



Levenscyclusanalyse (LCA)-rapport (DuboCalc)

DVB Geuzensloot

J.LN. van der Lans

Datum
12 maart 2020

Ons kenmerk
25.023910

Versie
DF01

Projectnummer
01.0379-015

Inhoud

Inhoud	3
Colofoon	5
Voorwoord	6
1 Aanleiding	8
2 Doel	8
3 Functionele eenheid	8
3.1.1 Grondoplossing	9
3.1.2 Damwandoplossing	9
3.2 Varianten	9
4 Gebruikte data	10
4.1 Toelichting op correctie van ontwerphoeveelheden	11
4.1.1 Maatgevend m.b.t. levensduur in dubocalc	11
4.1.2 Correctie op grondwerk	12
5 Resultaten	13
5.1 Dijkvak 1A: Vergelijking varianten	13
5.2 Dijkvak 1B: Vergelijking varianten	14
5.3 Dijkvak 2: Vergelijking varianten	15
5.4 Dijkvak 3: Vergelijking varianten	16
5.5 Dijkvak 4: Vergelijking varianten	17
5.6 Dijkvak 5: Vergelijking varianten	18
5.7 Dijkvak 6: Vergelijking varianten	19
5.8 Dijkvak 7: Vergelijking varianten	20
5.9 Dijkvak 8: Vergelijking varianten	21
5.10 Dijkvak 9: Geen opgave	22
5.11 Dijkvak 10: Vergelijking varianten	22
5.12 Dijkvak 11: Vergelijking varianten	23
5.13 Dijkvak 12: Vergelijking varianten	24
5.14 Dijkvak 13: Vergelijking varianten	25
5.15 Dijkvak 14: Vergelijking varianten	26
5.16 Dijkvak 15: Vergelijking varianten	27
5.16.2 Verschillen varianten (bevindingen)	28
5.16.3 Conclusie in tabel	28
6 Conclusie	29
7 Bijlagen	29

Colofoon

Opdrachtgever	
Rechtsgeleidig	Waterschap Amstel, Gooi en de Vecht
Gedelegeerd aan	Stichting Waternet
Team	Waterkeringen
Projectleider	P. Hogeveen
Projectnummer	01.0375/002
Opdrachtnemer	
Adviesbureau	Stichting Waternet
Afdeling	Projecten
Projectleider	B. Reuvers
Kwaliteitsborger	C. Bunschoten
Projectnummer	01.0375/002
Rapport	
Rapporteur	J.LN. van der Lans
Versie	DF01
Rapportnummer	DBC-WTN-2022-001
DuboCalc	
Programmaversie	6.0.
Dataversie	NMD versie 2.3 - 6.01.27092018

Voorwoord

Waternet is het enige waterbedrijf in Nederland dat zich richt op de hele waterkringloop. We zuiveren afvalwater, maken drinkwater en houden het oppervlaktewater op peil en schoon. Dit doen we namens Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en de gemeente Amsterdam.

Het doel is dat we onze kerntaken vervullen op een maatschappelijk verantwoorde manier. Dat doen we door een voorbeeldrol in de circulaire economie te vervullen als watercyclusorganisatie. Daarmee creëren we trots binnen de organisatie, zijn we een aantrekkelijke werkgever en een ideale samenwerkingspartner.

Uiteindelijk is duurzaamheid in het dagelijks werk van Waternet vanzelfsprekend. Dat kunnen we natuurlijk niet van vandaag op morgen. We doen het stap voor stap. Dit jaar wordt het programma verder vormgegeven en maken we de stap van K2020 naar een circulair duurzaam programma. Gelukkig zijn er al veel initiatieven en zijn we volop in beweging!

Strategische doel Duurzaam en Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen

In 2024 hebben onze producten, diensten en activiteiten positieve impact op mens, milieu en maatschappij en is DMVO in onze organisatie verankerd.

Positieve impact bereiken we door inzet op CO2 emissiereductie, circulaire economie (zero waste en reductie gebruik primaire grondstoffen), inclusiviteit en de verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving. Verankering betekent dat duurzaamheid onderdeel is van onze besluitvorming en processen. We maken in al ons werk een gewogen integrale afweging, vanuit mensen, milieu en geld.

Waternet/AGV heeft zich, via de Unie van Waterschappen, gecommitteerd aan de green deal 2.0 (voor DGWW) en ondersteunen de hierin gestelde ambitie om:
in 2020 de Aanpak DGWW te implementeren in alle GWW-projecten!

De Aanpak is ontwikkeld en wordt nu toegepast door Rijkswaterstaat, Rijksvastgoedbedrijf, ProRail, waterschappen, provincies en enkele gemeenten aan de opdrachtgeverskant en NLingenieurs, Aannemersfederatie Nederland, MKB Infra, Bouwend Nederland, Uneto-VNI, Koninklijke Metaalunie, NVTB, Vereniging van Waterbouwers als vertegenwoordigers van de opdrachtnemers.

De Aanpak wordt ondersteund door 4 instrumenten:

- Omgevingswijzer
- Ambitiweb
- CO2-Prestatieladder
- DuboCalc

Dubocalc (Duurzaam bouwencalculator)

Met behulp van DuboCalc kan de duurzaamheid van een ontwerp worden berekend. De met DuboCalc berekende waarde voor duurzaamheid wordt de MKI-score genoemd. De uitkomsten kunnen gebruikt worden bij het maken van afwegingen en keuzes. Dit is interessant wanneer meerdere varianten voor een project zijn opgesteld en deze onderling vergeleken worden. Daarnaast kan Dubocalc gebruikt worden om keuzes op het gebied van materiaalgebruik te maken.

Verklarende woordenlijst

LCA = Levenscyclusanalyse.

De LCA is een methode om de milieubelasting van een materiaal of product te berekenen, waarbij alle levensfasen van dat materiaal of product worden meegewogen: winning van grondstoffen, transport, productieproces, toepassing, gebruik, verwijdering en hergebruik.

MKI = Milieukosten indicator.

De MKI is een indicatie van de effecten op het milieu van een materiaal, een bouwwerk of een bouwmethode. De MKI-score wordt uitgedrukt in euro's. Dit zijn alle kosten ten gevolgen van de milieu-impact.

De MKI wordt ook aangeduid als 'schaduwprijs'. De schaduwprijs kan niet één op één vergeleken worden met andere financiële aspecten, zoals de kosten voor het realiseren en onderhouden van de constructie. Dergelijke kosten moeten buiten DuboCalc worden berekend. Het projectteam kan er voor kiezen om de diverse kosten en waarden in een matrix op te nemen en een bepaalde weging toe te passen. Dit resulteert in een goed afgewogen beslissing, waarin diverse duurzaamheids- en kostenaspecten zijn meegenomen.

NMD =Nationale Milieudatabase.

De NMD is een landelijke database die werkt met productkaarten uit de Burgerlijke en Utiliteitsbouw (B&U) en itemkaarten uit de Grond-, Weg- en Waterbouw-sector (GWW) van bouwproducten en -elementen. De NMD bevat milieudata die door DuboCalc bij het berekenen wordt gebruikt, om tot eenduidige rekenuitskomsten te komen.

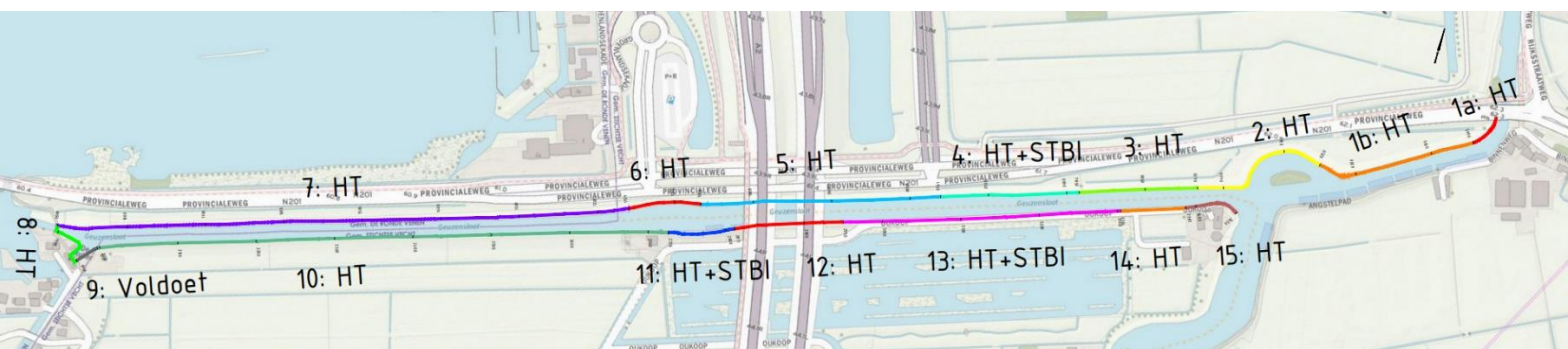
Referentie-ontwerp.

Dit is een ontwerp dat door de opdrachtgever is gemaakt. Het referentie-ontwerp bakent de lijnen van de ontwerpmogelijkheden voor de varianten op het referentie-ontwerp af. Maar daarbinnen wordt ruimte gelaten voor ontwerpvrijheid, zoals de keuze voor het type materiaal. In sommige gevallen heeft de opdrachtgever zelf varianten bedacht op het referentie-ontwerp. In dat geval is het referentie-ontwerp een standaard ontwerp dat vaak is toegepast.

1 Aanleiding

Waterschap Amstel Gooi en Vecht is verantwoordelijk voor het controleren en verbeteren van dijken in zijn beheersgebied.

De dijk 'Geuzensloot' ligt ten noorden van Breukelen en ten oosten van Mijdrecht en Wilnis. Oftewel vlakbij de Vinkeveense Plassen. De dijk is circa 3456m lang en is opgedeeld in meerdere dijkvakken (zie figuur 1) i.v.m. de verschillende opgaven. Alle dijkvakken zijn op hoogte afgekeurd (behalve dijkvak 9). Sommige voldoen ook niet aan de binnenwaartse stabiliteit. Door het uitvoeren van dijkverbeteringsmaatregelen kan de dijk weer aan de normen voldoen en voldoende bescherming bieden tegen overstromingen in de toekomst.



Figuur 1: Dijk Geuzensloot

2 Doel

Voor de dijkverbetering is het vanuit duurzaamheidsoverweging van belang om te weten welke technische variant de laagste milieu-impact heeft.

De milieu-impact wordt berekend met behulp van DuboCalc.

3 Functionele eenheid

De levensduur is, op basis van de beschouwde periode, vastgesteld op 100 jaar.
Systeengrenzen (product)

Voor de variantenopbouw zijn de volgende hoofdcomponenten aangehouden:

1. Damwandlengte-nieuw of herstel
2. Aanbrengen klei
3. Asfaltverharding (wegconstructie)

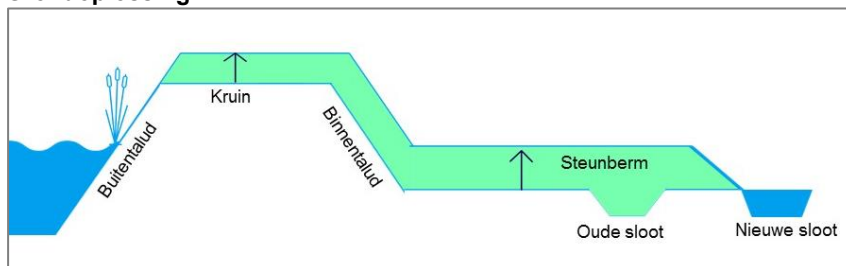
Dit zijn de belangrijkste werkzaamheden die voorkomen in de varianten. Indien er geen damwand wordt verwijderd/aangebracht kan het item op nul worden gezet. Dat geldt ook voor de asfaltverharding die alleen in dijkvakken 13 en 14 aanwezig is.

Niet meegenomen in berekening:

1. Verwijderen groen/haag
2. Opnemen en terugplaatsen draadmathekwerken/schuttingen/poorten
3. Aanbrengen drempels
4. Aanbrengen paaltjes
5. Aanbrengen containers

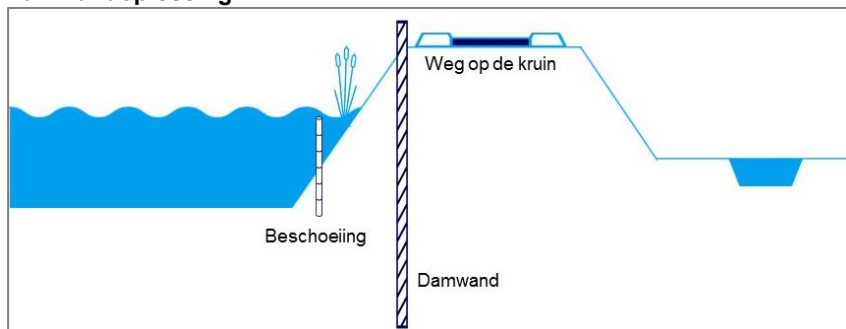
Bovenstaande items zijn niet opgenomen in de berekening. Ten eerste is het te gedetailleerd voor een variantenafweging. Daarnaast is het niet beschikbaar in de bibliotheek waardoor het niet tot de mogelijkheden behoort. Kortom is ervoor gekozen deze niet mee te nemen in de berekening, aangezien de impact van deze onderdelen verwaarloosbaar is en geen invloed heeft op de eindconclusie.

3.1.1 Grondoplossing



Een dijkverbetering waarbij wordt opgehoogd met grond, hanteert het waterschap het uitgangspunt een cyclus (levensduur) van 30 jaar.

3.1.2 Damwandoplossing



Een stalen damwandconstructie heeft een levensduur van circa 100 jaar (hout = 30 jaar).

3.2 Varianten

Per dijkvak zijn er meerdere varianten opgesteld om te kijken welke het meest geschikt is om het kerende hoogte probleem op te lossen. Bij de DuboCalc resultaten is er toegelicht welke variant de grondoplossing / damwandoplossing betreft.

4 Gebruikte data

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de in Dubocalc toegepaste materiaalhoeveelheden van alle dijkvakken en varianten. Deze zijn omgerekend naar 100 jaar (zie par 4.1.1. voor uitleg).

Dijkvak Nr	Onderdeel	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5	Eenh.	Bibliotheek
1A	Aanbrengen klei	58,8	62,94				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	231,82				m	Damwand, staal constructiestaal
1B	Aanbrengen klei	430,68	788,4				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	2050,54				m	Damwand, staal constructiestaal
2	Aanbrengen klei	2969,58	524,82	2169,42	141,42	805,8	m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen grond	17,88	0	17,88	17,88	0	m3	Ophoogmateriaal, grond
	Aanbrengen damwand	0	1791,71	1790,42	0	1824,59	m	Damwand, staal constructiestaal
3	Aanbrengen klei	1783,02	588,42	814,5			m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen grond	43,26	0	43,26			m3	Ophoogmateriaal, grond
	Aanbrengen damwand	0	1524,66	1524,64			m	Damwand, staal constructiestaal
4	Aanbrengen klei	1602,42	1614,24	561,42	1602,42		m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen steunberm klei	3085,2	1655,58	0	0		m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	0	1751,82	1248,7		m	Damwand, staal constructiestaal
5	Aanbrengen klei	4333,8	1053,3				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	3026,8				m	Damwand, staal constructiestaal
6	Aanbrengen klei	3657,36	302,94				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	928,42				m	Damwand, staal constructiestaal
7	Aanbrengen klei	20556,24	2319,24				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	72	6878,43				m	Damwand, staal constructiestaal
8	Aanbrengen klei	226,92	8,04				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	125	125				m	Damwand, staal constructiestaal
9	GEEN OPGAVE	GEEN OPGAVE	GEEN OPGAVE				GEEN OPGAVE	GEEN OPGAVE
10	Aanbrengen klei	6071,4	5289				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	7289,46				m	Damwand, staal constructiestaal
11	Slopen en aanbrengen asfalt	452,4	0				ton	Sloopproces asfalt + AC surf 0% PR cat 2

	Aanbrengen klei	10420,8	1034,04	250,2			m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	0	849,76			m	Damwand, staal constructiestaal
	Aanbrengen houten binnenscherm	0	1274,22	0			m2	Beschoeiing combi europees naaldhout en tropisch hardhout
12	Aanbrengen klei	665,7	522	0			m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	1389,92	0			m	Damwand, staal constructiestaal
13	Slopen en aanbrengen asfalt	1217,7	1217,7	0			ton	Sloopproces asfalt + AC surf 0% PR cat 2
	Aanbrengen klei	344,76	365,46	2301,9			m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen steunberm klei	31352,94	0	0			m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	3539,99	3541,13			m	Damwand, staal constructiestaal
14	Slopen en aanbrengen asfalt	369	369				ton	Sloopproces asfalt + AC surf 0% PR cat 2
	Aanbrengen klei	13,26	381,84				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	829,86				m	Damwand, staal constructiestaal
15	Aanbrengen klei	835,62	74,34				m3	Ophoogmateriaal, klei
	Aanbrengen damwand	0	690,98				m	Damwand, staal constructiestaal

Tabel 1: Toegepaste materiaalhoeveelheden DuboCalc (berekend naar 100 jaar levensduur)

De hoeveelheden in tabel 1 zijn verkregen door de ontwerpeenheden (zie bijlage 1) om te rekenen naar eenheden welke Dubocalc hanteert. Vervolgens zijn hierop correcties aangebracht in bijgevoegde excel-sheet, zie bijlage 2 en toelichting in paragraaf 4.1.

4.1 Toelichting op correctie van ontwerphoeveelheden

Om de milieueffecten voor alle varianten op gelijkwaardige wijze te berekenen is er een aantal afwegingen en keuzes gemaakt bij het vaststellen van toegepaste materiaalhoeveelheden.

Op enkele van de ontwerphoeveelheden is een verhogingsfactor toegepast. Reden is het verschil tussen projectlevensduur (beschouwde periode) en gehanteerde levensduur in Dubocalc. Laatstgenoemde is namelijk niet aan te passen.

4.1.1 Maatgevend m.b.t. levensduur in dubocalc

In het onderzoek wordt een projectlevensduur van 100 jaar gehanteerd. Zowel de grondoplossing (15 jaar) als de damwandoplossing (100 jaar) zijn hiernaar omgerekend in tabel 1. Voor de grondoplossing betekent dit dat er ongeveer 6x opgehoogd moet worden om dezelfde levensduur als de damwand te krijgen. Dit houdt in dat de wegconstructie ook vaker opengebroken en opnieuw aangebracht dient te worden.

In Dubocalc staat dat de grondsoorten een levensduur van 1000 jaar hebben. Dubocalc zal grondsoorten daarom pas vervangen na een periode van 1000 jaar en dat is niet de praktijk voor dijkverbeteringen. Met andere woorden, Dubocalc houdt zelf geen rekening met de gevolgen van bodemdaling. Dus toekomstige ophogingen worden zonder handmatige correctie niet inbegrepen in de MKI-berekening. Daarom zijn de hoeveelheden van grondsoorten vergroot door een inschatting te doen van toekomstige ophogingsvolumes

4.1.2 Correctie op grondwerk

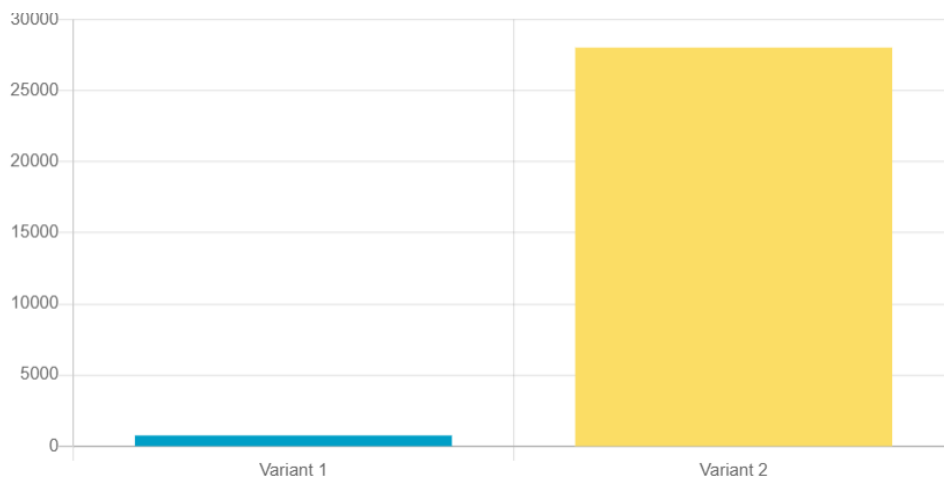
Hieronder een overzicht van ophogingspercentages voor enkele componenten, welke alleen gelden voor H1A en H1B.

Component	0 – 30 jaar	30 – 60 jaar	60 – 100 jaar
Grondwerk steunberm	100%	0%	0%
Grondwerk oever	100%	0%	0%
Grondwerk kruin	100%	80%	80%
Teellaag	100%	30%	30%

Tabel 2: ophogingspercentages voor grondstromen

5 Resultaten

5.1 Dijkvak 1A: Vergelijking varianten



MKI

Variant 1

750.61

Variant 2

28.02k

Totaaloverzicht

[Exporteren](#)

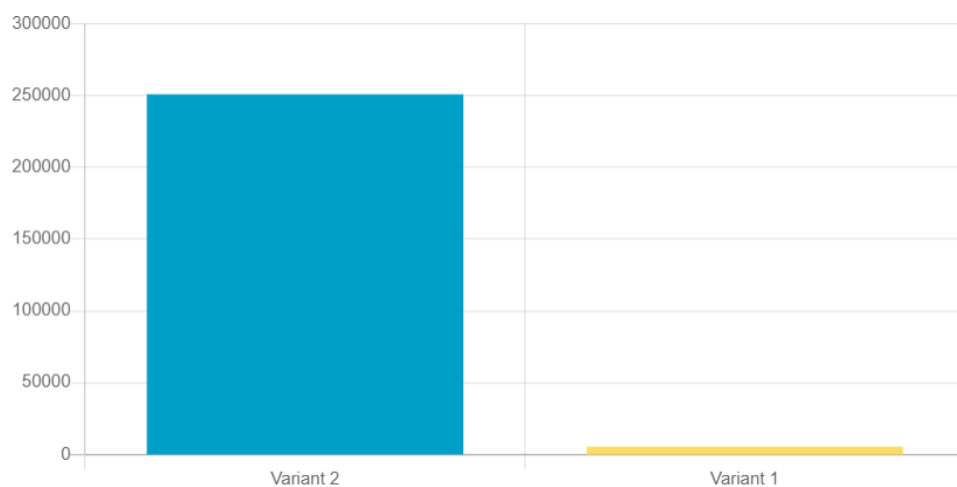
Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid
✓	Variant 1	750,61	462,04	288,57	100	1	p
✓	Variant 2	28.016,10	23.790,93	4.225,17	100	1	p

Figuur 2: totaalvergelijking varianten dijkvak 1A

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant.

5.2 Dijkvak 1B: Vergelijking varianten



MKI

Variant 2

Variant 1

250.80k

5.50k

Totaaloverzicht

[Exporteren](#)

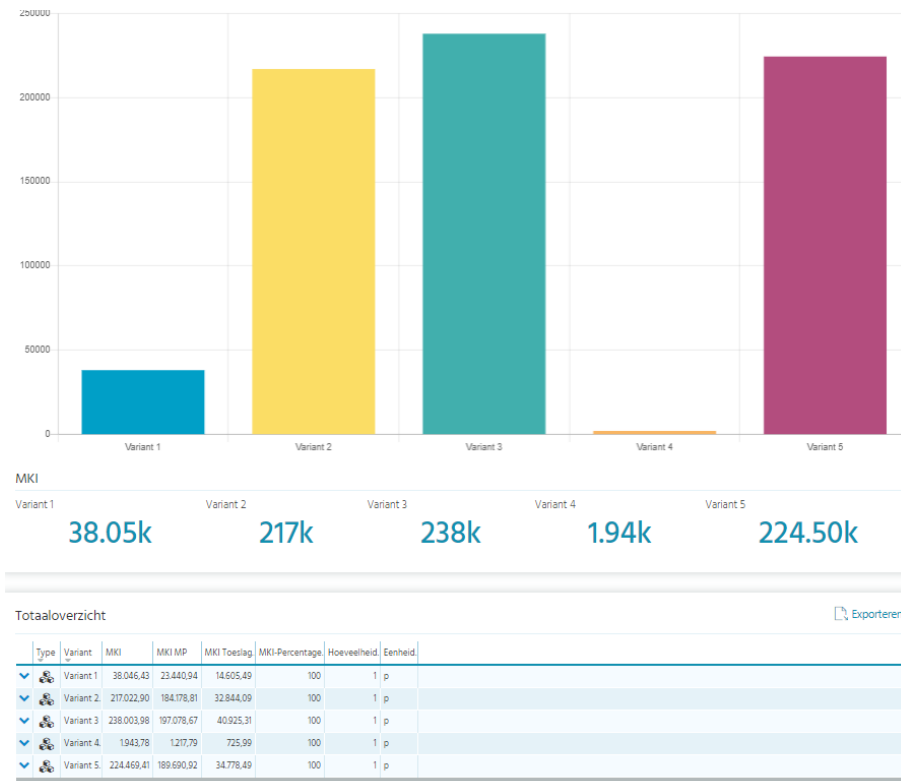
	Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid
✓		Variant 1	5.497,81	3.384,20	2.113,61	100	1	p
✓		Variant 2	250.770,87	212.260,65	38.510,22	100	1	p

Figuur 3: totaalvergelijking varianten dijkvak 1B

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant.

5.3 Dijkvak 2: Vergelijking varianten



Figuur 4: totaalvergelijking varianten dijkvak 2

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

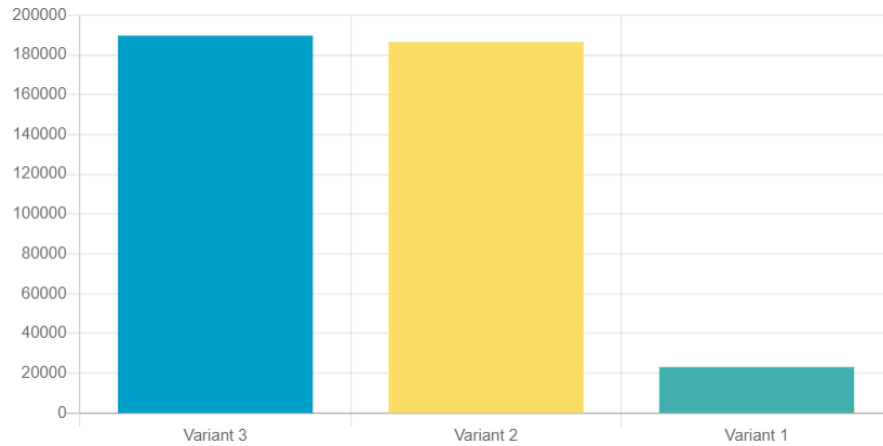
Variant 5 is hetzelfde als variant 3 maar dan zonder verbreding van de watergang.

Variant 4 is hetzelfde als variant 1 maar dan zonder verbreding van de watergang.

Uit de berekening blijkt dat de variant zonder watergangverbreding beter scoort dan de varianten met de watergangverbreding. Dit komt omdat er minder grondverzet nodig is. Daardoor is er minder milieu-impact en een lagere MKI-score.

Uiteindelijk scoort variant 4 (grondoplossing zonder verbreding van de watergang) het beste op duurzaamheid. Daarna volgt variant 1 (de grondoplossing met verbreding watergang). Beide varianten scoren veel beter dan variant 2 (de stalen damwand), variant 3 (stalen damwand incl. dempen greppel) en variant 5 (stalen damwand incl. dempen greppel + zonder verbreding watergang).

5.4 Dijkvak 3: Vergelijking varianten



MKI

Variant 3

Variant 2

Variant 1

189.70k

186.50k

23.10k

Totaaloverzicht

[Exporteren](#)

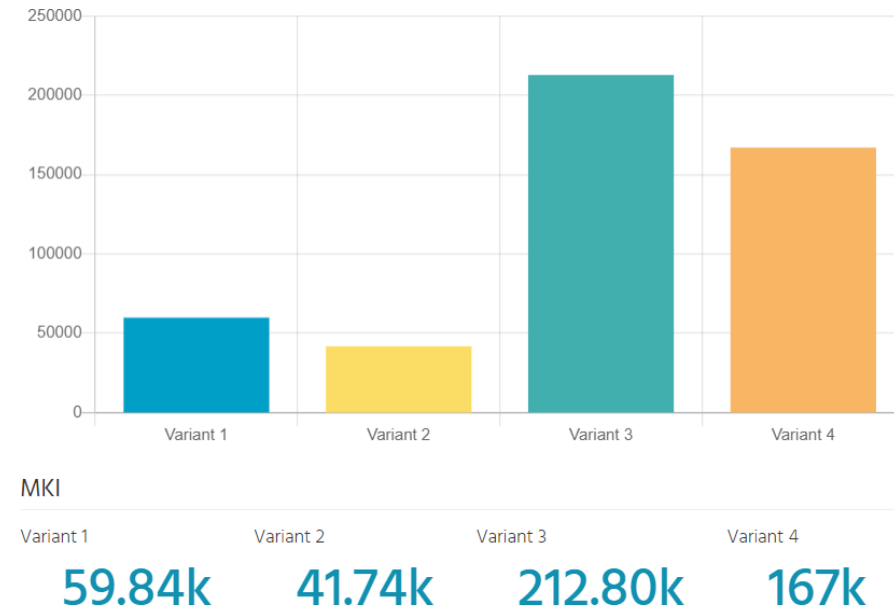
Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag.	MKI-Percentage.	Hoeveelheid.	Eenheid.
✓	Variant 1	23.096,09	14.268,40	8.827,69	100	1	p
✓	Variant 2	186.486,60	157.841,83	28.644,77	100	1	p
✓	Variant 3	189.705,34	159.874,07	29.831,27	100	1	p

Figuur 5: totaalvergelijking varianten dijkvak 3

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing incl. dempen greppel) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) en variant 3 (stalen damwand incl. dempen greppel) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere varianten.

5.5 Dijkvak 4: Vergelijking varianten



Totaaloverzicht [Exporteren](#)

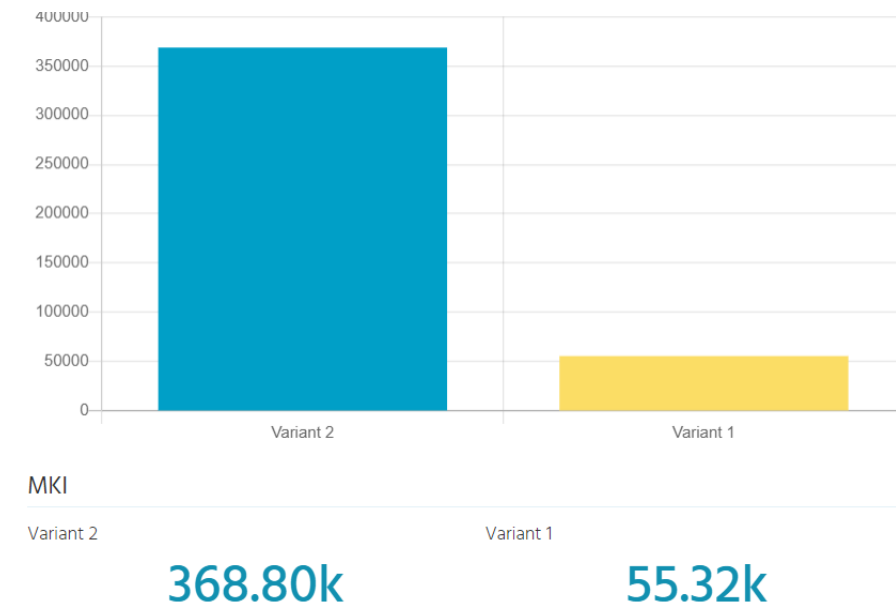
Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid
✓	Variant 1	59.839,43	36.834,45	23.004,99	100	1	p
✓	Variant 2	41.740,62	25.693,64	16.046,99	100	1	p
✓	Variant 3	212.807,55	180.457,73	32.349,82	100	1	p
✓	Variant 4	167.036,63	138.077,52	28.959,12	100	1	p

Figuur 6: totaalvergelijking varianten dijkvak 4

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 2 de laagste MKI-score heeft en daarmee het beste scoort op milieu-impact. Dit is de grondoplossing met de kleinste steunberm. Variant 1 volgt daarna als beste (grondoplossing met grotere steunberm). Beide varianten scoren beter dan de stalen damwand varianten (variant 3 en variant 4).

5.6 Dijkvak 5: Vergelijking varianten



Totaaloverzicht

 Exporteren

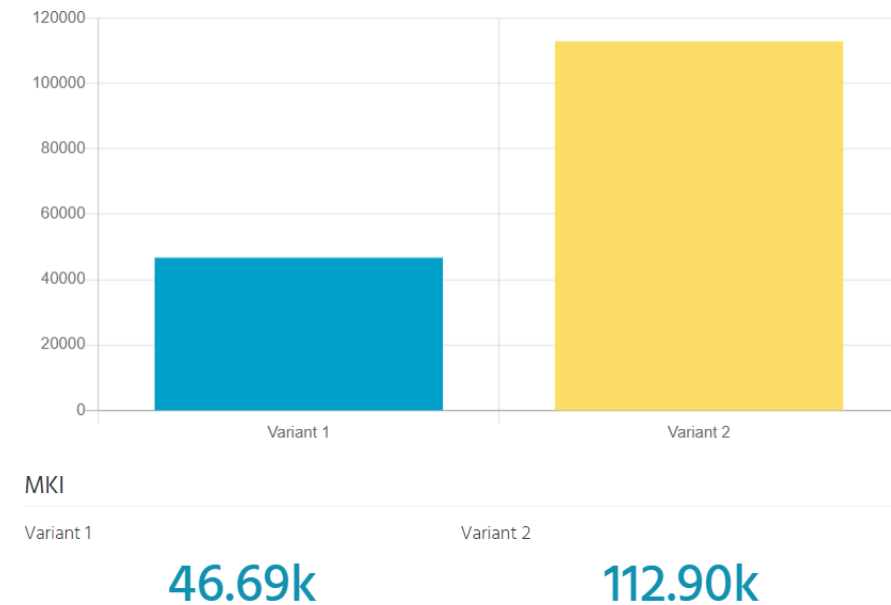
	Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid	
▼		Variant 1	55.322,77	34.054,19	21.268,58	100	1	p	
▼		Variant 2	368.752,60	312.449,79	56.302,81	100	1	p	

Figuur 7: totaalvergelijking varianten dijkvak 5

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant.

5.7 Dijkvak 6: Vergelijking varianten



Totaaloverzicht [Exporteren](#)

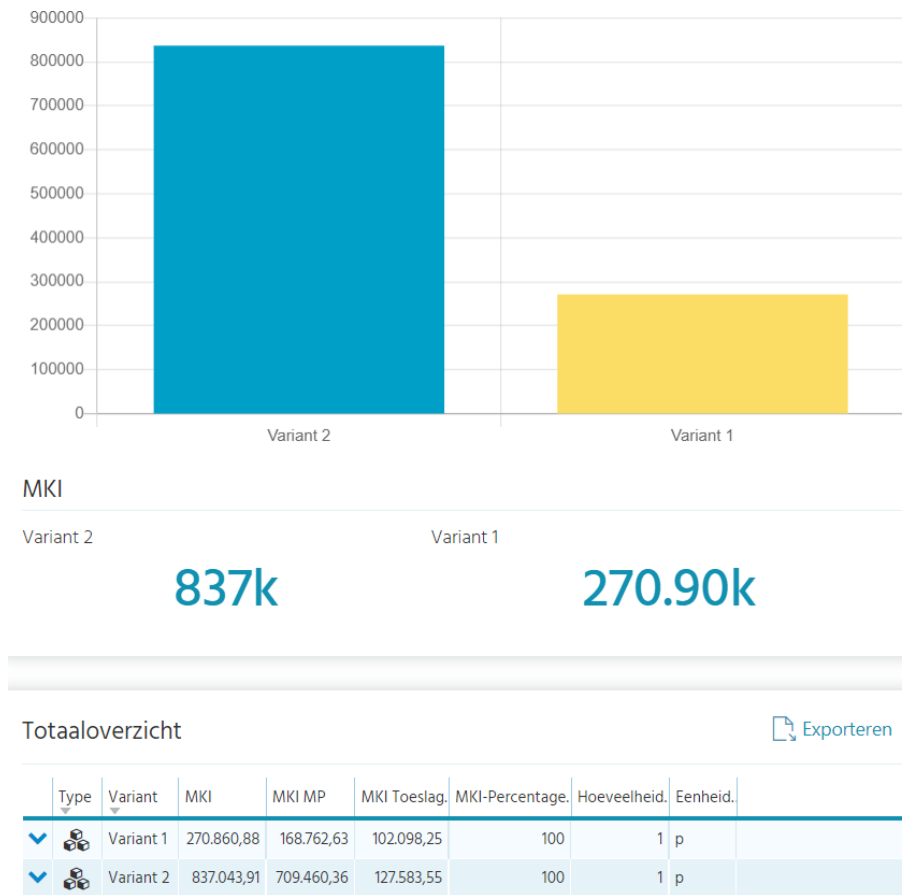
Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid
▼	Variant 1	46.687,73	28.738,85	17.948,88	100	1	p
▼	Variant 2	112.851,54	95.680,45	17.171,09	100	1	p

Figuur 8: totaalvergelijking varianten dijkvak 6

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant. Het verschil tussen de varianten is minder groot dan bij de andere dijkvakken. Dit heeft te maken met het aantal m3 klei/grondverzet dat nodig is bij de grondoplossing.

5.8 Dijkvak 7: Vergelijking varianten

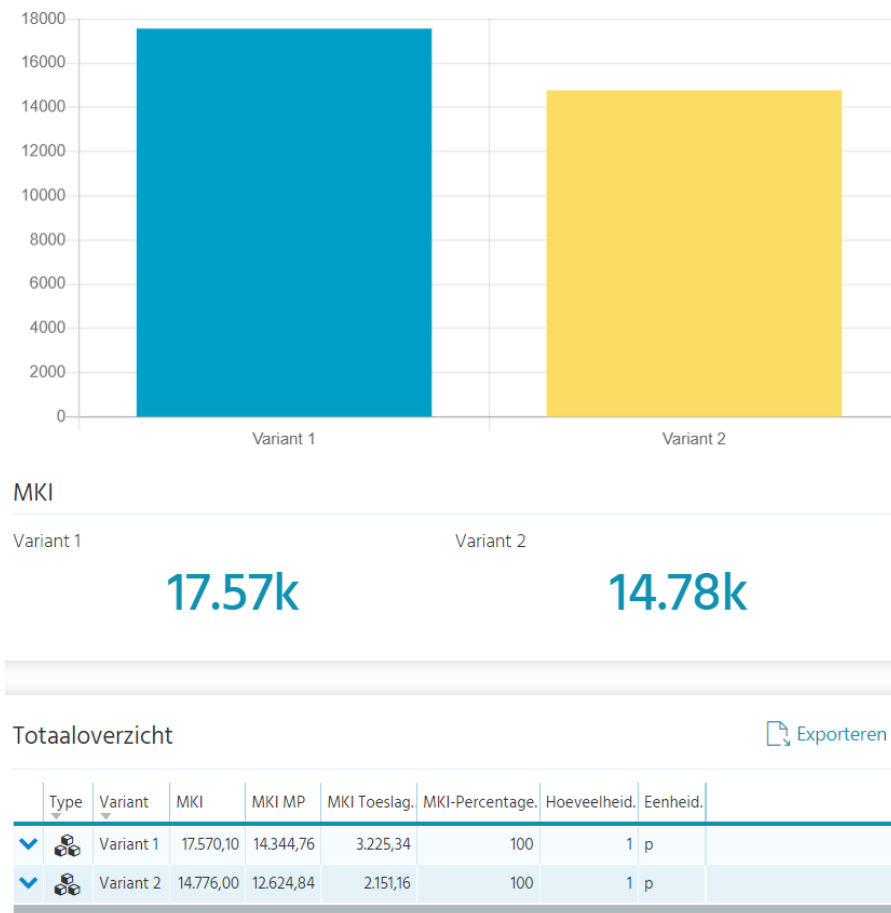


Figuur 8: totaalvergelijking varianten dijkvak 7

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondplossing) beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant. Het verschil tussen de varianten is minder groot dan bij de andere dijkvakken. Dit heeft te maken met het aantal m3 klei/grondverzet dat nodig is bij de grondplossing.

5.9 Dijkvak 8: Vergelijking varianten



Figuur 9: totaalvergelijking varianten dijkvak 8

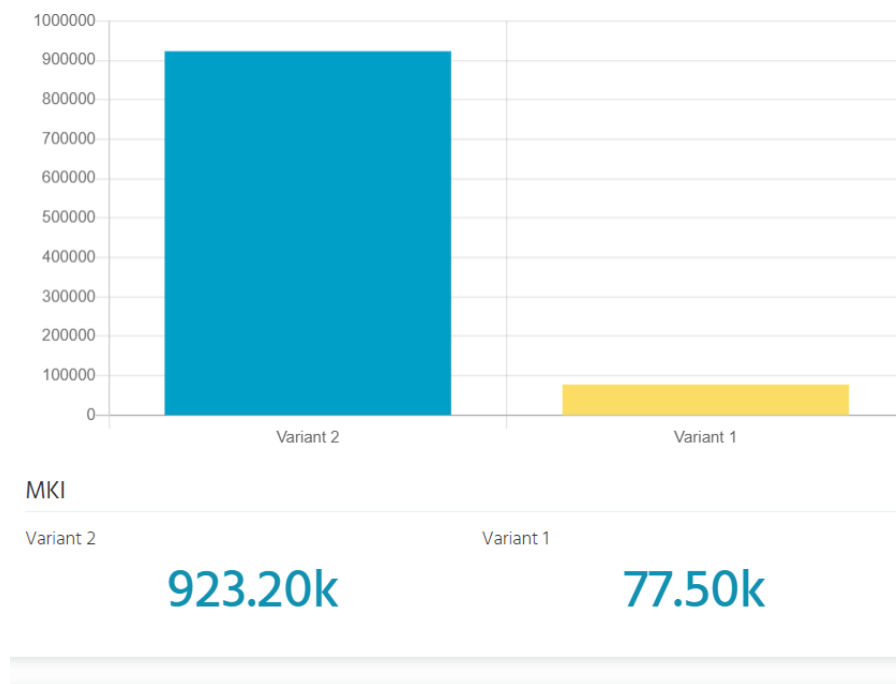
De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 2 (deel van het tracé met kunstwerken en grondverzet) beter scoort dan variant 1 (deel van het tracé met kunstwerken en grondverzet) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant. Het verschil tussen de varianten is erg klein. Dit komt omdat beide varianten erg op elkaar lijken. Bij variant 2 is er minder grondverzet nodig waardoor deze beter scoort op duurzaamheid.

5.10 Dijkvak 9: Geen opgave

Geen opgave.

5.11 Dijkvak 10: Vergelijking varianten



Totaaloverzicht [Exporteren](#)

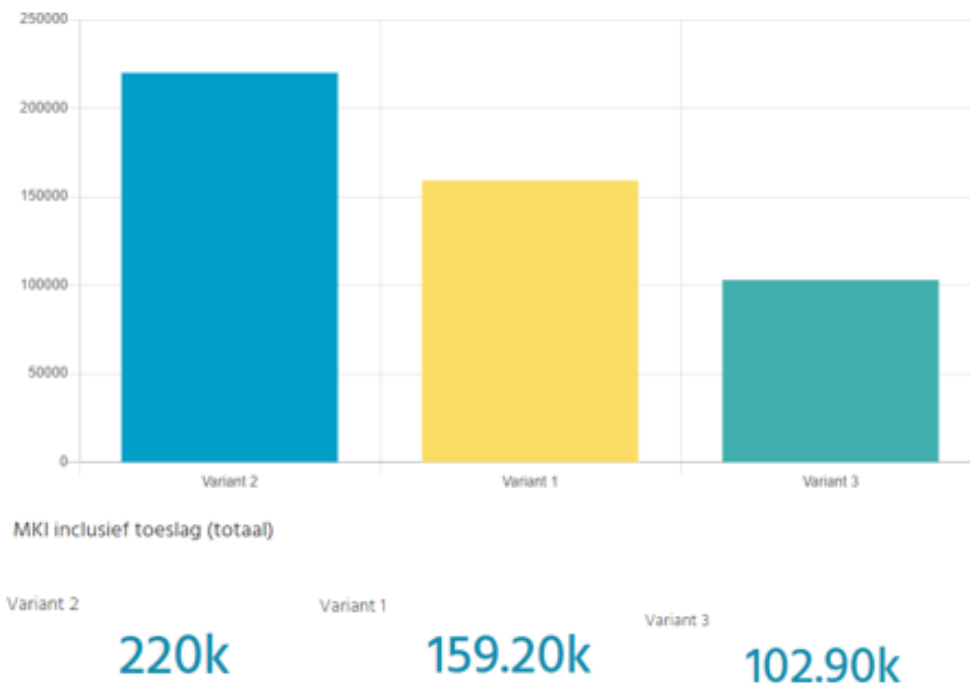
Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag.	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid
✓	Variant 1	77.503,96	47.707,93	29.796,03	100	1	p
✓	Variant 2	923.203,70	774.101,95	149.101,75	100	1	p

Figuur 10: totaalvergelijking varianten dijkvak 10

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant.

5.12 Dijkvak 11: Vergelijking varianten



Figuur 11: totaalvergelijking varianten dijkvak 11

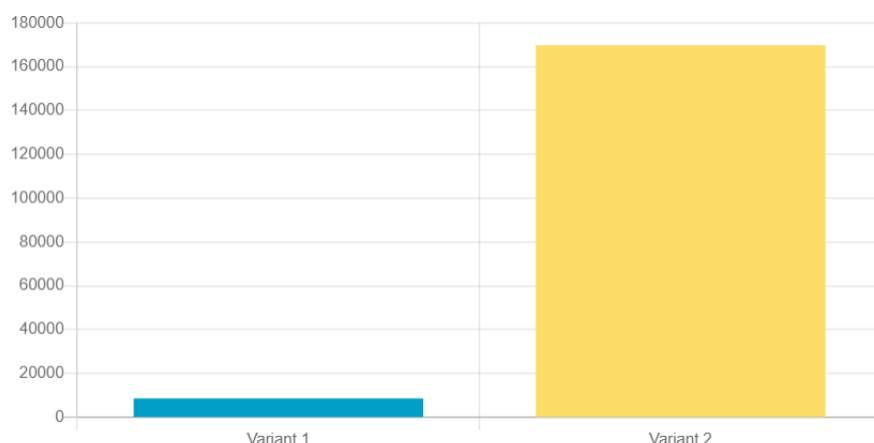
De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 3 (stalendamwand waterkant) het beste scoort t.o.v. variant 2 (combi grond + houtenscherm binnentalud) en variant 1 (de grondoplossing) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere varianten.

In dit geval scoort de damwand iets beter, aangezien deze circa 100 jaar meekan. En de grondoplossing maar 15 jaar (circa 6x terugkomen). Waardoor er een hoop grondverzet bij komt kijken, en dus ook transportbewegingen. Voor de houten binnenscherm geldt dat deze circa 30 jaar meegaat, en dat daarvoor 3x teruggekomen moet worden om deze te plaatsen.

Bij deze hoeveelheden valt daarom een keer een damwand het beste uit qua duurzaamheid, wat normaalgesproken niet zo snel gebeurt.

5.13 Dijkvak 12: Vergelijking varianten



MKI

Variant 1

Variant 2

8.50k

169.80k

Totaaloverzicht

[Exporteren](#)

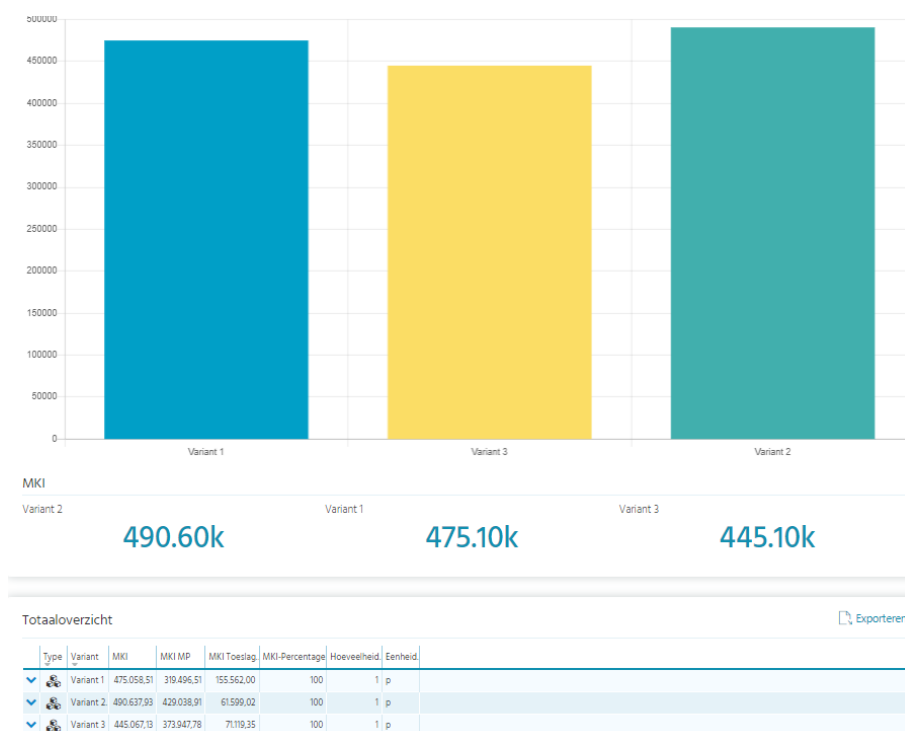
Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid
▼	Variant 1	8.497,94	5.230,95	3.266,99	100	1	p
▼	Variant 2	169.822,00	143.779,44	26.042,56	100	1	p

Figuur 12: totaalvergelijking varianten dijkvak 12

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant.

5.14 Dijkvak 13: Vergelijking varianten



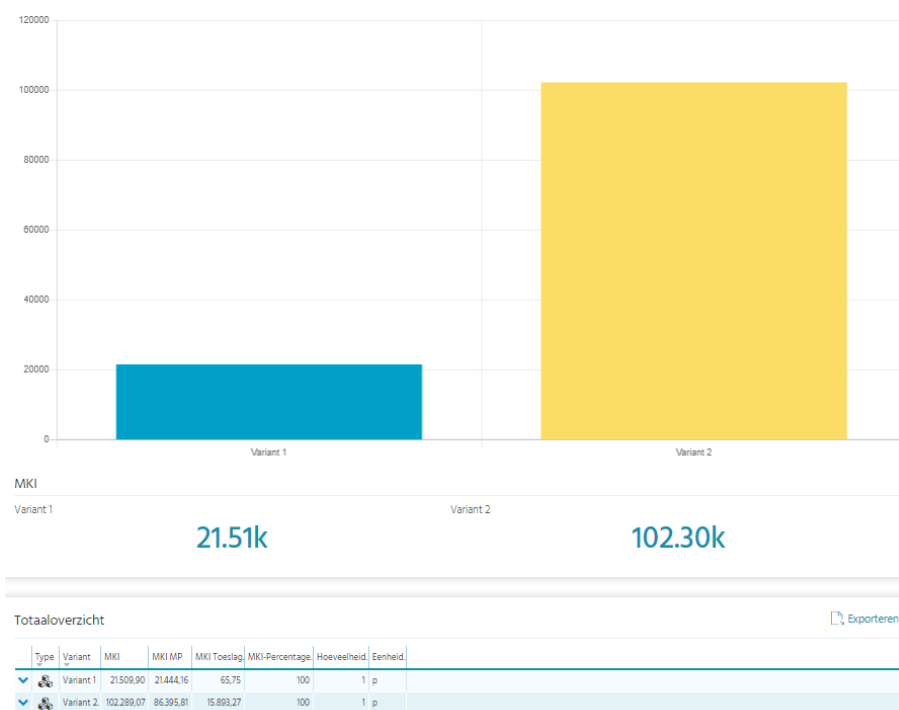
Figuur 13: totaalvergelijking varianten dijkvak 13

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 3 het beste scoort op basis van milieu-impact. Dit is de grondoplossing met beschoeiing aan de waterkant en het minste grondverzet. Deze scoort iets beter dan variant 1 (grondoplossing met grote steunberm) en variant 2 (scherm binnentalud).

In variant 3 hoeft de wegconstructie niet opengebroken te worden en weer nieuw terug aangelegd te worden. In varianten 1 en 2 is dat wel het geval. Ook daarmee wordt het verschil in milieu-impact groter met variant 3.

5.15 Dijkvak 14: Vergelijking varianten



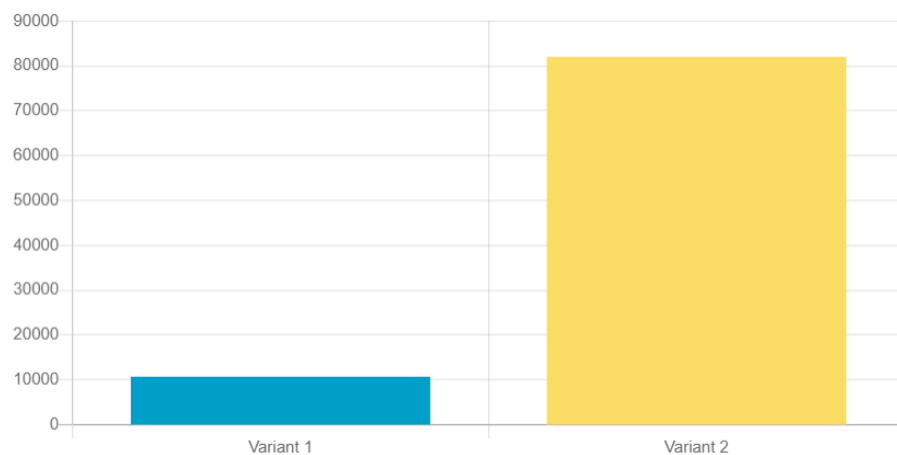
Figuur 14: totaalvergelijking varianten dijkvak 14

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant.

In variant 2 hoeft de wegconstructie niet opengebroken te worden en weer nieuw terug aangelegd te worden. In varianten 1 is dat wel nodig. Desalniettemin weegt dit niet zwaarder dan de staalproductie van de damwanden.

5.16 Dijkvak 15: Vergelijking varianten



MKI

Variant 1

Variant 2

10.67k

82.06k

Totaaloverzicht

[Exporteren](#)

Type	Variant	MKI	MKI MP	MKI Toeslag	MKI-Percentage	Hoeveelheid	Eenheid
▼	Variant 1	10.667,04	6.566,15	4.100,89	100	1	p
▼	Variant 2	82.061,01	70.023,02	12.037,99	100	1	p

De verticale as geeft de berekende milieu-impact weer in euro (MKI in euro).

Uit de berekening blijkt dat variant 1 (de grondoplossing) veel beter scoort dan variant 2 (de stalen damwand) op basis van de milieu-impact. Het heeft de laagste MKI-score ten opzichte van de andere variant.

5.16.2 Verschillen varianten (bevindingen)

Over het algemeen scoort de grondoplossing qua milieu-impact beter dan de damwandoplossing. Sommige dijkvakken hadden ook een andere eventuele oplossing (hoogteschermbinnenzijde dijk / beschoeiing). Welke variant dan het beste scoorde was vaak afhankelijk van het aantal grondverzet.

5.16.3 Conclusie in tabel

Aansluitend op de figuren 3 en 4 laat onderstaande tabel zien dat het zwaartepunt van varianten H2A en H2B zich bevindt in het component van de kerende constructies (het aanbrengen van de stalen damwand).

Dijkvak	MKI-scores per variant					
	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5	Scoort beste
1A	750,61	28.016,10	-	-	-	Variant 1
1B	5.497,81	250.770,87	-	-	-	Variant 1
2	38.046,43	217.022,90	238.003,98	1.943,78	224.469,41	Variant 1
3	23.096,09	186.486,60	189.705,34	-	-	Variant 1
4	59.839,43	41.740,62	212.807,55	167.036,63	-	Variant 2
5	55.322,77	368.752,60	-	-	-	Variant 1
6	46.687,73	112.851,54	-	-	-	Variant 1
7	270.860,88	837.043,91	-	-	-	Variant 1
8	17.570,10	14.776,00	-	-	-	Variant 2
9	Geen opgave	Geen opgave	Geen opgave	Geen opgave	Geen opgave	Geen opgave
10	77.503,96	923.203,70	-	-	-	Variant 1
11	104.698,86	112.917,81	102.944,63	-	-	Variant 3
12	8.497,94	169.822,00	-	-	-	Variant 1
13	475.058,51	490.038,91	445.067,13	-	-	Variant 3
14	21.509,90	102.289,07	-	-	-	Variant 1
15	10.667,04	82.061,01	-	-	-	Variant 1

Tabel 3: MKI per variant

De impact van de damwand heeft te maken met de hoeveelheid CO₂ wat vrijkomt bij de productie van het materiaal 'staal'. Daarnaast brengt de uitvoeringswijze ook de nodige transportbewegingen met zich mee.

6 Conclusie

Op basis van het totaal onderzoek kan de conclusie worden getrokken dat de grondoplossing bij de meeste dijkvakken de laagste milieu-impact heeft. En dat het meest nadelige effect wordt veroorzaakt door de toepassing van de stalen damwand.

Naast het aspect milieu-impact geldt met betrekking tot de maatschappelijke kosten, dat er circa 6 keer een dijkverbetering zal moeten worden uitgevoerd om de dijk voor 100 jaar op orde te hebben. Tegen één keer een damwandconstructie aanbrengen met een zelfde levensduur van ongeveer 100 jaar.

In dijkvak 13 en dijkvak 14 is er ook een klein verschil in milieu-impact op te merken met betrekking tot de wegconstructie. Dit is echter niet doorslaggevend op het eindresultaat. Wel kan dit ook meegenomen worden in de maatschappelijke kosten / afstemming met de gemeente, als je meerdere keren terug moet komen voor de grondoplossing om de weg open te breken.

7 Bijlagen

Bijlage	Omschrijving	Datum	Status/versie
1	RAP_20220211_DF01 DVP Geuzensloot	11-2-2022	DF01
2	01.2536-DWP-001_Hoeveelheden	20-1-2022	DF01
3	MEM_20220124_CN1.0_Variantenanalyse DVB Geuzensloot (Rens Hasman)	11-2-2022	DF01
4	Tekeningen Marc Verbruggen 01.2536-DWP-001 KAD-01 tm 15	11-2-2022	DF01

Tabel 4: Overzicht bijlagen