



Verkenning Waddenzeedijk Koehool- Lauwersmeer

Deelrapport MER deel 1 - Energie en materiaalgebruik

Wetterskip Fryslân

12 mei 2021



Project
Opdrachtgever

Verkenning Waddenzeedijk Koehool- Lauwersmeer
Wetterskip Fryslân

Document
Status
Datum
Referentie

Deelrapport MER deel 1 - Energie en materiaalgebruik
Concept 1
12 mei 2021
LW344-37/21-007.406

Projectcode
Projectleider
Projectdirecteur

LW344-37
ing. A.J.P. Helder
drs. D.J.F. Bel

Auteur(s)
Gecontroleerd door
Goedgekeurd door

W.J. ter Heijden MSc
W.S. ten Bosch MSc
ing. A.J.P. Helder

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	AANPAK	6
2.1	Vigerend wettelijk- en beleidskader	6
2.2	Relevante ingreep-effectrelaties	7
2.3	Beoordelingskader	8
2.4	Methodiek	8
2.4.1	Energievraag	8
2.4.2	Opwekken van duurzame energie	9
2.4.3	Materiaalgebruik	9
2.4.4	Hergebruik van vrijkomende materialen	10
3	REFERENTIESITUATIE	13
4	EFFECTEN DIJKVERSTERKING	16
4.1	Energievraag	16
4.1.1	Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)	16
4.1.2	Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)	17
4.1.3	Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)	17
4.1.4	Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)	18
4.1.5	Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)	18
4.1.6	Beoordeling effecten	19
4.2	Materiaalgebruik	19
4.2.1	Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)	19
4.2.2	Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)	20
4.2.3	Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)	20
4.2.4	Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)	21
4.2.5	Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)	21
4.2.6	Beoordeling effecten	22
4.3	Hergebruik van vrijkomende materialen	23
4.3.1	Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)	23
4.3.2	Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)	23
4.3.3	Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)	24
4.3.4	Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)	24
4.3.5	Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)	24
4.3.6	Beoordeling effecten	25

4.4	MKI-waarde	26
4.4.1	Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)	26
4.4.2	Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)	27
4.4.3	Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)	27
4.4.4	Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)	27
4.4.5	Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)	28
4.4.6	Beoordeling effecten	29
4.5	Overzicht effecten en effectbeoordeling	29
5	KANSEN EN RISICO'S LOSSE BOUWSTENEN	33
5.1	Kansen en risico's inpassingsopgaven	33
5.2	Kansen en risico's meekoppelkansen	34
6	AANDACHTSPUNTEN VOOR DE PLANUITWERKING	35
6.1	Leemten in kennis en informatie	35
6.2	Mogelijke monitoringsvoorstellen	35
6.3	Nog te onderzoeken mogelijke maatregelen	35
7	REFERENTIES	41
	Laatste pagina	41
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Overzicht kentallen duurzaamheid	3

1

INLEIDING

Dit deelrapport is onderdeel van een grotere rapportage 'MER dijkversterking Koehool-Lauwersmeer - deel 1'. De beschrijving van het project en de aanpak voor de verkenning en milieueffectrapportage (m.e.r.) zijn terug te vinden in het Startdocument van de m.e.r. tijdens de verkenning. Het MER deel 1 wordt samen met een MER deel 2 ter inzage gelegd met het projectbesluit in de planuitwerking.

Doel van deze notitie

Deze notitie beschouwt de effectbeoordeling voor het MER van de dijkversterking Koehool-Lauwersmeer vanuit het thema thema's energie en materiaalgebruik. Het thema energiebalans gaat over het verschil tussen de benodigde energie om het ontwerp te realiseren en onderhouden en de energie die het ontwerp oplevert. Het thema materiaalgebruik gaat over de hoeveelheid en het type materiaalgebruik en de mate waarin het materiaalgebruik circulair is. Vanwege de mogelijke positieve en negatieve effecten zijn de thema's energie en materiaalgebruik onderdeel van het MER.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de aanpak voor de uiteindelijke effectbeschrijving voor het MER vanuit het thema energie en materiaalgebruik. Hierin staan wetgeving en beleid, mogelijke ingreep-effectrelaties, het beoordelingskader en de uitwerking en methodiek per criterium. Vervolgens gaat hoofdstuk 3 in op de referentiesituatie. Dat is de huidige situatie met autonome ontwikkelingen als het project niet wordt uitgevoerd. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de effecten van de verschillende varianten. Hoofdstuk 5 gaat in op de effecten van de losse bouwstenen. Aansluitend zijn in hoofdstuk 6 enkele aandachtspunten voor de planuitwerking toegevoegd. Tot slot zijn in hoofdstuk 7 de referenties opgenomen.

2

AANPAK

2.1 Vigerend wettelijk- en beleidskader

Onderstaande tabel geeft kort het wettelijk- en beleidskader voor de thema's energie- en materiaalgebruik weer. Hierbij is ingegaan op het nationaal, provinciaal en gemeentelijk niveau. Dit kader is relevant voor de inhoud van het MER, het beoordelingskader en de beschrijving van de referentiesituatie.

Tabel 2.1 Vigerend wettelijk- en beleidskader energie- en materiaalgebruik

Beleidsstuk/wet	Datum	Uitleg en relevantie
Europees		
VN-Klimaatakkoord van Parijs	2009, update 2016	EU-lidstaten hebben met elkaar afgesproken om in 2030 minimaal 40 % minder broeikasgassen zal uitstoten dan in 1990. De Europese Commissie toetst de klimaatplannen van de EU-lidstaten aan de gestelde doelen.
Nationaal		
Klimaatwet	20 december 2018	De Klimaatwet stelt vast met hoeveel procent ons land de CO ₂ -uitstoot moet terugdringen. Nederland werkt nu nationaal aan 49 % minder uitstoot in 2030 en 95 % minder uitstoot in 2050 ten opzichte van 1990.
Energieakkoord	6 september 2013	Het Energieakkoord bevat afspraken voor de mobiliteits- en transportsector voor de reductie van broeikasgasemissie. In 2030 is de broeikasgasemissie van de transport- en mobiliteitssector met minimaal 17 % gedaald en in 2050 60 % ten opzichte van 1990.
Nationaal Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2019-2023	januari 2019	Waterschappen gaan voor 100 % circulair in 2050. Hiervoor willen ze als eerste stap in 2030 50 % minder primaire grondstoffen gebruiken.
Interbestuurlijk programma	14 februari 2018	De Unie van Waterschappen heeft het Interbestuurlijk Programma ondertekend waarmee ze gezamenlijk als een overheid een gezamenlijke agenda hebben. Hierin wordt o.a. de ambitie gesteld van samen naar een circulaire economie in 2050 (100 % circulair) met 50 % van deze doelstelling behaald in 2030.
Provinciaal		
Ambitiedocument Circulaire Economie	19 maart 2019	Fryslân is op weg naar een circulaire provincie. De Friese overheden willen hun ambitie - meest circulaire regio van Europa - waar maken. Hiervoor heeft onder andere Wetterskip Fryslân het ambitiedocument ondertekend waarin onder andere de afspraak staat: - In 2020 kopen we tenminste 10 % van de fysieke producten circulair in.
Regionale Energiestrategie Fryslân (RES 1.0)	16 april 2021	Binnen de Regionale Energiestrategie Fryslân heeft Wetterskip Fryslân de ambitie opgesteld om een klimaatneutrale organisatie zijn en 20 % energiebesparing hebben bereikt ten opzichte van 2020.

2.2 Relevante ingreep-effectrelaties

Ingreep-effectrelaties gaan over de gevolgen van een bepaalde maatregel (ingreep) en het daaruit volgende effect. Ingreep-effectrelaties helpen om, binnen bepaalde marges, voorspellingen te doen over het effect van nieuwe ingrepen.

Gebruiksfase en aanlegfase

In dit MER scheiden we bepaalde effecten die in de aanlegfase optreden van de overige effecten. Bij 'aanlegfase' beschouwen we de effecten als uitstoot en energiegebruik van materieel, tijdelijk materiaalgebruik, grondverzet, en het ruimtebeslag of andere effecten door het gebruik van tijdelijke depots, werkwegen en dergelijke. Het ontwerp heeft een bepaald gebruik voor ogen. Daarom zijn de effecten van het ontwerp, zoals het verwijderen van een leeflaag of functiewijziging naar waterkering beschouwd bij 'gebruiksfase'. Bij gebruiksfase zijn ook de effecten van gebruik, beheer en onderhoud meegenomen. Voor beide fasen beschrijven we de relevante tijdelijke en permanente effecten.

Mogelijke gevolgen gebruiksfase

Tabel 2.2. gaat in op de ingreep-effectrelaties die mogelijk van belang zijn voor de eindsituatie en de gebruiksfase voor waterveiligheid, energiegebruik en materiaalgebruik.

Tabel 2.2 Mogelijke ingreep-effectrelaties ontwerp en gebruik

Ingreep	Effect	Criterium (invloed op)
Aanbrengen constructief element binnenzijde/buitenzijde	<ul style="list-style-type: none"> - wijzigen uitgangssituatie toekomstige dijkversterking - wijzigen materiaal 	<ul style="list-style-type: none"> - materiaalgebruik - hergebruik - gebruik van duurzame materialen
Aanbrengen drainagesysteem in de freatische laag in de binnenteen/ aanbrengen filterconstructie	<ul style="list-style-type: none"> - wijzigen beheerinspanning en inspecteerbaarheid, zekerheid ontwerp - wijzigen materiaal 	<ul style="list-style-type: none"> - reststoffen - MKI-waarde
Wijzigen bekleding	<ul style="list-style-type: none"> - mogelijk hergebruik aanwezige harde bekleding of andere (secundaire) bouwstoffen - wijzigen uitgangssituatie toekomstige dijkversterking (flexibiliteit) - hoeveelheid materiaalgebruik en reststoffen - beheer bekleding (inclusief energiegebruik beheer) 	
Aanbrengen grond (berm, kruinverhoging, ..)	<ul style="list-style-type: none"> - hoeveelheid materiaalgebruik en reststoffen; - wijzigen dijkprofiel 	
Voorlandmaatregel voor golfreductie	<ul style="list-style-type: none"> - hoeveelheid materiaalgebruik en reststoffen 	
Aanleggen zonnepanelen	<ul style="list-style-type: none"> - opwekken van zonne-energie - functiewijziging en aansluiting elektriciteitsnetwerk 	<ul style="list-style-type: none"> - energiebalans - opwekken van duurzame energie
Aanleggen windturbine	<ul style="list-style-type: none"> - opwekken van windenergie - functiewijziging en aansluiting elektriciteitsnetwerk 	

Mogelijke gevolgen van aanleg

Tabel 2.3 gaat in op de ingreep-effectrelaties die mogelijk van belang zijn voor de aanlegfase.

Tabel 2.3 Mogelijke ingreep-effectrelaties aanleg (inzetten materieel en werkruimte)

Beïnvloedingsbron	Effect	Criterium (invloed op)
Inzet mens en materieel voor realisatie ontwerp	verbruik van energie	- energiebalans

Beïnvloedsbron	Effect	Criterium (invloed op)
Transport van materiaal en materieel naar bouwplaats	verbruik van energie	- energiebalans

2.3 Beoordelingskader

Tabel 2.4 geeft het beoordelingskader dat volgt uit de wettelijke kaders en de mogelijke ingreep-effectrelaties die vanwege het voornemen kunnen voorkomen (tabel 2.2. en 2.3).

Tabel 2.4 Beoordelingskader MER verkenning (in blauw) en planuitwerking voor waterveiligheid, energiebalans en materiaalgebruik

Thema	Beoordelingscriterium (invloed op)		
		aanlegfase	gebruiksfase
energiebalans	energiegebruik	x	x
	opwekken van duurzame energie		x
materiaalgebruik	materiaalgebruik	x	x
	hergebruik	x	
	MKI-waarde	x	x

Zinvolle effectbepaling voor de verkenning

Het ontwerpproces en de MIRT-systematiek gaan uit van stapsgewijs zeven en trechters naar het definitieve ontwerp. In elke ontwerpfase is een bepaald detailniveau voor effectbepaling nodig. De afweging bepaalt het detailniveau. De effectbeoordeling moet goed doordacht zijn door de fasen heen (van achteren naar voren denken). We gaan uit van:

- zinvolle effectbepaling: in de verkenningsfase alleen de effecten die relevant zijn. Dit zijn effecten voor die aspecten die naar verwachting significant en/of duidelijk onderscheidend zijn tussen de alternatieven;
- effecten zinvol bepalen: niet meer detail dan nodig. Het detailniveau in de verkenning moet een keuze tussen de alternatieven mogelijk maken.

De criteria (gecombineerd met de fase) die zowel in de verkenning als in de planuitwerking worden uitgewerkt, zijn blauw gemarkeerd in tabel 2.4. De methode voor de verkenning en planuitwerking kan wel verschillen. De volgende paragraaf gaat op de blauwgekleurde criteria in en de uitwerking voor de verkenning.

2.4 Methodiek

In onderstaande uitwerking is de methode beschreven voor de verkenning. De operationalisering van het beoordelingskader is alleen voor die criteria nodig, die relevant zijn voor de verkenningsfase.

2.4.1 Energievraag

De energievraag is het verschil tussen de hoeveelheid energie die een ontwerp kost en de hoeveelheid energie die een ontwerp oplevert. Het gaat hierbij om de energievraag in de aanlegfase en de beheerfase. Wat betreft de beheerfase wordt de energievraag gedurende een levensduur van 50 jaar beschouwd.

Methode

De hoeveelhedenstaat geven inzicht in hoeveel energie er nodig is voor de werkzaamheden. Dit inzicht wordt gebruikt om kwantitatief een inschatting te geven van de energievraag. De maatregelen worden vergeleken met de referentiesituatie. De 'referentiesituatie' is hier gedefinieerd als de huidige dijk zonder werkzaamheden. Daarmee is de referentiesituatie gelijk aan 0 kWh over de levensduur van 50 jaar. Werkzaamheden als maaien worden hier buiten beschouwing gelaten omdat hier geen kentallen beschikbaar voor is en deze werkzaamheden minimaal worden geacht.

Studiegebied

Het studiegebied betreft het gehele dijktraject en de uitvoering van de dijkversterking, waarbij productie, transport en aanleg meegenomen worden.

Operationalisering beoordelingskader verkenning

Tabel 2.5 bevat de maatlaten voor de beoordeling van het criterium energievraag.

Tabel 2.5 Beoordeling criterium energievraag

Score	Maatlat
++	zeer positief: in de aanlegfase is de energievraag relatief klein en daarnaast heeft het gerealiseerde ontwerp een kleinere energievraag dan de huidige dijk in de beheerfase.
+	positief: in de aanlegfase is de energievraag relatief klein of in de beheerfase neemt de energievraag af.
0	neutraal, het gerealiseerde ontwerp heeft een vergelijkbare energievraag als de huidige dijk in de beheerfase. In de aanlegfase is energie nodig voor aanpassingen aan het grondlichaam en de dijkbekleding.
-	negatief: in de aanlegfase is de energievraag relatief groot of het gerealiseerde ontwerp heeft een grotere energievraag dan de huidige dijk in de beheerfase.
--	zeer negatief: in de aanlegfase is de energievraag relatief groot en daarnaast heeft het gerealiseerde ontwerp een grotere energievraag dan de huidige dijk in de beheerfase.

2.4.2 Opwekken van duurzame energie

Het opwekken van duurzame energie wil zeggen het genereren van energie op basis van oneindige bronnen, zoals op basis van zonne-energie of windenergie.

Methode

Uit een verkenning (ref. 1) volgde de conclusie dat zonne-energie en windenergie de meest kansrijke vormen van duurzame energie zijn voor het traject Koehool-Lauwersmeer. Zonnepanelen voor zonne-energie kunnen op het binnentalud van de dijk geplaatst worden, met aanpassingen voor de erosiebestendigheid van de dijkbekleding. Windmolens voor windenergie kunnen eventueel buiten het projectgebied gerealiseerd worden (op zee). De resultaten uit de verkenning naar zonne-energie en windenergie zijn niet verder doorgevoerd in de ontwerpvarianten. Het hele dijktraject is nog steeds potentieel voor het opwekken van energie maar dit is niet afhankelijk van een variant. Daarom wordt dit criterium niet verder meegenomen in de effectenbeoordeling (zie '6.1 leemten in kennis').

2.4.3 Materiaalgebruik

Het criterium materiaalgebruik gaat om het aandeel primair materiaal dat gebruikt wordt voor het realiseren en onderhouden van de dijk gedurende de ontwerplevensduur (50 jaar).

Methode

Materiaalgebruik gaat over de input van materialen voor het project. Dit omvat de aanvoer van nieuwe materialen van buiten de projectgrens. Het aandeel primair materiaal binnen de materiaalvraag geeft inzicht in de mate van circulair materiaalgebruik. De hoeveelhedenstaat van het ontwerp geeft kwantitatief inzicht in het materiaalgebruik.

Het werk is tegen 2030 voltooid wat volgens de ambitie inhoudt dat 50 % circulair gerealiseerd moet zijn (zie tabel 2.1 'Interbestuurlijk programma'). De referentiesituatie is dan ook rond de 50 % circulair werken (50 % materialen zijn primair en niet hernieuwbaar). Voor de referentiesituatie is een afwijking van 5 % hoger of lager acceptabel. Daarom is de bandbreedte voor neutraal ook bepaald op 45- 55 %. Hoe hoger het aandeel primair materiaal, hoe negatiever de variant bijdraagt aan de doelstelling.

Studiegebied

Het studiegebied betreft het gehele dijktraject in zowel de realisatie- als beheerfase.

Operationalisering beoordelingskader verkenning

Tabel 2.7 bevat de maatlatten voor de beoordeling van het criterium materiaalgebruik.

Tabel 2.7 Beoordeling criteria materiaalgebruik

Score	Maatlat
++	zeer positief, aandeel primair materiaal is 0 - 10 % van het totaal benodigd materiaal
+	positief, aandeel primair materiaal is 10 - 45 % van het totaal benodigd materiaal
0	neutraal, aandeel primair materiaal is 45 - 55 % van het totaal benodigd materiaal
-	negatief, aandeel primair materiaal is 55 -90 % van het totaal benodigd materiaal
--	zeer negatief, aandeel primair materiaal is >90 % van het totaal benodigd materiaal

2.4.4 Hergebruik van vrijkomende materialen

Het criterium hergebruik gaat om de mate waarin in het huidige ontwerp materialen toegepast worden die eerder zijn toegepast.

Methode

Hergebruik is al het materiaal wat hergebruikt wordt in de werkzaamheden per variant. Het gaat hierbij om het aandeel hergebruik uit de vrijkomende materialen. Hoe hoger dit aandeel, hoe meer er hergebruikt wordt en hoe lager het aandeel reststoffen. De hoeveelhedenstaat van het ontwerp geeft kwantitatief inzicht in het hergebruik van vrijkomende materialen.

De ambitie is om in 2030 50 % circulair te werken wat betekent dat wanneer het gerealiseerd is, 50 % van de vrijkomende materialen hergebruikt moeten worden (zie tabel 2.1 'Interbestuurlijk programma'). De referentiesituatie is dan ook rond de 50 % circulair werken (50 % materialen zijn primair en niet hernieuwbaar). De bandbreedte voor neutraal wordt dan ook bepaald op 45- 55 %.

Hergebruik van materialen aan het einde van de levensduur of hergebruikte materialen van buiten de projectgrens vallen hier niet onder.

Studiegebied

Het studiegebied betreft het gehele dijktraject.

Operationalisering beoordelingskader verkenning

Tabel 2.8 bevat de maatlatten voor de beoordeling van het criterium hergebruik.

Tabel 2.8 Beoordeling criteria hergebruik

Score	Maatlat
++	zeer positief, aandeel hergebruik materiaal is 90 - 100 % van het totaal vrijkomend materiaal
+	positief, aandeel hergebruik materiaal is 55 - 90 % van het totaal vrijkomend materiaal
0	neutraal, aandeel hergebruik materiaal is 45 - 50 % van het totaal vrijkomend materiaal
-	negatief, aandeel hergebruik materiaal is 10 - 45 % van het totaal vrijkomend materiaal
--	zeer negatief, aandeel hergebruik materiaal is 10 - 0 % van het totaal vrijkomend materiaal

2.4.5 MKI-waarde

De Milieu Kosten Indicator (MKI) waarde is een kwantitatieve waarde met daarin verwerkt de milieueffecten van een materiaal van winning tot sloop en het energieverbruik. In de milieueffecten is onder andere de CO₂-uitstoot van een materiaal meegenomen. Een lagere MKI weerspiegelt ook deels het gebruik van duurzame materialen.

Methode

Een ontwerp scoort goed wanneer de MKI-waarde laag is. De MKI-waarde van de toegepaste materialen in een ontwerp wordt kwantitatief bepaald met Dubocalc op basis van de hoeveelhedenstaat. De 'referentiesituatie' is hier gedefinieerd als de huidige dijk zonder werkzaamheden. Aan de MKI is echter geen concrete doelstelling aan verbonden, zoals bij circulariteit wel het geval is. Om toch binnen de methode een grenswaarde te definiëren tussen negatief en zeer negatief is er kwalitatief een zwaartepuntanalyse uitgevoerd van de uitvoeringstechnieken per dijk zoals beschreven in de variantennota (ref. 3). Hierbij is gekeken bij welke variant er het minste materiaal toegepast wordt en bij welke het meeste. Bij de varianten waar binnenwaarts een constructie in plaats van een binnenberm wordt aangebracht wordt het minste materiaal toegepast. Bij de variant met zachte bekleding en een voorland wordt het meeste materiaal toegepast (MKI groter dan € 1.000 per meter dijk). De grenswaarde tussen negatief en zeer negatief is daarom bepaald op een MKI van € 1.000 per meter dijk.

Studiegebied

Het studiegebied betreft het gehele dijktraject. De MKI omvat de milieueffecten tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase voor wanneer er vervangingen nodig zijn.

Operationalisering beoordelingskader verkenning

Tabel 2.9 bevat de maatlatten voor de beoordeling van het criterium MKI-waarde.

Tabel 2.9 Beoordeling criteria MKI-waarde

Score	Maatlat
++	n.v.t.

Score	Maatlat
+	positief, de MKI waarde per meter dijk is negatief
0	neutraal, de MKI waarde is gelijk aan 0.
-	negatief, de MKI waarde per meter dijk is tussen de € 0 en € 1000
--	zeer negatief, de MKI per meter dijk is hoger dan € 1000

3

REFERENTIESITUATIE

Dit hoofdstuk beschrijft de referentiesituatie. Hierbij is de volgende dijkindeling gebruikt.

Tabel 3.1 Dijkindeling

deelgebied	km	landschappelijk typering	toponiemen/omschrijving
1	km 10,10 - km 19,55	dijk op de grens van land en Wad	Koehool-Zwarte Haan
	km 19,55 - km 26,50	dijk met voorland	Zwarte Haan - Nieuwebildtzijl
3	km 26,50 - km 37,90	dijk met voorland	Nieuwebildzijl - Blije
4	km 37,90 - km 42,90	dijk met voorland	Holwerd
5	km 42,90 - km 46,10	dijk op de grens van land en Wad	Ternaard
6a	km 46,10 - km 49,2 en km 49,70 - km 53,20	dijk op de grens van land en Wad	Wierum - Nes
6b	km 49,20 - km 49,70	dijk op de grens van land en Wad + Dorp achter de dijk	Wierum
7a	km 53,20 - km 54,90	dijk met voorland + Dorp achter de dijk	Paesens-Moddergat
7b	km 54,90 - km 57,40	dijk met voorland	Paesens-Moddergat

Afbeelding 3.1 Deelgebieden dijktraject (PM concept)



3.1 Energiebalans

Energievraag

De energievraag van de huidige dijk is beperkt, uitgaande van de dagelijkse beheer- en onderhoudswerkzaamheden aan de dijk: onderhouden van de grasbekleding, inspecteren van de dijk en bekledingen, herstelwerkzaamheden aan de asfaltbekledingen. De energievraag van de referentiesituatie wordt gezien als verwaarloosbaar dus 0 kWh.

Potentie voor opwekken van duurzame energie

De huidige dijk heeft wel potentie voor het opwekken van duurzame energie, maar hier wordt geen gebruik van gemaakt. De referentiesituatie is een dijk zonder energieverbruik en zonder energieopwekking wat betekent dat de totale opwek gelijk moet zijn met de energievraag.

3.2 Materiaalgebruik

Materiaalgebruik

Voor de huidige dijk (referentiesituatie) zijn weinig nieuwe materialen nodig, de dijk ligt er immers al. Voor het beheer- en onderhoud aan de dijk zijn zeer beperkt materialen nodig, te denken valt aan het inwassen van steenzettingen en het herstellen van de asfaltbekleding met bijvoorbeeld asfaltmastiek. Voor de referentiesituatie wordt ervan uitgegaan dat circa 50 % van het totale benodigd materiaalgebruik circulair is (dus niet primair).

Hergebruik

De materialen van de huidige dijk die vrijkomen kunnen hergebruikt worden. De wijze waarop de materialen worden hergebruikt is afhankelijk van het type materialen. Geclassificeerde grond kan hergebruikt worden zonder waardeverlies. Asfaltbekleding kan deels gebruikt worden als granulaire laag onder een nieuwe

asfaltbekleding en deels kan bitumen uit het asfalt teruggewonnen worden. Steenzettingen kunnen mogelijk hergebruikt worden als steenzetting, en anders bijvoorbeeld als ballastmateriaal. Voor de dijkversterking is het belangrijk dat vrijkomend materiaal hergebruikt wordt. Dit voorkomt waardeverlies, verminderd transport en verlaagd de materiaalvraag. De ambitie van de waterschappen is gesteld op 50 % circulair werken (hergebruik vrijkomend materiaal) in 2030. Daarom wordt voor de referentiesituatie uitgegaan dat circa 50 % hergebruik van vrijkomende materialen.

MKI-waarde

De MKI-waarde voor de huidige dijk is laag, omdat er weinig nieuwe materialen nodig zijn, de dijk ligt er immers al. Voor het beheer- en onderhoud aan de dijk zijn ook zeer beperkt materialen nodig, te denken valt aan het inwassen van steenzettingen en het herstellen van de asfaltbekleding met bijvoorbeeld asfaltmestiek. De MKI-waarde hiervan worden gezien als verwaarloosbaar, dus een MKI van € 0.

4

EFFECTEN DIJKVERSTERKING

Dit hoofdstuk bevat de effectbeoordeling van de varianten voor het thema waterveiligheid, energiebalans en materiaalgebruik. Het gaat om de volgende varianten, de uitleg van de varianten is opgenomen in het hoofdrapport MER deel 1:

- variant 1A: harde bekleding en binnenberm (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b);
- variant 1B: harde bekleding en asverlegging (deelgebieden 6a-7a);
- variant 2A: harde bekleding en constructie (deelgebieden 6a-7b);
- variant 2B: harde bekleding, constructie en verruwing (deelgebieden 6b-7a);
- variant 3: zachte bekleding en voorland (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b).

4.1 Energievraag

Een overzicht van de energievraag in kWh per deelgebied per variant is opgenomen in bijlage I.

4.1.1 Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)

De totale energievraag gedurende 50 jaar bij alle deelgebieden van variant 1A is 29.245.240 kWh. Dat is 853 kWh per meter dijk.

Deelgebied 1

Bij deelgebied 1 van variant 1A is de energievraag 3.338.789 kWh. Dit is 353 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de laagste energievraag per meter.

Deelgebied 2

Bij deelgebied 2 van variant 1A is de energievraag 3.108.355 kWh. Dit is 447 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de laagste energievraag per meter.

Deelgebied 4

Bij deelgebied 4 van variant 1A is de energievraag 2.308.365 kWh. Dit is 462 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de laagste energievraag per meter.

Deelgebied 5

Bij deelgebied 5 van variant 1A is de energievraag 927.273 kWh. Dit is 290 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de laagste energievraag per meter.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 1A is de energievraag 641.070 kWh. Dit is 1.282 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de op twee na laagste energievraag per meter.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 1A is de energievraag 14.689.810 kWh. Dit is 2.226 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de op een na hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 1A is de energievraag 4.231.579 kWh. Dit is 1.628 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de op een na laagste energievraag per meter.

4.1.2 Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)

De totale energievraag gedurende 50 jaar bij alle deelgebieden van variant 1B is 13.923.728 kWh. Dat is 1600 kWh per meter dijk.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 1B is de energievraag 10.885.041 kWh. Dit is 1.734 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de op een na laagste energievraag per meter.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 1B is de energievraag 867.066 kWh. Dit is 1.649 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 1B is de energievraag 2.171.621 kWh. Dit is 1.357 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de op een na hoogste energievraag per meter.

4.1.3 Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)

De totale energievraag gedurende 50 jaar bij alle deelgebieden van variant 2A is 14.091.799 kWh. Dat is 1247 kWh per meter dijk.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 2A is de energievraag 8.813.099 kWh. Dit is 1.192 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de laagste energievraag per meter.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 2A is de energievraag 596.063 kWh. Dit is 1.335 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de laagste energievraag per meter.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 2A is de energievraag 1.919.558 kWh. Dit is 1.200 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de op een na laagste energievraag per meter.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 2A is de energievraag 2.763.079 kWh. Dit is 1.063 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is.

4.1.4 Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)

De totale energievraag gedurende 50 jaar bij alle deelgebieden van variant 2B is 2.458.442 kWh. Dat is 1171 kWh per meter dijk.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 2B is de energievraag 618.806 kWh. Dit is 1.238 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de op een na laagste energievraag per meter.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 2B is de energievraag 1.839.636 kWh. Dit is 1.150 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is dit de laagste energievraag per meter.

4.1.5 Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)

De totale energievraag gedurende 50 jaar bij alle deelgebieden van variant 3 is 82.244.741 kWh. Dat is 1757 kWh per meter dijk.

Deelgebied 1

Bij deelgebied 1 van variant 3 is de energievraag 16.917.717 kWh. Dit is 1.790 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 2

Bij deelgebied 2 van variant 3 is de energievraag 11.184.987 kWh. Dit is 1.609 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 3

Bij deelgebied 3 van variant 3 is de energievraag 4.969.026 kWh. Dit is 436 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Dit is de enige variant van deze sectie.

Deelgebied 4

Bij deelgebied 4 van variant 3 is de energievraag 9.558.603 kWh. Dit is 1.912 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 5

Bij deelgebied 5 van variant 3 is de energievraag 5.533.498 kWh. Dit is 1.729 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 3 is de energievraag 22.741.616 kWh. Dit is 3.446 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 3 is de energievraag 3.529.440 kWh. Dit is 2.206 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 3 is de energievraag 7.809.853 kWh. Dit is 3.004 kWh per meter dijk. Ten opzichte van de referentiesituatie is de energievraag relatief groot waardoor de beoordeling zeer negatief is. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is dit de hoogste energievraag per meter.

4.1.6 Beoordeling effecten

Alle varianten hebben een zeer negatief effect: in de aanlegfase is de energievraag relatief groot en daarnaast heeft het gerealiseerde ontwerp een grotere energievraag dan de huidige dijk in de beheerfase. Over het algemeen is het energieverbruik bij variant 1A het laagst (minimaal 353 kWh bij deelgebied 1). Alleen bij deelgebied 6a, 6b, en 7b scoort variant 2A beter. Voor deelgebied 7a scoort variant 2B het beste.

Tabel 4.1 Effectbeoordeling voor het criterium energievraag

		1A	1B	2A	2B	3
		Harde bekleding en binnenberm	Harde bekleding en asverlegging	Harde bekleding en constructie	Harde bekleding, constructie en verruwing	Zachte bekleding en voorland
1		--				--
2		--				--
3						--
4		--				--
5		--				--
6a	niet bebouwd	--	--	--		--
6b	bebouwd	--	--	--	--	--
7a	bebouwd		--	--	--	--
7b	niet bebouwd	--		--		--

4.2 Materiaalgebruik

Een overzicht van het percentage primair materiaalgebruik per deelgebied per variant is opgenomen in bijlage I.

4.2.1 Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)

De totale input aan materialen (primair en hergebruik vrijkomend) voor de deelgebieden van variant 1A is 3.951.041 ton. Hiervan is 75 % primair, oftewel 2.971.940 ton.

Deelgebied 1

Bij deelgebied 1 van variant 1A is de totale input aan materialen 379.043 ton. Hiervan is 54 % primair, oftewel 206.526 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 2

Bij deelgebied 2 van variant 1A is de totale input aan materialen 205.895 ton. Hiervan is 63% primair, oftewel 129.559 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik gunstiger bij deze variant.

Deelgebied 4

Bij deelgebied 4 van variant 1A is de totale input aan materialen 177.651 ton. Hiervan is 74 % primair, oftewel 130.804 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik minder gunstig bij deze variant.

Deelgebied 5

Bij deelgebied 5 van variant 1A is de totale input aan materialen 96.659 ton. Hiervan is 65 % primair, oftewel 62.871 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 1A is de totale input aan materialen 2.292.659 ton. Hiervan is 80 % primair, oftewel 1.831.466 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik op twee na gunstigste bij deze variant

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 1A is de totale input aan materialen 72.754 ton. Hiervan is 58 % primair, oftewel 42.335 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik op twee na gunstigste bij deze variant

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 1A is de totale input aan materialen 726.380 ton. Hiervan is 78 % primair, oftewel 568.379 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik op een na gunstigste bij deze variant

4.2.2 Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)

De totale input aan materialen (primair en hergebruik vrijkomend) voor de deelgebieden van variant 1B is 2.845.628 ton. Hiervan is 80 % primair, oftewel 2.282.819 ton.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 1B is de totale input aan materialen 2.309.786 ton. Hiervan is 81 % primair, oftewel 1.861.463 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik het minst gunstig bij deze variant

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 1B is de totale input aan materialen 147.173 ton. Hiervan is 77 % primair, oftewel 113.545 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik minst gunstig bij deze variant

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 1B is de totale input aan materialen 388.669 ton. Hiervan is 79 % primair, oftewel 307.811 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik het minst gunstig bij deze variant

4.2.3 Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)

De totale input aan materialen (primair en hergebruik vrijkomend) voor de deelgebieden van variant 2A is 1.825.103 ton. Hiervan is 68 % primair, oftewel 1.236.705 ton.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 2A is de totale input aan materialen 1.143.239 ton. Hiervan is 66 % primair, oftewel 753.931 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik het op een na gunstigste bij deze variant.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 2A is de totale input aan materialen 54.114 ton. Hiervan is 53 % primair, oftewel 28.853 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik op een na gunstigste bij deze variant.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 2A is de totale input aan materialen 219.452 ton. Hiervan is 67 % primair, oftewel 147.473 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik op twee na gunstigste bij deze variant.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 2A is de totale input aan materialen 408.298 ton. Hiervan is 75 % primair, oftewel 306.448 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik het gunstigste bij deze variant.

4.2.4 Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)

De totale input aan materialen (primair en hergebruik vrijkomend) voor de deelgebieden van variant 2B is 285.713 ton. Hiervan is 62 % primair, oftewel 175.870 ton.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 2B is de totale input aan materialen 54.587 ton. Hiervan is 46 % primair, oftewel 25.121 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik het gunstigste bij deze variant.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 2B is de totale input aan materialen 231.127 ton. Hiervan is 65 % primair, oftewel 150.749 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het materiaalgebruik het gunstigste bij deze variant.

4.2.5 Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)

De totale input aan materialen (primair en hergebruik vrijkomend) voor de deelgebieden van variant 3 is 24.386.044 ton. Hiervan is 53 % primair, oftewel 12.917.156 ton.

Deelgebied 1

Bij deelgebied 1 van variant 3 is de totale input aan materialen 5.070.326 ton. Hiervan is 51 % primair, oftewel 2.573.526 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 2

Bij deelgebied 2 van variant 3 is de totale input aan materialen 2.153.353 ton. Hiervan is 78 % primair, oftewel 1.689.349 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 3

Bij deelgebied 3 van variant 3 is de totale input aan materialen 616.411 ton. Hiervan is 46 % primair, oftewel 281.361 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Dit is de enige variant van deze sectie.

Deelgebied 4

Bij deelgebied 4 van variant 3 is de totale input aan materialen 1.865.497 ton. Hiervan is 79 % primair, oftewel 1.478.969 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 5

Bij deelgebied 5 van variant 3 is de totale input aan materialen 2.006.485 ton. Hiervan is 44 % primair, oftewel 885.558 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het gunstigste bij deze variant.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 3 is de totale input aan materialen 9.304.039 ton. Hiervan is 42 % primair, oftewel 3.894.418 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het gunstigste bij deze variant.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 3 is de totale input aan materialen 1.621.828 ton. Hiervan is 43 % primair, oftewel 690.057 ton. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het gunstigste bij deze variant.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 3 is de totale input aan materialen 1.748.105 ton. Hiervan is 81 % primair, oftewel 1.423.918 ton. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het materiaalgebruik het minst gunstig bij deze variant.

4.2.6 Beoordeling effecten

Bij het merendeel van de deelgebieden binnen de varianten 1A, 1B, 2A en 2B wordt er relatief veel primaire materialen toegepast (meer dan de ambitie van 50 %). Dit zijn alle varianten met de harde bekleding. Binnen iedere variant, op 1B na, is er een deelgebied die neutraal beoordeeld is. Variant 3 scoort, ten opzichte van de andere varianten, beter. Bij deze variant wordt minder primaire materialen toegepast door de zachte bekleding en voorland. Binnen variant 3 zijn enkele deelgebieden (5 en 6a) waar minder dan 45 % primaire materialen worden toegepast, wat meer is dan de ambitie. Verder zijn hier meerdere deelgebieden die neutraal beoordeeld zijn en dus de ambitie halen.

Tabel 4.3 Effectbeoordeling voor het criterium

		1A	1B	2A	2B	3
		Harde bekleding en binnenbeem	Harde bekleding en asverlegging	Harde bekleding en constructie	Harde bekleding, constructie en verruwing	Zachte bekleding en voorland
1		0				0
2		-				-
3						0
4		-				-
5		-				+
6a	niet bebouwd	-	-	0		+
6b	bebouwd	-	-	-	0	-
7a	bebouwd	-	-	-	-	0
7b	niet bebouwd	-	-	-	-	-

4.3 Hergebruik van vrijkomende materialen

Een overzicht van het percentage hergebruik van vrijkomend materiaal per deelgebied per variant is opgenomen in bijlage I.

4.3.1 Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)

Het totaal materiaal wat hergebruikt wordt bij alle deelgebieden van variant 1A is gemiddeld 32 %.

Deelgebied 1

Bij deelgebied 1 van variant 1A wordt 57 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling positief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 2

Bij deelgebied 2 van variant 1A wordt 21 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 4

Bij deelgebied 4 van variant 1A wordt 15 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 5

Bij deelgebied 5 van variant 1A wordt 37 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 1A wordt 30 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het hergebruik het op een na minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 1A wordt 42 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het op een na meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 1A wordt 25 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

4.3.2 Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)

Het totaal materiaal wat hergebruikt wordt bij alle deelgebieden van variant 1B is gemiddeld 27 %.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 1B wordt 29 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 1B wordt 27 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 1B wordt 25 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

4.3.3 Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)

Het totaal materiaal wat hergebruikt wordt bij alle deelgebieden van variant 2A is gemiddeld 45 %.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 2A wordt 48 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 2A wordt 44 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 2A wordt 39 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 2A wordt 50 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling neutraal. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

4.3.4 Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)

Het totaal materiaal wat hergebruikt wordt bij alle deelgebieden van variant 1A is gemiddeld 29 %.

Deelgebied 6b

Bij deelgebied 6b van variant 2B wordt 29 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het op een na minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 2B wordt 28 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het op een na minst gunstig bij deze variant.

4.3.5 Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)

Het totaal materiaal wat hergebruikt wordt bij alle deelgebieden van variant 1A gemiddeld 34 %.

Deelgebied 1

Bij deelgebied 1 van variant 3 wordt 22 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 2

Bij deelgebied 2 van variant 3 wordt 25 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 3

Bij deelgebied 3 van variant 3 wordt 67 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling positief. Dit is de enige variant van deze sectie.

Deelgebied 4

Bij deelgebied 4 van variant 3 wordt 24 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 5

Bij deelgebied 5 van variant 3 wordt 32 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 6a

Bij deelgebied 6a van variant 3 wordt 35 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is het hergebruik het op een na meest gunstig bij deze variant.

Deelgebied 7a

Bij deelgebied 7a van variant 3 wordt 25 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het hergebruik het minst gunstig bij deze variant.

Deelgebied 7b

Bij deelgebied 7b van variant 3 wordt 39 % van de vrijkomende materialen hergebruikt binnen het project. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is het hergebruik het op een na meest gunstig bij deze variant.

4.3.6 Beoordeling effecten

Het merendeel van de deelgebieden van alle varianten zijn negatief beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Dit betekent dat er weinig vrijkomend materiaal hergebruikt wordt binnen het project. Deelgebied 1 bij variant 1A en deelgebied 3 bij variant 3 zijn de enige die positief scoren doordat hier respectievelijk 57 % en 67 % van het vrijkomende materiaal wordt hergebruikt. Binnen variant 2A zijn er twee deelgebieden die neutraal zijn beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Tabel 4.4 Effectbeoordeling voor het criterium

		1A	1B	2A	2B	3
		Harde bekleding en binnenberm	Harde bekleding en asverlegging	Harde bekleding en constructie	Harde bekleding, constructie en verruwing	Zachte bekleding en voorland
1		+				-
2		-				-
3						+
4		-				-
5		-				-
6a	niet bebouwd	-	-	0		-
6b	bebouwd	-			-	-
7a	bebouwd		-			-
7b	niet bebouwd	-		0		-

4.4 MKI-waarde

Een overzicht van de MKI-waarde per meter dijk per deelgebied per variant is opgenomen in bijlage I.

4.4.1 Effecten variant 1A (deelgebieden 1, 2, 4-6b, 7b)

De totale MKI-waarde van alle deelgebieden in variant 3 is € 14.174.954 Dat is gemiddeld € 413 per meter dijk.

Deelgebied 1

De totale MKI-waarde van deelgebied 1 bij variant 1A is € 1.397.030. Per meter dijk is dit € 148. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

Deelgebied 2

De totale MKI-waarde van deelgebied 2 bij variant 1A is € 1.273.005. Per meter dijk is dit € 183 Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

Deelgebied 4

De totale MKI-waarde van deelgebied 4 bij variant 1A is € 996.922. Per meter dijk is dit € 199. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

Deelgebied 5

De totale MKI-waarde van deelgebied 5 bij variant 1A is € 406.349. Per meter dijk is dit € 127. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

Deelgebied 6a

De totale MKI-waarde van deelgebied 6a bij variant 1A is € 7.500.055 Per meter dijk is dit € 1.136. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het op een na laagst.

Deelgebied 6b

De totale MKI-waarde van deelgebied 6b bij variant 1A is € 288.608. Per meter dijk is dit € 577. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het op twee na laagst.

Deelgebied 7b

De totale MKI-waarde van deelgebied 7b bij variant 1A is € 2.312.984 Per meter dijk is dit € 890. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het op een na laagst.

4.4.2 Effecten variant 1B (deelgebieden 6a-7a)

De totale MKI-waarde van alle deelgebieden in variant 1B is € 9.476.285 Dat is gemiddeld € 1.089 per meter dijk.

Deelgebied 6a

De totale MKI-waarde van deelgebied 6a bij variant 1B is € 7.611.460 Per meter dijk is dit € 1.153. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het op twee na laagst.

Deelgebied 6b

De totale MKI-waarde van deelgebied 6b bij variant 1B is € 508.065 Per meter dijk is dit € 1.016. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

Deelgebied 7a

De totale MKI-waarde van deelgebied 7a bij variant 1B is € 1.356.761. Per meter dijk is dit € 848. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

4.4.3 Effecten variant 2A (deelgebieden 6a-7b)

De totale MKI-waarde van alle deelgebieden in variant 2A is € 8.275.083 . Dat is gemiddeld € 732 per meter dijk.

Deelgebied 6nb

De totale MKI-waarde van deelgebied 6a bij variant 2A is € 5.265.196 Per meter dijk is dit € 798. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

Deelgebied 6b

De totale MKI-waarde van deelgebied 6b bij variant 2A is € 254.248 Per meter dijk is dit € 508. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

Deelgebied 7a

De totale MKI-waarde van deelgebied 7a bij variant 2A is € 888.299 Per meter dijk is dit € 555. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

Deelgebied 7b

De totale MKI-waarde van deelgebied 7b bij variant 2A is € 1.867.339 . Per meter dijk is dit € 718. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het laagst.

4.4.4 Effecten variant 2B (deelgebieden 6b-7a)

De totale MKI-waarde van alle deelgebieden in variant 3 is € 1.800.056. Dat is gemiddeld € 992 per meter dijk.

Deelgebied 6b

De totale MKI-waarde van deelgebied 6b bij variant 2B is € 257.040 . Per meter dijk is dit € 514. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het op een na laagst.

Deelgebied 7a

De totale MKI-waarde van deelgebied 7a bij variant 2B is € 1.543.016 . Per meter dijk is dit € 964. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het op twee na laagst.

4.4.5 Effecten variant 3 (deelgebieden 1-6a, 7a, 7b)

De totale MKI-waarde van alle deelgebieden in variant 3 is € 59.867.025. Dat is € 1.279 per meter dijk.

Deelgebied 1

De totale MKI-waarde van deelgebied 1 bij variant 3 is € 12.610.036. Per meter dijk is dit € 1.334. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

Deelgebied 2

De totale MKI-waarde van deelgebied 2 bij variant 3 is € 5.241.090. Per meter dijk is dit € 754. Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

Deelgebied 3

De totale MKI-waarde van deelgebied 3 bij variant 3 is € 1.431.217 . Per meter dijk is dit € 126. Hierdoor is de beoordeling negatief. Dit is de enige variant van deze sectie.

Deelgebied 4

De totale MKI-waarde van deelgebied 4 bij variant 3 is € 4.622.395. Per meter dijk is dit € 924 . Hierdoor is de beoordeling negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

Deelgebied 5

De totale MKI-waarde van deelgebied 5 bij variant 3 is € 4.752.756. Per meter dijk is dit € 1.485. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere variant in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

Deelgebied 6b

De totale MKI-waarde van deelgebied 6b bij variant 3 is € 22.794.223. Per meter dijk is dit € 3.454. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

Deelgebied 7a

De totale MKI-waarde van deelgebied 7a bij variant 3 is € 4.019.226. Per meter dijk is dit € 2.512. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

Deelgebied 7b

De totale MKI-waarde van deelgebied 7b bij variant 3 is € 4.396.082. Per meter dijk is dit € 1.691. Hierdoor is de beoordeling zeer negatief. Ten opzichte van de andere varianten in deze sectie is de MKI-waarde het hoogst.

4.4.6 Beoordeling effecten

Door de werkzaamheden voor de ingrepen zijn alle deelgebieden per variant negatief of zeer negatief beoordeeld. Over het algemeen scoort variant 1A (harde bekleding en binnenberm) positiever dan de andere varianten. Op een uitschieter na, scoren alle deelgebieden negatief met vier deelgebieden met een MKI-waarde onder de € 200 per meter dijk. Voor deelgebieden 6a, 6b en 7b is de MKI-waarde per meter dijk het laagst bij variant 2A (harde bekleding en constructie). De MKI-waarde per meter dijk voor deelgebied 7a is ook bij variant 2A het laagst. Voor deelgebied 3 is variant 3 de enige variant die van toepassing is. De MKI-waarde per meter dijk is, ten opzichte van de andere deelgebieden in deze variant, uitzonderlijk laag (€ 126).

Tabel 4.5 Effectbeoordeling voor het criterium

		1A	1B	2A	2B	3
		Harde bekleding en binnenberm	Harde bekleding en asverlegging	Harde bekleding en constructie	Harde bekleding, constructie en verruwing	Zachte bekleding en voorland
1		-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-
3		-	-	-	-	-
4		-	-	-	-	-
5		-	-	-	-	-
6a	niet bebouwd	-	--	-	-	--
6b	bebouwd	--	--	-	-	-
7a	bebouwd	-	-	-	-	--
7b	niet bebouwd	-	-	-	-	--

4.5 Overzicht effecten en effectbeoordeling

De effectbeoordeling voor het MER van de ontwerpvarianten vanuit het thema energie en materiaalgebruik is gebaseerd op de criteria energievraag, materiaalgebruik, hergebruik en MKI-waarde. De varianten zijn niet onderscheidend voor de beoordeling van het criterium energievraag. Er is immers overall energie nodig. Wel kan het verschil tussen de varianten aangetoond worden aan de hand van absolute waarde (zie bijlage I). Tabel 4.6 bevat een overzicht van de effectbeoordeling tijdens de aanlegfase. Dit bevat alleen energievraag omdat dit van toepassing is op deze fase en de energievraag tijdens de gebruiksfase verwaarloosbaar zijn (geen energiebehoevende onderdelen). Tabel 4.7 bevat een overzicht van de effectbeoordeling tijdens de gebruiksfase. Dit bevat de criteria materiaalvraag, hergebruik en MKI-waarde. Hoewel deze effecten relevant zijn aan de aanleg zijn ze toch van toepassing op de gebruiksfase. Het ontwerp is namelijk bepalend voor deze criteria.

Uit de effectenbeoordeling voor de verkenning komt het volgende naar voren:

- **variant 1A** scoort zeer negatief op het criterium energievraag. Op deelgebied 3, 6a, 6b, 7a en 7b na is de energievraag per meter dijk het gunstigste bij variant 1A. Op de criteria materiaalgebruik, hergebruik en MKI-waarde scoort variant 1A negatief:
 - voor materiaalgebruik zijn deelgebieden 2, 4 en 7b het gunstigste ten opzichte van de andere varianten maar zijn alle negatief beoordeeld;
 - voor hergebruik zijn deelgebieden 1 en 5 het gunstigste ten opzichte van de andere varianten waarbij 1 positief en 5 negatief beoordeeld is;

- voor MKI zijn deelgebieden 1, 2, 4 en 5 het gunstigste ten opzichte van de andere varianten maar zijn alle negatief beoordeeld;
- **variant 1B** scoort zeer negatief op de criteria energievraag en MKI-waarde. Op de criteria materiaalgebruik en hergebruik scoort variant 1B negatief. Geen van de deelgebieden binnen variant 1B scoort op geen enkel criteria beter dan de andere varianten;
- **variant 2A** scoort neutraal op het criterium hergebruik. Voor hergebruik zijn deelgebieden 6a, 6b, 7a en 7b het gunstigste ten opzichte van de andere varianten waarbij 6b en 7a negatief en 6a en 7b neutraal zijn beoordeeld. Op het criterium energievraag scoort variant 2A zeer negatief. De energievraag per meter dijk is het gunstigste bij deze variant voor deelgebieden 6a, 6b en 7b. Op de criteria materiaalgebruik en MKI-waarde scoort variant 2A negatief:
 - voor materiaalgebruik is geen enkel deelgebied gunstiger ten opzichte van de andere varianten;
 - voor MKI-waarde is deelgebied 6a, 6b, 7a en 7b gunstiger ten opzichte van de andere varianten waarbij alle deelgebieden negatief zijn beoordeeld;
- **variant 2B** scoort neutraal op het criterium materiaalgebruik. Voor materiaalgebruik is deelgebied 6b met een neutrale beoordeling het gunstigste ten opzichte van de andere varianten. Op het criterium energievraag scoort variant 2B zeer negatief. De energievraag per meter dijk is het gunstigste bij deze variant voor deelgebied 7a ten opzichte van de andere variant waarbij 7a zeer negatief is beoordeeld. Op het criterium hergebruik en MKI-waarde scoort variant 2B negatief waarbij geen enkele variant gunstiger scoort ten opzichte van de andere varianten;
- **variant 3** scoort zeer negatief op de criteria energievraag en MKI-waarde. Deelgebied 3 is voor beide criteria het gunstigste omdat variant 3 de enige variant is die van toepassing is op dit deelgebied. Dit deelgebied scoort zeer negatief op energievraag en negatief op MKI-waarde. Op het criterium hergebruik scoort variant 3 negatief. Het percentage hergebruik is het gunstigste bij deelgebied 2, 3 en 4 ten opzichte van de andere varianten waarbij deelgebied 2 en 4 negatief en deelgebied 3 positief zijn beoordeeld. Op het criterium materiaalgebruik scoort variant 3 neutraal. Het percentage primair materiaal is het gunstigste bij deelgebieden 1, 3, 5, 6a en 7a waarbij 1, 3 en 7a neutraal en 5 en 6a positief zijn beoordeeld.

Tabel 4.6 Overzicht beoordeling effecten aanlegfase

	1A	1B	2A	2B	3
Energievraag	--	--	--	--	--
	energie- verbruik is aanzienlijk hoger dan de referentie- situatie. Merendeel van de deelgebieden scoort beter bij deze variant dan bij de andere varianten	energie- verbruik is aanzienlijk hoger dan de referentie- situatie. Geen deelgebied scoort beter bij deze variant dan bij de andere varianten	energie- verbruik is aanzienlijk hoger dan de referentie- situatie. Deelgebied 6a, 6b en 7nb scoren beter bij deze variant dan bij de andere varianten	energie- verbruik is aanzienlijk hoger dan de referentie- situatie. Deelgebied 6a scoort beter bij deze variant dan bij de andere varianten	energie- verbruik is aanzienlijk hoger dan de referentie- situatie. Enkel deelgebied 3 scoort beter bij deze variant omdat dit de enige variant voor dit deelgebied is

Tabel 4.7 Overzicht beoordeling effecten gebruiksfase

	1A	1B	2A	2B	3
Materiaalgebruik	-	-	-	0	0

		materiaal-gebruik is aanzienlijk hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant beter dan bij de andere varianten	materiaal-gebruik is aanzienlijk hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant beter dan bij de andere varianten	materiaal-gebruik is aanzienlijk hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant beter dan bij de andere varianten	materiaal-gebruik is grotendeels gelijk aan dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant beter dan bij de andere varianten	materiaal-gebruik is grotendeels gelijk aan dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant beter dan bij de andere varianten
Hergebruik	-	-	0	-	-	
		hergebruik is aanzienlijk negatiever dan de referentiesituatie	hergebruik is aanzienlijk veel negatiever dan de referentiesituatie. Alle deelgebieden scoren het slechtst	hergebruik is grotendeels gelijk met de referentiesituatie	hergebruik is aanzienlijk negatiever dan de referentiesituatie	hergebruik is aanzienlijk negatiever dan de referentiesituatie
MKI-waarde	-	--	-	-	--	
		MKI-waarde is aanzienlijk hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant beter dan bij de andere varianten	MKI-waarde is aanzienlijk veel hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant slechter dan bij de andere varianten	MKI-waarde is aanzienlijk veel hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant slechter dan bij de andere varianten	MKI-waarde is aanzienlijk veel hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant slechter dan bij de andere varianten	MKI-waarde is aanzienlijk veel hoger dan de referentiesituatie. Merendeel van de deelgebieden scoren bij deze variant slechter dan bij de andere varianten

Tabel 4.8 bevat een overzicht van de meest gunstigste variant per deelgebied voor een bepaald criterium. Per deelgebied is zo inzichtelijk welke variant het beste scoort. De laatste kolom bevat de variant die over alle criteria het beste scoort. Over het algemeen is dit de variant met zachte bekleding.

Tabel 4.8 meest gunstigste variant per criteria (met beoordeling)

		Energievraag	Materiaalgebruik	Hergebruik	MKI-waarde	Resultaat
1		1A (-)	3 (0)	1A (+)	1A (-)	1A
2		1A (-)	1A (-)	3 (-)	1A (-)	1A
3		3 (-)	3 (0)	3 (-)	3 (-)	3
4		1A (-)	1A (-)	3 (-)	1A (-)	1A
5		1A (-)	3 (+)	1A (-)	1A (-)	1A
6a	niet bebouwd	2A (-)	3 (+)	2A (0)	2A (-)	2A
6b	bebouwd	2A (-)	2B (0)	2A (-)	2A (-)	2A
7a	bebouwd	2B (-)	3 (0)	2A (-)	2A (-)	2A

		Energievraag	Materiaalgebruik	Hergebruik	MKI-waarde	Resultaat
7b	niet bebouwd	2A (-)	3 (-)	2A (0)	2A (-)	2A

5

KANSEN EN RISICO'S LOSSE BOUWSTENEN

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke effecten van aanvullende inpassingsopgaven en meekoppelkansen die in deze verkenning van de dijkversterking Koehool-Lauwersmeer worden onderzocht. Omdat de reikwijdte en het detailniveau anders is dan die van de dijkversterkingsvarianten, is de beoordeling gedaan in de geest van de beoordeling zoals uitgewerkt in hoofdstuk 2. Om dat de maatlatten van de criteria niet van toepassing zijn, werken we met een inschatting van kansen en risico's.

5.1 Kansen en risico's inpassingsopgaven

Inpassingsopgaven zijn opgaven die, bij goedkeuring door Wetterskip Fryslân onderdeel uitmaken van de scope van de dijkversterking. Deze zijn waarschijnlijk subsidiabel en Wetterskip Fryslân treedt hierbij ook op als initiatiefnemer.

Tabel 5.1 geeft aan welke inpassingsopgaven er zijn en welke mogelijk de effectbeoordeling van de varianten beïnvloeden mochten ze in de varianten worden opgenomen. Of dat er los van de varianten mogelijk kansen en risico's optreden voor het thema energie en materiaalgebruik.

Tabel 5.1 Invloed inpassingsopgaven op beoordeling varianten en andere kansen en risico's vanuit het thema energie en materiaalgebruik

Inpassingsopgave	Beschrijving	Invloed op effectbeoordeling varianten en andere kansen en risico's
getijdenpoelen in teenbestorting	getijdenpoelen in de teenbestorting zijn waterdichte bakken (breuksteen ingegoten met gietasfalt) in de getijdenzone waarin tijdens laagwater zeewater blijft staan. Het doel van een getijdenpoel is vestigingsmogelijkheden voor diverse organismen creëren. In sectie 5, 6, en 7 in alle varianten behalve variant 3.	negatief effect op alle criteria (excl. opwekken energie) door extra materialen en werkzaamheden
kruidenrijke vegetatie op dijk	het doel van kruidenrijke vegetatie op de dijk is om de biodiversiteit te vergroten. Kan onder andere door beperken graasdruk, inzaaien kruidenmengsel, aangepast maaibeheer	geen effect op opwekken energie, materiaalvraag, hergebruik of MKI-waarde. Een aangepast maaibeheer kan effect hebben op het energieverbruik maar waarschijnlijk is dit verwaarloosbaar
verbeteren van onderwaterstructuur (los van de dijk)	onderwater een gunstige leefomgeving maken voor speciale inheemse soorten en het versterken van de biodiversiteit. Bijvoorbeeld door het aanleggen van een palenbos met touwen en het creëren van mosselbanken met mosselkratten of -matten	negatief effect op alle criteria (excl. opwekken energie) door extra materialen en werkzaamheden maar waarschijnlijk verwaarloosbaar
hard substraat op dijk	het doel is om de biodiversiteit te vergroten door een gunstige leefomgeving te maken voor speciale inheemse soorten, bijvoorbeeld bekleding met een ecotop of hoes en gaten in de bekleding	negatief effect op alle criteria door extra materialen en werkzaamheden

Inpassingsopgave	Beschrijving	Invloed op effectbeoordeling varianten en andere kansen en risico's
Basaltblokken	toepassen van basaltblokken in plaats van Basalton. Basaltblokken worden handmatig geplaatst en de zuilhoogte is minder hoog	positief effect op materiaalvraag vanwege minder benodigd materiaal en positief effect op energieverbruik vanwege handmatig plaatsen van blokken
struiken op de dijk	struiken kunnen een schuilplaats bieden voor dieren, Groepjes struiken op de dijk kunnen stapstenen vormen voor flora en fauna. Op de dijk moet een extra leeflaag van 1 m hoogte worden aangebracht waar de struiken in kunnen wortelen	geen effect op alle criteria door extra materialen en werkzaamheden

5.2 Kansen en risico's meekoppelkansen

Een meekoppelkans is een gebiedsinitiatief dat aansluit bij de dijkversterking en waarbij (wederzijds) meerwaarde gecreëerd wordt door dit initiatief op dit moment mee te koppelen aan de dijkversterking.

Tabel 5.2 geeft aan welke meekoppelkansen er zijn en welke mogelijk de effectbeoordeling van de varianten beïnvloeden mochten ze in de varianten worden opgenomen. Of dat er los van de varianten mogelijk kansen en risico's optreden voor het thema energie en materiaalgebruik.

Tabel 5.2 Invloed meekoppelkansen op beoordeling varianten en andere kansen en risico's vanuit het thema energie en materiaalgebruik

Meekoppelkans	Beschrijving	Invloed op effectbeoordeling varianten en andere kansen en risico's
kleirijperij	deze meekoppelkans heeft als doel slib uit de Waddenzee op te waarden tot klei door het te laten rijpen. Dat wil zeggen door het te drogen en het zout uit te laten spoelen. De precieze invulling is onduidelijk	positief effect op effect op alle criteria (excl. opwekken energie) vanwege hergebruik materiaal
broedeilanden buitendijks	deze meekoppelkans heeft als doel om meer broedgelegenheden te creëren voor vogels. Er zijn verschillende vormen van vogeleilanden mogelijk, bijvoorbeeld een hoogwatervluchtplaats of een broedvogeleiland	negatief effect op alle criteria (excl. opwekken energie) door extra materialen en werkzaamheden
getijdenpoelen buitendijks (voorland)	het doel van een getijdenpoel is vestigingsmogelijkheden voor diverse organismen te creëren (los van de dijk). Kan in deelgebieden 5-7	negatief effect op alle criteria (excl. opwekken energie) door extra materialen en werkzaamheden
geulen in de kwelder	het graven van geulen levert materiaal voor de dijkversterking op en kan daarnaast bijdragen aan een meer geleidelijke overgang tussen het Waddengebied en het land. Mogelijk in huidige en nieuwe kwelders	negatief effect op alle criteria (excl. opwekken energie) door extra werkzaamheden en vrijkomend materiaal
vispassages	een schuif, stuw, gemaal of vishevel waarbij zoet- en zoutwater kunnen vermengen en vissen vrij kunnen passeren	negatief effecten op alle criteria (excl. opwekken energie) door extra werkzaamheden maar waarschijnlijk verwaarloosbaar

6

AANDACHTSPUNTEN VOOR DE PLANUITWERKING

6.1 Leemten in kennis en informatie

In de beoordeling wordt uit gegaan van kentallen en aannames voor hergebruik. De daadwerkelijke mate van hergebruik is afhankelijk van de aannemer. In de uitvoering kunnen de daadwerkelijke kengetallen per materiaal kunnen afwijken.

Daarnaast is opwekken van energie nog niet meegenomen in de varianten. Hierdoor is er nog geen duidelijke informatie voor het beoordelen van dit criterium per variant. Per variant en sectie dient het opwekken van energie als onderdeel van het ontwerp meegenomen te worden.

6.2 Mogelijke monitoringsvoorstellen

Er zijn voor het thema energie en materiaalgebruik geen monitoringsvoorstellen.

6.3 Nog te onderzoeken mogelijke maatregelen

Duurzaamheid is een belangrijk onderdeel binnen het versterkingsproject. In de verkenningsfase is een onderzoek uitgevoerd waarin de extra kansen voor duurzaamheid op de thema's materialen en energie inzichtelijk zijn gemaakt (ref. 2). Hierdoor kan er een betere afweging gemaakt worden van de varianten. In het onderzoek is er gekozen voor variant 1A en 3, omdat deze varianten het meest onderscheidend zijn. Daarmee is aangenomen dat variant 1A representatief is voor alle varianten met een harde dijkbekleding. Binnen de varianten is er uitsluitend naar secties 4, 5 en 7NB gekeken. Deze secties komen het overeen met de eigenschappen van de overige sectie. Tabel 6.1 geeft aan welke sectie met secties 4, 5 of 7NB overeenkomen. Sectie 3 is niet meegenomen omdat alleen variant 3 daar relevant is. Voor verdere toelichting, zie het rapport van het onderzoek (ref. 2).

Tabel 6.1 Representatie van sectie 4, 5 en 7NB

	4	5	7NB
1		x	
2	x		
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	x		
5		x	
6a niet bebouwd			x
6b bebouwd			x
7a bebouwd			x
7b niet bebouwd			x

Voor de bovenstaande secties en varianten zijn de volgende optimalisatiekansen doorgerekend:

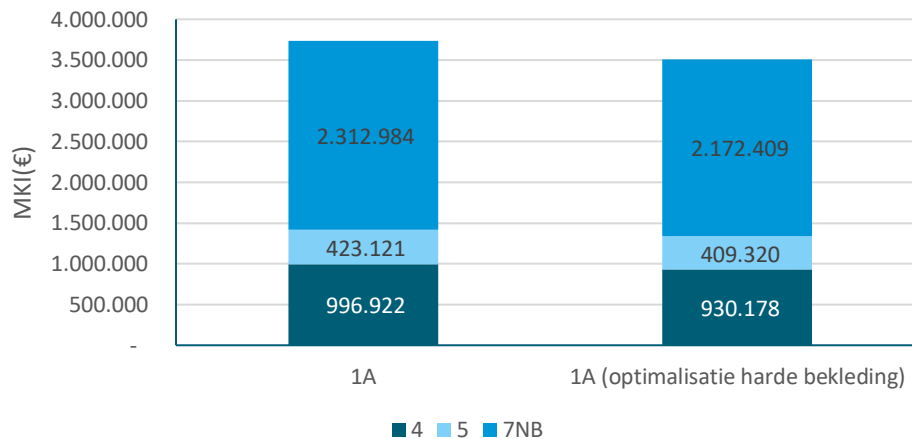
- optimaliseren harde bekleding (variant 1A);
- optimaliseren zachte bekleding (variant 3);
- verminderen transportafstanden grondstromen; klei, grond en landzand (beide varianten);
- oorsprong sediment voorland (variant 3);
- langetermijneffect variantkeuze: 50 jaar tegenover 100 jaar (beide varianten);
- brandstofgebruik transport (beide varianten).

Deze optimalisatiekansen hebben invloed op de beoordeling zoals beschreven in hoofdstuk 5. De daadwerkelijke impact dient nader onderzocht en bepaald te worden.

Optimaliseren harde bekleding

Deze optimalisatiekans is alleen van toepassing op variant 1A. In deze variant zijn optimalisaties in het bekledingontwerp doorgevoerd voor zetsteen en asfalt. De optimalisatiekans heeft een positief effect op de MKI-waarde bij sectie 4, 5 en 7nb bij variant 1A, maar heel gering, zie afbeelding 6.1.

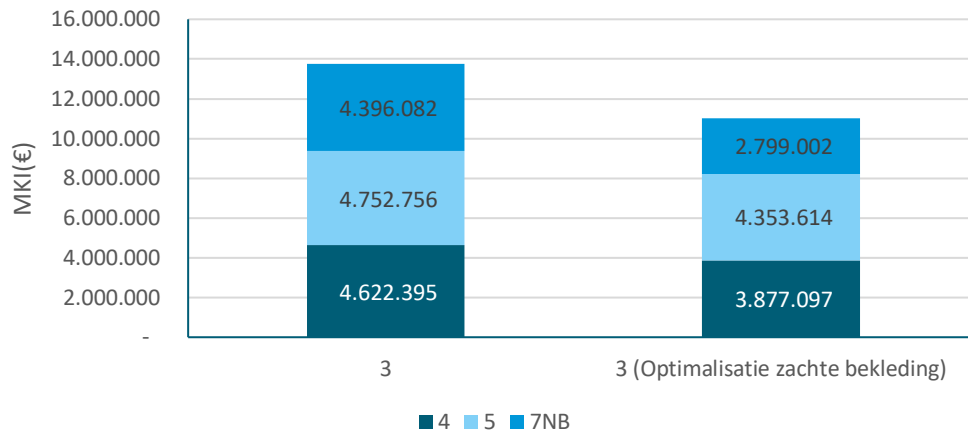
Afbeelding 6.1 MKI vergelijking optimalisatie harde bekleding (variant 1A)



Optimaliseren zachte bekleding

Deze optimalisatiekans is alleen van toepassing op variant 3. Bij deze optimalisatie zijn er aanpassingen die leiden tot een reductie van de hoeveelheden klei, zand en ruimtebeslag in het geoptimaliseerde ontwerp. Dit heeft een positief effect op de MKI-waarde bij sectie 4, 5 en 7nb bij variant 3 en redelijk significant, zie afbeelding 6.2.

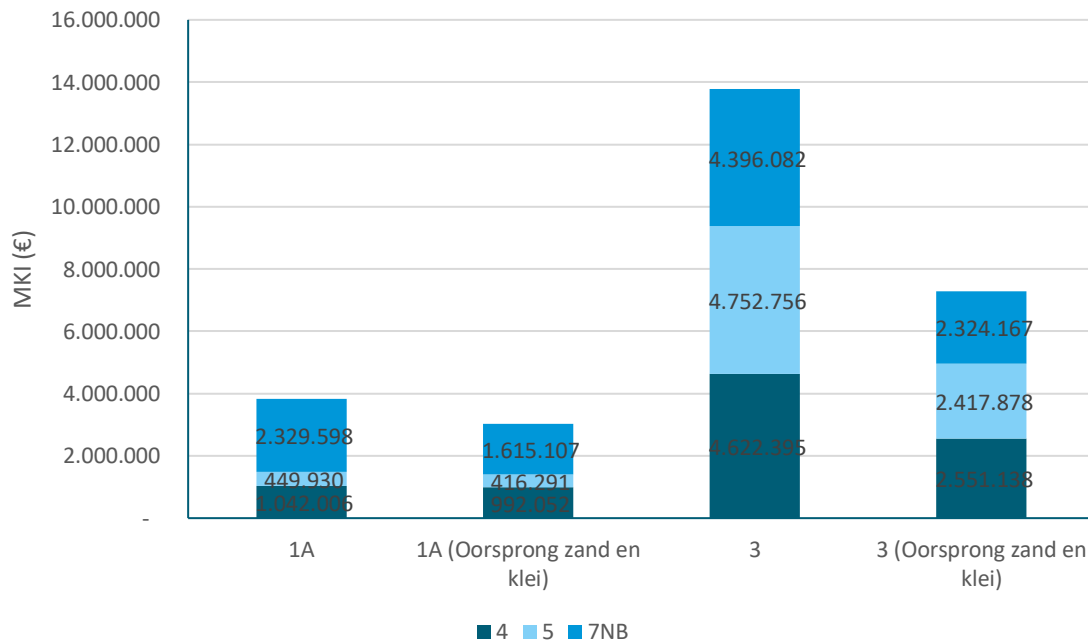
Afbeelding 6.2 MKI vergelijking optimalisatie zachte bekleding (variant 3)



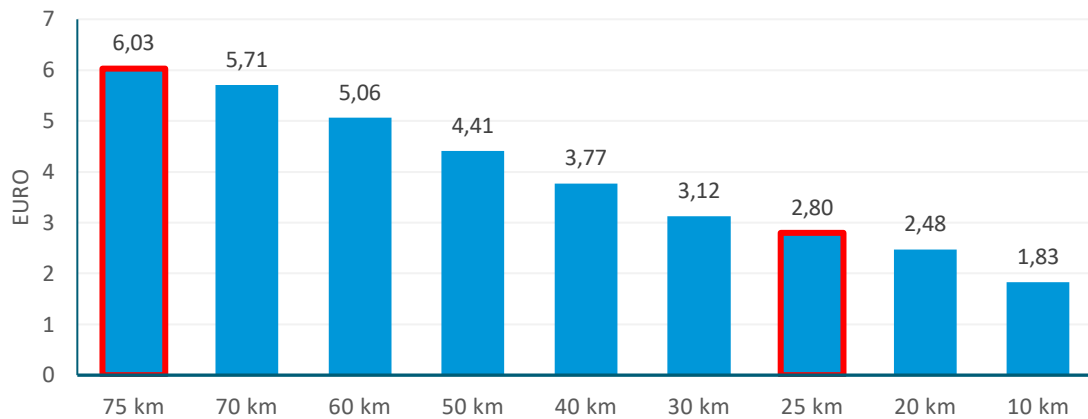
Verminderen transportafstanden grondstromen; klei, grond en landzand

In het basisscenario voor varianten 1A en 3 is voor het vervoer van klei, zand en overige grond een transportafstand van 75 km aangehouden. Het uitgangspunt hierbij is dat de materialen van buiten het projectgebied moeten worden aangevoerd. Voor de optimalisatie wordt voor beide varianten aangehouden dat de materialen lokaal gewonnen kunnen worden, waardoor de transportafstand wordt verkleind. Deze optimalisatiekans heeft een positief effect op de MKI-waarde bij sectie 4, 5 en 7nb bij variant 1A en 3. Het effect op 1A is gering en bij 3 significant, zie afbeelding 6.3.

Afbeelding 6.3 MKI vergelijking optimalisatie transportafstanden: Klei, Grond en Landzand



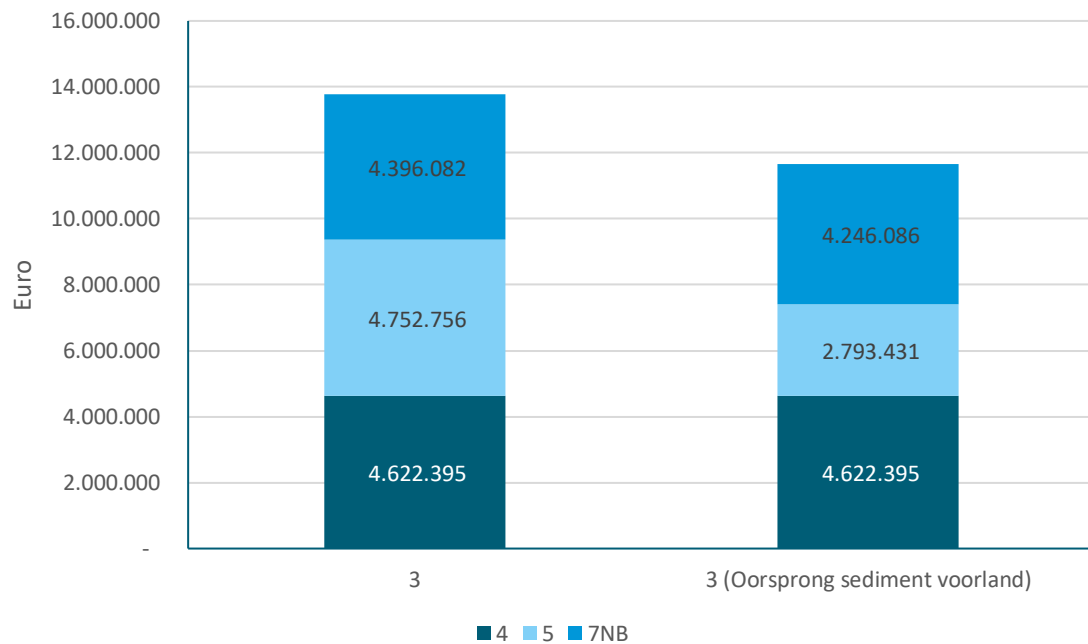
Afbeelding 6.4 MKI-waarde verschillende transportafstanden (per m³ klei)



Oorsprong sediment voorland

Voor deze optimalisatiekans wordt gekeken naar de invloed van een natuurlijke aangroei van de kwelders op de MKI-waardes in plaats van het volledig aanleggen van het voorland. Dit heeft een positief effect op de MKI-waarde bij sectie 4, 5 en 7nb bij variant 3 en redelijk significant, zie afbeelding 6.5.

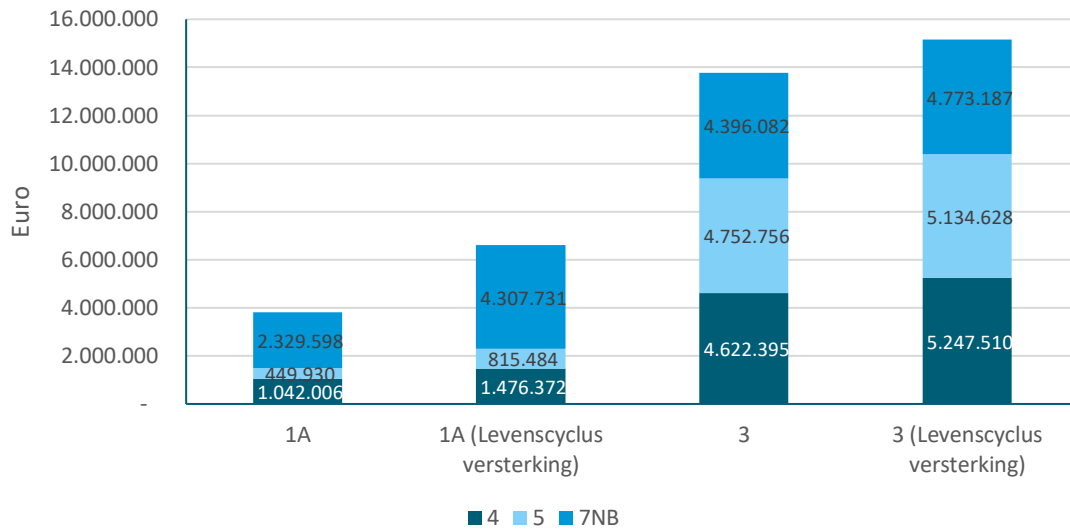
Afbeelding 6.5 MKI vergelijking optimalisatie oorsprong sediment voorland



Langetermijneffect variantkeuze: 50 jaar tegenover 100 jaar

In het basisscenario wordt een levensduur van 50 jaar aangehouden voor het ontwerp van de dijk. Om de milieu-impact van de varianten op de lange termijn inzichtelijk te maken, is gekeken naar de verwachte MKI-waardes over 100 jaar. In afbeelding 6.6 is zichtbaar dat de MKI-waarde voor variant 3 ten opzichte van variant 1A minder stijgt als er met een levensduur van 100 jaar wordt gerekend. In variant 1A moet de volledige harde bekleding worden vervangen na 50 jaar, terwijl er bij variant 3 alleen een aanvulling van de kleilaag nodig is.

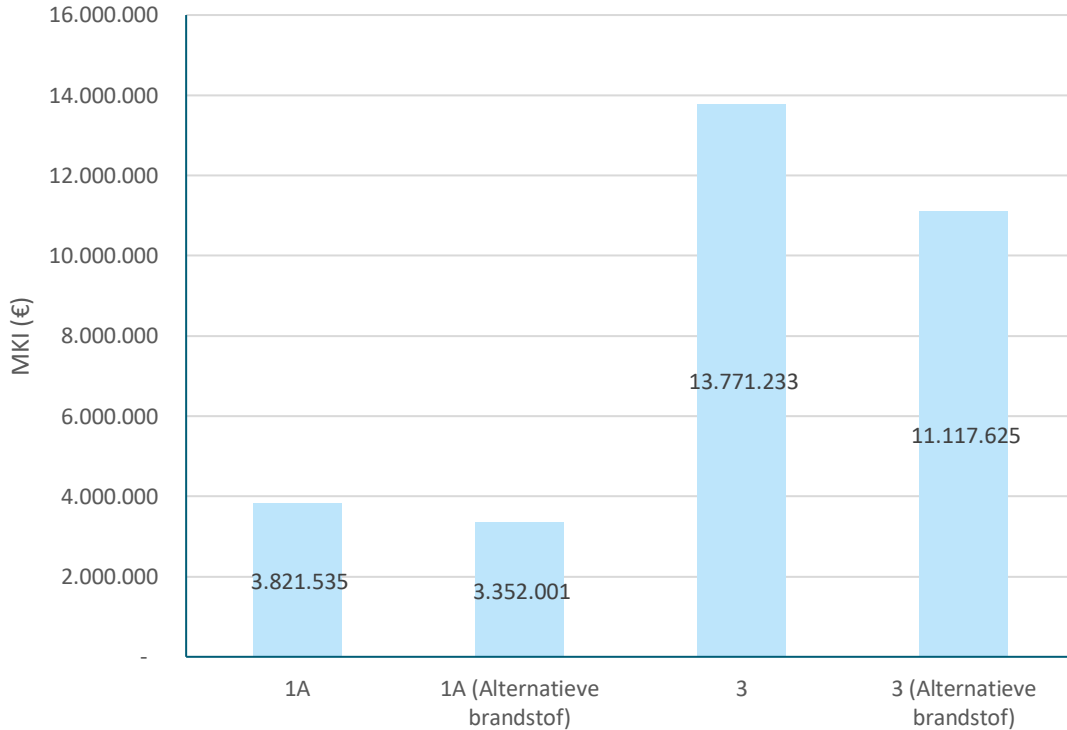
Afbeelding 6.6 MKI vergelijking langetermijneffect variantkeuze: 50 jaar versus 100 jaar



Brandstofgebruik transport

Bij deze optimalisatiekansen wordt er uitgegaan van HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) voor het materieel in plaats van diesel. Dit heeft een positief effect op de MKI-waarde bij sectie 4, 5 en 7nb bij variant 1A, maar heel gering, zie afbeelding 6.7.

Afbeelding 6.7 MKI vergelijking brandstofgebruik transport¹



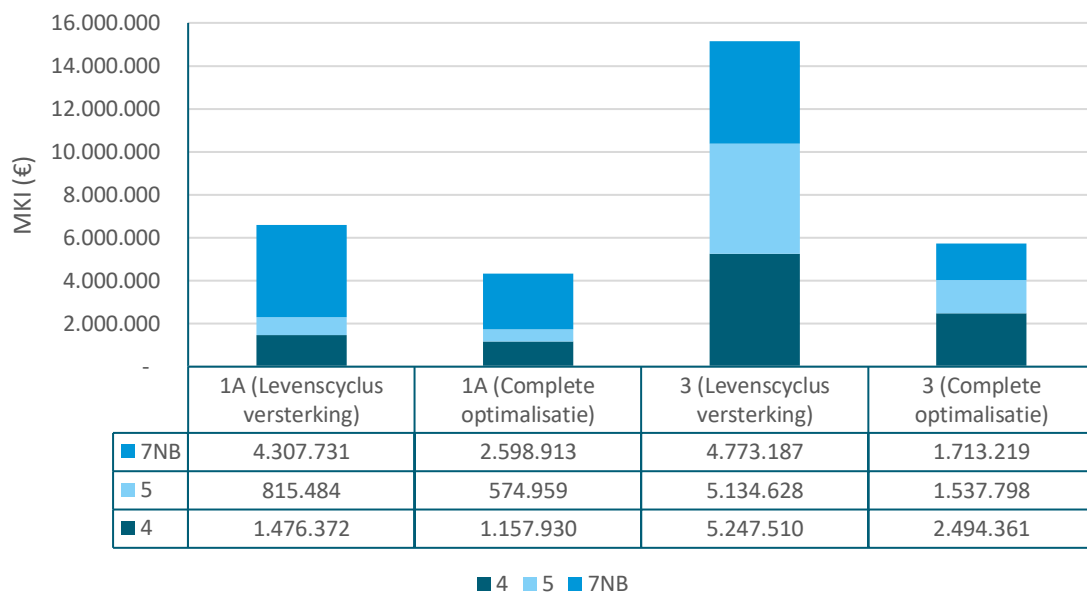
¹ Deze grafiek is niet opgedeeld in secties, aangezien het hier een zeer abstracte analyse bevat, waarbij met percentages transport is gerekend.

Combinatie transportafstanden, (oorsprong sediment), optimaliseren bekledingen en langetermijneffect

Als laatste is in de variantenstudie enkele optimalisatie gecombineerd om een goed beeld te krijgen van de mogelijkheden. Het gaat om de volgende combinaties:

- variant 1A:
 - optimaliseren harde bekleding;
 - verminderen transportafstanden grondstromen; klei, grond en landzand;
 - langetermijneffect variantkeuze: 50 jaar tegenover 100 jaar;
- variant 3:
 - optimaliseren zachte bekleding;
 - verminderen transportafstanden grondstromen; klei, grond en landzand;
 - oorsprong sediment voorland;
 - langetermijneffect variantkeuze: 50 jaar tegenover 100 jaar.

Afbeelding 6.8 MKI vergelijking complete optimalisatie (excl. HVO)



Uit afbeelding 6.8 blijkt dat de optimalisaties een groter effect hebben op variant 3 dan op variant 1A. Door de combinatie van optimalisatiekansen komt de MKI van variant 3 in de buurt van de MKI van variant 1A. Daarnaast wordt hierbij het gebruik van HVO diesel nog niet meegenomen, waardoor er eventueel nog een extra optimalisatie mogelijk is.

De optimalisatie zal een groter effect hebben op variant 3, aangezien hier meer grondverzet is. Daarnaast dient het ook doorberekend worden op de andere secties om een totaal beeld te krijgen.

Conclusie

Op basis van de bovenstaande benoemde maatregelen is er potentie om de effecten op het gebied van energie en materiaalgebruik te verminderen wat zal zorgen voor een positievere beoordeling. Binnen het ontwerpproces dienen de optimalisatiekansen uit '6.2 Nog te onderzoeken maatregelen' opgenomen en afgewogen te worden om ze te integreren in het ontwerp. Hiervoor zijn duurzame indicatoren (zoals MKI of aandeel primair materiaal) geschikt om het effect op de criteria te monitoren en te beoordelen. Deze aanpak vormt de basis voor een duurzaam ontwerp.

7

REFERENTIES

1. Witteveen+Bos (2019), Onderzoek duurzame energie ten behoeve van specifieke bouwstenen. Ref. LW344-37/19-002.081.
2. Witteveen+Bos (2021), Variantenstudie, analyse thema's materialen en energie. Ref. LW344-37/21-006.592
3. Witteveen+Bos (2021), Variantennota 2.0. Ref. LW344-37/21-005.843.

Bijlage(n)

BIJLAGE: OVERZICHT KENTALLEN DUURZAAMHEID

Energievraag

Tabel I.1 energievraag per meter in kWh

Sectie	Variant				
	1A	1B	2A	2B	3
1	353				1.790
2	447				1.609
3					436
4	462				1.912
5	290				1.729
6B	1.282	1.734	1.192	1.238	
6NB	2.226	1.649	1.335		3.446
7B		1.357	1.200	1.150	2.206
7NB	1.628		1.063		3.004

Materiaalvraag

Tabel I.1 Percentage primair materiaalvraag

Sectie	Variant				
	1A	1B	2A	2B	3
1	54 %				51 %
2	63 %				78 %
3					46 %
4	74 %				79 %
5	65 %				44 %
6B	58 %	77 %	53 %	46 %	
6NB	80 %	81 %	66 %		42 %
7B		79 %	67 %	65 %	43 %
7NB	78 %		75 %		81 %

Hergebruik

Tabel I.1 Percentage hergebruik vrijkomende materialen

Sectie	Variant				
	1A	1B	2A	2B	3
1	57 %				22 %
2	21 %				25 %
3					67 %
4	15 %				24 %
5	37 %				32 %
6B	42 %	27 %	44 %	29 %	
6NB	30 %	29 %	48 %		35 %
7B		25 %	39 %	28 %	25 %
7NB	25 %		50 %		39 %

MKI

Tabel I.1 MKI totaal in EUR

Sectie	Variant				
	1A	1B	2A	2B	3
1	€ 1.397.030				€ 12.610.036
2	€ 1.273.005				€ 5.241.090
3					€ 1.431.217
4	€ 996.922				€ 4.622.395
5	€ 406.349				€ 4.752.756
6B	€ 288.608	€ 508.065	€ 254.248	€ 257.040	
6NB	€ 7.500.055	€ 7.611.460	€ 5.265.196		€ 22.794.223
7B		€ 1.356.761	€ 888.299	€ 1.543.016	€ 4.019.226
7NB	€ 2.312.984		€ 1.867.339		€ 4.396.082
Totaal	€ 14.174.954	€ 9.476.285	€ 8.275.083	€ 1.800.056	€ 59.867.025
totaal per meter	€ 413	€ 1.089	€ 732	€ 857	€ 1.279

Tabel I.2 MKI per meter in EUR

	Variant				
Sectie	1A	1B	2A	2B	3
1	€ 148	 	 	 	€ 1.334
2	€ 183	 	 	 	€ 754
3	 	 	 	 	€ 126
4	€ 199	 	 	 	€ 924
5	€ 127	 	 	 	€ 1.485
6B	€ 577	€ 1.016	€ 508	€ 514	
6NB	€ 1.136	€ 1.153	€ 798	 	€ 3.454
7B	 	€ 848	€ 555	€ 964	€ 2.512
7NB	€ 890	 	€ 718	 	€ 1.691

