 t/m 11 wordt 5 maal doorlopen voor de diverse kolksecties die na elkaar gebouwd en afgezonken worden]

1)	stellen bekisting snijrand/vloer caisson kolksectie	
	A=(1377+916)=2293 m ²	f 183.440,-
2)	stellen wapening snijrand/vloer caisson kolksectie	
	G=(53,7+422.7)=476.4 t	f 1.071.900,-
3)	storten beton snijrand/vloer caisson kolksectie	
	V=(1085+2640)=3725 m ³	f 745.000,-
4)	ontkisten snijrand/vloer caisson kolksectie	
5)	stellen bekisting wanden caisson kolksectie	
	A=4*40*9=1440 m ²	f 115.200,-
6)	stellen wapening wanden caisson kolksectie [w(0)=0.67%]	
	G=20106*40*9*2e-9*7850=113.7 t	f 255.825,-
7)	storten beton wanden caisson kolksectie	
	V=2*40*9=2160 720 m ³	f 432.000,-
8)	ontkisten wanden caisson kolksectie	
9)	plaatsen persluchttinstallatie op vloer caisson	
10)	afzinken caisson kolksectie	
	V=40*22*14.5=12760 m ³	f 510.400,-

11)	ondersabelen caisson kolksectie met beton V=2.5*34*16=1615 m ³	f 323.000,-
12)	inbrengen damwanden LQ-II-S kuipen sluishoofden L=2*(30+19+19+4+4)=152 m h=14.5 m A=2204 m ² á 347 Kg/m ² G=764.8 t	f 88.160,- f 1.147.200,-
13)	droog ontgraven kuipen hoofden van NAP+6 tot NAP+4 A=2*30*19=1140 m ² V=2*1140=2280 m ³	f 11.400,-
14)	aanbrengen gordingen kuipen hoofden U(220x80) L=(30+19+19+4+4)*2*2=304 m e.g.=29.4 Kg/m G=8937.6 Kg	f 40.220,-
15)	plaatsen tijdelijke ankers (F=900 Kn, h.o.h. 1.5 m) n=50 st l=19.5 m L=975 m	f 175.500,-
16)	plaatsen traverse over bouwkuipen hoofden	
17)	nat ontgraven kuipen hoofden van NAP+4 tot NAP-4.5 A=1140 m ² V=9690 m ³	f 96.900,-
18)	inbrengen trekpalen (400x400 mm) n=2*77=154 st l=12 m V=296 m ³	f 23.100,-
19)	opleggen wapening vloer onderwaterbeton a=6434 mm ² /m G=6434*1140e-9*7850=57.6 t	f 88.800,-
20)	storten onderwaterbeton (d=1500 mm) A=1140 m ² V=1710 m ³	f 129.600,-
21)	leegpompen kuip	f 256.500,-
22)	toppen palen n=2*77=154 st	f 3.850,-
23)	storten werkvloer (d=250 mm) A=1140 m ² V=285 m ³	f 57.000,-
24)	bouwen opgaande constructies sluishoofden wapening: G=2*89961 Kg [w(0)=1%] bekisting: A=2*648 m ² beton: V=2*1146 m ³	f 404.830,- f 103.680,- f 458.400,-
25)	plaatsen verbindingsdamwand tussen hoofd en kopwand A=4*2*8=64 m ² G=64*220=14.1 t	f 2.560,- f 21.120,-
26)	aansluiten eindsecties kolk/hoofden	
27)	binnenzijde kolkwand afwerken	
28)	constructie sluishoofd afwerken	
29)	schotten in hoofden plaatsen n=2 st	f 186.200,-
30)	hoofden aanstorten van NAP-3 tot NAP+5 V=2*(116+32)*8=2368 m ³	f 11.840,-
31)	verwijderen gordingen kuipen hoofden G=8937.6 Kg	f 8.940,-
32)	aanstorten hoofden van NAP+5 tot NAP+6 V=2*(116+32)*1=296 m ³	f 1.480,-
33)	ankers kuipen hoofden verwijderen	

34)	kuipwand hoofden verwijderen A=2204 m ²	f 66.120,-
35)	damwanden kanaal plaatsen	
36)	kanaal afgraven tot NAP+5	
37)	gordingen kanaalwanden plaatsen	
38)	ankers kanaalwanden plaatsen	
39)	kanaal geheel afgraven	
40)	bodembescherming kanaal storten	
41)	verwijderen schotten uit hoofden	
		=====
		f 19.169.665,-

bouwfasen combinatie VIII

Werkvolgorde: eerst wordt een caissonhoofd gebouwd en afgezonken, dan worden achtereenvolgens de caissons van de kolksecties gebouwd en afgezonken en als laatste wordt het tweede caissonhoofd gebouwd en afgezonken.

0) bouwrijp maken terrein

[de procedure 1 t/m 10 wordt 2 maal doorlopen voor de beide hoofden die voor en na de 5 kolksecties gebouwd en afgezonken worden. Bekisting wordt slechts een maal in rekening gebracht]

1)	stellen bekisting snijrand/vloer caisson hoofd A=976+315=1291 m ²	f 103.280,-
2)	stellen wapening snijrand/vloer caisson hoofd G=100709 Kg	f 226.595,-
3)	storten beton snijrand/vloer caisson hoofd V=677+975=1652 m ³	f 330.400,-
4)	ontkisten snijrand/vloer caisson hoofd	
5)	plaatsen persluchtinstallatie op vloer caisson hoofd	
6)	bouwen opgaande constructie sluishoofd wapening: G=89961 Kg [w(0)=1%] bekisting: A=648 m ² beton: V=1146 m ³	f 202.415,- f 51.840,- f 229.200,-
7)	plaatsen schotten in caisson hoofd n=2 st	f 186.200,-
8)	afzinken caisson hoofd V=15*26*14=5460 m ³	f 218.400,-
9)	werkamer vullen met beton V=2.5*10*21=525 m ³	f 105.000,-
10)	verwijderen persluchtinstallatie	

[de procedure 11 t/m 22 wordt 5 maal doorlopen voor de diverse kolksecties die na elkaar gebouwd en afgezonken worden. De bekisting wordt slechts een maal in rekening gebracht]

11)	stellen bekisting snijrand/vloer caisson kolksectie A=(1377+916)=2293 m ²	f 183.440,-
12)	stellen wapening snijrand/vloer caisson kolksectie G=(53,7+422,7)=476,4 t	f 1.071.900,-
13)	storten beton snijrand/vloer caisson kolksectie V=(1085+2640)=3725 m ³	f 745.000,-
14)	ontkisten snijrand/vloer caisson kolksectie	

15)	stellen bekisting wanden caisson kolksectie A=4*40*9=1440 m ²	f 115.200,-
16)	stellen wapening wanden caisson kolksectie [w(0)=0.67%] G=20106*40*9*2e-9*7850=113.7 t	f 255.825,-
17)	storten beton wanden caisson kolksectie V=2*40*9*3=720 m ³	f 432.000,-
18)	ontkisten wanden caisson kolksectie	
19)	plaatsen persluchtinstallatie op vloer caisson	
20)	afzinken caisson kolksectie V=40*22*14.5=12760 m ³	f 510.400,-
21)	ondersabelen caisson kolksectie met beton V=2.5*34*19=1615 m ³	f 323.000,-
22)	aansluiting met vorige caisson maken	
		=====
		f 19.902.765,-

bouwfasen combinatie IX

Werkvolgorde: zie bouwfasen combinatie I

0)	bouwterrein bouwrijp maken en werkterrein inrichten	
1)	inbrengen damwand LQ-II-S voor totale kuip L=2*(30+19+19+6.5+6.5)+2*200=562 m h=14.5 m A=8149 m ² á 347 Kg/m ² G=2827.7 t	f 325.960,- f 4.241.550,-
2)	droog ontgraven totale kuip van NAP+6 tot NAP+4 A=2*30*19+200*17=4540 m ² V=2*4540=9080 m ³	f 45.400,-
3)	aanbrengen gordingen U(220x80) L=(162+162+200+200)*2=1448 m e.g.=29.4 Kg/m G=42571.2 Kg	f 191.570,-
4)	plaatsen permanente ankers (T=900 Kn, h.o.h. 1.5 m) n=268 st l=19.5 m L=5226 m	f 1.411.020,-
	plaatsen tijdelijke ankers (T=900 Kn, h.o.h. 1.5 m)	
	n=2*54=108 st l=19.5 m L=2106 m	f 379.080,-
5)	plaatsen traverse over totale bouwkuip	
6)	ontgraven totale kuip van NAP+4 tot NAP-4.5 A=4540 m ² V=38590 m ³	f 385.900,-
7)	inbrengen trekpalen (400x400 mm) n=504+77+77=658 st l=12 m V=1264 m ³	f 98.700,-
8)	verbindingsdamwand LQ-II-S inbrengen L=4*2=8 m h=14.5 m A=116 m ² á 347 Kg/m ² G=40.3 t	f 379.200,- f 4.640,- f 60.450,-
9)	opleggen wapening vloer van onderwaterbeton a=6434 mm ² /m G=6434*4540e-9*7850=229.3 t	f 515.925,-

10)	storten onderwaterbeton (d=1500 mm) A=4540 m ² V=6810 m ³	f 1.021.500,-
11)	leegpompen kuip	
12)	toppen palen n=658 st	f 16.450,-
13)	storten werkvlloer (d=250 mm) A=4540 m ² V=1135 m ³	f 227.000,-
14)	bouwen opgaande constructies sluishoofden wapening: G=2*89961 Kg [w(0)=1%] bekisting: A=2*648 m ² beton: V=2*1146 m ³	f 404.830,- f 103.680,- f 458.400,-
15)	plaatsen verbindingsdamwand 430 tussen hoofd en kopwand A=4*2*8=64 m ² G=64*220=14080 Kg	f 2.560,- f 21.120,-
16)	binnenzijde kolkwand afwerken	
17)	constructie sluishoofd afwerken	
18)	schotten in hoofden plaatsen n=2 st	f 186.200,-
19)	hoofden aanstorten van NAP-3 tot NAP+5 V=2*(116+32)*8=2368 m ³	f 9.280,-
20)	gordingen kuipen hoofden verwijderen G=2*2*162*29.4=19051.2 Kg	f 19.050,-
21)	ankers kuipen hoofden verwijderen	
22)	aanstorten hoofden van NAP+5 tot NAP+6 V=2*(32+116)*1=296 m ³	f 1.480,-
23)	kuipwanden hoofden verwijderen A=2*162*14.5=4698 m ²	f 140.940,-
24)	prefab sloof over kolkwand plaatsen L=2*204=408 m	f 40.800,-
25)	damwanden kanaal plaatsen	
26)	kanaal afgraven tot NAP+5	
27)	gordingen kanaalwanden plaatsen	
28)	ankers kanaalwanden plaatsen	
29)	kanaal geheel afgraven	
30)	bodembescherming kanaal storten	
31)	verwijderen schotten uit hoofden	
		=====
		f 10.695.245,-

bouwfasen combinatie X

Werkvolgorde: eerst worden beide caissons van de hoofden gebouwd en afgezonken en vervolgens wordt de kolk tussen de hoofden gebouwd.

- 0) bouwterrein bouwrijp maken en werkterrein inrichten
- 1) stellen bekisting snijrand/vloer caissons hoofden
A=2*(976+315)=2582 m² f 206.560,-
- 2) stellen wapening snijrand/vloer caissons hoofden
G=2*100709=201418 Kg f 453.190,-
- 3) storten beton snijrand/vloer caissons hoofden
V=2*(677+975)=3304 m³ f 660.800,-
- 4) ontkisten snijrand/vloer caissons hoofden
- 5) plaatsen persluchtinstallatie op vloer caissons

6)	bouwen opgaande constructies sluishoofden		
	wapening: $G=2*89961 \text{ Kg}$ [$w(0)=1\%$]	f 404.830,-	
	bekisting: $A=2*648 \text{ m}^2$	f 103.680,-	
	beton: $V=2*1146 \text{ m}^3$	f 458.400,-	
7)	plaatsen scheidingsschotten in caissons		
	n=4 st	f 372.400,-	
8)	afzinken caissons hoofden		
	$V=2*(15*26*14)=10920 \text{ m}^3$	f 436.800,-	
9)	werkamer vullen met beton		
	$V=2*2.5*21*10=1050 \text{ m}^3$	f 210.000,-	
10)	verwijderen persluchtinstallatie		
11)	inbrengen damwanden LQ-II-S bouwkuip kolk		
	$L=2*200=400 \text{ m}$		
	$h=14.5 \text{ m}$		
	$A=5800 \text{ m}^2 \text{ á } 347 \text{ Kg/m}^2$	f 232.000,-	
	$G=2012.6 \text{ t}$	f 3.018.900,-	
12)	droog ontgraven kuip sluiskolk van NAP+6 tot NAP+4		
	$A=200*17=3400 \text{ m}^2$		
	$V=6800 \text{ m}^3$	f 34.000,-	
13)	aanbrengen gordingen U(220x80) kuip sluiskolk		
	$L=400*2=800 \text{ m}$		
	e.g.=29.4 Kg/m		
	$G=23520 \text{ Kg}$	f 105.840,-	
14)	plaatsen permanente ankers (F=900 Kn, h.o.h. 1.5 m)		
	n=268 st		
	$l=19.5 \text{ m}$		
	$L=5226 \text{ m}$	f 1.411.020,-	
15)	plaatsen traverse over bouwkuip kolk		
16)	ontgraven kuip sluiskolk van NAP+4 tot NAP-4.5		
	$A=3400 \text{ m}^2$		
	$V=28900 \text{ m}^3$	f 289.000,-	
17)	inbrengen trekpalen (400x400 mm)		
	n=504 st	f 75.600,-	
	$l=12 \text{ m}$		
	$V=968 \text{ m}^3$	f 290.400,-	
18)	opleggen wapening vloer van onderwaterbeton		
	$A=6434 \text{ mm}^2/\text{m}$		
	$G=6434*3400e-9*7850=171.7 \text{ t}$	f 386.325,-	
19)	storten onderwaterbeton (d=1500 mm)		
	$A=3400 \text{ m}^2$		
	$V=5100 \text{ m}^3$	f 765.000,-	
20)	leegpompen kuip		
21)	toppen palen		
	n=504 st	f 12.600,-	
22)	storten werkvloer (d=250 mm)		
	$A=3400 \text{ m}^2$		
	$V=850 \text{ m}^3$	f 170.000,-	
23)	afwerken kolkwanden		
24)	damwanden kanaal plaatsen		
25)	kanaal afgraven tot NAP+5		
26)	gordingen kanaalwanden plaatsen		
27)	ankers kanaalwanden plaatsen		
28)	kanaal geheel afgraven		
29)	bodembescherming kanaal storten		
30)	verwijderen tijdelijke schotten uit hoofden		
		=====	
		f 10.096.985,-	

BIJLAGE 3
KOSTENINDICATIE TOELEIDINGSKANALEN

toelichting op de kostenposten

Bij kostenposten met twee bedragen staat het eerste bedrag voor het bovenstroomse toeleidingskanaal en het tweede voor het benedenstrommese toeleidingskanaal.

Voor de granulaire steenstorting wordt het totale kanaaloppervlak berekend tussen de nieuwe kanaalwanden [figuur 36]. Voor een m³ bodembestorting wordt gerekend met:

- porievolume van n=0.3.
- volumiek gewicht 2650 Kg/m³
- kostprijs per ton materiaal f 50,-/t.
(De locatie is goed voor aanvoer bereikbaar).

Voor de overige eenheidsprijzen wordt terug verwezen naar het rapport [par.11.1.3]

sub-locatie A

kostenpost	eenheid	f1/eenheid	n	f
prefab sloof	m'	f 100,-	465	46.500,-
			545	54.500,-
kanaalwand	m ²	f 40,-	5115	204.600,-
			7630	305.200,-
kanaalwand	ton	f 1.500,-	2803.9	4.205.850,-
gordingen	ton	f 4.500,-	67.1	301.950,-
groutankers	m'	f 270,-	6572	1.774.440,-
steenstorting	m ²	f 95,-	14430	1.370.850,-
			19960	1.896.200,-
grondverzet	m ³	f 10,-	93610	936.100,-
			168730	1.687.300,-
totaal			+ =====	12.783.490,-

sub-locatie B

kostenpost	eenheid	f1/eenheid	n	f
prefab sloof	m'	f 100,-	420	42.000,-
			320	32.000,-
kanaalwand	m ²	f 40,-	4620	184.800,-
			4480	179.200,-
kanaalwand	ton	f 1.500,-	2002	3.003.000,-
gordingen	ton	f 4.500,-	49.2	221.400,-
groutankers	m'	f 270,-	4817	1.300.590,-
steenstorting	m ²	f 95,-	11760	1.117.200,-
			11520	1.094.400,-
grondverzet	m ³	f 10,-	68740	687.400,-
			163640	1.636.400,-
			+ =====	
totaal				9.498.390,-

sub-locatie C

kostenpost	eenheid	f1/eenheid	n	f
prefab sloof	m'	f 100,-	380	38.000,-
			310	31.000,-
kanaalwand	m ²	f 40,-	4180	167.200,-
			4340	173.600,-
kanaalwand	ton	f 1.500,-	1874.4	2.811.600,-
gordingen	ton	f 4.500,-	45.8	206.100,-
groutankers	m'	f 270,-	4505	1.216.350,-
steenstorting	m ²	f 95,-	10640	1.010.800,-
			11160	1.060.200,-
grondverzet	m ³	f 10,-	56540	565.400,-
			145520	1.455.200,-
			+ =====	
totaal				8.725.450,-

sub-locatie C

kostenpost	eenheid	f1/eenheid	n	f
prefab sloof	m'	f 100,-	390	39.000,-
			300	30.000,-
kanaalwand	m ²	f 40,-	4290	171.600,-
			4200	168.000,-
kanaalwand	ton	f 1.500,-	1867.8	2.801.700,-
gordingen	ton	f 4.500,-	45.8	206.100,-
groutankers	m'	f 270,-	4505	1.216.350,-
steenstorting	m ²	f 95,-	10920	1.037.400,-
			10800	1.026.000,-
grondverzet	m ³	f 10,-	101270	1.012.700,-
			155900	1.559.000,-
			+ =====	
totaal				9.267.850,-

BIJLAGE 4
KOSTENINDICATIE KISTDAM

kistdamvariant a

kosten kistdam

kostenpost		eenheid	f1/e	n	f
binnenwand	LQ II S	m ² /m	f 40,-	14.5	580,--
		Kg/m	f 1.50	347	520,50
gording	2 U(220x80)	Kg/m	f 4,50	58.8	264,60
buitewand	23	m ² /m	f 40,-	10	400,--
		Kg/m	f 1.50	155	232,50
gording	2 U(80x45)	Kg/m	f 4,50	17.4	78,30
trekstang	Ø50-1.2	Kg	f 4,50	90	405,--
aanvulzand doorsnede A		m ³ /m	f 5,-	42	210,--
totaal 1					+ =====
					2690,90

minderkosten

tijdelijk anker hoh 1.5 m		f 180,-	2340,--
permanent anker hoh 1.5 m		f 270,-	3510,--
totaal per m (combinatie I,II)			+ =====
			350,90
totaal per m (combinatie IX,X)			- 819.10

kistdamvariant b

kosten kistdam

kostenpost		eenheid	f1/e	n	f
binnenwand	SL 2	m ² /m	f 40,-	6	240,--
		Kg/m	f 1.50	72	108,--
gording	2 U(80x45)	Kg/m	f 4,50	17.4	78,30
buitewand	23	m ² /m	f 40,-	10	400,--
		Kg/m	f 1.50	155	232,50
gording	2 U(80x45)	Kg/m	f 4,50	17.4	78,30
trekstang	Ø50-2.5	Kg	f 4,50	43.2	194,40
aanvulzand doorsnede A		m ³ /m	f 5,-	42	210,--
totaal 1 per m					+ =====
					1541,50

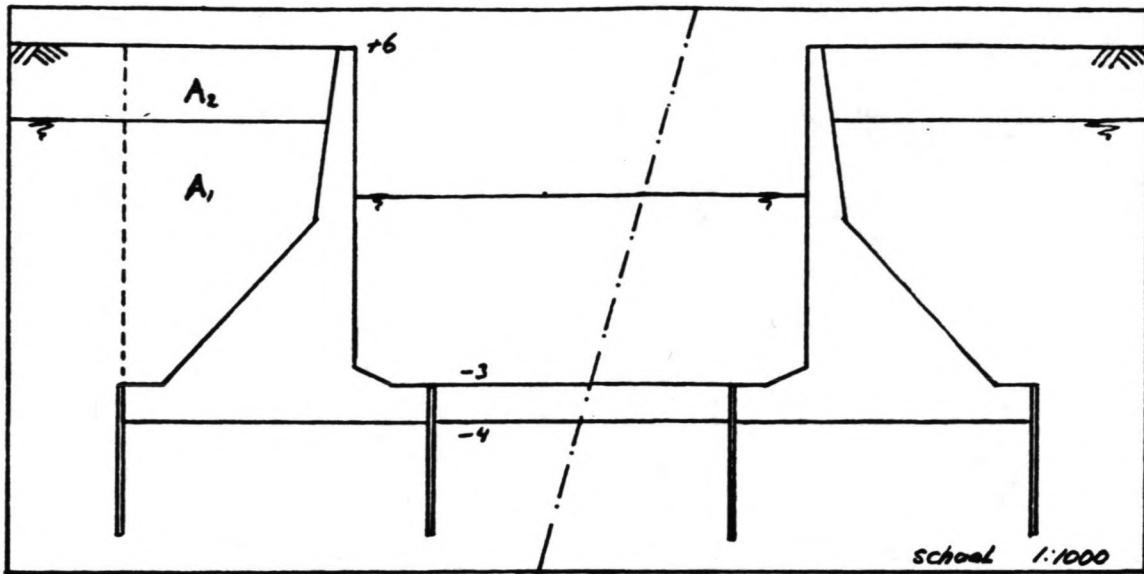
meer Kosten

aanvulgrond doorsnede B	m ³ /m	f 5,-	24	120,--
totaal 2 per m				+ =====
				1661.50

BIJLAGE 5

Bijlage 5a stabiliteit oude sluiskolk.

situatie schets



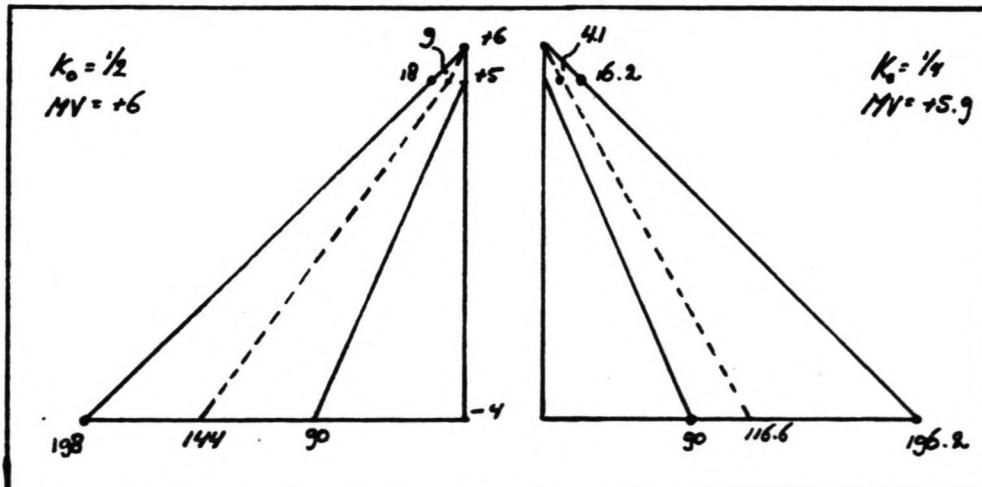
aangenomen : kolk aangestort met normaal zand

$$K_0 = \frac{1}{2}$$

$$\gamma_n = 20 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\mu = 0.3$$

belastingsituatie 1 : grondwaterstand = NAP +5



$$D = 693 \text{ kN/m}^3$$

$$D = 539 \text{ kN/m}^3$$

$$F_v = 27.15 \cdot 24 = 651.6 \text{ kN/m}^3$$

$$30 \cdot 20 = 600.0 \text{ kN/m}^3$$

$$5 \cdot 18 = 90.0 \text{ kN/m}^3$$

$$(5+4) \cdot 10 \cdot 8 = 720.0 \text{ kN/m}^3$$

e.g. muur
e.g. natte grond
e.g. droge grond
opwaartse druk water

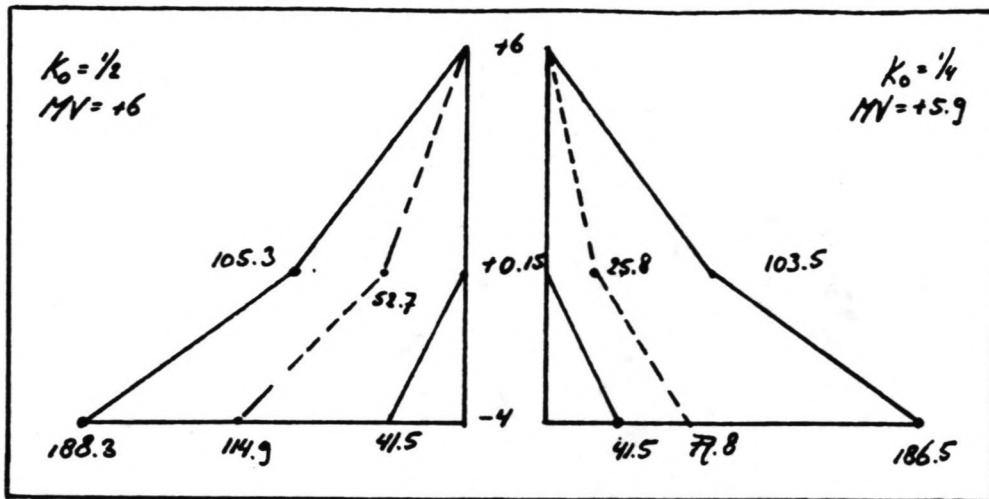
621.6 kN/m³

$$\bar{F}_v = \mu \cdot F_v = 186.5 \text{ kN/m}^3 \quad (1 \text{ kolkkamer})$$

$$\Delta D = 154 \text{ kN/m}^3$$

$$\left. \right\} \quad f = 2 \cdot \frac{186.5}{154} \sim 2.4$$

belastingsituatie 2 : grondwaterstand = NAP + 0.15



$$D = 502 \text{ kN/m}^3$$

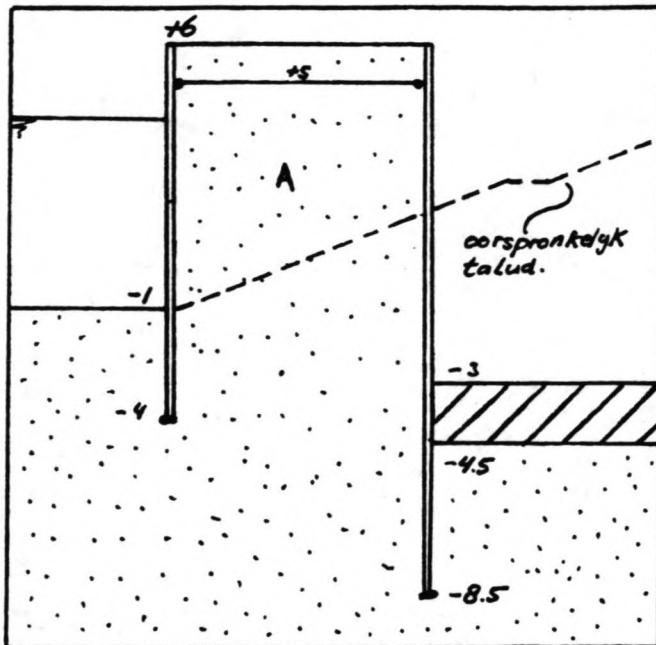
$$D = 289 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 F_v &= 27.15 \cdot 24 = 651.6 \text{ kN/m}^3 \downarrow \\
 &7 \cdot 20 = 140.0 \text{ kN/m}^3 \downarrow \\
 &28 \cdot 18 = 504 \text{ kN/m}^3 \downarrow \\
 &(0.15+4) \cdot 10 \cdot 8 = 382.0 \text{ kN/m}^3 \uparrow \\
 &\hline \quad + \\
 &963.6 \text{ kN/m}^3 \downarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{F}_v &= \mu \cdot F_v = 289.1 \text{ kN/m}^3 \text{ (1 kolkmuur)} \\
 OD &= 213 \text{ kN/m}^3
 \end{aligned}
 \quad \left\{ \quad f = \frac{2 \cdot 289.1}{213} \sim 2.7 \right.$$

Bilage sb dimensionering kistdam bovenstroomse kanaalwand

a) kistdam toegepast bij monolietkalk, damwandkalk of sluisbogen in een bouwkuip.



- kist opvullen met normaal zand

$$\varphi = 30^\circ, \gamma_s = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$K_a = 0.33$$

$$K_p = 3$$

- voor alle wanden wordt met een terreinlast van $q = 10 \text{ kN/m}^2$ gerekend.

praktijkregel: breedte kistdam \approx tekeren waterhoogte
kuip $b \sim 7 \text{ m}$

kies voor de binnenwand een identieke plank als voor de overige kuipzijden.

- LARSEN IQ II S van NAP +6 tot NAP -8.5, e.g. = 397 kg/m^2
 $T = 386 \text{ kN/m}^2 (T_1 + T_2)$

Bepaal inheiddiepte en maximaal moment op buitenwand [Bijlage]

$$- d = 3 \text{ m}$$

$$- T = 87 \text{ kN/m}^2 (T_1) \quad M_u = 657 \text{ kNm/m}^2$$

$$- W > 1825 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad \rightarrow \text{Larssen 23} \quad (W = 2000 \cdot 10^3 \text{ mm}^3, \text{ e.g.} = 155 \text{ kg/m}^2)$$

trekstang $\phi 50$, $F_u = 700 \text{ kN}$, e.g. = 108 kg
plaatsen op $c = 1.5 \cdot \frac{386}{700} \sim 1.2 \text{ m}$

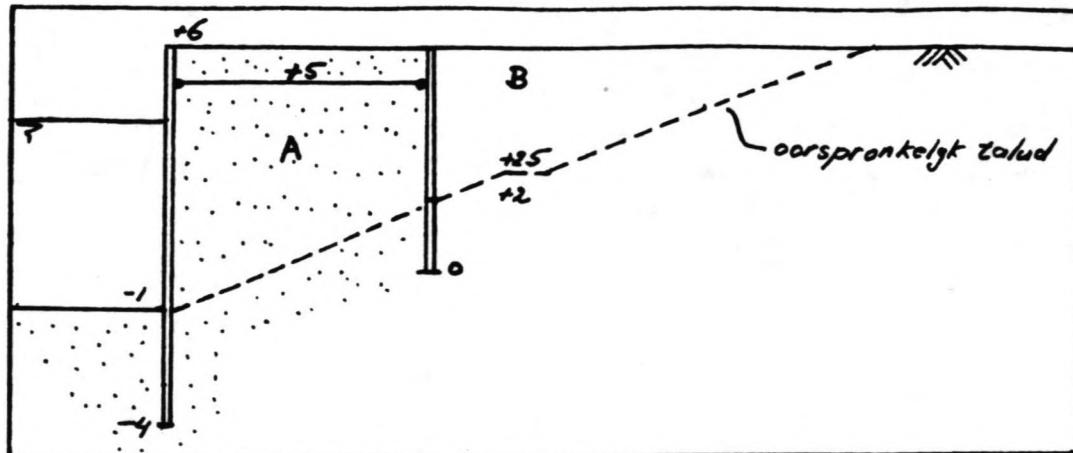
gording binnenwand gelijk aan rest van de kuip $\rightarrow 2 \cdot U(220 \times 80)$, $W = 24512 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
e.g. = 29.4 kg/m^2

$$\text{gording buitenwand: } M_u = 1.5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 87 \cdot 1.2^2 = 15.7 \text{ kNm}$$

$$W > 43.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad \rightarrow 2 \cdot U(80 \times 45), \quad W = 26530 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{e.g.} = 8.7 \text{ kg/m}^2$$

b) kriskdom toegepast by diepwandkalk en cassontolk.



buitenwand: zie onderdeel a) van deze bylage.

binnenwand:

- $d = 2 \text{ m}$
- $T = 18,7 \text{ kN/m} (T_1)$, $M_u = 54,5 \text{ kNm/m}$
- $W > 151,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{Larsen } \text{SL}2 \text{ (} W = 960 \cdot 10^3, e.g. = 72 \text{ kg/m}^2 \text{)}$

trekstang $\phi 50$. $F_u = 700 \text{ kN}$, $e.g. = 108 \text{ kg}$
plaatsen op $e = \frac{700}{1.5 \cdot 87} = 5.3 \text{ m}$

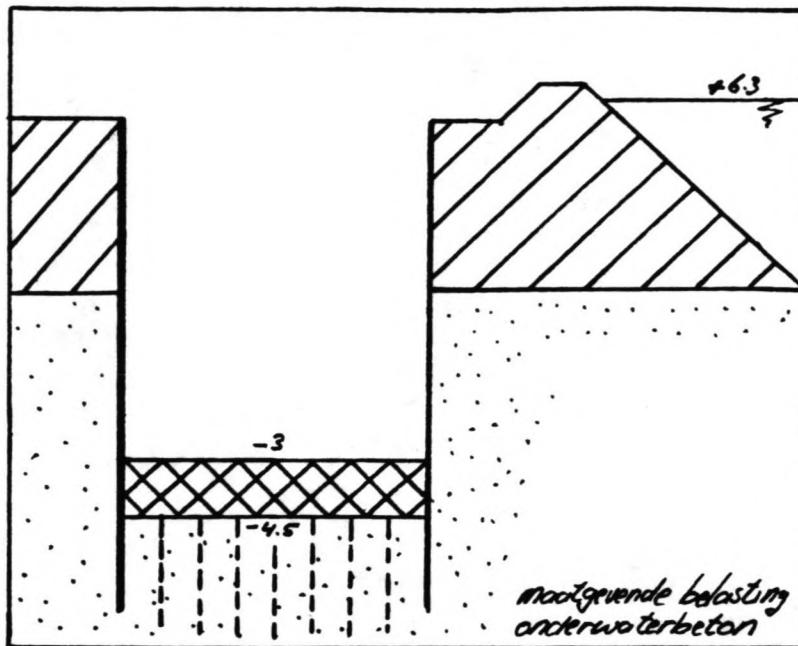
stangen op $e=5.3 \text{ m}$ kan lastig zijn voor de stabiliteit van die heivrug
plaats de stangen op een kortere afstand 2.5 m .

gording buitenwand: zie onderdeel a) van deze bylage

gording binnenwand: $M_u = 1.5 \cdot \frac{1}{12} \cdot 18,7 \cdot 2,5^2 = 14,6 \text{ kNm}$
 $W > 40,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow 2 \cdot \text{U}(80 \times 45)$, $W = 26530$
 $e.g. = 8,7 \text{ kg/m}$

Bijlage 5c onderwaterbeton

variant 1 : gewapend onderwaterbeton



betassing: onderwaterbeton (gewapend) $\sigma = 1.5 \cdot 24 = 36 \text{ kN/m}^2$
 opwaartse waterdruk $\sigma = (6.3 + 4.5)10 = 108 \text{ kN/m}^2$
 $q = 72 \text{ kN/m}^2$

a) Bezwaartrechting op paal

toegepast: palen 400x400 mm, $\bar{F} = 1000 \text{ kN}$

maximale hoh.-afstand e : $q_u = 1.7 \cdot q = 122.4 \text{ kN/m}^2$
 $e = \sqrt{\frac{1000}{122.4}} = 2.86 \sim 2.80 \text{ m} \rightarrow F = 2.8 \cdot 72 = 564.5 \text{ kN}$

b) Kluitcriterium

$$\gamma_g = \gamma_n - \gamma_w = 20 - 10 = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$L(\text{paal}) = 1.2 \cdot 1.2 \cdot \frac{q}{10} = 10.4 \sim 10.5 \text{ m}$$

$$L(\text{totaal}) = 10.5 + 1.5 = 12 \text{ m}$$

c) afschuifcriterium paal/grond (Begemann)

$$\bar{F} = f \cdot \Theta (V_1 + \alpha V_2 + V_3) \quad \text{met } f = 0.3, \Theta = 4 \cdot 400 = 1600, \alpha = 0.9$$

$$\left. \begin{aligned} T &\approx 0.01 \cdot C_w (\text{zand}) \\ \text{kies paal lengte } 10.5 \text{ m} \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{4} \cdot 10500 \cdot 0.01 \cdot 12 = 315 \text{ N/mm}^2 \\ V_2 &= \frac{1}{2} \cdot 10500 \cdot 0.01 \cdot 25 \cdot 0.9 = 1181.3 \text{ N/mm}^2 \\ V_3 &= \frac{1}{4} \cdot 10500 \cdot 0.01 \cdot 24 = 630 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\bar{F} = 1020.6 \text{ kN} > 2.8 \cdot 2.8 \cdot 72 \cdot 1.44 = 813 \text{ kN}$$

* kluitcriterium maatgevend.

d) afschuifcriterium paal/vloer

$$F = 2.8 \cdot 2.8 \cdot 72 = 564.5 \text{ kN}$$

$$\tau_u = \frac{1.7 \cdot 564.5 \cdot 10^3}{4.400 \cdot 1000} = 0.6 \text{ N/mm}^2 = \frac{1}{2} f_b'$$

reken met vloerdikte 1000 mm ipv 1500 mm door storttolerantie in vloerdikte van $2 \cdot 250 = 500 \text{ mm}$. Maatafwijking aan 2 zijden tussen 100 en 250 mm.

e) bezwikkelmoment vloer

$$M_u = 1.7 \cdot 10 \cdot 72 \cdot 2.8^2 = 96.0 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} = W_c \cdot \sigma_{cr,gl}$$

$$W_c = \frac{1}{6} \cdot 1000 \cdot 1000^2 = 1.67 \cdot 10^8 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{cr,gl} = (0.8 + 0.4 h^{-0.6}) \cdot \sigma_{cr} = (0.8 + 0.4 \cdot 1) \cdot 1.2 = 1.44 \text{ N/mm}^2$$

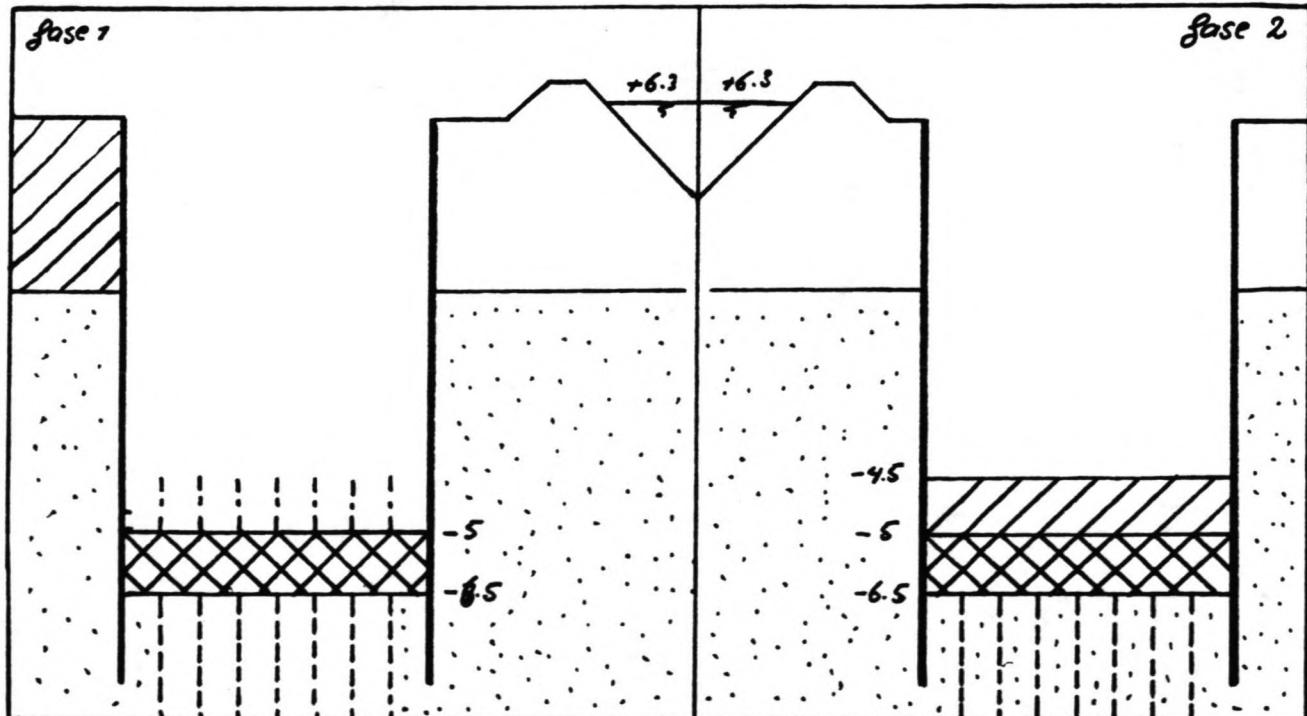
$$\left. \begin{array}{l} M_{cr} = 240.5 \text{ kNm} \\ \end{array} \right\}$$

$M_{cr} > M_u \rightarrow$ geen wapening vereist

pas toe $W_{oc} \sim 0.5 - 0.7 \%$

$$2 \phi 32 - 250 = 6434 \text{ mm}^2/\text{m}, \quad w_s \sim 0.64 \%$$

variant 2. : ongewapend onderwaterbeton



fase 1. (maatgevend voor onderwaterbeton)

belasting: onderwaterbeton (gewapend) $\sigma = 1.5 \cdot 22 = 33 \text{ kN/m}^2$
 opwaartse waterdruk $\sigma = (6.3 + 6.5)10 = 128 \text{ kN/m}^2$

$$q = \underline{\underline{33 + 128}} = 95 \text{ kN/m}^2$$

a) Bezwaartkracht op paal

$$q_u = 1.7 \cdot q = 161.5 \text{ kN/m}^2 \rightarrow e = \sqrt{\frac{1000}{161.5}} = 2.4 \text{ m}$$

$$F = 2.4 \cdot 2.4 \cdot 95 = 547.2 \text{ kN/paal}$$

b) Kluitcriterium

$$l(\text{paal}) = 1.2 \cdot 1.2 \cdot \frac{95}{10} = 13.7 \sim 14 \text{ m}$$

$$l(\text{totaal}) = 14 + 1.5 + 2 = 17.5 \text{ m}$$

c) afschuifcriterium paal/grond

$$\bar{F} = g \cdot \Theta (V_1 + \alpha V_2 + V_3) \text{ met } g=0.3, \Theta=1600, \alpha=0.9$$

$$\left. \begin{aligned} T &\approx 0.01 \cdot C_w (\text{land}) \\ &\text{tens paaltangte } 14 \text{ m} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{4} \cdot 14000 \cdot 0.01 \cdot 12 = 420 \text{ N/mm}^2 \\ V_2 &= \frac{1}{2} \cdot 14000 \cdot 0.01 \cdot 25 \cdot 0.9 = 1575 \text{ N/mm}^2 \\ V_3 &= \frac{1}{4} \cdot 14000 \cdot 0.01 \cdot 24 = 840 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\bar{F} = 1360.8 \text{ kN} > 2.4 \cdot 2.4 \cdot 95 = 547.2 \text{ kN}$$

* Kluitcriterium maatgevend!

d) afschuifcriterium paal/vloer

$$F = 2.4 \cdot 2.4 \cdot 95 = 547.2 \text{ kN}$$

$$T_u = \frac{1.7 \cdot 547.2 \cdot 10^3}{4 \cdot 400 \cdot 1000} = 0.58 \text{ N/mm}^2 < \frac{1}{2} \varphi'_b = 0.6 \text{ N/mm}^2$$

fase 2 (maatgevend voor constructiebeton)

belasting: constructiebeton (gewapend) $\sigma = 2 \cdot 24 = 48 \text{ kN/m}^2$
 opwaartse waterdruk $\sigma = (6.3 + 5)10 = 83 \text{ kN/m}^2$

$$q = \underline{\underline{48 + 83}} = 59 \text{ kN/m}^2$$

a) tm c) maatgevend hier voor was fase 1.

d) afschuifcriterium paal/vloer

$$F = 2.4 \cdot 2.4 \cdot 59 = 339.8 \text{ kN}$$

$$T_u = \frac{1.7 \cdot 339.8 \cdot 10^3}{4 \cdot 400 \cdot 2000} = 0.18 \text{ N/mm}^2 < \frac{1}{2} \varphi'_b = 1.2 \text{ N/mm}^2$$

e) Bezwaartmoment vloer

maximale belasting opwaarts : $\sigma = 59 \text{ kN/m}^2$

maximale belasting neerwaarts :

kalkwater (NAP + 5) : $\sigma = (5+3)10 = 80 \text{ kN/m}^2$

eigen gewicht : $\sigma = 2 \cdot 24 = 48 \text{ kN/m}^2$

opwaartse druk (GWS = 10.15) : $\sigma = (0.15+5)10 = 51.5 \text{ kN/m}^2$

$$\underline{76.5 \text{ kN/m}^2}$$

aangenomen : geen samenwerking bij opname buiging van onderwater- en constructiebeton.

$$M_u = 1.7 \cdot 10 \cdot 76.5 \cdot 2.4^2 = 74.9 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} = W_c \cdot \sigma_{cr,gl} = \frac{1}{6} \cdot 1000 \cdot 2000^2 \cdot 1.28 = 213.3 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} > M_u$$

pas toe : $W_{ec} \sim 0.5 - 0.7 \%$

$$2 \phi 25 - 85 = 11550 \text{ mm}^2/\text{m}^2, \quad W_d \sim 0.6 \%$$

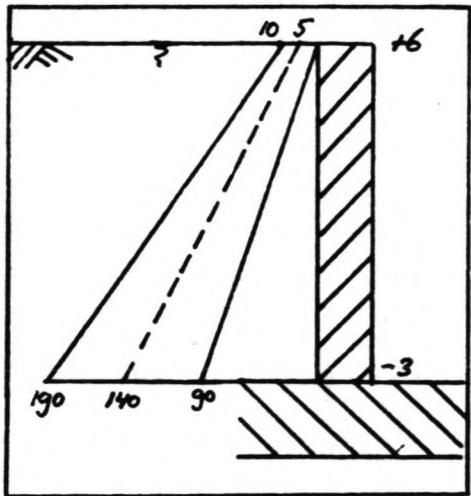
Kostenindicatie (per m' kalk met $b=20$)

onderdeel	eenheid	€/e	variant 1	variant 2
ontgraven	m^3/m'	ƒ 10,-	2.200,-	2.500,-
palen 400x400	m^3/m'	ƒ 300,-	1.646,-	3.150,-
onderwaterbeton	m^3/m'	ƒ 150,-	4.500,-	4.500,-
constructiebeton	m^3/m'	ƒ 200,-	-	8.000,-
wapening	kg/m'	ƒ 2,25	2.273,-	8160,-
palen heien/topen	st/m'	ƒ 175,-	1.400,-	1.575,-
			<hr/>	<hr/>
			12.019,-	26.885,-

Variant 2 krijgt nog hogere kosten van langere wanden, 2x oordens anters en 2x oardere gordingen.

Bylage 5d dimensionering monolietconstructie (wand)

maatgevende belasting



- aanvalszand: $k_0 = 1 - \sin 30 = 0.5$
- $\gamma_s = \gamma_n = 20 \text{ kN/m}^3$
- $q_v = 10 \text{ kN/m}^2$

$$D = 5 \cdot g + \frac{1}{2} \cdot (140-5) \cdot g = 652.5 \text{ kN/m}$$

$$D_u = 1.7 \cdot D = 1109.3 \text{ kN/m}'$$

eis: geen dwarskrachtwapening $\rightarrow V_{cu} \sim \tau_c \cdot b \cdot d \geq D_u$, $\tau_c = \frac{f'_c}{2} = 0.7 \text{ N/mm}^2$

$$d \geq \frac{D_u}{\tau_c \cdot b} = 1585 \sim 1600 \text{ mm}$$

$$M = 5 \cdot g \cdot 4.5 + \frac{1}{2} (140-5) \cdot g \cdot 3 = 2025.0 \text{ kNm/m}'$$

$$M_u = 1.7 M = 3442.5 \text{ kNm/m}'$$

$$\left. \begin{array}{l} h = 1600 \text{ mm} \\ C = 40 \text{ mm} \\ \varnothing_h = 25 \text{ mm} \\ \varnothing_{hs} = 8 \text{ mm} \end{array} \right\} d = 1539.5 \text{ mm}$$

pas toe: $A_s = 4909 \text{ mm}^2/\text{m}'$, $\varnothing 25-100$ ($\omega_d = 0.32\%$)

$$\bar{M} = A_s \cdot \bar{\tau}_{sy} \cdot d \left(1 - \frac{\beta}{\alpha} \frac{\bar{\tau}_{sy}}{\bar{\tau}_{cu}} \cdot \omega_d \right) = 3466.0 \text{ kNm/m}'$$

$$\text{met: } \begin{aligned} \bar{\tau}_{sy} &= 360 \text{ N/mm}^2 \\ \bar{\tau}_{cu} &= 35 \text{ N/mm}^2 \\ \alpha &= 0.354 \\ \beta &= 0.643 \end{aligned}$$

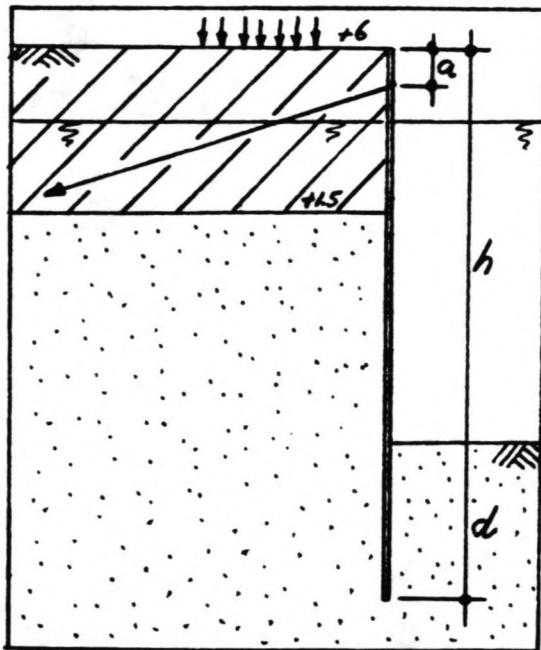
op maatniveau: tics $h = 800 \text{ mm}$
 $A_s = \varnothing 25-200 = 2954 \text{ mm}^2/\text{m}'$ ($\omega_d = 0.33\%$)

verdeelwapening (20%): $\varnothing 16-200 = 1005 \text{ mm}^2/\text{m}'$

$A_s (\text{totaal}) = \frac{1}{2} (4909 + 2954) + 1005 \sim 4687 \text{ mm}^2/\text{m}'$ (gemiddeld voor hele wand)

Bylage 5e dimensionering grondsterende wand

belastingfase I



$$K_a(\text{klei}) = \tan^2(45 - \frac{\alpha}{2}) \sim 0.49$$

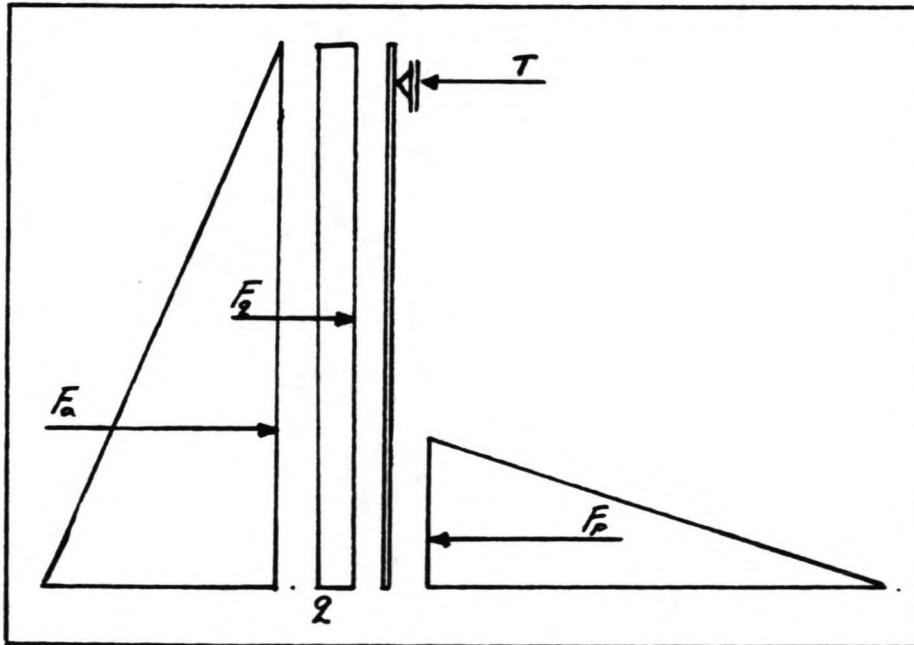
$$K_a(\text{zand}) = \tan^2(45 - \frac{\alpha}{2}) \sim 0.27$$

$$K_p(\text{zand}) = \tan^2(45 + \frac{\alpha}{2}) \sim 3.69$$

$$\gamma = \gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$$

\bar{K}_a = gemiddelde waarde van $K_a(\text{klei})$ en $K_a(\text{zand})$, gemiddeld over de hoogte ($h+d$).

geschematiseerde krachtsvering



$$\text{terreinkast } q_v = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$q = \bar{K}_a \cdot q_v$$

bepaling inbeddiepte d.

krachtelevenwicht: $\sum M_T = 0$

$$\frac{1}{2} \bar{K}_a \gamma (h+d)^2 \left(\frac{2}{3}h + \frac{2}{3}d - \alpha \right) + \bar{K}_a \cdot q_v (h+d) \cdot \left(\frac{1}{2}h + \frac{1}{2}d - \alpha \right) - \frac{1}{2} K_p \gamma d^2 \left(h + \frac{2}{3}d - \alpha \right) = 0$$

$$\left(\frac{d}{h} \right)^2 = \frac{\bar{K}_a}{K_p} \left\{ \left(1 + \frac{d}{h} \right)^2 \frac{\left(1 + \gamma_h - 1.5 \gamma_h \right)}{\left(1.5 + d/h - 1.5 \gamma_h \right)} + \frac{q_v}{\gamma} \left(\frac{h+d}{h^2} \right) \cdot \frac{\left(1 + \gamma_h - 2 \gamma_h \right)}{\left(1 + \gamma_3 \cdot \gamma_h - \gamma_h \right)} \right\}$$

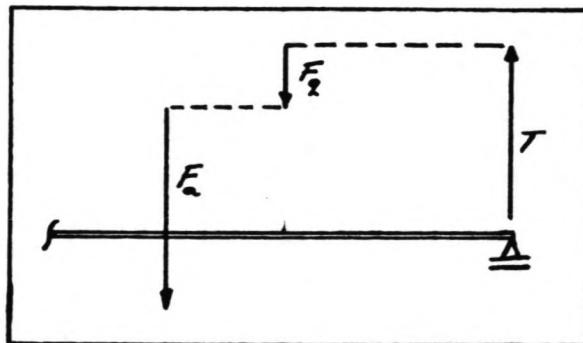
kies α , los d iteratief op.

De momentbelasting van de grond boven het aangrijpingspunt van het onder is dermate klein dat ze in de verdere berekening wordt verwaarloosd.

dwarstrachtenlyn

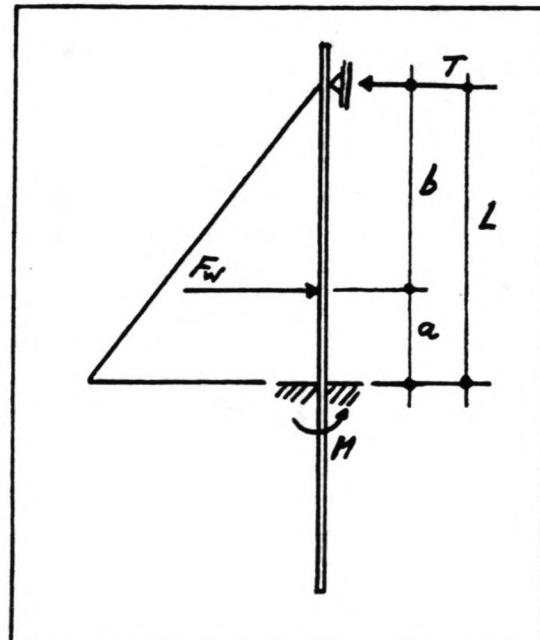
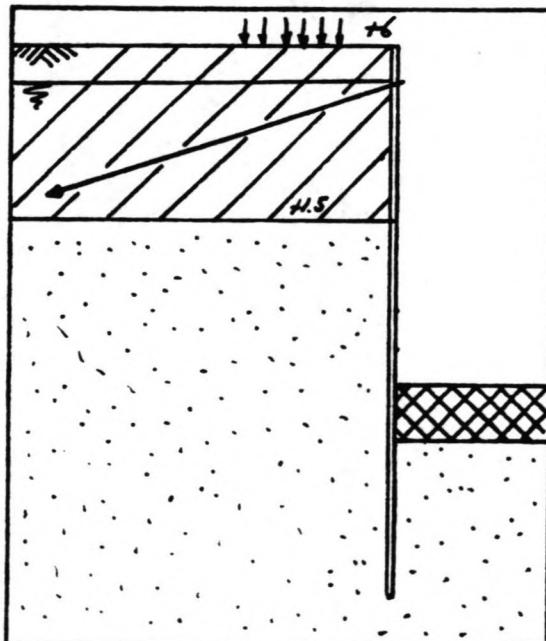
bekend: $F_a = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma \cdot (h+d)^2$
 $F_p = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma \cdot d^2$
 $F_q = k_a \cdot g_v \cdot (h+d)$

$$\left. \begin{array}{l} F_a = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma \cdot (h+d)^2 \\ F_p = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma \cdot d^2 \\ F_q = k_a \cdot g_v \cdot (h+d) \end{array} \right\} \rightarrow T = F_a + F_q - F_p = T_I$$



$$M_{max} = T \left(\frac{2}{3}h + \frac{2}{3}d - a \right) - F_q \left(\frac{1}{6}h + \frac{1}{6}d \right) = M_I$$

belastingfase II

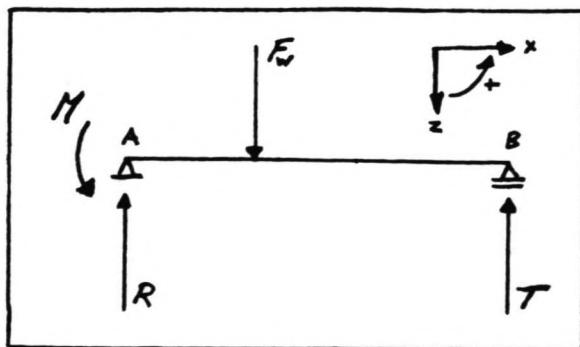


inklemmingsmoment (volledige inklemming)

$$M = \frac{F_w \cdot a \cdot b \cdot (L+b)}{2 \cdot L^2}$$

$$\text{reken hier met } M_{max} = \frac{2}{3}M = \frac{1}{3} \frac{F_w \cdot a \cdot b \cdot (L+b)}{L^2} = M_{II}$$

Krachtsverking



Momentenevenwicht rond B

$$\left. \begin{array}{l} M + F_w \cdot \frac{2}{3}L - R \cdot L = 0 \\ R - T = 0 \\ F_w - R - T = 0 \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} T = 0.21 F_w = \frac{F_w}{5} \\ \text{kraahetenevenwicht} \end{array} \right\}$$

$$M_{max} \approx M_I + M_{II}$$

$$T_{max} \approx T_I + T_{II}$$

entkele resultaten. ($\gamma_g = \gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$, $q_v = 10 \text{ kN/m}^2$)

"bouwtuip" combinatie I, II, V, VII, IX, X

$$\left. \begin{array}{l} a = 1 \\ h = 10.5 \\ d = 4 \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} T_1 = 209.8 \text{ kN/m'} \\ M_1 = 1690.9 \text{ kNm/m'} \\ T_2 = 33.6 \text{ kN/m'} \\ M_2 = 316.0 \text{ kNm/m'} \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} M_u = 1.5(M_1 + M_2) = 3010.4 \text{ kNm/m'} \\ W \geq 8362 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{Larsen LQ-II-5} \\ W = 8920 \cdot 10^3 \\ T_u = 1.5(T_1 + T_2) = 365.1 \text{ kN/m'} \end{array} \right\}$$

ankers $\bar{F} = 900 \text{ kN}$, stand 1:3

$$\bar{F}_n = 853.8 \text{ kN} \rightarrow \text{hoh } 23 \text{ m}$$

$$\text{gording } M_u = 1.5 \cdot \frac{1}{12} \cdot (209.8 + 33.6) \cdot 2.3^2 = 160.9 \text{ kNm}$$

$$W \geq \frac{M_u}{\sigma_{sy}} = 447.1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow 2 \cdot u(220 \times 80), W = 490 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Kanaalwanden

bovenstroom

$$\left. \begin{array}{l} a=1 \\ h=8 \\ d=3 \end{array} \right\} T_i = 172.5 \text{ kN/m}, M_i = 1013.0 \text{ kNm/m}, M_u = 1.5 M_i = 1519.5 \text{ kNm/m}$$

$$W \geq 4220.8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{Larsen 430}$$

$$W = 6000 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_u = 1.5 T_i = 258.8 \text{ kN/m}$$

ankers: $\bar{F} = 900 \text{ kN}$, stand 1:3

$$\bar{F}_N = 853.8 \text{ kN} \rightarrow \text{hoog } 3.3 \sim 3 \text{ m}$$

$$\text{gording: } M_u = 1.5 \cdot \frac{1}{12} \cdot 172.5 \cdot 3^2 = 194 \text{ kNm}$$

$$W \geq 539 \cdot 10^3 \rightarrow 2 \cdot u(240 \times 85)$$

$$W_2 = 601 \cdot 10^3$$

benedenstroom

$$\left. \begin{array}{l} a=1 \\ h=10 \\ d=4 \end{array} \right\} T_i = 170.3 \text{ kN/m}, M_i = 1298.5 \text{ kNm/m}, M_u = 1.5 M_i = 1947.7 \text{ kNm/m}$$

$$W \geq 5410.2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{Larsen 430}$$

$$W = 6000 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_u = 1.5 T_i = 255.5 \text{ kN/m}$$

(zie "bovenstroom").

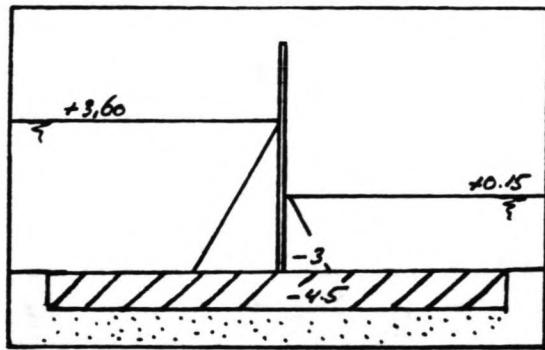
Bijlage 58 Stabiliteit sluishoofd (in bouwkuip gebouwd)

palenplan : palen $0.400 \times 400 \text{ mm}$ hoi 2.8 m [zie onderwaterbeton]

horizontale stabiliteit / verticale stabiliteit

maximaal verval \rightarrow grootste horizontale belasting
 \rightarrow grootste momentbelasting

belastingsituatie b) (maatgevend voor verticale en horizontale stabiliteit)



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_1^2 = 217.8 \text{ kN/m}'$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot h_2^2 = 49.6 \text{ kN/m}'$$

$$\Delta F = F_1 - F_2 = 168.2 \text{ kN/m}'$$

$$M_1 = 217.8 \cdot \frac{1}{3} \cdot (3.60 + 4.5) = 588.1 \text{ kNm/m}'$$

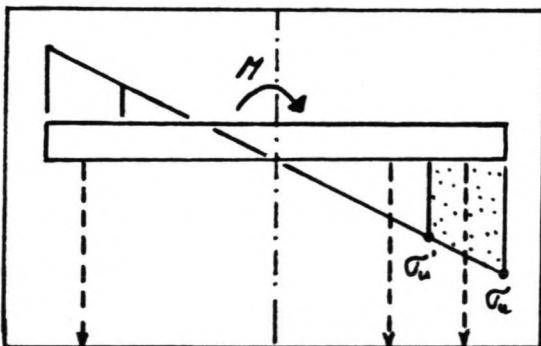
$$M_2 = 49.6 \cdot \frac{1}{3} \cdot (0.15 + 4.5) = 76.9 \text{ kNm/m}'$$

$$\Delta M = M_1 - M_2 = 511.2 \text{ kNm/m}'$$

belasting voor totale sluis $F = 16 \cdot \Delta F = 2691.2 \text{ kN}$
 $M = 16 \cdot \Delta M = 8179.2 \text{ kNm}$

schuifbelasting per paal $\tau_u = \frac{1.7 \cdot 2691.2 \cdot 10^3}{77 \cdot 400 \cdot 400} = 0.37 \text{ N/mm}^2 < \frac{1}{2} \sigma_b = 0.7 \text{ N/mm}^2$

momentbelasting



funderingsplaat :

$$\left. \begin{array}{l} L = 19 \text{ m} \\ B = 30 \text{ m} \end{array} \right\} W = \frac{1}{6} \cdot 30 \cdot 19^2 = 1805 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_u &= \frac{M}{W} = \frac{8179.2}{1805} = 4.5 \text{ kN/m}^2 \\ \bar{\sigma}_u' &= \frac{\sigma_u}{\frac{1}{2}L} (\frac{1}{2}L - 2.5) = 3.3 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad \left. \right\} \bar{\sigma}_u = 3.9 \text{ kN/m}^2$$

belasting op uiterste palen : $F_p = \pm 3.9 \cdot 2.8 \cdot 2.5 = 87.3 \text{ kN}$

verticale belasting

deurkassen	: $2 \cdot 13757$	= 27514	KN ↓
vloer	: $1.5 \cdot 30 \cdot 19 \cdot 24$	= 20520	KN ↓
grond droog	: $116 \cdot (16 - 0,15) \cdot 18$	= 12215	KN ↓
nat	: $116 \cdot (0,15 + 3) \cdot 20$	= 7308	KN ↓
kalkwater	: $\frac{1}{2} (66 + 3 \cdot 15) 16 \cdot 19 \cdot 10$	= 14820	KN ↓
opwaartse kracht	: $(0,15 + 4,5) \cdot 19 \cdot 30 \cdot 10$	= 26505	KN ↑
			+ 55872 KN ↓

belasting per paal : $F_p = 725,6 \text{ KN}$

uiterste drukpaal $\rightarrow F_p = 725,6 + 27,3 = 752,9 \text{ KN}$

uiterste trekpaal $\rightarrow F_p = 725,6 - 27,3 = 698,3 \text{ KN}$

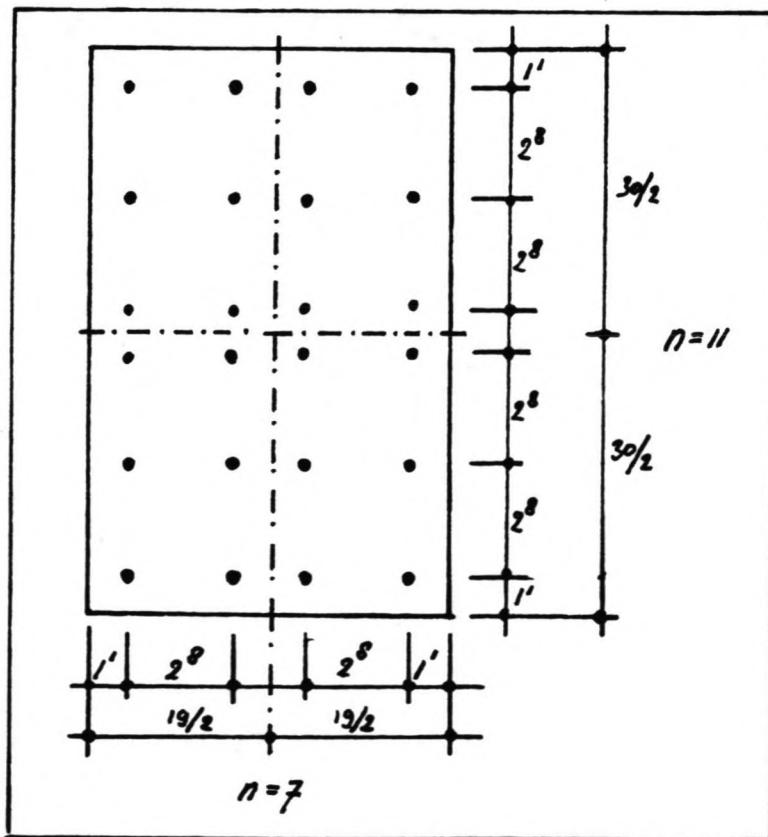
vereiste paalvoetweerstand : $\overline{PVW} > 2 \cdot 752,9 = 1505,8 \text{ KN}$

sondering DKZ17 70 [bijlage 1, grondgegevens]

paalvoet op NAP - 15 m [bijlage , onderwaterbeton, variant 1]

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_i \sim 17 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_e \sim 14 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_s \sim 12 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \bar{\sigma} = 14 \text{ N/mm}^2 \longrightarrow \bar{F} = 400 \cdot 400 \cdot 14 = 2240 \text{ KN} > \overline{PVW}.$$

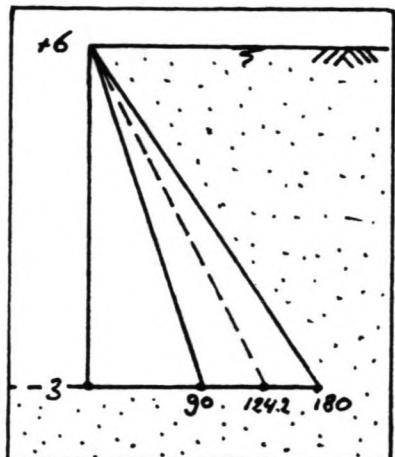
palenplan



Bylage sg dimensionering scheidingsschot caisson

Variant 1: staal

maatgevende belasting op een schot.



$$\begin{aligned} - \gamma_g = \gamma_n &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ - k_a(\text{klei}) = 0.49 & \quad \left. \right\} \bar{k}_a = 0.38 \\ k_a(\text{zand}) &= 0.27 \end{aligned}$$

horizontale ligger $L = 16 \text{ m}$

$$W \geq 1.5 \cdot \frac{\bar{q} \cdot \bar{q} \cdot L^2}{C_{sg}} = 133 \frac{1}{3} \bar{q} \quad [\text{mm}^3], \quad \bar{q} = \text{gemiddelde verdeelde belasting over het gebied (hoogte) dat zijn last naar die ligger afdraagt.}$$

Ligger op NAP	\bar{q}	W_{req}	W_x	HE	c.g (kg/m ³)	Opmerking
-3	122.6	16347	14330	1000 M	349	
-2	110.4	14720	14330	1000 M	349	
-1	98.6	12880	12890	1000 B	314	
0	82.8	11040	11190	1000 A	272	
1	69.0	9200	9480	900 A	252	
2	55.2	7360	7680	800 A	224	
3	41.4	5520	6240	700 A	204	
4	27.6	3680	4150	550 A	166	
5	13.8	1840	1890	360 A	112	
6	3.5	467	515	220 A	50.5	

$$2292.5 \text{ kg/m}^3 \cdot 16 = 36680 \text{ kg}$$

verticale ligger $L = 9 \text{ m}$

$$\text{tuss h.o.h.-afstand } 1 \text{ m} \rightarrow M_u \approx 1.5 \cdot \frac{f}{12} \cdot q \cdot L^2 = 1.5 \cdot \frac{f}{12} \cdot 110.4 \cdot 1^2 = 13.8 \text{ kNm}$$

$$W \geq 38.9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3, \text{ past toe: HE} 100A (W = 73 \cdot 10^3) \\ q_e = 16.7 \text{ kg/m}^3 \rightarrow G = 16.7 \cdot 9 \cdot 17 = 2555 \text{ kg}$$

staalplaat $16 \times 9 \text{ m}$ (overspanning $L = 7 \text{ m}$)

$$M_u = 1.5 \cdot \frac{f}{12} \cdot 120.4 \cdot 7^2 = 13.8 \text{ kNm}, \quad W \geq 38.9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{plat} = \frac{f}{6} \cdot 1000 \cdot h^2 \rightarrow h = 15 \text{ mm}, \quad G = 16 \cdot 9 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 7850 = 16956 \text{ kg}$$

$$G(\text{totaal}) = 56191 \text{ kg}$$

Variant 2 : beton

deel betonnen schot 16x9 m op in liggers met $b=1000 \text{ mm}$ en $L=16000 \text{ mm}$
zwaarste belaste ligger tussen NAP-3 en NAP-2

$$\left. \begin{array}{l} \sigma(-3) = 124.2 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma(-2) = 110.4 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\} \bar{\sigma} = q = 117.3 \text{ kN/m}^2$$

$$M_u = 1.7 \cdot \frac{t}{8} \cdot q \cdot L^2 = 1.7 \cdot \frac{t}{8} \cdot 117.3 \cdot 16^2 = 6381.1 \text{ kNm}$$

$$\omega_{d,\max} = 0.32 \cdot \frac{f_c}{f_{sy}} = 2.24 \%$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{trs } h=1250 \text{ mm} \\ \varnothing_k = 32 \text{ mm} \\ c = 40 \text{ mm} \\ \varnothing_{ks} = 8 \text{ mm} \\ e = 50 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{pas toe } 2\varnothing 32-75, A_s = 21446 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\omega_d = 1.9 \%$$

$$\bar{M} = 6310.6 \text{ kNm}$$

$$\text{verdeelwapening (20\%)} : 2\varnothing-16-95, A_b = 4232 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Materialen

variant 1. staal : 56191 kg

$\times 5.5/\text{kg} = \text{f} 309.050,-$

variant 2. beton : $16 \cdot 9 \cdot 1.25 = 180 \text{ m}^3$

$\text{a } 200/\text{m}^3 = \text{f} 36000,-$

bekisting : $16(1+1+1.25) = 52 \text{ m}^2$ (1 schotbalk)

$\text{a } 80/\text{m}^2 = \text{f} 4160,-$

wapening : $(21446 + 4232) \cdot 9 \cdot 16 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 = 29026 \text{ kg}$

$\text{a } 2.25/\text{kg} = \text{f} 65308.50$

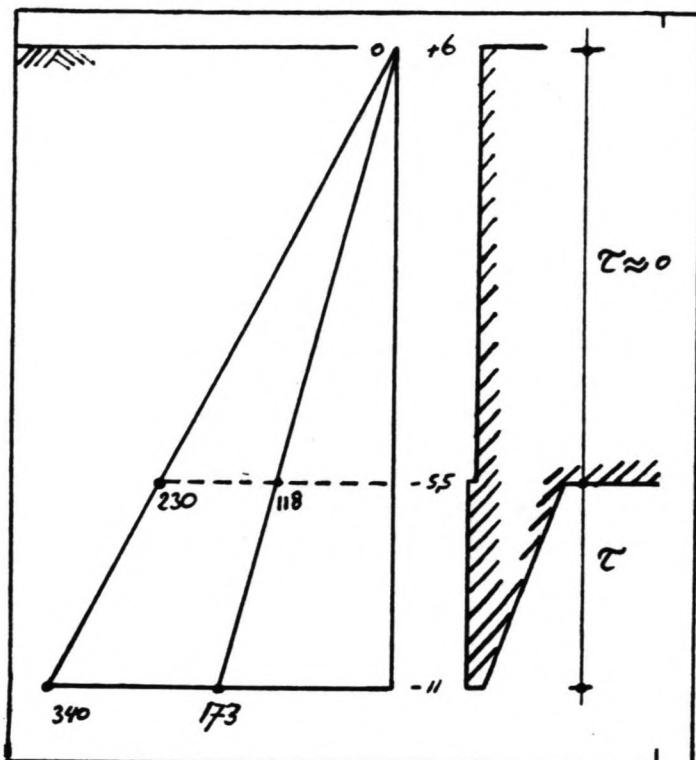
$\text{f} 105.468.50$

Bijlage sh dimensionering caisson sluishoofd

getozen afmetingen [figuur 14]

- vloer : $15 \cdot 26 \cdot 2.5$ ($l \times b \times d$)
- deurkas : $15 \cdot 5 \cdot 9$ ($l \times b \times h$)
- werkamer : 2.5 (h)
- snyrand : 5.5 (h)

wandwrijving



$$\tau = K_a \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta$$

$$K_a (\text{zand}) = 0.27 \\ \delta = \frac{\pi}{3} \alpha = 23.3$$

$$\tau = 0.12 \cdot \sigma_v'$$

$$\text{NAP} - 5.5 \rightarrow \tau = 0.12 (230 - 118) \\ \tau = 13.4 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{NAP} - 11 \rightarrow \tau = 0.12 (340 - 173) \\ \tau = 20.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\bar{\tau} = 16.7 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau = 16.7 \cdot 5.5 = 91.9 \text{ kN/m}$$

dimensionering op verticaal evenwicht

gewicht caisson	vloer	$G = 15 \cdot 26 \cdot 2.5 \cdot 24 = 23400 \text{ kN}$
	deurkas	G
	snyrand	$G = 2(26+15) \cdot 2.5 \cdot 24 = 16236 \text{ kN}$
	schotten	$G = 2 \cdot 4409 = 8818 \text{ kN}$
		<hr/>
		$G(\text{tot}) = 48454 + G \text{ kN}$

weerstrevende krachten	opwaartse druk	$F = (6.3 + 8)10 \cdot 26 \cdot 15 = 55770 \text{ kN}$
	wandwrijving	$F = 2(26+15) \cdot 91.9 = 7536 \text{ kN}$
		<hr/>
		$F(\text{tot}) = 63306 \text{ kN}$

$$G(\text{tot}) \geq 1.2 \cdot F(\text{tot}) \rightarrow G = 27513 \text{ kN}$$

per deurkas 13757 kN
d.i. 573 m^3 beton

dimensionering op sterkte

rechtekracht R onder snyraad

$$G(\text{tot}) = 48454 + 27513 = 75968 \text{ kN} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} R = \frac{G(\text{tot})}{\Theta} = 926.4 \text{ kN/m}'$$

ontrek carrosson $\Theta = 2(26+15) = 82 \text{ m}$

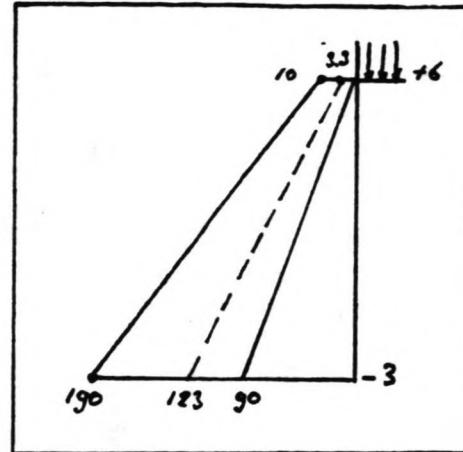
overige belastingen op carrosson

$$\text{gronddruk: } \gamma_g = \gamma_n = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} K_a(\text{klei}) &= 0.49 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} K_a = 0.33 \\ K_a(\text{zand}) &= 0.27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= 3.3 \cdot 9 + \frac{1}{2}(123 - 3.3) \cdot 9 \\ &= 29.7 + 540 \\ &= 569.7 \text{ kN/m}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= 29.7 \cdot 4.5 + 540 \cdot 3 \\ &= 1753.7 \text{ kNm/m}' \end{aligned}$$

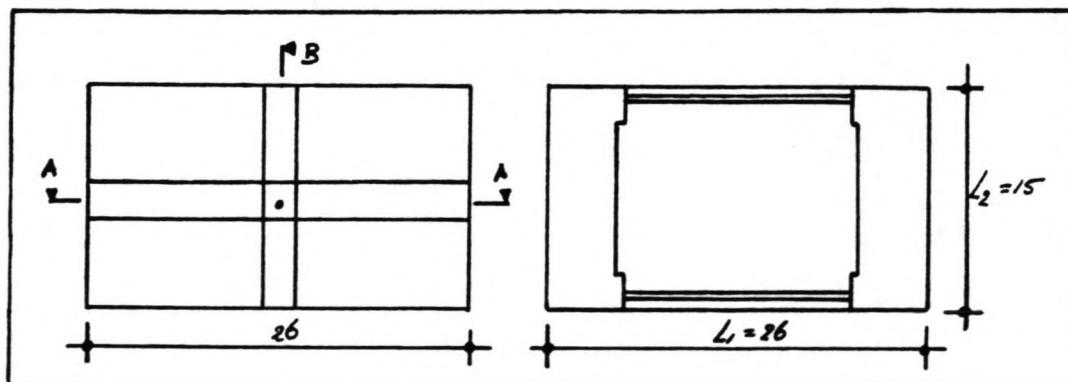


$$\text{eigen gewicht deurkas: } G = \frac{13757}{15} = 917.1 \text{ kN/m}'$$

$$\text{eigen gewicht schotten: } G = \frac{4409}{16} = 275.6 \text{ kN/m}'$$

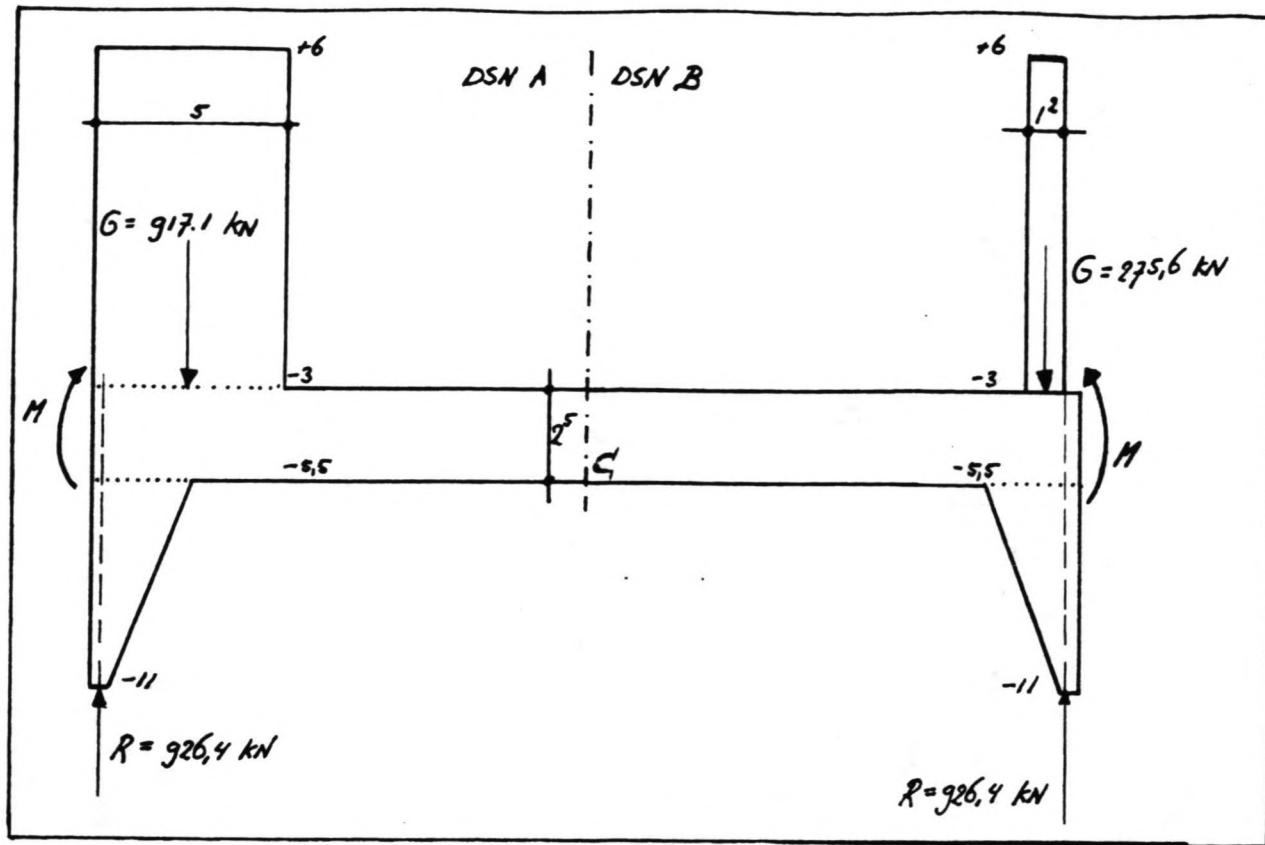
$$\begin{aligned} \text{eigen gewicht vloer: } q &= 2.5 \cdot 24 = 60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{opwaartse druk: } q_o &= 10(6.3 + 8) = 143 \text{ kN/m}^2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} q = 83 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

schematisering vloer



$$\text{afdracht } q = 83 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{L_1}{L_2} = \frac{26}{15} = 1.73 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} q_1 = 0.1 \cdot 83 = 8.3 \text{ kN/m}^2 \\ \alpha &= \frac{\beta^4}{1+\beta^4} = 0.90 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} q_2 = 0.9 \cdot 83 = 74.7 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



doorsnede A ($L_1 = 26 \text{ m}$)

$$M_c = 1753.7 - 917.1(13-0.25) + \frac{1}{8} \cdot 8.3(26-0.5)^2 + 926.4(13-0.25) = 2546.9 \text{ kNm/m'}$$

$$M_u = 1.7 M_c = 4329.7 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{pas toe : } A_s = 4908 \text{ mm}^2/\text{m} - 2\phi 25-200 \quad (\omega_d \sim 0.2\%)$$

$$c =$$

$$\phi_h = 25$$

$$\phi_{hs} =$$

$$M = 5474 \text{ kNm}$$

doorsnede B ($L_2 = 15 \text{ m}$)

$$M_c = 1753.7 - 275.6(75-0.85) + \frac{1}{8} \cdot 74.7(15-0.5)^2 + 926.4(75-0.25) = 8600.6 \text{ kNm/m'}$$

$$M_u = 1.7 M_c = 14621.0 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{pas toe : } A_s = 14622 \text{ mm}^2/\text{m} - 2\phi 32-110 \quad (\omega_d \sim 0.61\%)$$

$$c = 50 \text{ mm}$$

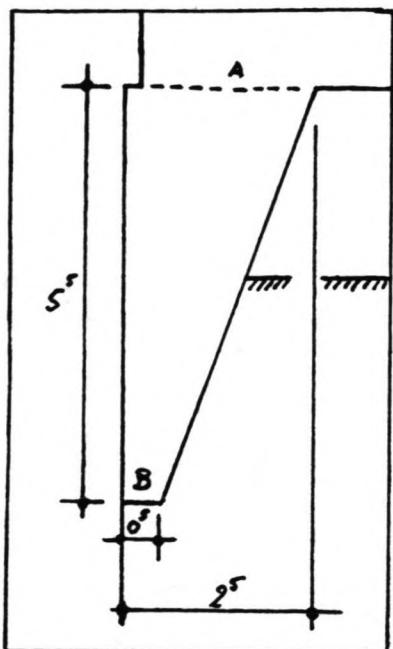
$$\phi_h = 32 \text{ mm}$$

$$\phi_{hs} = 8 \text{ mm}$$

$$e = 50 \text{ mm}$$

$$M = 14648.2 \text{ kNm}$$

snyrand



drukbelasting op snyrand: $R = 926.4 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma_{\text{nu}}' = 1.7 \frac{R}{A}$$

vloot A $\sigma_{\text{nu}}' = \frac{1.7 \cdot 926.4 \cdot 10}{2500 \cdot 1000} = 0.63 \text{ N/mm}^2 < \sigma_L' = 35 \text{ N/mm}^2$

vloot B $\sigma_{\text{nu}}' = \frac{1.7 \cdot 926.4 \cdot 10}{500 \cdot 1000} = 3.78 \text{ N/mm}^2 < \bar{\sigma} = 16 \text{ N/mm}^2$

wopen de rand naar $\omega_{\text{ec}} \sim 0.5 - 0.7\%$

doorsnede A: $A_s = 2 \phi 32 - 95 = 16932 \text{ mm}^2/\text{m}' , \omega = 0.68\% \quad \left. \right\} \bar{\omega} = 0.77\%$

doorsnede B: $A_s = \phi 32 - 95 = 4233 \text{ mm}^2/\text{m}' , \omega = 0.85\% \quad \left. \right\} \bar{\omega} = 0.77\%$

$$G = 0.77 \cdot 10^{-2} \cdot 1.5 \cdot 5.5 \cdot 7850 = 499 \text{ kg/m}' \quad \left. \right\} G(\text{tot}) = 40918 \text{ kg}$$

$$\Theta = 82 \text{ m}$$

wopen het hoofd(deurkassen) met ongeveer $\omega = 1\%$



VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE
Afd. Civiele Techniek
TH Delft

materiaal

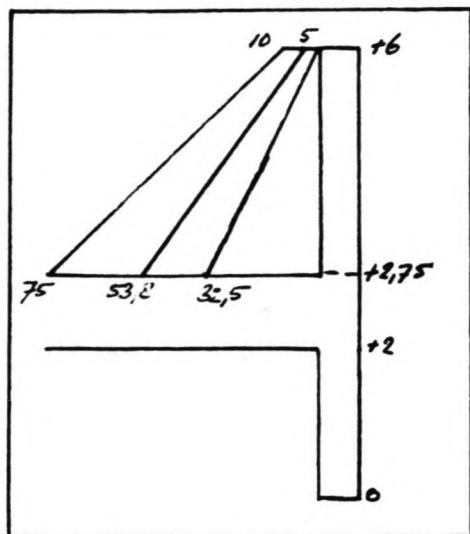
beton (V)	deurtas	: $2 \cdot 573$	= 1146	
	vloer	: $26 \cdot 15 \cdot 2.5$	= 975	
	snyrand	: $82 \cdot 8.25$	= 677	$V = 2798 \text{ m}^3$

bekisting (A)	deurtas	: $2 \cdot 9 \cdot 2(15+5)$	= 720	
	vloer	: $82 \cdot 2.5 + 21 \cdot 10$	= 415	
	snyrand	: $82 \cdot (5.5 + 5.9 + 0.5)$	= 976	$A = 2111 \text{ m}^2$

wapening (6)	deurtas	: $0.01 \cdot 1146 \cdot 7850$	= 89961	
	vloer	: $(4908 + 14622) 26 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 7850 = 59791$		
	snyrand	: $= 40918$		$G = 190670 \text{ kg}$

Bylage 5i keeggelijnen L-muur

dimensies en profiel-element



$$D = 5 \cdot 3,25 + \frac{1}{2} \cdot 3,25 (53,8 - 5) = 95,6 \text{ kN/m}^2$$

$$D(u) = 1,7 D = 162,5 \text{ kN/m}^2$$

$$M = 5 \cdot 3,25 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3,25 + \frac{1}{2} \cdot 3,25 (53,8 - 5) \cdot \frac{1}{3} \cdot (3,25) = 112,3 \text{ kNm/m}$$

$$M(u) = 1,7 M = 190,9 \text{ kNm/m}$$

afschuifcriterium $\tau(u) < 0,7 \text{ N/mm}^2$

$$\text{hoo } h=500 \text{ mm} \rightarrow \tau(u) = \frac{162,5 \cdot 10^3}{1000 \cdot 500} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

buigcriterium $M < M(u) = 190,9 \text{ kNm}$

pas wapening toe $1\phi 20 - 100 = 3142 \text{ mm}^2/\text{m}'$ ($w_d =$
 $\bar{M} =$)

verdeelwapening (20%): $1\phi 10 - 125 = 628 \text{ mm}^2/\text{m}'$

hoo over de ohoer $h=750 \text{ mm}$, $l=6000 \text{ mm}$

belasting op ohoer in mcaatgevende toestand (Gws < NAP+2)

eigen gewicht :	$0,75 \cdot 24 = 18$
ballastgrens :	$3,25 \cdot 18 = 58,5$
terreinlast :	$10 = 10$
gewaardeerde druk :	$0 = 0$
	<hr/>
	$86,5 \text{ kN/m}^2$

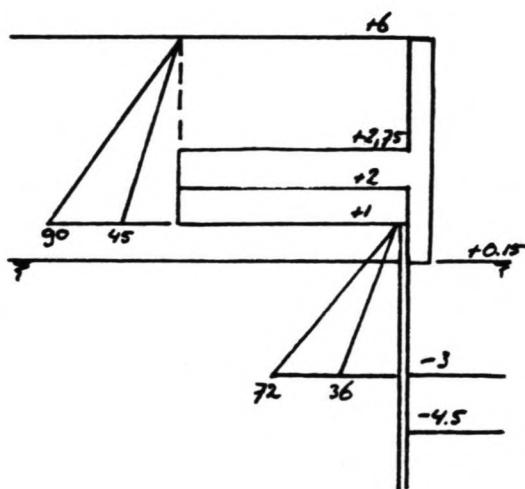
oplegpunten (ontlastspalen) maximaal 6 m van elkaar

$$M_u = 1,7 \cdot \frac{1}{8} \cdot 86,5 \cdot 36 = 661,7 \text{ kNm/m}'$$

pas wapening toe : $\phi 25-125 = 3927 \text{ mm}^2/\text{m}'$ ($w_d \sim 0,89 \%$) $\bar{M} = 662,9 \text{ kNm}$

verdeelwapening (20%) : $\phi 12-145 = 780 \text{ mm}^2/\text{m}'$

stabilitet L-muur by maatgevende situasie.



$$\gamma = \gamma_k = 10 \text{ kN/m}^3, K_a = 0.5$$

horizontale gronddruk:

$$F(h) = \frac{1}{2} \cdot 45 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 36 \cdot 4 = 112.5 + 72$$

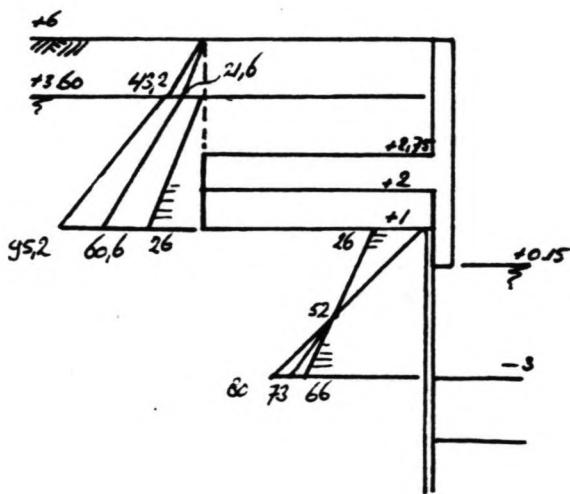
naar ontlaatvlak

$$F(h) = 112.5 + \frac{1}{2} \cdot 72 = 136.5 \text{ kN/m}$$

verticale belasting $F(v)$

- grond : $3.25 \cdot 6 \cdot 10 = 351 \text{ kN/m}^2$
- e.g. L-muur : $(6 \cdot 0.75 + 6 \cdot 0.5) \cdot 24 = 180 \text{ kN/m}^2$
- e.g. owb-vloer : ~~$0.75 \cdot 24 \cdot 6 \cdot 1 = 144 \text{ kN/m}^2$~~

$$\underline{F(v) = 675 \text{ kN/m}^2}$$



horizontale gronddruk:

$$F_{eq_1} = \frac{1}{2} \cdot 2.4 \cdot 21.6 + 21.6 \cdot 2.6 + \frac{1}{2} \cdot 2.6 (66.6 - 21.6) = 132.8$$

$$F_{eq_2} = 26 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 4 (73 - 26) = \frac{94}{190} (104 + 94)$$

$$F_{eq_3} = \frac{1}{2} \cdot 3.15 \cdot 31.5 = 49.6$$

naar ontlaatvlak

$$F(h) = 132.8 + \frac{1}{2} \cdot (26 \cdot 4) + \frac{1}{3} \cdot 94 - 13 \\ = 203.7 \text{ kN/m}^2$$

verticale belasting $F(v)$

- grond : $(2.4 \cdot 10 + 0.05 \cdot 20) \cdot 6 = 361.2$
- e.g. L-muur : $10^2 \cdot 0$
- e.g. owb-vloer : 144
- opwaardedruk : $(3.6 - 1) \cdot 10 \cdot 6 = 156$

$$\underline{529.2 \text{ kN/m}^2}$$

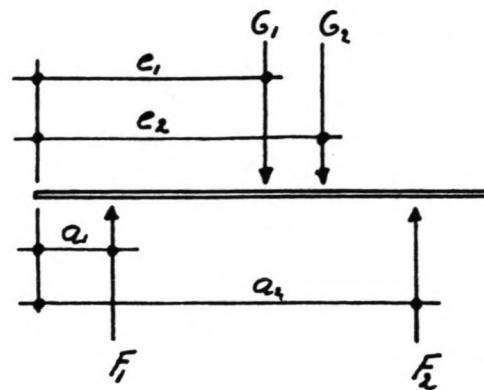
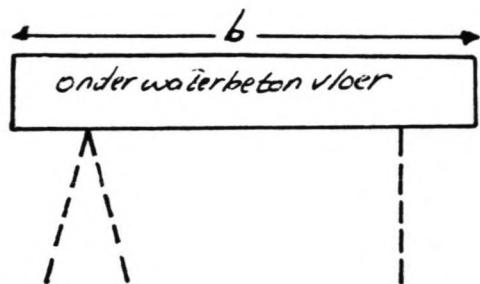
maatgevende belasting vir stabilitet

A $F(h) = 136.5 + 65 = 201.5$
 $F(v) = 675 + 60 = 735$

B $F(h) = 203.7 + 65 = 268.1$
 $F(v) = 529.2 + 60 = 589.2$

Krachtverdeling over de grondoppervlak
 oplicht $F(h)$ → allis max-scherzijlkracht
 oplicht $F(v)$ → verdeling volgens -voorval evenwicht

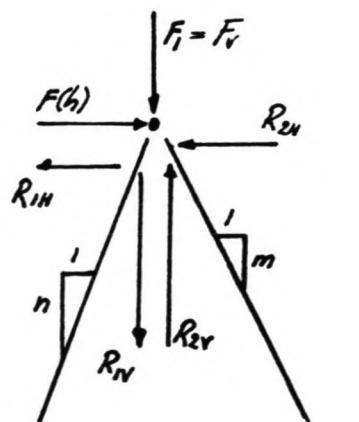
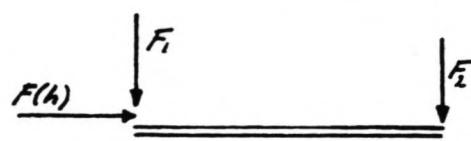
schematisering



G_1 = gewicht van grond, omb-vloer, opwaarts druk
 e_1 = excentriciteit van G_1
 G_2 = gewicht van L-muur
 e_2 = excentriciteit van G_2

evenwicht: $F_2 = \frac{G_1(e_1 - a_1) + G_2(e_2 - a_2)}{(a_2 - a_1)}$

$$F_1 = \frac{G_1(a_2 - e_1) + G_2(a_2 - e_2)}{(a_2 - a_1)}$$



Krachtenevenwicht

$$\sum F_v = 0 \quad F_v + R_{2v} = R_{1v} \quad ①$$

$$\sum F_H = 0 \quad F_H = R_{1H} + R_{2H} \quad ②$$

genelikolom

$$R_{1v} = n \cdot R_{1H} \quad ③$$

$$R_{2v} = m \cdot R_{2H} \quad ④$$

resulterend in: $R_{1H} = \frac{m}{m+n} F_H - \frac{1}{m+n} F_v \quad R_{2H} = \frac{1}{m+n} (F_v + n F_H)$

$$R_{1v} = \frac{m \cdot n}{m+n} F_H - \frac{n}{m+n} F_v \quad R_{2v} = \frac{m}{m+n} (F_v + n F_H)$$

gekken waarden

$$b = 6 \text{ m}$$

$$c_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$c_2 = 1 \text{ m}$$

$$n = m = 6$$

belastingssituatie A: $R_{11} = 437 \text{ kN/m}^2$

$$\left. \begin{array}{l} R_{12} = 780,7 \text{ kN/m}^2 \\ R_2 = 380,1 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\} \text{meestgecoerd - oorspr. plafondplaten}$$

belastingssituatie B: $R_{11} = 661,6 \text{ kN/m}^2$

$$\left. \begin{array}{l} R_{12} = 949,0 \text{ kN/m}^2 \\ R_2 = 325,6 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} R_{11} = 661,6 \rightarrow \text{hoog 1 nr} \\ R_{12} = 949 \rightarrow \text{hoog 1 m (2 stuks)} \\ R_2 = 325,6 \rightarrow \text{hoog 2 m} \end{array}$$

Paalby R_{11} , $R_{11} = 661,6 \text{ kN/paal}$ (stijlpaal).

sterkte paal: $F(u) = 1,7 R_{11} = 1157,9 \text{ kN}$

$$\bar{\sigma}(u) = \frac{1157,9 \cdot 10^3}{4 \cdot 400 \cdot 1750} = 0,41 \text{ N/mm}^2 < 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma(u) = \frac{1157,9 \cdot 10^3}{400^2} = 7,2 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{paal voorzien van tot 1200 kN}$$

overdracht paal/ondergrond (Begemann-formule)

hier paallengte $\ell = 16500 \text{ mm}$, $\Theta = 1600 \text{ mm/m}$, $\delta = 0,3$, $a = 0,9$

$$\begin{aligned} V_1 &= 0,25 \cdot 16500 \cdot 1600 \cdot 0,01 \cdot 10 \sim 660 \text{ kN} \\ V_2 &= 0,50 \cdot 16500 \cdot 1600 \cdot 0,01 \cdot 17 \sim 2019 \text{ kN} \\ V_3 &= 0,25 \cdot 16500 \cdot 1600 \cdot 0,01 \cdot 19 \sim 1254 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$3933 \text{ kN} \rightarrow \bar{\tau} = 0,3 \cdot 3933 = 1180 \text{ kN/paal.}$$

Afdele paallengte $\ell(\text{tot}) = 16,5 + 1 + 0,75 = 18,25 \sim 18,5 \text{ m}$

Paalby R_{12} , $R_{12} = \frac{1}{2} \cdot 949 = 474,5 \text{ kN/paal.}$

sterkte paal: $F(u) = 1,7 \cdot R_{12} = 806,7 \text{ kN}$

$$\bar{\sigma}(u) = \frac{806,7 \cdot 10^3}{4 \cdot 400 \cdot 1750} = 0,29 \text{ N/mm}^2 < 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma(u) = \frac{806,7 \cdot 10^3}{400^2} = 5 \text{ N/mm}^2 < 35 \text{ N/mm}^2$$

overdracht paal/ondergrond. (koppeycm-formule) mbo redering DK2110

hier paalvoet op NAP-6

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\sigma}_1 = 115 \\ \bar{\sigma}_2 = 8 \\ \bar{\sigma}_3 = 8 \end{array} \right\} \bar{\sigma} = 9 \text{ N/mm}^2 \rightarrow P_{\text{VRW}} = 9 \cdot 400^2 = 1440 \text{ kN} > 2 \cdot 474,5 \text{ kN}$$

Afdele paallengte $\ell(\text{tot}) = 7 + 1 + 0,75 = 8,75 \sim 9 \text{ m}$

Paalig R_2 , $R_2 = 2 \cdot 338,7 = 776,2 \text{ kN/paal}$

sterkte paal: $F(u) = 1,7 R_2 = 1319,5 \text{ kN}$

$$\tau(u) = \frac{1319,5 \cdot 10^3}{4400 \cdot 1750} = 0,47 \text{ N/mm}^2 < 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau(u) = \frac{1319,5 \cdot 10^3}{400^2} = 8,2 \text{ N/mm}^2 < 35 \text{ N/mm}^2$$

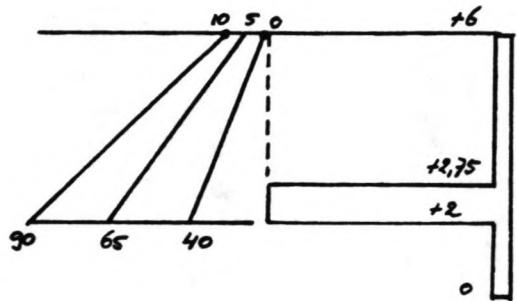
overlaagd paal/ende grond (hopper-m-formule)

lus paalvoet op NAP-8

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 14 \\ T_2 = 13 \\ T_3 = 11 \end{array} \right\} \bar{T} = 12 \text{ N/mm}^2 \rightarrow PVW = 12 \cdot 400^2 = 1920 \text{ kN} > 2 \cdot 776,2 \text{ kN}$$

Totale parallelte $\ell(\text{tot}) = 9 + 1 + 0,75 = 10,75 \sim 11 \text{ m}$

Schijnbelasting op enlastfractie



$$F(h) = 5 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (65 - 5) = 140$$

+ bodedruk 65 $\rightarrow F(h) = 205 \text{ kN/m'}$

bechouw holklengte ~om 10 m

constat pulin $R_{11} \Rightarrow n = 9$
 $R_{12} \Rightarrow n = 18$
 $R_2 \Rightarrow n = 5$

$$\left. \begin{array}{l} R_{11} \Rightarrow n = 9 \\ R_{12} \Rightarrow n = 18 \\ R_2 \Rightarrow n = 5 \end{array} \right\} A = 32 \cdot 400^2 = 5,12 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$\tau(u) = \frac{1,7 \cdot 10 \cdot 205 \cdot 10^3}{5,12 \cdot 10^6} = 0,68 \text{ N/mm}^2 < 0,7 \text{ N/mm}^2$$

dimensionering über vom owb. $h = 1000$, $\ell = 6000$

belasting	eigen gewicht	= 24
	balkengrond	$3,25 \cdot 18 = 58,5$
	eigen gewicht L-muur	= 30
	opwaartse druk	= 0
		<hr/>
		112,5 kN/m'

$$M_u = 1,7 \cdot 8 \cdot 112,5 \cdot 36 = 860,6 \text{ kNm/m'}$$

lus tolerante 500 mm
 $C = 40, \phi_h = 25, \phi_{hs} = 8$

$\left. \begin{array}{l} C = 40 \\ \phi_h = 25 \\ \phi_{hs} = 8 \end{array} \right\} \text{nao toe}$

Bijlage 5j dimensionering diepwand.

Een diepwand ondergaat dezelfde belastingsituaties I en II als bij de damwandberekening [bijlage 1]

Inhoud diepte damwand ~ ontgraafdiepte diepwand = NAP - 8.5 m

$$T = T_1 + T_2 = 209,8 + 33,6 = 243,4 \text{ kN/m'}$$

$$M = M_1 + M_2 = 1690,9 + 316,9 = 2006,9 \text{ kNm/m'} \rightarrow M_u = 1,7 M = 3411,7 \text{ kNm/m'}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Kes } h = 1000 \text{ mm} \\ C = 130 \text{ mm} \\ \varnothing_k = 32 \text{ mm} \\ \varnothing_{ks} = 10 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{ pas toe bundels } 2, \varnothing 32-165 = 9748 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\bar{M} = 3511,9 \text{ kNm/m'}$$

$$w_d \approx 1,0 \%$$

$$\text{verdeelwapinging (20\%)} \rightarrow \varnothing 16-100 = 2011 \text{ mm}^2/\text{m'}$$

$$A_s = 9748 + 2011 = 11759 \text{ mm}^2/\text{m'}$$

Stempeling diepwanden

$$\text{lengte stempels } l = 16 + 0,5 + 0,5 = 17 \text{ m}$$

stempel = op dwarskracht belaste pendelstaaf ($L_K = 17.000 \text{ mm}$)

$$\text{stempelkracht } T = 243,4 \text{ kN/m'}, T_u = 1,5 T = \frac{365,1}{43,8} \text{ kN/m'}$$

$$\text{knikcriterium: } \left. \begin{array}{l} F_K = \frac{\pi^2 EI}{L^2}, \\ E = 210 \cdot 10^3, \\ \frac{F_K}{T} = n = 3 \end{array} \right\} I > \frac{3 \cdot T \cdot L^2}{\pi^2 E} \sim 1,45 \cdot 10^{-6} TL^2 [\text{mm}^4]$$

$$\text{Kes } I = I_{max} = 114949 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad \left. \begin{array}{l} \varnothing 457-40 \\ \hookrightarrow d \quad \hookrightarrow t \end{array} \right\}$$

$$A = 52402 \text{ mm}^2$$

$$q = 411,4 \text{ kg/m'} = 4,1 \text{ t/mm}$$

$$T < 2743 \text{ kN} \rightarrow \text{stempels h.h. } 7,5 \text{ m} \quad n \sim 27 \text{ stempels}$$

$$\text{vleicriterium: } w = \frac{5}{384} \frac{q \cdot L^2}{EI} = 18,5 \text{ mm}$$

$$\text{excentriciteit} \rightarrow W_{max} = 1,5 w = 27,8 \text{ mm}$$

eerste orde moment

$$M_1 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 + 7.5 \cdot T \cdot W_{max} = 148.6 + 50.4 = 199.3 \text{ kNm}$$

tweede orde moment

$$M_2 = \frac{n}{n-1} \cdot M_1 = \frac{3}{3-1} \cdot M_1 = 398.6 \text{ kNm}$$

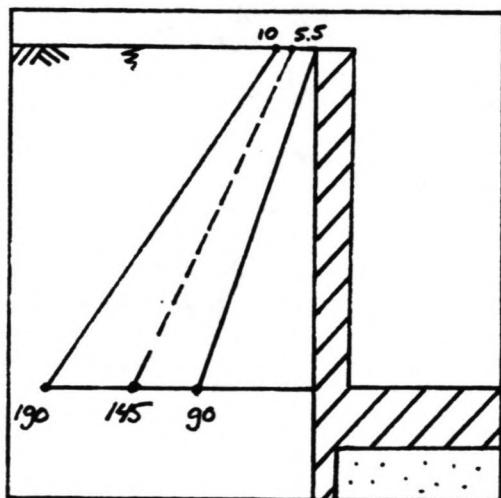
$$M_u = 1.5 M_2 = 597.9 \text{ kNm}$$

$$\sigma_u = \frac{7.5 \cdot T_u}{A} + \frac{M_u}{I} \cdot \frac{1}{z} \cdot d = 52.3 + 118.9 = 171.2 < \sigma_{sy}$$

Gekozen werd om de stempels zo ver mogelijk uit elkaar te zetten om de bouw van de kolk zo min mogelijk te hinderen (inbrengen trekpalen en plaatsen wapeningsnetten).

controle dwarskracht

maatgevende belastingsituatie



- $k_0(\text{klei}) = 0.66$
 $k_0(\text{zand}) = 0.43$
 $k_0(\text{gem}) = 0.55$
- $\gamma_n = \gamma_z = \gamma_{kl} = 20 \text{ kN/m}^3$
- $q_v = 10 \text{ kN/m}^2$

$$D = 5.5 \cdot g + \frac{1}{2} (145 - 5.5) \cdot g = 677.3 \text{ kN/m}^3$$

$$D_u = 1.7 D = 1158.4 \text{ kN/m}^3$$

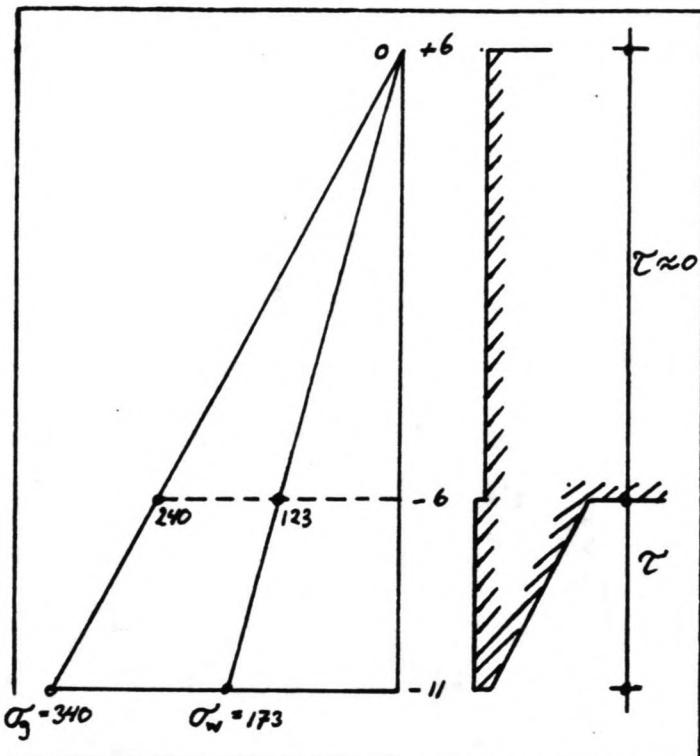
$$\tau_u = \frac{1151.4 \cdot 10^3}{1000 \cdot 1600} = 0.7 \text{ N/mm}^2 = 7.86$$

Bijlage 5B dimensionering caisson sluiskolk.

gekozen afmetingen

- vloer : $40 \cdot 22 \cdot 3$ ($L \times b \times d$)
- wand : $40 \cdot 9 \cdot 3$ ($L \times h \times d$)
- werkamer : 2.5 (h)
- snyrand : 5 (h)

wandwrijving



[zie ook bijlage]

$$NAP - 6 \rightarrow \bar{\gamma} = 0.12(240 - 123) \\ \bar{\gamma} = 14.0 \text{ kN/m}^2$$

$$NAP - 11 \rightarrow \bar{\gamma} = 0.12(340 - 173) \\ \bar{\gamma} = 20.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\bar{\gamma} = 17 \text{ kN/m}^2$$

$$T = 17 \cdot 5 = 85 \text{ kN/m}^2$$

dimensionering op verticaal evenwicht

gewicht caisson:	vloer	$G = 40 \cdot 22 \cdot 3 \cdot 24 = 63360 \text{ kN}$
	wanden	$G = 2 \cdot 40 \cdot 3 \cdot 9 \cdot 24 = 51840 \text{ kN}$
	snyrand	$G = 2(40+22)8,75 \cdot 24 = 26040 \text{ kN}$
	schotten	$G = 2 \cdot 4409 = 8818 \text{ kN}$
	<hr/>	<hr/>
	$G(\text{tot})$	$= 150058 \text{ kN}$

weerstrevende krachten:	opwaartse druk	$F = (63 + 8.5)10 \cdot 40 \cdot 21 = 130240 \text{ kN}$
	wandwrijving	$T = 2(40+22)85 = 10540 \text{ kN}$
	<hr/>	<hr/>
	$F(\text{tot})$	$= 140780 \text{ kN}$

$$\gamma = \frac{G(\text{tot})}{F(\text{tot})} = 1.07 < 1.2$$

i.v.m. de nog grotere dimensies van wanden en vloer wordt met een kleinere veiligheid in de muurverende situatie genoegen genomen.

dimensionering op sterkte

reactiekracht onder singraad

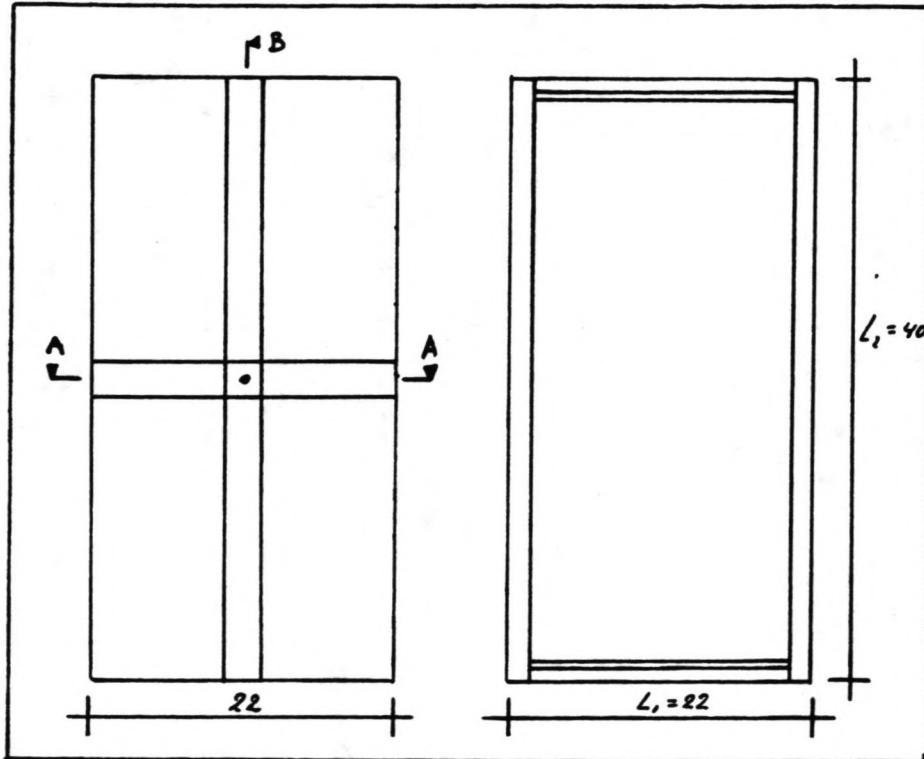
$$\left. \begin{array}{l} G(\text{tot}) = 150058 \text{ kN} \\ \theta = 124 \text{ m} \end{array} \right\} R = \frac{G(\text{tot})}{\theta} = 1210.1 \text{ kN/m}'$$

overige belastingen op carrión

gronddruk	: $M = 1753.7 \text{ kNm/m}'$ [zie carrión hoofd]
eigen gewicht wanden	: $G = 51840/2 \cdot 40 = 1296 \text{ kN/m}'$
eigen gewicht schotlen	: $G = 4409/16 = 275.6 \text{ kN/m}'$
eigen gewicht vloer	: $G = 3 \cdot 24 = 72 \text{ kN/m}^2$
opwaartse druk	: $F = 10(6.3 + 8.5) = 148 \text{ kN/m}^2$

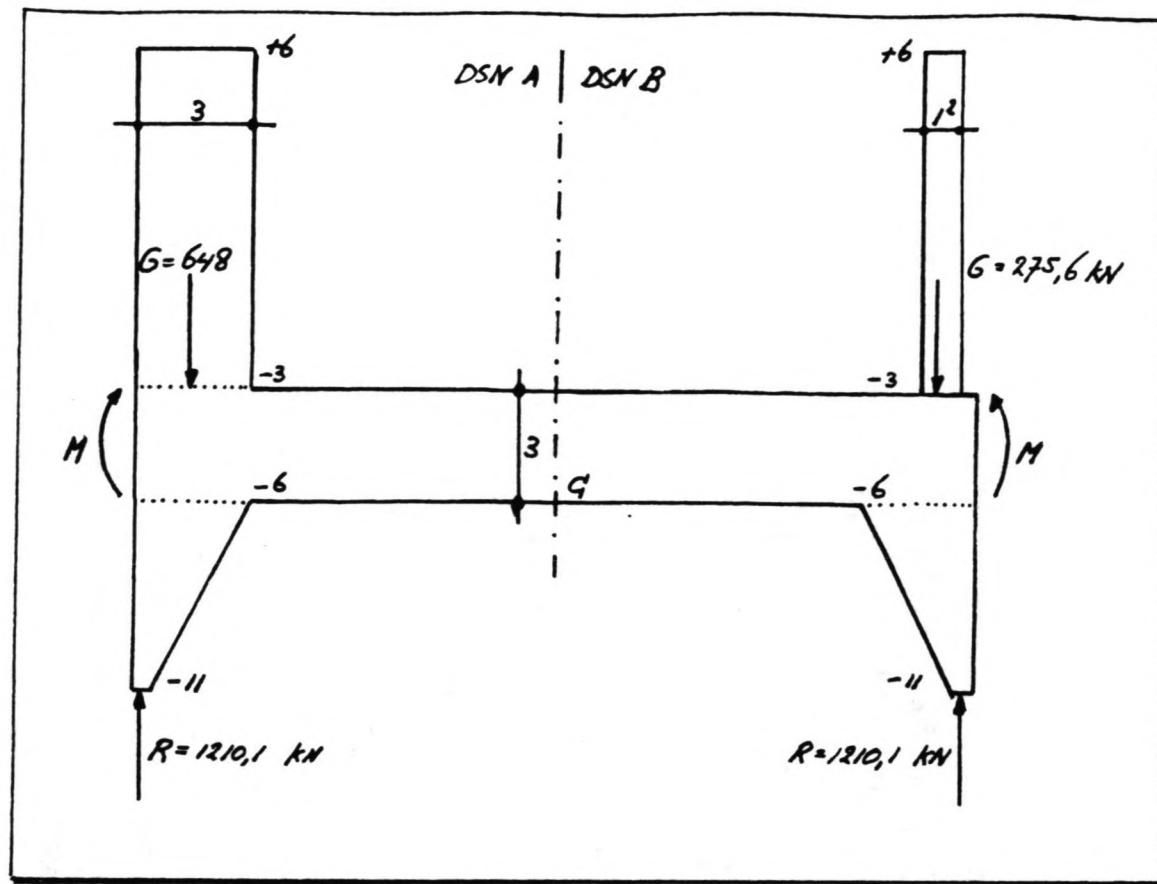
$$\left. \begin{array}{l} M = 1753.7 \text{ kNm/m}' \\ G = 1296 \text{ kN/m}' \\ 275.6 \text{ kN/m}' \\ 72 \text{ kN/m}^2 \\ 148 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\} q = 76 \text{ kN/m}^2$$

schematisering vloer



afdracht van $q = 76 \text{ kN/m}^2$

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \frac{L_2}{L_1} = \frac{40}{22} = 1.82 \\ \alpha = \frac{\beta^4}{1 + \beta^4} = 0.92 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} q_1 = 0.92 \cdot 76 = 69.9 \text{ kN/m}^2 \\ q_2 = 0.08 \cdot 76 = 6.1 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\}$$



doorsnede A ($L_1 = 22 \text{ m}$)

$$M_c = 1753,7 - 648(11 - 1,5) + \frac{1}{8} \cdot 648 \cdot 22^2 + 1210,1(11 - 0,25) = 13035,3 \text{ kNm}$$

$$M_u = 1,7 M_c = 22160 \text{ kNm}$$

$$\text{pas toe: } A_s = 19302 \text{ mm}^2/\text{m} - 3\phi 25-125 \quad (\omega_d \sim 0,68\%)$$

$$C =$$

$$\phi_x = 25 \text{ mm}$$

$$\phi_o = \text{mm}$$

$$e = 50 \text{ mm} \quad (\text{lagen h.o.h. } e + \phi_x)$$

$$\bar{M} = 22594 \text{ kNm}$$

doorsnede B ($L_2 = 40 \text{ m}$)

$$M_c = 1753,7 - 275,6(20 - 0,85) + \frac{1}{8} \cdot 61 \cdot 40^2 + 1210,1(20 - 0,25) = 21595,5 \text{ kNm}$$

$$M_u = 1,7 M_c = 36712,4 \text{ kNm}$$

$$\text{pas toe: } A_s = 41889 \text{ mm}^2/\text{m} - 3\phi 40-90 \quad (\omega_d \sim 1,48\%)$$

$$C =$$

$$\phi_x = 40 \text{ mm}$$

$$\phi_{os} = \text{mm}$$

$$e = 50 \text{ mm}$$

$$\bar{M} = 36507,3 \text{ kNm}$$

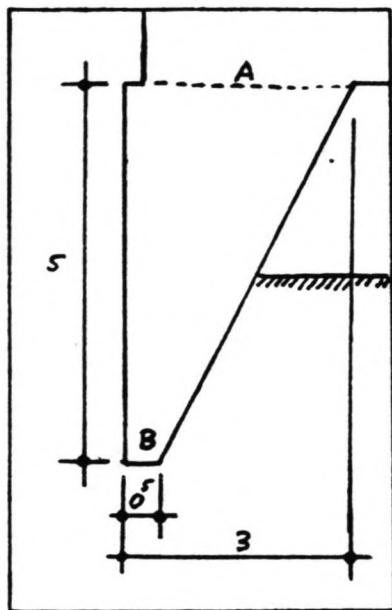
kolkwand

$$M_u = 3442,5 \text{ kNm/m} \quad [\text{ztc monolietconstructie}]$$

$$h = 3000 \text{ mm}$$

$$\omega_{ec} \sim 0,7\% = 21000 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow 2\phi 32-80, \quad A_s = 20106 \text{ mm}^2/\text{m}, \quad \omega_d \sim 0,7\%.$$

snyrand.



drukbelasting op snyrand : $R = 1210.1 \text{ kn/m}$

$$\sigma_{\text{nu}} = 1.7 \frac{R}{A}$$

vlok A $\sigma_{\text{nu}} = \frac{1.7 \cdot 1210.1 \cdot 10^3}{1000 \cdot 3000} = 0.69 \text{ %/mm}^2 < \delta_b = 35 \text{ %/mm}^2$

vlok B $\sigma_{\text{nu}} = \frac{1.7 \cdot 1210.1 \cdot 10^3}{1000 \cdot 500} = 4.11 \text{ %/mm}^2 < \bar{\sigma} = 16 \text{ %/mm}^2$

wapen de rand naar $\omega_{\text{ac}} = 0.5 - 0.7 \%$

doorsnede A : $A_s = 18924 \text{ mm}^2/\text{m}' , 2\phi 32-85 , \omega_a \sim 0.63 \% \quad \left. \right\} \bar{\omega} = 0.63 \%$

doorsnede B : $A_s = 3154 \text{ mm}^2/\text{m}' , \phi 32-255 , \omega \sim 0.63 \% \quad \left. \right\} \bar{\omega} = 0.63 \%$

$$G = 0.63 \cdot 1.75 \cdot 5 \cdot 7850 = 433 \text{ kg/m}' \quad \left. \right\} G(\text{tot}) = 53692 \text{ kg}$$

$$\Theta = 2(40 + 22) = 124 \text{ m}$$

materiaal

beton (v)	wanden : $2 \cdot 3 \cdot 9 \cdot 40 = 2160$	
	vloer : $40 \cdot 22 \cdot 3 = 2640$	
	snyrand : $124 \cdot 8.75 = 1085$	$V = 5885 \text{ m}^3$

bekisting (A)	wanden : $4 \cdot 9 \cdot 40 = 1440$	
	vloer : $124 \cdot 3 + 16 \cdot 34 = 916$	
	snyrand : $124(5.6+5+0.5) = 1377$	$A = 3733 \text{ m}^2$

wapening (6)	wanden : $0.07 \cdot 2160 \cdot 7850 = 113,7 \cdot 10^3 \text{ kg}$	
	vloer : $(19302 + 41889) 40 \cdot 22 \cdot 10 \cdot 7850 = 422,7 \cdot 10 \text{ kg}$	
	snyrand : $= 53692 \text{ kg}$	$G = 590.1 \text{ t}$

Bylage 6 kweldebiet

vul- en ledigtyd kolk.

$$Q_{\text{schut}} = \frac{1}{2} Q_0 \cdot T = \Delta h_0 \cdot A$$

$$\begin{aligned}\Delta h_0 &= \text{gemiddeld verval over sluis} = 4.3 \text{ m} \\ A &= \text{oppervlak kolkwater} = 3339 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$T = \frac{2 \cdot \Delta h_0 \cdot A}{Q_0} = \frac{2 \cdot \Delta h_0 \cdot A}{m \cdot g \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_0}} = 510 \rightarrow = 8.5 \text{ min} \sim 10 \text{ min}$$

$$m = \text{afvoercoëfficiënt} = 0.9$$

$$f = \text{oppervlak deurenopeningen} = 6 \text{ m}^2$$

$$\bar{Q}_{\text{schut}} = \frac{3339 \cdot 0.9}{600} = 18.9 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{dit is momentaan.}$$

enige keer is van de tijd de schutcyclus te nemen.

in- en uitvaren

$$\text{invaren: } \bar{V} = 1 \text{ m/s}$$

$$L = 340 \text{ m} \quad (\text{tops kanaaldeel} + \text{hoofd sluis} + \text{kolk sluis})$$

$$t_i = 340 \rightarrow \sim 3.7 \sim 6 \text{ min}$$

$$\text{uitvaren: } \bar{V} = 1.5 \text{ m/s}$$

$$L = 540 \text{ m} \quad (\text{hoofd sluis} + \text{tops kanaaldeel} + \text{wachtend schip} + \text{eigen lengteschip}).$$

$$t_u = 860 \text{ s} = 6 \text{ min}$$

reken met openen en sluiten van deuren en handelen van torens: $t=1 \text{ min}$

$$\text{Cyclustyd } t_{\text{tot}} = 48 \text{ min}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{openstelling sluis: 0400-2400, 20 uur} \\ \text{sluiten sluis: 0400-2400, 20 uur} \end{array} \right\} \begin{array}{l} n=25 \text{ cycli per dag (ideale situatie)} \\ 4 \text{ uur stationaire toestand} \end{array}$$

schutproces: 1 invaren bovenstrooms $t=6$

sluiten deuren 1

2 schutten 10

openen deuren 1

3 uitvaren benedenstrooms 6

4 invaren benedenstrooms 6

sluiten deuren 1

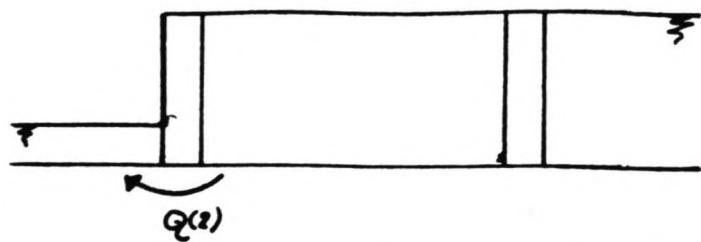
5 schutten 10

openen deuren 1

6 uitvaren bovenstrooms 6

48 minuten

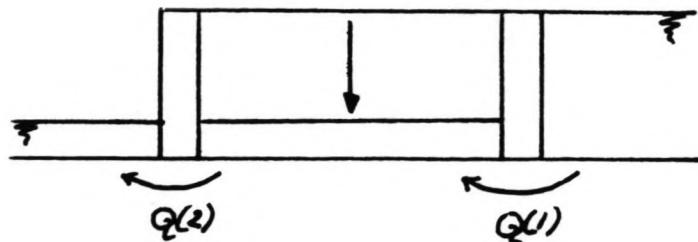
* fase 1.



$$\left. \begin{array}{l} B = 15 \text{ m} \\ H = 30 \text{ m} \end{array} \right\} \frac{H}{B} = 2.0 , \quad g(H/B) = 0.79$$

$$Q(2) = A \cdot \Delta h \cdot g(H/B) \cdot b = 1 \cdot 10^3 \cdot 4.3 \cdot 0.79 \cdot 17 = 0.0457 \text{ m}^3/\text{s} \quad \left. \begin{array}{l} \\ Q(2) = 16.45 \text{ m}^3 \\ t = 6 \text{ min} = 360 \text{ s} \end{array} \right\}$$

* fase 2.



$$Q(\text{schutt}) = A \cdot \Delta h_0 = 3334 \cdot 4.3 = 11352,6 \text{ m}^3 \quad \left. \begin{array}{l} \\ Q(\text{schutt}) = 18,921 \text{ m}^3/\text{s} \\ t(\text{schutt}) = 600 \text{ s} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} V(\text{kalk}) &= 11352,6 - 18,921 \cdot t \quad (0 < t < 600) \\ h(\text{kalk}) &= 3,4 - 5,67 \cdot 10^{-3} t \end{aligned}$$

$$Q(1) = A \cdot \Delta h \cdot g(H/B) \cdot b = A \{ h_i - h(\text{kalk}) \} \cdot g(H/B) \cdot b \\ = 7,67 \cdot 10^{-5} \cdot t$$

$$\left. \begin{array}{ll} t=0 & Q(1)=0 \\ t=600 & Q(1)=0.0457 \text{ m/s} \end{array} \right\} Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 600 \cdot 0.0457 = 13,71 \text{ m}^3 \\ Q(2) = Q(1) = 13,71 \text{ m}^3$$

$$Q(\text{kanaal}) = A \cdot \Delta h \cdot g(H/B) \cdot b = A \{ h_i - h(\text{kalk}) \} \cdot g(H/B) \cdot b$$

$$\left. \begin{array}{l} H=30 \\ B=30 \end{array} \right\} H/B = 1.0 , \quad g(H/B) = 0.56$$

$$b = 120 \text{ m}$$

$$Q(\text{kanaal}) = 3,17 \cdot 10^{-4} t , \quad \left. \begin{array}{ll} t=0 & Q(k)=0 \\ t=600 & Q(k)=0.1902 \end{array} \right\} Q(k) = \frac{1}{2} \cdot 600 \cdot 0.1902 = 57,1 \text{ m}^3$$

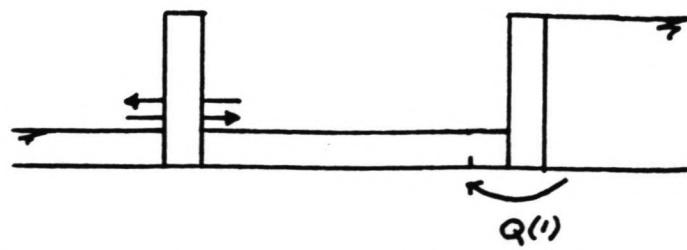
$$Q(\text{rivier}) = A \cdot \Delta h \cdot g(H/B) \cdot b = A \{ h_i - h(\text{kalk}) \} \cdot g(H/B) \cdot b$$

$$\left. \begin{array}{l} H=30 \\ B \sim 40 \end{array} \right\} H/B = 0.75 , \quad g(H/B) = 0.66$$

$$b = 100$$

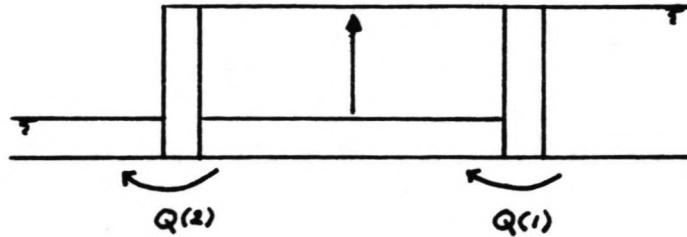
$$Q(\text{rivier}) = 3,74 \cdot 10^{-4} t , \quad \left. \begin{array}{ll} t=0 & Q(r)=0 \\ t=600 & Q(r)=0.2244 \text{ m/s} \end{array} \right\} Q(r) = \frac{1}{2} \cdot 600 \cdot 0.2244 = 67,3 \text{ m}^3$$

* fase 3/4



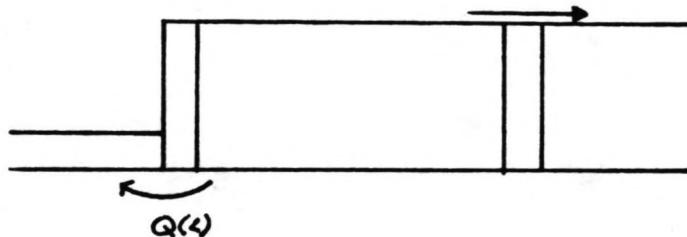
$$\left. \begin{array}{l} Q(1) = 0.0457 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q(2) = 0 \\ Q(r) = 0.2244 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q(h) = 0.1902 \text{ m}^3/\text{s} \end{array} \right\} Q(tot) = 0.4603 \text{ m}^3/\text{s} \quad \left. \begin{array}{l} t = 360 + 360 = 720 \text{ s} \end{array} \right\} Q(tot) = 331.4 \text{ m}^3$$

* fase 5



$$Q(1) = Q(2) = 13.7 \text{ m}^3 \text{ (zie fase 2)}$$

* fase 6



$$Q(2) = 16.45 \text{ m}^3 \quad (\text{zie fase 1})$$

totaal verlies per schutcyclus

fase 1	$Q = 16.5$
2	$13.7 + 13.7 + 57.1 + 67.3$
3	$\left. \begin{array}{l} 13.7 + 57.1 \\ 331.4 \end{array} \right\}$
4	
5	13.7
6	16.5

$$Q(v) = 529.9 \text{ m}^3$$

$$\text{verlies per 25 cycli} \longrightarrow 13247.5 \text{ m}^3$$

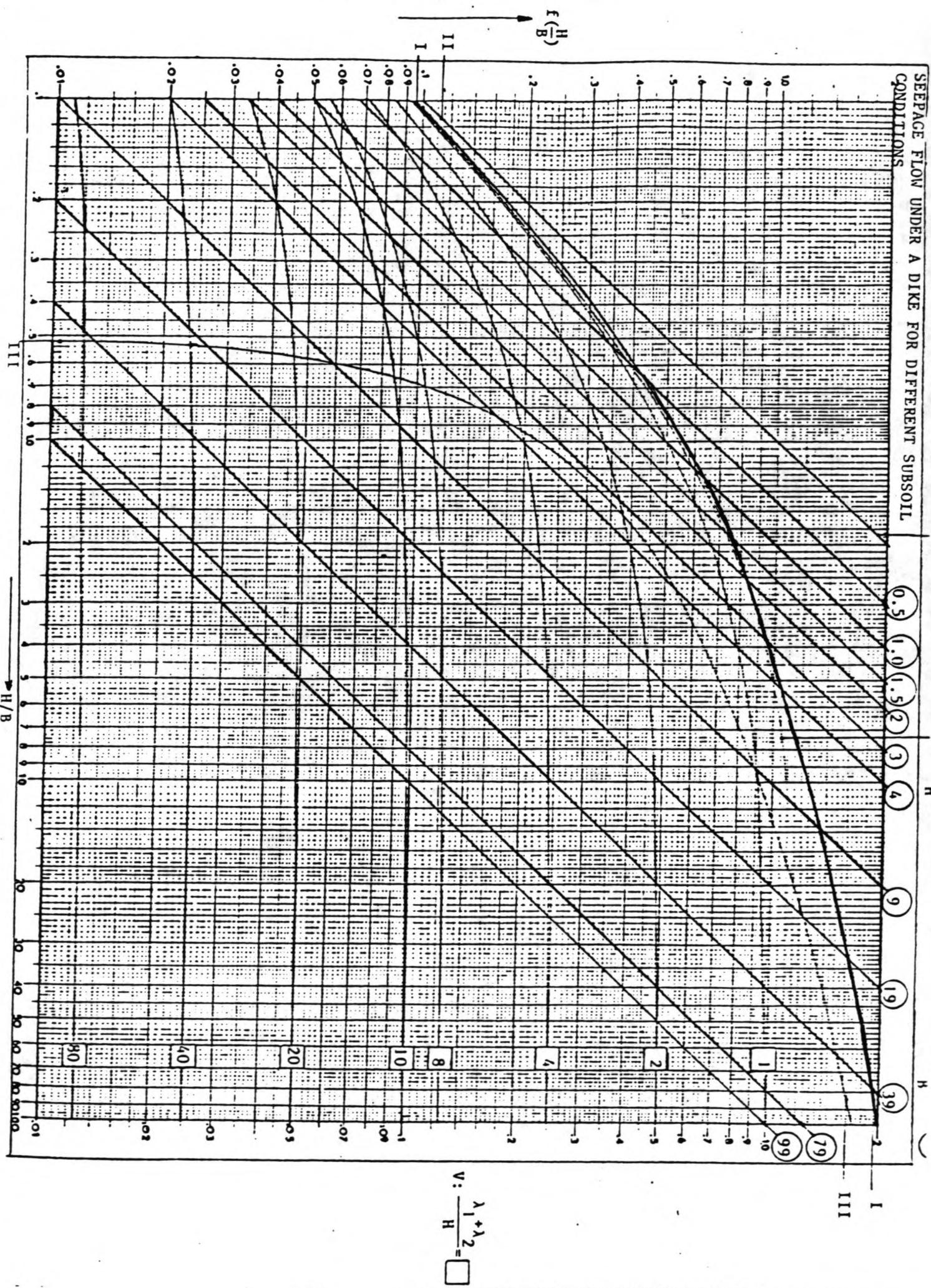
$$4 \text{ stationaire uren} \longrightarrow 6628.3 \text{ m}^3$$

(teken als fase 3)

$$\frac{6628.3 \text{ m}^3}{19875.8 \text{ m}^3/\text{etmaal}} = 0.23 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Procentueel verlies tot schutdebet: } \frac{19875.8}{25 \cdot 3339.43} \cdot 100\% = 5,5\%$$

SEEPAGE FLOW UNDER A DIKE FOR DIFFERENT SUBSOIL CONDITIONS



bijlage 7 stabilitet granulaire vloer.

verticale belasting

reken in stabilitetsvoorwaarde met $\Delta' = \Delta - i$

$$\Delta = \text{relatieve dichtheid steen} = 1.65$$
$$i = \text{gem. verval over toplaag} = \frac{\Delta h}{L}$$

$$L \sim 31 \text{ m}$$

horizontale belasting

A. schutproces

$$Q_0(\max) = m \cdot g \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta h_0} = 1.3 \cdot 6 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5.2} = 79.5 \text{ m}^3/\text{s} \quad \left. \right\} \bar{u} = 1.71 \text{ m/s}$$
$$A_{nat} = 16 \cdot 2.9 = 46.4 \text{ m}^2$$

B. Schroefstraalstroom

$$P(\text{geïnstalleerd}) = 2400 \text{ kw} \quad (\text{vermogen op 2-baks dwarsvaart})$$

$$P(g) = 1200 \text{ kw} \quad (\text{vermogen bij uitvaren sluis})$$

$$D_0 \sim 1.5 \text{ m} \quad (\text{schroefstraalstroom op } 0.5 \text{ m achter schroef})$$

$$V_0 = 1.15 \cdot \left(\frac{P(g)}{\rho_w \cdot D_0} \right)^{1/3} = 1.1 \text{ m/s}$$

$$V_{x,z} = \frac{2.8 V_0 \cdot D_0}{x} \cdot e^{-15.4 \frac{z^2}{x^2}} \quad \left. \right\} \begin{aligned} V_x &= \frac{4.62}{x} e^{-\frac{97.16}{x^2}} \\ \frac{dV_x}{dx} &= \frac{4.62}{x^2} e^{-\frac{97.16}{x^2}} \left(-1 + \frac{94.32}{x^2} \right) = 0 \end{aligned}$$
$$z = 1.75 \text{ op NAP-3}$$

$$x = 9.71 \text{ m} \rightarrow V_x = 0.29 \text{ m/s}$$

$$x = 9.71 \longrightarrow \begin{cases} V(\text{waterspiegel}) \sim 0.14 \\ V(\text{schreef}) \sim 0.48 \\ V(\text{bodem}) \sim 0.29 \end{cases} \quad \left. \right\} \bar{V} = 0.30 \text{ m/s}$$

C. retourstroom

te onderzoeken situaties

- a. tolwater op NAP + 5.10, diepgang = 3.5, $h = 8.1$
- b. NAP + 1.50, $d = 3.5, h = 4.5$
- c. NAP - 10, $d = 1.9, h = 2.9$

parameter	a	b	c
$A_s \text{ max}$	$3,5 \cdot 11,4 = 39,9$	$3,5 \cdot 11,4 = 39,9$	$1,9 \cdot 11,4 = 21,7$
$A_s \text{ min}$	$0,5 \cdot 11,4 = 5,7$	$0,5 \cdot 11,4 = 5,7$	$0,5 \cdot 11,4 = 5,7$
A_c	$16 \cdot 8,1 = 129,6$	$16 \cdot 4,5 = 72$	$16 \cdot 2,9 = 46,4$
$\left(\frac{A_s}{A_c}\right)_{\text{max}}$	0.31	0.55	0.47
$\left(\frac{A_s}{A_c}\right)_{\text{min}}$	0.04	0.08	0.12
$\left(\frac{\bar{u}_{gr}}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{max}}$	0.342	0.384	0.384
$\left(\frac{\bar{u}_{gr}}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{min}}$	0.153	0.111	0.247
$(\bar{u}_{gr})_{\text{max}}$	3,1	2,6	2,1
$(\bar{u}_{gr})_{\text{min}}$	1,4	0,7	1,3
$\left(\frac{V_{gr}}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{max}}$	0.342	0.174	0.221
$\left(\frac{V_{gr}}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{min}}$	0.747	0.647	0.584
$(\bar{V}_{gr})_{\text{max}}$	3,1	1,2	1,2
$(\bar{V}_{gr})_{\text{min}}$	6,7	4,4	3,1
$\left(\frac{V_s}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{max}}$	0.17 ($V_s = 1.5$)	0.18 ($V_s = 1.2$)	0.22 ($V_s = 1.2$)
$\left(\frac{V_s}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{min}}$	0.17 ($V_s = 1.5$)	0.22 ($V_s = 1.5$)	0.28 ($V_s = 0.5$)
$\left(\frac{\bar{u}}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{max}}$	0.09	0.38	0.38
$\left(\frac{\bar{u}}{\sqrt{gh}}\right)_{\text{min}}$	0.008	0.015	0.02
\bar{u}_{max}	0.81	$2.55 \sim \bar{u}_{gr}$	$2.05 \sim \bar{u}_{gr}$
\bar{u}_{min}	0.072	0.10	0.47

maatgevende belastingen

$$\begin{array}{ll} I & \bar{U}_r = \bar{U}_r + \bar{U}_s = 2.55 + 0.30 = 2.85 \text{ m/s} \\ II & \bar{U}_n = \bar{U}_r + \bar{U}_s = 2.05 + 0.30 = 2.35 \text{ m/s} \end{array}$$

factor voor verdisconteren turbulatie

$$\left. \begin{array}{l} g_t = \frac{1+3r}{1.45} \\ r = 0.35 \end{array} \right\} g_t = 1.41$$

$$\left. \begin{array}{l} \bar{U}_I = 4.02 \text{ m/s} \\ \bar{U}_{II} = 3.31 \text{ m/s} \end{array} \right\}$$

$$I \quad \bar{U}_{kr} = 18 \log \left(\frac{6 \cdot h}{D_{50}} \right) \sqrt{\psi_{kr} \cdot \delta' \cdot D_{50}} \Rightarrow \bar{U}_I = 4.02 \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} h = 4.5 \\ \psi_{kr} = 0.02 \\ \delta' = 1.65 - \left\{ \frac{5.1 - 1.5}{31} \right\} = 1.53 \end{array} \right\} D_{50} = 0.55 \text{ m}, \quad \bar{U}_{kr} = 4.92 \text{ m/s}$$

$$II \quad \bar{U}_{kr} = 18 \log \left(\frac{6h}{D_{50}} \right) \sqrt{\psi_{kr} \cdot \delta' \cdot D_{50}} \Rightarrow \bar{U}_{II} = 3.31 \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} h = 2.9 \\ \psi_{kr} = 0.02 \\ \delta' = 1.65 - \left\{ \frac{5.1 + 0.1}{31} \right\} = 1.48 \end{array} \right\} D_{50} = 0.55 \text{ m}, \quad \bar{U}_{kr} = 3.45 \text{ m/s}$$

filteropbouw via geometrische methode : $D_{50}/d_{50} = 10$

basismateriaal : $d_{50} \sim 400 \text{ à } 500 \mu\text{m} \sim 4 \text{ à } 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

$$D_{50}(\text{top}) = 0.55 \text{ m}$$

$$d_{50}(1) = 0.055 \text{ m}$$

$$d_{50}(2) = 0.0055 \text{ m} = 5.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$d_{50}(3) = 0.00055 \text{ m} = 5.5 \cdot 10^{-4} \text{ m} \sim d_{50}(\text{basis})$$

$$h \sim 3D_{50} = 1.65 \text{ m}$$

$$h \sim 3d_{50} = 0.17 \sim 0.20 \text{ m}$$

$$h \sim 0.30 \text{ m}$$

$$h \sim 0.30 \text{ m}$$

$$h_{\text{tot}} = 2.45 \sim 2.50 \text{ m}$$

filteropbouw met filterdaad.

$$D_{50}(\text{top}) = 0.55 \text{ m}$$

$$d_{50}(1) = 0.055 \text{ m}$$

filterdaad

$$h \sim 3D_{50} = 1.65$$

$$h \sim 0.30$$

$$h \sim 0$$

$$h_{\text{tot}} = 1.85 \sim 2 \text{ m}$$

Bijlage 8 scheepstrachten

A. Trekbelasting F_t

bolderkracht maximaal 200 kN
prefab-element $b=2 \text{ m}$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} F_t = 100 \text{ kN/m'}$$

laagste bolder op NAP+2 $\rightarrow M(\max) = 4 \cdot 100 = 400 \text{ knm/m'}$

$$M_u = 1.7 M_{\max} = 680 \text{ knm/m'}$$

bolderdiepte $d = 0.35 \text{ m}$

kies prefab-element $d = 0.55 \text{ m}$

$$\left. \begin{array}{l} k_s \\ \phi_x = 20 \\ \phi_s = 8 \\ C = 30 \end{array} \right\} \text{pas toe } \phi_{20-95} = 3307 \text{ mm}^2/\text{m}, \quad c_d = 0.006587 \\ \bar{M} = 688,2 \text{ kNm/m'}$$

B. drukbelasting . F_d

maximale diepgang duwvak $d = 3.5 \text{ m}$

massa schip = $6.5547 \cdot 10^6 \text{ kg}$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} M_s \cdot V_0^2 \cdot C_m \cdot C_e \cdot C_s$$

$$* \quad M_w = \frac{\pi}{4} d^2 L \cdot P_w = \frac{\pi}{4} \cdot 3.5^2 \cdot 183 \cdot 1000 = 1.76066 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

$$C_m = 1 + \frac{M_w}{M_s} = 1.27$$

$$* \quad C_e = f(\text{soort botsing})$$

$$\alpha = 0, \text{ centrische botsing} \rightarrow C_e = 1$$

$$\alpha = \frac{1}{2}, \text{ max. excentr. botsing} \rightarrow C_e = 0.2$$

$$* \quad C_s = 0.95 \text{ (elasticietit schip)}$$

$$* \quad V(\text{invaren}) \sim 7 \text{ %} \rightarrow V_0 \sim 7 \cdot \sin 7 = 0.017 \text{ m/s}$$

$$V(\text{aanmeren}) \sim 0.1 \text{ m/s}$$

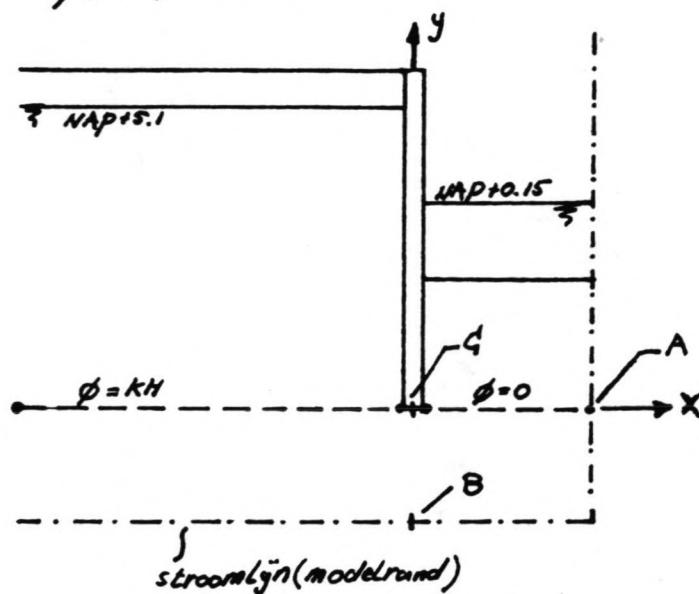
$$E_{kin} (\text{invaren}) = 228.5 \text{ nm} \text{ (puntlast)} \Rightarrow 228.5/2 = 114.3 \text{ nm/m'} \quad (b=2)$$

$$E_{kin} (\text{meren}) = 39541 \text{ nm} \text{ (verdeelde last)} \Rightarrow 39541/183 = 216.1 \text{ nm/m'} \quad (b=183).$$

(zie verder bijlage detail prefab-element)

Bijlage 9 groundwaterstrooming

I. diepwandprobleem.



$$\text{verval: } \alpha h = 4.95 \text{ m} \rightarrow H = 4.95$$

$$\text{doordatendheid: } k = 1 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{diepwand: } d = 2 \cdot l = 1 \text{ m}$$

$$\frac{x}{l} = \cos\left(\frac{\pi\phi}{kH}\right) \cosh\left(\frac{\pi\psi}{kH}\right) \quad (\text{I})$$

$$\frac{y}{l} = -\sin\left(\frac{\pi\phi}{kH}\right) \sinh\left(\frac{\pi\psi}{kH}\right) \quad (\text{II})$$

$$\text{punt A: } \begin{cases} x = 1.14 \text{ m} \\ \phi = 0 \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{y}{l} = \cos(0) \cdot \cosh\left(\frac{\pi\psi}{kH}\right) \\ \cosh\left(\frac{\pi\psi}{kH}\right) = 4.5 \end{array} \right\} \quad (\text{I})$$

$$\cosh\left(\frac{\pi\psi}{kH}\right) = 4.5 \rightarrow \psi = 1.14 \text{ rad}$$

$$\text{punt B: } \begin{cases} x = 0 \\ \psi = 1.14 \text{ rad} \\ \phi = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} y = -\frac{1}{2} \cdot \sin\left(\frac{\pi\phi}{kH}\right) \cdot \sinh\left(1.14\pi\right) \\ y = -8.97 \sim -9 \text{ m} \end{array} \right\} \quad (\text{II})$$

$$y = -8.97 \sim -9 \text{ m}$$

$$Q = \psi_B - \psi_C = \psi_B$$

$$Q = 1.14 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 4.95 = 5.643 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{per wandlengte van 1 m})$$

Bylage 10 diepwand

controleberekening

$$\left. \begin{array}{l} h = 1150 \text{ mm} \\ C = 70 \text{ mm} \\ \phi_k = 40 \text{ mm} \\ \phi_{\alpha} = 10 \text{ mm} \end{array} \right\} d = 1050 \text{ mm} \longrightarrow \text{toegestaan } \phi_{40-165} = 7616 \text{ mm}^2/\text{m}^2$$

$$w_d = 725 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{M_u}{\gamma} = A_s \cdot d \cdot \sigma_{sy} \left(1 - \frac{\beta \cdot \sigma_{sy}}{\alpha \cdot \sigma_{cu}} \cdot w_d \right) = 1484.9 \text{ kNm/m}$$

$$\text{(sterkeberekening)} \quad \begin{cases} \beta = 0.643 \\ \alpha = 0.354 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cu} &= 25 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{sy} &= 400 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

berekend met Plaxis

$$\left. \begin{array}{l} E_g = 3500 + 520 \cdot 625 \cdot 10^3 = 7272 \text{ N/mm}^2 \\ I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = 1.27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{array} \right\} EI = 9.22 \cdot 10^6 \text{ kNm}^2$$

$$M_{max} = 1482.6 \text{ kNm/m}$$

dwarsh��t

$$\text{uit momentenlyn: } D = \frac{dM}{dx} = \tan \beta \quad \left. \begin{array}{l} D_{max} = \frac{20}{9.6} \cdot \frac{247}{1.5} = 343.1 \text{ kN/m} \\ \text{horizontale schaal: } 1 \text{ cm} \sim 247 \text{ kNm} \\ \text{verticale schaal: } 1 \text{ cm} \sim 1.5 \text{ m} \end{array} \right\}$$

$$T_u = 1.7 \frac{D \cdot 10^3}{b \cdot h} = 0.57 \text{ N/mm}^2 < \frac{1}{2} f_{ccon,10} = 0.6 \text{ N/mm}^2$$

* geen extra uitschuifbewerking vereist

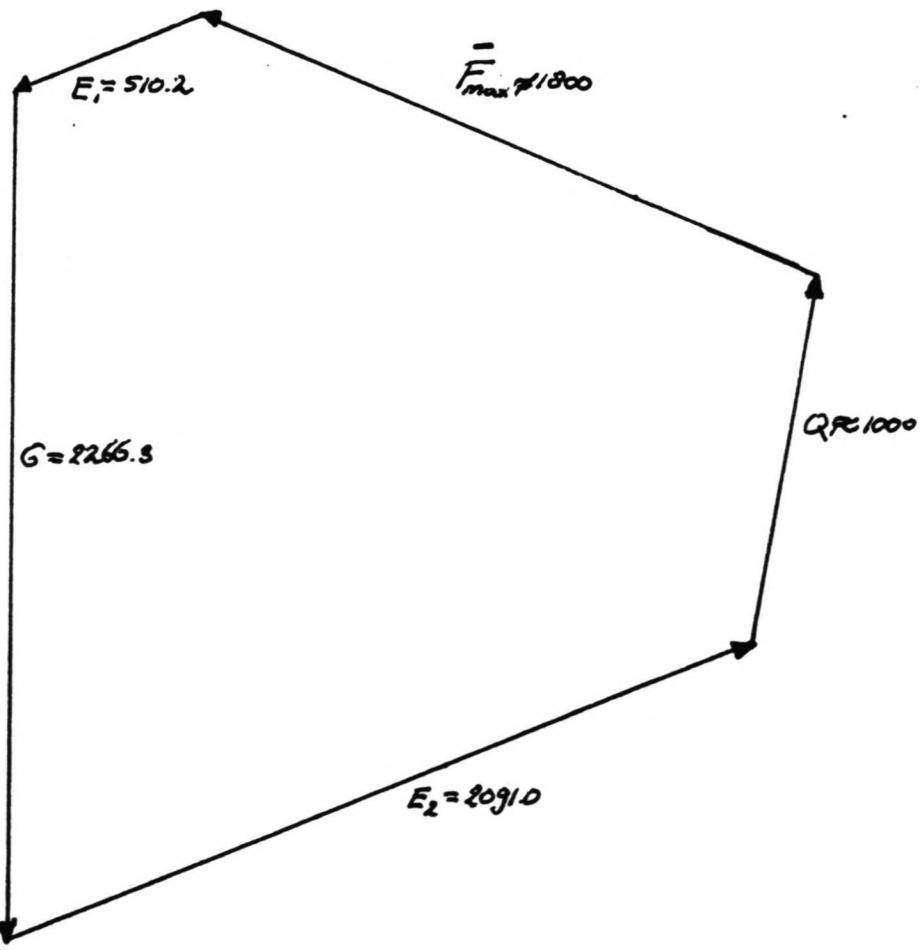
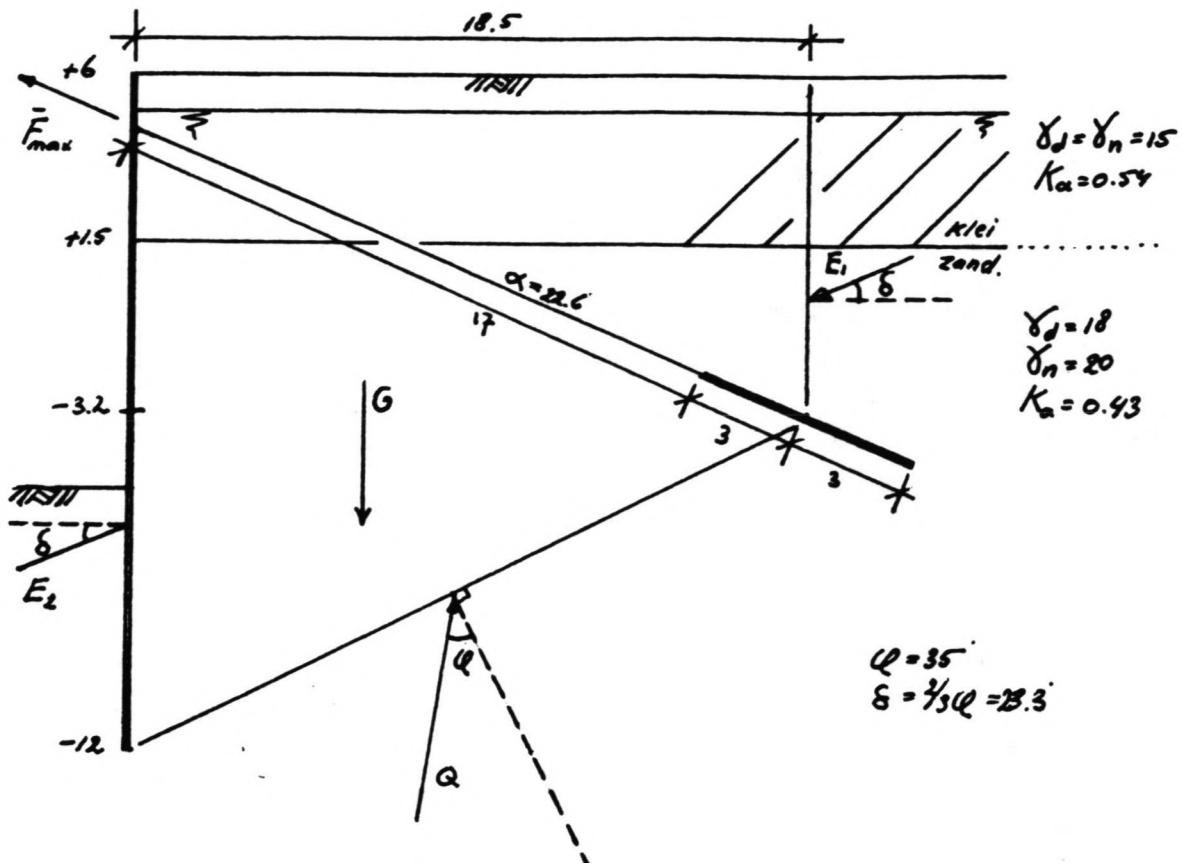
Pons

$$F_u = f_{ccon,10} \pi \cdot d_m \cdot (b_{ay} + d_m) \quad (\text{ankerplatte} = 100 \times 100 \text{ mm})$$

$$\left. \begin{array}{l} f_{ccon,10} = 12 \\ d_m = 1050 \\ b_{ay} = 2 \frac{100}{\pi} = 64 \end{array} \right\} F_u = 4657.8 \text{ kN}$$

$$(T + P_m) \cos \alpha = 518.8 \text{ kN} \quad \left. \begin{array}{l} \\ g = 9 \end{array} \right\}$$

Brygell stabilitet.



Bylage 12 detail prefab-element.

dimensionering op sterkte (trekkkracht)

$$F(t) = 200 \text{ kN} \rightarrow 100 \text{ kN/m}' \quad (\text{breedte element } b=2 \text{ m})$$

$$M(t) = 100 (6-2) = 400 \text{ knm/m}' \quad (\text{laagste bolder op NAP+2})$$

$$M(t)_u = 1.7 M(t) = 680 \text{ knm/m}'$$

$h=550 \text{ mm}$ (wandbolder: diepte = 350 mm. extra ruimte: 200 mm)

$$\omega_{min} = 0.2 (0.8 + 0.4 \cdot h^{-0.6}) \cdot \frac{f_{ctm,0}}{f_s} = 1.92 \cdot 10^{-3}$$

$$\left. \begin{array}{l} h=550 \text{ mm} \\ c=30 \text{ mm} \\ \phi_K=20 \text{ mm} \\ \phi_{cs}=8 \text{ mm} \end{array} \right\} d=502 \text{ mm} \rightarrow \text{toegestaan } \phi 20-95 = 3307 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\omega_d = 0.6587 \%$$

$$\bar{M} = 688.2 \text{ knm/m}'$$

gebruiksstadium ($\delta=1$) $t=0$

$$E = 4100 + \omega_d \cdot 10^3 = 7789 \text{ N/mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = 1.38 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$EI = 1.08 \cdot 10^5 \text{ mm}^2 \Rightarrow$$

verdeelwapening (20%) \rightarrow toegestaan $\phi 8-75 = 670 \text{ mm}^2/\text{m}$ (20.3%)

dimensionering op sterkte (drukkracht)

doorbuiging element bij drukkracht (parallelleystand)

$$\delta = \frac{Fe^3}{3EI}, \quad \text{laagwater dan } l=6 \text{ m} \text{ en } F=1500 \delta$$

$$\text{hoogwater dan } l=2.75 \text{ m} \text{ en } F=15579 \delta$$

$$E_{kin,max} = 0.2161 \text{ knmr} \quad E_{pot} = \frac{1}{2} \cdot F \cdot \delta \quad (\text{zie bylage scheepstrachten})$$

$$\text{laagwater : } \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot \delta \cdot \delta = 0.2161$$

$$\left. \begin{array}{l} \delta = 0.017 \text{ m} \\ F = 25.5 \text{ kn/m}' \\ M = 162.7 \text{ knm/m}' \end{array} \right\} \text{Niet maatgevend}$$

$$\text{hoogwater : } \frac{1}{2} \cdot 15579 \cdot \delta \cdot \delta = 0.2161$$

$$\left. \begin{array}{l} \delta = 5.27 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ F = 82.1 \text{ kn/m}' \\ M = 225.7 \text{ knm/m}' \end{array} \right\} \begin{array}{l} M_u = 388.6 \text{ knm/m}' \\ \text{pas toe : } \phi 20-185 = 1689 \text{ mm}^2/\text{m} \\ \omega_d = 0.3364 \\ \bar{M} = 386.9 \\ EI = 5.45 \cdot 10^4 \end{array}$$

2^e iteratie met $EI = 5.95 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

$$\left. \begin{array}{l} F = 23.584 \delta \\ S = 4.28 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ F = 101.0 \text{ kN/m} \\ M = 277.6 \text{ kNm/m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} M_u = 472.0 \text{ kNm/m} \\ \text{pas toe } \phi_{20-145} = 216.7 \text{ mm}^2/\text{m} \\ \omega_d = 0.4816 \% \\ \bar{F} = 483.0 \end{array}$$

$$EI = 6.02 \cdot 10^4 \quad (\Delta = 1.2\%)$$

verdeelwapingen (20%) $\rightarrow \phi_{8-75} = 670 \text{ mm}^2/\text{m}$

(randgaande beugels over voor- en achterzijde element)

afschuiving: $D_{\max} = 101.0 \text{ kN/m}$

$$\gamma_u = 1.7 \cdot \frac{101 \cdot 10^3}{1000 \cdot 550} = 0.31 \text{ N/mm}^2 < \frac{1}{3} f_{c'mo} = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

Stabiliteit by stelprocedure

geschat gewicht element $G_0 = (6 + 1.7) 0.55 \cdot 24 = 101.6 \text{ kN/m} = 203.3 \text{ kN}$

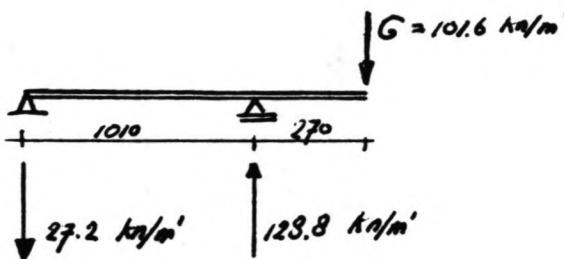
1 bolder per element $G_1 = 0.82 \text{ kN}$

3 wandbolders per element
zonder bebon $G_2 = 3 \cdot 2.16 = 6.48 \text{ kN}$
 $G_3 = 3 \cdot (0.35 \cdot 0.8 \cdot 0.75) \cdot 24 = 15.12 \text{ kN}$

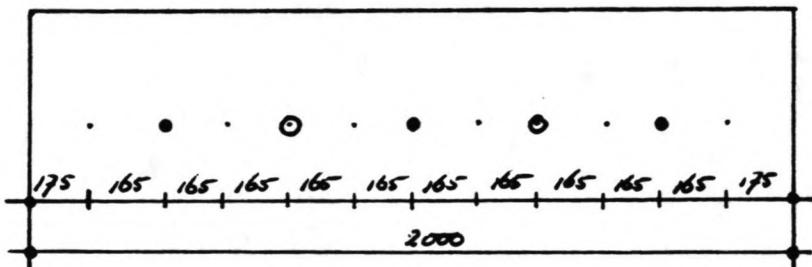
$$G(\text{element met bolders}) = G_0 + G_1 + G_2 - G_3 = 195.48 \text{ kN}$$

$$G(\text{element zonder bolders}) = G_0 = 203.3 \text{ kN} (\rightarrow \text{maatgevend})$$

Zwaartepunt $x = \frac{6 \cdot 0.55 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.55 + 1.7 \cdot 0.55 \cdot (0.55 + \frac{1}{2} \cdot 1.7)}{(6 + 1.7) \cdot 0.55} = 0.52$



posities stelpunten per element. (voor en achter)



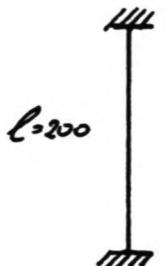
● = stelpunt

, ○ = hoofdopening

achterstelpunt (trek) $\rightarrow F = 0.67 \cdot 27.2 = 18.22 \text{ kN}$ $\left. \begin{array}{l} \sigma_L = 14.5 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sy} \\ A = \frac{1}{4} \pi \cdot 40^2 = 1256.6 \text{ mm}^2 \end{array} \right\}$

voorstelpunt (druk) $\rightarrow F = 0.67 \cdot 128.8 = 86.3 \text{ kN}$ $\left. \begin{array}{l} \sigma_L = -68.8 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sy} \\ A = \frac{1}{4} \pi \cdot 40^2 = 1256.6 \text{ mm}^2 \end{array} \right\}$

stabiliteit t.o.v. knik



$$I = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi \cdot 10^4}{4} = 1.26 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

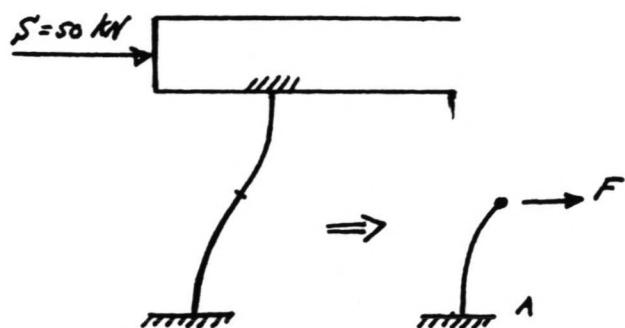
$$E = 210 \cdot 10^3$$

$$F = 68.8 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} n = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 1.26 \cdot 10^5}{1/2 \cdot 200^2 \cdot 68.8 \cdot 10^3} = 190 \end{array} \right\}$$

Stabiliteit door stootbelasting

stootlast op te vangen door achterste steelpunten.



$$F = 50 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{3} = 8.3 \text{ kN/stoot}$$

$$M_a = 8.3 \cdot 0.1 = 0.83 \text{ kNm}$$

$$\Delta \sigma^2 = \frac{M}{I} \cdot r = \frac{0.83 \cdot 10^6}{1.26 \cdot 10^5} \cdot 20 = 131.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= 131.7 + 14.5 = 146.2 \text{ N/mm}^2 \\ \tau &= \frac{20 \cdot 50 \cdot 10^3}{3 \cdot \frac{1}{4} \pi 40^2} = 13.3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \sigma_{\max} &= \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau^2} = 148 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sy} \\ (\text{von Mises}) & \quad (f=2.7) \end{aligned}$$

Met achterstaun $\phi 32$ werd de vereiste verhogerid $f=1.5$ niet gehaald

BIJLAGE 13

R I J K S W A T E R S T A A T

BOUWDIENST RWS
AFDELING KOSTPRIJSZAKEN (DIBK)
POSTBUS 20000
3502 LA UTRECHT

Bestek : HVANWANR
Omschrijving: SLUIS LITH AFSTUDEER PROJECT
H VAN WANROOY
TU. DELFT

Peildatum : 27-08-91

Ramer : BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT AFD. DIBK

Printdatum: 29-08-91
Printtijd : 02:34:58

Rijkswaterstaat

Projekt : HVANWANR

SLUIS LITH AFSTUDEER PROJECT

Printdatum: 29-08-91

Peildatum: 27-08-91

Printtijd: 02:29:48

Begroting: L

TOTAAL VAN DE DIRECTE KOSTEN

Blad: 1

Kodenummer	Omschrijving	Hoeveelhd Ehd	Norm Fk	Totaal
N-A12A	GRONDWERK DROOG	1 GLD		
P-12A2	ONTGR. & VERW. DEPOT ± 1.5 km	7.000 M3		
U-220103.AB DAB	Grond ontgraven en laden Grote bouwputten HGR 2500 ltr middelzw. grond	7.000 m3	3,69	25.830
W-220201.155241 GB	Transport van grond/puin	7.700 m3	2,17	16.709
U-220302.ABAA B	Grond verwerken in depot Gr. lichamen schuifafst. 25 m BRD 12 ton middelzw. grond	7.700 m3	,72	5.544
S-220299.01	Uitvoering ged.grondwerk	7.000 m3	,52	3.640
Z-AFR	Afronding	940 gld	1,00	940
P-12A2	ONTGR. & VERW. DEPOT ± 1.5 km	7.000 M3	7,50	52.563
N-A12A	GRONDWERK DROOG	1 GLD 52.493,00		52.563
N-A12B	GRONDWERK NAT	1 GLD		
P-12B4	NAT ONTGRAVEN BOUWKUIP	31.500 M3		
V-220103.004	Ontgr.put/haven nat kraansch.	31.500 m3	3,50	110.250
V-220201.0118	Grond vervoer nat 18 km	315 Om3	710,14	223.694
V-220302.003	Verwerken op onderwater depot	315 Om3	1,37	432
V-220299.01	Uitvoering ged.grondwerk	31.500 m3	,52	16.380
Z-AFR	Afronding	3.780 gld	1,00	3.780
P-12B4	NAT ONTGRAVEN BOUWKUIP	31.500 M3	11,25	354.536
P-1217	EGALISEREN BODEM	3.500 M2	5,00	17.500
P-1215	ZANDDICHT FILTERDOEK	3.500 M2		
S-520199.001	Samenstellen zinkstuk met zool van kunststof	3.500 m2	12,70	44.450
P-1215	ZANDDICHT FILTERDOEK	3.500 M2	12,70	44.450
P-1216	BESTORTING	12.662 TON		
S-521201.001	Aanbrengen bestorting tijdens	1.947,416 TON	29,33	57.118
S-521211.001	Aanbrengen nabestorting	10.714,58 TON	29,99	310.616
Z-AFR	Afronding	-633,1 gld	1,00	-633
P-1216	BESTORTING	12.662 TON	29,00	367.100
N-A12B	GRONDWERK NAT	1 GLD 783.516,5		783.586
N-A13	DAMWANDEL EN VERANKERINGEN	1 GLD		
P-1308	GROND ANKERS	400 ST		
S-419801.32DL25	Groutanker Ø 32 def. L= 25.0m	400 st	2.535,10	1.014.040
Z-A&A	PST Aan & Afvoerkosten	40 st	60,00	2.400
Z-AFR	Afronding	-440 gld	1,00	-440

Projekt : HVANWANR	SLUIS LITH AFSTUDEER PROJECT	Printdatum: 29-08-91		
Peildatum: 27-08-91		Printtijd: 02:29:48		
Begroting: L	TOTAAL VAN DE DIRECTE KOSTEN	Blad: 1		
<hr/>				
Kodenummer	Omschrijving	Hoeveelhd Ehd	Norm Fk	Totaal
N-A12A	GRONDWERK DROOG	1 GLD		
P-12A2	ONTGR. & VERW. DEPOT ± 1.5 km	7.000 M3		
U-220103.AB DAB	Grond ontgraven en laden Grote bouwputten	7.000 m3	3,69	25.830
W-220201.155241	HGR 2500 ltr middelzw. grond			
U-220302.ABAA B	Transport van grond/puin	7.700 m3	2,17	16.709
	Grond verwerken in depot	7.700 m3	,72	5.544
	Gr.lichamen schuifafst. 25 m			
	BRD 12 ton middelzw. grond			
S-220299.01	Uitvoering ged.grondwerk	7.000 m3	,52	3.640
Z-AFR	Afronding	840 gld	1,00	840
P-12A2	ONTGR. & VERW. DEPOT ± 1.5 km	7.000 M3	7,50	52.563
N-A12A	GRONDWERK DROOG	1 GLD 52.493,00		52.563
<hr/>				
N-A12B	GRONDWERK NAT	1 GLD		
P-12B4	NAT ONTGRAVEN BOUWKUIP	31.500 M3		
V-220103.004	Ontgr.put/haven nat kraansch.	31.500 m3	3,50	110.250
V-220201.0118	Grond vervoer nat 18 km	315 Cm3	710,14	223.694
V-220302.003	Verwerken op onderwater depot	315 Cm3	1,37	432
V-220299.01	Uitvoering ged.grondwerk	31.500 m3	,52	16.380
Z-AFR	Afronding	3.780 gld	1,00	3.780
P-12B4	NAT ONTGRAVEN BOUWKUIP	31.500 M3	11,25	354.536
P-1217	EGALISEREN BODEM	3.500 M2	5,00	17.500
P-1215	ZANDDICHT FILTERDOEK	3.500 M2		
S-520199.001	Samenstellen zinkstuk met zool van kunststof	3.500 m2	12,70	44.450
P-1215	ZANDDICHT FILTERDOEK	3.500 M2	12,70	44.450
P-1216	BESTORTING	12.662 TON		
S-521201.001	Aanbrengen bestorting tijdens 1.947,416 TON	29,33	57.118	
S-521211.001	Aanbrengen nabestorting	10.714,58 TON	28,99	310.616
Z-AFR	Afronding	-.633,1 gld	1,00	-.633
P-1216	BESTORTING	12.662 TON	29,00	367.100
N-A12B	GRONDWERK NAT	1 GLD 783.516,5		783.586
<hr/>				
N-A13	DAMWANDEN EN VERANKERINGEN	1 GLD		
P-1308	GROND ANKERS	400 ST		
S-419801.32DL25	Groutanker Ø 32 def. L= 25.0m	400 st	2.535,10	1.014.040
Z-A&A .	PST Aan & Afvoerkosten	40 st	60,00	2.400
Z-AFR	Afronding	-.440 gld	1,00	-.440

Projekt : HVANWNR	SLUIS LITH AFSTUDEER PROJECT	Printdatum: 29-08-91		
Peildatum: 27-08-91		Printtijd: 02:29:48		
Begroting: L	TOTAAL VAN DE DIRECTE KOSTEN	Blad: 2		
<hr/>				
Kodenummer	Omschrijving	Hoeveelhd Ehd	Norm Fk	Totaal
P-1308	GROND ANKERS	400 ST	2.540,00	1.016.000
N-A13	DAMWANDEL EN VERANKERINGEN	1 GLD	1.016.000	1.016.000
N-A21	BETON CONSTRUCTIES	1 GLD		
P-2201	DIEPWANDEL	7.200 M2		
S-4105DW.01	Diepwand gew.beton D= 1.15m D= 18.0 m1 L 2x200 m	7.200 m2	538,86	3.879.792
Z-AFR	Afronding	8.215,2 gld	1,00	8.215
P-2201	DIEPWANDEL	7.200 M2	540,00	3.888.007
P-2202	COLLOIDAAL BETON	110 M3	250,00	27.500
P-2203	RUW-,SCHOONHAKKEN BOVENKANT	80 M3		
S-112201.13	Ruw maken bovenkant bentoniet	400 m1	53,64	21.456
Z-AFR	Afronding	144,8 gld	1,00	145
P-2203	RUW-,SCHOONHAKKEN BOVENKANT	80 M3	270,00	21.601
P-2204	KRIMPARME MORTEL	230 M3		
S-450501.002	Krimparme mortel grote hoev.	230 m3	950,00	218.500
P-2204	KRIMPARME MORTEL	230 M3	950,00	218.500
P-2205	BEKISTING KRIMPARME-MORTEL	400 M2		
S-420116.0110	Be-,ontk.vloer d= 1.00 m	400 m2	137,83	55.132
Z-AFR	Afronding	868 gld	1,00	868
P-2205	BEKISTING KRIMPARME-MORTEL	400 M2	140,00	56.000
P-2206	PREFABELEMENTEN	200 ST		
W-6YBET .002	Bek.,wap.,Beton totaal prijs	1.700 m3	1.500,00	2.550.000
S-423299.002	Aanbr. Haalkom 200 Kn	14 st	1.600,00	22.400
S-423299.005	Aanbr. bolder 200 Kn 70 kg/st	28 st	789,00	22.092
S-423299.001	Aanbr. stalen dekzerk profiel	400 m	169,64	67.856
X-7KHB11.1004	T-Kraan hydr.tele. band 125 t	400 uur	427,71	171.084
Z-501C4 .100	Vakman GWW	2.400 uur	50,00	120.000
Z-AFR	Afronding	46.568 gld	1,00	46.568
P-2206	PREFABELEMENTEN	200 ST	15.000,00	3.000.000
N-A21	BETON CONSTRUCTIES	1 GLD	7.211.600	7.211.608
N-A35	STAALCONSTRUCTIE	1 GLD		
P-3501	BEVESTIGINGSMIDDELLEN	1 gld		
Z-6T6AV4.2	B39 Draadeind M42 verzinkt	1.200 m	100,00	120.000

Projekt : HVANWANR SLUIG LITH AFSTUDEER PROJECT Printdatum: 29-08-91
 Peildatum: 27-08-91 Printtijd: 02:29:48
 Begroting: L TOTAAL VAN DE DIRECTE KOSTEN Blad: 3
 ======
 Kodenummer Omschrijving Hoeveelhd Ehd Norm Fk Totaal
 ----- -----
 Z-6T65C3. 839 Moeren M 42 kwaliteit 8.8 36 Cst 1.364,00 49.104
 Z-6T65C3. 839 Sluitring M 42 kw. 8.8 72 Cst 206,00 14.832
 Z-6T9KOP. 839 Koppel bussen M42 kw. 8.8 1.200 st 50,00 60.000
 S-112301.05 Afbranden stekken 3.636 st 2,50 9.090

 P-3501 BEVESTIGINGSMIDDELLEN 1 gld 253.026,0 253.026

 P-3502 STEL EN KLEMCONSTRUCTIE 84,9 TON

 S-539999.001 Maken staalconstructie 84.900 kg 7,00 594.300

 P-3502 STEL EN KLEMCONSTRUCTIE 84,9 TON 7.000,00 594.300

 N-A35 STAALCONSTRUCTIE .1 GLD 847.326,0 847.326

 P-9101 AAN-,AFVOERK. TBV DIEPWANDEN 1 pst 60.000,00 60.000

 L TOTAAL VAN DE DIRECTE KOSTEN 9.971.083

Projekt : HVANWANR SLUIS LITH AFSTUDEER PROJECT Printdatum: 29-08-91
 Peildatum: 27-08-91 Printtijd: 02:29:48
 Begroting: L TOTAAL VAN DE DIRECTE KOSTEN Blad: 4
 ======
 Kodenummer Omschrijving Hoeveelhd Ehd Norm Fk Totaal

 Transport subtotal qld 9.971.083

91 EENMALIGE KOSTEN

911010 Inrichten werkterrein gld
911020 Opruimen werkterrein gld
911030 Vervaardigen tek./ber. gld

929090 Uitvoeringskosten	5 %	498.554
939990 Algemene kosten	3 %	314.089
949990 Winst en risico	6 %	647.024
990000 Onvoorzien	5 %	571.537

950010 Stelposten gld

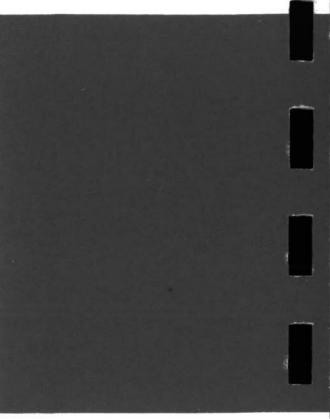
Bijdrage S.C.W. 0.05% gld
Bijdrage R.A.W. (max 50.000,-) ,1 % 12.002

BTW 18.5 % 2.222.616

Door het Rijk ter beschikking
te stellen materialen
inclusief BTW gld

Totaal van de geraamde kosten gld 14.236.759
inclusief BTW





889619