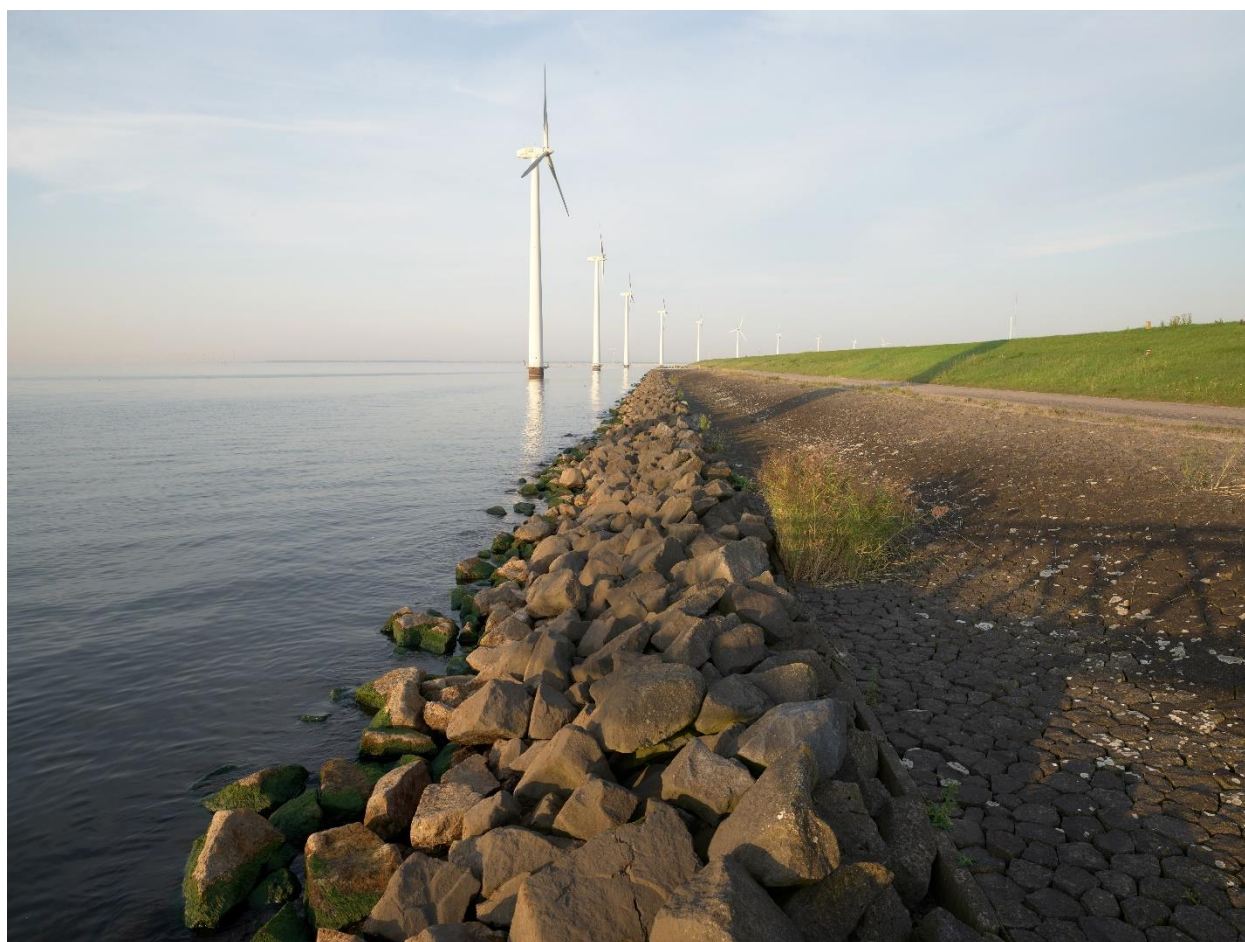




Oogstkalender Kansrijke Alternatieven Versterking IJsselmeerdijk

Ambitietoets Circulariteit



Verantwoording

Titel:	Oogstkalender Kansrijke Alternatieven Versterking IJsselmeerdijk
Bestandsnaam:	Memo Oogstkalender
Rapportnummer:	2
Redactie:	D.J. Smeenge, Irene Robberegts en Rogier Bakker
Gecontroleerd door:	J. Baltissen
Goedgekeurd door:	T.A. Wendt
Datum:	21 september 2021

Versie	Datum	Toelichting
C01	24-3-2021	O.b.v. Referentieontwerp
C02	14-4-2021	O.b.v. Referentieontwerp en review C01
C03	25-8-2021	O.b.v. Kansrijke Alternatieven
D04	21-9-2021	O.b.v. Kansrijke Alternatieven en review C03

Inhoud

0. MANAGEMENT SAMENVATTING	5
1. INLEIDING.....	7
1.1. Aanleiding	7
1.2. Locatie en dijkvakken (scope)	7
1.3. Leeswijzer	8
2. UITGANGSPUNTEN	9
2.1. Ambitie circulaire economie	9
2.2. Uitgangspunten kansrijke alternatieven	9
3. METHODE.....	11
3.1. Methodiek toetsing ambities	11
3.1.1. Toetsing ambities	12
4. MINIMALE EN MAXIMALE HOEVEELHEDEN	13
5. MATERIALEN OVERZICHT	14
5.1. Materiaalpaspoorten vrijkomende materialen	15
5.1.1. Keileem	15
5.1.2. Toplaag.....	15
5.1.3. Zetsteen	16
5.1.4. Filterlaag	16
5.1.5. Breuksteen.....	17
5.1.6. Asfalt	18
5.1.7. Klinkerpad.....	18
5.2. Materiaal paspoorten benodigde materialen	19
5.2.1. Klei.....	19
5.2.2. Zand.....	19
5.2.3. Zetsteen	20
5.2.4. Grondverbetering binnendijks	20
5.2.5. Kraagstuk en zinkstuk.....	21
5.2.6. Stabiliteitsmaatregel buitendijks.....	21
5.2.7. Geogrid	21
5.2.8. Golfmuur.....	22
6. RESULTATEN ANALYSE PER DIJKVAK	23
6.1. Dijkvak 1	23
6.2. Dijkvak 2	25
6.3. Dijkvak 3	27
6.4. Dijkvak 4	29
6.5. Dijkvak 5	30
7. AMBITIETOETSEN	31
8. CONCLUSIE	33
9. DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN	35
9.1. Discussie.....	35
9.2. Aanbevelingen.....	35

10. VERVOLG	37
11. BIBLIOGRAFIE	38
BIJLAGE 1: REVISIE AANLEGTEKENINGEN MET OPBOUW HUIDIG SITUATIE	39
BIJLAGE 2: ONTWERPTEKENINGEN KANSRIJKE ALTERNATIEVEN	40

0. Management samenvatting

Het project versterking IJsselmeerdijk heeft stevige ambities op het vlak van duurzaamheid [1]. Om de ambities op het vlak van circulariteit vorm te geven is onder andere een duurzaamheidsdashboard opgezet. In dit duurzaamheidsdashboard staan de materialen die nodig zijn voor verschillende dijkvakken en de verschillende kansrijke alternatieven om de dijk te versterken. In een eerder onderzoek is een afweging gemaakt ten aanzien van duurzaamheid, waar diverse Kansrijke alternatieven per dijkvak uit ontstaan zijn. Deze Kansrijke alternatieven per dijkvak moeten nu per duurzaamheidsthema verder onderzocht worden. Daarom is deze oogstkalender opgezet.

Het doel van de oogstkalender is om een analyse en afweging te maken ten aanzien van circulariteit en zo aan de hand van de oogstkalender onszelf, gebiedspartners en belanghebbenden op een effectieve wijze te laten zien welke materialen vrijkomen bij de dijkversterking en waarvoor we opzoek zijn naar een nieuwe bestemming. De afweging vindt plaats op basis van de gestelde ambities.

Om een goede afweging ten aanzien van circulariteit te kunnen maken, is gekeken welke materialen vrijkomen en opnieuw toegepast konden worden bij de verschillende Kansrijke alternatieven. Op basis van een ambitietoets is bepaald welke Kansrijke alternatieven voor ieder dijkvak als voorkeursalternatief dienen.

Hieronder zijn de dijkvakken met de voorkeursalternatieven beschreven:

- Kijkend naar dijkvak 1, kan er geconcludeerd worden dat geen één van de Kansrijke alternatieven voldoet aan de ambities. Het hoogst haalbare aan hergebruik van materialen is mogelijk voor de Kansrijke alternatief 1 'binnenwaartse hoge dijk'. Hier wordt een hergebruik behaald van 88%. Daar wordt nog 73% aan materiaal primair aangeschaft ten opzichte van de referentie situatie. De andere twee alternatieven voldoen niet aan de ambities.
- Voor dijkvak 2 geldt dat er voor hergebruik het dichtst bij de 90% gekomen wordt met Kansrijke alternatief 1 'binnenwaarts hoog overslagdebiet'. Dit alternatief geeft een score van 82%. Dit alternatief voldoet ook met 36% aan de primair aan te schaffen materialen aan de ambitie. De andere twee alternatieven voldoen niet aan de ambities.
- Dijkvak 3 biedt in geen van de alternatieven voldoening aan de ambities. Het dichtst in de buurt van hergebruik komt Kansrijk alternatief 2 'vierkant hoge dijk' met slechts 58%. Dit alternatief geeft op primaire grondstoffen een hoge score van 86%, terwijl Kansrijk alternatief 1 'buitenwaarts hoge dijk' hier maar 66% geeft.
- De twee alternatieven van dijkvak 4 voldoen qua hergebruik beiden niet aan de gestelde ambitie. Terwijl er wat primaire materialen betreft in beide gevallen wel voldaan wordt. Kansrijk alternatief 2 'golfmuur met verhoogde berm binnen' geeft de hoogste herbruikbaarheid aan van 65% en voldoet daarmee ook aan de ambitie van het primaire grondstoffengebruik, 20%.
- Tot slot dijkvak 5, waarbij ook twee alternatieven voor hergebruik niet voldoen aan de gestelde ambitie. Kansrijk alternatief 1 'vierkant met bermverhoging' geeft de hoogste herbruikbaarheid aan van 82%. Dit alternatief voldoet ook aan de ambitie van primair gebruik van materialen.

In ontwerploop 1 zijn er mooie stappen gezet, maar de ambities worden voor de meeste kansrijke alternatieven nog lang niet gehaald. Het is aan te bevelen om in de volgende ontwerploop:

- De gehanteerde uitgangspunten voor de raming van ontwerploop 1 kritisch te bekijken en waar mogelijk andere uitgangspunten te kiezen:
 - o In het ontwerp kiezen materialen te hergebruiken, zoals het filtermateriaal, golfoploopbekleding en breuksteen;
 - o Posten verder op te knippen zodat de verschillende type zetstenen in beeld worden gebracht en duidelijker is welke materialen allemaal vrijkomen;

- De benodigde hoeveelheden en materialen in beeld te brengen voor de grondverbetering binnen en buitendijks, het kraag en zinkstuk, het geogrid en de golfmuur;
 - Verkeerde aannames in de kostenraming te herstellen.
- De ambities voor circulariteit aan te scherpen door middel van het R-model, die hoog-, gelijk- of laagwaardig hergebruik tot uitdrukking brengt toe te voegen.
- De voorland oplossing vraagt erg veel materiaal, indien deze als voorkeursalternatief wordt gekozen zal het lastig worden om de ambitie waar te maken. Het is aan te raden de mogelijkheden te verkennen hoe dit toch zou kunnen door het toepassen van secundaire materialen als slib (meegroeivoorland) of veen en klei uit vaargeulen of andere gebiedsontwikkelingen (zoals de recreatieslenk in het Hollandse Hout van Staatsbosbeheer).
- Het is aan te raden op zoek te gaan naar grondstoffen bij grondbanken en andere win-win mogelijkheden bij gebiedsopgaves/ontwikkelingen en projecten om de primaire grondstoffen gebruik te verlagen.

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Het project versterking IJsselmeerdijk heeft stevige ambities op het vlak van duurzaamheid [1]. Om de ambities op het vlak van circulariteit vorm te geven is onder andere een duurzaamheidsdashboard opgezet. In dit duurzaamheidsdashboard staan de materialen die nodig zijn voor verschillende dijkvlakken en de verschillende alternatieven om de dijk te versterken. In een eerder onderzoek is een afweging gemaakt ten aanzien van duurzaamheid, waar diverse Kansrijke alternatieven per dijkvak uit ontstaan zijn. Deze Kansrijke alternatieven per dijkvak moeten nu per duurzaamheidsthema verder onderzocht worden. Daarom is deze oogstkalender opgezet.

Het doel van de oogstkalender is om een analyse en afweging te maken ten aanzien van circulariteit en zo aan de hand van de oogstkalender onszelf, gebiedspartners en belanghebbenden op een effectieve wijze te laten zien welke materialen vrijkomen bij de dijkversterking en waarvoor we opzoek zijn naar een nieuwe bestemming. De afweging vindt plaats op basis van de gestelde ambities. Daarnaast sluit dit document aan op het duurzaamheidsdashboard, waaruit op een inzichtelijke wijze volgt, hoeveel materiaal in de dijkversterking per alternatief wordt hergebruikt en welke materialen overblijven. Het dashboard en de oogstkalender moeten samen het ontwerpteam in staat stellen om te sturen op het hergebruik van materialen in het ontwerp en inzichtelijk maken welke materialen aangeboden kunnen worden aan andere projecten.

Om een goede afweging ten aanzien van circulariteit te kunnen maken, is het nodig om te analyseren welke materialen er vrijkomen bij de verschillende Kansrijke alternatieven. Op basis hiervan kan beredeneerd worden welke materialen er direct in het project toegepast kunnen worden, doordat het bekend is welke materialen er aangebracht worden in de verschillende Kansrijke alternatieven. Een belangrijke factor hierin betreft de mate van hergebruik: is een materiaal herbruikbaar, of gaat er bijvoorbeeld een deel verloren? Dit verschilt per materiaal. Vandaar dat dit document ook per materiaal een overzicht geeft van wat er op dit moment aan kennis beschikbaar is ten aanzien van herbruikbaarheid en circulaire toepasbaarheid.

Dit document zal gedurende het project meegroeien met de fasen. De eerste versie is gebaseerd op het referentie ontwerp [2] bij de start van ontwerploop 1, de tweede versie op basis van de gekozen Kansrijke alternatieven [3] en de definitieve versie van het product zal enkel in gaan op de voorkeursbeslissing. Bij iedere start van de drie ontwerploopt zal deze notitie inzicht geven naar welke materialen en grondstoffen aandacht uit moet gaan om meer hergebruik te stimuleren of het gebruik van secundaire grondstoffen mogelijk te maken.

1.2. Locatie en dijkvakken (scope)

Zoals in de aanleiding vermeld, zijn er voor het versterkingsproject IJsselmeerdijk door de Directie & Heemraden kansrijke alternatieven vastgesteld [3]. Voor de dijkvakken aangegeven in Figuur 1-1-1 zijn 2 of 3 kansrijke alternatieven vormgegeven. In de tweede ontwerploop van de verkenningsfase zal een keuze worden gemaakt uit één van de kansrijke alternatieven per vak, om met alle keuzes samen de voorkeursbeslissing te vormen. Voor de maatwerkvakken zijn nog geen alternatieven gekozen.



Figuur 1-1-1 Dijkvakindeling verkenningsfase versterking IJsselmeerdijk

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft inzicht in de uitgangspunten, van waaruit de berekeningen zijn gedaan. Zo wordt daar de ambitie ten aanzien van de circulaire economie verder toegelicht en worden de kansrijke alternatieven toegelicht. Hoofdstuk 3 gaat in op de methode welke is gebruikt voor de analyse. Hoofdstuk 4 gaat vervolgens in op de materialen die zijn gebruikt voor de diverse Kansrijke alternatieven en bevat de materiaalpaspoorten. De resultaten van de analyse is beschreven in hoofdstuk 5 en 6. Hier is per dijkvak aangegeven wat de resultaten zijn van primair gebruik grondstoffen, hergebruik aan grondstoffen en de hoeveelheid grondstoffen die af te voeren zijn. Vervolgens geeft hoofdstuk 7 de ambitietoets, zodat inzicht gegenereerd wordt in de percentages van ieder Kansrijk alternatief t.a.v. de gestelde ambitie. In de conclusie (hoofdstuk 8) wordt vervolgens geconcludeerd welke Kansrijke alternatieven voorgesteld worden als voorkeurs alternatief. In hoofdstuk 9 is een discussie weergegeven met in hoofdstuk 10 voorstellen voor vervolgonderzoek.

2. Uitgangspunten

De uitgangspunten voor dit onderzoek zijn de gestelde ambities ten aanzien van circulariteit en wordt er gebruik gemaakt van het duurzaamheidsdashboard en de raming, waarin de Kansrijke alternatieven beschreven staan. Op basis van deze twee uitgangspunten kan een analyse worden uitgevoerd.

Een derde uitgangspunt betreft de lijst met kennis over hergebruik van de materialen. Deze lijst is onderdeel van de analyse, welke in hoofdstuk 4 toegelicht is.

2.1. Ambitie circulaire economie

Er zijn ambities gesteld voor circulariteit binnen de kansrijke alternatieven [1]:

1. Het gebruik van primaire grondstoffen met 50% terug te brengen ten opzichte van het referentie ontwerp;
2. Van de te verwijderen grondstoffen minimaal 90% hergebruiken;
3. De grondstoffen moeten 100% herbruikbaar zijn na einde levensduur.

Voor het toetsen van de eerste ambitie wordt de vergelijking gemaakt met het referentie ontwerp. Bij het bepalen van het referentieontwerp zijn de hoeveelheden voor de maatwerkvakken meegenomen. Voor de kansrijke alternatieve studie zijn deze maatwerkvakken niet meegenomen in de kostenraming. Daardoor is er aanleiding geweest om een conversietabel op te stellen om de lengte van de trajecten tussen het referentieontwerp en het ontwerp kansrijke alternatieven zo representatief mogelijk te houden. De vergelijking is opgesteld in tabel 1-1.

Tabel 2-1 *Conversietabel ten behoeve van de vergelijkbaarheid hoeveelheden kansrijke alternatieven met het referentie ontwerp*

Kansrijke alternatieven zeef 1:	Lengte [km]	Referentiesituatie:	Lengte [km]	Voorstel voor vergelijken KA met referentie ontwerp	Lengte [km]
Maatwerkvak A	900	-	-	Dijkvak 1 + MW A	5600
Dijkvak 1	4700	Dijkvak 1	5600	-	-
Dijkvak 2	5600	Dijkvak 2	5600	Dijkvak 2	5600
Maatwerkvak C	-	-	-	-	-
Dijkvak 3	2100	Dijkvak 3	2250	Dijkvak 3	2100
Maatwerkvak D	400	Dijkvak 4	425	-	-
Dijkvak 4	1400	Dijkvak 5	1350	Dijkvak 4	1400
Dijkvak 5	1000	Dijkvak 6 + Maxima Centrale en Houtribhoekstrand	2000	Dijkvak 5 + MW B/D/E	2300
Maatwerkvak B	400	-	-	-	-
Maatwerkvak E	500	-	-	-	-
Totaal aantal km	17000	Totaal aantal km	17225	Totaal aantal km	17000

Doordat de opgave en potentiële alternatieven van maatwerkvak B sterk zal afwijken van die in dijkvak 5 van de kansrijke alternatieven en in mindere mate voor maatwerkvak D, blijft dit een benadering. Het echter niet meenemen van de lengte van de maatwerkvakken in dijkvak 5 zou een oneerlijkere vergelijking zijn.

2.2. Uitgangspunten kansrijke alternatieven

Er is gebruik gemaakt van de raming van de kansrijke alternatieven. Per dijkvak zijn er een drietal kansrijke alternatieven als voorkeur gekozen. Tabel 2-2 geeft een beknopte

beschrijving van de Kansrijke alternatieven en de codes die terugkomen in andere onderzoeken.

De raming is bij het opstellen van de oogstkalender kritisch beoordeeld op volledigheid van materialen, hieruit volgen aanbevelingen voor een groter detailniveau voor de raming en oogstkalender voorkeurbeslissing.

Tabel 2-2 Dijkvakken met een beknopte beschrijving van de Kansrijke alternatieven

Dijkvak 1	Variant	Afkorting
Binnenwaartse hoge dijk	1.1	D1KA1
Vierkant hoge dijk	3.1	D1KA2
Vooroever	4.1a	D1KA3
Dijkvak 2		
Binnenwaarts hoog overslagdebiet	1.3	D2KA1
Vierkant hoge dijk	3.1	D2KA2
Vooroever	4.1a	D2KA3
Dijkvak 3		
Buitenwaarts hoge dijk	2.1	D3KA1
Vierkant hoge dijk	3.1	D3KA2
Vooroever	4.1a	D3KA3
Dijkvak 4		
Binnenwaartse hoge dijk	1.1	D4KA1
Golfmuur met verhoogde berm binnen	5.1	D4KA2
Dijkvak 5		
Vierkant met bermverhoging	3.1	D5KA1
Golfmuur met verhoogde berm binnen	5.1	D5KA2

3. Methode

De afweging wordt gemaakt op basis van de gestelde ambities. Hiervoor worden de gegevens uit het duurzaamheidsdashboard en de raming geanalyseerd en kunnen de aantallen berekend worden.

3.1. Methodiek toetsing ambities

Voor de verschillende kansrijke alternatieven is er per dijkvak een analyse gedaan op de reeds bekende cijfers uit het duurzaamheidsdashboard en de raming. Er wordt berekend hoeveel primaire grondstoffen er gebruikt worden, hoeveel er hergebruikt kan worden en hoeveel herbruikbaar is aan het einde van de levensduur.

Bepalen herbruikbaarheid materialen

Voor ieder materiaal dat in de dijkversterking afgevoerd of aangebracht wordt, moet worden bepaald of het herbruikbaar is. Dit is benodigd voor de afweging op basis van de ambitie. Zodra een materiaal helemaal niet herbruikbaar is, zal het in een depot terecht komen.

Het bepalen van de herbruikbaarheid gebeurt op basis van de R-ladder van Lansink. De R-ladder is vertaald naar het dijkversterkingsproject, zodat afgepeld kan worden op welk niveau er hergebruikt zou kunnen worden. Het geeft daarmee een richting aan de kwaliteit van de materialen.

- I. Reuse: direct hergebruiken in de dijkversterking hoogwaardig/gelijkwaardig;
- II. Reuse: indirect hergebruiken in een ander project binnen het waterschap;
- III. Reuse: indirect hergebruiken en op Grip op Grond/GrondBank zetten (buiten waterschap);
- IV. Refurbish: bewerking van grondstof zodat het in de dijkversterking toegepast kan worden (saneren);
- V. Repurpose: grondstof krijgt een andere functie en krijgt een toepassing in de dijk;
- VI. Recycle: verwerken en hergebruiken van materialen;
- VII. Recover: afvoeren t.b.v. energie terugwinning
- VIII. Storten in een depot;

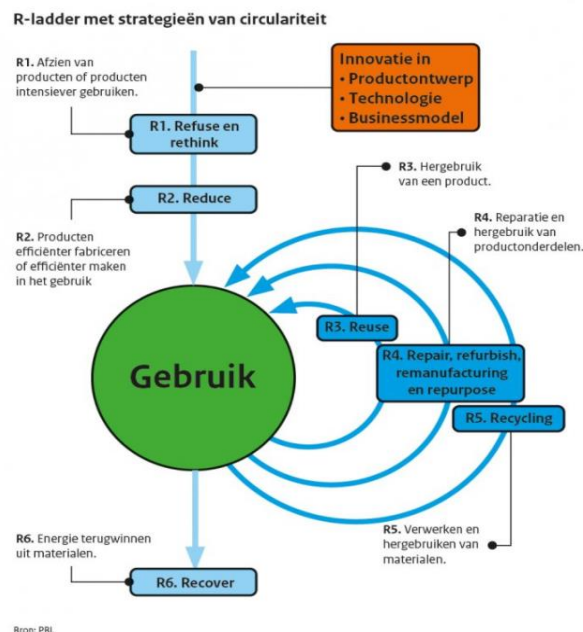
Materialen output (te verwijderen van de dijk)

Er wordt een lijst opgezet, per Kansrijk alternatief, van alle materialen die verwijderd worden van de dijk. De aantallen worden berekend in kuub (m³). Van alle materialen wordt aangegeven wat de herbruikbaarheid is op basis van de R-ladder.

Materialen input (aanbrengen op de dijk ter versterking)

Vervolgens wordt er per Kansrijk alternatief een lijst met aan te brengen materialen verstrekt. Ook deze wordt berekend in kuub (m³).

Netto gebruik van materialen



Figuur 3-1 R-ladder gebruikt voor het bepalen van de herbruikbaarheid van materialen die vrijkomen uit de versterking IJsselmeerdijk

Door de lijst met output aan materialen en input aan materialen met elkaar te vergelijken, kan worden bepaald hoeveel materialen er direct toegepast kunnen worden in de dijk en hoeveel kuub er dan nog mist of te veel aanwezig is op de dijk, en dus moet worden afgevoerd. Dit deel is de daadwerkelijke analyse, hier wordt een verdeling gemaakt in:

- **Secundair:** hoeveel van de af te voeren materialen is direct toepasbaar? Dit is input minus output.
- **Primair:** de materialen benodigd bij input, zijn wellicht nu voldaan door de secundaire materialen toe te passen. Maar mogelijk was dit niet voldoende en is er meer aan materialen benodigd. In dat geval wordt er nieuw materiaal aangeschaft, primair of virgin materiaal.
- **Afvoeren:** de materialen benodigd bij input, waren mogelijk veel lager dan de hoeveelheid materialen bij output. Of het materiaal wordt helemaal niet toegepast op de dijk. In dat geval zal het materiaal afgevoerd moeten worden. Het zal dan niet direct toegepast worden, mogelijk zijn er andere toepassingen te vinden. Hiervoor zal de R-ladder toegepast worden om te bepalen of en waar het materiaal hergebruikt kan worden.

3.1.1. *Toetsing ambities*

De uitkomsten worden vervolgens getoetst aan de ambities, waaruit bepaald kan worden welke kansrijke alternatieven ten aanzien van circulariteit het gunstigst zijn. Dit is mogelijk door de totalen aan hergebruik (secundair) en primaire grondstoffen op te tellen in volumes. De situatie ten aanzien van hergebruik wordt vervolgens getoetst aan de ambitie van 90%. En de totale volumes aan te schaffen materialen (primaire grondstoffen) worden vergeleken met de referentiesituatie.

Er wordt een samenvattende lijst opgesteld van alle dijkvakken en alle Kansrijke alternatieven per dijkvak, zodat in één overzicht inzicht gegenereerd wordt in de ambities.

4. Minimale en maximale hoeveelheden

Om een beeld te geven van de omvang van de gekozen kansrijke alternatieven van het versterkingsproject is in Tabel 4-1 een totaaloverzicht gegeven van de vrijkomende en benodigde materialen en hoeveelheden voor het versterkingsproject IJsselmeerdijk. Doordat hierbij per materiaal is gekeken en er meerdere varianten per dijkvak zijn is deze tabel zeer speculatief. Pas wanneer er per dijkvak één variant is gekozen valt er een tabel te maken die een goede indruk geeft van de werkelijk benodigde hoeveelheden.

Tabel 4-1 Minimale en maximale combinaties van totale hoeveelheden

Materiaal type	Vrijkomend materiaal minimaal [m3]	Vrijkomend materiaal maximaal [m3]	Aan te brengen materiaal minimaal [m3]	Aan te brengen materiaal maximaal [m3]
<i>Keileem</i>	-	322.106	52.143	679.495
<i>Toplaag</i>	9.240	166.670	7.980	168.129
<i>Zetsteen onder en boventalud</i>	3.360	57.593	8.890	103.277
<i>Filterlaag</i>	1.400	18.025	12.964	103.515
<i>Asfalt</i>	2.320	23.380	2.600	28.280
<i>Klinkerpad</i>	-	3.591	-	3.591
<i>Zand</i>	-	-	492.330	4.888.324
<i>Breuksteen</i>	-	202.767	98.817	188.386

5. Materialen overzicht

In de raming van de Kansrijke Alternatieven (KA) zijn voor de vrijkomende materialen aannames gedaan voor het hergebruik. Dit hergebruik is sterk afhankelijk van de kwaliteit van het vrijkomende materiaal en de benodigde kwaliteit van het toe te passen materiaal. Daarnaast kan met behulp van de R-ladder worden aangegeven hoe hoogwaardig het materiaal te hergebruiken valt. In Tabel 5-1 is hiervan een overzicht gegeven per materiaal. Verder in het hoofdstuk is per materiaal geanalyseerd of de hergebruik inschatting passend is o.b.v. de beschikbare kennis. Dit is opgenomen in materiaalpaspoorten. Hierin wordt aangegeven of er nog onderzoeken lopen naar de kwaliteit en/of het aan te bevelen is nader onderzoeken uit te voeren om te bepalen of hergebruik mogelijk is.

Voor de input (benodigde) materialen die niet vrijkomen uit de dijkversterking, zie Tabel 5-2, is gekeken of secundaire materialen zijn toegepast en of de materialen in de toekomst herbruikbaar zijn. Hiervoor is een herbruikbaarheidscore gegeven op basis van de R-ladder.

Tabel 5-1 Totaaloverzicht per materiaal en hergebruik percentages voor de kansrijke alternatieven met herbruikbaarheidscore

Materiaal type output	Huidig Percentage hergebruik	Herbruikbaarheid o.b.v. R-ladder
Keileem/klei	100%	I. Reuse
Toplaag	100%	I. Reuse
Zetsteen ondertalud	0%	I.- III. Reuse / V. Repurpose
Zetsteen boventalud	0%	I.- III. Reuse / V. Repurpose
Filterlaag	79 - 100%	I. Reuse
Breuksteen	0 - 100%	I. Reuse
Asfalt	25 - 75%	VI. Recycle
Klinkerpad	100%	I. Reuse

Tabel 5-2 Totaaloverzicht benodigde materialen met secundaire gebruik percentages

Materiaal type input	Huidige percentage secundair materiaal	R-ladder toekomstig hergebruik:
Klei	0%	I. Reuse
Zand	0 - 33%	I. Reuse
Zetsteen	0%	V. Repurpose
Grondverbetering	0%	N.v.t.
Kraag- en Zinkstuk	0%	VII. Recover
Stabiliteitsmaatregelen	0%	VII. Recover
Geogrid	0%	VII. Recover
Golfmuur	0%	V. Repurpose

5.1. Materiaalpaspoorten vrijkomende materialen

5.1.1. Keileem

Materiaalpaspoort:	Keileem
Beschrijving:	De huidige zanddijk is bekleed met keileem en een toplaag van klei en teelaarde. Keileem is een bijzonder type grond die is ontstaan door de vroegere ijstijd. Het lijkt in veel opzichten op klei, maar heeft toch hele specifieke eigenschappen. Zo is keileem zeer lastig verwerkbaar doordat de plastische fase zeer klein is in vergelijking met klei. Dit maakt de verwerkbaarheid bij uitvoering lastig.
Technische eigenschappen/kwaliteit van het materiaal:	In product 2.5.2. Grondonderzoek zijn handboringen en classificatie onderzoeken opgenomen om de samenstelling van de deklaag in beeld te brengen. De resultaten van het onderzoek zijn nog niet voor handen.
Verwachte vrijkomende hoeveelheid:	0 - 322.106 m ³ Voor het verwerken van keileem is rekening gehouden dat er 20% verlies is van de grondstof tijdens de uitvoering. Er is vanuit gegaan dat dit 10% graaf verlies is en 10% verlies door vervoer en bewaar in depot. Het graafverlies is in mindering gebracht bij het materiaalsoort zand.
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 52.143 m ³ en maximaal 679.495 m ³
R-ladder:	Reuse I
Kansen voor hergebruik:	Hoogwaardig hergebruik als erosiebestendige dijkbekleding, indien de eigenschappen dit toelaten. Laagwaardig hergebruik als vulmateriaal voor stabiliteitsberm, ophoging van het dijklichaam of vooroever.
Huidige hergebruik:	100%, hoogwaardig hergebruik. Uit de marktconsultaties en proeven op keileem bij de afsluitdijk volgt dat het toepassen rond de waterlijn of als stabiliteitsberm goed mogelijk is. Het toepassen als erosiebestendig materiaal leek hun lastig tot niet mogelijk vanwege de erosie eigenschappen en verwerkbaarheid. Of hergebruik als erosiebestendige bekleding reëel is zal vermoedelijk nader moeten worden onderzocht met in-situ proeven.
Nader te onderzoeken:	Mogelijk wordt de proefterp van keileem en toepasbaarheid van die keileem nader onderzocht bij de Afsluitdijk, Emiel Boersma is contactpersoon. Het is bekend dat dit in het buitenland kalk wordt bijgemengd om de eigenschappen van keileem te verbeteren, valt hier meer informatie over te vinden? Klei onderzoek volgen bij de Hedwigerpolder, waar proeven worden gedaan met het bijmengen van kalk in klei.
Aanbevelingen richting VKB:	Inschatting maken o.b.v. beschikbare kennis wat een eerlijk hergebruik percentage is voor het vrijkomende keileem. Hierdoor wordt benodigde klei inschatting eerlijker. Indien het hergebruik percentage van keileem groter zou kunnen worden door het uitvoeren van een in-situ proef: Voor planuitwerking een in-situ proef opnemen om verwerkbaarheid keileem te testen.

5.1.2. Toplaag

Materiaalpaspoort:	Toplaag
Beschrijving:	Het gaat hier over de bovenste 40 cm van de IJsselmeerdijk waarop het grasgroeit. Deze laag is volgens de revisie aanlegtekeningen een kleilaag en zal door de begroeiing inmiddels voor een groot deel uit teelaarde bestaan.
Technische eigenschappen/kwaliteit van het materiaal:	In product 2.5.2. Grondonderzoek zijn handboringen en classificatie onderzoeken opgenomen om de samenstelling van de deklaag in beeld te brengen. De resultaten van het onderzoek zijn nog niet voor handen. Uit [4] blijkt de toplaag van de IJsselmeerdijk relatief schraal, wat gunstig is voor biodiversiteit of -weideland.
Verwachte vrijkomende hoeveelheid:	Minimaal 9.240 m ³ en maximaal 166.670 m ³ Voor het verwerken van de toplaag is rekening gehouden dat er 20% verlies is van de grondstof tijdens de uitvoering. Er is vanuit gegaan dat dit 10% graaf verlies is en 10% verlies door vervoer en bewaar in depot. Het graafverlies is in mindering gebracht bij het materiaalsoort zand.
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 7.980 m ³ en maximaal 168.129 m ³

	Voor de meeste alternatieven is meer top laag nodig dan er vrijkomt. Bij het zoeken naar grond die als top laag kan dienen is het belangrijk om rekening te houden met de gewenste biodiversiteit ontwikkeling van de grasbekleding. In [4] zijn hier aanbevelingen over opgenomen.
R-ladder:	Reuse I
Kansen voor hergebruik:	Hoogwaardig: Als teelaarde hergebruiken in de dijkversterking. Laagwaardig: Als vulmateriaal gebruiken in de vooroever.
Huidige hergebruik:	100% hoogwaardig hergebruik.
Nader te onderzoeken:	-
Aanbevelingen richting VKB:	-

5.1.3. Zetsteen

Materiaalpaspoort:	Zetsteen
Beschrijving:	De IJsselmeerdijk wordt beschermd tegen golfklappen en golfploop door zetstenen op het buitentalud.
Technische eigenschappen/kwaliteit van het materiaal:	Ondertalud: De steenzetting bestaat voornamelijk uit basaltzuilen van 20/30 cm en 30/40 cm hoog en langs het onderhoudspad zijn op delen stroken van granietblokken aanwezig. De basalt zuilen en granietblokken verkeren in goede staat. Boventalud: De zetstenen op het boventalud bestaan uit zeshoekige zuilen en hebben een lengte van 0,25m en 0,2m. De beton zuilen verkeren vermoedelijk in goede staat. Daarboven zijn 2 breukstenen ingegraven om een geleidere overgang te creëren tussen hard en zacht.
Verwachte vrijkomende hoeveelheid:	Minimaal 3.360 m ³ en maximaal 57.593 m ³
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 8.890 m ³ en maximaal 103.277 m ³
R-ladder:	Reuse I-III en Repurpose V.
Kansen voor hergebruik:	Hoogwaardig: Basalt is lastig als zetsteen te hergebruiken vanwege niet uniforme afmetingen en arbo-regelgeving. De granietblokken en betonzuilen zouden hoogwaardig hergebruikt kunnen worden als golfploop bekleding. Laagwaardig: Het basalt, graniet en betonzuilen zijn los gestort laagwaardig her te gebruiken voor het aanleggen van strekdammen bij vooroever constructies bijvoorbeeld als afstort materiaal van zinkstukken en kraagstukken. Jan Baltissen gaat onderzoeken of het mogelijk is de basalt zuilen te gebruiken in toepassingen van basalt accu's. Daarnaast zou het basalt kunnen worden gebroken en als toeslagmateriaal kunnen dienen in nieuwe betonzuilen. Of als split voor de nieuwe steenbekleding. Hierbij moet wel aandacht zijn voor de afvalstoffen die hierbij vrijkomen, denk aan de granulietaffaire.
Huidige hergebruik:	0% voor zowel onder- als boventalud.
Nader te onderzoeken:	Is het mogelijk de betonzuilen als golfploop bekleding te hergebruiken? Is het mogelijk de basaltblokken te gebruiken voor een basaltaccu? Zijn er hoogwaardigere toepassingen binnen als buiten de dijkversterking denkbaar voor alle basalt zuilen die vrijkomen? Wat zijn de beste toepassingsmogelijkheden van de basalt zuilen?
Aanbevelingen richting VKB:	Hergebruik de betonzuilen als golfploop bekleding. Post van soorten steen en afmetingen verder opknippen naar verwachte hoeveelheden.

5.1.4. Filterlaag

Materiaalpaspoort:	Filterlaag
Beschrijving:	De filterconstructie zorgt ervoor dat de drukken van de golfklap waterbeweging die op de steenbekleding werken weg kunnen en daarmee extra sterkte geven aan de bekleding.
Technische eigenschappen/kwaliteit van het materiaal:	De filterconstructie bestaat uit een vlijlaag met een dubbele laag gebakken klinkers met daarop geklopt puin en op de locaties waar de zuilen zijn herzet, bijgemengd met gebroken grind en/of graniet. Jan Boezeman (senior dijkopzichter) heeft in een Excellijst bijgehouden waar de steenbekleding is herzet, zie toegevoegd document onderaan dit hoofdstuk. De reden voor het herzetten ligt vermoedelijk in het optreden van zetting van de ondergrond waarbij de vlijlaag dus verzakt of het iets wijken van het teenschot. De ruimte die hierbij

ontstaat wordt aangevuld met nieuw filtermateriaal. Afhankelijk van de prijs voor nieuw



Historie zetwerk en
filter IJsselmeerdijk.)

Verwachte vrijkomende hoeveelheid:	Minimaal 1.400 m ³ en maximaal 18.025 m ³
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 12.964 m ³ en maximaal 103.515 m ³
R-ladder:	Reuse I.
Kansen voor hergebruik:	Hoogwaardig: Het is mogelijk het geklopte puin (inclusief bij mengingen van het herzetten) te hergebruiken onder de nieuwe steenbekleding.
Huidige hergebruik:	79 – 100% hoogwaardig hergebruik van het geklopte puin. Dit is een aanname gemaakt voor de oogstkalender, maar volgt niet uit de raming. Hergebruik van de dubbele vlijlaag met gebakken klinkers is niet voorzien.
Nader te onderzoeken:	Het is onbekend wat de kwaliteit is van het filtermateriaal, naast dat het in verschillende mengingen voorkomt. In het ontwerp kan worden uitgegaan van het bestaande filtermateriaal. Hierbij zal mogelijk gerekend moeten worden met het minst optimale filtermateriaal wat is toegepast, maar hierdoor wordt het filtermateriaal hergebruikt. De invloed hiervan en kansen op het hergebruik van het filtermateriaal zal in ontwerploop 2 worden afgetast.
Aanbevelingen richting VKB:	De staat van de vlijlaag is onbekend, evenals hoe deze hergebruikt zou kunnen worden. Splits de post zetsteen verder op tot minimaal benodigde oppervlakte geotextiel, filterlaag en zetsteenbekleding. Neem bij het aanpassen van de dijk, indien de bestaande dubbele vlijlaag van gebakken klinkers eraf gaat dit in de hoeveelheden mee. In de raming wordt de filterlaag op het boventalud verwijderd, echter is hier helemaal geen filterlaag aanwezig. De zetstenen staan hier direct op het keileem. Onderzoek of de vlijlaag hergebruikt zou kunnen worden, of raam onderzoeken hiernaar in de PU-fase.

5.1.5. Breuksteen

Materiaalpaspoort:	Breuksteen
Beschrijving:	Breukstenen zijn grote stenen met de taak het teenschot van tegendruk te voorzien, zodat de steenbekleding onder maatgevende omstandigheden tegen het teenschot kan leunen en zijn maximale sterkte opbouwt.
Technische eigenschappen/kwaliteit van het materiaal:	Bestaande breuksteen valt in de sortering van 60-300kg en de nieuw aan te brengen in 300-1000kg. De kwaliteit van de breuksteen is goed en herbruikbaar.
Verwachte vrijkomende hoeveelheid:	0 - 202.767 m ³
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 98.817 m ³ en maximaal 188.386 m ³
R-ladder:	Reuse I.
Kansen voor hergebruik:	Hoogwaardig: De breuksteen kan mogelijk als onderlaag dienen onder de grotere sortering, om de hoeveelheid grotere sortering 300-1000kg te beperken. Voor de langsdammen van de vooroevers zou de lichtere sortering gebruikt kunnen worden als taludbescherming.
Huidige hergebruik:	0 – 100% hoogwaardig hergebruik.
Nader te onderzoeken:	Hoe kan de breuksteen zo hoogwaardig mogelijk opnieuw worden ingezet bij de dijkversterking?
Aanbevelingen richting VKB:	In de raming van de kansrijke alternatieven is voor de binnenwaartse variant uitgegaan van volledig hergebruik van bestaande breuksteen. In het buitenwaartse of vierkante versterkingsalternatief is uitgegaan van volledige verwijdering en aanvoer van nieuwe breuksteen. Dit is een oneerlijke vergelijking geweest en zorgt ook voor een scheve vergelijking in het hergebruik percentage. Bij de komende raming is het goed hier een eerlijke keuze in te maken.

5.1.6. Asfalt

Materiaalpaspoort:	Asfalt
Beschrijving:	Asfalt is toegepast op het onderhoudspad evenals parallelwegen aan de binnenzijde van de dijk, om het comfortabel snel verplaatsen van A naar B mogelijk te maken.
Technische eigenschappen/kwaliteit van het materiaal:	Het asfalt van het onderhoudspad is deels teerhoudend. De delen die teerhoudend zijn mogen niet rechtstreeks worden hergebruikt voor nieuw asfalt, maar moet thermisch worden gereinigd. Daarnaast bestaat de constructie van het onderhoudspad bestaat uit verschillende typen asfalt, zie Bijlage 3. Verder zijn er grondradar metingen uitgevoerd waarin de overgangen in de asfaltwegvakken is te herleiden, waaruit onder andere volgt dat er vermoedelijk wapening is toegepast op een aantal wegvakken, zie [5]. Op basis van dit onderzoek zullen er in het najaar van 2021 constructieboringen worden uitgevoerd om beter in beeld te krijgen van waar tot waar het teerhoudende asfalt en de wapening aanwezig is.
Verwachte vrijkomende hoeveelheid:	Minimaal 2.320 m ³ en maximaal 23.380 m ³
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 2.600 m ³ en maximaal 28.280 m ³
R-ladder:	Recycle VI
Kansen voor hergebruik:	Waar in de alternatieven asfalt wordt verwijderd zal nieuw (waterbouw)asfalt worden aangebracht. In dit nieuwe asfalt is het mogelijk het oude asfalt deels te hergebruiken.
Huidige hergebruik:	25 – 75%, hoogwaardig hergebruik. Asfalt valt goed te recyclen en het nieuwe asfalt heeft daarmee, afhankelijk van het toe te passen type, een hergebruik van 60-75% in het nieuwe asfalt mengsel. Doordat er veel asfalt verontreinigd is met teer, is er in de oogstkalender vanuit gegaan dat 25% van het asfalt te hergebruiken valt. In de raming van de kansrijke alternatieven is uitgegaan van het afvoeren van het asfalt en het aanvoeren van nieuw asfalt.
Nader te onderzoeken:	Asfalt is opgebouwd uit verschillende lagen. Is het mogelijk om een deel van de niet teerhoudende lagen wel te hergebruiken?
Aanbevelingen richting VKB:	Maak een passende hergebruik inschatting van het asfalt op basis van de constructieboringen die gepland zijn in de zomer 2021 en de uitkomsten van het bovenstaande uitzoek werk.

5.1.7. Klinkerpad

Materiaalpaspoort:	Klinkerpad
Beschrijving:	Steenverharding op de binnenberm. In het verleden was dit de weg tussen het oude en nieuwe land, nu wordt het gebruikt als onderhoudspad en toegangsweg voor de pachters tot hun percelen.
Technische eigenschappen/kwaliteit van het materiaal:	Het klinkerpad bestaat uit gebakken klinkers met een afmeting van 20x10x9cm, o.b.v. veldmetingen uitgevoerd door de dijkopzichter. Het is de verwachting dat de kwaliteit van de stenen goed is, omdat de gemiddelde levensduur van gebakken klinkers gemaakt uit Nederlandse rivierklei 180 jaar is.
Verwachte vrijkomende hoeveelheid:	Maximaal 3.591 m ³
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Maximaal 3.591 m ³
R-ladder:	Reuse I.
Kansen voor hergebruik:	Hoogwaardig: De klinkers hergebruiken als onderhoudspad en toegangsweg voor pachters tot hun percelen.
Huidige hergebruik:	100% hoogwaardig hergebruik.
Nader te onderzoeken:	Willen de dijkopzichters de klinkers graag terug, of hebben zij liever een asfalt pad voor inspecties en voor de pachters?
Aanbevelingen richting VKB:	-

5.2. Materiaal paspoorten benodigde materialen

5.2.1. Klei

Materiaalpaspoort:	Klei
Beschrijving:	Klei is een erosiebestendig materiaal wat als bescherming wordt aangebracht op het zandlichaam van de dijk.
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	Zie de SOR [6] eisen: 26, 27, 28, 29 en 30
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Nog onduidelijk, hangt samen met hergebruik mogelijkheden van Keileem en keuze VKB
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0%
Mogelijke secundaire bronnen:	Voor het graven van een recreatie slenk in het Hollandse Hout komt er 166.000m ³ dijkklei vrij. Staatsbosbeheer staat open voor de mogelijkheid dit bij hen af te nemen.
R-ladder toekomstig hergebruik:	Reuse I.
Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	Hoogwaardig: Als erosiebestendig bekledingsmateriaal.
Nader te onderzoeken:	Hoeveel klei hebben we nodig? Is het mogelijk een SOR te sluiten met Staatsbosbeheer voor het aankopen van de dijkklei?
Aanbevelingen richting VKB:	-

5.2.2. Zand

Materiaalpaspoort:	Zand
Beschrijving:	Voor verschillende alternatieven is zand nodig. Voor de traditionele alternatieven moet de bestaande dijk worden opgehoogd en is ophoogzand nodig. Voor de vooroever varianten gaat het om zand waar goed ecologie op kan groeien.
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	Zie de SOR [6] eisen: 54
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 492.330 m ³ en maximaal 4.888.324 m ³
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0 – 33% Het graaf verlies van de toplaag en keileem laag is meegenomen zal secundair materiaal bij zand.
Mogelijke secundaire bronnen:	In de ABG is gevraagd of er win-win situaties zijn te verwachten. De gemeente Lelystad en provincie Flevoland hebben aangegeven geen kansen te zien. Voor hun doelstellingen hebben zij zelf de grondstoffen hard nodig. Tycho Busnach van Rijkswaterstaat geeft aan kansen te zien en zeker wanneer dit bijdraagt aan de opgaven die Rijkswaterstaat zelf heeft. Over mogelijke win-win kansen zullen we gedurende de verkenningsfase proberen tot afspraken te komen met Rijkswaterstaat. Een van de kansen voor win-win is het project VIJM van RWS. Dit werk omvat het verbreden en verdiepen van de vaargeul tussen het IJsselmeer en Meppel. Bij dit project gaat RWS vanaf Schokkerhaven - Ramsdiep – Zwartsluis het zelf naar nautisch profiel brengen, omdat verwacht wordt dat hier geen zandwinvergunning valt af te geven. Werk zou rond 2027/2028 klaar moeten zijn. Hier liggen wellicht kansen voor samenwerking met RWS zelf om te kijken welk materiaal wij nodig hebben, hoeveel en welke kwaliteit dit heeft of je kunt denken aan een gezamenlijke marktbenadering. Verder wordt er deels binnen dit project en los ervan zandwinningsvergunningen afgegeven voor het Molenrak en het traject Keterbrug – Schokkerhaven. De Hocolene lagen die hierbij vrijkomen kunnen wellicht worden gebruikt als dijkbekleding of goedkoop worden ingezet voor het creëren van voorland/vooroever oplossingen.
R-ladder toekomstig hergebruik:	Reuse I.
Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	Hoogwaardig: Als zand voor de dijk. Eisen zijn verschillend per toepassingstype, dit onderdeel later nader uitwerken.
Nader te onderzoeken:	Zeker voor de vooroever alternatieven zijn zeer grote hoeveelheden zand benodigd. Wanneer deze als voorkeursalternatief worden gekozen is het zaak om te zorgen dat deze hoeveelheden van zo'n kort mogelijk afstand aangevoerd kunnen worden, om de uitstoot te beperken.

	Zijn er kansen om secundaire materiaal te gebruiken om de vooroever mee aan te leggen, als baggerslib, klei- en veenlagen? Valt er werk-met-werk te maken met projecten uit de omgeving waar zand vrijkomt? Uit een eerste rondvraag in de Ambtelijke begeleidingsgroep liggen er op dit vlak geen grote kansen nabij de IJsselmeerdijk. Valt de kans die Tycho Busnach aangeeft (zie mogelijke secundaire bronnen) te verzilveren, bij bijvoorbeeld het project VIJM?
Aanbevelingen richting VKB:	Uitkomsten van bovenstaande onderzoeken meenemen in toekomstig ontwerp VKB en raming indien relevant.

5.2.3. Zetsteen

Materiaalpaspoort:	Zetsteen
Beschrijving:	Voor verschillende alternatieven is zand nodig. Voor de traditionele alternatieven moet de bestaande dijk worden opgehoogd en is ophoogzand nodig. Voor de vooroever varianten gaat het om zand waar goed ecologie op kan groeien.
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	Zie de SOR [6] eisen: 35, 38, 42, 59,
Verwachte benodigde hoeveelheid:	Minimaal 8.890m ³ en maximaal 103.277m ³ Hierbij is ervan uitgegaan dat de zetsteen geen uitsparingen of openruimte heeft, wat natuurlijk wel het geval gaat zijn.
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0%
Mogelijke secundaire bronnen:	Huidige basalt bekleding of filterlaag als toeslagmateriaal?
R-ladder toekomstig hergebruik:	Repurpose V.
Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	Hoogwaardig: Steenbekleding herplaatsen op een andere dijk(deel) of gebruiken als bekleding in de wegenbouw. Laagwaardig: Breken van de stenen en het puin hergebruiken in nieuw beton of andere toepassingen.
Nader te onderzoeken:	-
Aanbevelingen richting VKB:	-

5.2.4. Grondverbetering binnendijks

Materiaalpaspoort:	MIP-kolommen
Beschrijving:	Indien macrostabiliteit niet voldoet of er te grote zettingen optreden is het mogelijk een grondverbetering toe te passen. In dit geval zijn Mix-in-Place kolommen voorzien om deze verbetering te realiseren. Daarbij wordt er cement vermengt met de ondergrond om stevige kolommen te realiseren die zetting voorkomen en stabiliteit geven.
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	N.t.b.
Verwachte benodigde hoeveelheid:	0 - 154.700m ³
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0%
Mogelijke secundaire bronnen:	Voor het vermengen van de grond wordt enkel cement gebruikt, hiervoor is geen secundaire toepassing bekend.
R-ladder toekomstig hergebruik:	N.v.t.
Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	De toepassing zit onder de grond achter een dijklichaam, het is zeer onwaarschijnlijk dat deze grond ooit vrijkomt.
Nader te onderzoeken:	-
Aanbevelingen richting VKB:	-

5.2.5. Kraagstuk en zinkstuk

Materiaalpaspoort:	Kraagstuk en zinkstuk
Beschrijving:	Om erosie te voorkomen kunnen er kraagstukken en zinkstukken worden aangelegd op een talud of waterbodembodem. Deze bestaan tegenwoordig meestal uit geotextiel met wiepen (bundels wilgentakken).
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	N.t.b.
Verwachte benodigde hoeveelheid:	0 - 447.705m ³
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0%
Mogelijke secundaire bronnen:	-
R-ladder toekomstig hergebruik:	Recover VII.
Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	Energiebron voor de verbrandingsoven.
Nader te onderzoeken:	Is het mogelijk geotextiel te maken uit gerecycled plastic?
Aanbevelingen richting VKB:	-

5.2.6. Stabiliteitsmaatregel buitendijks

Materiaalpaspoort:	Verticale drainage.
Beschrijving:	Wanneer maagdelijke grond zwaar wordt belast gaat deze zetten, met mogelijk grote verzakkingen tot gevolg. Door slechtwaterdoorlatende lagen kan het zeer lang duren voordat de eindzetting is bereikt. Om deze versneld te bereiken kan verticale drainage worden toegepast. Dit zijn geperforeerde plastic buizen waar het overspannen water door weg kan stromen naar de onder en bovengrond.
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	N.t.b.
Verwachte benodigde hoeveelheid:	0 – 106.890 m ² waar binnen onder een nader te bepalen raster verticale drainage buizen worden toegepast.
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0%
Mogelijke secundaire bronnen:	-
R-ladder toekomstig hergebruik:	Recover VII.
Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	Energiebron voor de verbrandingsoven.
Nader te onderzoeken:	Is het mogelijk de drainagebuizen te maken uit gerecycled plastic?
Aanbevelingen richting VKB:	-

5.2.7. Geogrid

Materiaalpaspoort:	Geogrid
Beschrijving:	Geogrid is een roosterweefsel dat de druk kan verdelen en de grond beter kan vasthouden.
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	N.t.b.
Verwachte benodigde hoeveelheid:	N.t.b.
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0%
Mogelijke secundaire bronnen:	-
R-ladder toekomstig hergebruik:	Recover VII.

Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	Energiebron voor de verbrandingsoven.
Nader te onderzoeken:	Is het mogelijk de drainagebuizen te maken uit gerecycled plastic?
Aanbevelingen richting VKB:	Het is nu onduidelijk vanuit de raming hoe de geogrid is opgenomen. Voor de oogstkalender is het van belang deze los te ramen met hoeveelheid grondstof of in m ² .

5.2.8. Golfmuur

Materiaalpaspoort:	Golfmuur
Beschrijving:	Betonnen constructie die de golven keert.
Technische eisen/ benodigde kwaliteit van het materiaal:	N.t.b.
Verwachte benodigde hoeveelheid:	N.t.b.
Secundaire bronnen:	-
Huidig percentage secundair materiaal:	0%
Mogelijke secundaire bronnen:	-
R-ladder toekomstig hergebruik:	Repurpose V.
Toekomstig hergebruik mogelijkheden:	Laagwaardig: Breken van het beton en het puin hergebruiken in nieuw beton of andere toepassingen.
Nader te onderzoeken:	-
Aanbevelingen richting VKB:	-

6. Resultaten analyse per dijkvak

Voor de vijf dijkvakken is per dijkvak en per kansrijk alternatief op een rij gezet welke materialen vrijkomen en benodigd zijn. Dit is weergegeven in m³. Vervolgens zijn de percentages welke in hoofdstuk 4 gecombineerd met de methodiek van hoofdstuk 2 waarbij onderscheid wordt gemaakt hoeveel m³ secundair, primair toe te passen is, of afgevoerd moet worden.

Daarnaast is gebruik gemaakt van een kleuren classificering om zo te schetsen hoe de type materialen zich verhouden ten opzichte van de ambities. De kleuren zijn als volgt verdeeld over de verschillende type materialen.

Groen: De hoeveelheid verwerking secundair is aanzienlijk, waardoor het materiaal positief bijdraagt aan het behalen van de doelstelling

Geel: De hoeveelheid verwerking primair is aanzienlijk, waardoor het materiaal nog potentie heeft in nadere studie uit een herbruikbare bron toegepast te worden. Daarnaast is er sprake van weinig af te voeren materialen.

Rood: De hoeveelheid afvoeren is aanzienlijk waardoor de toepasbaarheid in andere projecten ook moeilijk zal verlopen.

Bij de materialen is aangegeven of deze herbruikbaar zijn. De argumentatie van de gebruikte procenten, waaronder de toepassing van de R-ladder, is weergegeven in hoofdstuk 2.

6.1. Dijkvak 1

Tabel 6-1 Resultaten D1KA1 en D1KA2

Materiaal	Type verwerking	D1KA1		D1KA2	
		Aantal m3	% secundair/primair	Aantal m3	% secundair/primair
Keileem Klei	Secundair	126.712	72%	78.839	51%
	Primair	48.545	27%	73.839	48%
	Afvoeren	0		0	
Toplaag	Secundair	56.199	100%	32.833	85%
	Primair	0		5.806	15%
	Afvoeren	0		0	
Zetsteen ondertalud	Secundair	0		0	
	Primair	24.948	100%	25.200	100%
	Afvoeren	16.800		16.800	
Zetsteen boventalud	Secundair	0		0	
	Primair	9.737	100%	9.863	100%
	Afvoeren	5.670		5.670	
Filterlaag ondertalud	Secundair	5.544	100%	5.600	100%
	Primair	0	0%	0	0%
	Afvoeren	1.456		1.400	
Asfalt	Secundair	1.400	21%	1.400	21%
	Primair	5.320	79%	5.320	79%
	Afvoeren	4.200		4.200	
Klinkerpad	Secundair	3.024	100%		
	Primair	0	0%		
	Afvoeren	0			

Zand boven water	Secundair	22.863	7%		
	Primair	315.600	93%		
	Afvoeren	0			
Breksteen	Secundair	0	0%	0	
	Primair	35.933	100%	71.866	100%
	Afvoeren	0		102.666	
Aanbrengen Zand boven water	Secundair			13.959	4%
	Primair			316.440	96%
	Afvoeren			0	
Aanbrengen Zand onder water	Secundair			0	0%
	Primair			117.600	100%
	Afvoeren			0	
Aanbrengen Stabiliteitsmaatregel Buitendijks	Secundair			0	0%
	Primair			56.000	100%
	Afvoeren			0	

Tabel 6-2 Resultaten D1KA3

D1KA3				
Materiaal	Type verwerking	Aantal	Eenheid	% van het totaal
Aanbrengen kernmateriaal vooroever	Secundair	0	m3	0%
	Primair	1.588.356	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Zand in kern dam	Secundair	0	m3	0%
	Primair	225.792	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Afstortlaag 10-60 kg talud en bodem	Secundair	0	m3	0%
	Primair	49.745	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Breksteen 60 -300 kg	Secundair	0	m3	0%
	Primair	71.339	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Kraagstuk talud	Secundair	0	m2	0%
	Primair	91.722	m2	100%
	Afvoeren	0	m2	
Zinkstuk bodem	Secundair	0	m2	0%
	Primair	87.360	m2	100%
	Afvoeren	0	m2	

De volgende materialen scoren goed op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 1:

- Keileem
- Toplaag
- Klinkerpad

De volgende materialen scoren slecht op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 1:

- Zetsteen ondertalud (45cm)
- Zetsteen boventalud
- Breksteen

6.2. Dijkvak 2

Tabel 6-3 Resultaten D2KA1 en D2KA2

Materiaal	Type verwerking	D2KA1		D2KA2	
		Aantal m3	% secundair/primair	Aantal m3	% secundair/primair
Keileem Klei	Secundair	77.638	78%	89.600	50%
	Primair	21.952	22%	90.137	50%
	Afvoeren	0		0	
Toplaag	Secundair	29.602	42%	48.706	88%
	Primair	40.958	58%	6.733	12%
	Afvoeren	0		0	
Zetsteen ondertalud	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	27.720	100%	31.500	100%
	Afvoeren	16.800		16.800	
Zetsteen boventalud	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	6.860	100%	9.961	100%
	Afvoeren	6.300		6.300	
Filterlaag ondertalud	Secundair	6.160	100%	7.000	100%
	Primair	0	0%	0	0%
	Afvoeren	840		0	
Asfalt	Secundair	1.400	21%	1.400	21%
	Primair	5.320	79%	5.320	79%
	Afvoeren	4.200		4.200	
Asfaltweg IJsselmeerdijk	Secundair	2.520	75%	5.040	75%
	Primair	840	25%	1.680	25%
	Afvoeren	840		1.680	
Aanbrengen overslagbestendige klei + geogrid	Secundair	0	0%		
	Primair	201.600	100%		
	Afvoeren	0			
Zand boven water	Secundair	13.405	33%	17.288	4%
	Primair	27.565	67%	418.671	96%
	Afvoeren				
Breuksteen	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	35.933	100%	71.866	100%
	Afvoeren	0		61.600	
Aanbrengen Grondverbetering binnendijk	Secundair			0	0%
	Primair			72.800	100%
	Afvoeren			0	
Aanbrengen Zand onder water	Secundair			0	0%
	Primair			107.240	100%
	Afvoeren			0	
Aanbrengen Stabiliteitsmaatregel Buitendijks	Secundair			0	0%
	Primair			28.000	100%
	Afvoeren			0	

Tabel 6-4 Resultaten D2KA3

D2KA3				
Materiaal	Type verwerking	Aantal	Eenheid	% van het totaal
Aanbrengen kernmateriaal vooroever	Secundair	0	m3	0%
	Primair	2.635.416	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Zand in kern dam	Secundair	0	m3	0%
	Primair	225.792	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Afstortlaag 10-60 kg talud en bodem	Secundair	0	m3	0%
	Primair	49.745	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Breuksteen 60 -300 kg	Secundair	0	m3	0%
	Primair	71.339	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Kraagstuk talud	Secundair	0	m2	0%
	Primair	91.722	m2	100%
	Afvoeren	0	m2	
Zinkstuk bodem	Secundair	0	m2	0%
	Primair	87.360	m2	100%
	Afvoeren	0	m2	

De volgende materialen scoren goed op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 2:

- Keileem
- Toplaag
- Filterlaag ondertalud
- Asfaltweg IJsselmeerdijk
- Zand boven water

De volgende materialen scoren slecht op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 2:

- Zetsteen ondertalud
- Zetsteen boventalud
- Breuksteen

6.3. Dijkvak 3

Tabel 6-5 Resultaten D3KA1 en D3KA2

Materiaal	Type verwerking	D2KA1		D2KA2	
		Aantal m3	% secundair/primair	Aantal m3	% secundair/primair
Keileem (hergebruikt)	Secundair	20.160	50%	36.892	53%
	Primair	20.223	50%	32.936	47%
	Afvoeren	0		0	
Toplaag	Secundair	5.292	65%	18.446	71%
	Primair	2.898	35%	7.383	29%
	Afvoeren	0		0	
Zetsteen ondertalud	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	11.812	100%	11.812	100%
	Afvoeren	6.300		6.300	
Zetsteen boventalud	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	3.236	100%	3.236	100%
	Afvoeren	2.362		2.362	
Filterlaag ondertalud	Secundair	2.625	100%	2.625	100%
	Primair	0	0%	0	0%
	Afvoeren	0		0	
Asfalt	Secundair	525	21%	525	21%
	Primair	1.995	79%	1.995	79%
	Afvoeren	1.575		1.575	
Breuksteen	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	26.950	100%	26.950	100%
	Afvoeren	38.500		38.500	
Aanbrengen Zand boven water	Secundair	3.181	2%	6.917	4%
	Primair	124.624	98%	150.897	96%
	Afvoeren	0		0	
Aanbrengen Zand onder water	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	82.362	100%	38.955	100%
	Afvoeren	0		0	
Aanbrengen Stabiliteitsmaatregel Buitendijks	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	22.890	100%	10.500	100%
	Afvoeren	0		0	
Klinkerpad	Secundair			567	100%
	Primair			0	0%
	Afvoeren			0	
Aanbrengen Grondverbetering binnendijk	Secundair			0	0%
	Primair			81.900	100%
	Afvoeren			0	

Tabel 6-6 Resultaten D3KA3

D3KA3				
Materiaal	Type verwerking	Aantal	Eenheid	% van het totaal
Aanbrengen Klei/keileem onder water	Secundair	0	m3	0%
	Primair	294.000	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Zand in kern dam	Secundair	0	m3	0%
	Primair	112.896	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Afstortlaag 10-60 kg talud en bodem	Secundair	0	m3	0%
	Primair	24.872	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Breuksteen 60 -300 kg	Secundair	0	m3	0%
	Primair	35.669	m3	100%
	Afvoeren	0	m3	
Kraagstuk talud	Secundair	0	m2	0%
	Primair	45.861	m2	100%
	Afvoeren	0	m2	
Zinkstuk bodem	Secundair	0	m2	0%
	Primair	43.680	m2	100%
	Afvoeren	0	m2	

De volgende materialen scoren goed op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 3:

- Keileem
- Toplaag
- Filterlaag ondertalud
- Klinkerpad

De volgende materialen scoren slecht op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 3:

- Zetsteen ondertalud
- Zetsteen boventalud
- Breuksteen

6.4. Dijkvak 4

Tabel 6-7 Resultaten D4KA1 en D4KA2

Materiaal	Type verwerking	D4KA1		D4KA2	
		Aantal m3	% secundair/primair	Aantal m3	% secundair/primair
Keileem Klei	Secundair			2.240	67%
	Primair			1.120	33%
	Afvoeren			0	
Toplaag	Secundair	3.360	57%	3.360	89%
	Primair	2.520	43%	420	11%
	Afvoeren	0		0	
Zetsteen ondertalud	Secundair		0%		0%
	Primair	5.670	100%	6.300	100%
	Afvoeren	3.360		3.360	
Filterlaag ondertalud	Secundair	1.260	100%	1.400	100%
	Primair	0	0%	0	0%
	Afvoeren	140		0	
Asfalt	Secundair	350	21%	350	13%
	Primair	1.330	79%	2.450	88%
	Afvoeren	1.050		1.050	
Deel asfaltweg N307	Secundair	420	75%		
	Primair	140	25%		
	Afvoeren	140			
Aanbrengen Klei/keileem vanaf land (nieuw)	Secundair	420	4%		
	Primair	9.380	96%		
	Afvoeren	0			
Aanbrengen golfmuur 1m hoog	Secundair			0	0%
	Primair			1.050	100%
	Afvoeren			0	
Zand boven water	Secundair			700	25%
	Primair			2.100	75%
	Afvoeren			0	
Breuksteen	Secundair			0	0%
	Primair			8.983	100%
	Afvoeren			0	

De volgende materialen scoren goed op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 4:

- Keileem
- Toplaag
- Filterlaag ondertalud
- Deel asfaltweg N307

De volgende materialen scoren slecht op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 4:

- Zetsteen ondertalud

6.5. Dijkvak 5

Tabel 6-8 Resultaten D5KA1 en D5KA2

Materiaal	Type verwerking	D5KA1		D5KA2	
		Aantal m3	% secundair/primair	Aantal m3	% secundair/primair
Keileem Klei	Secundair			2.240	27%
	Primair			6.160	73%
	Afvoeren			280	
Toplaag	Secundair	6.624	69%	4.032	96%
	Primair	3.036	31%	168	4%
	Afvoeren	0		504	
Aanbrengen Waterbouwasfalt	Secundair	575	21%	350	13%
	Primair	2.185	79%	2.450	88%
	Afvoeren	1.725		1.050	
Asfaltweg binnendijks	Secundair	690	75%		
	Primair	230	25%		
	Afvoeren	230			
Aanbrengen Zetsteen ondertalud	Secundair	0	0%	0	0%
	Primair	1.610	100%	4.704	100%
	Afvoeren	0		0	
Aanbrengen Zetsteen Ruw	Secundair	0			
	Primair	1.610			
	Afvoeren	0			
Aanbrengen Klei/keileem vanaf land (nieuw)	Secundair	828	4%		
	Primair	19.872	96%		
	Afvoeren	0			
Zetsteen boventalud (25cm)	Secundair			0	0%
	Primair			700	100%
	Afvoeren			0	
Aanbrengen golfmuur 1m hoog	Secundair			0	0%
	Primair			1.050	100%
	Afvoeren			0	

De volgende materialen scoren goed op basis van herbruikbaarheid voor dijkvak 5:

- Keileem
- Toplaag
- Asfaltweg binnendijks

7. Ambitietoetsen

Na de analyse van de kansrijke alternatieven per dijkvak, kan worden geïnterpreteerd of de ambitie met het desbetreffende kansrijke alternatief behaald kan worden.

Tabel 7-1 geeft de scores van de kansrijke alternatieven per dijkvak weer, waarbij de ambitietoets zichtbaar is. De ambities die niet worden gehaald zijn met rood weergegeven en die wel met groen. Voor de ambitietoets hergebruik is uitgegaan van een hergebruik van 90% binnen de dijkversterking, omdat de vrijkomende materialen allemaal herbruikbaar zijn, hoog dan wel laagwaardig conform de R-ladder uit hoofdstuk 3.

De ambities gesteld voor circulariteit binnen de kansrijke alternatieven [1]:

1. Het gebruik van primaire grondstoffen met 50% terug te brengen ten opzichte van het referentie ontwerp;
2. Van de te verwijderen grondstoffen minimaal 90% hergebruiken;
3. De grondstoffen moeten 100% herbruikbaar zijn na einde levensduur.

Tabel 7-1 Resultatentabel ambitietoets voor alle Kansrijke alternatieven

Dijkvak 1	Variant	Afkorting	Ambitietoets hergebruik	Ambitietoets Primair vs referentie
Binnenwaartse hoge dijk	1.1	D1KA1	88%	73%
Vierkant hoge dijk	3.1	D1KA2	50%	89%
Vooroever	4.1a	D1KA3	n.v.t	274%
Dijkvak 2				
Binnenwaarts hoog overslagdebiet	1.3	D2KA1	82%	36%
Vierkant hoge dijk	3.1	D2KA2	65%	81%
Vooroever	4.1a	D2KA3	n.v.t	295%
Dijkvak 3				
Buitenwaarts hoge dijk	2.1	D3KA1	39%	66%
Vierkant hoge dijk	3.1	D3KA2	58%	86%
Vooroever	4.1a	D3KA3	n.v.t	113%
Dijkvak 4				
Binnenwaartse hoge dijk	1.1	D4KA1	55%	17%
Golfmuur met verhoogde berm binnen	5.1	D4KA2	65%	20%
Dijkvak 5				
Vierkant met bermverhoging	3.1	D5KA1	82%	25%
Golfmuur met verhoogde berm binnen	5.1	D5KA2	78%	13%

De ambitietoets voor de derde ambitie (grondstoffen moeten 100% herbruikbaar zijn na einde levensduur) is niet meegenomen in Tabel 7-1. De meeste grondstoffen zijn na levensduur herbruikbaar, uitzonderingen zijn in de volgende alinea opgenomen. Door te werken met een materialenpaspoort welke moet landen in het beheerregister van het waterschap, blijven de kwaliteitsgegevens en kansen voor hergebruik goed bewaard. Hierdoor wordt het oogsten in de toekomst altijd mogelijk gemaakt.

Bij D1KA1, D1KA2, D2KA2, D3KA1 en D3KA2 wordt er buiten het bestaande zandcunet versterkt op de maagdelijke klei en veengrond. Dit heeft grote zettingen tot gevolg, waarvoor maatregelen moeten worden genomen:

- Buitendijks wordt verticale drainage toegepast, dit is niet herbruikbaar en zorgt daarmee voor het niet halen van de ambitie;
- Binnendijks worden Mix-In-Place (MIP) kolommen toegepast, hierbij wordt er cement toegevoegd in de ondergrond. Dit is niet herbruikbaar en zorgt daarmee voor het niet halen van de ambitie.

Beide oplossingsrichtingen zijn doelmatige oplossing voor het zettingsprobleem. Hier vallen andere keuzes in te maken, maar deze zijn vermoedelijk qua kosten of planning ongewenst voor de uitvoering.

In D2KA1 wordt een groot overslagdebiet toegestaan, maar hiervoor worden er geogrids aangebracht. Dit is later lastig te hergebruiken.

8. Conclusie

De analyse zorgt voor een afweging van de Kansrijke alternatieven, als het gaat om de ambities ten aanzien van circulariteit.

De ambities waren:

1. Het gebruik van primaire grondstoffen met 50% terug te brengen ten opzichte van het referentie ontwerp;
2. Van de te verwijderen grondstoffen minimaal 90% hergebruiken;
3. De grondstoffen moeten 100% herbruikbaar zijn na einde levensduur.

Kijkend naar dijkvak 1, kan er geconcludeerd worden dat geen één van de Kansrijke alternatieven voldoet aan de ambities. Het hoogst haalbare aan hergebruik van materialen is mogelijk voor de Kansrijke alternatief 1 'binnenwaartse hoge dijk'. Hier wordt een hergebruik behaald van 88%. Daar wordt nog 73% aan materiaal primair aangeschaft, ten opzichte van de referentie situatie. De andere twee alternatieven voldoen niet aan de ambities.

Voor dijkvak 2 geldt dat er voor hergebruik het dichtst bij de 90% gekomen wordt met Kansrijke alternatief 1 'binnenwaarts hoog overslagdebiet'. Dit alternatief geeft een score van 82%. Dit alternatief voldoet ook met 36% aan de primair aan te schaffen materialen aan de ambitie. De andere twee alternatieven voldoen niet aan de ambities.

Dijkvak 3 geeft in geen van de alternatieven voldoening aan de ambities. Het dichtst in de buurt van hergebruik komt Kansrijk alternatief 2 'vierkant hoge dijk' met slechts 58%. Dit alternatief geeft op primaire grondstoffen een hoge score van 86%, terwijl Kansrijk alternatief 1 'buitenwaarts hoge dijk' hier maar 66% geeft. Kansrijk alternatief 3 'vooroever' heeft voor 113% aan primaire materialen nodig t.o.v. de referentiesituatie, waarbij er in geen geval direct hergebruik mogelijk is.

De twee alternatieven van dijkvak 4 voldoen qua hergebruik beiden niet aan de gestelde ambitie. Terwijl er wat primaire materialen betreft in beide gevallen wel voldaan wordt. Kansrijk alternatief 2 'golfmuur met verhoogde berm binnen' geeft de hoogste herbruikbaarheid aan van 65% en voldoet daarmee ook aan de ambitie van het primaire grondstoffengebruik, 20%. Vandaar dat dit alternatief een hogere score krijgt.

Tot slot dijkvak 5, waarbij ook twee alternatieven voor hergebruik niet voldoen aan de gestelde ambitie. Kansrijk alternatief 1 'vierkant met bermverhoging' geeft de hoogste herbruikbaarheid aan van 82%. Dit alternatief voldoet ook aan de ambitie van primair gebruik van materialen.

Onderstaand zijn de dijkvakken in de tabel weergegeven met de scores, conform de scoringsmethode uit [7], waarbij een score van 5 het hoogst telt (zeer positief onderscheidend) en een score van 1 het laagst (zeer negatief onderscheidend). Doordat er in sommige gevallen helemaal niet aan ambities voldaan wordt, is er soms gekozen voor een lagere score.

Tabel 8-1 Effectbeoordeling circulariteit Kansrijke Alternatieven

Dijkvak 1	Variant	Afkorting	Score
Binnenwaartse hoge dijk	1.1	D1KA1	4
Vierkant hoge dijk	3.1	D1KA2	2
Vooroever	4.1a	D1KA3	1

Dijkvak 2	Variant	Afkorting	Score
Binnenwaarts hoog overslagdebiet	1.3	D2KA1	4
Vierkant hoge dijk	3.1	D2KA2	2
Vooroever	4.1a	D2KA3	1

Dijkvak 3

Buitenwaarts hoge dijk	2.1	D3KA1	2
Vierkant hoge dijk	3.1	D3KA2	2
Vooroever	4.1a	D3KA3	1

Dijkvak 4

Binnenwaartse hoge dijk	1.1	D4KA1	3
Golfmuur met verhoogde berm binnen	5.1	D4KA2	4

Dijkvak 5

Vierkant met bermverhoging	3.1	D5KA1	4
Golfmuur met verhoogde berm binnen	5.1	D5KA2	3

De ambitietoets voor de derde ambitie (grondstoffen moeten 100% herbruikbaar zijn na einde levensduur) is niet meegenomen in de ambitietoets. De meeste grondstoffen zijn na levensduur herbruikbaar, enkel de stabiliteitsoplossingen bij het versterken buiten het zandcunet niet. Door te werken met een materialenpaspoort, welke moet landen in het beheerregister van het waterschap, blijven de kwaliteitsgegevens en kansen voor hergebruik goed bewaard. Hierdoor wordt het oogsten in de toekomst altijd mogelijk gemaakt.

9. Discussie en aanbevelingen

9.1. Discussie

In deze oogstkalender o.b.v. de kansrijke alternatieven zijn de NWO's buiten de scope gehouden. Dit is passend bij de fase van het project.

Bij de kansrijke alternatieven vierkant versterken in dijkvak 1 en 2 is voor de breuksteen aangehouden dat deze volledig wordt afgevoerd en nieuwe wordt aangevoerd. Bij de binnenwaartse versterking wordt de bestaande breuksteen hergebruikt. Door deze scheve aannames in de raming zijn de hergebruik percentages van D1KA2 en D2KA2 vertekend ten opzichte van die van D1KA1 en D2KA1.

9.2. Aanbevelingen

In de oogstkalender is nog geen aandacht geweest voor het hoogste niveau van het R-model Rethink. Dit is ook het eerste circulaire ontwerpprincipie van RWS, niet doen wat niet nodig is. Het blijft belangrijk kritisch te blijven naar wat wel en niet nodig is. Als het mogelijk de levensduur van bestaande materialen te verlengen, is dit natuurlijk het meest circulair.

Het is aan te raden om in de planuitwerkingsfase de NWO's ook te betrekken bij de analyse. Veel onderdelen zullen terugkomen op de versterkte dijk, hierbij valt te denken aan dijkpalen, afrastering, kunstwerken en K&L. Het zou mooi zijn om deze te hergebruiken.

De ambitie om te voldoen aan 90% hergebruik is onduidelijk geformuleerd. Inmiddels is duidelijk geworden dat volgens het R-model vele niveaus van hergebruik zijn. Hoe hoogwaardiger hergebruik hoe beter. Het is aan te bevelen om voor de PU-fase deze ambitie zo aan te scherpen, dat deze aansluit bij het R-model. Door bijvoorbeeld per materiaalsoort aan te geven hoe hoogwaardig je deze wilt hergebruiken.

In de analyse is aandacht geweest voor de materialen die zijn geraamd voor de kansrijke alternatieven. Voor de raming van het voorkeursalternatief is het aan te bevelen sommige posten nader uit te diepen en los op te nemen. In de materiaalpaspoorten is dit aangegeven, de belangrijkste punten zijn:

- In het ontwerp kiezen materialen te hergebruiken, zoals het filtermateriaal, golfploopbekleding en breuksteen;
- Posten verder op te knippen zodat de verschillende type zetstenen in beeld worden gebracht en duidelijker is welke materialen allemaal vrijkomen;
- De benodigde hoeveelheden en materialen in beeld te brengen voor de grondverbetering binnen en buitendijks, het kraag en zinkstuk, het geogrid en de golfmuur;
- Verkeerde aannames in de kostenraming te herstellen.

De voorland oplossing vraagt erg veel materiaal, indien deze als voorkeursalternatief wordt gekozen zal het lastig worden om de ambitie waar te maken. Het is aan te raden de mogelijkheden te verkennen hoe dit toch zou kunnen door het toepassen van secundaire materialen als slib (meegroeivoorland) of veen en klei uit vaargeulen of andere gebiedsontwikkelingen (zoals de recreatieslenk in het Hollandse Hout van Staatsbosbeheer). Het is aan te raden op zoek te gaan naar grondstoffen bij grondbanken en andere win-win mogelijkheden bij gebiedsopgaves/ontwikkelingen en projecten om de primaire grondstoffen gebruik te verlagen.

Na het kiezen van een voorkeursalternatief is het aan te raden om een nieuwe versie van de oogstkalender op te stellen. Met deze versie wordt het mogelijk om ook grondstoffen uit te wisselen tussen dijkvakken. Het kan namelijk voorkomen dat een grondstof niet benodigd is in één dijkvak, maar wél toegepast kan worden in een ander dijkvak. Dit kan bijdragen aan het behalen van de ambities.

10. Vervolg

Een oogstkalender o.b.v. het voorkeursalternatief opstellen. In deze versie moeten doelstellingen en aanbevelingen landen voor circulariteit in de PU-fase.

De nieuwe doelstellingen en ambities voor circulariteit moeten landen in het PvA PU-fase.

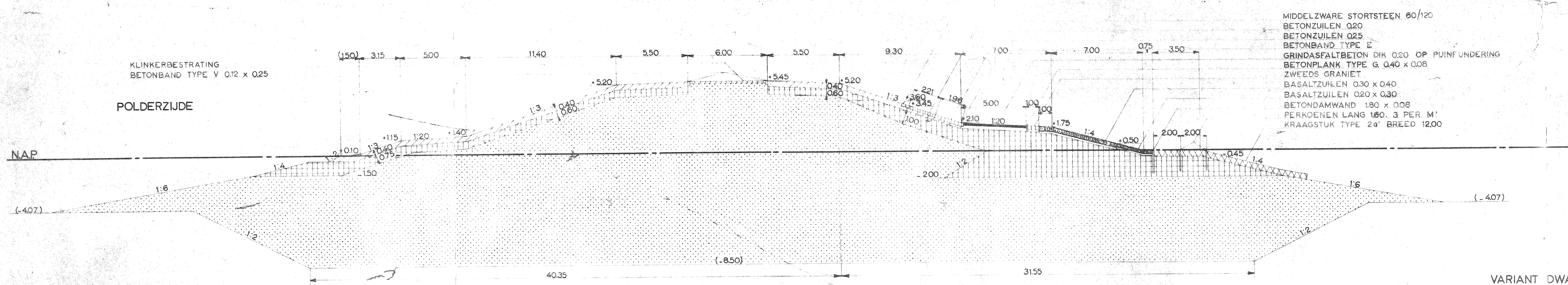
Naar verwachting wordt medio 2024 de PU-fase afgerond en zal gestart worden met de uitvoering. Deze loopt tot 2027. Gedurende deze periode zullen de materialen uit de huidige dijk vrijkomen en aanvullende grondstoffen nodig zijn.

11. Bibliografie

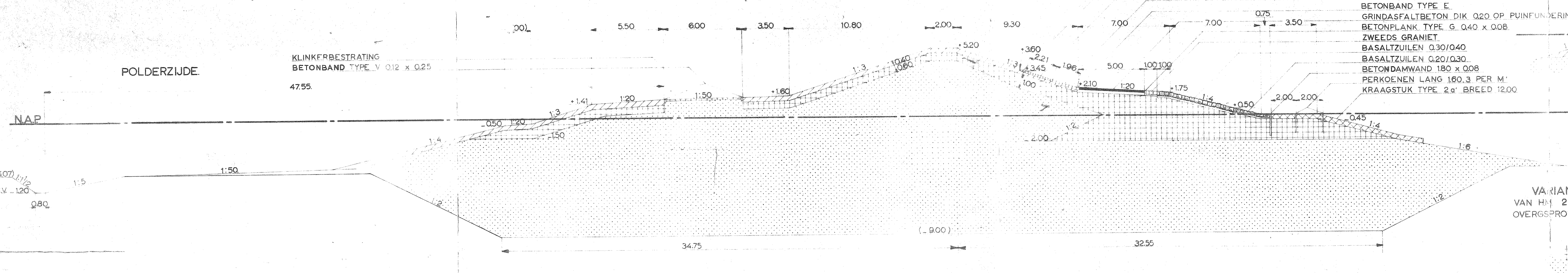
- [1] J. Baltissen en D.-J. Smeenge, „Duurzaamheidsambities Versterking IJsselmeerdijk,” Waterschap Zuiderzeeland, Lelystad, 2020.
- [2] M. Wolbers, J. Baltissen en D.-J. Smeenge, „REFERENTIEONTWERP IJSSELMEERDIJK,” Waterschap Zuiderzeeland, Lelystad, 2020.
- [3] S. Post, „Verkenningfase versterking IJsselmeerdijk, IJMD Notitie KA,” RHDHV, Amersfoort, 2021.
- [4] B. Stout, W. Dijkman, R. Gommer en R. Loeve, „Biodiversiteitsontwikkeling op de dijken van Waterschap Zuiderzeeland,” CLM, Culemborg, 2020.
- [5] P. Stoutjesdijk-Alsemgeest, „Verkenningfase versterking IJsselmeerdijk, Grondradaronderzoek verharding,” RHDHV, Amersfoort, 2021.
- [6] R. Peeters, „Standaard Ontwerp Richtlijnen v3,” Waterschap Zuiderzeeland, Lelystad, 2021.
- [7] R. v. d. Laar en S. Post, „Versterking IJsselmeerdijk, Notitie afweegkader zeef 1 en 2,” RHDHV, Amersfoort, 2021.

Bijlage 1: Revisie aanlegtekeningen met opbouw huidig situatie

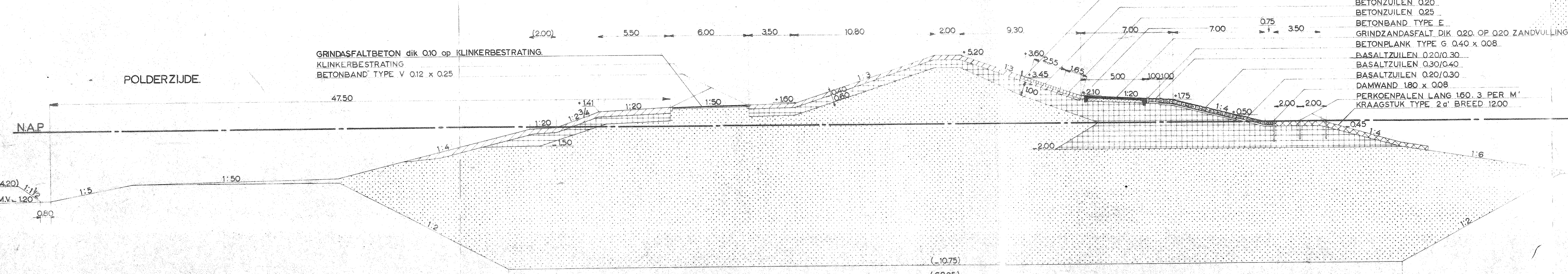
OVERGANGSPROFIEL VAN HM 176.00 - 176.98
PROFIEL A VAN HM 176.88 - 191.00



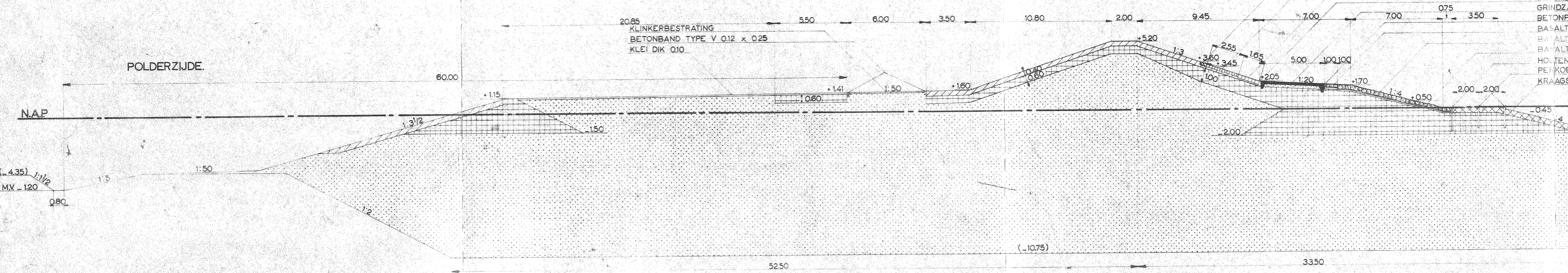
OVERGANGSPROFIEL VAN HM 191.00 - 195.00
PROFIEL B VAN HM 195.00 - 203.00



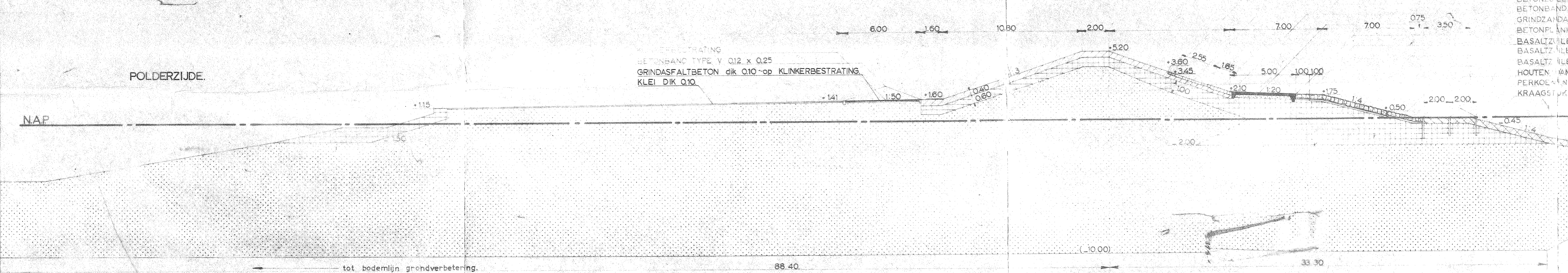
PROFIEL C VAN HM 203.00 - 238.39 EN VAN HM 241.08 - 251.04



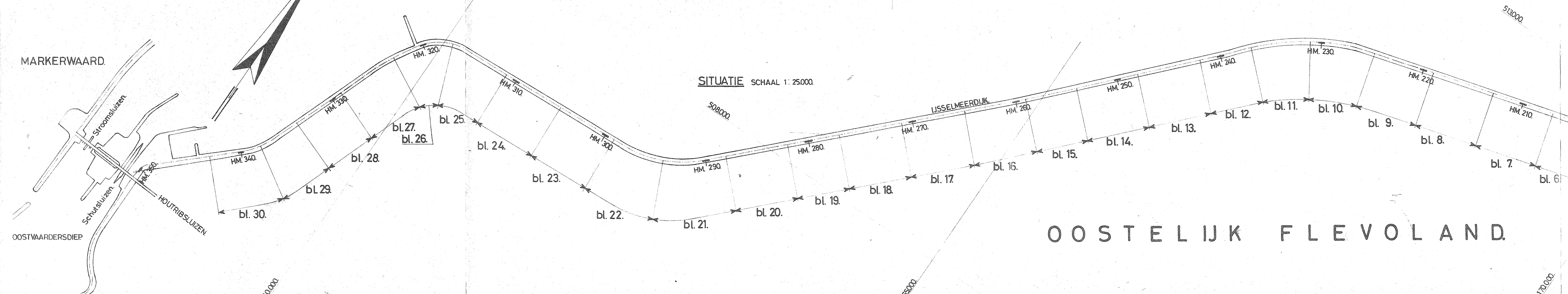
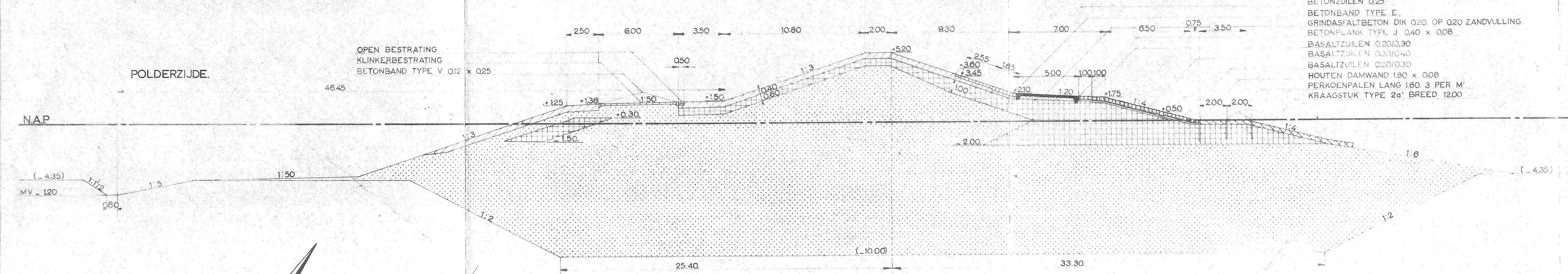
OVERGANGSPROFIEL VAN HM 238.65 - 238.86
PROFIEL D VAN HM 238.86 - 240.87



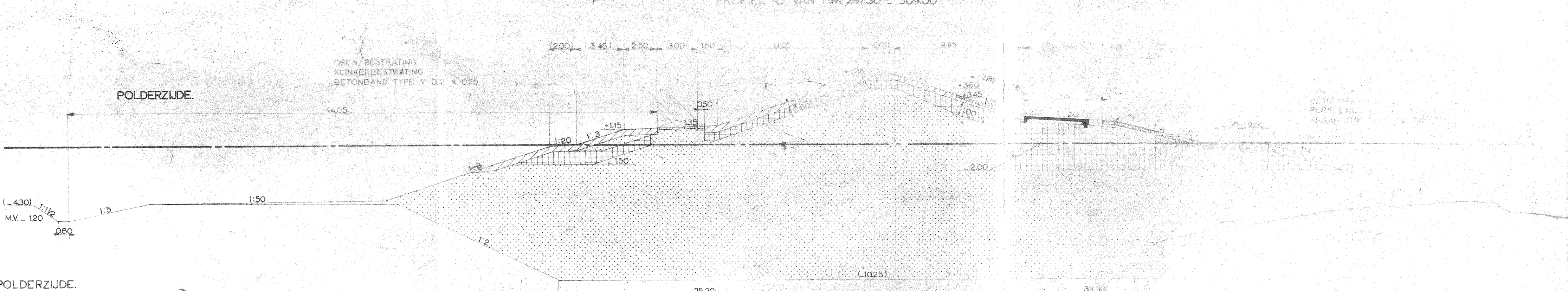
OVERGANGSPROFIEL VAN HM 240.87 - 241.08
PROFIEL E VAN HM 241.08 - 248.52



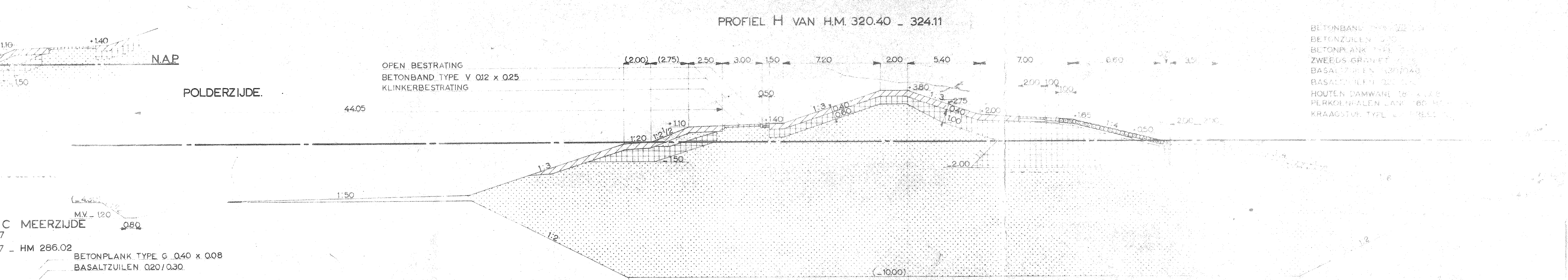
OVERGANGSPROFIEL VAN HM 288.52 - 288.96
PROFIEL F VAN HM 288.96 - 291.00



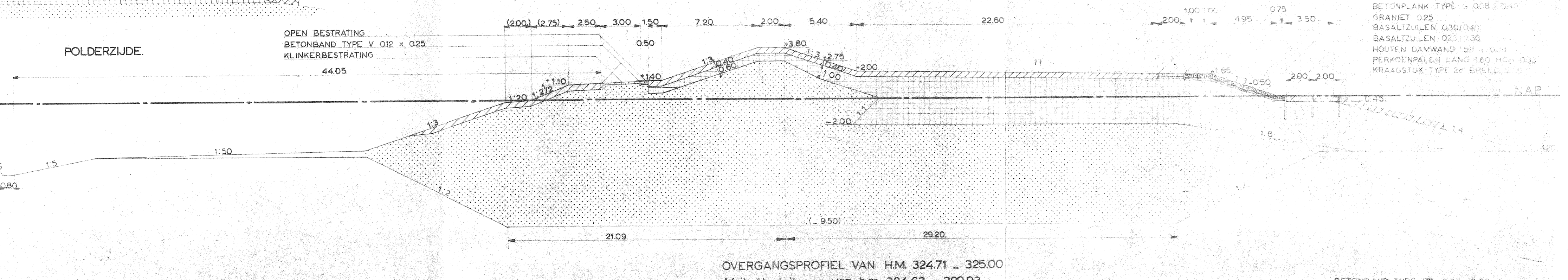
AFRIJ VAN HM 291.00 - 291.30
PROFIEL G VAN HM 291.30 - 309.00



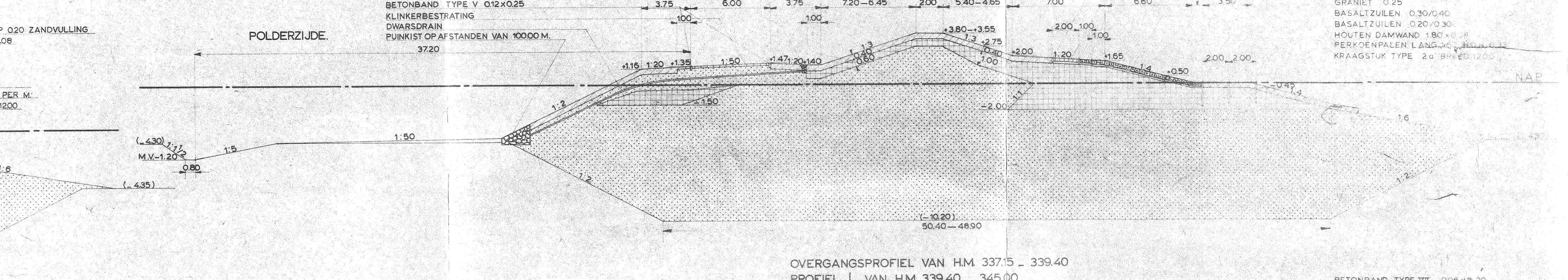
VARIANT DWARSPROFIEL G. POLDERZIJDE
VAN HM 309.00 TOT HM 320.40



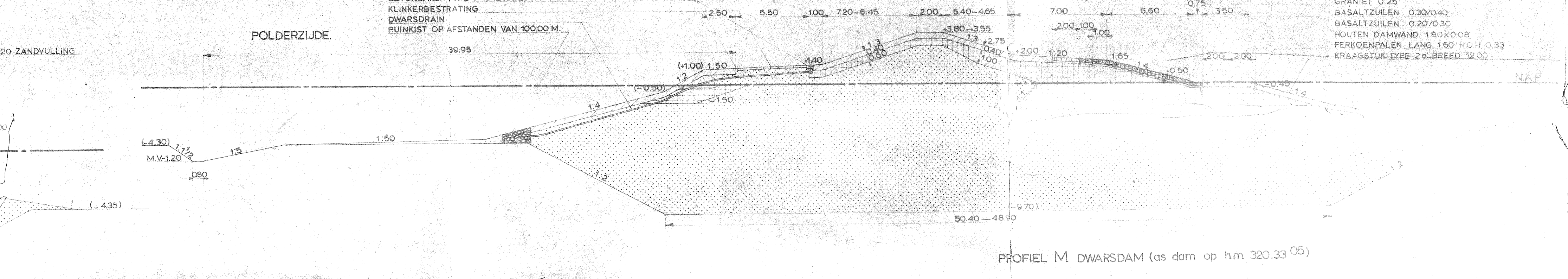
OVERGANGSPROFIEL VAN HM 324.11 - 324.41
PROFIEL J VAN HM 324.41 - 324.71



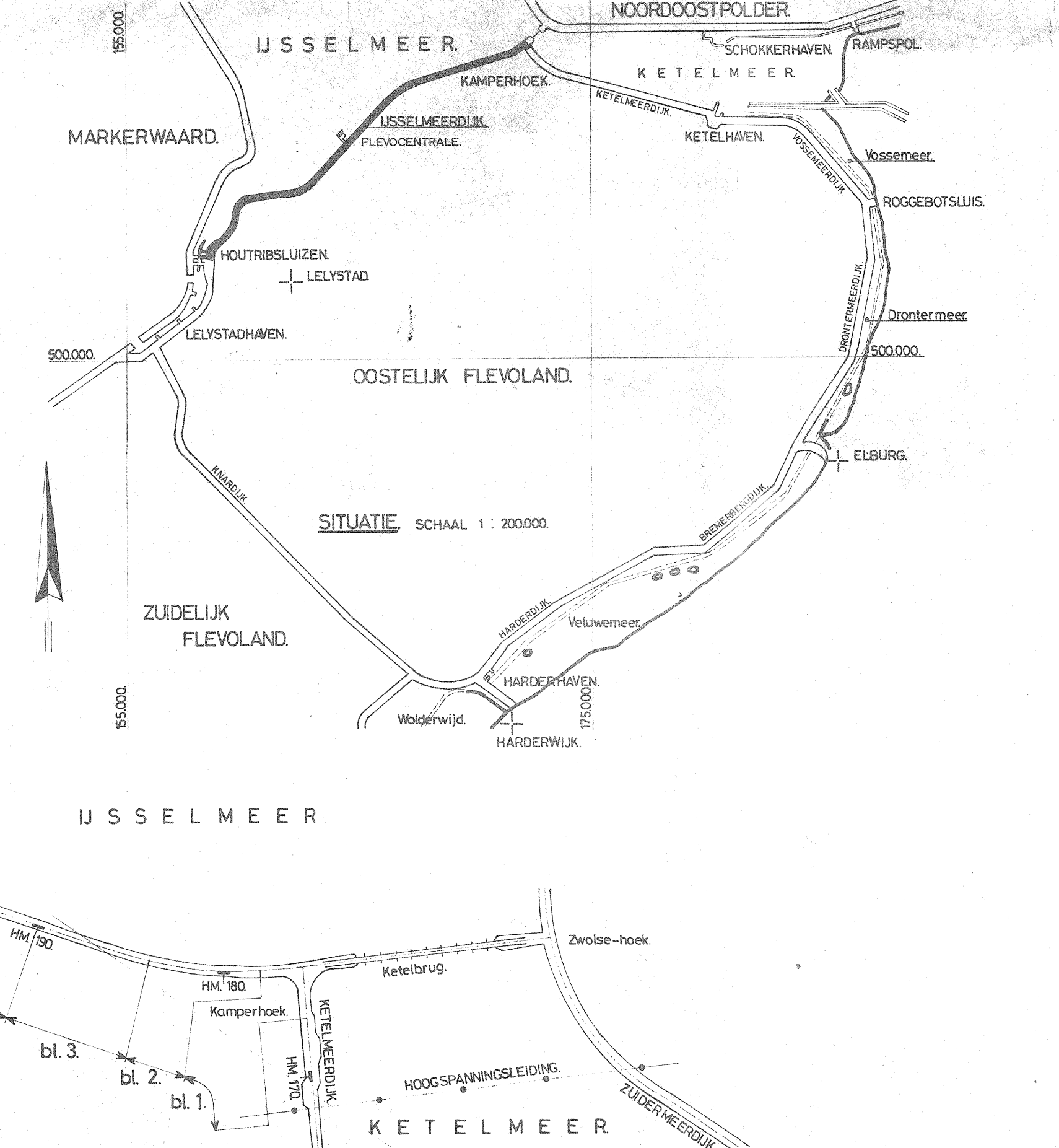
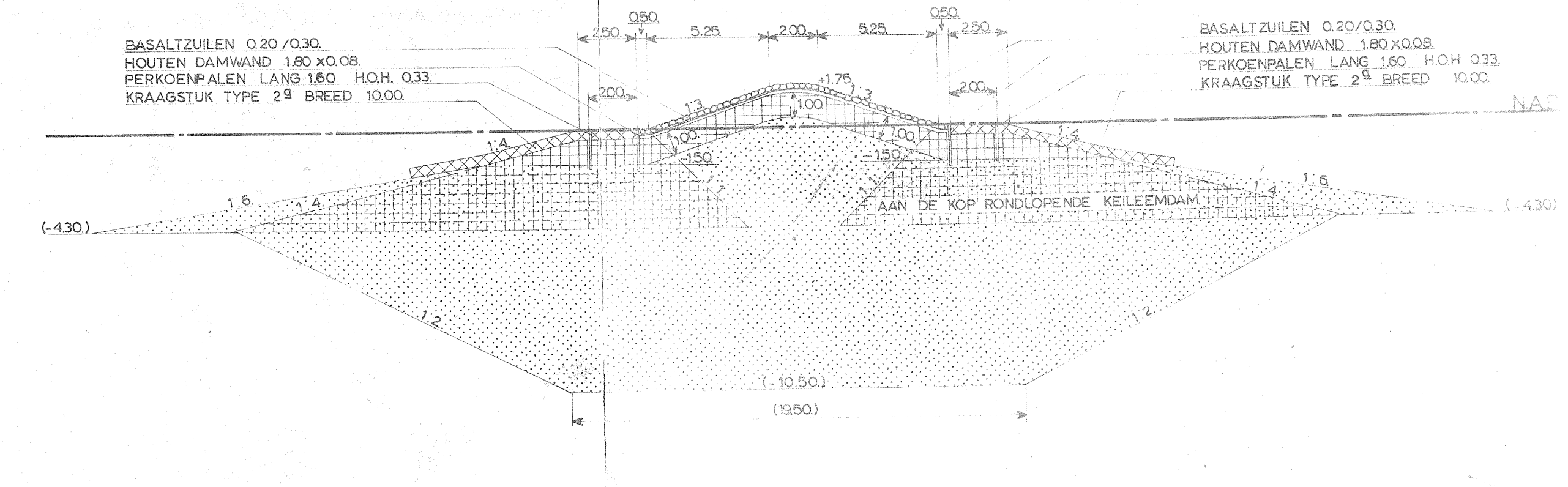
OVERGANGSPROFIEL VAN HM 324.71 - 325.00
AFRIJ HOUTRIJWEG VAN HM 324.63 - 329.93
PROFIEL K VAN HM 329.93 - 337.15



OVERGANGSPROFIEL VAN HM 337.15 - 339.40
PROFIEL L VAN HM 339.40 - 345.00



PROFIEL M DWARSDAM (as dam op hm 320.33)



VERKLARING DWARSPROFIELEN

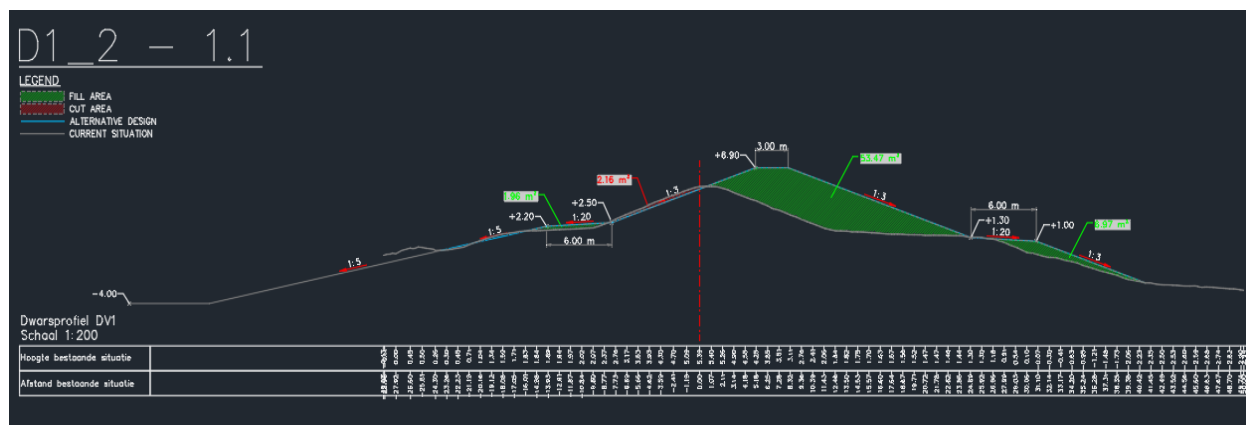


ZUIDERZEEWERKEN				afd. DUKEN en SLEPVAARTWERKEN			
Werkzaamheid	Werkzaamheid	Werkzaamheid	Werkzaamheid	Werkzaamheid	Werkzaamheid	Werkzaamheid	Werkzaamheid
A	B	C	D	E	F	G	H
I	J	K	L	M	N	O	P
Q	R	S	T	U	V	W	X
Y	Z						
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104
105	106	107	108	109	110	111	112
113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128
129	130	131	132	133	134	135	136
137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152
153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176
177	178	179	180	181	182	183	184
185	186	187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208
209	210	211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222	223	224
225	226	227	228	229	230	231	232
233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248
249	250	251	252	253	254	255	256
257	258	259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270	271	272
273	274	275	276	277	278	279	280
281	282	283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294	295	296
297	298	299	300	301	302	303	304
305	306	307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318	319	320
321	322	323	324	325	326	327	328
329	330	331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342	343	344
345	346	347	348	349	350	351	352
353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368
369	370	371	372	373	374	375	376
377	378	379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390	391	392
393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414	415	416
417	418	419	420	421	422	423	424
425	426	427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	445	446	447	448
449	450	451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462	463	464
465	466	467	468	469	470	471	472
473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488
489	490	491	492	493	494	495	496
497	498	499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510	511	512
513	514	515	516	517	518	519	520
521	522	523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534	535	536
537	538	539	540	541	542	543	544
545	546	547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558	559	560
561	562	563	564	565	566	567	568
569	570	571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582	583	584
585	586	587	588	589	590	591	592
593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608
609	610	611	612	613	614	615	616
617	618	619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630	631	632
633	634	635	636	637	638	639	640
641	642	643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654	655	656
657	658	659	660	661	662	663	664
665	666	667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678	679	680
681	682	683	684	685	686	687	688
689	690	691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702	703	704
705	706	707	708	709	710	711	712
713	714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727	728
729	730	731	732	733	734	735	736
737	738	739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750	751	752
753	754	755	756	757	758	759	760
761	762	763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774	775	776
777	778	779	780	781	782	783	784
785	786	787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798	799	800
801	802	803	804	805	806	807	808
809	810	811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822	823	824
825	826	827	828	829	830	831	832
833	834	835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846	847	848
849	850	851	852	853	854	855	856
857	858	859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870	871	872
873	874	875	876	877	878	879	880
881	882	883	884	885	886	887	888
889	890	891	892	893	894	895	896
897	898	899	900	901	902	903	904
905	906	907	908	909	910	911	912
913	914	915	916	917	918	919	920
921	922	923	924	925	926	927	928
929	930	931	932	933	934	935	936
937	938	939	940	941	942	943	944
945	946	947	948	949	950	951	952
953	954	955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966	967	968
969	970	971	972	973	974	975	976
977	978	979	980	981	982	983	984
985	986	987	988	989	990	991	992
993	994	995	996	997	998	999	1000

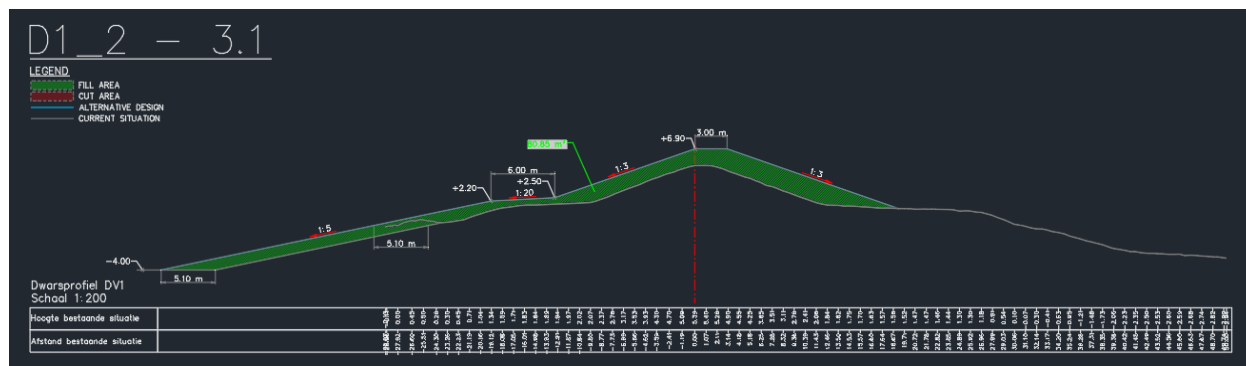
REVISIE
IJSELMEERDIJK
SITUATIE DWARSPROFIELEN

Bijlage 2: Ontwerptekeningen Kansrijke Alternatieven

D1KA1



D1KA2



D1KA3

