

ONTWERPNOTITIE DO-GM-ENG-0255-1

Aan: L. den Herder
 Kopie: F. Verhoeven, Wilma van Heugten

Project: Bestorngen ter plaatse van schaadlijken
 Titel: Oeverbekleding Visserweert
 Referentie: DO-GM-ENG-0255-1
 Versie: 1
 Status: Definitief
 Datum: 19-05-2016

Revisie geschiedenis

Revisie	Datum:	Opgesteld door:	Wijzigingen:
A	04-12-2015	R.B.M. Peters	-
1	19-05-2016	R.B.M. Peters	Ontwerp oeverbekleding

Controle status

	Naam:	Datum:	Paraaf:
Opgesteld:	R.B.M. Peters	25-05-2016	
Tweede lezer:	A. van den Berg	25/05/2016	
Derde lezer:	L. de Gier	25-05-2016	
Geaccordeerd:	L. den Herder	25-5-16	
Vrijgave:	C.P.J. van der Veeke	26-05-16	

INHOUD	blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	1
1.3 Locatie	1
1.4 Leeswijzer	2
2 ALGEMENE GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN	3
2.1 Bronnen en richtlijnen	3
2.2 Uitgangspunten	3
2.2.1 Geometrie en ondergrond	3
2.2.2 Hydraulische belasting	3
2.2.3 Materiaaleigenschappen	5
2.2.4 Levensduur	5
3 SITUATIEBESCHRIJVING	6
3.1 Huidige oeverbescherming	6
3.2 Stabiliteit taluds	7
4 ONTWERPMETHODIEK	8
4.1 Rekenregel stortsteen (Pilarczyk)	8
4.2 Invoer	9
4.3 Berekeningsresultaten	9
5 ONTWERPBESCHRIJVING	10
5.1 Sectie rkm. 48,8 - 49,1	10
5.2 Sectie rkm. 49,2 en het noordtalud	10
5.2.1 Ontwerpprofiel	11
5.2.2 Geotextiel	11
5.2.3 Aansluitingen	12

FIGUREN

Figuur 1.1 Locatie Visserweert.....	2
Figuur 1.2 Situatie ten noorden van Visserweert	2
Figuur 2.1 WAQUA uitvoerpunten (paarse stippen) over de ontwerpprofielen.....	4
Figuur 2.2 WAQUA-resultaten voor rkm 48.8 (blauw: waterstand [m] t.o.v. NAP, groen: WAQUA-bodemprofiel [m] t.o.v. NAP, rood: stroomsnelheid [m/s]).....	4
Figuur 3.1 Veronderstelde dwarsprofielen per locatie	6

TABELLEN

Tabel 2-1 Standaard steengraderingen	5
Tabel 4-1 Berekeningsresultaten met aangepaste taludhellingen	9
Tabel 5-1 Vergelijking aangetroffen bekleding en berekende bestorting 48,8 - 49,1	10
Tabel 5-2 Benodigde bestorting verflauwde taluds 49,2	11

BIJLAGEN

I Fotoverslag veldbezoek	
II Ontwerptekening oeverbescherming	
III Hydraulische condities per dwarsprofiel	

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In het Maasdal is Consortium Grensmaas B.V. (CG) bezig met de uitvoering van het Grensmaasproject. Eén van de doelstellingen van het Grensmaasproject is het verhogen van de hoogwaterbescherming in het projectgebied. In eerste instantie gebeurt dit door middel van een rivierverruiming, die zorgt voor lagere waterstanden tijdens hoogwater.

Ondanks de verruiming van de rivier en de verlaging van de waterstanden, heeft de bestaande dijk niet op alle locaties voldoende hoogte. Op een aantal locaties neemt CG maatregelen om de waterkeringen zodanig te versterken, dat deze voldoen aan de wettelijke norm voor dijkveiligheid. Dit betekent niet alleen het ophogen van de waterkering, maar ook het versterken van de waterkering ten behoeve van de stabiliteit. Met het Rijk is de afspraak gemaakt dat vóór 1 januari 2018 het beschermingsniveau tegen overstromen van deze primaire waterkeringen is verhoogd tot 1/250 jaar.

1.2 Doel

Het Consortium Grensmaas is verantwoordelijk voor het ontwerp van de dijkverhogingen en -versterkingen binnen de afgesproken versterkingsopgave. Aan de hand van verschillende faalmechanismen wordt in dit kader de huidige dijk beoordeeld en wordt er een ontwerp opgesteld.

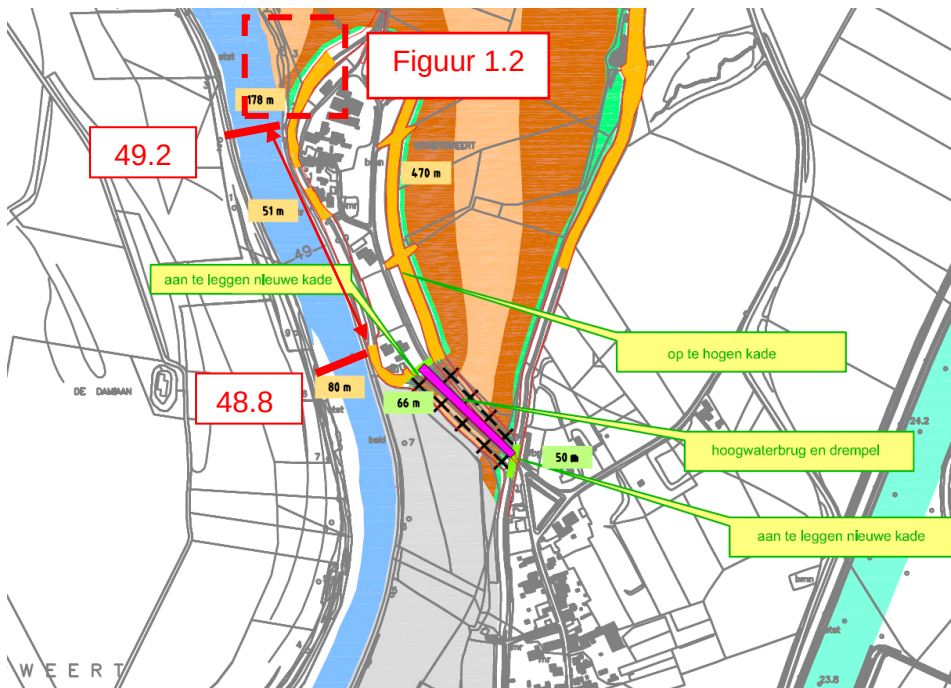
Bij de beoordeling van de stabiliteit en sterkte van de dijken wordt ook gekeken naar de stabiliteit van de bekleding en de stabiliteit van het buitentalud/voorland. Op drie locaties is sprake van een dijk waarvan het buitentalud rechtstreeks overloopt in de oever van de Maas (er is geen voorland aanwezig). Dit worden schaaldijken genoemd. Op deze locaties zijn de stroomsnelheden nabij de dijk relatief hoog en is er geen ruimte om enige erosie toe te staan. In de voorliggende notitie is de benodigde oeverbestorting bepaald. Vervolgens is gekeken of de huidige oevers van de schaaldijken voldoen, of dat er een versterkingsmaatregel nodig is.

1.3 Locatie

Er is sprake van een schaaldijk op de volgende drie locaties:

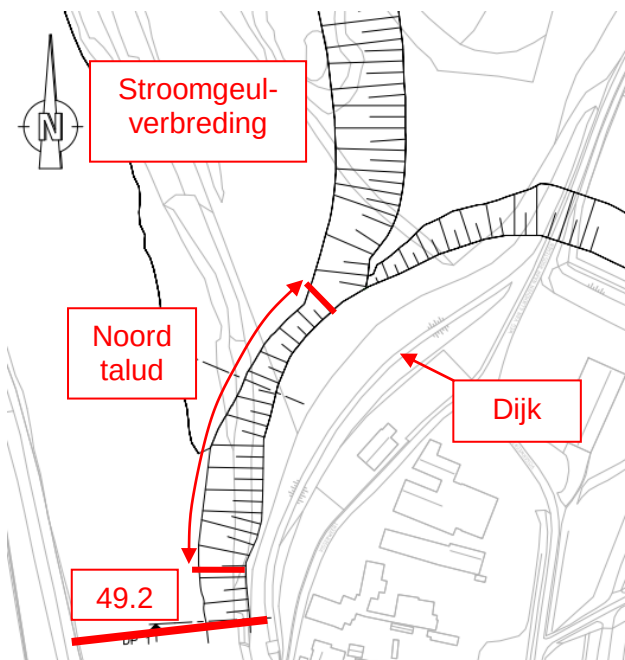
- Maasband (dijkkring 87, dijkvakken 50.410.14 en 50.410.15);
- Obbicht (dijkkring 84, dijkvakken 50.510.7 en 50.510.8);
- Visserweert (dijkkring 83, dijkvakken 50.540.2, 50.540.3 en 50.540.4).

Deze notitie gaat in op de beoordeling van de oeverbekleding op het traject Visserweert. De huidige bestorting bevindt zich aan de westzijde van het dorp. In Figuur 1.1 is het traject aangegeven met een rode pijl. Ten oosten van het dorp wordt een nevengeul gerealiseerd, waardoor de stroomsnelheden in de geul van de Maas worden verlaagd.



Figuur 1.1 Locatie Visserweert

Aan de noordzijde van het dorp wordt een stroomgeulverbreding gerealiseerd. Tussen de dijk en deze vergraving komt een talud welke ook wordt bekleedt. Een overzicht is getoond in Figuur 1.2.



Figuur 1.2 Situatie ten noorden van Visserweert

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de algemene gegevens en uitgangspunten beschreven. In hoofdstuk 3 is de situatiebeschrijving gegeven, die is gebaseerd op het veldbezoek. De ontwerpmethodiek voor de bestorting is beschreven in hoofdstuk 4, gevolgd door de ontwerpbeschrijving in hoofdstuk 5.

2 ALGEMENE GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

2.1 Bronnen en richtlijnen

In deze notitie is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- [DO-GM-ENG-0228-2] Dijkontwerp, definitief ontwerp: Dijkring 83 - Visserweert, d.d. 03-05-2016.

De volgende richtlijnen en eisen zijn gehanteerd voor de berekeningen van de steenbestorting:

- CIRIA C683 , The Rock Manual, CUR, London, 2nd edition 2007;
- CUR C205, Ontwerprichtlijn voor geotextielen onder steenbekledingen, voorlopige versie van de eenvoudige methode, 2016;
- Dikes And Revetments: Design, Maintenance And Safety Assessment, K. W. Pilarczyk, Taylor & Francis, 1998.

2.2 Uitgangspunten

2.2.1 Geometrie en ondergrond

De taludhelling van de oever is variabel en er is onderscheid te maken tussen het onder- en boventalud. Het ondertalud is op het steilste profiel ongeveer 1:1,8 en het boventalud 1:2,3. Deze waarden zijn overgenomen uit de ingemeten dwarsprofielen van het waterschap (ACAD-5054000p_t.dwg).

De overgang tussen het onder- en boventalud ligt rond NAP +28 m en de bodem van de Maas ligt op een niveau van NAP +20 m. De bovenkant van de oevers (dijken rondom Visserweert) ligt op een niveau van circa NAP +32 m.

De ondergrond bestaat uit toutvenant (zandig grind) onderop het talud met klei hogerop de taluds.

2.2.2 Hydraulische belasting

De hydraulische belasting bestaat uit stromingsbelasting, waterstanden en golfbelasting.

Stromingsbelasting en waterstanden

Het computerprogramma WAQUA berekent een hoogwatergolf tijdens maatgevende omstandigheden. Voor deze locatie is gebruik gemaakt van model shm516_actelba. In dit model zijn de Vlaamse ingrepen al meegenomen, alsook de geplande ingrepen in het Nederlandse gebied. Het model geeft daardoor de situatie aan zoals deze op zal treden wanneer het project Grensmaas volledig is afgerond.

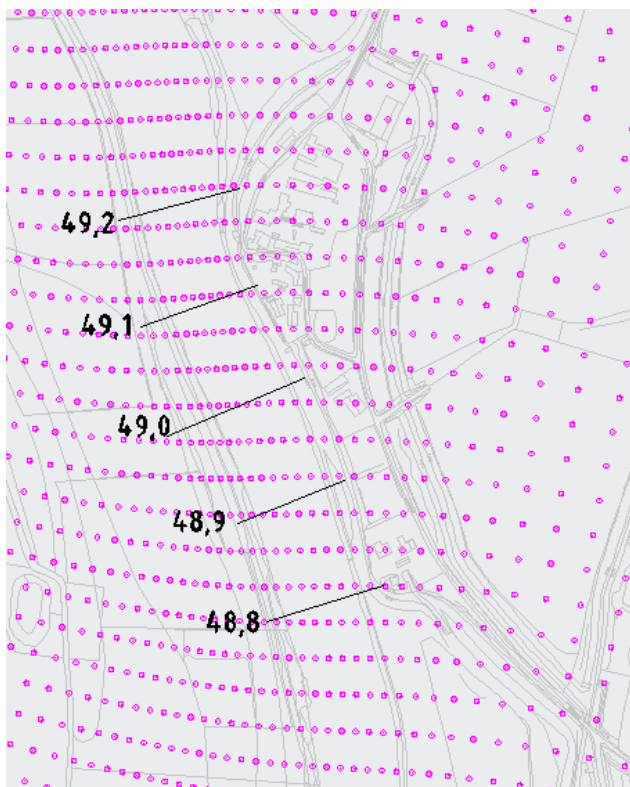
In het model is gekeken naar de maximale stroomsnelheden bij een debiet van 3800 m³/s, wat overeenkomt met een 1/1250 jaar hoogwatergolf. Uit analyses is gebleken dat deze golf tot de maatgevende stroomsnelheden leidt.

De uitvoerpunten van WAQUA liggen niet op dezelfde lijn als de dwarsprofielen van de rivier. Om deze reden wordt de WAQUA uitvoer eerst vertaald naar dwarsprofielen, waardoor de hydraulische condities op de gewenste locaties uit te lezen zijn. Hiertoe zijn de volgende stappen doorlopen:

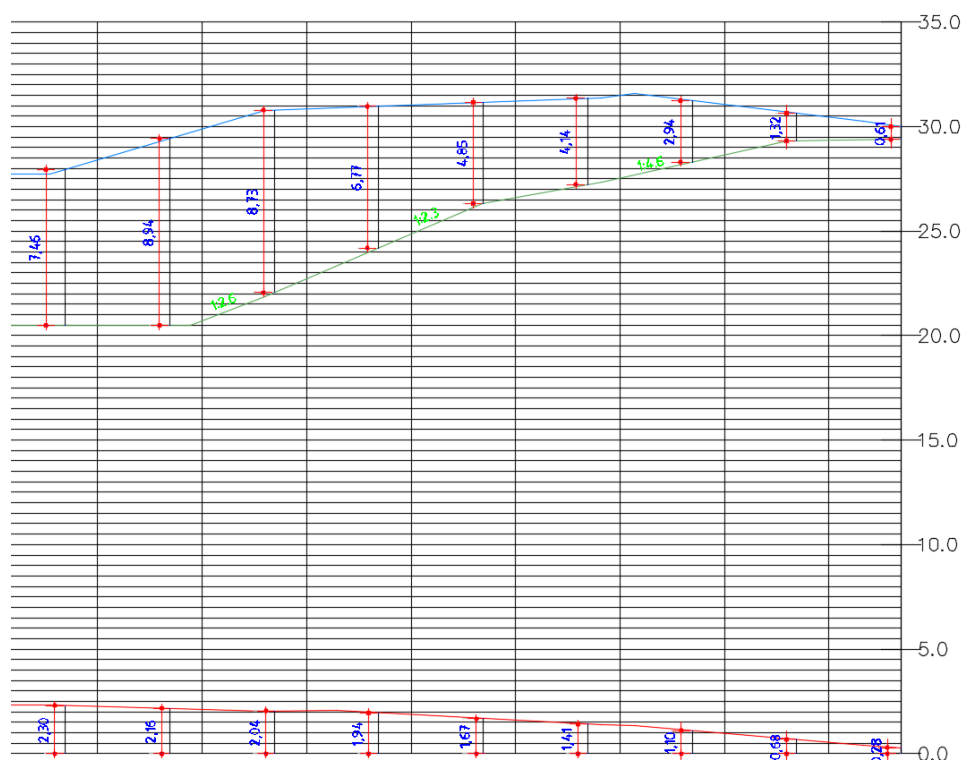
- intekenen uitvoer van WAQUA (stroomsnelheid, waterstand en bodemhoogte) per uitvoerpunt in het projectgebied;
- aanmaken van 'surfaces' tussen de uitvoerpunten. Met de surfaces kunnen de waarden op tussenliggende punten door middel van interpolatie worden vastgesteld;
- invoegen van de locaties van de ontwerpprofielen in dezelfde overzichtstekening (Figuur 2.1);

- opstellen van de ontwerpprofielen met bijbehorende hydraulische condities en WAQUA bodemprofiel (Figuur 2.2).

De hydraulische condities per profiel zijn weergegeven in bijlage II.



Figuur 2.1 WAQUA uitvoerpunten (paarse stippen) over de ontwerpprofielen



Figuur 2.2 WAQUA-resultaten voor rkm 48.8 (blauw: waterstand [m] t.o.v. NAP, groen: WAQUA-bodemprofiel [m] t.o.v. NAP, rood: stroomsnelheid [m/s])

Golfbelasting

De golfbelasting is verwaarloosbaar klein ten opzichte van de stromingsbelasting en is daarom niet beschouwd.

2.2.3 Materiaaleigenschappen

Het uitgangspunt is een soortelijke massa van waterbouwsteen van 2650 kg/m^3 , hieruit volgt een relatieve dichtheid van steen in zoet water (Δ) van 1,65. De hoek van inwendige wrijving van de bestorting is gesteld op 35° . Een minimale laagdikte van $2 \cdot D_{n50}$ is gehanteerd.

In de berekeningen is uitgegaan van standaard steengraderingen (conform NEN 13383). In Tabel 2-1 zijn de kenmerken van enkele graderingen weergegeven.

Tabel 2-1 Standaard steengraderingen

Gradering	$D_{n50,min} \text{ [m]}$	$D_{n50,gem} \text{ [m]}$
45/125 mm	0,053	0,067
63/180 mm	0,076	0,097
90/250 mm	0,104	0,135
5-40 kg	0,17	0,19
10-60 kg	0,21	0,24

In deze notitie is uitgegaan van de bovenstaande standaardgraderingen. Uit de berekeningen volgt dan ook het een bepaalde minimaal toe te passen standaardgradering. In de uitvoering kan er worden gekozen voor een hogere standaardgradering of een minimaal gelijkwaardige alternatieve gradering. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de toepassing op de filterconstructie en op de laagdikte (minimaal $2 \cdot D_{n50}$).

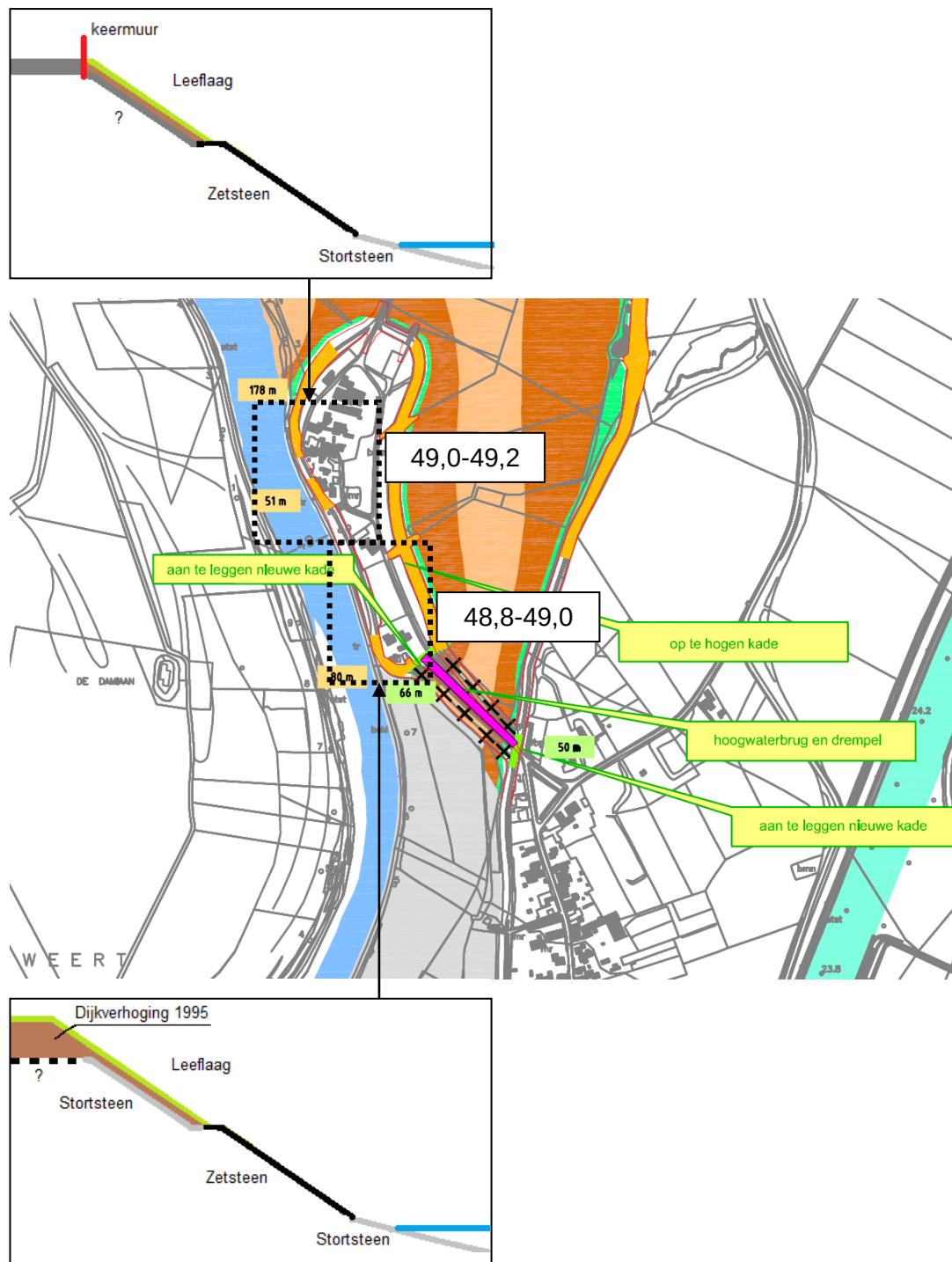
2.2.4 Levensduur

De levensduur van de constructie is 50 jaar.

3 SITUATIEBESCHRIJVING

3.1 Huidige oeverbescherming

Op 11-08-2015 heeft er een visuele inspectie plaatsgevonden van de aanwezige oeverbescherming. In bijlage I staat het fotoverslag van het bezoek. Op basis van dit bezoek is voor de secties 48,8-49,0 en 49,0-49,2 het veronderstelde aanwezige dwarsprofiel bepaald (Figuur 3.1). Wanneer er op of vlak onder het oppervlak regelmatig stortsteen of zetsteen zichtbaar is, is aangenomen dat zich onder de leeflaag een goed onderhouden doorlopende bekleding van dat type bevindt.



Figuur 3.1 Veronderstelde dwarsprofielen per locatie

3.2 Stabiliteit taluds

Uit notitie [DO-GM-ENG-0228-2] is gebleken dat de taluds van rkm 48,8 tot en met 49,1 in de huidige situatie voldoende stabiel zijn voor het faalmechanisme afschuiving. De taludhellingen op deze locatie worden derhalve niet gewijzigd.

Uit dezelfde notitie blijkt dat bij rkm 49,2 het talud onvoldoende stabiel is. De taludhelling zal hier verflauwd moeten worden tot een maximale helling van 1:2,5, waarbij de oever stabiel is voor het faalmechanisme afschuiving.

4 ONTWERPMETHODIEK

4.1 Rekenregel stortsteen (Pilarczyk)

De formule van Pilarczyk:

$$D = \frac{\phi_{sc}}{\Delta} \frac{0.035}{\psi_{cr}} k_h k_{sl}^{-1} k_t^2 \frac{U^2}{2g}$$

waarin:

$$k_h = 2 / \left(\log^2(1 + 12h / k_s) \right)$$

De toelichting op de parameters staat in CIRIA C683 op pagina 649. Voor sommige parameters is een ontwerpkeuze gemaakt, deze parameters zijn hier kort toegelicht:

1. Stabiliteitsfactor (Φ_{sc});
2. Turbulentiefactor (k_t^2);
3. Hellingsfactor (k_{sl});
4. Ruwheidshoogte (k_s);
5. Mobiliteitsfactor (ψ_{cr}).

1. Stabiliteitsfactor

De stabiliteitsfactor is 0,75 bij een doorgaande bestorting en 1,5 aan het einde van de bestorting. Omdat de bekleding op de oever helemaal doorloopt en aansluit op verdere bekleding is gekozen voor een stabiliteitsfactor van een doorgaande steenbestorting.

2. Turbulentiefactor

De turbulentiefactor is 1,0 tot 1,25 (turbulentie intensiteit $r=0,1$ tot $0,15$) bij een normale stroming en bij een rivierbuitenbocht is de turbulentiefactor 1,5 ($r = 0,2$).

Op het traject van rkm 48,8 tot 48,9 ligt de oever net na een buitenbocht, daarom wordt een turbulentiefactor van $r = 0,2$ toegepast. Tussen rkm 49,0 en 49,2 is de rivier recht en wordt een factor van $r = 0,15$ gebruikt.

De bodemruwheid (en dus de turbulentie) neemt toe bij een grotere steengradering. Als de berekende steengradering 10-60 kg of groter is, is daarom een toeslag van 10% op de turbulentie intensiteit (r) toegepast.

3. Hellingsfactor

De hellingsfactor is afhankelijk van de taludhelling en is per dijkprofiel bepaald.

4. Ruwheidshoogte

De ruwheidshoogte is een maat voor de ruwheid van de steenbestorting bij een gegeven waterdiepte. De ruwheidshoogte is 1 tot 3 keer de nominale diameter van de steenbestorting (D_{n50}). In de berekening is uitgegaan van een ruwheidshoogte van $2 \cdot D_{n50}$, conform Dikes And Revetments 1998. De D_{n50} komt overeen met de $D_{n50 \text{ min}}$ van de gekozen steengradering.

5. Mobiliteitsfactor

De mobiliteitsfactor is conform The Rock Manual gesteld op 0,035 (-).

De berekening kent twee 'slagen'. Bij de eerste slag is de ruwheidshoogte gekozen door een bepaalde gradering aan te nemen. Aan de hand van de uitkomst is in de tweede slag bepaald welke steengradering benodigd is en daar is de ruwheidshoogte op aangepast.

4.2 Invoer

De hydraulische en geometrische gegevens uit WAQUA zijn gebruikt als invoer voor de berekeningen, zoals beschreven in paragraaf 2.2.2. Uit inmetingen in het gebied is gebleken dat de daadwerkelijke taludhellingen steiler zijn dan de taludhellingen die uit WAQUA volgen. Een verklaring hiervoor is dat de gehanteerde dwarsprofielen niet precies samenvallen met de uitvoerpunten uit WAQUA. Zodoende kan het zijn dat het gehanteerde dwarsprofiel schuin op het WAQUA talud ligt, en daardoor een flauwere helling aangeeft. Om deze reden wordt gerekend met de steilere taludhellingen op traject 48,8 - 49,1 en met het verflauwde 1:2,5 talud bij 49,2. De overige gegevens uit WAQUA zijn gelijk gelaten, wat leidt tot een conservatieve benadering.

4.3 Berekeningsresultaten

In Tabel 4-1 zijn de berekeningsresultaten van de verschillende dwarsprofielen getoond.

Tabel 4-1 Berekeningsresultaten met aangepaste taludhellingen

	invoer					Eerste 'slag'										Tweede 'slag'				
profiel	locatie	snelheid m/s	water- diepte m	cot β 1:~	SF [-]	β	K _{sl}	K _s	K _h	r	kt	kr' ²	dn50 m	e	K _s	K _h	dn50 m	steengradering		
488	ondertalud	2,16	8,94	2,5	1,0	0,38	0,76	0,11	0,22	0,20	1,23	1,51	0,048	###	0,053	0,11	0,22	0,048	45/125 mm	
		2,04	8,73	2,5	1,0	0,38	0,76	0,11	0,22	0,20	1,23	1,51	0,043	###	0,053	0,11	0,22	0,043	45/125 mm	
		1,94	6,77	2,5	1,0	0,38	0,76	0,11	0,24	0,20	1,23	1,51	0,042	###	0,053	0,11	0,24	0,042	45/125 mm	
		1,67	4,85	2,5	1,0	0,38	0,76	0,11	0,27	0,22	1,28	1,63	0,037	###	0,053	0,11	0,27	0,037	45/125 mm	
	boventalud	1,41	4,14	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,22	0,20	1,23	1,51	0,020	###	0,022	0,04	0,22	0,020	geen	
		1,1	2,94	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,24	0,20	1,23	1,51	0,013	###	0,022	0,04	0,24	0,013	geen	
		0,68	1,32	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,31	0,20	1,23	1,51	0,007	###	0,022	0,04	0,31	0,007	geen	
		0,28	0,61	1000,0	1,0	0,00	1,00	0,04	0,41	0,20	1,23	1,51	0,001	###	0,022	0,04	0,41	0,001	geen	
489	ondertalud	1,88	8,42	2,1	2,0	0,44	0,66	0,21	0,28	0,20	1,23	1,51	0,104	###	0,105	0,21	0,28	0,104	90/250 mm	
		1,83	6,65	2,1	1,0	0,44	0,66	0,11	0,24	0,20	1,23	1,51	0,043	###	0,053	0,11	0,24	0,043	45/125 mm	
		1,62	4,74	2,1	1,0	0,44	0,66	0,11	0,27	0,20	1,23	1,51	0,037	###	0,053	0,11	0,27	0,037	45/125 mm	
	boventalud	1,38	3,62	2,1	1,0	0,44	0,66	0,11	0,29	0,20	1,23	1,51	0,030	###	0,053	0,11	0,29	0,030	45/125 mm	
		1,16	3,73	2,1	1,0	0,44	0,66	0,04	0,22	0,20	1,23	1,51	0,016	###	0,022	0,04	0,22	0,016	geen	
		0,82	2,04	3,8	1,0	0,26	0,90	0,04	0,27	0,20	1,23	1,51	0,007	###	0,022	0,04	0,27	0,007	geen	
490	ondertalud	1,9	8,82	1,8	1,0	0,51	0,53	0,11	0,22	0,15	1,12	1,24	0,043	###	0,053	0,11	0,22	0,043	45/125 mm	
		1,79	7,23	1,8	1,0	0,51	0,53	0,11	0,24	0,15	1,12	1,24	0,041	###	0,053	0,11	0,24	0,041	45/125 mm	
		1,59	5,71	1,8	1,0	0,51	0,53	0,11	0,25	0,15	1,12	1,24	0,035	###	0,053	0,11	0,25	0,035	45/125 mm	
		1,35	5,10	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,20	0,15	1,12	1,24	0,014	###	0,022	0,04	0,20	0,014	geen	
	boventalud	1,08	4,55	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,21	0,15	1,12	1,24	0,009	###	0,022	0,04	0,21	0,009	geen	
		0,83	2,18	2,4	1,0	0,39	0,74	0,04	0,26	0,15	1,12	1,24	0,007	###	0,022	0,04	0,26	0,007	geen	
		0,57	1,06	2,4	1,0	0,39	0,74	0,04	0,33	0,15	1,12	1,24	0,004	###	0,022	0,04	0,33	0,004	geen	
491	ondertalud	2,79	6,24	1,8	1,0	0,51	0,53	0,34	0,36	0,15	1,12	1,24	0,153	###	0,170	0,34	0,36	0,153	5-40 kg	
		2,64	6,73	1,8	1,0	0,51	0,53	0,34	0,35	0,15	1,12	1,24	0,134	###	0,170	0,34	0,35	0,134	5-40 kg	
		2,34	6,85	1,8	1,0	0,51	0,53	0,21	0,30	0,15	1,12	1,24	0,088	###	0,105	0,21	0,30	0,088	90/250 mm	
		1,87	5,41	1,8	1,0	0,51	0,53	0,11	0,26	0,15	1,12	1,24	0,049	###	0,053	0,11	0,26	0,049	45/125 mm	
	boventalud	1,28	4,27	1,8	1,0	0,51	0,53	0,04	0,21	0,15	1,12	1,24	0,019	###	0,022	0,04	0,21	0,019	geen	
		0,93	3,45	2,3	1,0	0,41	0,72	0,04	0,23	0,15	1,12	1,24	0,008	###	0,022	0,04	0,23	0,008	geen	
		0,65	1,10	2,3	1,0	0,41	0,72	0,04	0,33	0,15	1,12	1,24	0,006	###	0,022	0,04	0,33	0,006	geen	
492	ondertalud	2,51	6,45	2,5	1,0	0,38	0,76	0,15	0,27	0,15	1,12	1,24	0,065	###	0,076	0,15	0,27	0,065	63/180 mm	
		2,39	5,38	2,5	1,0	0,38	0,76	0,15	0,29	0,15	1,12	1,24	0,063	###	0,076	0,15	0,29	0,063	63/180 mm	
		2,04	5,36	2,5	1,0	0,38	0,76	0,11	0,26	0,15	1,12	1,24	0,041	###	0,053	0,11	0,26	0,041	45/125 mm	
		1,68	4,37	2,5	1,0	0,38	0,76	0,11	0,28	0,15	1,12	1,24	0,029	###	0,053	0,11	0,28	0,029	45/125 mm	
	boventalud	1,29	2,61	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,25	0,15	1,12	1,24	0,016	###	0,022	0,04	0,25	0,016	geen	
		0,82	2,01	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,27	0,15	1,12	1,24	0,007	###	0,022	0,04	0,27	0,007	geen	
		0,52	1,40	2,5	1,0	0,38	0,76	0,04	0,30	0,15	1,12	1,24	0,003	###	0,022	0,04	0,30	0,003	geen	

5 ONTWERPBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk is voor de verschillende secties de berekende en aangetroffen beschreven. Vervolgens is beoordeeld of en welke maatregelen uitgevoerd worden. Hierbij is het tracé in twee delen opgedeeld.

De eerste sectie beslaat rkm. 48,8 - 49,1, waar de taluds als stabiel zijn beoordeeld in notitie [DO-GM-ENG-0228-2] en derhalve niet verflauwd hoeven te worden. Bij deze sectie is beoordeeld of versterking van de taluds nodig wordt geacht, volgend uit de berekening in paragraaf 4.3.

De tweede sectie is rkm. 49,2 en het noordtalud. Het talud bij rkm. 49,2 is als onvoldoende stabiel beoordeeld in notitie [DO-GM-ENG-0228-2] en dient derhalve verflauwd te worden tot een maximale taludhelling van 1:2,5. Het verflauwde talud wordt bekleed met stortsteen. De steengrootte van deze bestorting volgt uit de berekening, zoals weergegeven in paragraaf 4.3. De bestorting van het noordtalud is gelijk gesteld aan de bestorting bij 49,2.

In bijlage II is de ontwerptekening opgenomen.

5.1 Sectie rkm. 48,8 - 49,1

Aangezien de taludhellingen op deze locatie stabiel zijn, zijn deze niet gewijzigd. Verder is beoordeeld of versterking van de oeverbescherming nodig wordt geacht (Tabel 5-1). Hierbij zijn de observaties tijdens het locatiebezoek in bijlage I gebruikt. Wanneer op of vlak onder het taludoppervlak een bepaald type bekleding is aangetroffen, is aangenomen dat deze bekleding zich verder onder het oppervlak een goed onderhouden doorlopende bekleding van dat type bevindt.

Tabel 5-1 Vergelijking aangetroffen bekleding en berekende bestorting 48,8 - 49,1

Profiel	locatie	aangetroffen bekleding	berekende bestorting	versterking nodig geacht?
48,8	ondertalud	zetsteen	45/125 mm	nee
	boventalud	stortsteen	geen	nee
48,9	ondertalud	zetsteen	45/125 mm	nee
	boventalud	stortsteen	45/125 mm	nee
49,0	ondertalud	zetsteen	45/125 mm	nee
	boventalud	onbekend	geen	nee
49,1	ondertalud	zetsteen	5-40 kg	nee
	boventalud	onbekend	geen	nee

Uit deze gegevens is geconcludeerd dat er geen versterkingsmaatregelen benodigd zijn op sectie 48,8 - 49,1. De bestaande zetsteenbekleding wordt hier derhalve gehandhaafd.

5.2 Sectie rkm. 49,2 en het noordtalud

In notitie [DO-GM-ENG-0228-2] is beschreven dat het talud bij rkm. 49,2 onvoldoende stabiel is. De taludhelling wordt daarom verflauwd tot een maximale taludhelling van 1:2,5, waarbij deze oever stabiel is. Op deze verflauwing wordt een stortsteenbekleding

aangebracht om het talud te beschermen. Uit de berekeningen in paragraaf 4.3 volgt de steensortering, welke is getoond in Tabel 5-2. In het werk kan er voor gekozen worden om een grotere om minimaal gelijkwaardige gradering toe te passen.

Tabel 5-2 Benodigde bestorting verflauwde taluds 49,2

Profiel	Benodigde steengradering	Toegepaste steengradering
49,2	63/180 mm	90/250 mm

Het profiel van 49,2 gaat over in het noordtalud (zoals aangegeven in Figuur 1.2. Hierbij is een taludhelling van 1:3 gehanteerd. Het voorland ligt hoger en het noordtalud zelf ligt in de luwte van het dorp. De optredende stroomsnelheden zullen daarom lager zijn op deze locatie. Doordat dezelfde steengradering is toegepast, is het ontwerp robuust.

5.2.1 Ontwerpprofiel

In bijlage II is het ontwerpprofiel van de nieuwe oeververdediging te zien. Er zijn twee verschillende profielen toegepast: één in de stroomgeul en één in de stroomgeulverbreding.

In de stroomgeul is de maximale taludhelling van 1:2,5 gehanteerd. De teenconstructie wordt op het huidige bodemniveau aangebracht (circa NAP + 20 m). Hierbij wordt een laagdikte van $3 \cdot D_{n50}$ ($= 0,41$ m) toegepast.

In de stroomgeulverbreding is een 1:3 taludhelling gehanteerd. De bovenkant van de teenconstructie ligt op hetzelfde niveau als het maaiveld (circa NAP + 22 m). Hierbij wordt een laagdikte van $2 \cdot D_{n50}$ ($= 0,27$ m) toegepast.

5.2.2 Geotextiel

Om uitspoeling van de ondergrond te voorkomen, wordt een geotextiel aangebracht onder het stortsteen. De specificaties van dit geotextiel zijn bepaald met behulp van de vereenvoudigde methode gebaseerd op [CUR 205].

De volgende uitgangspunten zijn gebruikt:

- ondergrond bestaat uit zandig grind (ondertalud) of klei (boventalud), hierbij is de maatgevende ondergrond gehanteerd;
- maximale storthoogte is 2 m [CUR 205];
- geotextiel wordt zonder zinkstuk aangebracht.

Hieruit volgen de volgende specificaties voor het geotextiel conform [CUR 205]:

- De afzonderlijke banen geotextiel moeten ten minste 5,00 m breed zijn met een maximale afwijking van +/- 0,10 m;
- Minimale treksterkte in 2 richtingen ≥ 35 kN/m voor een weefsel en ≥ 15 kN/m voor een vlies;
- Minimaal vereiste breukrek van het geotextiel ≥ 60 %;
- Maximale openingsgrootte van het geotextiel $O_{90} = 0,100$ mm;
- Loodrechte doorlatendheidscoëfficiënt $> 10^{-2}$ m/s (V_{index} conform ISO 11058);
- De reststerkte na 50 jaar, rekening houdend met een RF_{ID} van 1,5 en een RF_{CH} van 1,3, dient minimaal 50% te zijn van de korte duursterkte (indexwaarde);

De overlap tussen de verschillende banen dient ten minste 0,5 m te zijn.

5.2.3 Aansluitingen

Aansluiting benedenstrooms op zetsteenbekleding

Bij 41,2 wordt aangesloten op de bestaande zetsteenbekleding. Om tot een grondachtige aansluiting te komen, wordt de overgang over een strook van 2 m ingegoten met gietasfalt. Hiervoor dient de bestaande zetsteenbekleding over een strook van 1 m te worden vrijgemaakt van de huidige begroeiing. De granulaire laag onder het zetsteen dient hierbij gewaarborgd te blijven, om verzakkingen te voorkomen. Een alternatief voor het schoonmaken van de bekleding, is het herzetten van het zetsteen over een strook van 1 m.

Aansluiting noordtalud op dijk

Bij de aansluiting van het noordtalud op de dijk zal de bestorting stoppen. Gezien de robuuste ontwerp oplossing voor de noordtaluds (zie sectie 5.2), worden hier geen aanvullende maatregelen getroffen. De steenbestorting wordt wel 2 m verder doorgetrokken ten opzichte van het geotextiel. Wanneer er toch enige erosie aan het eind van de bestorting optreedt, leidt dit niet direct tot het blootleggen van het geotextiel.

BIJLAGE I Fotoverslag

Vlak voor rkm. 48,8 is de nevengeul bij Visserweert beoogd. Bij rkm. 48,8 is aan de waterlijn een steenbestorting aanwezig, het lijkt hier om steengradering 5-40 kg te gaan (Figuur II.1). Op het onderste deel van het talud zetsteen aan het oppervlak aangetroffen. (Figuur II.2). Halfweg het talud is het zetsteen niet meer zichtbaar, maar is wel her en der stortsteen (5-40 kg of 10-60 kg) gevonden. Door deze verspreiding is onduidelijk of het hier een doorlopende bekleding betreft. Bij 48,9 is er halverwege het talud ook her en der stortsteen gevonden (Figuur II.3). Het lijkt erop dat op deze locaties wat steen bijgestort is. Bovenaan de dijk bevindt zich dijkophoging van löss die is gerealiseerd na het hoogwater in 1995. Een schematisatie van de mogelijke dwarsdoorsnede is te zien in Figuur II.4.



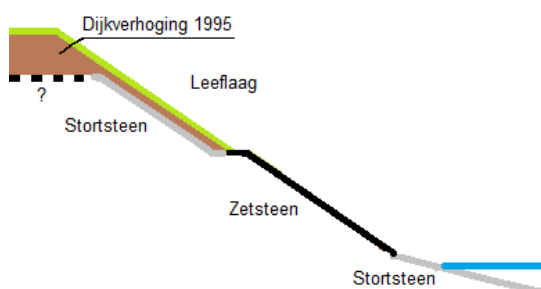
Figuur II.1 Stortsteen aan de waterlijn (rode pijl = 60 cm)



Figuur II.2 Bekleding bij 48,8



Figuur II.3 Stenen bij 48,9 (rode pijl = 100 cm)



Figuur II.4 Schematisatie mogelijke dwarsdoorsnede 48,8 - 49,0

Aan de rand van het dorp bij 49,0 ligt de leiding van het riooloverstort Visserweert-Illikhoven. Bovenaan het talud is een spoelgoot aangebracht om bij hoogwater de uitstroom van kwelpompen te begeleiden. Onderaan het talud komt de afvoerpijp uit de dijk (Figuur II.6). Het is onduidelijk of deze afvoerpijp door de zetsteenbekleding is aangebracht.



Figuur II.5 Zetsteen onderaan het talud tussen 49,0 en 49,2 (rode streep is horizontale strook)



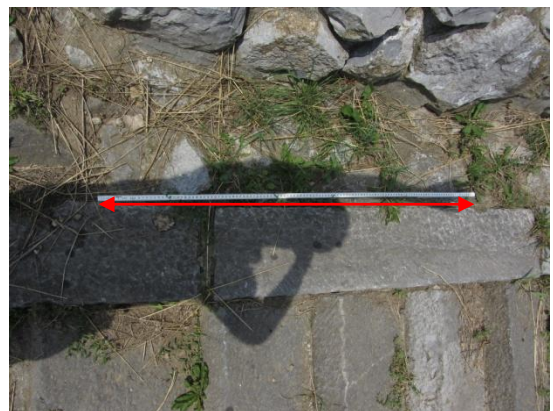
Figuur II.6 Bekleding waterafvoer (rode cirkel is de afvoerpijp uit de dijk)

Op het talud bij het dorp (tussen 49,0 en 49,2) is onderaan de zetsteenbekleding aan het oppervlak te zien. Deze bekleding loopt door tot halfweg de dijk, waar een smalle horizontale strook een pad vormt (Figuur II.5). Hierboven is de zetsteenbekleding niet meer zichtbaar aan het oppervlak.

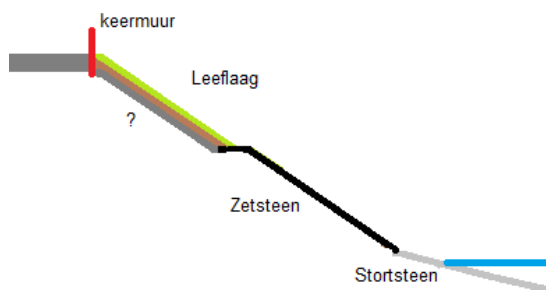
Tussen 49,0 en 49,1 bevindt zich een veertrap. Aan weerszijden van deze trap is de zetsteenbekleding te zien waardoor het lijkt dat deze bekleding ook op het hogergelegen deel van het talud bevindt (Figuur II.7). Daarnaast is op het hogergelegen gedeelte op enkele plekken ook zetsteen aangetroffen vlak onder de leeflaag. Er bestaat daarom het vermoeden dat ter hoogte van het dorp de steenzetting ook hoger op het talud te vinden is, maar hierover is (nog) geen uitsluitsel te geven. Bovenaan de dijk is een keermuur geplaatst. In Figuur II.9 is een schematisatie van het vermoedelijke profiel te zien.



Figuur II.7 Veertrap bij 49,05



Figuur II.8 Zetsteen naast de veertrap (rode pijl = 120 cm)

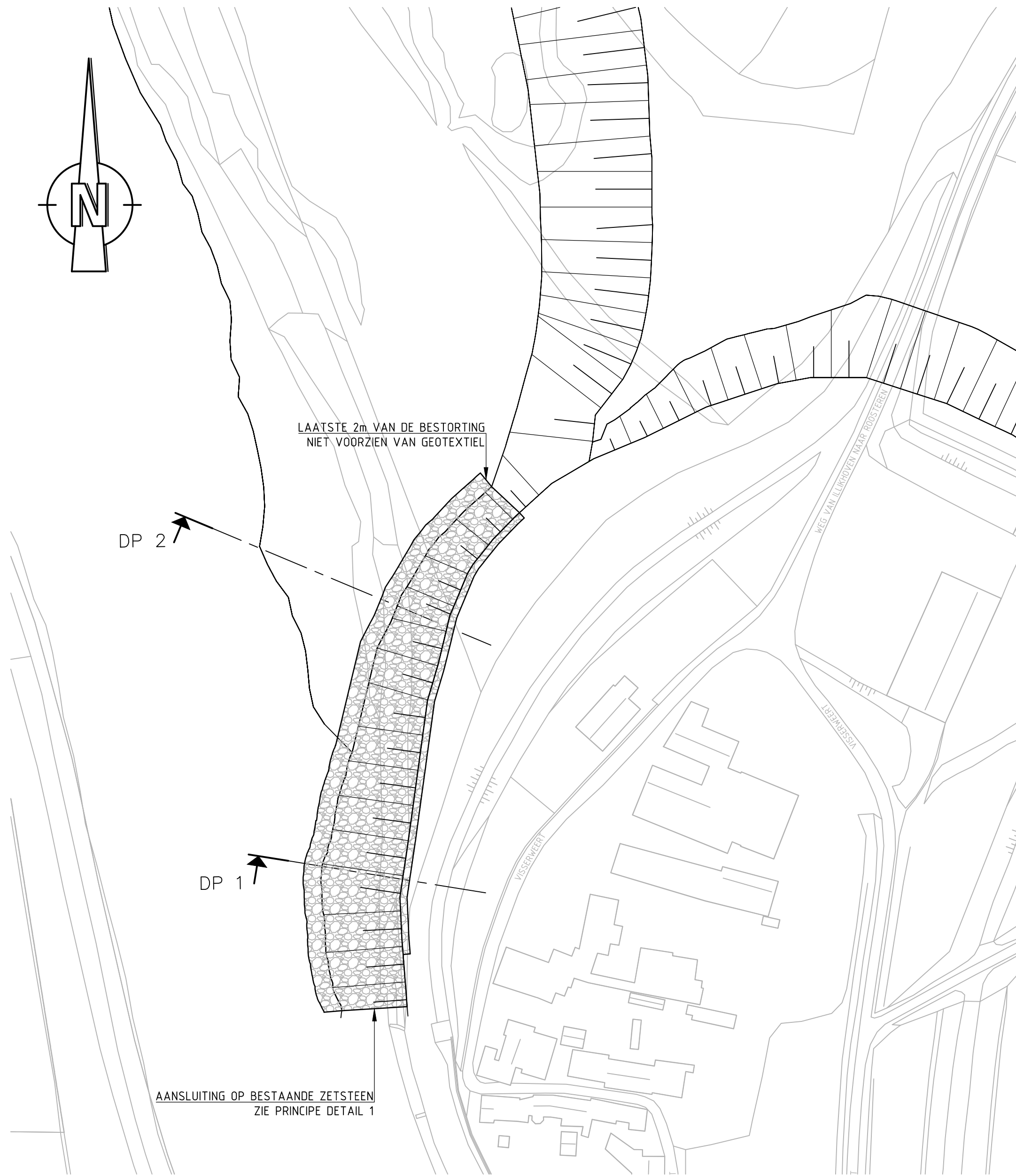


Figuur II.9 Schematisatie mogelijke dwarsdoorsnede 49,0 - 49,2



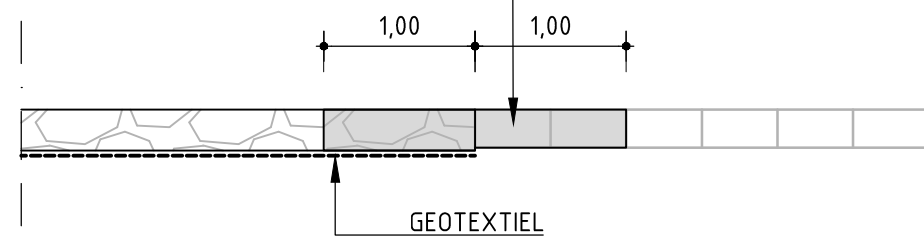
Figuur II.10 Stortsteen onderaan het talud bij 49,2

BIJLAGE II Ontwerptekening oeverbescherming

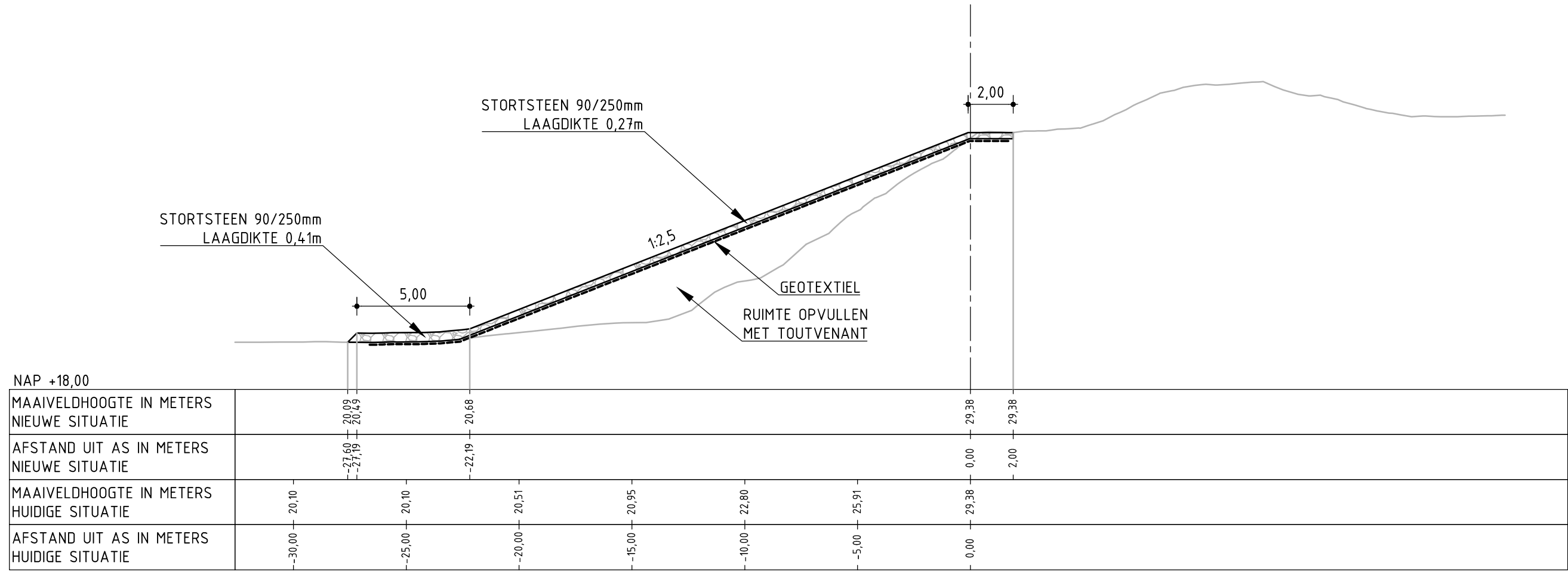


SITUATIE
SCHAAL 1:1000

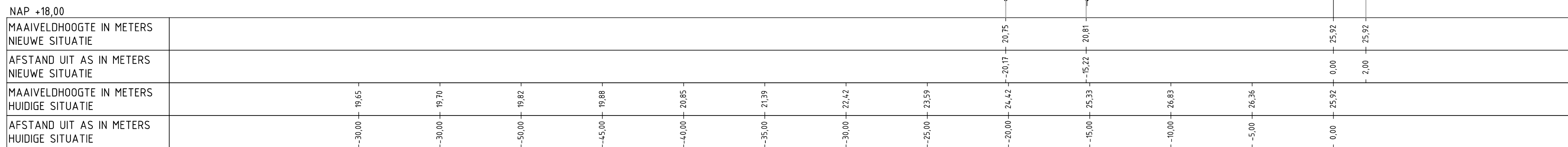
LAATSTE METER STORTSTEEN EN EERSTE METER ZETSTEEN INGIETEN MET ASFALT
EERSTE METER BESTAANDE ZETSTEEN SCHOONMAKEN INCL. KIERN (OF HERZETTEN)



PRINCIPE DETAIL 1
schaal 1:50



DP 1
schaal 1:200



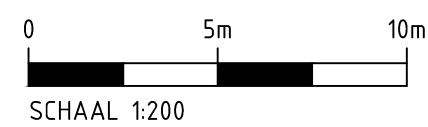
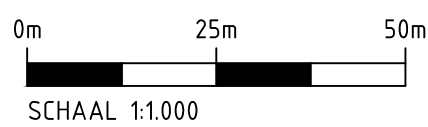
DP 2
schaal 1:200

LEGENDA

- ONTWERP STEENBESTORTING
- ONTWERP RIVIERVERRUIMING
- BESTAANDE SITUATIE

OPMERKINGEN

MATEN IN m, TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
HOOGTEMAATVOERING IN m T.O.V. N.A.P.



CONSORTIUM GRENSMAAS OEVERBESCHERMING

Definitief ontwerp
Oeverbestorting Visserweert
Situatie en doorsneden

Witt ve n Bos

Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Geleend L. de Gier
Gecontroleerd R. Peters
Goedgekeurd L. den Herder
Datum 19-05-2016

Schaal 1:1000 / 1:200
HEEL14-27-2703
Formaat A1

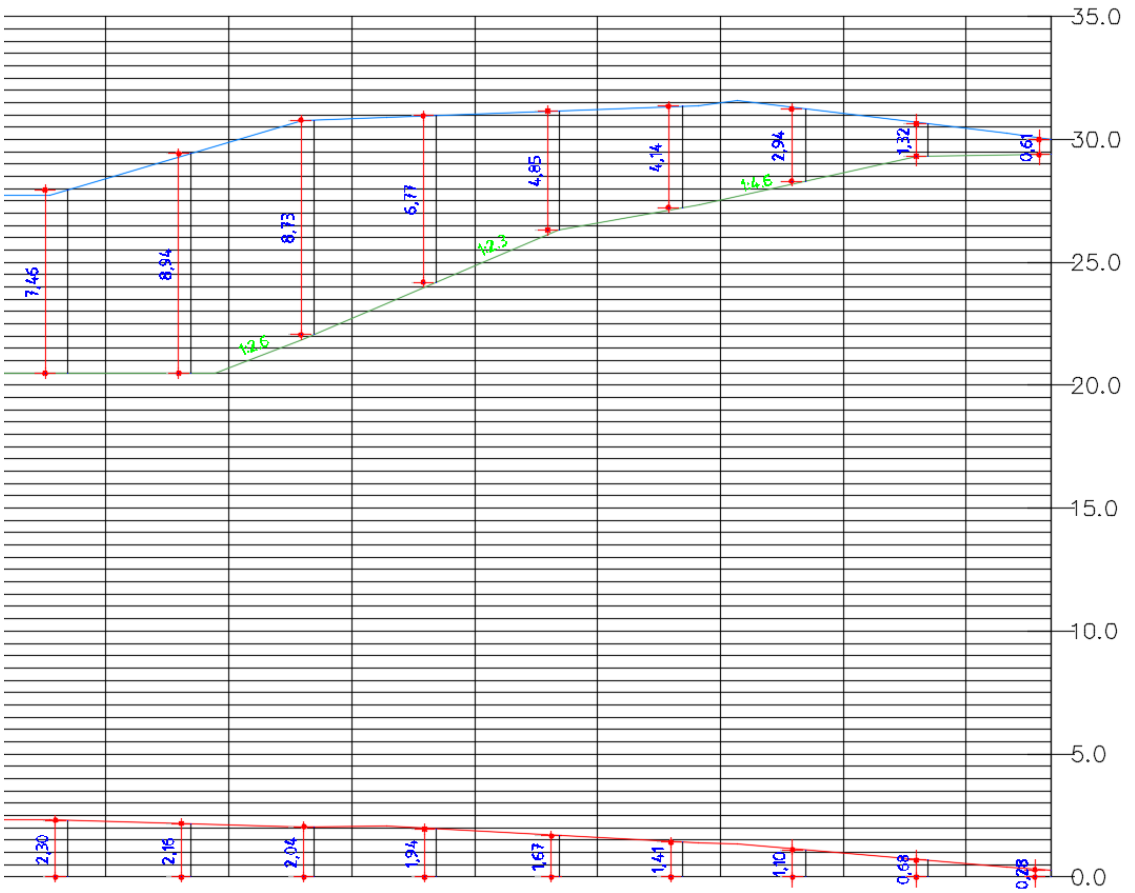
BIJLAGE III Hydraulische condities WAQUA per dwarsprofiel

In deze bijlage zijn de resultaten uit het WAQUA model over de dwarsprofielen gelegd. Hier is vervolgens per dwarsprofiel een plot gemaakt, zodat het goed inzichtelijk is welke hydraulische condities op welk punt op het profiel van toepassing zijn. Omdat de uitvoerpunten van WAQUA niet exact op de dwarsprofielen liggen, is tussen deze punten geïnterpoleerd om tot de hydraulische condities op het dwarsprofiel te komen. Dit is gedaan door in CAD (Civil3D) tussen de WAQUA uitvoerpunten een 'surface' te creëren. Vervolgens kan op elk willekeurig punt de geïnterpoleerde WAQUA uitvoer bekeken worden.

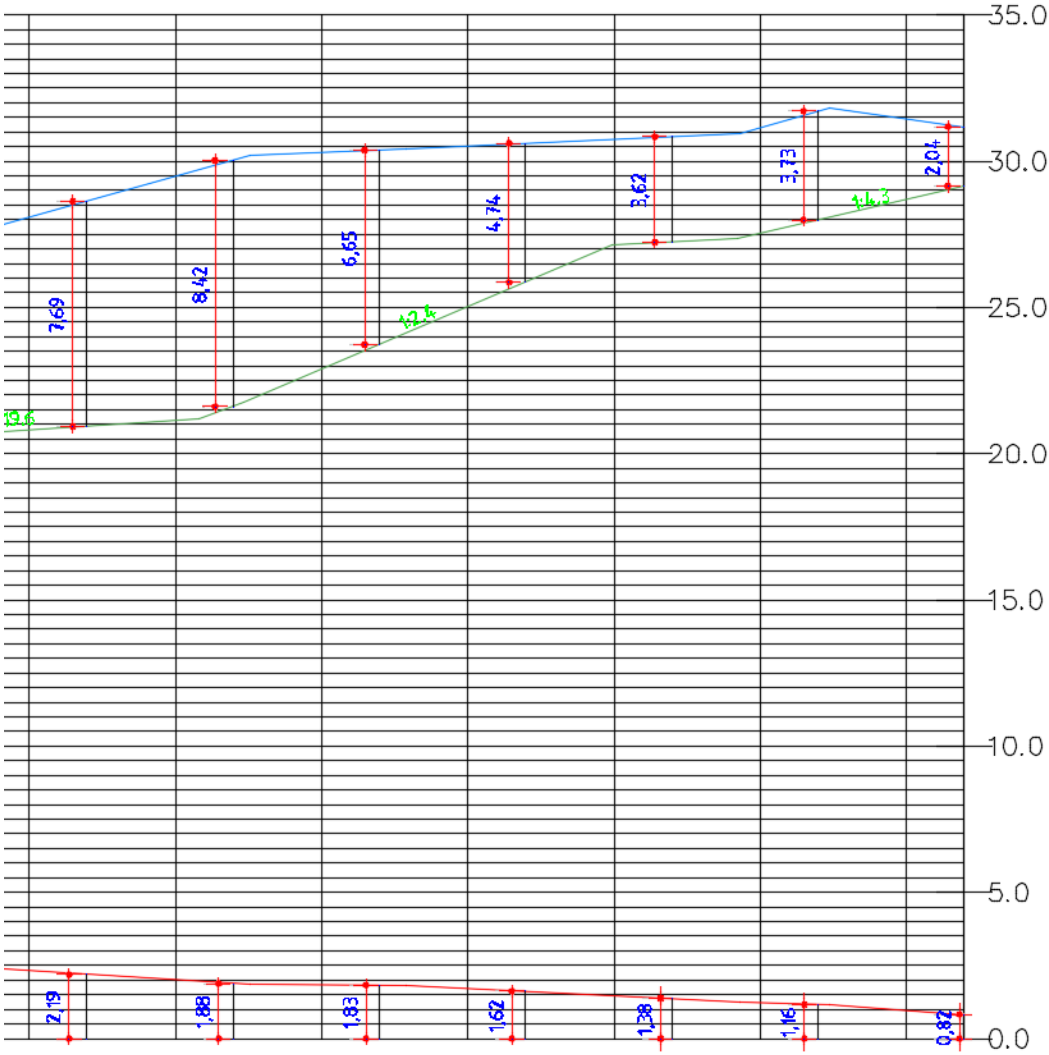
In de dwarsdoorsneden is om de 5 m een punt gedefinieerd, waarop de hydraulische randvoorwaarden zijn bepaald. Verder is de taludhelling van het bodemprofiel bepaald. In de dwarsprofielen zijn de volgende lijnen weergegeven:

- De blauwe lijn is de waterstand [m] t.o.v. NAP uit WAQUA;
- De groene lijn is de bodemhoogte [m] t.o.v. NAP uit WAQUA;
- De rode lijn is de stroomsnelheid in [m/s] uit WAQUA.

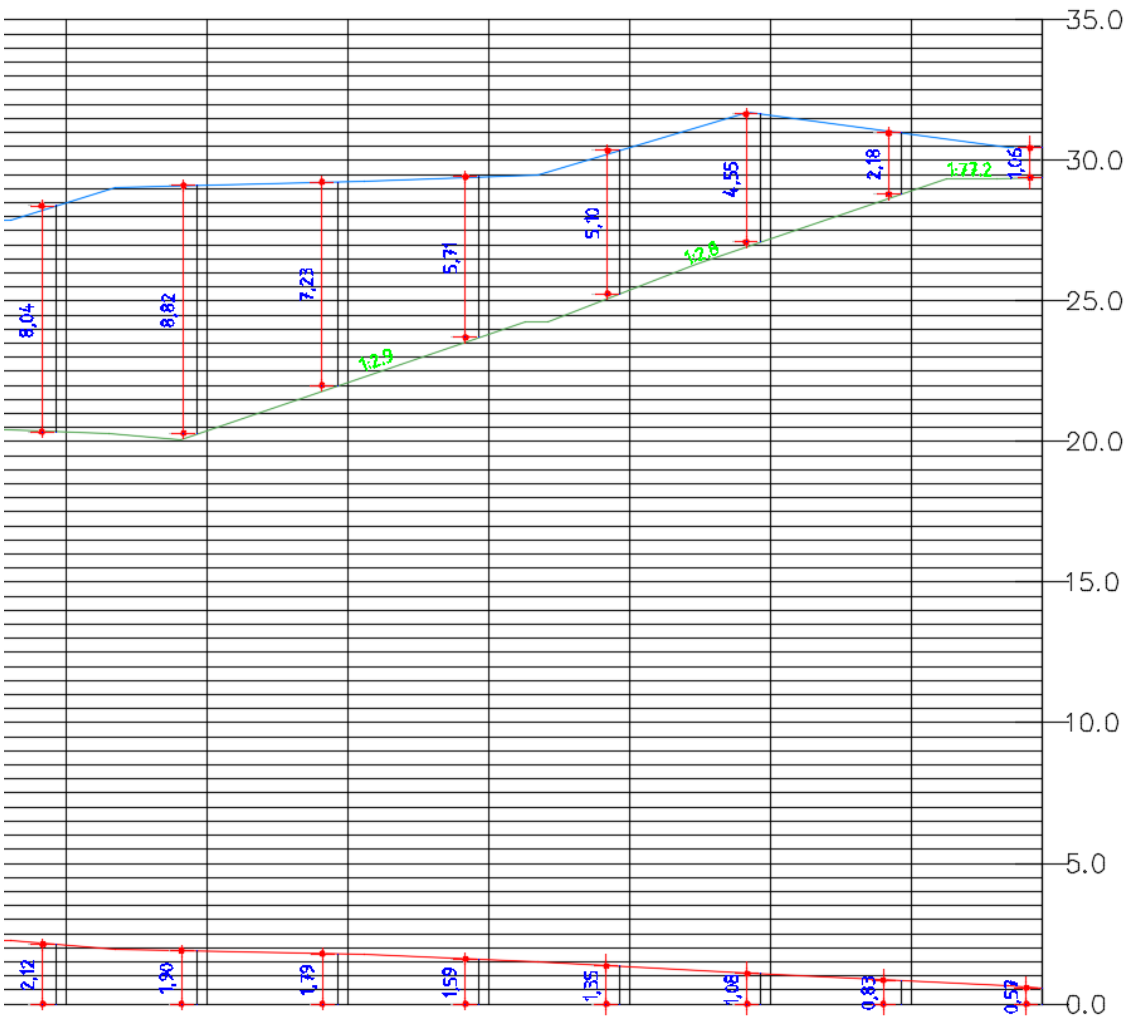
Profiel 48,8



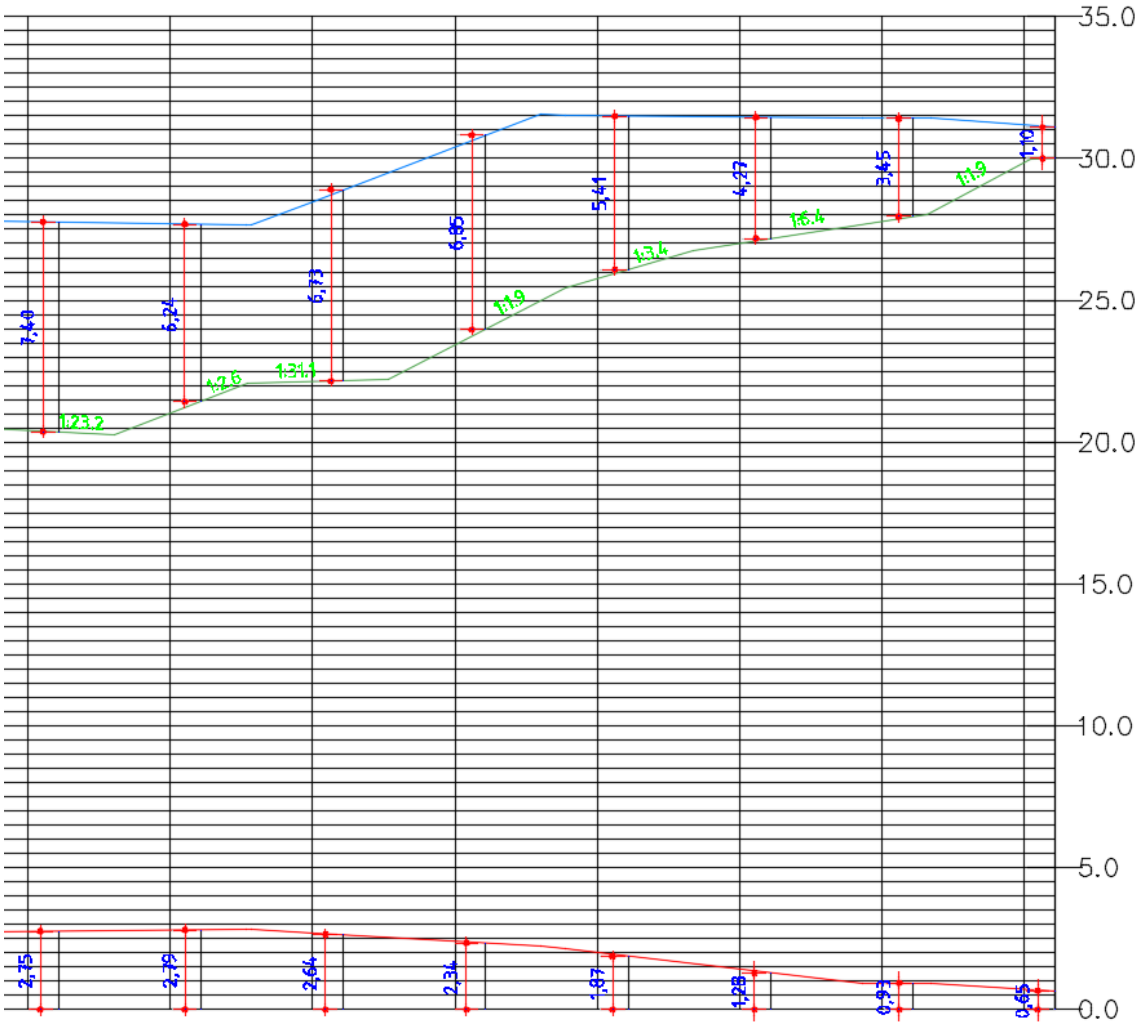
Profiel 48,9



Profiel 49,0



Profil 49,1



Profil 49,2

