

DIJKVERBETERING
HELLEGATPOLDER

ONTWERPNOTA

Versie 4

20-11-2001

| | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Hellegatpolder Ontwerpnota | | | | |
| Auteur: L. van Nieuwenhuijzen | controle | Intern | Toetsgrp | A.O. |
| Versie: 4 | paraaf | | | |
| Datum: 20-11-2001 | d.d. | 20-11-01 | 20-11-01 | 20-11-01 |
| Documentnummer: PZDT-R-01279-ontw | | | | |

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|----|
| SAMENVATTING | 1 |
| 1. INLEIDING | 4 |
| 1.1 Achtergrond | 4 |
| 1.2 Doelstelling en inhoud Ontwerprota | 4 |
| 1.3 Leeswijzer | 5 |
| 2. SITUATIEBESCHRIJVING | 6 |
| 2.1 Locatie projectgebied | 6 |
| 2.2 Geometrie en bekleding | 6 |
| 3. ONTWERPCONDITIES | 8 |
| 3.1 Uitgangspunten | 8 |
| 3.2 Randvoorwaarden | 8 |
| 3.2.1 Waterstanden | 8 |
| 3.2.2 Golfandvoorwaarden | 8 |
| 3.2.3 Ecologische randvoorwaarden | 9 |
| 4. TOETSING | 11 |
| 4.1 Algemeen | 11 |
| 4.2 Toetsing topklaag | 11 |
| 4.3 Toetsing reststerkte bekleding | 12 |
| 4.4 Conclusie | 12 |
| 5. KEUZE BEKLEDING | 13 |
| 5.1 Beschikbaarheid | 13 |
| 5.2 Voorselectie | 14 |
| 5.3 Technische toepasbaarheid bekledingen | 15 |
| 5.3.1 Inleiding | 15 |
| 5.3.2 Bermniveau en taludhellingen | 15 |
| 5.3.3 Betonzuilen | 16 |
| 5.3.4 Gekantelde blokken | 16 |
| 5.3.5 Koperslakkblokken | 17 |
| 5.3.6 Breukssteen | 17 |
| 5.3.7 Groene dijk en kleidijk | 17 |
| 5.4 Ecologische toepasbaarheid | 17 |
| 5.5 Landschapsvisie | 19 |
| 5.6 Afweging en keuze | 19 |
| 5.6.1 Alternatieven glooiing | 20 |
| 5.6.2 Onderhoudstrook | 21 |
| 6. DIMENSIONERING | 24 |
| 6.1 Groene dijk /kleidijk | 24 |
| 6.2 Kreukelberm en teenschot | 24 |
| 6.3 Zetsteen | 24 |
| 6.3.1 Topklaag van betonzuilen | 25 |
| 6.3.2 Topklaag van gekantelde betonblokken | 26 |
| 6.3.3 Uitvullaag | 26 |

| | |
|--------------------------|----|
| 6.3.4 Geokunststof | 27 |
| 6.3.5 Basismateriaal | 27 |
| 6.4 Overgangconstructies | 28 |
| 6.5 Berm | 28 |

| | |
|--|----|
| 7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING | 30 |
|--|----|

| | |
|------------|--|
| FIGUREN | |
| LITERATUUR | |
| BILAGEN | |

SAMENVATTING

De voorliggende ontwerprota beschrijft het ontwerp van de nieuwe dijkbekleding voor het dijktraject Hellegatpolder dat in het kader van het project Zeeweringen is gemaakt. Het ontwerp behandelt de specifieke aspecten van dit dijktraject. Algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken waarvan de verbetering wordt voorbereid in 2001, zijn beschreven in de Algemene Ontwerprota [1].

Het traject van de Hellegatpolder ligt aan de zuidzijde van de Westerschelde, ten oosten van Terneuzen, en is in beheer bij het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Het te verbeteren dijktraject heeft een lengte van circa 1600 m en is gelegen tussen twee reeds eerder verbeterde dijkvakken te weten Ser-Arendspolder en Eendragtspolder tot dijkpaal 26. Het omvat derhalve de volledige Hellegatpolder en ruim 200 m van de Eendragtspolder.

De kern van de dijk bestaat uit zand afgedekt met een kleilaag. De ondertafel van het gehele traject, tussen circa NAP + 0,5 m en NAP + 3,2 m, is bekleed met koperslabblokken. Op de bovenafel liggen vlakke betonblokken, tot aan de berm op circa NAP + 6,0 m, en op een gedeelte van de berm. Op het resterende deel van de berm en het bovenbeloop bevindt zich een grasbekleding.

Voor het beschouwde traject gelden hydraulische en ecologische randvoorwaarden:

De hydraulische randvoorwaarden hebben betrekking op de maatgevende golfbelastingen. De ontwerpwatervlansstand (ontwerppeil 2060) is NAP + 6,45 m. De bijbehorende golfhoogte H_g varieert tussen 2,0 m en 2,3 m. De bijbehorende golfperiode T_p bedraagt 6,92 s en 6,8 s.

De ecologische randvoorwaarden hebben betrekking op de huidige natuurwaarden op de bekleding die bij aantasting in ieder geval moeten worden hersteld en indien mogelijk nog verbeterd.

Er zijn verschillende toetsingen uitgevoerd om vast te stellen welke delen van de huidige bekleding moeten worden verbeterd. Hierbij is conform de 'Leidraad Toetsen op Veiligheid' [6] beoordeeld op de volgende aspecten: stabiliteit van de topklaag onder golfaanval, resistentie, weerstand tegen afschuiving, weerstand tegen materiaaltransport en het oordeel van de beheerder. Het resultaat van deze toetsingen is dat de harde bekleding op het gehele beloop over het gehele dijktraject de score 'onvoldoende' heeft. De grasbekleding boven de berm is goed.

De keuze van het te ontwerpen bekledingstype wordt bepaald door de beschikbaarheid van materiaal, de technische en de ecologische toepasbaarheid, uitvoeringsaspecten en kosten. Aan de hand van een voorselectie zijn de volgende vier alternatieven ontworpen voor de nieuw aan te brengen bekleding. De berm wordt in alle alternatieven opgetrokken tot het ontwerppeil.

Alternatief 1

| Dijkvak | | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|
| van [djp] | tot [djp] | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 7 | + 1,50 m | + 4,10 m | gekantelde betonblokken |
| | | + 4,10 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 7 | 9 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |
| 11 | 26 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |

Alternatief 2

| Dijkvak | | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
| van [djp] | tot [djp] | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 7 | + 1,50 m | + 2,40 m | gekantelde betonblokken |
| | | + 2,40 m | + 3,30 m | gekantelde koperslakkblokken |
| | | + 3,30 m | + 4,70 m | gekantelde betonblokken |
| | | + 4,70 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 7 | 9 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |
| 11 | 26 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |

Alternatief 3

| Dijkvak | | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|
| van [djp] | tot [djp] | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 0 (+25m) | + 1,50 m | + 4,70 m | gekantelde betonblokken |
| | | + 4,70 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 0 (+25m) | 4 (+50 m) | + 2,50 m | + 3,50 m | kleidijk |
| | | + 3,50 m | + 6,45 m | groene dijk |
| 4 (+50 m) | 7 | + 1,50 m | + 4,70 m | gekantelde betonblokken |
| | | + 4,70 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 7 | 9 | + 0,50 m | + 2,40 m | gekantelde betonblokken |
| | | + 2,40 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |
| 11 | 26 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |

Alternatief 4

| Dijkvak | | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
| van [djp] | tot [djp] | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 7 | + 1,50 m | + 6,45 m | breuksteen patroongepenreerd |
| 7 | 9 | + 0,50 m | + 3,00 m | breuksteen patroongepenreerd |
| | | + 3,00 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |
| 11 | 26 | + 0,50 m | + 6,45 m | breuksteen patroongepenreerd |

De alternatieven zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

- uitvoering;
- hergebruik;
- milieu;
- landschap;
- beheer;
- kosten.

Voor de onderhoudsstrook zijn 2 alternatieven ontworpen, te weten een onderhoudsstrook van koperslakkblokken en een strook van grindasfaltbeton. Voor de onderhoudsstrook zijn dezelfde aspecten toegepast voor de afweging.

In het voorontwerpoverleg zijn uit vier alternatieven twee voorkeursalternatieven gekozen namelijk alternatief 1 en 3. In het projectbureau-overleg van 15 augustus 2001 is gekozen voor alternatief 3. Voor de onderhoudsstrook is gekozen voor de uitvoering met koperslakkblokken.

1. INLEIDING

1.1 Achtergrond

Uit onderzoek van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) is gebleken dat een groot deel van de taludbekledingen van de glooiingen van zeedijken in Zeeland niet sterk genoeg is. De belangrijkste problemen doen zich voor bij bekledingen van betonblokken die direct op een onderlaag van klei liggen. Om dit probleem op te lossen is door Rijkswaterstaat het Project Zeeweringen opgestart. Binnen het Project Zeeweringen worden, in samenwerking met de Zeeuwse Waterschappen en de Provincie Zeeland, de taludbekledingen van de primaire waterkeringen in Zeeland zodanig verbeterd dat ze voldoen aan de wettelijke eisen.

Voor uitvoering in 2002 zijn vooraansnog zeven dijktrajecten langs de Westerschelde geselecteerd waaronder het traject Hellegatpolder met een lengte van 1590 m gemeten over de kruin. De voorliggende ontwerpnota behandelt het ontwerp van de glooiingen op dit traject.

In het ontwerp wordt in principe alleen de bekleding van het buitentalud van de glooiing, vanaf de teen tot aan het bovenbeloop beschouwd. Kruin, kern, ondergrond en binnentalud worden niet in het ontwerp betrokken. De berm wordt bij het ontwerp betrokken voor zover dat voor de uitvoering van de werken van belang is.

1.2 Doelstelling en inhoud Ontwerpnota

De ontwerpen van de nieuw aan te leggen bekledingen worden formeel vastgelegd in ontwerpnota's. In deze nota's moet een inzichtelijke beschrijving worden gegeven van de uitgangspunten, van de mede op grond daarvan gemaakte ontwerpkeuzes en van het proces van de totstandkoming van de ontwerpen en de stappen die daarin zijn genomen.

De ontwerpnota's zijn gesplitst in een algemene ontwerpnota en specifieke ontwerpnota's. De algemene nota [1] beschrijft aspecten die gelden voor alle werken die in 2001 worden voorbereid, zoals algemene randvoorwaarden, uitgangspunten en de gevolgde ontwerpmethodiek. De specifieke ontwerpnota's beschrijven specifieke aspecten die gelden. De algemene nota [1] beschrijft aspecten die gelden voor alle werken die in 2001 worden voorbereid, zoals algemene randvoorwaarden, uitgangspunten en de gevolgde ontwerpmethodiek. Voor een bepaald dijkvak en richten zich met name op de keuze voor en de dimensionering van bekledingstypen op een bepaald traject. De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor het dijktraject van de Hellegatpolder.

De ontwerpnota geeft een beschrijving van:

- de aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de taludbekleding van de glooiing van het dijkvak Hellegatpolder;
- het toetsingsresultaat en de ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

Het resulterend ontwerp wordt daarnaast zodanig beschreven dat het een overzicht geeft van de ontwerpgegevens die moeten worden opgenomen in het systeem van leggers en beheersregisters van de waterschappen. De ontwerpnota vormt als zodanig een onderdeel van de documentatie die bij het overdrachtsprotocol na afronding van de verbeteringswerkzaamheden aan de beheerder wordt overgedragen.

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijktraject beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerpuitgangspunten en de randvoorwaarden. In hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen wel en welke niet binnen het Project Zeekeringen moeten worden verbeterd. In hoofdstuk 5 wordt op basis van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden een alternatief gekozen voor elk gedeelte van het dijktraject dat moet worden verbeterd. In hoofdstuk 6 wordt de dimensionering van de bekledingen beschreven. In hoofdstuk 7 tenslotte is een lijst opgenomen met aandachtspunten voor bestek en uitvoering.

2. SITUATIEBESCHRIJVING

2.1 Locatie projectgebied

Het dijktraject van de Hellegatpolder ligt aan de zuidzijde van de Westerschelde, ten oosten van Terneuzen, en valt binnen het beheersgebied van het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. De locatie is weergegeven in figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van ongeveer 1,6 km gemeten over de kruin.

Het traject is gelegen tussen het gemaal Campen ter plaatse van dp 349 (+18m) op de begrenzing van de Ser-Arendspolder en de Hellegatpolder (oostelijke begrenzing) en dp 26 in de Eendrachtpolder (westelijke begrenzing). Dp 349 (+18m) van Ser-Arendspolder komt overeen met dp 0 (-78m) van de Eendragtspolder.

In deze nota wordt het dijktraject besproken in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval van oost naar west. Hierbij wordt opgemerkt dat de dijkpaalnummering van oost naar west verloopt van dp 0 t/m dp 12 en vervolgens in het gedeelte dat tot de Eendragtspolder behoort verloopt van dp 28 t/m dp 26.

In het kader van het Project Zeekeringen, zijn de aangrenzende dijktrajecten, de Ser-Arendspolder aan de oostzijde en de Eendragtspolder aan de westzijde, reeds verbeterd in 1998.

2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de bestaande glooiing op het dijktraject kan globaal worden beschreven aan de hand van de karakteristieke dwarsprofielen die zijn weergegeven in figuur 5 t/m figuur 8.

Het interessegebied strekt zich uit van de teen tot aan het bovenbeloop. Van belang voor het ontwerp zijn de bekleding (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal) en de kern van de dijk.

Door het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen zijn zowel een inventarisatie als een gedetailleerde toetsing uitgevoerd. Het projectbureau Zeekeringen heeft vervolgens op een aantal punten aanvullende toetsingen uitgevoerd.

Naast een beknopte beschrijving van de huidige bekleding wordt in deze paragraaf volstaan met een korte beschrijving van die aspecten die mede voor het ontwerp van belang zijn. Voor meer informatie wordt verwezen naar de toetsdocumenten, [8], [8a] en [9].

De bekleding is, vanaf beneden naar boven, opgebouwd uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. Het niveau van de teen varieert van circa NAP + 0,50 m tot NAP + 1,5 m (zie figuur 6 t/m 8).

Het gedeelte van de steenbekleding vanaf de teen tot aan de overgangsconstructie op NAP +3,20 m wordt de ondertafel genoemd. De ondertafel bevindt zich tussen circa NAP +0,50 à 1,5 m en circa NAP + 3,2 m, heeft een gemiddelde helling van 1:3,8, en is bekleed met koperstakblokken. Deze zijn geplaatst op steenslag met daaronder twee vijlragen op een onderlaag van klei.

De boventafel, dat wil zeggen het gedeelte vanaf de overgangsconstructie tot aan de berm, met de buitenkniklijn van de berm op circa NAP + 6,0 m, is bekleed met

vlakke betonblokken. De gemiddelde helling bedraagt hier 1:3,9. Ook op een gedeelte van de berm, tot circa NAP + 6,45 m, liggen vlakke betonblokken. De betonblokken zijn direct op de klei geplaatst.

Het resterende deel van de berm en het bovenbeloop bestaat uit een grasbekleding op klei. De kleilaag is over het gehele beloop circa 0,80 m dik. De kern van de dijk is uit zand opgebouwd.

Over een groot gedeelte van het dijkvak is er sprake van een teenconstructie bestaande uit stortsteen met een laagdikte van 0,20 m en laagbreedte van 2,0 m op azobemat.

Voor een groot gedeelte van het dijkvak geldt dat er zich voor de dijk een hoog begroeid voorland boven gemiddeld hoog water (schor) bevindt. Dit schor strekt zich uit van dp 0 tot dp 10 waar het overgaat in een pakket van zand en schelpen die plaatselijk reikt tot aan de bovenzijde van de ondertafel. Voorbij dp 28 is er geen hoog voorland meer.

Voor een schematische weergave van de bekleding van het gehele dijkvak wordt verwezen naar de glooiingskaart voor de huidige situatie in figuur 2.

De glooiing van de Ser-Arendspolder bestaat uit betonzulen (hydroblocks). De Eendragtspolder heeft op de ondertafel een basaltglooiing overlaagd met breuksteen en op de boventafel gekantelde betonblokken.

3. ONTWERPCONDITIES

3.1 Uitgangspunten

In dit verband wordt verwezen naar de Algemene Nota voor de glooiingsverbeteringen die in 2001 worden voorbereid [1].

3.2 Randvoorwaarden

3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden die van belang kunnen zijn voor het ontwerp zijn weergegeven in tabel 3.1. Het Gemiddeld Hoogwater (GHW) is afkomstig uit 'Getijtafels 2001' [2]. Het Ontwerppeil is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [3]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil 2060 is een zeespiegelrijzing voor de duur van 75 jaar opgeteld bij de vastgestelde ontwerppeilen voor 1985. De verwachte zeespiegelrijzing is volgens de laatste inzichten vastgesteld op 60 cm per eeuw.

De begrenzingsen van het dijkvak komen niet overeen met de grenzen van de randvoorwaardevakken. In het beschouwde dijkvak is er vanaf dp 0 (-78m) tot het eind van het beschouwde dijkvak sprake van drie (delen van) randvoorwaardevakken zodat het dijkvak in drie delen opgesplitst is, 101 oost, 101 west en 102 [4]. In overleg met RIKZ (zie memo Kennis K-01-04-30) is besloten de grens van het dijkvak 101 oost te verschuiven van dp 0 naar dp 0 (-78m). Tevens is besloten de grenzen van dijkvak 101 west bij dp 7 en dp 12 te leggen.

Tabel 3.1 Karakteristieke waterstanden

| Dijkvak | Locatie | GHW [m+ NAP] | Ontwerppeil 2060 [m+ NAP] |
|----------|---------------|-----------------|------------------------------|
| 101 oost | dp 0 - dp 7 | 2,40 | 6,45 |
| 101 west | dp 7 - dp 12 | 2,40 | 6,45 |
| 102 | dp 12 - dp 26 | 2,40 | 6,45 |

3.2.2 Golfandvoorwaarden

De maatgevende golfgegevens bij verschillende waterstanden zijn door het RIKZ met behulp van modelberekeningen vastgesteld [4]. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.2. De golfrichting betreft de voorkomende voortplantingsrichtingen van de maatgevende golven, gegeven in graden ten opzichte van het noorden.

Tabel 3.2 Golftrandvoorwaarden

| Dijkvak | Golfrichting [°] | Waterstand | | | | | |
|----------|---------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | NAP + 2 m | | NAP + 4 m | | NAP + 6 m | |
| | | H_s [m] | T_o [s] | H_s [m] | T_o [s] | H_s [m] | T_o [s] |
| 101 oost | 280 | 0,5 | 6,2 | 1,3 | 6,2 | 1,9 | 6,8 |
| 101 west | 290 | 1,0 | 6,2 | 1,6 | 6,2 | 2,1 | 6,8 |
| 102 | 290 | 1,1 | 6,2 | 1,8 | 6,8 | 2,2 | 6,8 |

Ten behoeve van de berekeningen wordt voor de golftrandvoorwaarden bij tusseniiggende waterstanden lineair geïnterpoleerd. Bij lagere en hogere waterstanden worden de golfhoogte en -periode lineair geëxtrapoleerd. Echter de minimum toe te passen waarde van de golfhoogte bedraagt 0,5 m. In tabel 3.3 is apart weergegeven welke golftrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil 2060 (zie paragraaf 3.2.1) zoals toegepast in de berekeningen.

Tabel 3.3 Golftrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060

| Dijkvak | Ontwerppeil 2060 [m+ NAP] | Golfparameters | |
|----------|------------------------------|----------------|-----------|
| | | H_s [m] | T_o [s] |
| 101 oost | 6,45 | 2,04 | 6,92 |
| 101 west | 6,45 | 2,21 | 6,92 |
| 102 | 6,45 | 2,30 | 6,8 |

3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [5] is voor het betreffende dijkvak een inventarisatie gemaakt van de huidige natuurwaarden en van de potenties voor natuurontwikkeling. Alle relevante bekleedingsstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijkvak is vastgesteld welke categorieën minimaal moeten worden toegepast om de natuurwaarden te herstellen of te verbeteren. Binnen een dijkvak wordt onderscheid gemaakt in de getijdzone en de zone boven GHW. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.4. Voor de indeling van de bekleedingsstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [5] en naar de Algemene Nota [1].

Tabel 3.4 Minimale categorie van benodigd type dijkbedekking conform de Milieu-inventarisatie

| Dijkvak | Getizone | | Boven GHW | |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | <i>herstel</i> | <i>verbetering</i> | <i>herstel</i> | <i>verbetering</i> |
| 101 oost | (redelijk) goed/ voldoende | (redelijk) goed | redelijk goed/ voldoende | redelijk goed |
| 101 west | (redelijk) goed/ voldoende | (redelijk) goed/ | redelijk goed/ voldoende | redelijk goed |
| 102 | (redelijk) goed/ voldoende | (redelijk) goed/ voldoende | redelijk goed/ voldoende | redelijk goed/ voldoende |

Verder geeft de Milieu-inventarisatie [5] aan dat het voorland, zeker ter plaatse van het schorrengebied van dp 0 tot dp 9, een hoogwatervluchtplaats is voor vogels. Volgens het Detailadvies van de Meetinformatiedienst Zeeland (bijlage 3) moet het dijktraject, in afwijking van de Milieu-inventarisatie, in 5 vakken worden opgedeeld. De bijbehorende vakgrenzen wijken af van de vakindeling gebaseerd op de golftrandvoorwaarden. Het Detailadvies is in tabel 3.5 samengevat.

Tabel 3.5 Minimale categorie van benodigd type dijkbedekking conform het detailadvies

| Locatie | Dijkvak | Getizone | | Boven GHW | |
|----------------------|-----------------|---|---|---------------------------|--|
| | | <i>herstel</i> | <i>verbetering</i> | <i>herstel</i> | <i>verbetering</i> |
| Gemaal Campen - dp 6 | 101 oost | n.v.t. door voorland met hoog schor | n.v.t. door voorland met middelhoog schor | redelijk goed / voldoende | weinig natuurwaarden: open constructie niet noodzakelijk / afdekken met veel grond |
| dp 6 - dp 7 | 101 oost | n.v.t. door voorland met middelhoog schor | n.v.t. door voorland met middelhoog schor | redelijk goed / voldoende | zoutplanten: open constructie uit categorie redelijk goed |
| dp 7 - dp 9 | 101 west | n.v.t. door voorland met laag schor | n.v.t. door voorland met laag schor | redelijk goed | 8 soorten zoutplanten in lage bedekking: redelijk goed |
| dp 9 - dp 11 | 101 west | minimaal redelijk goed | bruinwieren / zoutplanten; redelijk goed met ecotoplaag | redelijk goed | 10 soorten waarvan 1 op de rode lijst; redelijk goed; ecozulen tot minimaal NAP + 5,25 m |
| dp 11 - dp 26 | 101 west 102 | minimaal redelijk goed | bruinwier / 3 soorten zoutplanten redelijk goed | redelijk goed / voldoende | 3 soorten zoutplanten; geen ecozulen benodigd; redelijk goed |

Het Detailadvies wordt opgevolgd, omdat dit mede is gebaseerd op een recente inventarisatie van de flora langs het dijktraject. De mogelijkheid om de constructie af te dekken met grond wordt tijdens de uitvoering nader bezien.

4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de bekledingen van de glooiingen geïnventariseerd [7]. Deze inventarisatie vormde de directe aanleiding tot het Project Zeeweringen. Bij de inventarisatie is ook de bekleding van het dijktraject Hellegapolder globaal getoetst aan de hand van (de toen geldende versie van) de Leidraad Toetsen op Veiligheid (huidige versie [6]). Hierbij was de eindscore 'nader onderzoek' voor de gehele bekleding van het dijktraject. Dit betekent dat er twijfel bestond ten aanzien van de verschillende toetsingsstappen en dat er gedetailleerd of zelfs geavanceerd dient te worden getoetst om tot een definitieve eindscore te komen. In het geval van de Hellegapolder bestaat met name twijfel over de weerstand tegen erosie van de onderlagen (verder genoemd reststerkte). De aspecten afschuiving en materiaaltransport hebben in het algemeen de score 'goed', stabiliteit van de topklaag heeft de score 'onvoldoende'.

In [7] wordt met nadruk gewezen op de beperkingen van de studie:

- veel gegevens over de dijkbekledingen, met name diktes van bovenlagen, ontbreken en sommige aanpassingen aan de dijkbekleding zijn niet goed weergegeven;
- de gehanteerde hydraulische randvoorwaarden geven niet overal de beste voorspelling van de maatgevende randvoorwaarden en zijn dus eigenlijk ongeschikt voor het toetsen van bekledingen;
- de toetsing is globaal en de resultaten van berekeningen vormen niet meer dan een ruwe indicatie van de sterkte / belasting verhouding van de dijkbekleding.

De uitgevoerde globale toetsing is dan ook ontoereikend om als basis voor het ontwerp te kunnen dienen.

Op grond van verbeterde gegevens en golftrandvoorwaarden (zie paragraaf 3.2) zijn in 1999 door het waterschap nieuwe toetsingsberekeningen uitgevoerd.

De toetsing is beperkt tot een toetsing van de bekleding. Er heeft geen toetsing plaatsgevonden op andere aspecten, zoals stabiliteit van het buitentalud, zettingsvloeiing en stabiliteit van het voorland.

4.2 Toetsing topklaag

In 2001 hebben zowel het Projectbureau als het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen een gedetailleerde toetsing uitgevoerd, gebruikmakend van de meest recente informatie over de onderhavige glooiingen [8a]. Voorts heeft een geavanceerde toetsing plaatsgevonden bestaande uit locatiebezoek en het uitvoeren van trekproeven. Op basis van deze toetsingen hebben de steenzettingen, bestaande uit koperlakkblokken en betonblokken, over het gehele traject de score 'onvoldoende' gekregen.

4.3 Toetsing reststerkte bekleding

Toetsing van de reststerkte is relevant voor die vakken waarvan de top laag is beoordeeld als 'onvoldoende'.

De reststerkte wordt slechts als 'voldoende' beoordeeld als:

- de maatgevende golfhoogte (H_s bij Toetspeil 2000) kleiner is dan 2 m én
- de kern van de dijk tot voldoende hoogte uit goede klei bestaat of
- er een laag van goede klei met voldoende dikte op de kern ligt.

Ter plaatse van de dijkvakken 101 west en 102 wordt niet voldaan aan het eerste criterium; voor die vakken geldt $H_s > 2$ m.

De kern van de dijk bestaat voor het gehele dijktraject uit zand. Omdat onzekerheid bestaat over de dikte en de kwaliteit van de afdekkende kleilaag kan aan de reststerkte geen waarde toegekend worden.

Het gehele dijktraject krijgt daarom op dit aspect de score 'onvoldoende'.

4.4 Conclusie

Het eindresultaat van de toetsing is samengevat in tabel 4.1 en weergegeven in figuur 3. Voor de onderbouwing van de toetsing van de onder tafel wordt verwezen naar [9].

Tabel 4.1 Toetsingsresultaat

| Locatie | Dijkvak | Toetsingsresultaat | |
|---------------|----------|--------------------|-------------|
| | | Ondertafel | Boventafel |
| dp 0 - dp 7 | 101 oost | onvoldoende | onvoldoende |
| dp 7 - dp12 | 101 west | onvoldoende | onvoldoende |
| dp 12 - dp 26 | 102 | onvoldoende | onvoldoende |

5. KEUZE BEKLEDING

In dit hoofdstuk worden voor het gehele traject de toe te passen bekledingstypen gekozen.

Het toetsingsresultaat is weergegeven in paragraaf 4.4. De bekledingen die de score 'onvoldoende' hebben moeten worden verbeterd. Dit betreft de gehele boven- en ondertafel.

De keuze van het nieuwe bekledingstype wordt in de volgende paragrafen

beschreven aan de hand van de volgende stappen (zie ook hoofdstuk 7 van de

Algemene Nota [1]):

- beschikbaarheid;
- voorselectie;
- technische toepasbaarheid;
- ecologische toepasbaarheid;
- landschapsvisie;
- afweging en keuze.

5.1 Beschikbaarheid

Er zijn verschillende bronnen van materialen voor toplaagelementen. Dit is ten eerste hergebruik van materialen van het dijkvak zelf; ten tweede hergebruik van materialen uit depots en ten derde uit andere verbeteringswerken die tegelijkertijd in uitvoering zijn. Een andere mogelijkheid is het gebruik van nieuwe materialen. Waar mogelijk wordt zoveel mogelijk materiaal hergebruikt.

Hergebruik van materialen uit het dijkvak zelf

De hoeveelheden vrijkomende en op het dijkvak her te gebruiken toplaagelementen uit Hellegatpolder zelf staan in onderstaande tabel.

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden toplaagelementen

| Toplaag | Afmetingen | Oppervlakte [m ²] | Oppervlakte gekanteld [m ²] |
|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Vlakke betonblokken | 0,20 x 0,50 x 0,50 m ³ | 21.200 | 8.480 |
| Koperslakblokken | 0,33 x 0,20 x 0,20 m ³ | 14.400 | 8.770 |

Beide soorten vrijkomende materialen kunnen mogelijk toegepast worden in een nieuw te ontwerpen bekleding. Koperslakblokken mogen in verband met uitloging echter alleen toegepast worden boven GHW.

Beschikbare materialen uit bestaande depots

Er zijn uit bestaande depots geen vlakke betonblokken beschikbaar. Bij de Hellegatpolder komen voldoende koperslakblokken vrij voor hergebruik in het dijkvak zelf. Hergebruik van materialen uit bestaande depots is dus niet van toepassing.

Vrijkomende, bruikbare materialen uit een gelijktijdig te verbeteren traject

Uit andere, gelijktijdig te verbeteren dijkvakken zijn geen vrijkomende hoeveelheden voorhanden. Uit verbeteringswerken die in 2001 zijn opgestart

zouden mogelijk nog materialen kunnen vrijkomen maar hierover bestaat op dit moment onvoldoende duidelijkheid.
Hierover komt op een later tijdstip mogelijk meer duidelijkheid.

Beschikbare nieuwe materialen

Aanvoer van de volgende nieuwe materialen is in principe mogelijk:

1. betonzuilen;
2. asfalt;
3. waterbouwwasfaltbeton;
4. klei (min of meer afhankelijk van geëiste kwaliteit);
5. breuksteen (afhankelijk van benodigde sortering, dichtheid en hoeveelheid).

5.2 Voorselectie

In de Algemene Nota [1] worden de volgende mogelijke bekledingstypen genoemd:

1. zetsteen op uitvullaag:
 - a) (gekantelde) betonblokken op uitvullaag,
 - b) (gekantelde) granietblokken op uitvullaag,
 - c) (gekantelde) koperslakblokken op uitvullaag,
 - d) basaltzuilen op uitvullaag,
 - e) betonzuilen op uitvullaag;
2. breuksteen op filter of geotextiel:
 - a) losse breuksteen,
 - b) patroon- of 'vol en zat' geperetreerde breuksteen of vrijkomend materiaal (eventueel gebroken) met asfalt of dicht colloïdaal beton; de 'vol en zat'-variant kan ook in de categorie 'plaatconstructie' vallen;
3. plaatconstructie:
 - a) waterbouwwasfaltbeton boven GHW,
 - b) open steenasfalt boven GHW;
4. overlaag-constructies:
 - a) losse breuksteen,
 - b) patroon- of 'vol en zat' geperetreerde breuksteen of vrijkomend materiaal (eventueel gebroken) met asfalt of dicht colloïdaal beton; de 'vol en zat'-variant kan ook in de categorie 'plaatconstructie' vallen;
5. gras.

Hieronder staat een nadere uitleg van de toepassing en of het bekledingstype voor Hellegatpolder toepasbaar is.

Ad 1.

Uit de bestaande bekleding komen voldoende betonblokken vrij voor de toepassing van gekantelde blokken in de nieuwe bekleding. De gekantelde blokken worden direct tegen elkaar gezet zonder afstandhouders, omdat de toepasbaarheid van blokken met relatief veel open ruimte nog niet is aangetoond.
Basalt is niet aanwezig in de huidige bekleding en bij andere werken komt geen basalt beschikbaar. Daarom wordt afgezien van de toepassing van basalt in de nieuwe bekleding.

Toepassing van gekantelde koperslakblokken bij de Hellegatpolder is een mogelijkheid. De hoeveelheid vrijkomende koperslakblokken is ruim voldoende om

in de nieuwe bekleding hergebruikt te worden, zodat geen koperslakblokken uit depot aangevoerd hoeven te worden.

Granietblokken en Doorrijkse steen zijn niet beschikbaar en worden dus ook niet toegepast.

Ad 2.

Losse breuksteen op een kunststoffilterdoek wordt niet toegepast, omdat de benodigde steensortering bij de strengste randvoorwaarden ten minste 1-3 ton moet bedragen. De beheerder kiest ervoor alleen lichtere sorteringen toe te passen.

Door patroonpenetratie worden toplaagelementen samengevoegd waardoor een sterkere bekleding wordt verkregen. De bekleding wordt echter niet volledig gepenetreerd, waardoor wateroverdrukken onder de bekleding voorkomen wordt.

Ad 3.

Open steenasfalt wordt niet toegepast, omdat de vereiste sterkte en duurzaamheid van dit bekledingstype nog moet worden aangetoond.

Waterbouwasfalt valt in de verdere selectie af op basis van de Milieu-inventarisatie.

Ad 4.

Een overlaging wordt veelal toegepast wanneer de onderlafel onvoldoende sterk is en de middentafel kan worden gehandhaafd. Dit is bij de Hellegatpolder niet het geval, waardoor dit bekledingstype niet van toepassing is.

Ad 5.

Tussen dp 0 en dp 6 komt het dijkvak in aanmerking voor toepassing van een groene dijk of kleidijk vanwege het hoge voorland.

5.3 Technische toepasbaarheid bekledingen

5.3.1 Inleiding

Een bekledingstype van zetsteen is toepasbaar in technische zin als een berekening met het rekenprogramma ANAMOS dit aantoon, op basis van het Handboek [10], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De berekeningsmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [11].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'toplaaginstabiliteit'. Met het bezwijkmechanisme 'afschuiving' wordt rekening gehouden door niet te werken met steilere hellingen dan 1:3 en de aanwezigheid van een laag klei- of mijnsteen met een laagdikte > 1,2m verminderd met ΔD en de dikte van de filterlaag. In bijzondere gevallen zoals bij de aansluiting bij sluisjes kan een steiler talud aangehouden worden. Met het bezwijkmechanisme materiaaltransport wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof (zie hoofdstuk 6). De bekleding van een groene dijk en een kleidijk worden beoordeeld op hun weerstand tegen erosie door stroming en golfklap.

5.3.2 Bermniveau en taludhellingen

Een belangrijk aspect in de berekening van de technische toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen bestaat er in het ontwerp vrijheid in het kiezen van de taludhelling. Het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is. In het algemeen moet echter een nieuwe bekleding worden ingepast tussen de bestaande teen en de bestaande berm en zal de bekleding vanwege minimaal grondverzet zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling. Daarnaast geldt soms de eis dat een bepaalde dikte van de kleilaag moet worden gehandhaafd, met name als het een kleilaag op zand betreft. Ook dit kan de keuze van de taludhelling beïnvloeden.

In het beschouwde traject ligt het niveau van de buitenkniklijn van de huidige berm op circa NAP + 6,0 m, dat wil zeggen 0,45 m onder ontwerppeil. De berm is in de nieuwe situatie verhoogd naar NAP + 6,45 m over het gehele dijktraject. Een groene dijk of kleidijk is alleen toepasbaar tussen dp 0 en dp 6 (dijkvak 101 oost). Een dergelijke dijk moet een flauwer talud aangehouden worden, te weten 1:8,5. De resulterende taludhellingen voor steenzettingen en een groene dijk / kleidijk zijn gegeven in tabel 5.2.

| Dijkvak | dp | Taludhelling steenzetting | Taludhelling groene dijk / kleidijk |
|----------|---------|---------------------------|-------------------------------------|
| 101 oost | 0 - 7 | 1:3,8 | 1:8,5* |
| 101 west | 7 - 12 | 1:3,8 | n.v.t.** |
| 102 | 12 - 26 | 1:3,8 | n.v.t.** |

*: toepassing van een kleidijk is mogelijk van dp 0 tot dp 5 vanwege de aanwezigheid van een geul in het voorland.

** : toepassing van een groene dijk / kleidijk is op de betreffende vakken niet wenselijk of mogelijk.

Rekening houdend met uitvoeringstolerantie en tonronde, wordt in de berekeningen een taludhelling ingevoerd die boven NAP + 3 m 0,2 steiler en onder NAP + 3 m 0,4 steiler is [11].

5.3.3 Betonzuilen

De technische toepasbaarheid van betonzuilen voor het gehele traject kan worden aangetoond door deze te bepalen voor het zwaarste type zuil bij de zwaarste randvoorwaarden. De momenteel zwaarste betonzuilen, die leverbaar zijn, hebben een dichtheid van 2900 kg/m³ en een dikte van 0,50 m. Uit berekeningen blijkt dat toepassing van betonzuilen in het hele beschouwde traject mogelijk is op basis van de hydraulische randvoorwaarden. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit tabel 3.3 (dijkvak 102) is de betonzuil nog ruimschoots mogelijk, gelet op topaagstabiliteit bij de stelling mogelijke taludhelling van 1:3,8 (bestekswaarde zie ook bijlage 1.1). Voor zover wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype nader worden bepaald in Hoofdstuk 6.

5.3.4 Gekantelde blokken

Uit paragraaf 5.1 blijkt, dat voor dit bestek in ieder geval vlakke blokken van 0,20 m breedte beschikbaar zijn. De betonblokken dik 0,20 m zijn afkomstig van het dijkvak zelf. Mogelijk komen ook nog betonblokken met een dikte van 0,25 m vrij voor

hergebruik. De blokken dik 0,25 m zijn eventueel afkomstig uit andere verbeteringswerken. Uitgegaan wordt van gekantelde toepassing tegen elkaar aan, met een theoretische spleetbreedte van 1 mm. Voor de dijkvakken zijn de maximale toepassingsniveaus op de glooiing bepaald. De resultaten staan in tabel 5.3. De berekeningen staan in bijlage 1.2. en 1.3.

Tabel 5.3 Maximale toepassingsniveaus van gekantelde blokken

| Dijkvak | dp | Vlakte betonblokken | | Koperslabblokken |
|----------|---------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| | | dik 0,20 [m + NAP] | dik 0,25 [m + NAP] | |
| 101 oost | 0 - 7 | 4,70 | 4,35 | 3,30 |
| 101 west | 7 - 12 | 4,15 | 3,70 | INSTABIEL |
| 102 | 12 - 26 | INSTABIEL | INSTABIEL | INSTABIEL |

5.3.5 Koperslabblokken

Koperslabblokken mogen alleen boven GHW (NAP +2,40m) toegepast worden in verband met uitloging. Uit berekeningen blijkt dat koperslabblokken niet boven NAP +3,30 m kunnen worden toegepast op het vak met de lichtste randvoorwaarden. Het gedeelte van het talud dat daardoor met deze stenen bekleed kan worden is daardoor dermate klein geworden, dat koperslabblokken niet meer in aanmerking komen voor toepassing op de glooiing. De berekening van de toepasbare zone staat in bijlage 1.3.

5.3.6 Breuksteen

Breuksteen is mogelijk als constructie. De sorteringen zijn afhankelijk van de toepassing in de vorm van losse breuksteen, gedeeltelijk of volledig gepenetreerd. Toepassing van losse breuksteen groter dan 60 - 300 kg wordt niet gewenst door de beheerder. Omdat uit berekeningen bleek dat breuksteen vanaf 1 tot 3 ton stabiel was onder maatgevende omstandigheden, is alleen breuksteen gepenetreerd met asfalt of beton toepasbaar.

5.3.7 Groene dijk en kleidijk

Er is gekeken of een dijk met grasbekleding of een kleidijk met gras erop tot de mogelijkheden behoren. Een dijk die de sterkte van de bekleding ontleent aan de doorworteling van de graszode wordt een groene dijk genoemd. Grasbekleding op een laag klei van 1 m kan alleen op dijkvak 101 oost toegepast worden onder een helling van minimaal 1:8,5. Voor de andere twee dijkvakken is de maatgevende golfhoogte groter dan 2 m; daardoor komen deze niet in aanmerking voor een groene dijk. Omdat de beheerder twijfels heeft of de ontwikkeling van de grasbekleding voldoende zal zijn in de gelijdenzone, wordt beneden NAP +3,50m een kleidijk toegepast.

5.4 Ecologische toepasbaarheid

Tabel 5.4 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen die zijn opgenomen in de Milieu-inventarisatie en het bijbehorende Detailadvies (zie paragraaf 3.2.3) Deze voorkeuren zijn randvoorwaarden bij de selectie en bij het ontwerp, waarvan niet

mag worden afgeweken. De bekledingstypen die op grond van het voorgaande reeds zijn afgevallen worden in tabel 5.4 niet meer gemeld.

Tabel 5.4 Voorkeuren uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies

| Locatie | Ondertafel | | Boventafel | |
|---------------------|---|--|--|---|
| | herstel | verbetering | herstel | verbetering |
| Gemaal Campen - dp6 | n.v.t.; voorland hoog schor | n.v.t.; voorland hoog schor | <ul style="list-style-type: none"> • betonblokken • breuksteen w / n • gepenetreerd • koperstakblokken • gebroken blokken w / n • gepenetreerd • betonzuilen • ecozuilen | <ul style="list-style-type: none"> ♦ alle bekledingstypen, afdekken met grond ♦ groene dijk / kleidijk |
| dp 6 - dp 7 | n.v.t.; voorland middelhoog schor | n.v.t.; voorland middelhoog schor | <ul style="list-style-type: none"> • betonblokken • breuksteen w / n • gepenetreerd • koperstakblokken • gebroken blokken w / n • gepenetreerd • betonzuilen • ecozuilen | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken • gekanteld • ecozuilen • groene dijk / kleidijk |
| dp 7 - dp 9 | n.v.t.; voorland laag schor | n.v.t.; voorland laag schor | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken gekanteld • ecozuilen | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken • gekanteld • ecozuilen • groene dijk / kleidijk |
| dp 9 - dp 11 | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken gekanteld | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken gekanteld • ecozuilen | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken gekanteld • ecozuilen | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken • gekanteld • ecozuilen • groene dijk / kleidijk |
| dp 11 - dp 26 | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken gekanteld | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken gekanteld • ecozuilen | <ul style="list-style-type: none"> • betonblokken • breuksteen w / n • gepenetreerd • koperstakblokken • gebroken blokken w / n • gepenetreerd • betonzuilen • ecozuilen | <ul style="list-style-type: none"> • breuksteen • gepenetreerd • betonzuilen • betonblokken • gekanteld • ecozuilen • groene dijk / kleidijk |

Voor het gedeelte van de Hellegatpolder waar voor de dijk schor bij dijkvak 101 oost aanwezig is, hoort de variant groene dijk / kleidijk ook tot de mogelijkheden en scoort zelfs 'uitmuntend' in de Milieu-inventarisatie. Het waterschap heeft hiermee ingestemd (PZDT-M-01039).

In een brief vraagt de Provincie (PZDB-B-01047) aandacht voor het belang van een geulje nabij het de teen van de bestaande dijk. De conclusie is dat vanwege het geulje een groene dijk of kleidijk westelijk van dp 5 daarom niet toegepast moet

worden. De onderhoudskosten van een groene dijk / kleidijk vallen hoger uit dan andere bekledingen.

5.5 Landschapsvisie

In de Algemene nota [1] is aangegeven dat nadrukkelijk rekening gehouden moet worden met de Landschapsvisie Westerschelde [13]. Dit houdt voor het ontwerp het volgende in:

1. Benadrukken van de horizontale opbouw door in de onder tafel een ander materiaal toe te passen dan in de boventafel;
2. Voorkeur geven aan het toepassen van donkere materialen in de onder tafel en lichte materialen in de boventafel. Indien waterbouwasfaltbeton wordt toegepast, is het aanbrengen van een grijze slijtlaag op de waterbouwasfaltbeton gewenst. Hetzelfde geldt voor een onderhoudstrook van grindasfaltbeton.
3. Verticale overgangen zo min mogelijk in de boven- en onder tafel laten samenvallen;
4. Toepassen van een onderhoudstrook met een doorgroeibare verharding,
5. Bij voorkeur de bovenzijde van de boventafel bestrooien met grond en eventueel met graszaad. Hierbij de aansluiting met eventueel aanwezig voorland meenemen. De breedte van de in te strooien strook wordt afhankelijk gesteld van de golfloop onder gemiddelde getijomstandigheden.

Het dijktraject van de Hellegatpolder grenst aan de westzijde aan het traject van de Eendragtspolder. Het daar toegepaste bekledingstype moet ook onderzocht moeten worden voor de Hellegatpolder. Het betreft betonzuilen en gekantelde betonblokken welke ook onderzocht zijn als optie voor Hellegatpolder. Hetzelfde geldt voor de Ser-Arendspolder, waar betonzuilen liggen. In het detailadvies (bijlage 4) wordt gesteld dat een groene dijk geen optie is, wanneer deze slechts voor een deel van het dijkvak wordt uitgevoerd. Indien de bekleding naast de groene dijk / kleidijk wordt afgedekt met grond zodat het hele dijkvak een groen uiterlijk krijgt is dit wel een optie.

5.6 Afweging en keuze

Uit de eerste selectie op basis van voorselectie, (technische en ecologische) toepasbaarheid en landschapsvisie resteren de volgende mogelijkheden:

1. zetsteenbekleding van betonzuilen met waar gewenst een ecotoplaag zowel in onder- als boventafel;
2. zetsteenbekleding van gekantelde betonblokken zowel in onder- als boventafel en koperslakblokken alleen in boventafel;
3. breuksteen gepenetreerd met asfalt of beton;
4. gras (alleen in de boventafel).

5.6.1 Alternatieven glooiing

In tabel 5.5 zijn de geselecteerde alternatieven gegeven voor de nieuw aan te brengen bekleding over het gehele dijktraject van de Hellegatpolder. Een aanzicht van de alternatieven is weergegeven in figuur 4.

Tabel 5.5 Alternatieven voor het gehele dijktraject

Alternatief 1

| Dijkvak | van [dpl] | tot [dpl] | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|
| | | | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 7 | | + 1,50 m | + 4,10 m | gekanteelde betonblokken |
| | | | + 4,10 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 7 | 9 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |
| 11 | 26 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |

Alternatief 2

| Dijkvak | van [dpl] | tot [dpl] | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
| | | | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 7 | | + 1,50 m | + 2,40 m | gekanteelde betonblokken |
| | | | + 2,40 m | + 3,30 m | gekanteelde koperslabblokken |
| | | | + 3,30 m | + 4,70 m | gekanteelde betonblokken |
| 7 | 9 | | + 4,70 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 11 | 26 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |

Alternatief 3

| Dijkvak | van [dpl] | tot [dpl] | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|
| | | | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 0 | | + 1,50 m | + 4,70 m | gekanteelde betonblokken |
| | | | + 4,70 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 0 | 4 (+50 m) | | + 2,50 m | + 3,50 m | Kleidijk |
| | | | + 3,50 m | + 6,45 m | groene dijk |
| 4 (+50 m) | 7 | | + 1,50 m | + 4,70 m | gekanteelde betonblokken |
| | | | + 4,70 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 7 | 9 | | + 0,50 m | + 2,40 m | gekanteelde betonblokken |
| | | | + 2,40 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |
| 11 | 26 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen |

*: de koperslabblokken worden overlaagd met klei.

Alternatief 4

| Dijkvak | van [dpl] | tot [dpl] | Niveau | | Bekleding |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|
| | | | van [NAP] | tot [NAP] | |
| 0 (-78 m) | 7 | | + 1,50 m | + 6,45 m | breuksteen patroongepenetreerd |
| 7 | 9 | | + 0,50 m | + 3,00 m | breuksteen patroongepenetreerd |
| | | | + 3,00 m | + 6,45 m | betonzuilen |
| 9 | 11 | | + 0,50 m | + 6,45 m | betonzuilen met eco-toplaag |
| 11 | 26 | | + 0,50 m | + 6,45 m | breuksteen patroongepenetreerd |

De bovenstaande alternatieven zijn op de volgende aspecten tegen elkaar

afgewogen:

- uitvoering;
- hergebruik;
- milieu;
- landschap;
- beheer;
- kosten.

In tabel 5.6 is de afweging samengevat. In het voorontwerpoverleg zijn uit deze vier alternatieven twee voorkeursalternatieven gekozen namelijk alternatief 1 en 3.

In het projectbureau-overleg van 15 augustus 2001 is gekozen voor alternatief 3.

Dit voorkeursalternatief wordt in hoofdstuk 6 nader uitgewerkt.

5.6.2 Onderhoudsstrook

Voor de onderhoudsstrook zijn twee alternatieven bedacht: een strook opgebouwd uit grindasfaltbeton en een strook opgebouwd uit de vrijkomende koperslakkblokken (zie figuur 15). Er is ook gedacht aan kunststof grasplaten, maar omdat daar nog geen ervaring mee is, viel dat alternatief in de voorselectie al af. De afweging tussen grindasfaltbeton en koperslakken staat gegeven in tabel 5.7.

Een strook van grindasfaltbeton is technisch eenvoudiger uit te voeren dan een strook van koperslakkblokken. Een strook van koperslakkblokken scoort echter beter op hergebruik en op landschap en milieu. Deze laatste twee aspecten laten een betere score zien omdat begroeiing mogelijk is. Voor het beheer bestaat geen voorkeur. Vanuit landschappelijk oogpunt verdient het voorkeur geen asfalt toe te passen, zie ook bijlage 4 (Advies landschappelijke vormgeving). Verwacht wordt dat de totale kosten van een strook met koperslakkblokken lager liggen dan die van een strook van grindasfaltbeton.

In de dimensionering wordt gekozen voor een strook van koperslakkblokken.

Tabel 5.6 Afweging alternatieven voor de glooiing

| Alternatief glooiingsconstructie | Uitvoering (technisch) | Hergebruik (wat blijft er over) | Landschap | | Beheer | Kosten | Milieu | Voorkeur |
|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------|---------|-------------|----------|----------|----------|
| | | | onder | boven | | | | |
| Alternatief 1 (gek.bl+b.zuilen) | ++ ad 1 | + ad 4 | - | 0 | + | - ad 7 | ++ ad 13 | 2 ad 16 |
| Alternatief 2 (kopersl. blokken) | - ad 2 | + ad 5 | - | - | - | 0 ad 7 | ++ ad 13 | 3 ad 15 |
| Alternatief 3 (groene dijk) | 0 ad 3 | + ad 6 | - | + ad 10 | - / 0 ad 11 | + ad 7 | + ad 14 | 1 ad 17 |
| Alternatief 4 (gepen. breuksteen) | - ad 8 | - ad 9 | - | - | - | -- ad 12 | 0 | 4 ad 15 |

Legenda score: zeer goed ++ goed + neutraal 0 slecht - zeer slecht --

- ad 1: minste aantal opsluit-/overgangsconstructies.
ad 2: vier opsluit-/overgangsconstructies; door onregelmatige vorm koperslakblokken moeilijk/niet machinaal zetten (geen ervaring).
ad 3: aansluiting groene dijk op steenbekleding.
ad 4: alle gekantelde betonblokken worden hergebruikt.
ad 5: alle gekantelde betonblokken en een klein gedeelte van de koperslakblokken worden hergebruikt.
ad 6: bijna alle gekantelde betonblokken en klei uit een ander gelijktijdig in uitvoering zijnd cultuurtechnisch werk worden hergebruikt.
ad 7: inclusief kosten eco-top. (verbetering houdt in overname van de aanbeveling eco-top).
ad 8: steen moeilijk schoon te houden voor aanbrengen patroonpenetratie.
ad 9: geen hergebruik van materialen.
ad 10: omgeving afdekken voor mooie overgang.
ad 11: optie kleidijk voor gedeelte beneden N.A.P. + 3,50 en afstrooien van de boventafel met steenzetting tot dp 10.
ad 12: duurder dan alternatieven 1,2 en 3.
ad 13: gebruik van betonzuilen boven, gekantelde blokken beneden, betonzuilen met eco-top en vogelvriendelijk.
ad 14: gebruik van gekantelde betonblokken tot bovenin, verlies van een stukje schor.
ad 15: keuzes vallen af door gemiddeld slechte score.
ad 16: op kosten na de beste keuze.
ad 17: geldt voor optie kleidijk voor gedeelte beneden N.A.P. + 3,50.

Tabel 5.7 Afweging alternatieven voor de onderhoudsstrook

| Alternatief onderhoudsstrook | Uitvoering (technisch) | Hergebruik (wat blijft er over) | Landschap (lijnen en vakken) | Beheer | Kosten | Milieu | Voorkeurs alternatief |
|---|------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------|-------------------|--------|-----------------------|
| Alternatief 1 (Koperslakblokken)* | _ ad 1 | + ad 3 | + ad 6 | + | 0 ^{ad 5} | ++ | 1 |
| Alternatief 2 (Grindasfaltbeton) | + ad 2 | -- ad 4 | -- | + | 0 ^{ad 5} | -- | |

* t.p.v. groene dijk koperslakblokken of grindasfaltbeton.

- ad 1: variatie in dikte van de blokken en opsluiting
- ad 2: goed uit te voeren constructie
- ad 3: groot gedeelte van de vrijkomende koperslakblokken worden verwerkt
- ad 4: geen hergebruik
- ad 5: op basis van globale kostenraming 2000
- ad 6: begroeiing mogelijk

6. DIMENSIONERING

Uitgaande van de bekledingstypen volgens tabel 5.7, is alternatief 3 in detail uitgewerkt. Een glooiingskaart van het resulterend ontwerp van het dijkvak is weergegeven in figuur 9, hierin is het ontwerp geoptimaliseerd ten opzichte van figuur 4. De resulterende dwarsprofielen zijn weergegeven in de figuren 10 t/m 13. In dit hoofdstuk wordt de dimensionering beschreven per constructie-onderdeel, in de richting van de kreukelberm naar het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [11].

6.1 Groene dijk / kleidijk

Het dijkvakgedeelte dp 0 (+25 m) en dp 4 (+50m) wordt uitgevoerd als een kleidijk tot NAP +3,50m. Daarboven wordt de dijk uitgevoerd als een groene dijk, waarbij de wortelzone een functie vervult als dijkbekleding. Ondanks dat de maatgevende golfhoogte op het ontwerppeil net iets groter is dan 2 m, is toch gekozen voor een groene dijk. De significante golfhoogte is op het ontwerppeil 2,04 m. De overschrijding van de toepassingsgrens van gras is dermate klein dat grasbekleding toegepast kan worden. Dit is vastgesteld in overleg met de werkgroep Kennis.

In het ontwerp is gekozen om de grasdijk een onderliggende kleilaag te geven van 1,00 m. Op basis daarvan is gekozen voor een helling van 1:8,5. Het waterschap twijfelt aan de ontwikkeling van de grasmat beneden NAP +3,50m en wil daarom een kleidijk beneden NAP +3,50m. De kleidijk krijgt een laag klei van categorie 1 van 2,15 m met een laag zavelige klei van 0,50 m. De laag zavelige klei bevordert de vestiging van vegetatie en voorkomt schade door erosie onder dagelijkse omstandigheden. De groene dijk krijgt een kleilaag van 1,00 m met daarop een laag van 0,50 m voor de vegetatie. De berekening van de taludhelling en de diktes van de lagen klei staan in bijlage 2.3 en 2.4. De beheerder heeft de voorkeur de koperslabblokken te laten liggen, omdat de koperslabblokken een rol hebben als verborgen bekleding. Het laten liggen heeft tevens een kostenvoordeel in de uitvoering. Door het flauwe talud van 1:8,5 verdwijnt een gedeelte van het schor onder de helling

6.2 Kreukelberm en teenschot

Ter plaatse van de kleidijk hoeft geen kreukelberm of teenschot aangebracht te worden. Ter plaatse van de steenbekleding wel. Deze constructies worden over de gehele lengte van de steenbekleding aangebracht. De hoogte waarop de bovenkant van het teenschot komt staat aangegeven in figuur 9, 11, 12 en 13. De kreukelberm heeft een sortering 60 - 300 kg, is 5 meter breed en 0,80 m dik. Er kan volstaan worden met een bestorting van 60 - 300 kg omdat de golfhoogte $H_s < 2,5$ m. Het teenschot en de kreukelberm komen deels in het huidige schor te liggen.

6.3 Zetsteen

In hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht.

De zetsteenbekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van top laagstabiliteit, weerstand tegen afschuiving en weerstand tegen materiaaltransport. De eisen ten aanzien van top laagstabiliteit bepalen de dimensionering van de top laag en de uitvullaag. Voor weerstand tegen afschuiving is van belang dat de dikte van de gehele bekleding, inclusief onderliggende kleilaag, voldoende groot is. De weerstand van de bekleding tegen materiaaltransport wordt verkregen door het geokunststof dat onder de bekleding wordt aangebracht.

6.3.1 Top laag van betonzuilen

In paragraaf 5.3.3 is vastgesteld dat betonzuilen in constructieve zin ruimschoots toepasbaar zijn in het hele dijkttraject dat is beschouwd. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht (zie tabel 5.7) is een nadere dimensionering uitgevoerd. Uit stabiliteitsberekeningen volgt een aantal praktisch leverbare combinaties van dikte en dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de dichtheid op 100 kg/m³. De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen van kosten, uitvoeringstechniek en beheersaspecten. Ten behoeve van de detaillering worden daarom per dijkvak de lichtst mogelijke, praktisch leverbare zuiltypen vastgesteld.

De resultaten zijn vermeld in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Mogelijke typen betonzuilen

| Dijkvak / locatie | Helling | Type betonzuil onder NAP + 3 m [m] / [kg/m ³] | Type betonzuil boven NAP + 3 m [m] / [kg/m ³] |
|---------------------------------|---------|---|---|
| 101 oost / dp 0 (-7B) - dp 7 | 1:3,8 | 0,35 / 2300 0,30 / 2400 0,25 / 2600 | 0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2500 |
| 101 west / dp 7 - dp 12 * | 1:3,8 | 0,35 / 2300 0,30 / 2600 0,25 / 2800 | 0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 |
| 102 / dp 12 - dp 26 | 1:3,8 | 0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2500 0,30 / 2800 | 0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2700 0,30 / 2900 |

* Volgens detailadvies milieu-inventarisatie wordt eco-top laag toegepast op locatie dp 9 - dp 11 in zowel de getijdezone als de zone boven GHW.

Rekening houdend met kostenverschillen, wordt in principe voor de lichtste zuil gekozen. Gelet op beheer, is het ongewenst dat visueel identieke zuilen, met dezelfde hoogte maar verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. Het naast elkaar toepassen van deze zuilen kan, indien zo de dikte van de uitvullaag kan worden gehandhaafd (gelijke constructiehoogte). De uiteindelijk gekozen zuiltypen staan in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Gekozen typen betonzuilen

| Dijkvak / Locatie | Heiling | Type betonzuil onder NAP + 3 m [m] / [kg/m ³] | Type betonzuil boven NAP + 3 m [m] / [kg/m ³] |
|-------------------------------|---------|---|---|
| 101 oost / dp 0 (-78m) - dp 7 | 1:3,8 | 0,35 / 2300 | 0,45 / 2300 |
| 101 west / dp 7 - dp 12 | 1:3,8 | 0,35 / 2300 | 0,45 / 2300 |
| 102 / dp 12 - dp 26 | 1:3,8 | 0,45 / 2300 | 0,45 / 2300 |

De topklaag van betonzuilen zal worden ingewassen met ongeveer 50 kg/m²

gebroken materiaal. De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in bijlage 2.1.

6.3.2 Topklaag van gekantelde betonblokken

Uitgaande van Alternatief 3 worden gekantelde betonblokken toegepast in het vak van dp 0 (-78m) tot dp 0 (+25m) en in het vak van dp 4 (+50m) tot dp 9.

- Op het gedeelte dp 0 (-78m) tot dp 0 (+25m) worden de betonblokken gezet tot NAP + 3,00m, zodat de bekleding reikt tot de bovenkant van de uitwateringssluis. Hiermee wordt een verticale overgangsconstructie vermeden. De gekantelde betonblokken liggen tussen dp 0 (+25) en dp 0 deels verborgen onder klei voor de aansluiting met de groene dijk / kleidijk;
- In het vak van dp 4 (+50m) tot dp 7 worden de gekantelde vlakke betonblokken toegepast tot NAP +4,70m. De bekleding tussen dp 4 (+50) en dp 4 (+75) ligt deels onder de kleilaag voor de overgang van de groene dijk / kleidijk naar de harde bekleding;
- Van dp 7 tot dp 9 worden de gekantelde betonblokken alleen op de ondertafel toegepast, dus tot NAP +3,00m.

In de ontwerpberekeningen is uitgegaan van plaatsing tegen elkaar aan op een fijnkorrelige uitvullaag. De maximale toepassingsniveaus van de vrijkomende blokken zijn weergegeven in tabel 5.6.

6.3.3 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de topklaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Gelet op stabiliteit en uitvoering, moet het materiaal van deze uitvullaag zo fijn mogelijk zijn. Het materiaal mag echter niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de topklaag door kan wegspoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen mogelijk is, bedraagt 16 / 32 mm. Dezelfde sortering wordt aanbevolen voor de koperklakblokken op de onderhoudsstrook.

De sortering 16 / 32 mm dient in het bestek te worden voorgeschreven. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende waarde voor de D₁₅ van 20 mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de D₁₅ is circa 17 mm.

Bij de plaatsing van gekantelde blokken wordt een sortering van 4 / 20 mm toegepast. De bijbehorende waarde voor D₁₅ is circa 5 mm.

De minimale laagdikte waarin steenslag van bovengenoemde sorteringen kan worden aangebracht, in uitvoeringstechnisch opzicht, is 0,1 m. Deze waarde voor de laagdikte wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt een laagdikte van 0,15 m ingevoerd, rekening houdend met een uitvoeringsmarge van 0,05 m.

6.3.4 Geokunststof

Het geokunststof onder de top laag en het filter wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerpnota 'type 1' genoemd. De geokunststof ligt van het teenschot tot op de berm.

De belangrijkste eis aan het geokunststof op deze locatie is dat ze uitspoeling van het basismateriaal door de top laag heen voorkomt. Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte O_{90} . Conform de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2000 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O_{90}) van 100 μm , op grond van de overweging dat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en omdat fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner dan 64 μm is. De levensduur van de geokunststof moet minimaal 50 jaar bedragen.

Het geokunststof type 1 moet voldoen aan de eisen uit tabel 6.3.

Tabel 6.3 Eisen geokunststof type 1

| Eigenschap | Waarde |
|-----------------------|---------------------|
| treksterkte | > 20 kN/m |
| rek bij breuk | < 60 % |
| door drukkracht | > 3500 N |
| poriegrootte O_{90} | < 100 μm |

Aan de onderzijde wordt het geokunststof aangesloten op de teen- of overgangsconstructie. Aan de bovenzijde wordt het geokunststof doorgetrokken tot onder de weg, waardoor een overlap van minimaal 1 m ontstaat met het geokunststof onder de werk- en onderhoudstrook.

6.3.5 Basismateriaal

De totale dikte van het pakket, bestaande uit de top laag, de uitvullaag en de onderliggende kleilaag, moet voldoende groot zijn om afschuiving van dit pakket te voorkomen. De vereiste dikte wordt onder meer bepaald door de taludhelling. Wanneer de taludhelling kleiner is dan 1:4 is de weerstand tegen afschuiving veelal voldoende. De minimaal vereiste diktes die zijn berekend voor de nieuw aan te brengen bekledingen, zijn gegeven in tabel 6.4.

Tabel 6.4 Minimale laagdiktes klei / mijnsteen

| Dijkvak | Toplaag | Minimale laagdikte klei / mijnsteen [m] |
|-----------------------------|--|---|
| 101 oost / dp 0(-78) - dp 7 | gekantelde blokken betonzuilen 0,45 / 2300 | 0,50 0,64 |
| 101 west / dp 7 - dp 12 | gekantelde blokken betonzuilen 0,35 / 2300 betonzuilen 0,45 / 2300 | 0,50 0,75 0,64 |
| 102 / dp 12 - dp 26 | betonzuilen 0,45 / 2300 | 0,64 |

6.4 Overgangsconstructies

In het ontwerp van de nieuwe glooiingen komen drie horizontale overgangen voor in de vorm van betonzuilen boven gekantelde betonblokken, te weten:

- van dp 0 (-78m) tot 0 (+25m) op NAP +3,00m;
- van 4 (+50) tot dp 7 op NAP +4,70m en;
- van dp 7 tot dp 9 op NAP +3,00m.

Een bekleding van betonzuilen kan zonder overgangsconstructie op een bekleding van gekantelde betonblokken worden aangesloten.

Daarnaast is er de overgang van de glooiing naar de berm. Deze overgang wordt in paragraaf 6.5 verder gedetailleerd.

Daarnaast zijn de volgende verticale overgangen te onderscheiden:

1. Gekantelde betonblokken en betonzuilen naast een groene dijk / kleidijk (dp 0 +25m en dp 4 + 50m);
2. Gekantelde betonblokken naast betonzuilen (dp 7 en dp 9).

De bekleding van gekantelde betonblokken en betonzuilen naast de groene dijk/ kleidijk wordt over een lengte van 25 m overlaagd met klei, om het talud terug te brengen van 1:8,5 naar 1:3,8.

De bekledingen worden zo goed mogelijk tegen elkaar aangesloten. Eventueel worden te grote kieren geopenetreed met beton.

6.5 Berm

Het niveau van de berm ter plaatse van de buitenknik ligt op circa NAP + 6,05 m (zie figuur 14). Dit is 0,4 m beneden ontwerppeil. De berm dient te worden opgehoogd tot ontwerppeil en de nieuwe bekleding op de bovenafel moet tot minimaal dit peil worden doorgezet. De grasbekleding op het bovenbeloop (boven ontwerppeil) kan gehandhaafd blijven omdat de significante golfhoogte, H_s , bij dit peil kleiner is dan 3,0 m. De overgang wordt uitgevoerd door de bekleding aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal (R) 10 m bedraagt. De bekleding van de glooiing wordt over een lengte van 1 m op de berm doorgezet.

Aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen wordt op de berm een onderhoudsstrook, met een breedte van 3,0 m, aangebracht. Tijdens de uitvoering bestaat de strook uit een 0,4 m dikke laag fosforlakken, van de sortering 0 / 40 mm, op een geokunststof volgens type 2 (zie tabel 6.5). Deze strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgewerkt tot een definitieve onderhoudsstrook door het plaatsen van een bekleding van koperlakblokken.

Tabel 6.5 Eisen geokunststof type 2

| Eigenschap | Waarde |
|----------------------------|--------------------------------------|
| treksterkte | > 50 kN/m (ketting en inslag) |
| rek bij breuk | < 20 % (ketting en inslag) |
| doorstromingsweerstand Dhs | < 30 mm (bij filtersnelheid 10 mm/s) |
| poriegrootte O_{90} | < 350 μm |
| levensduurverwachting | type B (NEN 5132) |
| sterkte naalnaad | > 50 % van breuksterkte geokunststof |

De topplaag van de definitieve strook wordt opgebouwd uit de koperlakblokken, die zijn vrijgekomen op het talud (of aanwezig zijn in depot). Deze blokken moeten stabiel zijn onder de maatgevende hydraulische belastingen. De vereiste minimale dikte van de blokken bedraagt 0,20 m (zie bijlage 2.2). Onder de blokken wordt een filterlaag aangebracht van 0,10 m steenslag 16 / 32 mm. Zie ook figuur 16.

Gegeven een verdichte fundering van fosforlakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudsstrook geen aanvullende sterkte-eisen. De onderhoudsstrook is niet geschikt voor fietsers.

Aan de randen van de koperlakblokken worden betonbanden toegepast, ten behoeve van een rechte afwerking en ter voorkoming van het uitspoelen van de onderliggende steenslag. De ruimte tussen de betonband en de aansluitende taludbekleding van betonzuilen dient met beton te worden geopenetreed.

De gekozen bekledingstypen voor de overgang van de glooiing op de berm zijn in eerder reeds besproken. Met betrekking tot de uitvullaag en de geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.

7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING

- Het verdient de voorkeur de overgangsconstructie tussen de koperslakkblokken en de betonzuilen te penetreren met beton, en niet met asfalt, om kleurverschillen te voorkomen;
- Onder de kleidijk blijft de huidige bekleding met koperslakkblokken gehandhaafd. De betonblokken worden wel opgenomen;
- Vanaf de overgangsconstructies tussen de klei- / groene dijk wordt de steenzetting over 25 m overlaagd met klei. Daarmee wordt een overgang gemaakt van de helling 1:8,5 naar 1:3,8;
- De kleilaag van de kleidijk (2 m) en van de groene dijk (1 m) wordt op de vertikale overgang met de steenbekleding over 25 m doorgezet onder de steenbekleding; hiervoor wordt een detailtekening in het bestek opgenomen.
- De kleidijk en de groene dijk worden overlaagd met een laag zavelige klei van 0,50 m voor de vegetatie;
- De boventafel van de nieuwe steenbekleding ten oosten van dp 6 moet afgestrooid worden om de vestiging van vegetatie te bevorderen. Ten westen daarvan kan de boventafel beter niet afgestrooid worden omdat dit een potentiële broedplek is voor vogels. De plevier, die sterk afhankelijk is van dijken voor broedplaats, broedt bij voorkeur op dijkbekleding met weinig begroeiing;
- In de uitvoering moet erop gelet worden dat er voldoende laagdikte klei onder de bekleding overblijft;
- Het profiel van het schor moet na de uitvoering hersteld worden. De aan de kant gezette klei moet na aanbrengen van kreukelberm en teenschot opnieuw opgebracht worden;
- De huidige overgangsconstructies op de grens met de naastliggende polders dienen verwijderd te worden;
- Er dient aandacht geschonken te worden aan de aansluiting van de bekleding op het gemaal Campen;
- Van de op te nemen vlakke betonblokken zijn 25.000 stuks bestemd voor hergebruik voor de gelijkijdige verbetering Mosselbanken;
- De betonbanden op de buitenknik dienen voorzichtig opgenomen te worden en te worden herzet aan de bovenzijde van de onderhoudsstrook.

FIGUREN

| | |
|-----------|--|
| Figuur 1 | Overzichtsk kaart van het projectgebied; |
| Figuur 2 | Glooiingsk kaart huidige situatie; |
| Figuur 3 | Glooiingsk kaart eindscore toetsing; |
| Figuur 4 | Glooiingsk kaart ontwerp / alternatieven; |
| Figuur 5 | Dwarsprofiel bestaande situatie, dp 3; |
| Figuur 6 | Dwarsprofiel bestaande situatie, dp 6; |
| Figuur 7 | Dwarsprofiel bestaande situatie, dp 10; |
| Figuur 8 | Dwarsprofiel bestaande situatie, dp 28; |
| Figuur 9 | Glooiingsk kaart ontwerp; |
| Figuur 10 | Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 3; |
| Figuur 11 | Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 6; |
| Figuur 12 | Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 10; |
| Figuur 13 | Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 28; |
| Figuur 14 | Dwarsprofiel onderhoudstrook huidige situatie; |
| Figuur 15 | Dwarsprofiel alternatieven onderhoudstrook; |
| Figuur 16 | Dwarsprofiel ontwerp onderhoudstrook; |

Heillegatpolder

Oost

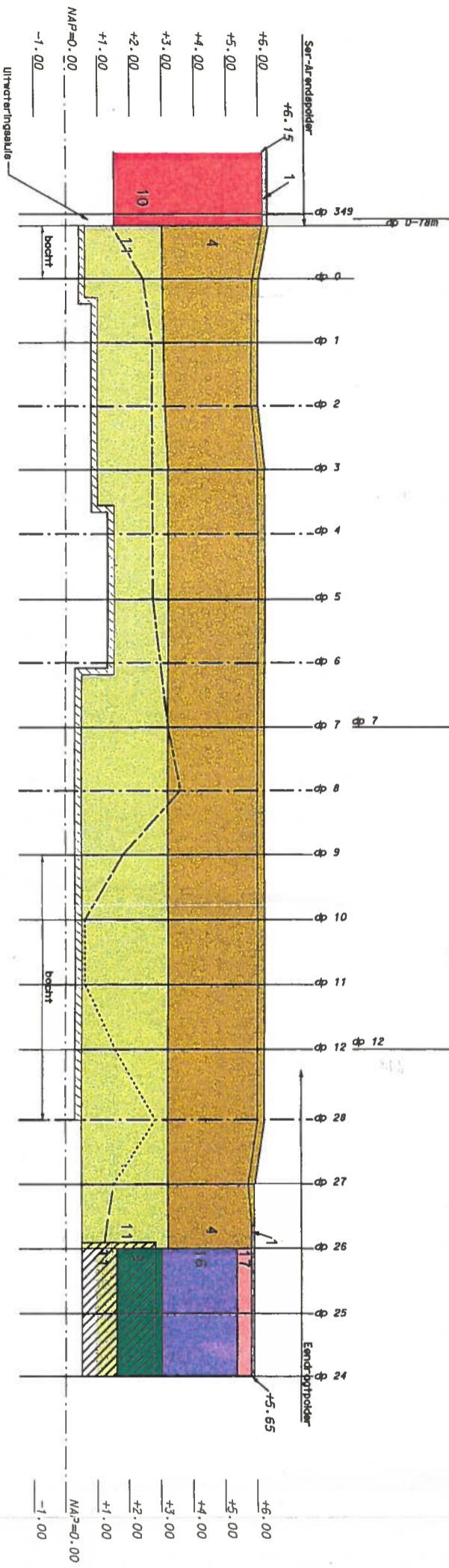
R.V. vdk 100 C

R.V. vdk 101 OOST

R.V. vdk 101 WEST

R.V. vdk 102

West



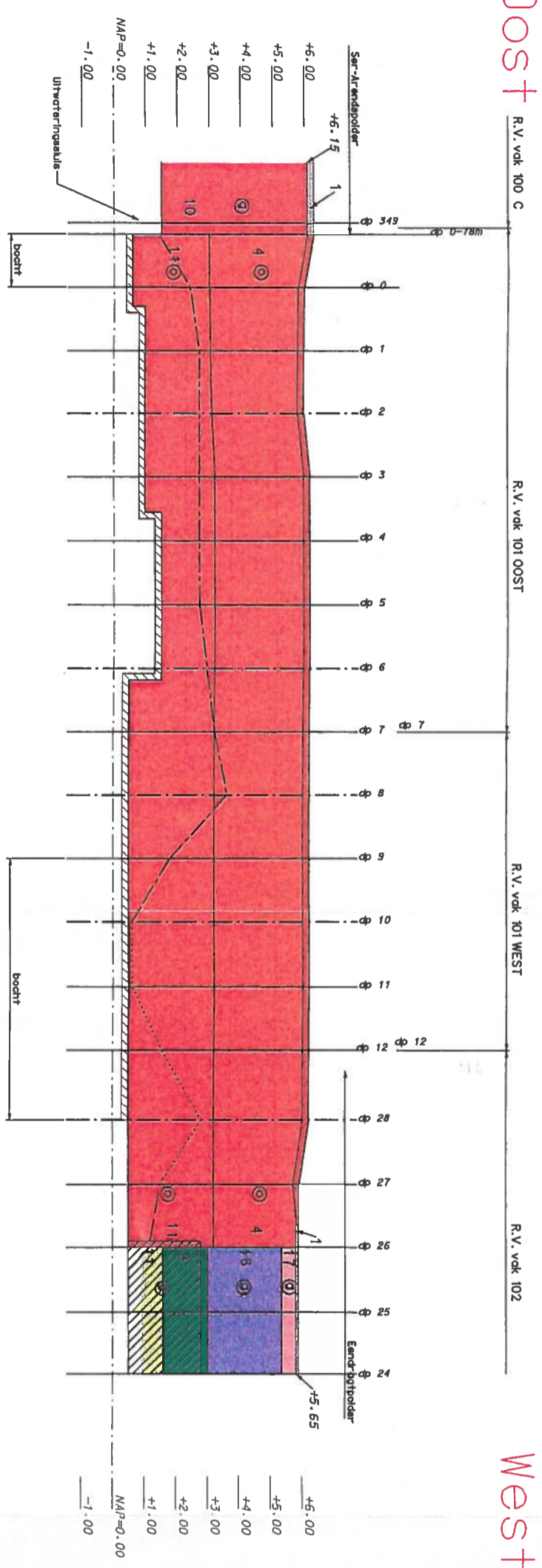
Figuur 2
Glooiingskaart
huidige situatie

- Legend
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 basalt
 - 4 betonblokken
 - 5 diablooglooiing
 - 6 doorgruissteen
 - 7 doorrijke steen
 - 8 pools graniet
 - 9 hardingmblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperlakblokken
 - 12 lessenisse steen
 - 13 petite graniet
 - 14 vilvoorde steen
 - 15 granietblokken
 - 16 blokken op z'n kant
 - 17 polygoonbetonzuilian
 - 18 overlooiing
 - 19 storssteen
 - zandlijn
 - bestortingslijn
 - schorlijn

Heillegatpolder

Oost

West



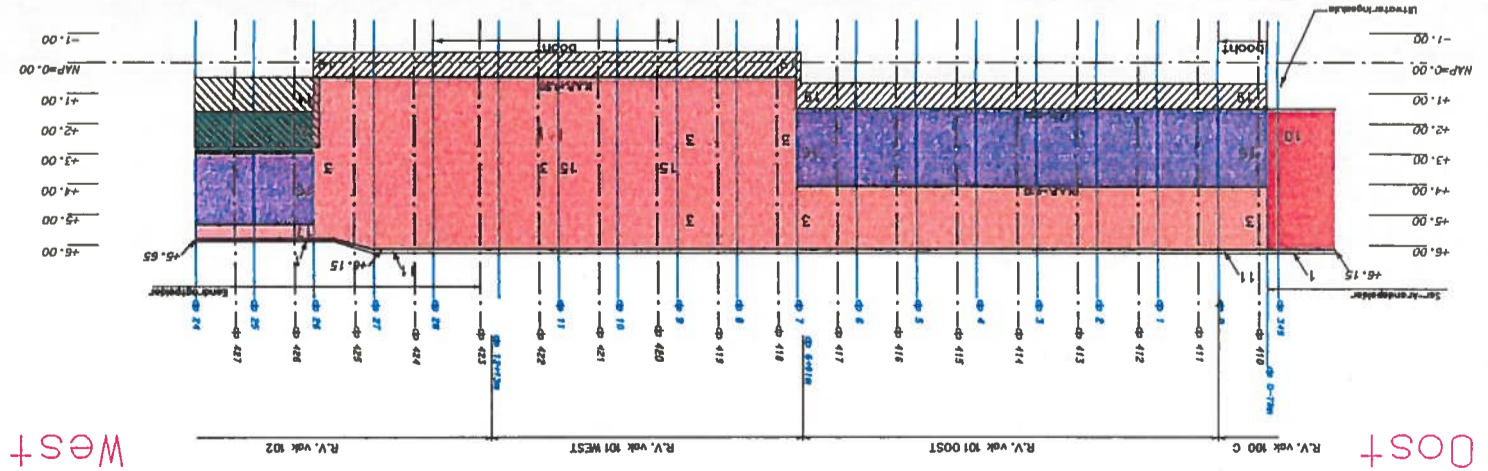
Figuur 3
eindbeoordeling
toetsing

- legenda
- ⊙ goed
 - ⊙ onvoldoende

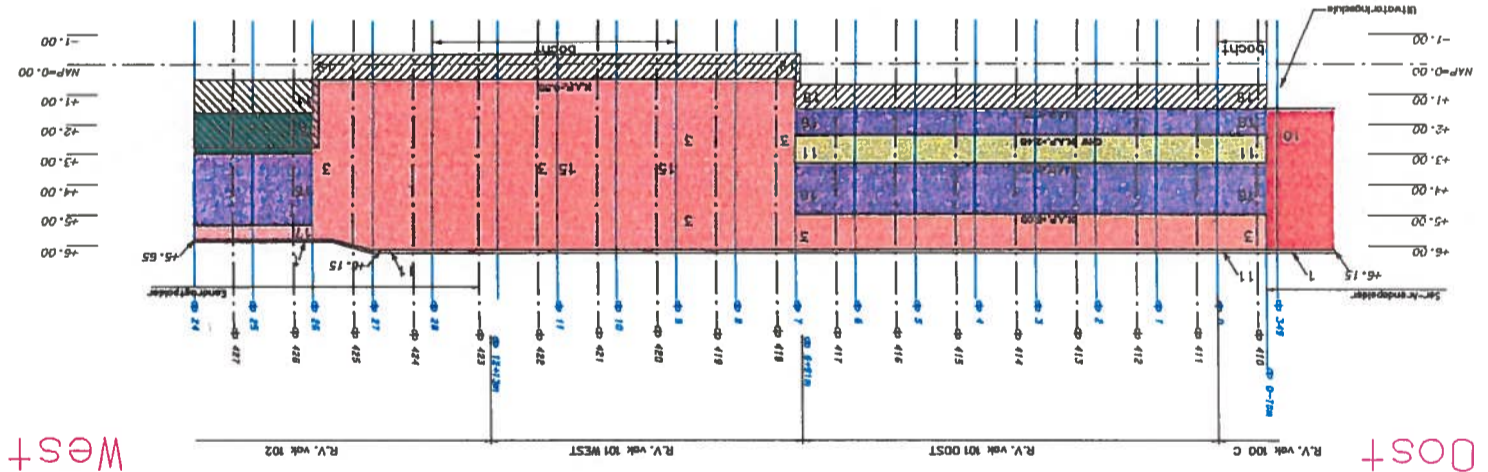
Heiligatpolder

Figuur 4

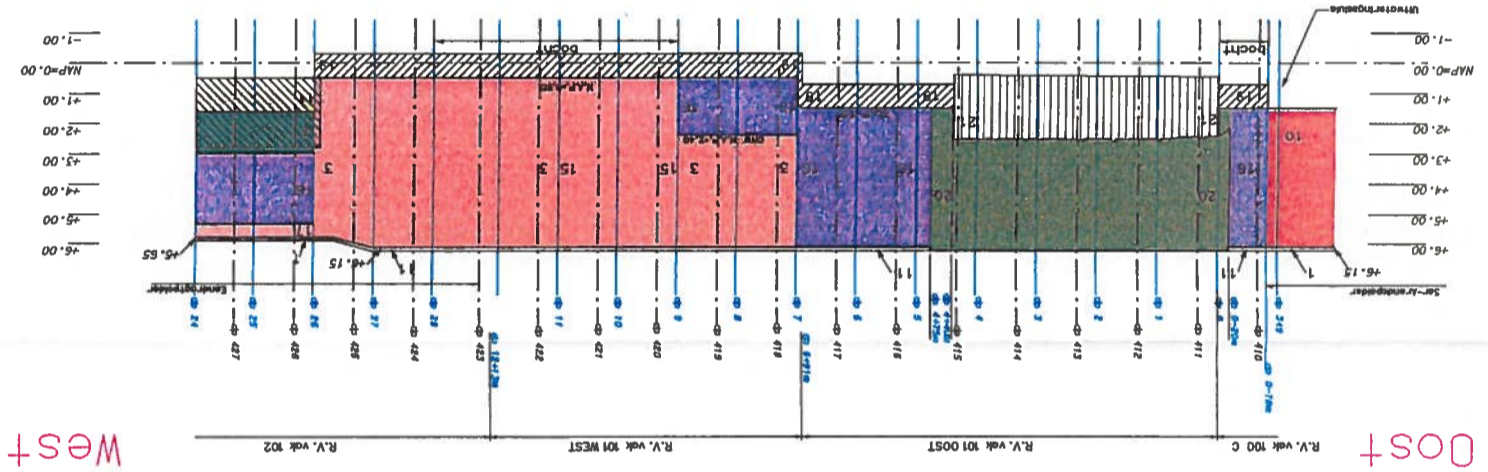
Glooiingskaart
ontwerp 1A



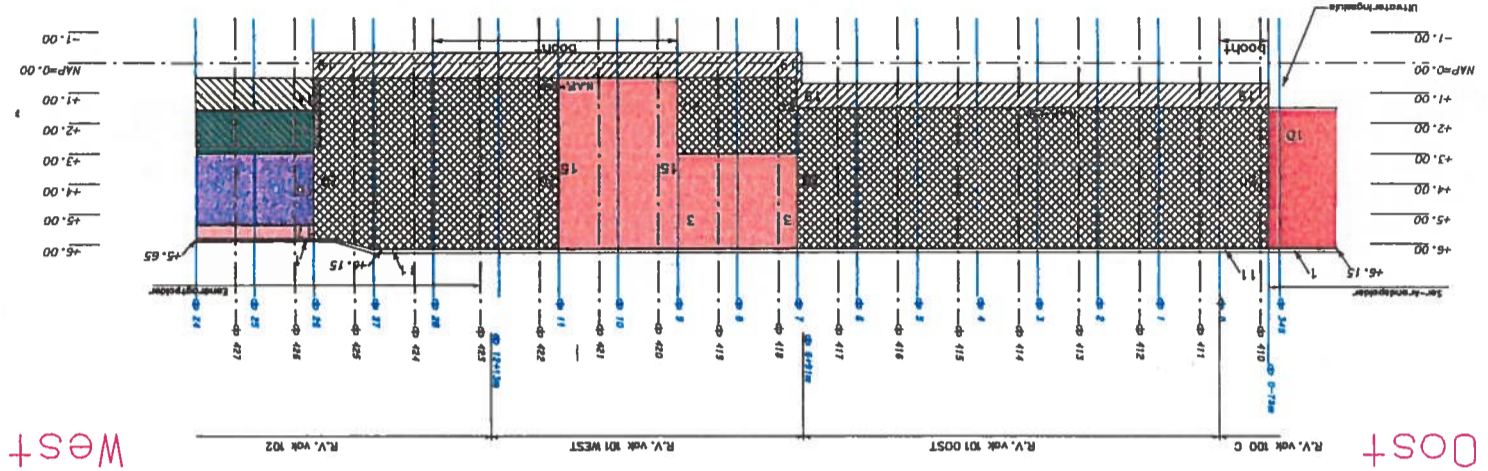
Glooiingskaart
ontwerp 2A



Glooiingskaart
ontwerp 3A

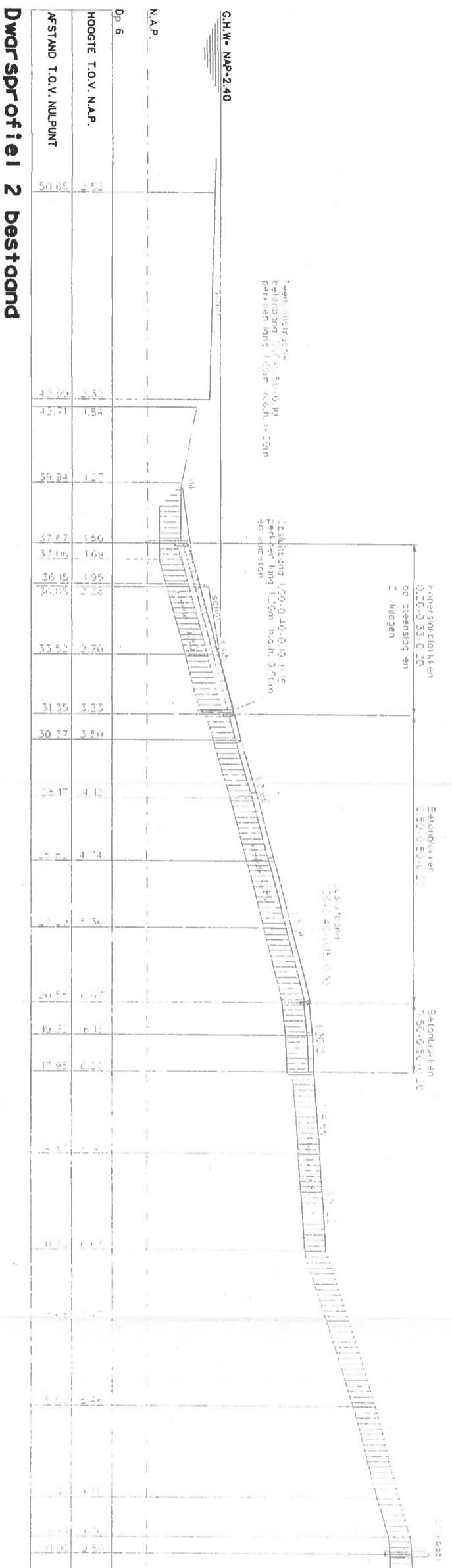


Glooiingskaart
ontwerp 4A



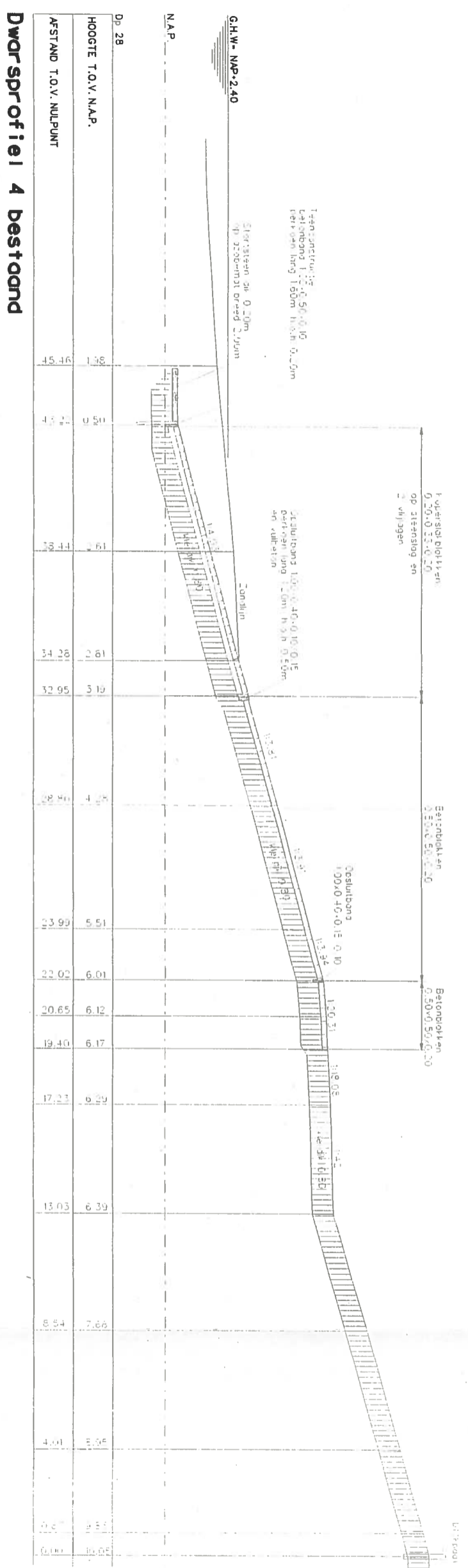
- legenda
- 1 default
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betonblokken
 - 5 daboogisolering
 - 6 doorgraai stenen
 - 7 doornkees stenen
 - 8 pools graniet
 - 9 hardingmblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperstakblokken
 - 12 lessensise stenen
 - 13 pette graniet
 - 14 viltvoerdse stenen
 - 15 betonzuilen - ECO
 - 16 blokken op z'n kant
 - 17 polygoonbetonzuilen
 - 18 overlaging
 - 19 storssteen
 - 20 breuksteen patroongepenetreerd
- dp = dp nieuw
— dp = dp oud

Figuur 6



Dwarsprofiel 2 Bestand

Figuur 8



Dwarsprofiel 4 bestaand

Heillegatpolder

Oost

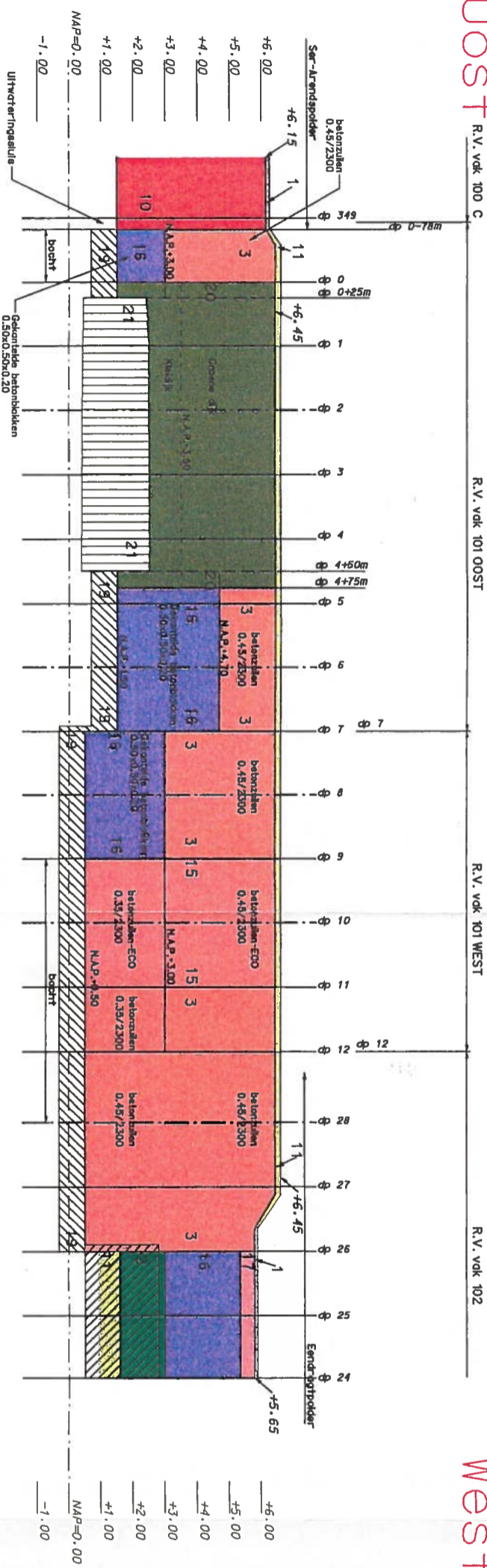
R.V. vak 100 C

R.V. vak 101 OOST

R.V. vak 101 WEST

R.V. vak 102

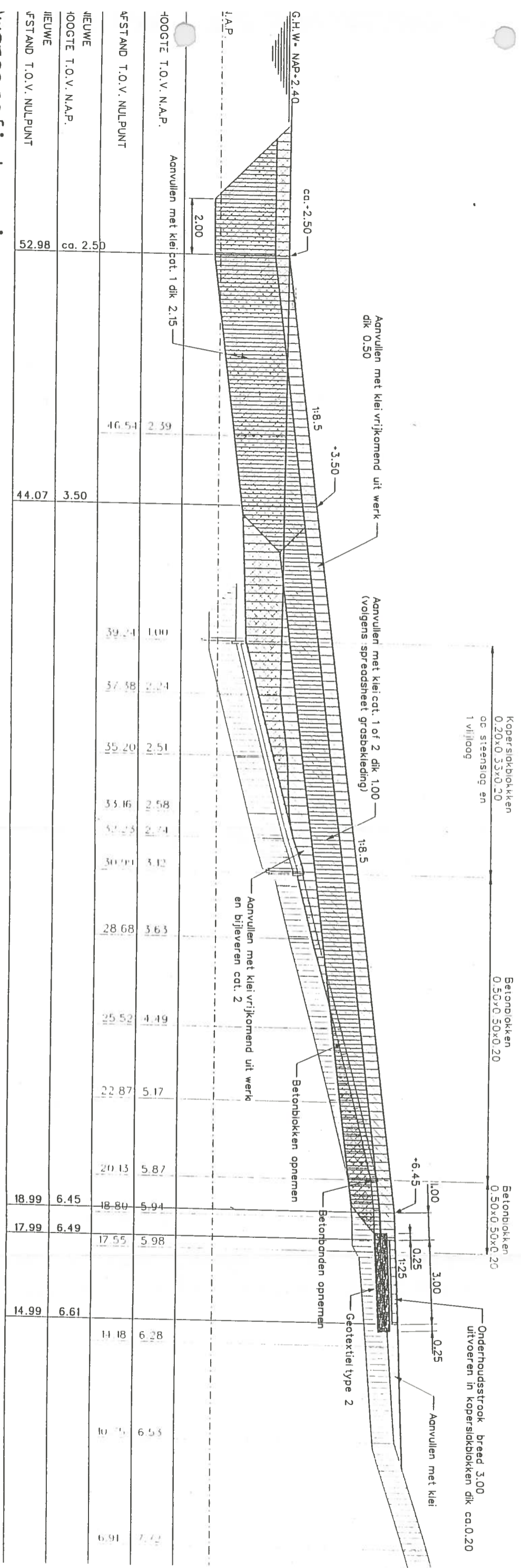
West



Figuur 9
Glooiingskaart
ontwerp

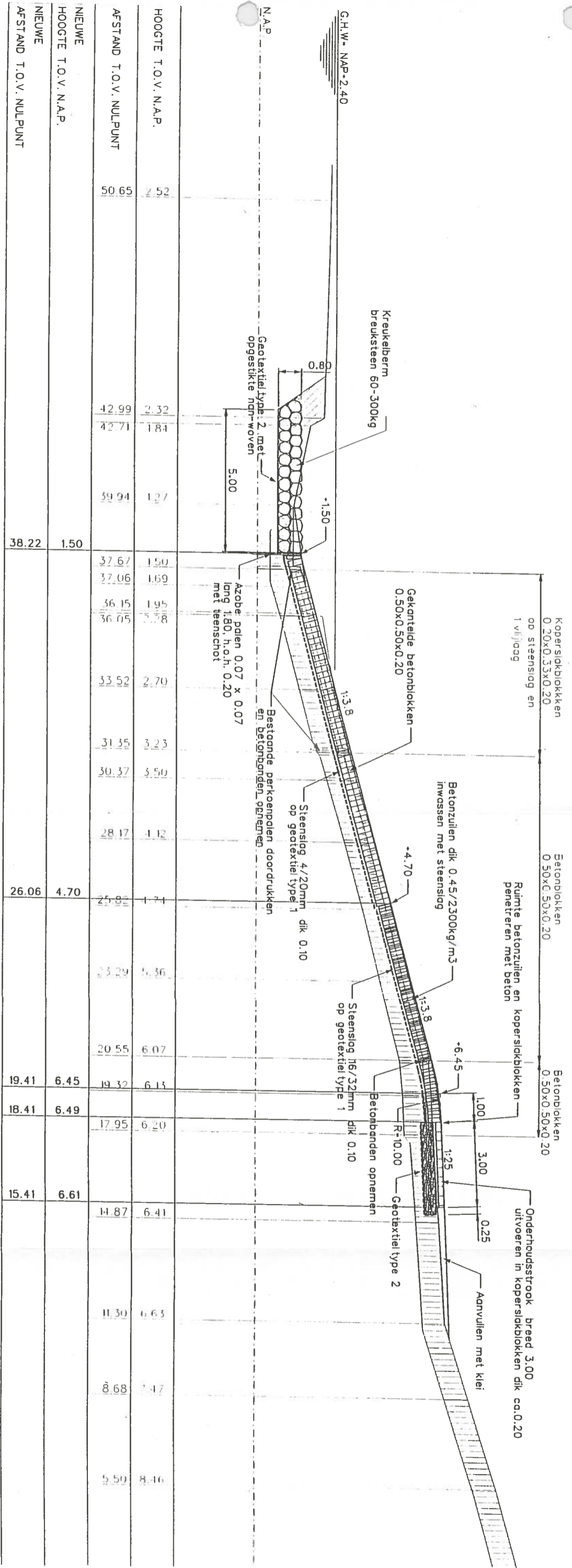
- legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betonblokken
 - 5 dijbouwglooiing
 - 6 doorgroei steen
 - 7 doorrijke steen
 - 8 pools groniet
 - 9 hardingmblokken
 - 10 hydraroblokken
 - 11 koperstokblokken
 - 12 lessensse steen
 - 13 pette groniet
 - 14 vilvoorse steen
 - 15 betonzuilen - ECO
 - 16 blokken op z'n kont
 - 17 polygoonbetonzuilen
 - 18 overlaging
 - 19 stortsteen
 - 20 groenedijk
 - 21 schor

Figuur 10



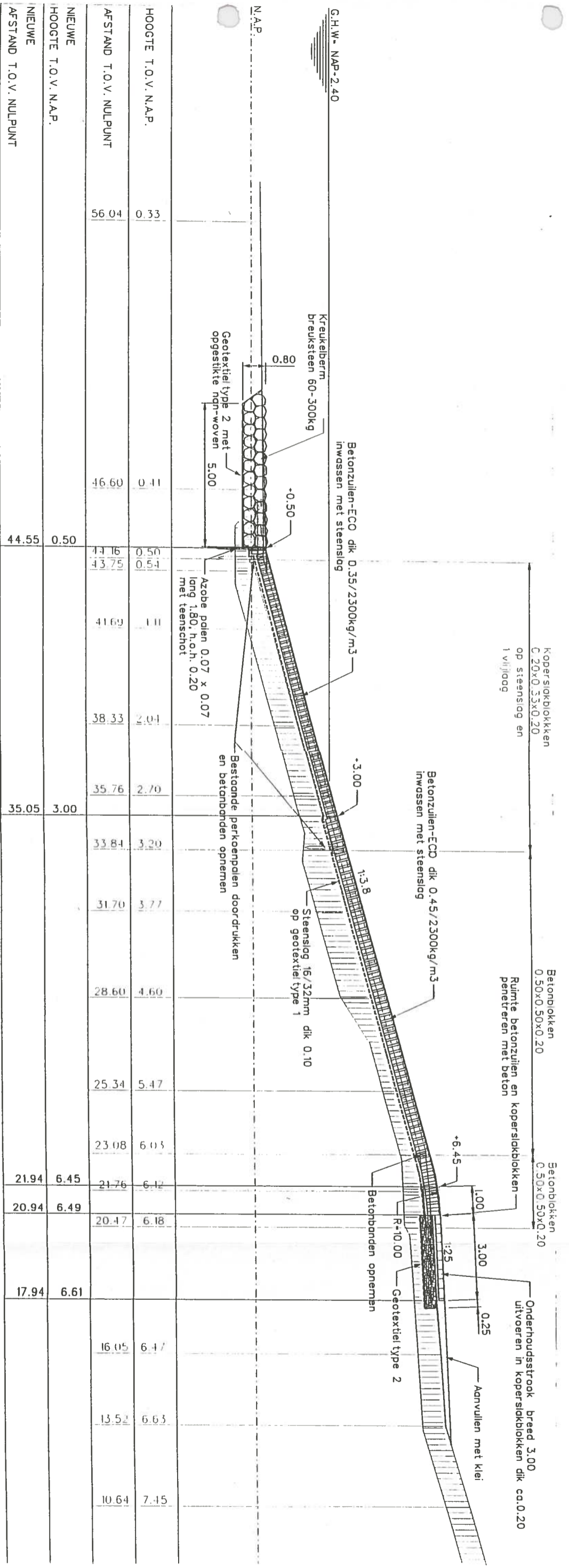
Waarprofiel nieuw van dp0+25m tot dp4+50m

Figuur 11



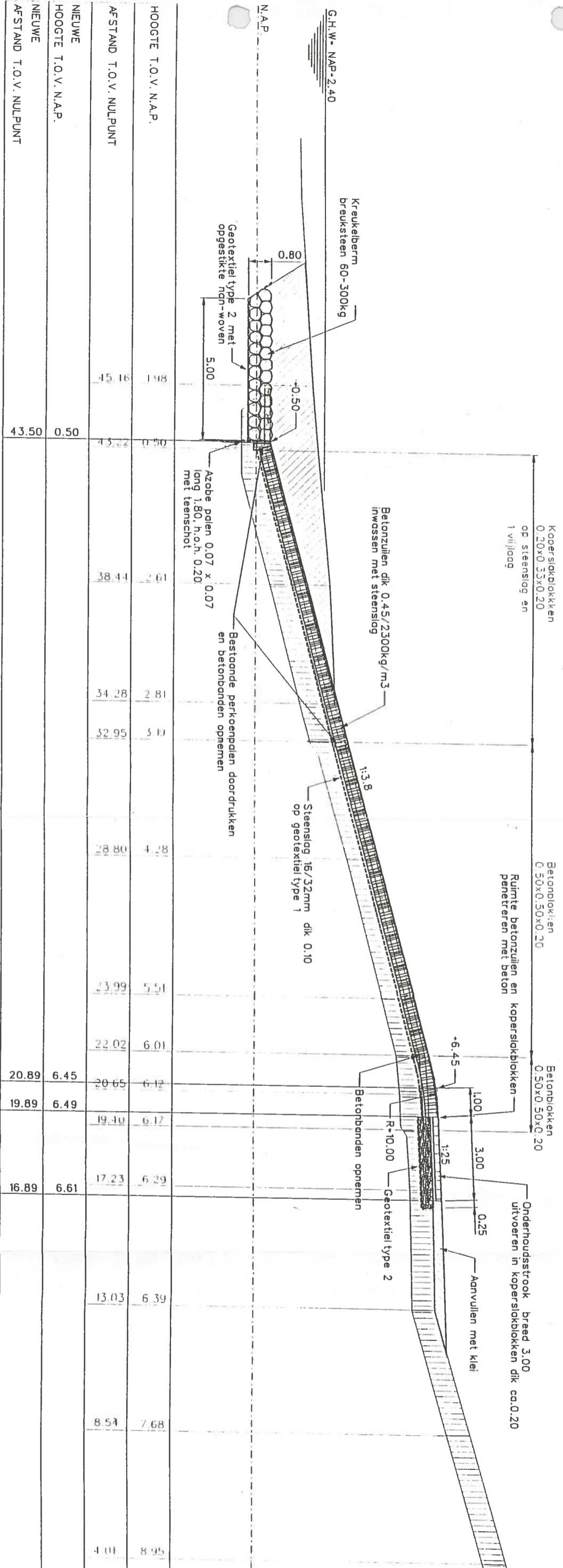
Dwarsprofiel nieuw van dp4+50m tot dp7

Figuur 12



Dwarsprofiel **nieuw** van dp9 tot dp11

Figuur 13

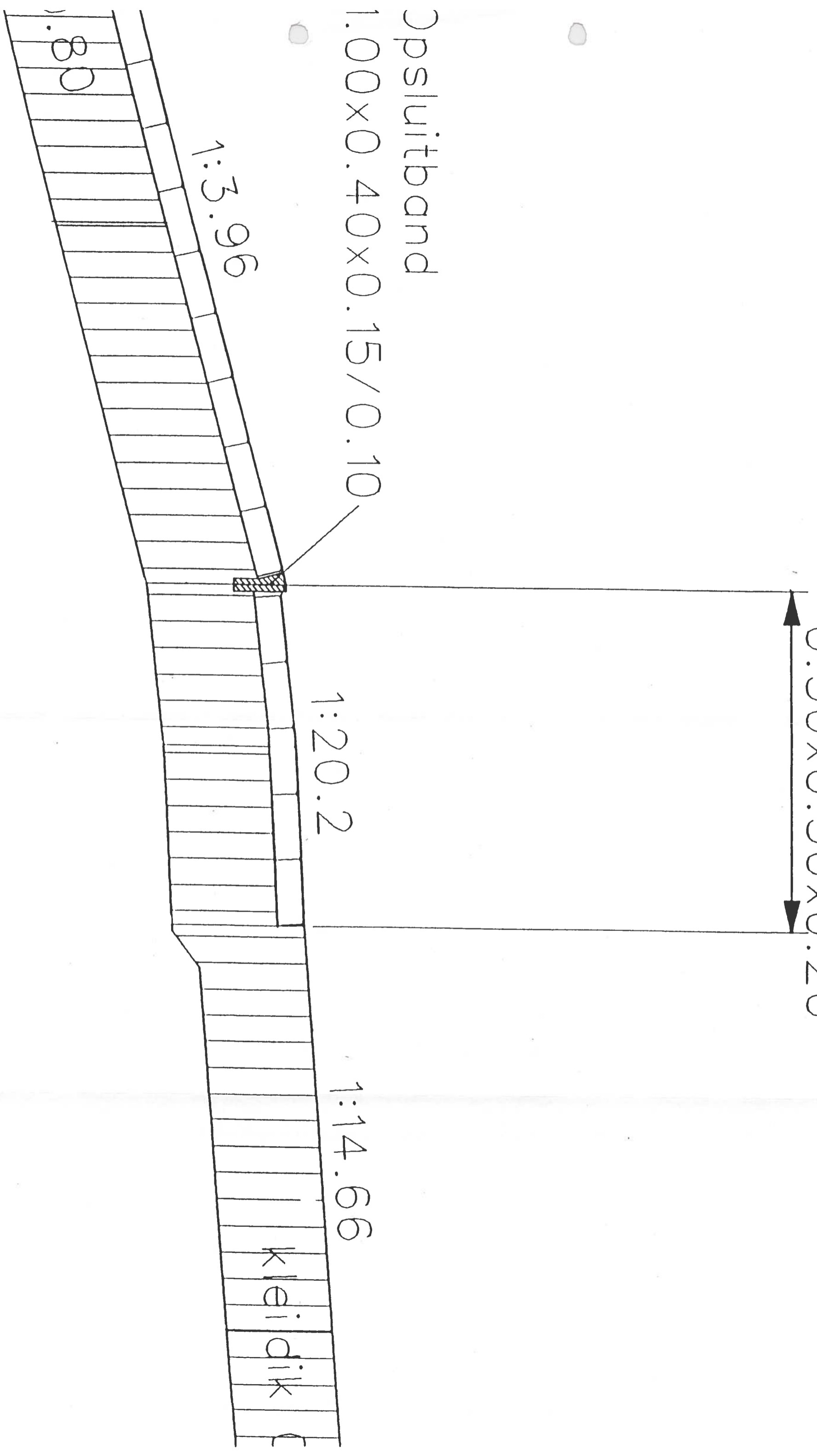


Dwarsprofiel **nieuw** van dp12 tot dp26

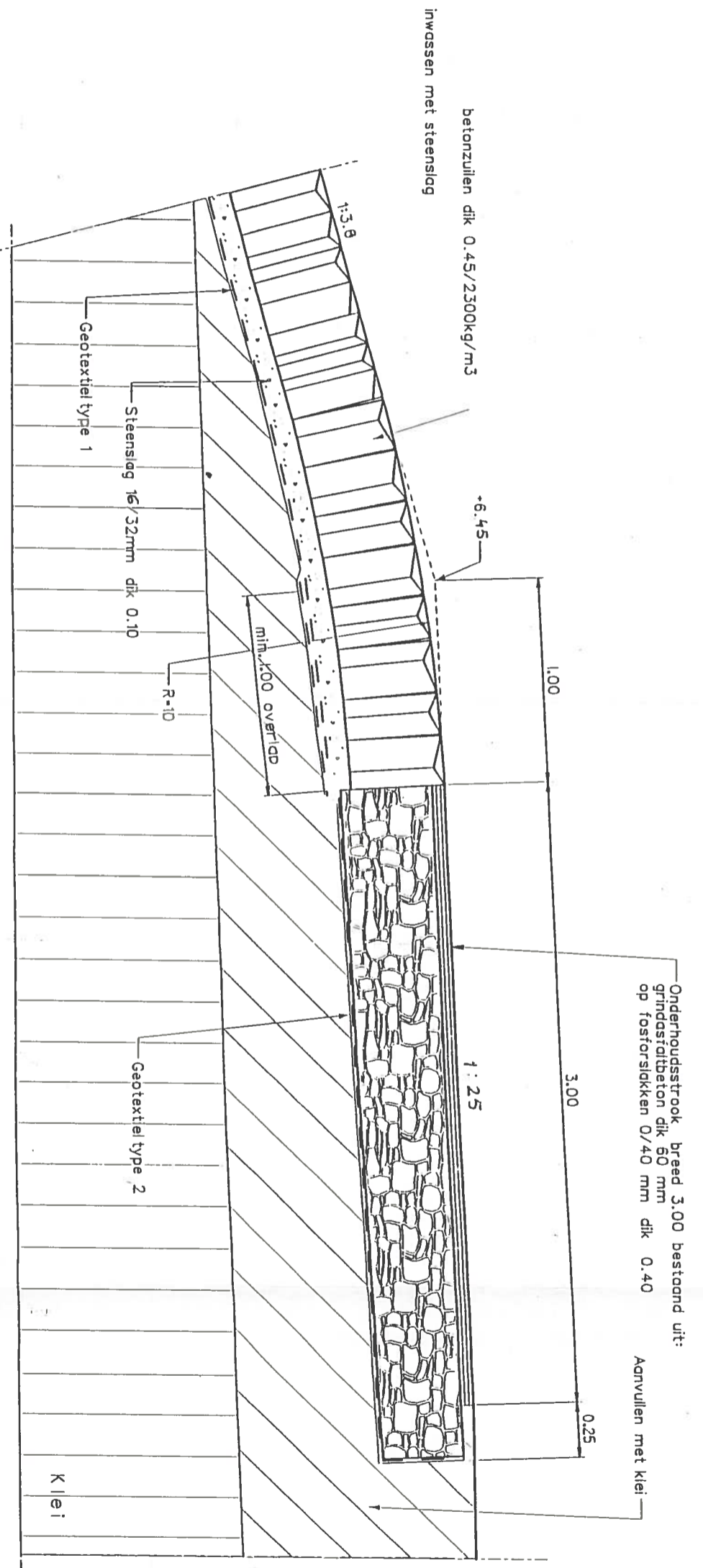
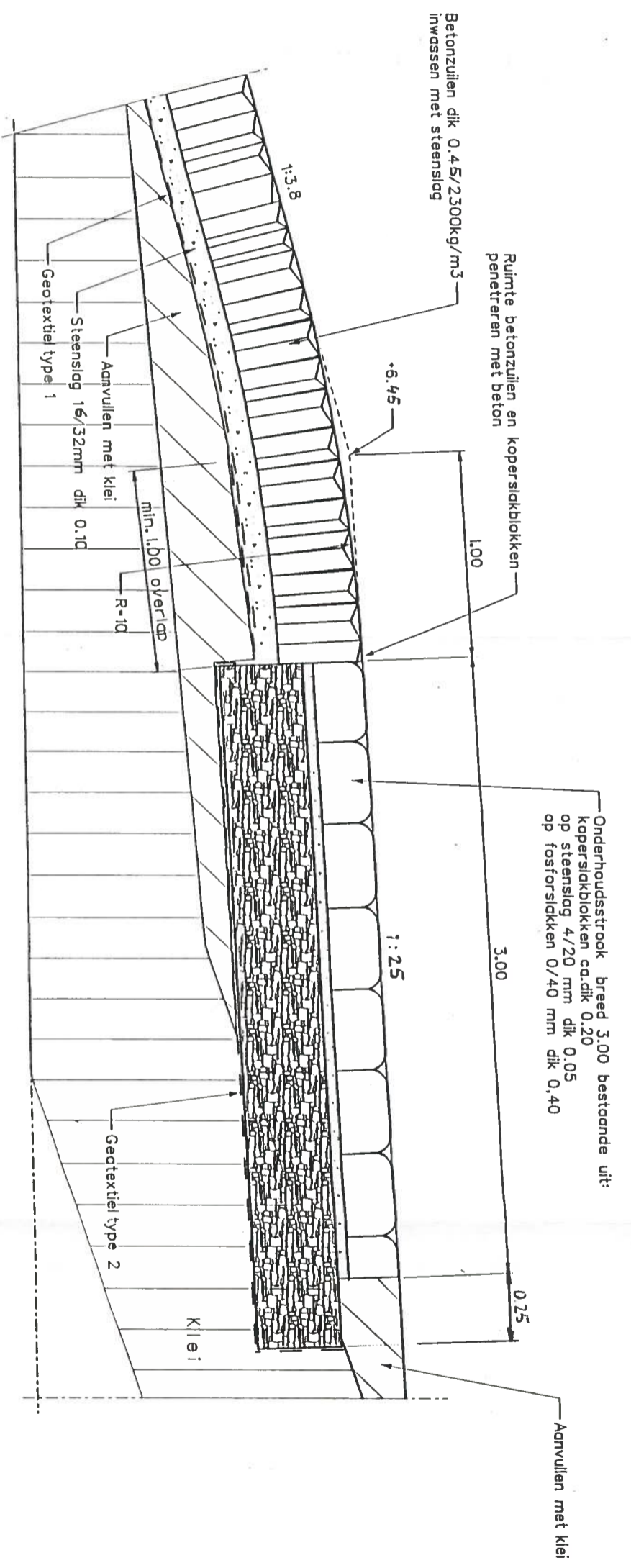
NIEUWE
HOOGTE T.O.V. N.A.P. 0.50
AFSTAND T.O.V. NULPUNT 43.50

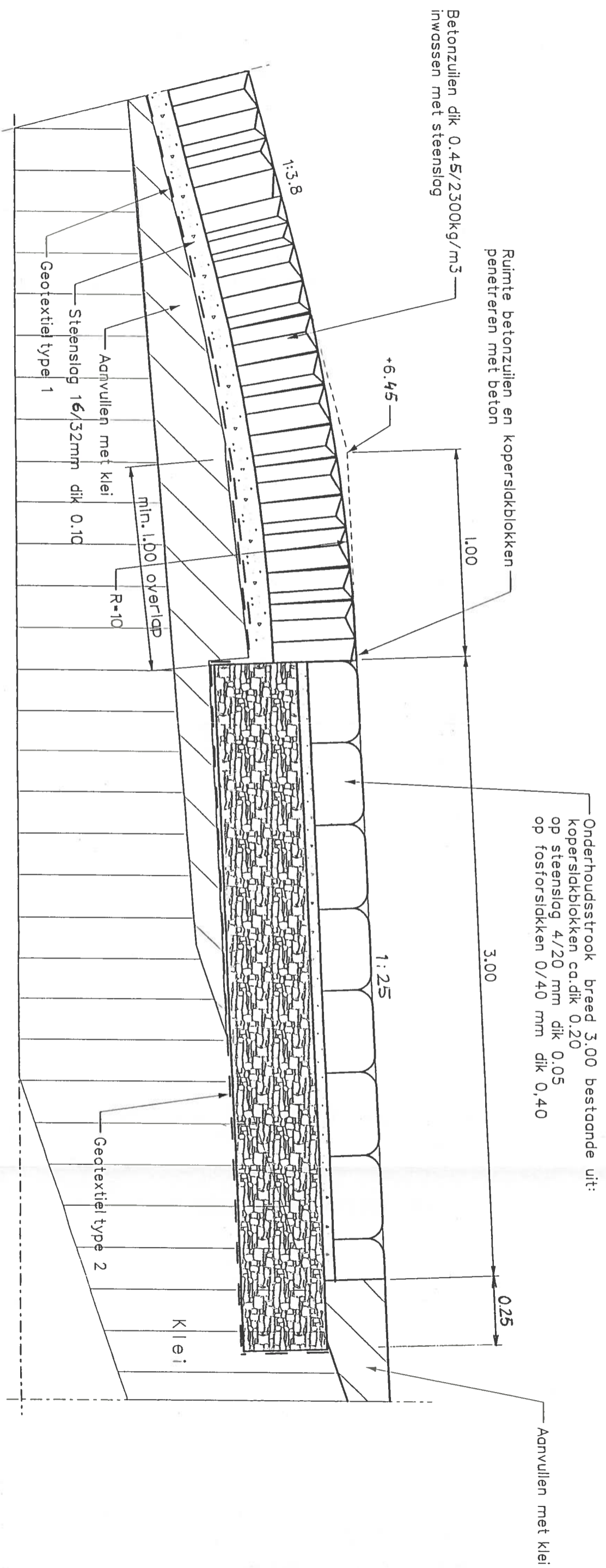
Figuur 14

Betonblokken
0.50x0.50x0.20



Figuur 15





Figuur 16

LITERATUUR

- [1] Algemene nota van de werken die in 2001 voorbereid worden
Projectbureau Zeeweringen, Goes, Versie 2, 25-04-2001.
PZDT-R-01.095ontw
- [2] Getijtafels voor Nederland 2001
RIKZ, 2000.
- [3] De basispeilen langs de Nederlandse kust
Rijksinstituut voor Kust en Zee, mei 1995.
RIKZ-95.008
- [4] Bijlagen bij 'Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van dijkbekledingen'
Werkgroep Kennis, Versie 6, 26-01-2001.
PZDT-R-01.002ken
- [5] Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde (exclusief Walcheren)
Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht,
Versie 17, concept, 23 mei 2001.
PZDT-R-01144-inv
- [6] Leidraad Toetsen op Veiligheid
TAW, Delft, augustus 1999.
- [7] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland
Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997.
Kenmerk 362070/46
- [8] Vrijgavedocument toetsing Hellegatpolder
Projectbureau Zeeweringen, januari 2001.
PZDT-M-01020-ken
- [8a] Memo steentoes
Waterschap Zeeuwse-Vlaanderen, 15 februari 2001.
PZDT-opzoeken
- [9] Oplegnotitie toetsing Hellegatpolder
Projectbureau Zeeweringen, april 2001.
PZDT-M-01115-ontw
- [10] Rapport 155, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen
CUR Gouda, maart 1992.
- [11] Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het
Projectbureau Zeeweringen
Werkgroep Kennis, Versie 6, 30-01-2001.
PZDT-R-01.001-ken

- [12] Achtergrond bij 'Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van Dijkbekledingen'
Werkgroep Kennis, Versie 5, 16-02-2000.
PZDT-R-99479ken
- [13] Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde
Dienst Landelijk Gebied - Zeeland, juli 2001.
- [14] Leidraad Zee- en Meerdijken, Basisrapport
Technische Adviescommissie Waterkeringen, december 1999.

BIJLAGEN

| | |
|------------------|-------------------------------------|
| Bijlage 1 | Technische toepasbaarheid |
| Bijlage 1.1 | Betonzuilen |
| Bijlage 1.2 | Gekantelde betonblokken |
| Bijlage 1.3 | Koperslakkblokken |
| Bijlage 2 | Dimensionering |
| Bijlage 2.1 | Betonzuilen |
| Bijlage 2.2 | Koperslakkblokken op berm |
| Bijlage 2.3 | Grasbekleding |
| Bijlage 2.4 | Kleidijk |
| Bijlage 3 | Detailadvies natuurwaarden |
| Bijlage 4 | Detailadvies landschapsvisie |

BIJLAGE 1 TECHNISCHE TOEPASBAARHEID

Bijlage 1.1 Betonzuilen

De technische toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.3.3.

Bij de stelst mogelijke ontwerp-taludhelling van 1:2,8 en bij de zwaarste randvoorwaarden (vak 102) is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil nog stabiel is.

| | |
|----------------------------------|----------------|
| PARAMETER/ BEREKENING | 102 boventafel |
| Golven | |
| H_s [m] | 2,28 |
| T_p [s] | 6,80 |
| Talud | |
| $cot(\alpha)$ [-] | 3,4 |
| f [-] | 0,5 |
| Constructietype | |
| niet ingewassen zuilen | |
| filter | |
| geotextiel | |
| basis | |
| ZUILEN | |
| Az [m ²] | 0,090 |
| Azo [%] | 10 |
| Dz [m] | 0,50 |
| sm [kg/m ³] | 2813 |
| G [-] | 1,0 |
| Filter | |
| b [m] | 0,15 |
| D_{15} [mm] | 20 |
| n [-] | 0,35 |

EINDRESULTATEN

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Stabiliteit | |
| toplaag | |
| conclusie | De constructie is stabiel |
| ANAMOS | |

Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de betonzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_g/\Delta D \leq 6 \xi^{-2/3}$). Voor de berekening geldt dat aan deze voorwaarde is voldaan: ANAMOS is geldig.

Bijlage 1.2 Gekantelde betonblokken

De technische toepasbaarheid van de betonblokken is beschreven in paragraaf 5.3.4.

Vlakke blokken 25 cm dik

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| PARAMETER/ BEREKENING | 101 Oost (dp 0 tot dp 7) onder NAP + 3 m helling 1:3.8 | 101 Oost (dp 0 tot dp 7) boven NAP + 3 m helling 1:3.8 |
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,36 | 1,81 |
| T_p [s] | 6,26 | 6,71 |
| Talud | | |
| $\cot(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructietype | niet ingewassen dichte blokken | |
| filter | | |
| geotextiel | | |
| basis | | |
| Blokken | | |
| B [m] | 0,25 | 0,25 |
| L [m] | 0,50 | 0,50 |
| D [m] | 0,48 | 0,48 |
| s [mm] | 1,0 | 1,0 |
| ρ_m [kg/m ³] | 2300 | 2300 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D_{15} [mm] | 5 | 5 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |
| EINDRESULTATEN | | |
| Stabiliteit | | |
| toplaag | | |
| ys [m] | 1,18 | 1,33 |
| max. tophoogte | 3,0 | 4,35 |
| conclusie | De constructie is stabiel | De constructie is stabiel |
| ANAMOS | | |

Vlakke blokken 25 cm dik

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| PARAMETER/ BEREKENING | 101 West (dp 7 tot dp 12) onder NAP + 3 m helling 1:3,8 | 101 West (dp 7 tot dp 12) boven NAP + 3 m helling 1:3,8 |
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,68 | 1,88 |
| T_p [s] | 6,29 | 6,53 |
| Talud | | |
| $\cot(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructietype | niet ingewassen dichte blokken | |
| filter | | |
| geotextiel | | |
| basis | | |
| Blokken | | |
| B [m] | 0,25 | 0,25 |
| L [m] | 0,50 | 0,50 |
| D [m] | 0,48 | 0,48 |
| s [mm] | 1,0 | 1,0 |
| σ_m [kg/m ³] | 2300 | 2300 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D_{15} [mm] | 5 | 5 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |
| EINDRESULTATEN | | |
| Stabiliteit | | |
| toplaag | 1,24 | 1,29 |
| γ_s [m] | 3,0 | 3,7 |
| max. tophiveau | 3,0 | 3,7 |
| conclusie | De constructie is stabiel | De constructie is stabiel |
| ANAMOS | | |

Vlakke blokken 20 cm dik

| PARAMETER/ BEREKENING | 101 Oost (dp 0 tot dp 7) onder NAP + 3 m helling 1:3,8 | 101 Oost (dp 0 tot dp 7) boven NAP + 3 m helling 1:3,8 |
|--------------------------------|--|--|
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,36 | 1,93 |
| T_p [s] | 6,26 | 6,83 |
| Talud | | |
| $\cot(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructietype | | |
| niet ingewassen dichte blokken | | |
| filter | | |
| geotextiel | | |
| basis | | |
| Blokken | | |
| B [m] | 0,20 | 0,20 |
| L [m] | 0,50 | 0,50 |
| D [m] | 0,48 | 0,48 |
| s [mm] | 1,0 | 1,0 |
| ρ_m [kg/m ³] | 2300 | 2300 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D_{15} [mm] | 5 | 5 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |
| EINDRESULTATEN | | |
| Stabiliteit | | |
| toplaag | 1,18 | 1,39 |
| y_s [m] | 3,0 | 4,7 |
| max. tophoogte | De constructie is stabiel | De constructie is stabiel |
| conclusie | | |
| ANAMOS | | |

Viakke blokken 20 cm dik

| PARAMETER/ BEREKENING | 101 West onder NAP + 3 m helling 1:3,8 | 101 West boven NAP + 3 m helling 1:3,8 |
|--------------------------------|---|---|
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,68 | 1,98 |
| T_p [s] | 6,29 | 6,65 |
| Talud | | |
| $\cot(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructietype | | |
| riet ingewassen dichte blokken | | |
| filter | | |
| geotextiel | | |
| basis | | |
| Blokken | | |
| B [m] | 0,20 | 0,20 |
| L [m] | 0,50 | 0,50 |
| D [m] | 0,48 | 0,48 |
| s [mm] | 1,0 | 1,0 |
| sm [kg/m ³] | 2300 | 2300 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D_{15} [mm] | 5 | 5 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |
| EINDRESULTATEN | | |
| Stabiliteit | | |
| toplaag | | |
| Y_s [m] | 1,24 | 1,34 |
| max. tophiveau | 3,0 | 4,15 |
| conclusie | De constructie is stabiel | De constructie is stabiel |
| ANAMOS | | |

Bijlage 1.3 Koperslabblokken (gekanteld)

| PARAMETER/ BEREKENING | 101 oost ondertafel | 101 oost bovertafel |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,36 | 1,48 |
| T_p [s] | 6,26 | 6,38 |
| Talud | | |
| $\text{cot}(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructietype | | |
| niet ingewassen dichte blokken | | |
| filter | | |
| geotextiel | | |
| basis | | |
| Blokken | | |
| B [m] | 0,20 | 0,20 |
| L [m] | 0,20 | 0,20 |
| D [m] | 0,31 | 0,31 |
| s [mm] | 1,0 | 1,0 |
| sm [kg/m ³] | 2500 | 2500 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D ₁₅ [mm] | 5 | 5 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |

EINDRESULTATEN

| Stabiliteit | | |
|----------------|---------------------------|-----------------------------|
| toplaag | 1,18 | 1,18 |
| ys [m] | 3,00 | 3,30 |
| max. tophiveau | 3,00 | 3,30 |
| conclusie | De constructie is stabiel | De constructie is INSTABIEL |
| ANAMOS | | |

BIJLAGE 2 DIMENSIONERING

Bijlage 2.1 Betonzuilen

De dimensionering van de betonzuilen is beschreven in paragraaf 6.3.1.

De lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en dichtheid zijn bepaald, gebruikmakend van het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_g/DD \leq 6\xi^{-2/3}$), voor alle vakken waarin betonzuilen worden toegepast. Vervolgens is de gekozen zuil gecontroleerd met ANAMOS. Slechts de gekozen zuilen zijn in onderstaande tabellen opgenomen.

| PARAMETER/ BEREKENING | 101 Oost onder NAP + 3 m helling 1:3,8 | 101 Oost boven NAP + 3 m helling 1:3,8 |
|---------------------------|---|---|
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,36 | 2,02 |
| T_p [s] | 6,26 | 6,92 |
| Talud | | |
| $\cot(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructie type | | |
| niet ingewassen zuilen | | |
| filter | | |
| geotextiel | | |
| basis | | |
| Zuilen | | |
| Az [m ²] | 0,09 | 0,09 |
| Azo [%] | 10 | 10 |
| Dz [m] | 0,35 | 0,45 |
| sm [kg/m ³] | 2231 | 2231 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D_{15} [mm] | 20 | 20 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |
| EINDRESULTATEN | | |
| Stabiliteit | | |
| toplaag | | |
| conclusie | De constructie is stabiel | De constructie is stabiel |
| ANAMOS | | |

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| PARAMETER/BEREKENING | 101 West onder NAP + 3 m helling 1:3,8 | 101 West boven NAP + 3 m helling 1:3,8 |
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,68 | 2,20 |
| T_p [s] | 6,29 | 6,92 |
| Talud | | |
| $\cot(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructietype | riet ingewassen zuijen | |
| filter | | |
| geotextiel | | |
| basis | | |
| Zuijen | | |
| Az [m ²] | 0,09 | 0,09 |
| Azo [%] | 10 | 10 |
| Dz [m] | 0,35 | 0,45 |
| sm [kg/m ³] | 2231 | 2231 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D_{15} [mm] | 20 | 20 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |

EINDRESULTATEN

| | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| Stabiliteit | | |
| toplaag | | |
| conclusie | De constructie is stabiel | De constructie is stabiel |
| ANAMOS | | |

| | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| PARAMETER/BEREKENING | 102 onder NAP + 3 m helling 1:3,8 | 102 boven NAP + 3 m helling 1:3,8 |
| Golven | | |
| H_s [m] | 1,90 | 2,28 |
| T_p [s] | 6,80 | 6,80 |
| Talud | | |
| $\cot(\alpha)$ [-] | 3,4 | 3,6 |
| f_t [-] | 0,5 | 0,5 |
| Constructietype | riet ingewassen zullien | |
| filter | geotextiel | |
| geotextiel | basis | |
| Zullien | | |
| Az [m^2] | 0,09 | 0,09 |
| Azo [%] | 10 | 10 |
| Dz [m] | 0,45 | 0,40 |
| sm [kg/m^3] | 2231 | 2328 |
| G [-] | 1,0 | 1,0 |
| Filter | | |
| b [m] | 0,15 | 0,15 |
| D ₁₅ [mm] | 20 | 20 |
| n [-] | 0,35 | 0,35 |

EINDRESULTATEN

| | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| Stabiliteit | | |
| toplaag | | |
| conclusie | De constructie is stabiel | De constructie is stabiel |
| ANAMOS | | |

Bijlage 2.2 Koperslabblokken op berm

| PARAMETER/ BEREKENING | randvoorwaarden uit 102 |
|--------------------------------|-------------------------|
| Berm | |
| cot(α) fictief [-] | 3,8 |
| bermfactor [-] | 0,55 |
| Golven | |
| H_s [m] | 2,30 |
| T_p [s] | 6,80 |
| Talud | |
| cot(α) [-] | 3,8 |
| ft [-] | 0,5 |
| Constructietype | |
| niet ingewassen dichte blokken | |
| filter | |
| geotextiel | |
| basis | |
| Blokken | |
| B [m] | 0,33 |
| L [m] | 0,20 |
| s [mm] | 1,0 |
| sm [kg/m ³] | 2700 * |
| G [-] | 1,0 |
| Filter | |
| b [m] | 0,10 |
| D ₁₅ [mm] | 5 |
| n [-] | 0,35 |
| EINDRESULTATEN | |
| Stabiliteit toplaag | |
| Conclusie Anamos | Stabiel |
| Benodigde dikte toplaag berm: | |
| bermfactor * D | 0,20* |
| D [m] | |

*: de gebruikte steendiktes en soortelijke massa's zijn afkomstig uit laboratoriumproeven. Voor de berekening is de gemiddelde soortelijke massa aangehouden. Deze bedraagt 2740 kg/m³ en blokken dik 0,20 m blijken stabiel te zijn bij een soortelijke massa groter of gelijk 2700. Deze waarden zijn hoger dan de waarden uit [11] die gebruikt zijn in bijlage 1.3.

Bijlage 2.3 Grasbekleding

Spreadsheet Grasbekleding (golflappen; tot Ontwerppeil)

23-3-01 versie 2.21 Gebaseerd op LTV Katern 8

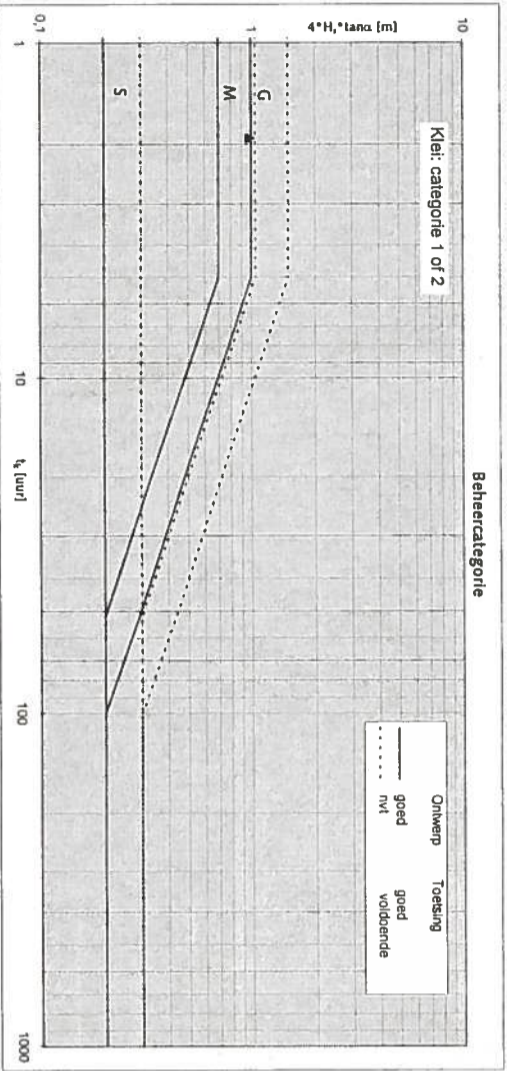
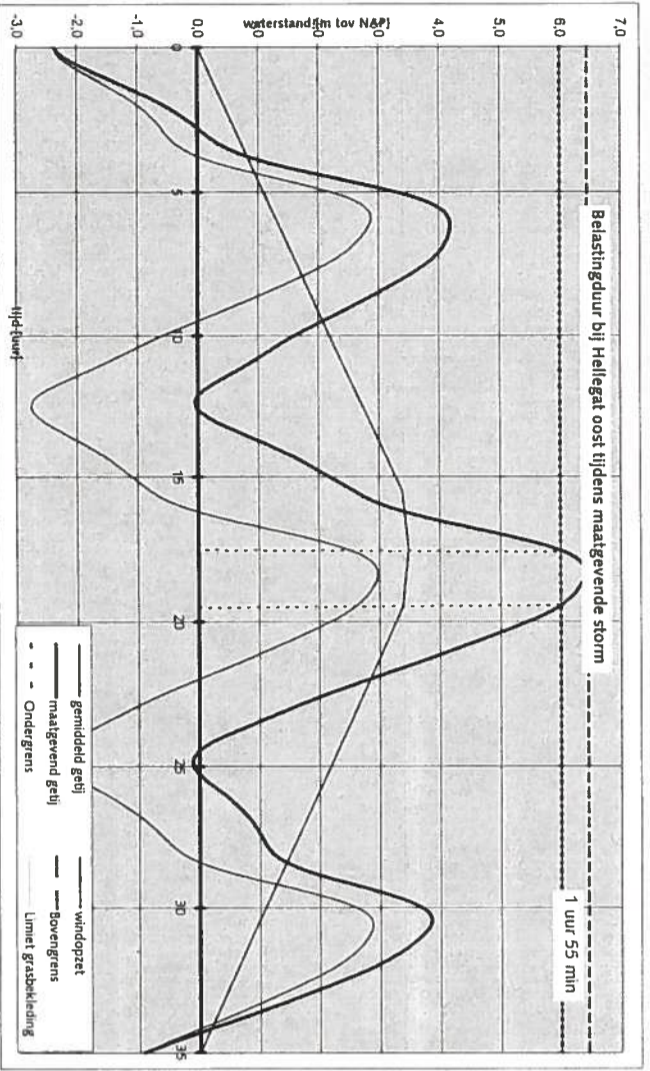
| | | | |
|------------------|---------------|--------------|----------------|
| Invoer | | | |
| Dijkvak: | Hellegat oost | Hoogte gras: | 6,00 m tov NAP |
| Meetstation: | Hansweert | Ontwerppeil: | 6,45 m tov NAP |
| Begin storm: | 1w | CHW: | 2,40 m tov NAP |
| | | Talud: | 8,50 1: |
| Randvoorwaarden: | NAP +2m | NAP +4m | NAP +6m |
| | Hs: 0,5 | 1,3 | 1,9 |
| | Tp: 6,2 | 6,2 | 6,8 |

| | |
|----------------|--------------|
| Uitvoer | |
| Ondergrens: | NAP + 6 m |
| Bovengrens: | NAP + 6,45 m |
| Top getij: | NAP + 2,97 m |
| Hr: | 2,11 m |
| Belastingduur: | 1 uur 55 min |
| Limiet gras: | NAP + 3,4 m |

Datum en tijd

Getij [cm]

| | |
|---------------|------|
| 11-3-01 22:35 | -237 |
| 11-3-01 22:40 | -236 |
| 11-3-01 22:45 | -235 |
| 11-3-01 22:50 | -232 |
| 11-3-01 22:55 | -229 |
| 11-3-01 23:00 | -224 |
| 11-3-01 23:05 | -219 |
| 11-3-01 23:10 | -213 |
| 11-3-01 23:15 | -207 |
| 11-3-01 23:20 | -200 |
| 11-3-01 23:25 | -193 |
| 11-3-01 23:30 | -186 |
| 11-3-01 23:35 | -179 |
| 11-3-01 23:40 | -171 |
| 11-3-01 23:45 | -164 |
| 11-3-01 23:50 | -157 |
| 11-3-01 23:55 | -150 |
| 12-3-01 0:00 | -143 |
| 12-3-01 0:05 | -136 |
| 12-3-01 0:10 | -130 |
| 12-3-01 0:15 | -123 |
| 12-3-01 0:20 | -117 |
| 12-3-01 0:25 | -111 |
| 12-3-01 0:30 | -106 |
| 12-3-01 0:35 | -100 |
| 12-3-01 0:40 | -95 |
| 12-3-01 0:45 | -90 |
| 12-3-01 0:50 | -85 |
| 12-3-01 0:55 | -81 |
| 12-3-01 1:00 | -77 |
| 12-3-01 1:05 | -73 |
| 12-3-01 1:10 | -69 |
| 12-3-01 1:15 | -68 |
| 12-3-01 1:20 | -62 |
| 12-3-01 1:25 | -59 |
| 12-3-01 1:30 | -56 |
| 12-3-01 1:35 | -53 |
| 12-3-01 1:40 | -50 |
| 12-3-01 1:45 | -46 |
| 12-3-01 1:50 | -42 |
| 12-3-01 1:55 | -38 |
| 12-3-01 2:00 | -32 |
| 12-3-01 2:05 | -26 |
| 12-3-01 2:10 | -19 |
| 12-3-01 2:15 | -12 |
| 12-3-01 2:20 | -3 |
| 12-3-01 2:25 | 8 |
| 12-3-01 2:30 | 19 |
| 12-3-01 2:35 | 31 |
| 12-3-01 2:40 | 45 |
| 12-3-01 2:45 | 60 |
| 12-3-01 2:50 | 75 |
| 12-3-01 2:55 | 91 |
| 12-3-01 3:00 | 108 |
| 12-3-01 3:05 | 125 |
| 12-3-01 3:10 | 142 |
| 12-3-01 3:15 | 158 |
| 12-3-01 3:20 | 175 |
| 12-3-01 3:25 | 191 |
| 12-3-01 3:30 | 205 |
| 12-3-01 3:35 | 219 |
| 12-3-01 3:40 | 232 |
| 12-3-01 3:45 | 244 |



Bijlage 2.4 Kleidijk

BIJLAGE 3 DETAILADVIES NATUURWAARDEN

Spreadsheet Kleidijken

16-5-01 versie 2.0

Kleidijk

Na elke wijziging opnieuw laten rekenen via het menu 'Kleidijk'

Invoer

Dijkvak :

Meeetstation :

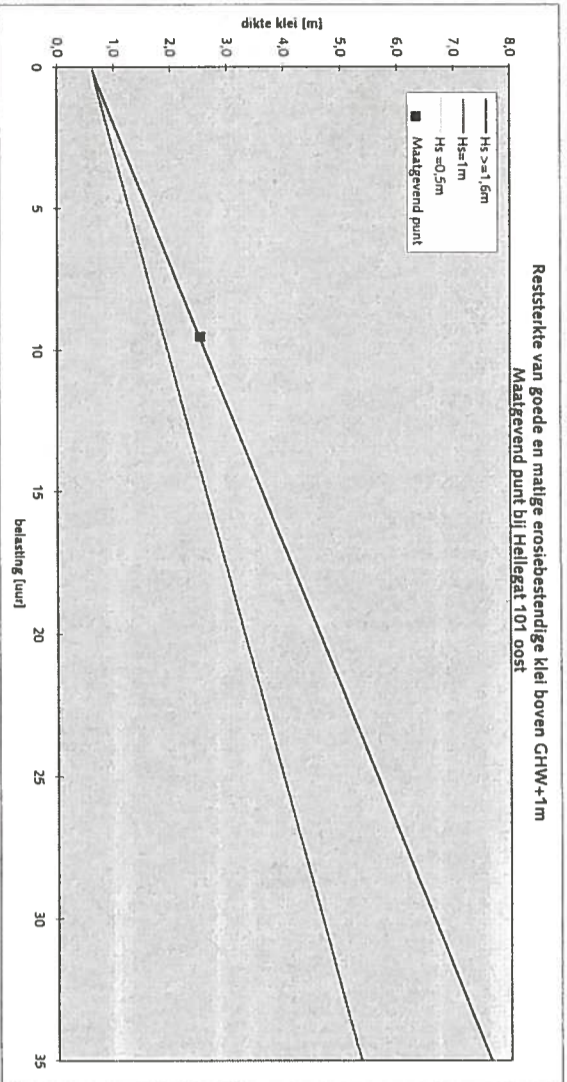
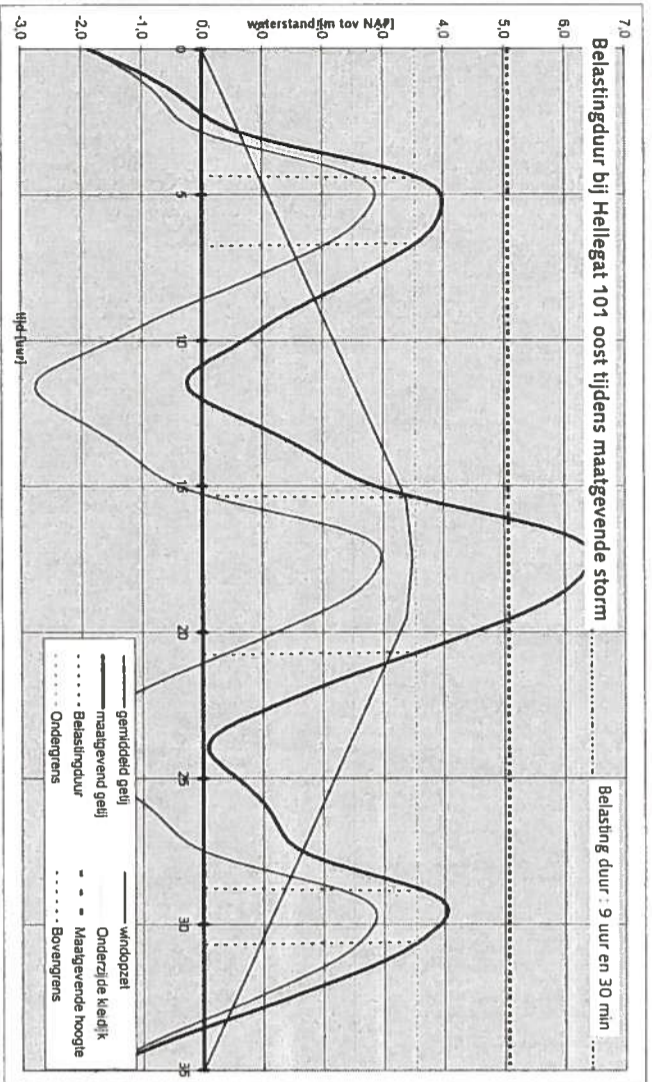
Begin storm :

Randvoorwaarden :

Datum en tijd

Gelijf [cm]

| | |
|---------------|------|
| 11-3-01 23:30 | -186 |
| 11-3-01 23:35 | -179 |
| 11-3-01 23:40 | -171 |
| 11-3-01 23:45 | -164 |
| 11-3-01 23:50 | -157 |
| 11-3-01 23:55 | -150 |
| 12-3-01 0:00 | -143 |
| 12-3-01 0:05 | -136 |
| 12-3-01 0:10 | -130 |
| 12-3-01 0:15 | -123 |
| 12-3-01 0:20 | -117 |
| 12-3-01 0:25 | -111 |
| 12-3-01 0:30 | -106 |
| 12-3-01 0:35 | -100 |
| 12-3-01 0:40 | -95 |
| 12-3-01 0:45 | -90 |
| 12-3-01 0:50 | -85 |
| 12-3-01 0:55 | -81 |
| 12-3-01 1:00 | -77 |
| 12-3-01 1:05 | -73 |
| 12-3-01 1:10 | -69 |
| 12-3-01 1:15 | -66 |
| 12-3-01 1:20 | -62 |
| 12-3-01 1:25 | -59 |
| 12-3-01 1:30 | -56 |
| 12-3-01 1:35 | -53 |
| 12-3-01 1:40 | -50 |
| 12-3-01 1:45 | -46 |
| 12-3-01 1:50 | -42 |
| 12-3-01 1:55 | -38 |
| 12-3-01 2:00 | -32 |
| 12-3-01 2:05 | -26 |
| 12-3-01 2:10 | -19 |
| 12-3-01 2:15 | -12 |
| 12-3-01 2:20 | -3 |
| 12-3-01 2:25 | 8 |
| 12-3-01 2:30 | 19 |
| 12-3-01 2:35 | 31 |
| 12-3-01 2:40 | 45 |
| 12-3-01 2:45 | 60 |
| 12-3-01 2:50 | 75 |
| 12-3-01 2:55 | 91 |
| 12-3-01 3:00 | 108 |
| 12-3-01 3:05 | 125 |
| 12-3-01 3:10 | 142 |
| 12-3-01 3:15 | 158 |
| 12-3-01 3:20 | 175 |
| 12-3-01 3:25 | 191 |
| 12-3-01 3:30 | 205 |
| 12-3-01 3:35 | 219 |
| 12-3-01 3:40 | 232 |
| 12-3-01 3:45 | 244 |
| 12-3-01 3:50 | 254 |
| 12-3-01 3:55 | 263 |
| 12-3-01 4:00 | 270 |
| 12-3-01 4:05 | 276 |
| 12-3-01 4:10 | 280 |
| 12-3-01 4:15 | 284 |
| 12-3-01 4:20 | 286 |
| 12-3-01 4:25 | 287 |
| 12-3-01 4:30 | 287 |
| 12-3-01 4:35 | 287 |
| 12-3-01 4:40 | 286 |





0 8 NOV 2000

Directie Zeeland

Aan
 Rijkswaterstaat
 Projectbureau Zeeveeringen
 T.a.v. H. van der Meulen
 Postbus 114
 4460 AC GOES

Contactpersoon
 C. Joosse

Doorkiesnummer
 0118-422267

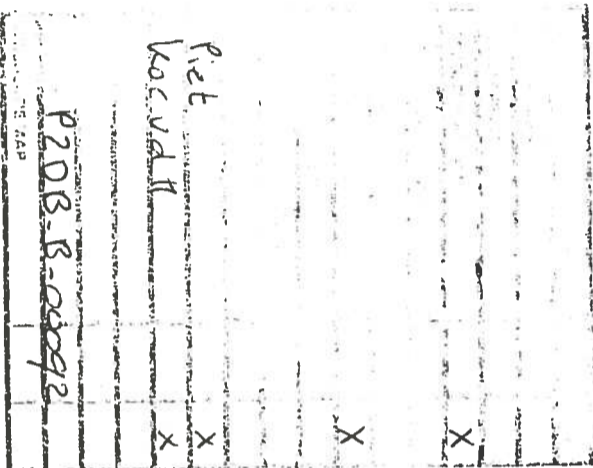
Datum
 - 7 NOV 2000

Bijlage(e)
 1 foto

RS kenmerk
 201163

Uw kenmerk

Onderwerp
 Detailadvies Hellegatpolder



Op verzoek ontvang je hierbij het detailadvies Natuurwaarden betreffende het dijkvak Hellegatpolder, zijnde het vak 101.

Van oost naar west wordt dit begrensd door nieuwe glooiing Ser-Arendspolder bij gemaal Campen en nieuwe glooiing Eendragtspolder.

Dit dijkvak is door mij bezocht op 28 juli 2000.

Hierbij is de begroeiing boven GHW geïnventariseerd volgens methode van Tansley¹. Voor de inventarisatie getijdzone het daaruit voortvloeiende advies maak ik gebruik van een inventarisatie uit 1990, waarvan de relevante gegevens zijn opgenomen in de Milieu-inventarisatie.

Campen gemaal tot Dp6.

Boven GHW.

Voorland hoog schor met voornamelijk strandkweek. Glooiing van vlakke betonblokken zodanig begroeid dat blokken niet of nauwelijks te zien zijn. Eerst een strookje strandkweek met spiesmelde en strandmelde. Daarboven zoete grassen met dauwbraam en zelfs struiken zoals Gelderse roos, Lijsterbes, Vlieren en Wilgen (foto).

Milieu-inventarisatie maakt met natuurpotentie zoutplanten geen onderscheid binnen het 1500 m lange vak nr.101.

¹ Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional(weinig voorkomend), fr = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant(grotere aantallen/bedekking), d =dominant (overheersend in aantal/bedekking)



Uit mijn bovenstaande inventarisatie mag blijken dat er weinig natuurwaarden voor wat betreft de zoutplanten in de eerste 600 m¹ aanwezig zijn. Conform Milieu-inv. tabel 7 kolom 11 en 12 (potentie + gradient groene dijk) zou hier voor verbetering, uit cat. "red.goed", een open constructie toegepast moeten worden. Dit om een ononderbroken overgang van zoutplanten naar grasdijk te verkrijgen. Gezien de hoogtelegging en het sporadisch voorkomen van zoutplanten is open constructie niet direct noodzakelijk. Overgang kan ook bereikt worden door **afdekken met veel grond** (spoelt hier toch niet weg).

Getijdenzone

Niet van toepassing door voorland van Hoog Schor.

Dp6 tot Dp7 Middenschor met bijbehorend zoute vegetatie.

Boven_GHW

Vlakke betonblokken, veelal overgroeid met strandkweek, hier en daar wat zeealsem. Op grens met schor veekrand met spiesmelde en strandmelde.

Hier wel open constructie uit cat. "red.goed" t.b.v. geleidelijke overgang zoutplanten.

Getijdenzone

Niet van toepassing door voorland van Middenschor.

Dp7 tot Dp9 (einde schor)

Boven_GHW

Hier komen 8 soorten zoutplanten voor, waaronder de zeldzame zeeveegbree, doch alle in lage bedekking. M.l. volgen in cat. "red.goed"

Getijdenzone

Niet van toepassing, voorland Laag schor.

Dp9 tot Dp11. (Dit vak is westelijk geëxponerd en wijkt af van de rest.)

Boven_GHW

Vlakke betonblokken 50x50. Direct onder betonnen opsluitband koperslak. Deze bestaat uit smalle strook (± 4 meter) koperslabblokken door aanwezigheid hoog voorland (silk met spatnapollen). Deze blokken zijn al vanaf het silk begroeid met fucus (blaaswier) tot 3meter onder betonband. Naadloos hier op aansluitend, dus nog op de koperslak, zoutplanten tot ± 3 meter boven betonband op de vlakke betonblokken. Zeealsem incidenteel tot 8meter boven betonband. De volgende soorten zijn aangetroffen:

| Soorten | bedekkingscode | max. zoutbehoefte |
|--|----------------|-------------------|
| Spergularia salina (Zilte schijnspurrie) | f | 4 |
| Limonium vulgare (Lamsoor) | r | 4 |
| Triglochin maritima (Schorrezoutgras) | o | 4 |
| Aster tripolium (Zeeaster) | o | 4 |
| Atriplex littoralis (Strandmelde) | r | 4 |
| Artemisia maritima (Zeealsem) | o/f | 3 (rode lijst) |
| Glaux maritima (Melkkruid) | o | 3 |
| Plantago maritima (Zeeveegbree) | r | 3 |
| Scirpus maritimus (Heen) | r | 2 |
| Plantago coronopus (Hertshoornveegbree) | f | 2 |



MI adviseerd voor herstel "red.goed/voldoende en voor verbetering "redelijk goed" in zone **boven GHW**. Gezien de brede strook zoutplanten (3 meter onder en 8 meter boven betonband) moeten we voor verbetering kiezen en zijn ecozuilen zeker aan te bevelen. Cat: "voldoende" komt hier niet in beeld omdat dit een verslechtering zou inhouden tov bestaande situatie. Voor talud hoger dan 8meter boven betonband, bij voorkeur een constructie die begroeiing mogelijk maakt(overgang naar bermvegetatie), ecozuilen niet noodzakelijk.

Getijdenzone

De koperstakblokken uit getijdenzone vallen voor het grootste deel in strook zoutplanten waarvoor ecozuilen geadviseerd wordt. Rasterend zijn ze tot opslak begroeid met gesloten dek van bruinwieren. MI zowel voor herstel als verbetering cat: "red.goed/voldoende. Advies: cat:"red.goed" met ecotoplaag.

Dp11 tot voorbij Dp12 aansluitend nieuwe glooiing Eendragtspolder.

Boven GHW

Tot en met strandje bij Dp12 ruigte en strandkweek, geen verdere zoutplanten. Na Dp12 nog drie (3) soorten zoutplanten aangetroffen in redelijke bedekking tot 4 m boven betonband vlakke blokken. Daarboven strook strandkweek niet meegetkend.

| Soorten | bedekingscode | max. zoutbehoefte |
|---|---------------|-------------------|
| Spergularia salina(Zilte schijnspurrie) | f | 4 |
| Atriplex littoralis(Strandmeide) | o | 4 |
| Sagina maritima(Zeevetruur) | r/o | 3 |

Conclusie: duidelijk minder dan vorige gedeelte, geen eco benodigd. Voor verbetering "red. goed".

Getijdenzone (Koperstakblokken) vanaf Dp12 tot Eendragtspolder.

Tot 3meter onder betonband begroeid met zelfde 3 soorten zoutplanten naadloos overgaand in strookje bruinwier tot op slak.

Voor dit vak MI volgen voor verbetering (potentieel), in cat "red.goed"

Uiteraard ben ik bereid dit advies toe te lichten.

Met vriendelijke groet,

Het Hoofd van de Meetinformatiedienst Zeeland,

Wies Vonck



Hellegapollen (Foto in west richting halfverrege de dijkrak)
28-7-2000

BIJLAGE 4 DETALADVIES LANDSCHAPVISIE

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde**Dijkvak: Hellegatpolder****Datum: 30 mei 2001****Door: A. Kruijshaar, Dienst Landelijk Gebied****Aanleiding**

In 1996 is een begin gemaakt met de versterking van de zeeweringen langs de Westerschelde. Door Rijkswaterstaat werd geconstateerd dat bij de werkzaamheden verschillen in de vormgeving optraden tussen de dijkvakken waaruit de zeewering bestaat. Daarom is aan de Dienst Landelijk Gebied (DLG) gevraagd een landschapsvisie op de zeeweringen van de Westerschelde op te stellen. Deze is in november 1998 vastgesteld door het projectbureau Zeeweringen. Vanaf dit moment wordt bij elk op te stellen bestek voor de aanpassing van de zeeweringen van de Westerschelde rekening gehouden met de adviezen uit de landschapsvisie.

Landschapsvisie

Het landschap op en rond de zeewering wordt bepaald door de Westerschelde en door de zeewering zelf, die zich als een continu lijnvormig element door het landschap beweegt. Uit de landschapsvisie blijkt dat de continuïteit wordt bepaald door:

- De waterdynamiek;
- De vegetatie;
- De historische dijkopbouw;
- De waterkerende functie.

Het continue, lijnvormige kenmerk van de zeewering dreigt echter te verdwijnen. Op basis van technische randvoorwaarden, de (min of meer toevallig) beschikbaarheid van het materiaal en de aanwezige natuurwaarden en -potenties en administratieve grenzen worden verschillende typen bekleedingsmaterialen toegepast. Hierdoor treden grote verschillen op binnen dijkvakken en tussen de dijkvakken onderling.

De landschapsvisie geeft aan hoe bij de aanpassingen van de glooiingen aantasting van het beeld voorkomen/beperkt kan worden. Het beeld bestaat uit een horizontale zoneering van bekleedingsmaterialen op het dijklichaam en is tot stand gekomen door het patroon van bekleedingsmaterialen te laten 'reageren' op de eerder genoemde aspecten.

Het advies komt in het kort neer op de volgende punten:

1. Het benadrukken van de horizontale opbouw door het toepassen van verschillende materialen in de onder- en de boventafel;
2. Donkere materialen gebruiken in de ondertafel;
3. Lichte materialen gebruiken in de boventafel;
4. Verticale overgangen beperken en zo min mogelijk in de boven- en ondertafel laten samenvallen;
5. Onderhoudspad niet met asfalt verharderen, maar bijvoorbeeld met betonblokken, om zo min mogelijk de grasberm te onderbreken;
6. In de landschapsvisie genoemde cultureel-historische en recreatieve elementen krijgen extra aandacht;
7. Het afstrooien van de bovenste 4 meter van de glooiing met grond voor de sneller vestiging van grassen;

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde**Dijkvak: Hellegatpolder****Datum: 30 mei 2001****Door: A. Kruijshaar, Dienst Landelijk Gebied**

Voorgesteld landschapsbeeld (vereenvoudigd)

| |
|--------|
| licht |
| donker |

Dijkvak Hellegatpolder

Het Hellegat vormde samen met de Braakman en het Kanaal na Axel de begrenzing van het Eiland van Axel. De Braakman en het Hellegat zijn pas recentelijk ingepolderd. Deze twee geulen zijn van hoog cultuurhistorisch belang. Om hieraan recht te doen is het belangrijk om een eenduidig dijkebeeld te creëren, waarbij de Hellegatpolder zich onderscheidt van de omliggende polders en het cultuurhistorische belang tot zijn recht komt.

Een van de opties voor de Hellegatpolder is het aanleggen van een groene dijk. Dit is dan slecht voor een gedeelte van de polder mogelijk. Vanuit de landschapsvisie is dit daarom geen optie. Het verdere verloop van de dijk, aansluitend op de groene dijk met een kleilaag afdekken is wel een optie. Belangrijk bij de aanleg van kleidijken en groene dijken zijn de overgangsconstructies. Hiervoor is te zijner tijd een aanvullend advies nodig.

Als voor een steenbekleding wordt gekozen, gelden de volgende uitgangspunten, zoals (onder andere) in de landschapsvisie verwoord:

1. De horizontale ophouw benadrukken door het toepassen van verschillende materialen in de onder- en de boventafel;
2. Lichte bekleding voor de boventafel;
3. Donkere bekleding voor de ondertafel, in dit specifieke geval met historische materialen;
4. De verticale overgangen samen laten vallen met de grenzen van de Hellegatpolder;
5. Het onderhoudspad toepassen met doorgroeibare verharding of bijvoorbeeld de koperstakblokken die vrijkomen uit de glooiing;
6. Het af strooien van de bovenste 4 meter van de glooiing met grond voor de sneller vestiging van grassen;

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: Hellegatpolder

Datum: 30 mei 2001

Door: A. Kruijshaar, Dienst Landelijk Gebied

Kaart Zeeuwisch-Vlaanderen anno 1747

