

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

Nota Ontwerputgangspunten

Verkenningfase Salmsteke – Sterke Lekdijk



LievenseCSO Milieu B.V.

CORRESPONDENTIEADRES

Postbus 2
3980 CA Bunnik

BEZOEKADRES

Regulierenring 6
3980 LB Bunnik

TELEFOON

+31 (0)88 91 020 00

E-MAIL

info@LievenseCSO.com

INTERNET

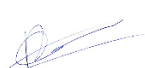
LievenseCSO.com

Docnr: WAB003344-R-002

Revisie: 3

Datum: 4 juni 2018

Autorisatie

Docnr: WAB003344-R-002	Datum: 04-06-2018
Opgesteld: A. Broere T. van Cuijk L. Dam D. van Zandvoort R. van der Togt	Paraaf 
Geverifieerd: B. de Groot	Paraaf 
Vrijgegeven: P. Karssemeijer	Paraaf 

Documenthistorie

Rev.	Datum	Opmerking/reden wijziging
0j	23-02-2018	Tussenversie in concept incl. geotechnische uitgangspunten en gewijzigde structuur
1a	30-03-2018	Eerste versie, review op versie 0j verwerkt
2	25-04-2018	Tweede versie, review verwerkt
3	04-06-2018	Definitief, review verwerkt

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
1.1	Nota Ontwerputgangspunten	1
1.2	Samenhang rapportages Salmsteke	1
2	Projectbeschrijving	4
2.1	Programma Sterke Lekdijk.....	4
2.2	Projectbeschrijving Salmsteke.....	5
2.3	Integraal voorkeursalternatief	6
3	Ontwerpopgave	9
4	Algemene uitgangspunten	10
4.1	Overstromingskans norm	10
4.2	Ontwerpinstrumentarium	10
4.3	Ontwerplevensduur.....	10
4.4	Faalkansruimte en faalkanseisen op doorsnedeniveau	11
4.5	Kritiek overslagdebiet.....	11
4.6	Hydraulische randvoorwaarden	11
4.7	Polderpeilen.....	14
4.8	Autonome bodemdaling.....	15
4.9	Belastingcombinaties BGT / UGT.....	16
5	Geotechniek.....	17
5.1	Beschikbaar grondonderzoek	17
5.2	Karakterisering ondergrond	17
5.3	Geotechnische parameters piping.....	18
5.4	Geotechnische parameters macrostabiliteit	19
6	Schematiseren dijk en ondergrond.....	21
6.1	Vakindeling	21
6.2	Schematisering maatgevende grondopbouw macrostabiliteit	23
7	Schematisatie waterspanningen	25
7.1	Freatische lijn in ontwerpsituaties	25
7.2	Stijghoogte watervoerend pakket	26
7.3	Indringingslengte	26
8	Hoogte	27
8.1	Faalkanseis op doorsnedeniveau	27
8.2	Bestaande kruinhoogte	27
8.3	Waterstanden bij normfrequentie	28
8.4	Benodigde kruinhoogte	28

9	Piping.....	29
9.1	Rekenregel.....	29
9.2	Faalkanseis op doorsnedeniveau	29
9.3	Schematiseringsfactor	29
9.4	Maximaal verval voor piping	29
9.5	Intredelijn	29
10	Macrostabiliteit.....	31
10.1	Rekenregels en rekenmodel	31
10.2	Faalkanseis op doorsnedeniveau	31
10.3	Stabiliteitsfactor	32
10.4	Stabiliteitsfactor	34
10.5	Opbarsten	35
11	Bekleding	36
11.1	Toepassingsvoorwaarden grasbekleding kruin en binnentalud.....	36
11.2	Rekenmodel grasbekleding buitentalud.....	36
11.3	Erosiebestendigheid klei buitentalud.....	36
11.4	Faalkanseis op doorsnedeniveau	36
12	Technische bouwstenen	37
13	Omgevingsbelangen	40
13.1	Stakeholderanalyse	40
13.2	Wensen.....	43
13.3	Zorgen.....	43
13.4	Uitgangspunten grondverwerving.....	44
13.5	Meekoppelkansen	44
14	Conditionering	47
14.1	Ecologie.....	47
14.2	Bodem.....	49
14.3	Archeologie.....	50
14.4	Cultuurhistorische en landschappelijke waarden	51
14.5	Kabels en leidingen.....	51
15	Ruimtelijk kwaliteitskader	53
15.1	Ruimtelijk ontwerp	53
15.2	De dijk: profiel en tratering.....	53
15.3	Aansluiting op het omliggende landschap	60
16	Technische en ruimtelijke inpassing	66
16.1	Opgaven landschap	66
16.2	Opgaven dijkveiligheid	67
16.3	Bouwstenen gekoppeld aan de opgave	67
16.4	Knelpunten en kansen dijkveiligheidsopgave en landschap	70
17	Duurzaamheidsambities	71
17.1	Omgevingswijzer	71

17.2	Ambitiweb	72
18	Innovatie.....	75
18.1	Innovaties voor STPH.....	75
18.2	Innovaties voor STBI en STBU.....	75
18.3	Innovaties voor GEBU en GEKB	76
18.4	Innovatieve meet- en rekentechnieken	76
19	Beoordelingskader	77
20	Referenties	79

Bijlagen

Bijlage 1	Afleiding sterkte-parameters
Bijlage 2	Bepaling grensspanning
Bijlage 3	Cultuurhistorie Salmsteke
Bijlage 4	Ecologie
Bijlage 5	Grondonderzoek
Bijlage 6	Geometrie vakindeling
Bijlage 7	CPT-Tool
Bijlage 8	Grensspanningen
Bijlage 9	Waterspanningen ontwerp
Bijlage 10	Archeologische verwachtingenkaart
Bijlage 11	Monumenten
Bijlage 12	Duurzaamheidsambities

1 Inleiding

In dit document worden de ontwerputgangspunten beschreven die gebruikt worden voor het ontwikkelen van het voorkeursalternatief in de Verkenning Salmsteke. Verkenning Salmsteke is onderdeel van het overkoepelende project Sterke Lekdijk, waarbij 55 kilometer dijk wordt versterkt om te voldoen aan de nieuwe normering. De totale dijkversterking is naar verwachting gerealiseerd in 2029.

Als één van de eerste deelprojecten is gekozen voor het dijktraject vanaf de Rolafweg Zuid te Lopik tot de bebouwde kom van Jaarsveld (deelproject Salmsteke). Dit deelproject wordt met voorrang uitgevoerd om aan te sluiten op de gebiedsontwikkeling in de uiterwaard van recreatiegebied Salmsteke. Naar verwachting wordt de verkenning afgerond in het eerste kwartaal van 2019¹. Hierna volgt besluitvorming en realisatie tot en met 2023.

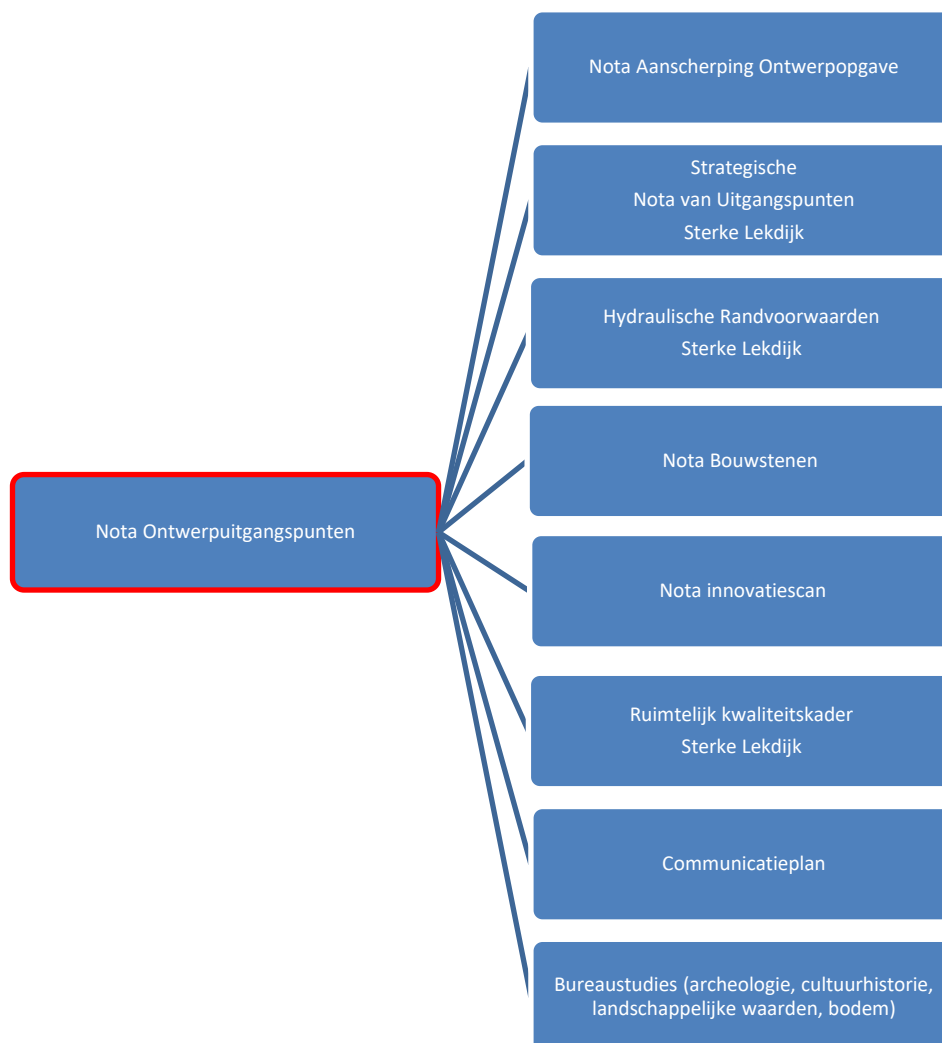
1.1 Nota Ontwerputgangspunten

Doel van deze nota is om alle uitgangspunten vanuit technisch onderzoek, omgevingsanalyse en ruimtelijk kwaliteitskader vast te leggen welke van toepassing zijn op het ontwerp ten behoeve van de verkenning voor project Salmsteke. Deze uitgangspunten zullen centraal staan bij het ontwerpproces.

1.2 Samenhang rapportages Salmsteke

Aan de voorliggende Nota Ontwerputgangspunten liggen meerdere documenten ten grondslag zie Figuur 1-1. Deze documenten dienen ter ondersteuning en zijn in meer detail uitgewerkt specifiek voor Salmsteke of de totale Sterke Lekdijk. De resultaten en conclusies uit onderliggende nota's zijn in de Nota Ontwerputgangspunten opgenomen. Gedetailleerde uitwerkingen of (technische) afleidingen worden zoveel mogelijk buiten de Nota Ontwerputgangspunten gehouden, in de tekst wordt hiernaar verwezen. Dit kunnen ook verwijzingen zijn naar documenten buiten het project, bijvoorbeeld het Ontwerpinstrumentarium OI2014, ontwerphandleidingen of werkwijzers. De volledige referentielijst is opgenomen in hoofdstuk 20.

¹ Deterministisch: 27/5/2019 en Probabilistisch: 16/9/2019



Figuur 1-1: Samenhang rapportages Salmsteke

Deel I: Projectbeschrijving

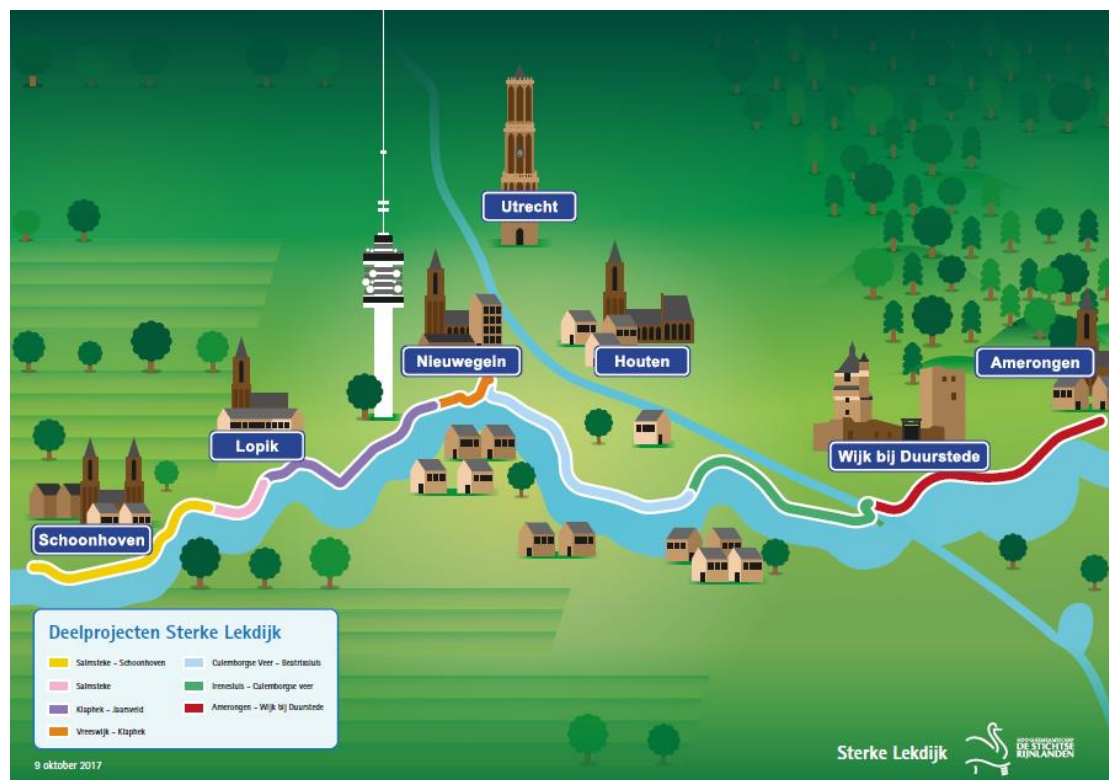
2 Projectbeschrijving

2.1 Programma Sterke Lekdijk

Onder de noemer Sterke Lekdijk werkt Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (hierna: HDSR) aan het versterken van de Lekdijk tussen Amerongen en Schoonhoven (Figuur 2-1). De Lekdijk, in beheer en onderhoud van HDSR, strekt zich uit langs de noordelijke oever van de Lek en Nederrijn van Schoonhoven tot Amerongen over een lengte van 55 kilometer. De dijk is bijna 1000 jaar oud en beschermt een groot deel van Midden- en West-Nederland tegen hoge waterstanden in de Lek en Nederrijn. HDSR heeft de taak om de dijk aan de nieuwe normering van de Waterwet te laten voldoen.

Het programma Sterke Lekdijk is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma en is verdeeld in zeven deelprojecten van oost naar west (Figuur 2-1):

1. Amerongen – Wijk bij Duurstede
2. Irenesluizen – Culemborgse Veer
3. Culemborgse Veer – Beatrixsluis
4. Vreeswijk – Klaphek
5. Klaphek – Jaarsveld
6. Salmsteke
7. Salmsteke – Schoonhoven

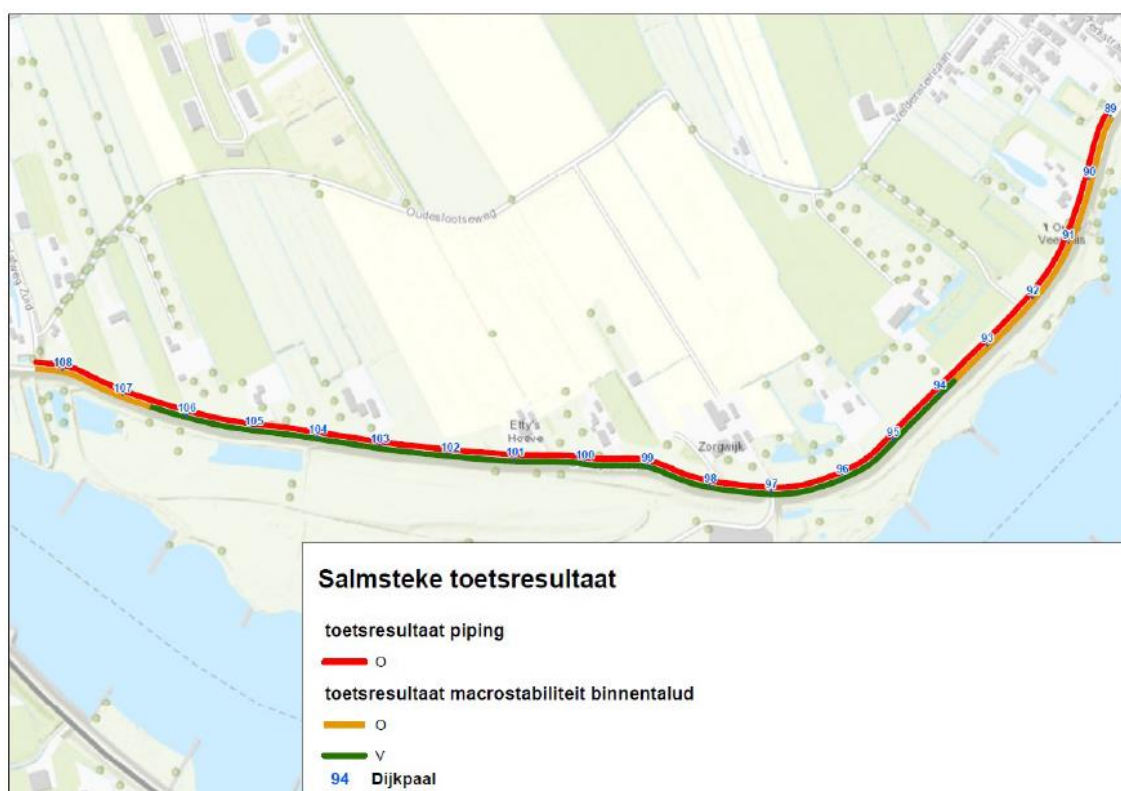


Figuur 2-1: Locatie Lekdijk met deelproject Salmsteke

De projecten worden beheerst conform de Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT) werkwijze. Deze werkwijze bestaat drie afzonderlijke fasen: Verkenningfase, planuitwerkingsfase en realisatiefase.

2.2 Projectbeschrijving Salmsteke

Het deeltraject Salmsteke betreft een dijkvak van 2,0 kilometer, dat loopt van Lopik (Rolafweg Zuid) tot aan de dorpskern van Jaarsveld (Figuur 2-2).



Figuur 2-2: Ligging dijktraject Salmsteke en toetsresultaat

Voorafgaand aan de verkenning Salmsteke is binnen het project POV Dijkversterking Centraal Holland onderzocht welk deel van de primaire waterkering langs de Nederrijn en Lek versterkt moet worden [3]. Vervolgens is in 2017 binnen het project Dijkversterking Centraal Holland een aanvulling op deze veiligheidsanalyse uitgevoerd [8]. Op basis van de uitgevoerde veiligheidsanalyse in [3] en [8] is de veiligheidsopgave voor deeltraject Salmsteke (Figuur 2-3):

- Het hele dijkvak van 2 km (dp89 – dp108) is afgekeurd op piping met kwelweglengtetekorten variërend van 15 tot 114 m.
- Daarnaast is de dijk afgekeurd op macrostabiliteit binnenwaarts aan de uiterste westzijde en vanaf dijkpaal 94 aan de oostzijde van het projectgebied. Dit betreft een totale lengte van 0,7 km.

- De hoogte van de kering is beoordeeld als voldoende met een kleine marge op de kruinhoogte (0,16 – 0,34 m). Hierbij is beoordeeld voor het jaar 2023. Ook op basis van de bodemdaling is er geen hoogteopgave.

De gronden rondom de dijk zijn in eigendom van Recreatieschap Stichtse Groenlanden, Staatsbosbeheer en particulieren en bedrijven aan de dijk. Aan de dijk staan enkele boerderijen en woningen met op- en afritten vanaf de dijk. De uiterwaarden worden als recreatiegebied gebruikt door de omgeving.

Om aan te sluiten op de gebiedsontwikkeling in de uiterwaard van recreatiegebied Salmsteke wordt het deeltraject Salmsteke met voorrang uitgevoerd. Voor het recreatiegebied zijn plannen om een getijdegeul aan te leggen vanuit de Kader Richtlijn Water (KRW) van Rijkswaterstaat Oost Nederland (RWS ON) en het recreatiegebied Salmsteke van het Recreatieschap Stichtse Groenlanden (RSG) opnieuw in te richten. Vanuit provincie Utrecht en staatsbosbeheer leeft de wens natuurontwikkeling te realiseren volgens de Natura 2000 doelen en het Nationaal natuur Netwerk. De waterveiligheidsopgave voor de dijk wordt dan gecombineerd met de KRW-opgave, natuuropgave en de herinrichtingsopgave in het recreatiegebied. Hiervoor is een Samenwerkingsovereenkomst tussen HDSR, Rijkswaterstaat, Provincie Utrecht en Recreatieschap Stichtse Groenlanden getekend. Het voornemen is om direct aansluitend aan de vaststelling van het VKA gezamenlijk de planstudiefase te doorlopen.

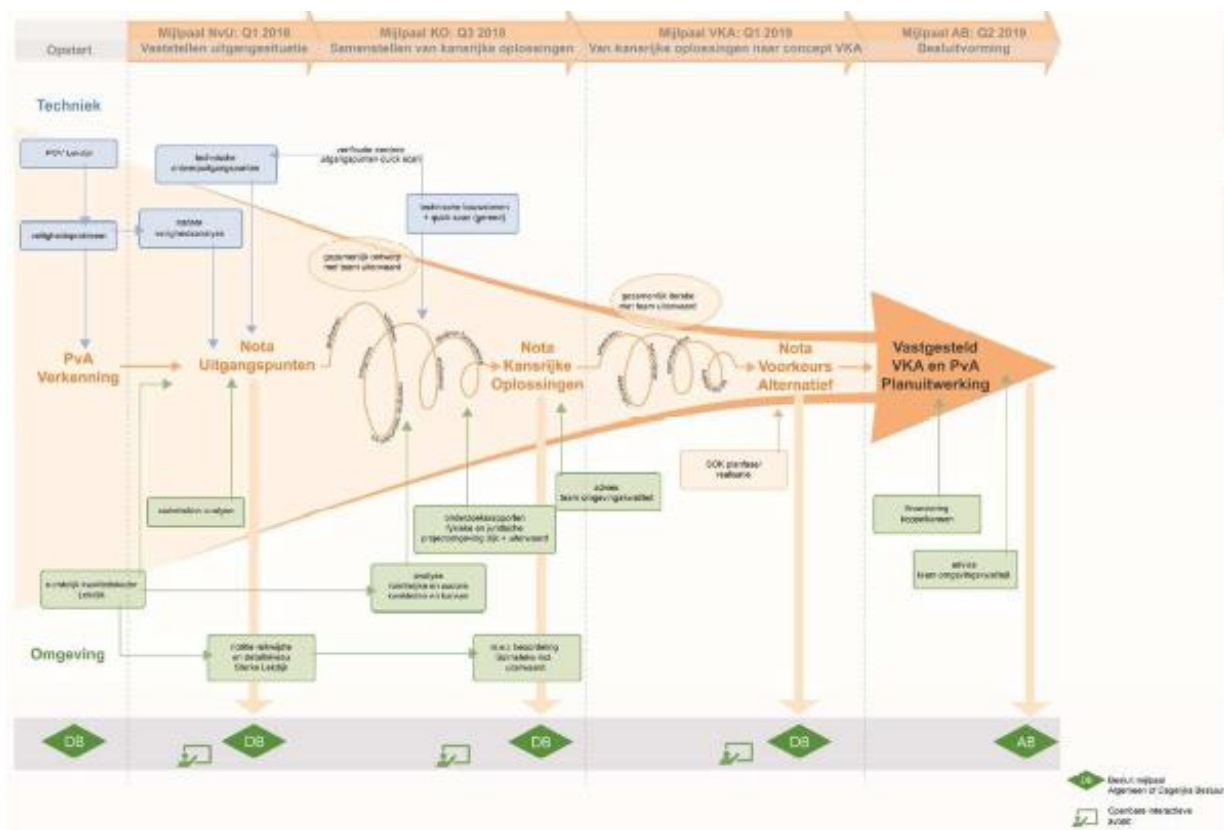
2.3 Integraal voorkeursalternatief

Voor Verkenning dijkversterking Salmsteke wordt in dit stadium de verkenningsfase uitgewerkt met mogelijke oplossingen, selectie van kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief. Gelijktijdig wordt voor de uiterwaard Salmsteke ook een voorkeursalternatief opgesteld. Het ontwerpproces is ingericht met afstemming tussen de beide ontwerpprocessen. Het doel is om een breed gedragen integraal voorkeursalternatief Salmsteke op te stellen. In Figuur 2-3 is het ontwerpproces schematisch weergegeven.

Het ontwerpproces in de verkenningsfase is in vier deelfases te verdeeld:

- Vaststellen uitgangssituatie;
- Samentellen van kansrijke oplossingen;
- Van kansrijke oplossingen naar concept voorkeursalternatief (VKA);
- Besluitvorming.

Van fase 1 t/m 4 vindt trechtering plaats met een aantal beslisdocumenten. Deze beslisdocumenten worden gevoed vanuit technisch onderzoek (weergegeven in blauw) en omgeving (weergegeven in groen).



Figuur 2-3: Integraal ontwerpproces (bron: Plan van Aanpak verkenningfase dijkversterking Salmsteke (HDSR, 2017).

Deel II: Ontwerpopgave en technische uitgangspunten

3 Ontwerpopgave

Er zijn meerdere aanscherpingen uitgevoerd op semi-kwantitatief en kwalitatief niveau (onderzoek 2015 [6], 2017 [8] en binnen het huidige project). Binnen de huidige verkenning is een rekenkundige onderbouwing, op basis van vigerende ontwerp- en toetsregels, rekentechnieken en bijbehorende nieuwe schematisaties, parallel aan het opstellen van dit uitgangspuntendocument uitgevoerd. De resultaten zijn beschreven in de Nota Aanscherping Ontwerpopgave [26] en hieronder samengevat. De opgave is in beeld gebracht in de figuren in hoofdstuk 16.

- Hoogte (GEKB): Voor traject Salmsteke is sprake van een zeer beperkte hoogteopgave. De grootte van deze hoogteopgave hangt af van het toelaatbare overslagdebiet dat gekozen wordt. Binnen Salmsteke wordt een overslagdebiet gehanteerd van 5 l/s/m. Bij een overslagdebiet van 5 l/s/m geldt voor ongeveer 400 m van het traject een hoogteopgave (dijkpaal 91 t/m 94).
- Piping (STPH): Het dijktraject is opgedeeld in 3 secties en voor elk sectie is een representatief profiel doorgerekend. Voor de zone van de oostgrens tot dijkpaal 107,5 geldt een pipingopgave. De zone van dijkpaal 107,5 tot de westgrens voldoet.
- Macrostabieleit binnenwaarts (STBI): Voor delen van het traject geldt een opgave voor macrostabieleit binnenwaarts. Deze opgave is er vanaf de oostelijke projectgrens tot circa dijkpaal 97 en ten westen van dijkpaal 107,5. Hier is de stabiliteit ruimschoots onder het vereiste veiligheidsniveau. In deze zones bevindt zich een dikke deklaag van slappe klei- en veenlagen. Van circa dijkpaal 97 tot 107,5 is de stabiliteit voldoende.
- Macrostabieleit binnenwaarts (STBU): Voor het gehele traject Salmsteke is er een ontwerpopgave voor macrostabieleit buitenwaarts.
- Bekleding gras (GEBU): Voor het gehele traject is er een ontwerpopgave voor de grasbekleding op het buitentalud. Hier kan de aanwezige grasmat de berekende golfhoogten niet weerstaan.
- Niet waterkerende objecten (NWO): Er is een ontwerpopgave voor de NWO's (2 gebouwen en 1 boom) die in de derde toetsronde 'onvoldoende' scoorden. NWO's die in de derde toetsronde 'voldoende' of 'goed' scoren, dienen opnieuw beoordeeld te worden. Dit is nu niet gedaan omdat dit niet bepalend is voor het ruimtebeslag.

Dit is voldoende voor de huidige fase, overige faalmechanismen zijn niet relevant voor het ruimtebeslag.

4 Algemene uitgangspunten

4.1 Overstromingskans norm

Locatie Salmsteke van de Sterke Lekdijk maakt onderdeel uit van dijktraject 15-1 dat loopt van Schoonhoven tot de Beatrixsluizen bij Nieuwegein. In de nieuwe Waterwet uit 2017 is voor dit dijktraject een overstromingskans norm vastgesteld. Deze norm bestaat uit twee waarden: een signaleringswaarde en een maximaal toelaatbare kans. In Tabel 4-1 zijn de overstromingskans normen voor dit dijktraject gegeven.

Tabel 4-1: overstromingskans normen voor traject 15-1 conform Waterwet

Traject 15-1	Kans [1/jaar]
Signaleringswaarde	1/30.000
Maximaal toelaatbare kans (ondergrens)	1/10.000

De totale lengte van dijktraject 15-1 bedraagt 23,0 km (bijlage A van OI2014v4 [2]). De lengte van het deel bij Salmsteke bedraagt ca. 2 km. Voor de benodigde veiligheidsfactoren wordt conform OI2014v4 [2] uitgegaan van de lengte van het normtraject.

Het ontwerpen van de kering is gericht op het nog net voldoen aan de maximaal toelaatbare overstromingskans (ondergrens) aan het einde van de beoogde levensduur. Er wordt hierbij rekening gehouden met onder andere klimaatverandering, bodemdaling, gewijzigde rivierafvoeren en zettingen.

4.2 Ontwerpinstrumentarium

Voor de verkenningfase van dijkversterking Salmsteke wordt een ontwerp gemaakt conform de vigerende versie van het ontwerpinstrumentarium. De vigerende versie is OI2014v4 van februari 2017 [2][1]. Deze versie van het OI sluit nauw aan bij WBI2017.

4.3 Ontwerplevensduur

Er wordt in de verkenningfase uitgegaan van een ontwerplevensduur van 50 jaar voor dijklichamen en een ontwerplevensduur van 100 jaar voor constructies. Realisatie van de dijkversterking zou volgens planning in 2023 gereed dienen te zijn. Dit jaar wordt daarom gebruikt als basisjaar waarop de levensduur wordt gebaseerd. Als uitgangspunt voor de verkenningfase geldt daarom:

- Ontwerp grondlichamen: levensduur van 50 jaar met zichtjaar 2073
- Ontwerp constructieve elementen met een waterkerende functie: levensduur van 100 jaar met zichtjaar 2123

In de uitwerking van de kansrijke oplossingen wordt de LCC (Life Cycle Costing) -benadering toegepast ten behoeve van de beoordeling van kansrijke oplossingen. Op basis van de LCC kan de ontwerplevensduur worden geoptimaliseerd.

4.4 Faalkansruimte en faalkanseisen op doorsnedeniveau

Conform OI2014v4 [2] dient de maximaal toelaatbare faalkans (1/10.000) verdeeld te worden over de verschillende faalmechanismen die van toepassing zijn voor het dijktraject. Hiermee worden de faalkanseisen per faalmechanisme bepaald. De faalkansbegroting wordt conform de standaard faalkansbegroting uit OI2014v4 [2] gehanteerd en is gegeven in Tabel 4-2.

Tabel 4-2: Standaard faalkansbegroting conform OI2014v4 [2]

Type waterkering	Faalmechanisme	Faalkansruimtefactor (ω)
Dijk	Overloop en golfoverslag	0,24
	Opbarsten en piping	0,24
	Macrostabieliteit binnenwaarts	0,04
	Beschadiging bekleding en erosie	0,10
Kunstwerk	Niet sluiten	0,04
	Piping	0,02
	Constructief falen	0,02
Overig		0,30
Totaal		1,00

De faalkanseis die per doorsnede aan een faalmechanisme wordt gesteld is berekend conform OI2014v4 [2] en de berekende faalkanseisen op doorsnedeniveau zijn per faalmechanisme weergegeven in hoofdstukken 8 t/m 11.

4.5 Kritiek overslagdebiet

Het kritiek overslagdebiet wordt gehanteerd voor de bepaling van de vereiste kruinhoogte van de waterkering. In de Strategische Nota van Uitgangspunten van HDSR [31] is dit nader uitgewerkt. Voor ontwerpen in de verkenningsfase wordt uitgegaan van een maximaal toelaatbaar overslagdebiet van 5 l/s/m voor de uiterste grenstoestand. Het is mogelijk om lokaal van dit uitgangspunt af te wijken, zie Strategische Nota van Uitgangspunten van HDSR [31]. Daarom zijn ook de hydraulische randvoorwaarden bij overslagdebieten van 1 l/s/m en 10 l/s/m weergegeven.

4.6 Hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische randvoorwaarden zijn voor de gehele Sterke Lekdijk opgesteld in rapport WAB003872-R-001 [22]. Hierin zijn ook de uitgangspunten van de berekeningen opgenomen. De resultaten voor traject Salmsteke zijn hieronder gegeven.

4.6.1 Ontwerpwaterstanden

De ontwerpwaterstand voor dijklichamen met zichtjaar 2073 (ontwerplevensduur 50 jaar) en overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar is weergegeven in Tabel 4-3.

Tabel 4-3: Ontwerpwaterstand 1/10.000 zichtjaar 2073

Dijkpaal	Waterstand [m NAP]
DP 90	5,913
DP 91	5,899
DP 92	5,867
DP 93	5,854
DP 94	5,854
DP 95	5,843
DP 96	5,821
DP 97	5,789
DP 98	5,759
DP 99	5,760
DP 100	5,758
DP 101	5,754
DP 102	5,742
DP 103	5,733
DP 104	5,721
DP 105	5,709
DP 106	5,700
DP 107	5,686
DP 108	5,671

De ontwerpwaterstand voor constructies met zichtjaar 2123 (ontwerplevensduur 100 jaar) en overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar is weergegeven in Tabel 4-4.

Tabel 4-4: Ontwerpwaterstand 1/10.000 zichtjaar 2123

Dijkpaal	Waterstand [m NAP]
DP 90	6,109
DP 91	6,096
DP 92	6,065
DP 93	6,053
DP 94	6,053
DP 95	6,043
DP 96	6,021
DP 97	5,991
DP 98	5,965
DP 99	5,965
DP 100	5,963
DP 101	5,960
DP 102	5,949
DP 103	5,939
DP 104	5,929
DP 105	5,917
DP 106	5,909
DP 107	5,894
DP 108	5,881

Voor de berekening van macrostabiliteit binnenwaarts met golfoverslag wordt de ontwerpwaarde van de buitenwaterstand behorend bij een golfoverslagdebiet van 1 l/m/s als buitenwaterstand aangehouden conform de KPR-factsheet [23], weergegeven in Tabel 4-5.

Tabel 4-5: Overzicht buitenwaterstand STBI met overslag

Dijkpaalnummer	Waterstand [m NAP]		Waterstand [m NAP]	
Kruinhoogte waterkering	HBN 5 l/s/m		HBN 10 l/s/m	
Zichtjaar	2073	2123	2073	2123
90	5,51	5,48	5,51	5,56
91	5,64	5,66	5,64	5,68
92	5,48	5,52	5,49	5,60
93	5,48	5,52	5,48	5,54
94	5,48	5,52	5,48	5,54
95	5,44	5,46	5,47	5,59
96	5,60	5,74	5,59	5,86
97	5,71	5,75	5,68	5,87
98	5,44	5,54	5,36	5,46
99	5,43	5,54	5,34	5,43
100	5,40	5,51	5,33	5,63
101	5,40	5,51	5,35	5,65
102	5,40	5,51	5,35	5,65
103	5,39	5,50	5,30	5,39
104	5,54	5,79	5,54	5,91
105	5,37	5,48	5,36	5,60
106	5,36	5,44	5,28	5,37
107	5,37	5,48	5,29	5,40
108	5,35	5,47	5,26	5,37

4.6.2 Hydraulisch belastingniveau

Het hydraulisch belastingniveau voor dijklichamen met overslagdebieten 1, 5 en 10 l/s/m, zichtjaar 2073 (ontwerplevensduur 50 jaar) en overschrijdingsfrequentie van 1/41.667 per jaar is weergegeven in Tabel 4-6.

Tabel 4-6: Hydraulisch belasting niveau 1/41.667 zichtjaar 2073

Dijkpaal	HBN 1 l/s/m [m NAP]	HBN 5 l/s/m [m NAP]	HBN 10 l/s/m [m NAP]
DP 90	6,186	6,054	6,020
DP 91	6,090	6,018	5,996
DP 92	6,286	6,109	6,049
DP 93	6,220	6,073	6,024
DP 94	6,220	6,073	6,024
DP 95	6,297	6,107	6,042
DP 96	6,550	6,300	6,201
DP 97	6,458	6,252	6,169
DP 98	6,821	6,490	6,357
DP 99	6,895	6,542	6,399
DP 100	6,846	6,496	6,357
DP 101	6,700	6,393	6,272
DP 102	6,726	6,409	6,283
DP 103	6,802	6,460	6,323
DP 104	6,669	6,363	6,244
DP 105	6,711	6,388	6,259
DP 106	6,876	6,502	6,353
DP 107	6,776	6,433	6,296
DP 108	6,721	6,410	6,282

4.6.3 Golfrandvoorwaarden

De golfrandvoorwaarden voor de bekleding zijn bepaald met 2 waterstanden per dijkpaal. De hoogste waterstand is de waterstand die volgt uit de resultaten van waterstanden voor zichtjaar 2050 met overschrijdingsfrequentie van 1/220.000 per jaar naar beneden afgerond op 0,5 m. De laagste waterstand bevindt zich 1,0 m onder de hoogste waterstand.

Vanwege de beperkte waterstandsverschillen tussen zichtjaar 2050 en 2073 en de afronding op 0,5 m is in overleg met HDSR is besloten om de gevonden golfhoogtes behorend bij 2050 ook te hanteren voor zichtjaar 2073 (ontwerplevensduur 50 jaar). Zie Tabel 4-7 voor een overzicht.

Tabel 4-7: Golfrandvoorwaarden 1/220.000 zichtjaar 2050 (te gebruiken voor 2073)

Dijkpaal	Laagste waterstand [m NAP]	Hoogste waterstand [m NAP]	Golfhoogte [m]	Golfperiode [s]	Golfinval [°]	Golfhoogte [m]	Golfperiode [s]	Golfinval [°]
			Laagste waterstand			Hoogste waterstand		
DP 90	5,0	6,0	0,78	2,85	120,50	0,37	2,17	143,00
DP 91	5,0	6,0	0,91	3,06	114,10	0,44	2,41	136,60
DP 92	5,0	6,0	0,96	3,16	91,20	0,48	2,56	113,70
DP 93	5,0	6,0	0,94	3,11	89,60	0,49	2,57	112,10
DP 94	5,0	6,0	0,94	3,11	89,60	0,49	2,57	112,10
DP 95	5,0	6,0	1,03	3,21	112,70	0,54	2,70	112,70
DP 96	5,0	6,0	1,30	3,65	113,50	0,67	3,09	91,00
DP 97	4,5	5,5	1,29	4,19	93,20	1,05	3,32	93,20
DP 98	4,5	5,5	1,33	4,25	80,80	1,06	3,35	80,80
DP 99	4,5	5,5	1,30	4,15	67,30	1,02	3,27	67,30
DP 100	4,5	5,5	1,32	4,19	85,40	1,03	3,29	85,40
DP 101	4,5	5,5	1,31	4,17	88,90	1,02	3,26	88,90
DP 102	4,5	5,5	1,29	4,12	84,70	0,99	3,22	84,70
DP 103	4,5	5,5	1,32	4,19	82,70	1,01	3,26	82,70
DP 104	4,5	5,5	1,31	4,17	80,60	1,00	3,24	80,60
DP 105	4,5	5,5	1,29	4,13	82,90	0,98	3,20	82,90
DP 106	4,5	5,5	1,32	4,18	76,10	0,99	3,23	76,10
DP 107	4,5	5,5	1,33	4,20	72,80	1,00	3,25	72,80
DP 108	4,5	5,5	1,32	4,19	63,80	1,00	3,24	63,80

4.7 Polderpeilen

De polderpeilen volgen uit het peilbesluit van HDSR (zie Figuur 4-1).

Van dijkpaal 97 – 108 geldt peilgebied Polder Vogelzang zuid en Graaf west:

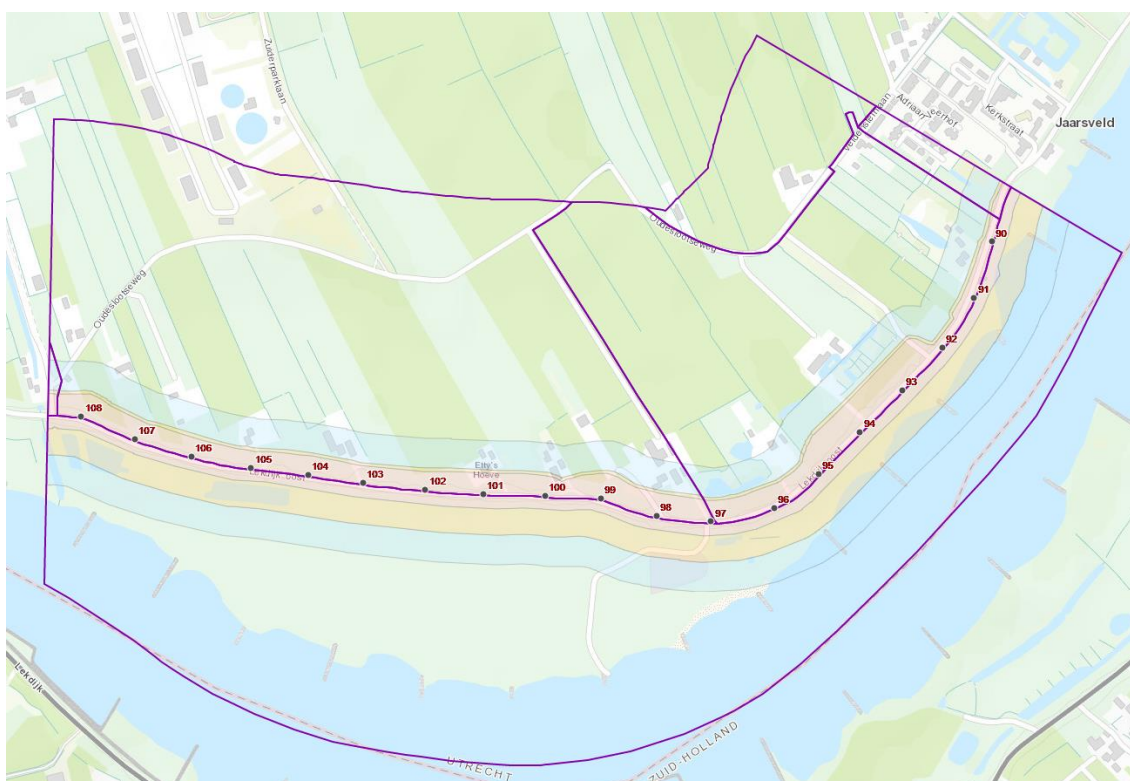
- Zomerpeil: NAP -0,42 m
- Winterpeil: NAP -0,62 m

Van dijkpaal 90 – 97 geldt peilgebied Polder Vogelzang zuidoost:

- Zomerpeil: NAP -0,35 m
- Winterpeil: NAP -0,50 m

Bij de kern van Jaarsveld geldt peilgebied Kern Jaarsveld (XVIIIa):

- Vast peil: NAP -0,20 m



Figuur 4-1: Peilbesluit HDSR met verschillende peilgebieden

Tijdens maatgevend hoogwater wordt rekening gehouden met verhoogde polderpeilen in de polder. Deze zullen worden gehanteerd op binnendijs maaiveldniveau conform de Strategische Nota van Uitgangspunten van HDSR [31].

4.8 Autonome bodemdaling

Conform de Strategische Nota van Uitgangspunten van HDSR [31] wordt de autonome bodemdaling gebaseerd op de beschikbare TerraSAR-X satellietmetingen.

Voor traject Salmsteke wordt uitgegaan van de volgende autonome bodemdaling:

- Tot en met dijkpaal 94 geldt een autonome bodemdaling van 10 mm per jaar
- Vanaf dijkpaal 95 geldt een autonome bodemdaling van 2 mm per jaar

Tussen dijkpaal 97 en 98 ligt een sectie met een lengte van ca. 15 meter een afwijkende bodemdaling laat zien (10 mm/jaar). Deze sectie is nader geanalyseerd. De waarde is

gebaseerd op 4 meetpunten waarvoor de gemeten bodemdaling ca. 16 mm bedraagt. Aan weerszijden van de sectie bedraagt de bodemdaling ca. 2 mm. Vanuit de ondergrond is er geen verklaring hiervoor te geven. Dit deel bevindt zich op de hoge zandrug. Naar verwachting zou de bodemdaling in dit deel daarom gering moeten zijn.

Ook in AHN-3 geeft dit deel van de kering geen afwijkend beeld. Gezien de spreiding van belastingen in de ondergrond is het niet te verklaren dat door autonome bodemdaling deze sectie van 15 m lang 8 keer zo snel zou dalen dan de aansluitende delen. Voor de autonome bodemdaling wordt deze sectie daarom genegeerd en wordt tussen dijkpaal 97 en 98 uitgegaan van 2 mm bodemdaling per jaar.

4.9 Belastingcombinaties BGT / UGT

Conform het OI2014v4 [2][1] wordt het ontwerp gebaseerd op een uiterste grenstoestand (UGT).

Bij de UGT wordt er voor macrostabiliteit binnenwaarts vanuit gegaan dat er geen verkeersbelasting op de dijk is [31].

Voor macrostabiliteit buitenwaarts wordt in de UGT wel een verkeersbelasting gecombineerd met de maatgevende hydraulische belastingen. De verkeersbelasting op de dijk bedraagt bij macrostabiliteit buitenwaarts 13,3 kN/m² over een breedte van 2,5 m, conform de Handreiking Constructief Ontwerpen [16].

De verkeersbelastingen bij lagere dan maatgevende omstandigheden (BGT) worden geschematiseerd conform 6.1.4 van de Strategische Nota van Uitgangspunten van HDSR [31].

5 Geotechniek

5.1 Beschikbaar grondonderzoek

In het kader van de POV Centraal Holland zijn in 2015 ter plaatse van de primaire waterkeringen van HDSR diverse grondonderzoeken uitgevoerd [5]. Een beperkt aantal van deze onderzoeken (2 sonderingen, 9 handboringen) bevinden zich binnen het projectgebied Salmsteke. Twee sonderingen bevinden zich dicht bij de projectlocatie. Daarbij is in 2015 ten behoeve van het uiterwaardproject op het voorland bij Salmsteke geofysisch onderzoek uitgevoerd [6]. Hiermee is een gedetailleerd inzicht verkregen in de (verdeling) van de bodemlagen over de bovenste meters. Ter controle van / aanvulling op het geofysisch onderzoek zijn handboringen [6] uitgevoerd tot een diepte van 5 m vanaf maaiveld.

Bij de aanscherping van de veiligheidsanalyse in 2017 [8] is extra grondonderzoek uitgevoerd waarbij de in 2015 [5] bepaalde sterkte-eigenschappen van de grondlagen zijn aangescherpt.

In 2017 is bij Salmsteke aanvullend grondonderzoek [7] uitgevoerd (64 sonderingen, 31 handboringen) om de bodemopbouw op deze locatie beter in beeld te brengen. Op basis van de handboringen is ook de erosiebestendigheid van de bekleding op het buitentalud bepaald. In het grondonderzoek [7] zijn de sonderingen ruimtelijk gecombineerd tot geotechnische lengteprofielen. Met dit onderzoek is een gedetailleerd inzicht verkregen van de bodemopbouw van deeltraject Salmsteke, waarbij de informatie in dwarsraaien op de kering beschikbaar is ter plaatse van voorland, buitenteen, kruin, binnenberm en achterland.

Ook zijn de geotechnische gegevens behorend bij de laatste versterking van de Lekdijk uit 1992, vak DP86-108 Jaarsveld - Oude Veerhuis - Gemaal Wiel beschikbaar.

Verder zijn er bodemgegevens beschikbaar vanuit het WTI-SOS. Deze gegevens zijn globaal vastgesteld en zijn daarom minder nauwkeurig dan het uitgevoerde grondonderzoek zoals hierboven beschreven. Het WTI-SOS is daarom enkel als achtergrondinformatie gebruikt en is niet leidend in de schematisering.

Zie Bijlage 5 voor een overzicht van het beschikbare bodemonderzoek.

5.2 Karakterisering ondergrond

De bodemopbouw van het dijktraject is te onderscheiden in de formaties Kreftenheye, Echteld en Nieuwkoop conform het lengteprofiel van het aanvullend grondonderzoek in 2017 [7]. De formatie van Kreftenheye komt over het gehele dijktraject voor en bestaat uit een pleistoceen zandpakket dat diep in de bodem is gelegen. Daarboven komt over het gehele traject de holocene formatie van Echteld voor. Deze formatie loopt door tot het maaiveld. Tussen

dijkpaal 90 en 95 is op een diepte van NAP -5,0 m tot NAP -10,0 m ook een basisveenlaag te vinden die behoort tot de formatie van Nieuwkoop.

5.3 Geotechnische parameters piping

5.3.1 D₇₀ zandlagen

Om de pipingberekening te kunnen uitvoeren is de korrelverdeling van de watervoerende zandlagen benodigd. Voor Salmsteke zijn echter geen labproeven uitgevoerd om de korrelverdeling vast te stellen. De defaultwaarden van D₇₀ uit het WTI-SOS2017 [8] zullen worden toegepast in de verkenningfase, zie Tabel 5-1.

Tabel 5-1: Default waarden D₇₀

Grondlaag	Formatie	D ₇₀ [mm]
Zand tussenlaag	Echteld	0,200
Zand pleistoceen	Kreftenheye	0,350

5.3.2 Doorlatendheid

Voor de locatie Salmsteke zijn geen metingen voor de doorlatendheid van het watervoerend pakket gedaan. Voor de zandtussenlaag wordt daarom de default waarde van 12 m/dag uit het WTI-SOS2017 gehanteerd, behorend bij de formatie van Echteld.

Voor het diepe pleistocene zand is in 2015 (Bijlage B van [3]) en 2017 [8] een doorlatendheid van 45 m/dag aangehouden op basis van REGIS II v1, beschikbaar via DINO-loket. De default waarden voor deze zandlaag zijn in het WTI-SOS2017 niet over de gehele dikte van de pleistocene zandlaag bekend (waarden variëren van 20, 30 en 50 m/dag, afhankelijk van diepte). De waarde van 45 m/dag wordt daarom veiligheidshalve ook voor de verkenningfase toegepast voor de pleistocene zandlaag. Zie Tabel 5-2 voor een overzicht.

Tabel 5-2: Doorlatendheid conform WTI-SOS2017

Grondlaag	Doorlatendheid [m/dag]
Zand tussenlaag	12
Zand pleistoceen	45

Indien de zandtussenlaag bovenop de pleistocene zandlaag is gelegen wordt een gewogen gemiddelde doorlatendheid bepaald die geldig is over de gecombineerde laagdikte van beide zandlagen.

5.3.3 Laagdikte

De dikte van het diepe watervoerend pakket, zand pleistoceen, is in bijlage B van het onderzoek van 2015 [3] bepaald op basis van REGIS II v1. Deze dikte zal in de verkenningsfase ook worden gehanteerd, zie Tabel 5-3.

Tabel 5-3: Dikte zand pleistoceen

Dijkpaalnr	Dikte [m]
Oostelijk van 95	50
Westelijk van 95	40

Wanneer een watervoerende zandtussenlaag aanwezig is, wordt de dikte bepaald op basis van de sonderingen [7].

5.4 Geotechnische parameters macrostabiliteit

5.4.1 Grondgedrag

Conform nieuwe methode WBI2017 (en OI2014v4 [2][1]) wordt de sterkte van de grond bij grote rekken bepaald (CSSM-model). Ook wordt verondersteld dat er geen volumeverandering optreedt waardoor er wordt uitgegaan van non-associatief grondgedrag met een dilatantiehoek van 0 graden. Voor de grondsoorten met een hoge doorlatendheid de slecht doorlatende grondsoorten boven de gemiddelde grondwaterstand zal gerekend worden met c-phi parameters en een dilatantiehoek van 0 graden.

5.4.2 Sterkte parameters

Op basis van het grond- en laboratoriumonderzoek in 2015 [5] zijn de karakteristieke waarden voor de sterkte-eigenschappen afgeleid voor de grondlagen die ongedraineerd reageren. Het onderzoek richt zich uitsluitend op de klei- en veenlagen die zich onder normale omstandigheden onder de grondwaterstand bevinden. Uit de uitwerking in [4] volgt dat er voor dijktraject 15-1 vier ongedraineerde grondlagen te onderscheiden zijn, zie Tabel 5-4. De naamgeving voor de grondsoortnaam is aangepast om beter bij de grondeigenschappen aan te sluiten. In het geval dat er geen veenlaag aanwezig is sluit de benaming klei_boven en klei_onder niet goed aan. Aanvullend is de benaming volgens de WTI-SOS per grondlaag geven, Tabel 5-5.

Tabel 5-4: Specificatie ongedraineerde grondlagen

Grondsoortnaam conform [4]	Grondsoortnaam dit rapport	WTI-SOS code
Klei_boven	Klei zwaar	H_Rk_k
Veen	Veen	H_vhv_v
Veen_kleig	Veen kleig	H_Rk_k&v
Klei_onder_veen	Klei licht	H_Rk_ko

Tabel 5-5: Omschrijving en kenmerken WTI-SOS code [11]

WTI-SOS code	Omschrijving	Kenmerken
H_Rk_k	Hogere komafzettingen	Klei met silt, met soms geïsoleerde zand en veenlaagjes van 0,1-0,3 m dik, wrijvingsgetal 2-4%, conus <1 MPa
H_vhv_v	Veen	Veen, slap, kleef variabel meest > 5 %, conus < 1MPa. Kan ook gyttjalagen bevatten, met name aan de basis van een veenpakket.
H_Rk_k&v	Lagere komafzettingen met afwisseling van kleien veenlagen	Afwisseling van veenlagen en kleilagen van 5-30 m lengte van decimeters dikte. Kan ook gyttjalagen bevatten. Kleef = 3-7%, conus < 1,2 MPa
H_Rk_ko	Lagere komafzettingen met organische klei	Organische klei, met plantenresten, bevat soms veenlagen van enige decimeters dikte, wrijvingsgetal 3-7%, conus < 1,2 MPa. Kan ook gyttjalagen bevatten.

Zie Tabel 5-6 voor het overzicht van de rekenwaarden voor gedraineerde grondlagen. De afleiding van de rekenwaarden is beschreven in Bijlage 1.

Tabel 5-6: Sterkte-eigenschappen gedraineerde grondlagen [4] [8]

Grondsoort	SOS eenheid	Volume gewicht (droog/nat) [kN/m³]	c' _d [kPa]	φ' _d [graden]	ψ' _d [graden]
Dijkmateriaal klei	H_Aa_ht	18,8 / 18,8	0	33,2	0
Klei_toplaag	H_Ro_z&k	18,8 / 18,8	0	33,2	0
Zand_tussenlaag	H_Rg_zm	18,0 / 20,0	0	27,5	0
Zand_pleistocene	P_Rg_zg	18,0 / 20,0	0	30,0	0

5.4.3 Grensspanning

De grensspanning wordt bepaald conform de aanwijzingen in de strategische nota van uitgangspunten. De specifieke toepassing binnen traject Salmsteke is verder uitgewerkt in Bijlage 2.

6 Schematiseren dijk en ondergrond

6.1 Vakindeling

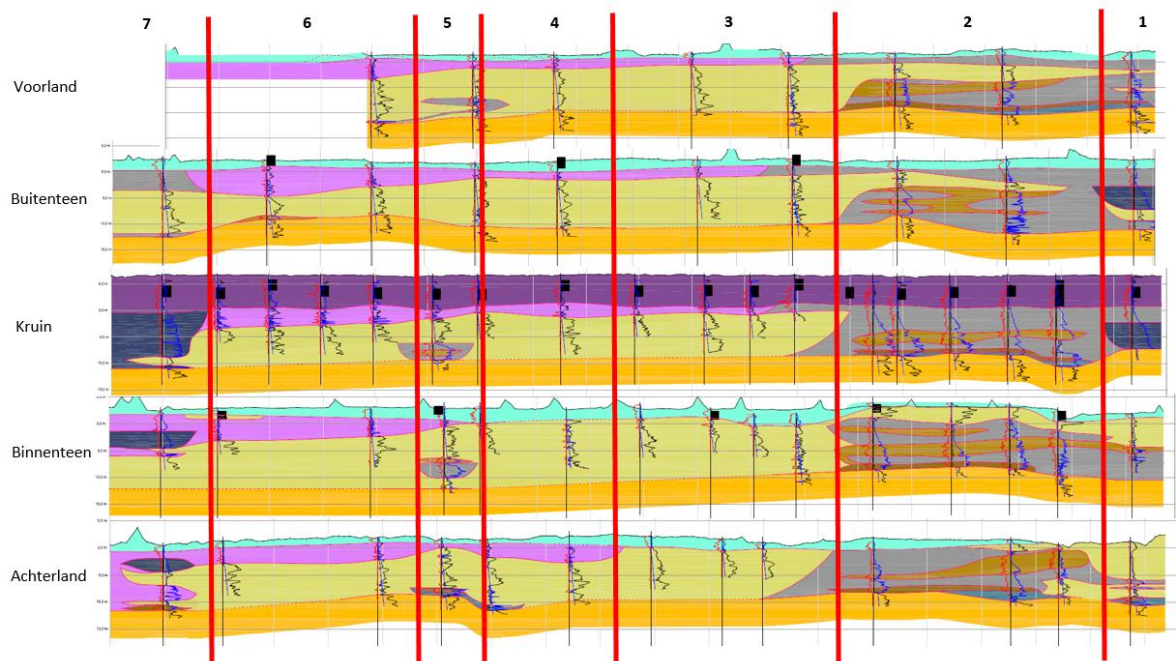
6.1.1 Vakindeling piping

Voor faalmechanisme piping wordt voor elk dijkpaalnummer een berekening gemaakt. Dit komt neer op een berekening per 100 m. Er zal een controle op geometrische afwijkingen plaatsvinden tijdens het uitvoeren van de berekeningen. Dit kan mogelijk tot een extra tussenliggende berekening leiden.

6.1.2 Geotechnische vakindeling macrostabiliteit

De geotechnische vakindeling voor macrostabiliteit is gebaseerd op de bodemopbouw zoals volgt uit de sonderingen met bijbehorende lengteprofielen uit het aanvullend grondonderzoek [7]. De indeling van de vakken is gemaakt op basis van een specifieke kenmerkende grondopbouw binnen een bepaalde strekking. Een vak wordt gedefinieerd door een relatief uniforme grondopbouw binnen de betreffende strekking. Het dijktraject Salmsteke wordt opgedeeld in zeven vakken.

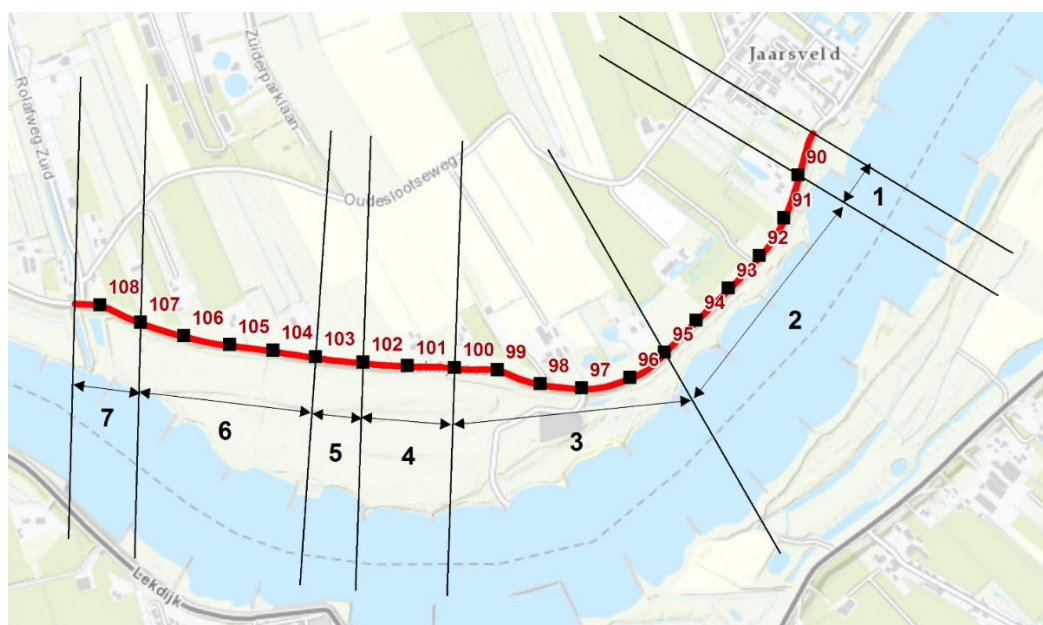
De vakgrenzen zijn vastgesteld op hele dijkpaalnummers. Voor de vakindeling, zie Figuur 6-1, Tabel 6-1 en Figuur 6-2.



Figuur 6-1: Vakindeling op basis van geotechnische lengteprofielen [7]

Tabel 6-1: Geotechnische vakindeling

Vak	Van dijkpaalnr [-]	Tot dijkpaalnr [-]	Reden vakgrens
1	89	90	Slappe lagen met tussenzandlagen
2	90	95	Slappe lagen over nagenoeg gehele diepte
3	95	100	Volledige zandopbouw onder dijk kern
4	100	102	In achterland slappe grondlagen onder maaiveld
5	102	103	Lokale geulafzetting
6	103	107	Voornamelijk zand maar onder maaiveld slappe grondlaag
7	107	108,5	Slappe lagen aanwezig maar niet over gehele dwarsprofiel



Figuur 6-2: Geotechnische vakindeling

Aandachtspunten per dijkvak

Dijkvak 1:	Het dijkvak bevat 2 peilgebieden en heeft plaatselijk geen voorland.
Dijkvak 2:	Hier heeft een oude dijkdoorbraak een wiel achtergelaten, zie [24] of Bijlage 1. De locatie en afmetingen van het wiel zijn niet exact bekend maar het ligt voor de hand dat de huidige waterpartij op ongeveer 50 meter van de waterkering het oude wiel is. Tussen de waterpartij en de waterkering bevindt zich momenteel bebouwing, dit heeft een gunstig effect op de binnenwaartse stabiliteit. Gezien de afstand tot de waterkering en de bebouwing dient nader beschouwd te worden of er een aparte berekening ter plaatse van het wiel uitgevoerd moet worden. Plaatselijk is geen voorland aanwezig maar hierbij is er wel bebouwing aan de buitenzijde.
Dijkvak 3:	Het dijkvak bevat 2 peilgebieden, oriëntatie dijknormalen varieert.
Dijkvak 4/5/6/7:	Geen bijzondere aandachtspunten.
Per dijkpaal is het maaiveld van het dwarsprofiel bepaald op basis van AHN-3. Deze zijn gecombineerd per dijkvak weergegeven in Bijlage 6.	

6.2 Schematisering maatgevende grondopbouw macrostabiliteit

Per geotechnisch vak, welke gekenmerkt worden door een relatief uniforme grondopbouw, is een maatgevende geotechnische doorsnede bepaald door een combinatie van de bodemopbouw ter plaatse van:

- het voorland [VL];
- de buitenteen [BUT];
- de kruin (binnenkruin of buitenkruin) [BIK of BUK];
- de binnenberm [BIB];
- het achterland [AL].

Uitgangspunt bij de samenstelling van een maatgevende doorsnede is dat de sonderingen zich op één lijn binnen het dijkvak bevinden. Daarbij wordt aangenomen dat de verschillen in grondopbouw binnen de grenzen van het dijkvak minimaal zullen zijn.

Een overzicht van de maatgevende sonderingen per dijkvak is weergegeven in Tabel 6-2.

Tabel 6-2: Maatgevende sonderingen per geotechnisch vak

Vak	Voorland	Buitenteen	Buitenkruin	Binnenkruin	Binnenteen	Achterland
1	S15.089+053_VL	S15.089+053_BUT	-	S15.089+053_BIK	S15.089+053_BIB	S15.089+052_AL
2	S15.091+092_VL	S15.091+092_BUT	-	S15.091+092_BIK	S15.091+092_BIB	S15.091+092_AL
3	S15.097+060_VL	S15.097+061_BUT	-	S15.097+061_BIK	S15.097+060_BIB	S15.097+061_AL
4	S15.100+045_VL	S15.100+045_BUT	-	S15.100+046_BIK	S15.100+047_BIB	S15.100+047_AL
5	S15.101+097_VL	S15.101+098_BUT	-	S15.102+085_BIK	S15.102+086_BIB	S15.102+085_AL
6	S15.103+091_VL	S15.103+091_BUT	S15.103+092_BUK	-	S15.103+091_BIB	S15.103+092_AL
7	N.v.t.	S15.107+095_BUT	S15.107+097_BUK	-	S15.107+098_BIB	S15.107+098_AL

In Bijlage B8.1 is de bodemopbouw per geotechnisch vak weergegeven, inclusief de grensspanningen per ongedraineerde laag, zoals bepaald met de CPT-Tool en indien nodig gecorrigeerd conform paragraaf 5.4.3.

Van de overige sonderingen die niet in een maatgevend geotechnische doorsnede zijn opgenomen, is de bodemopbouw met grensspanningen weergegeven in Bijlage B8.2.

7 Schematisatie waterspanningen

7.1 Freatische lijn in ontwerpsituaties

De freatische lijn in het dijklichaam wordt conform de Strategische Nota Uitgangspunten [31] geschematiseerd op basis van het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [13]. Hierbij wordt de schematisatie aan gehouden zoals in de tabel in paragraaf 6.2.5 van de Strategische Nota [31] is weergegeven. In de volgende subparagrafen zijn specifieke aandachtspunten voor de toepassing uitgewerkt.

7.1.1 Maatgevend hoogwater

Bij maatgevend hoog water (MHW), gevolgd door een snelle val van de buitenwaterstand gecombineerd met een verhoogde freatische lijn ten gevolge van een voorafgaand hoogwater wordt, conform bijlage C van [3] uitgegaan van een val van de buitenwaterstand van 4,0 m, maar niet lager dan het buitendijkse maaiveld.

De Waterstandsverlooptool van het WBI2017 is namelijk niet geschikt voor de val na hoogwater voor STBU, omdat dit met name ontwikkeld is voor toetssporen waarbij een hoge buitenwaterstand maatgevend is. De Waterstandverlooptool gaat daarom uit van een (representatieve) langzame val van hoogwater, terwijl voor STBU een snelle val van hoogwater maatgevend is.

7.1.2 Bepaling gemiddelde waterstanden

De waterstanden ELW, GLW en GHW zijn bepaald conform de waternormalen 1991.0 voor locatie Jaarsveld (Lek). Op 17 november 2017 is bij de servicedesk data van RWS navraag gedaan over deze waternormalen, omdat er een nieuwe versie in ontwikkeling is.

RWS (Behandelgroep Water data van dienst CIV) heeft de waterstanden aangeleverd (e-mail met referentienummer M171110930), waaruit blijkt dat de relevante waterstanden ELW, GLW en GHW gelijk zijn ten opzichte van de waternormalen uit 1991.

Deze waterstanden bedragen:

1. ELW (onderschrijdingskans 1x per 10 jaar) = NAP -0,90 m
2. GLW (gemiddeld laag water bij gemiddelde afvoer = NAP +0,27 m
3. GHW (gemiddeld hoog water bij gemiddelde afvoer = NAP +1,38 m

7.1.3 Freatische lijn onder normale omstandigheden

De freatische lijn zal onder normale omstandigheden aan de buitenzijde gelijk zijn aan GHW of aan een referentielijn van 0,5 m onder maaiveld als deze hoger dan GHW is gelegen. Aan de binnenzijde is de freatische lijn gelijk aan het polderpeil of aan 0,5 m onder maaiveld wanneer deze hoger ligt. De waterlijn ter plaatse van het dijklichaam kan worden gevonden door de referentielijnen aan buiten- en binnenzijde lineair met elkaar te verbinden en daar over de lengte van de kruin een toeslag van 3,0 m voor opbolling aan te nemen, conform afspraak met

technisch team van HDSR. Deze opbolling ter plaatse van de kruin is voornamelijk afkomstig van infiltratie van neerslag. Zie Bijlage 9 voor een schematische weergave.

7.2 Stijghoogte watervoerend pakket

Recent geplaatste peilbuizen hebben nog niet geleid tot betrouwbare meetresultaten, omdat er nog geen hoogwatersituatie is opgetreden.

Voor de schematisatie van de stijghoogten in het watervoerend pakket worden de modellen 4A, 4B en 4C conform TRWD [13] gehanteerd. Deze behoren bij een stationaire stromingssituatie.

Modellen:

- 4A Stroming in een zandondergrond onder een ondoorlatende dijk, met slecht doorlatende, afdekkende lagen in het voor- en achterland, zonder radiale intree of uittree van water
- 4B Stroming in een zandondergrond onder een ondoorlatende dijk, met ondoorlatende lagen in het voor- en achterland, en met radiale intree en uittree van water
- 4C Stroming in een zandondergrond onder een ondoorlatende dijk en berm, waarbij binnendijs een grenspotential optreedt bij opbarsten

7.3 Indringingslengte

De indringingslengtes worden conform tabel 7.4 van Schematiseringshandleiding macrostabiliteit [9] aangehouden, zie Tabel 7-1.

Tabel 7-1: Indringingslengte bij maatgevende omstandigheden [9]

Grondlaag	WTI-SOS code	Indringingslengte [m]
Klei zwaar	H_Rk_k	6
Klei licht	H_Rk_ko	2
Veen	H_vhv_v	6
Veen kleiig	H_Rk_k&v	2

8 Hoogte

8.1 Faalkanseis op doorsnedeniveau

De faalkanseis op doorsnedeniveau is bepaald conform OI2014v4 [2][1] en is weergegeven in Tabel 8-1.

Tabel 8-1: Faalkanseis op doorsnedeniveau voor hoogte

Faalmechanisme	$P_{\text{eis,dsn}}$ [1/jaar]	$1/P_{\text{eis,dsn}}$ (herhalingsstijd) [jaar]
Hoogte	$2,40 \cdot 10^{-5}$	41.667

8.2 Bestaande kruinhoogte

De bestaande kruinhoogte van de dijk is bepaald op basis van AHN-3 (2014). Voor elke dijkpaal is een dwarsprofiel gegeneerd basis van AHN-3. De maximale hoogte van het dwarsprofiel is aangehouden als kruinhoogte. Tussen 2 dijkpalen kan de kruinhoogte variëren, dit zal door middel van een ruimtelijke analyse worden gecontroleerd. Autonome bodemdaling (zie par 4.8) is vanaf 2014 in rekening gebracht voor een periode van 59 jaar (tot zichtjaar 2073). In Tabel 8-2 is een overzicht gegeven van de kruinhoogtes per dijkpaal voor 2014 en 2073 en de autonome bodemdaling.

Tabel 8-2: Kruinhoogte 2014, autonome bodemdaling en kruinhoogte 2073

Dijkpaal	Kruinhoogte 2014 (AHN-3) [m NAP]	Autonome bodemdaling [cm/jaar]	Kruinhoogte 2073 (incl. bodemdaling) [m NAP]
DP 90	6,71	1	6,12
DP 91	6,58	1	5,99
DP 92	6,65	1	6,06
DP 93	6,58	1	5,99
DP 94	6,63	1	6,04
DP 95	6,67	0,2	6,55
DP 96	6,68	0,2	6,57
DP 97	6,70	0,2	6,58
DP 98	6,88	0,2	6,76
DP 99	6,96	0,2	6,84
DP 100	6,83	0,2	6,71
DP 101	6,68	0,2	6,57
DP 102	6,66	0,2	6,54
DP 103	6,63	0,2	6,52
DP 104	6,69	0,2	6,57
DP 105	6,75	0,2	6,63
DP 106	6,72	0,2	6,60
DP 107	6,76	0,2	6,64
DP 108	6,95	0,2	6,83

8.3 Waterstanden bij normfrequentie

De waterstanden behorend bij de normfrequentie van 1/10.000 jaar zijn weergegeven in Tabel 8-3.

8.4 Benodigde kruinhoogte

De benodigde kruinhoogte is gelijk aan het hydraulisch belastingniveau bij het kritieke overslagdebiet. In Tabel 8-3 is de benodigde kruinhoogte voor 2073 weergegeven met terugkeertijd 1/41.667, inclusief bodemdaling en per overslagdebiet.

Tabel 8-3: Benodigde kruinhoogte 2073 voor 1/41.667

Dijkpaal	Aanwezige kruinhoogte 2073 [m NAP] (Tabel 8-2)	Benodigde kruinhoogte [m NAP]	Marge [m]	Benodigde kruinhoogte [m NAP]	Marge [m]	Benodigde kruinhoogte [m NAP]	Marge [m]
		Overslagdebiet 1 l/s/m		Overslagdebiet 5 l/s/m		Overslagdebiet 10 l/s/m	
DP 90	6,12	6,19	-0,07	6,05	0,07	6,02	0,10
DP 91	5,99	6,09	-0,10	6,02	-0,03	6,00	0,00
DP 92	6,06	6,29	-0,22	6,11	-0,04	6,05	0,02
DP 93	5,99	6,22	-0,24	6,07	-0,09	6,02	-0,04
DP 94	6,04	6,22	-0,18	6,07	-0,04	6,02	0,01
DP 95	6,55	6,30	0,26	6,11	0,45	6,04	0,51
DP 96	6,57	6,55	0,02	6,30	0,27	6,20	0,36
DP 97	6,58	6,46	0,12	6,25	0,33	6,17	0,41
DP 98	6,76	6,82	-0,06	6,49	0,27	6,36	0,40
DP 99	6,84	6,89	-0,05	6,54	0,30	6,40	0,45
DP 100	6,71	6,85	-0,13	6,50	0,22	6,36	0,36
DP 101	6,57	6,70	-0,13	6,39	0,17	6,27	0,29
DP 102	6,54	6,73	-0,18	6,41	0,13	6,28	0,26
DP 103	6,52	6,80	-0,28	6,46	0,06	6,32	0,19
DP 104	6,57	6,67	-0,10	6,36	0,20	6,24	0,32
DP 105	6,63	6,71	-0,08	6,39	0,24	6,26	0,37
DP 106	6,60	6,88	-0,27	6,50	0,10	6,35	0,25
DP 107	6,64	6,78	-0,14	6,43	0,21	6,30	0,34
DP 108	6,83	6,72	0,11	6,41	0,42	6,28	0,55

9 Piping

9.1 Rekenregel

Voordat de waterkering kan falen door terugschrijdende erosie onder de kering moeten de drie deelfaalmechanismen opbarsten, heave en piping optreden. Deelfaalmechanismen opbarsten en heave worden geanalyseerd door evenwichtsbeschouwingen en voor piping zal de rekenregel van Sellmeijer worden toegepast. Deze analyses worden uitgevoerd conform het OI2014v4 [2][1].

9.2 Faalkanseis op doorsnedeniveau

Op basis van de standaard faalkansbegroting zijn de partiële veiligheidsfactoren voor de deelfaalmechanismen beschreven in bijlage A van OI2014v4 [2][1]. Deze zijn voor dijktraject 15-1 in Tabel 9-1 samengevat.

Tabel 9-1: Partiële veiligheidsfactoren voor piping (traject 15-1)

Partiele factor	Symbool	Waarde
Betrouwbaarheidsindex voor een doorsnede	$\beta_{eis,dsn}$	4,81
Veiligheidsfactor voor het deelfaalmecanisme piping	γ_{pip}	1,25
Veiligheidsfactor voor het deelfaalmecanisme opbarsten	γ_{up}	1,61
Veiligheidsfactor voor het deelfaalmecanisme heave	γ_{he}	1,22

9.3 Schematiseringsfactor

Voor de verkenningfase wordt in eerste instantie, conform opgave HDSR, uitgegaan van een schematiseringsfactor van 1,3.

In de nadere uitwerking van het ontwerp in de verkenningfase zal de schematiseringsfactor worden geoptimaliseerd met een rekenkundige onderbouwing conform de vigerende methodiek uit het Technisch Rapport Grondmechanisch Schematiseren [12]. De rekenhulp 'rekenblokje_schematiseringsfactoren_Piping_2017, v1 mei 2017' welke beschikbaar is gesteld voor OI2014v4 [2] wordt hierbij toegepast.

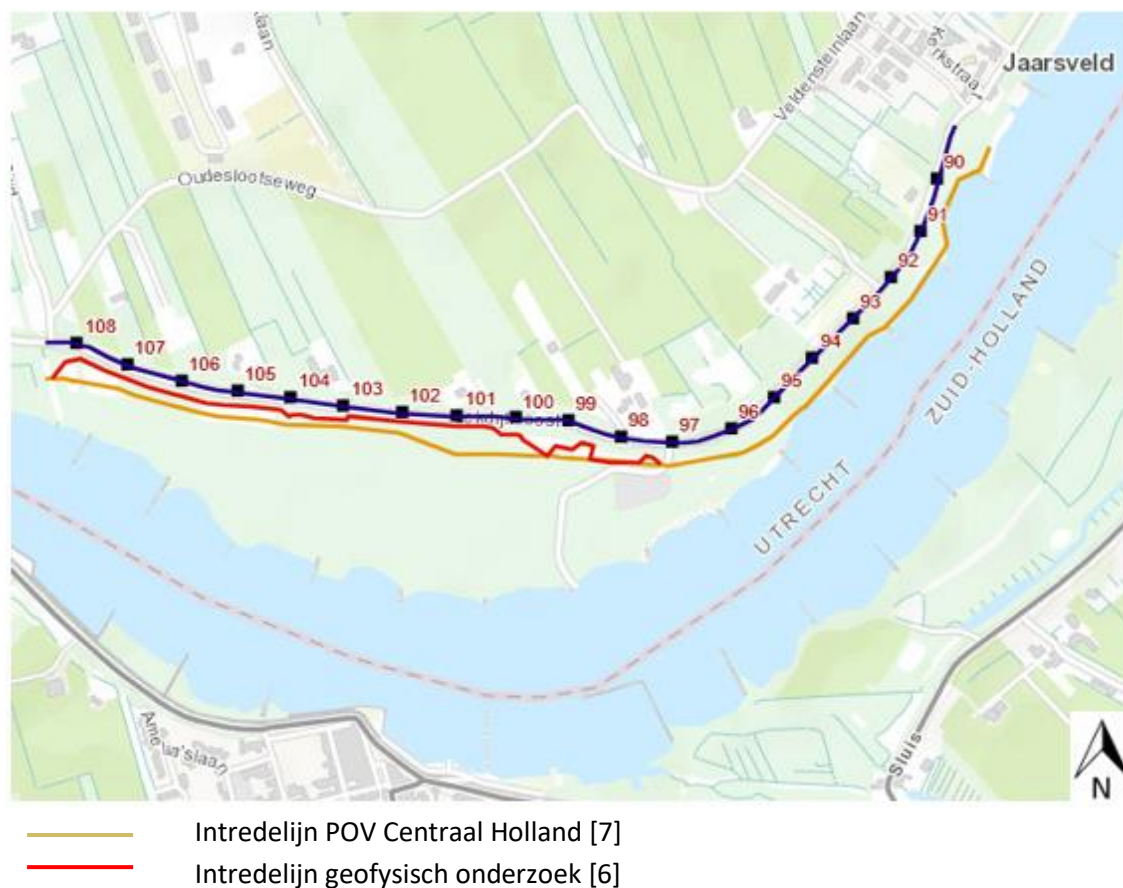
9.4 Maximaal verval voor piping

Buitenwaterstand: 1/10.000 (normfrequentie)
 Binnenwaterstand: binnendijks maaiveldniveau
 (conform Strategische Nota uitgangspunten)

9.5 Intredelijn

Bij de beoordeling op piping in het kader van de POV Centraal Holland in 2015 [6] is de intredelijn voor piping bepaald (zie Figuur 9-1). De oranje lijn is de oorspronkelijke intredelijn, gebaseerd op een fictieve deklaagdikte op het voorland van 1,0 m klei. De rode lijn is de verschoven intredelijn op basis van het uitgevoerde geofysisch onderzoek [5].

In de verkenningfase wordt uitgegaan van de ligging van de intredelijn, zoals weergegeven in Figuur 9-1 met de rode lijn voor het deel ter plaatse van de uiterwaard en de oranje lijn voor het deel zonder uiterwaard.



Figuur 9-1: De intredelijn piping

Aandachtspunten

De gebiedsontwikkeling in de uiterwaard van recreatiegebied Salmsteke vormt een raakvlak met de intredelijn voor piping.

Indien in de uiterwaard voor de dijk een deel van de waterremmende deklaag wordt afgegraven, heeft dit mogelijk een ongunstig effect op faalmechanisme piping omdat dit kan resulteren in een verschuiving van de intredelijn richting de waterkering.

10 Macrostablieiteit

10.1 Rekenregels en rekenmodel

Conform WBI2017/OI2014v4 wordt voor macrostablieiteit-analyses gebruik gemaakt van het 'Critical State Soil Mechanics' (CSSM). Binnen het CSSM model wordt voor klei- en veenlagen onder de gemiddelde grondwaterstand gebruik gemaakt van ongedraineerd rekenen. Voor niet-cohesieve lagen en cohesieve lagen boven de gemiddelde grondwaterstand wordt gerekend met gedraineerd gedrag. Het programma DGeo-Stability v18.1 van wordt gebruikt voor het ontwerp van de grondconstructies.

10.2 Faalkanseis op doorsnedeniveau

De faalkanseis op doorsnedeniveau is bepaald conform [1]. In Tabel 10-1 zijn Parameters a en b weergegeven.

Tabel 10-1: Parameters a en b voor bepalen faalkanseis macrostablieiteit

Faalmechanisme	Parameter a [-]	Parameter b [-]
Macrostablieiteit	0,033	50

Voor macrostablieiteit is de lengte-effect factor N gelijk aan: 16,18

Faalmechanisme macrostablieiteit wordt onderverdeeld in macrostablieiteit buitenwaarts (STBU) en macrostablieiteit binnenwaarts (STBI). Voor macrostablieiteit buitenwaarts is de faalkanseis afhankelijk van de hersteltijd na bezwijken van de kering en het optreden van omstandigheden waarbij de dijk faalt (Tabel 10-2). Hiervoor wordt uitgegaan van de factor 0,1 uit het OI2014v4 [2]. Deze kan onderbouwd verlaagd worden indien dit leidt tot optimalisatie. Voor STBI geldt een factor 1,0. Dit resulteert in een 10x kleinere faalkanseis op doorsnedeniveau voor STBU dan voor STBI.

Tabel 10-2: Faalkanseisen op doorsnedeniveau voor macrostablieiteit

Faalmechanisme	$P_{eis,dsn}$ [1/jaar]	$1/P_{eis,dsn}$ (herhalingstijd) [jaar]
STBI	$2,47 \cdot 10^{-7}$	4.045.000
STBU	$2,47 \cdot 10^{-6}$	404.500

10.3 Stabiliteitsfactor

De minimaal vereiste stabiliteitsfactor is opgebouwd uit een schadefactor, modelfactor, materiaalfactor en schematiseringsfactor.

$$F_{\min} = \gamma_n * \gamma_d * \gamma_m * \gamma_b$$

Hierin is:

- $F_{\min}$ Minimaal vereiste stabiliteitsfactor [-]
- γ_n Schadefactor [-]
- γ_d Modelfactor [-]
- γ_m Materiaalfactor [-]
- γ_b Schematiseringsfactor [-]

10.3.1 Schadefactor

Zonder golfoverslag

Voor STBI geldt conform Bijlage A van OI2014v4 [2][1] voor dijktraject 15-1 de schadefactoren weergegeven in Tabel 10-3.

Tabel 10-3: Overzicht schadefactoren STBI zonder overslag en STBU

Rekenmodel	Schadefactor γ_n
STBI zonder golfoverslag	1,16
STBU	1,10

Met golfoverslag

De schadefactor voor STBI bij significante golfoverslag dient per profiel, overslagdebiet en zichtjaar te worden bepaald. De methode uit de voorlopige werkwijze van KPR [23] wordt hierbij gehanteerd en komt op het volgende neer:

- Bepalen faalkanseis macrostabiliteit op doorsnedeniveau conform OI2014v4 [2][1];
- Berekenen kans op overschrijding van 1 l/s/m voor het beschouwde profiel uitgaande van een ontwerphoogte van de kering behorend bij een overslagdebiet van zowel 5 l/s/m en 10 l/s/m;
- De faalkanseis voor macrostabiliteit bij significante golfoverslag kan worden gevonden door de faalkanseis op doorsnedeniveau te delen door de overschrijdingskans bij een overslag van 1 l/s/m;
- De berekende faalkanseis dient in bovenstaande formule (Formule 5.4 van OI2014v4 [2]) te worden ingevoerd om de schadefactor te krijgen.

De schadefactoren behorend bij STBI met golfoverslag zijn weergegeven in Tabel 10-4.

Tabel 10-4: Overzicht schadefactoren STBI met overslag

Dijkpaalnummer	γ_n STBI met overslag [-]		γ_n STBI met overslag [-]	
	HBN 5 l/s/m		HBN 10 l/s/m	
	Zichtjaar			
	2073	2123	2073	2123
90	0,82	0,82	0,84	0,84
91	0,80	0,79	0,82	0,81
92	0,83	0,83	0,86	0,86
93	0,82	0,82	0,85	0,85
94	0,82	0,82	0,85	0,85
95	0,83	0,83	0,86	0,87
96	0,83	0,84	0,86	0,88
97	0,82	0,82	0,85	0,86
98	0,83	0,83	0,86	0,86
99	0,83	0,83	0,86	0,87
100	0,83	0,83	0,86	0,87
101	0,83	0,83	0,86	0,87
102	0,83	0,83	0,86	0,86
103	0,83	0,83	0,86	0,86
104	0,82	0,82	0,86	0,86
105	0,83	0,83	0,86	0,86
106	0,83	0,83	0,86	0,86
107	0,83	0,83	0,86	0,86
108	0,83	0,82	0,86	0,86

10.3.2 Modelfactor en materiaalfactor

Bij de stabiliteitsberekeningen geldt voor het rekenmodel Spencer-Van der Meij een modelfactor van 1,07 en voor rekenmodel Uplift Van modelfactor 1,06. Voor de materiaalfactor geldt conform H5.3 van OI2014v4 [2][1] een waarde van 1,0. De rekenwaarden van de sterkteparameters zijn hierdoor gelijk aan de karakteristieke waarden.

10.3.3 Schematiseringsfactor

Voor de verkenningfase wordt in eerste instantie, conform opgave HDSR, conservatief uitgegaan van een schematiseringsfactor van 1,3.

In de nadere uitwerking van het ontwerp in de verkenningfase zal de schematiseringsfactor worden geoptimaliseerd met een rekenkundige onderbouwing conform de vigerende methodiek uit het Technisch Rapport Grondmechanisch Schematiseren[12]. De rekenhulp 'rekenblok_schematiseringsfactoren_Macrostab_CSSM_2017, v1 mei 2017' die beschikbaar is gesteld voor OI2014v4 [2] wordt hierbij toegepast.

10.4 Stabiliteitsfactor

De benodigde stabiliteitsfactoren voor macrostabiliteit zijn gegeven in Tabel 10-5 en Tabel 10-6.

Tabel 10-5: Overzicht minimaal vereiste stabiliteitsfactor STBI zonder overslag en STBU

Rekenmodel	F _{min} STBI [-]	F _{min} STBU [-]
Spencer-Van der Meij	1,61	1,53
Uplift Van	1,60	n.v.t.

Tabel 10-6: Overzicht stabiliteitsfactor STBI met overslag

Dijkpaalnummer	F _{min} STBI [-] Spencer- Van der Meij		F _{min} STBI [-] Uplift Van		F _{min} STBI [-] Spencer- Van der Meij		F _{min} STBI [-] Uplift Van	
Kruinhoogte waterkering	HBN 5 l/s/m				HBN 10 l/s/m			
Zichtjaar	2073	2123	2073	2123	2073	2123	2073	2123
90	1,15	1,14	1,14	1,13	1,17	1,17	1,16	1,16
91	1,11	1,10	1,10	1,09	1,14	1,13	1,13	1,12
92	1,15	1,15	1,14	1,14	1,19	1,20	1,18	1,19
93	1,15	1,14	1,13	1,13	1,18	1,19	1,17	1,18
94	1,15	1,14	1,13	1,13	1,18	1,19	1,17	1,18
95	1,16	1,16	1,15	1,15	1,19	1,21	1,18	1,20
96	1,16	1,17	1,15	1,15	1,20	1,22	1,19	1,21
97	1,14	1,14	1,13	1,13	1,18	1,20	1,17	1,19
98	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,20	1,19	1,19
99	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,21	1,19	1,19
100	1,16	1,16	1,15	1,15	1,20	1,21	1,19	1,20
101	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,20	1,19	1,19
102	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,20	1,19	1,19
103	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,20	1,19	1,19
104	1,15	1,15	1,14	1,13	1,19	1,20	1,18	1,19
105	1,15	1,15	1,14	1,14	1,19	1,20	1,18	1,19
106	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,20	1,19	1,19
107	1,15	1,15	1,14	1,14	1,19	1,20	1,18	1,19
108	1,15	1,15	1,14	1,14	1,19	1,20	1,18	1,19

In Tabel 10-6 wordt de stabiliteitsfactor per dijkpaal gegeven. Aangezien de berekeningen per dijkvak worden uitgevoerd dient de stabiliteitsfactor ook per dijkvak te worden vastgesteld. Hoewel de onderlinge verschillen gering zijn, is de hoogste benodigde stabiliteitsfactor gehanteerd die binnen een dijkvak voorkomt, zie Tabel 10-7.

Tabel 10-7: Overzicht stabiliteitsfactor STBI met overslag per dijkvak

Dijkpaalnummer	F _{min} STBI [-] Spencer- Van der Meij		F _{min} STBI [-] Uplift Van		F _{min} STBI [-] Spencer- Van der Meij		F _{min} STBI [-] Uplift Van	
Dijkvak	HBN 5 l/s/m				HBN 10 l/s/m			
Zichtjaar	2073	2123	2073	2123	2073	2123	2073	2123
1 (dp90)	1,15	1,14	1,14	1,13	1,17	1,17	1,16	1,16
2 (dp 92)	1,15	1,15	1,14	1,14	1,19	1,20	1,18	1,19
3 (dp 96)	1,16	1,17	1,15	1,15	1,20	1,22	1,19	1,21
4 (dp 100)	1,16	1,16	1,15	1,15	1,20	1,21	1,19	1,20
5 (dp 102)	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,20	1,19	1,19
6 (dp 106)	1,15	1,15	1,14	1,14	1,20	1,20	1,19	1,19
7 (dp 107)	1,15	1,15	1,14	1,14	1,19	1,20	1,18	1,19

10.5 Opbarsten

Voor de schematisatie van de stijghoogtes in het achterland is het van belang om te weten of de deklaag opbarst. Na opbarsten van de deklaag kan de stijghoogte van het grondwater in de watervoerende laag niet verder toenemen. Er ontstaat een grenspotentiaal van de stijghoogte in het achterland.

Opbarsten of opdrijven wordt gecontroleerd door de totaalspanning aan de onderzijde van de deklaag te vergelijken met de opwaartse waterdruk in de watervoerende laag. Als grens voor opbarsten wordt conform [1] een veiligheidsfactor van 1,2 gehanteerd. Wanneer een teensloot aan de binnenzijde aanwezig is kan de veiligheid met behulp van Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [13] worden bepaald welke hoogte van de deklaag meegenomen mag worden in de berekening.

10.5.1 Glijvlakmodel macrostabiliteit binnenwaarts

Voor de situatie met opbarsten/opdrijven van het achterland wordt het rekenmodel LiftVan toegepast [1]. Daarbij dient er voor de opdrijfzone gerekend te worden met een reductie van de sterkte-eigenschappen, $c'=\phi'=0$ of $S_u=0$. De locatie en lengte van de opdrijfzone wordt bepaald aan de hand van Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [13].

Wanneer opbarsten niet aan de orde is, wordt het rekenmodel Spencer toegepast, OI2014v4 [2].

10.5.2 Glijvlakmodel macrostabiliteit buitenwaarts

Het rekenmodel Spencer wordt in alle gevallen toegepast voor stabiliteit buitenwaarts, OI2014v4 [2].

11 Bekleding

11.1 Toepassingsvoorwaarden grasbekleding kruin en binnentalud

Afhankelijk van het kritieke overslagdebiët gelden voor de grasbekleding op de kruin en het binnentalud de toepassingsvoorwaarden uit tabel 5 van het OI2014v4 [2].

11.2 Rekenmodel grasbekleding buitentalud

Voor het buitentalud zal, conform OI2014v4 [2][1], het rekenmodel BM Gras Buitentalud worden gehanteerd. In principe wordt ervan uit gegaan dat op het buitentalud overal een grasbekleding wordt toegepast. Mocht de belasting op een deel van het buitentalud te groot zijn voor een grasbekleding, dan kan een harde bekleding worden toegepast. Hiervoor worden de methodes uit OI2014v4 [2][1] toegepast.

11.3 Erosiebestendigheid klei buitentalud

De erosiebestendigheid van de kleibekleding op het buitentalud is bepaald in het aanvullend grondonderzoek [7]. Hierin is voor 88 kleimonsters bepaald wat de erosiebestendigheidsklasse van de kleibekleding is. Hieruit volgt voor het grootste deel van de monsters dat de klei valt in erosieklasse 3, daarnaast een aantal in erosieklasse 2 en slechts een heel klein deel in erosieklasse 1. Van de 93 steekbussen zijn er daarnaast 5 aangetroffen, waarin geen klei aanwezig was, maar voornamelijk zand. Deze steekbussen bevonden zich tussen dijkpaal 94-95 (2x) en bij dijkpaal 107 (3x).

Conform het OI2014v4 [2][1] speelt de erosiebestendigheid van de kleilaag geen rol meer voor de grasbekleding. Na de indeling van de grasbekleding in fragmentarisch, open zode of gesloten zode zijn golfhoogte, zandgehalte in de kleilaag en de kleilaagdikte de relevante parameters.

Het grondonderzoek [7] wordt gebruikt voor het zandgehalte in de kleilaag. Voor de kleilaagdikte geldt maximaal 0,5 m, OI2014v4 [2][1].

11.4 Faalkanseis op doorsnedeniveau

Voor de bepaling van de faalkanseis op doorsnedeniveau is conform OI2014v4 [2][1] bepaald en weergegeven in Tabel 11-1.

Voor grasbekleding is de lengte-effectfactor gelijk aan de factor die geldt voor het faalmechanisme hoogte, zie tabel 3 van OI2014v4 [1]. Voor dijktraject 15-1 is de lengte-effectfactor vastgesteld op $N=1$ (bijlage A van OI2014v4 [2]).

Tabel 11-1: Faalkanseis op doorsnedeniveau voor bekledingen GEKB

Faalmechanisme	$P_{eis,dsn}$ [1/jaar]	$1/P_{eis,dsn}$ (herhalingsjijd) [jaar]
Bekleding	$4,50 \cdot 10^{-6}$	$\approx 220.000^*$

* met HDSR afgestemd dat herhalingsjijd wordt afgerond

12 Technische bouwstenen

Binnen dijkversterkingen zijn veel verschillende technische oplossingen mogelijk, waarvan elk een maatregel is tegen één of meerdere faalmechanismen. In dit hoofdstuk zijn de technische bouwstenen beschreven die een oplossing kunnen bieden voor de faalmechanismen piping (STPH), macro-stabiliteit binnenwaarts (STBI), macro-stabiliteit buitenwaarts (STBU), graserosie kruin en binnentalud (GEKB) en graserosie buitentalud (GEBU). Er worden alleen bouwstenen beschreven waarvan wordt verwacht dat deze redelijkerwijs toepasbaar zijn binnen traject Salmsteke. Dit kan worden gezien als een eerste grove zeef waarmee wordt voorkomen dat bouwstenen worden beschouwd waarbij op voorhand duidelijk is dat deze zullen afvallen. In een latere fase van de verkenningen worden de bouwstenen beoordeeld op basis van meerdere criteria vanuit techniek en omgeving.

De verschillende technische oplossingen zijn per faalmechanisme weergegeven in Tabel 12-1 tot en met Tabel 12-5. Iedere maatregel is nader uitgelegd in de Nota Bouwstenen [24].

Tabel 12-1 Maatregelen voor piping (STPH)

Bouwstenen STPH
Voorlandverbetering
Binnendijkse grondverbetering
Binnenberm (pipingberm)
Verticaal scherm binnenteen
Verticaal scherm buitenteen
Verticaal zanddicht geotextiel (VZG)
Waterontspanner
Asverschuiving binnenwaarts (rivierverruiming)

Tabel 12-2 Maatregelen voor macro-stabiliteit binnenwaarts (STBI)

Bouwstenen STBI
Verflauwing binnentalud
Binnenberm (steunberm binnenzijde)
Verticaal stabiliteitsscherm binnenkruin
Verticaal stabiliteitsscherm buitenkruin
Verticaal stabiliteitsscherm binnenteen
Kistdam
Dijkvernageling
Waterontspanner

Tabel 12-3 Maatregelen voor macro-stabiliteit buitenwaarts (STBU)

Bouwstenen STBU
Verflauwing buitentalud
Buitenberm (steunberm)
Verticaal stabiliteitsschermbinnenkruin
Verticaal stabiliteitsschermbuitenkruin
Verticaal stabiliteitsschermbuitenteen
Kistdam
Dijkvernageling
Waterontspanner

Tabel 12-4 Maatregelen voor graserosie kruin en binnentalud (GEKB)

Bouwstenen GEKB
Kruinverhoging tweezijdig
Kruinverhoging buitenwaarts
Kruinverhoging binnenwaarts
Taludverflauwing buitentalud
Buitenberm
Keermuur kruin
Asverschuiving binnenwaarts (rivierverruiming)

Tabel 12-5 Maatregelen voor graserosie buitentalud (GEBU)

Bouwstenen GEBU
Vervangen bekleding buitentalud
Toepassen steen/asfalt buitentalud
Verflauwing buitentalud
Buitenberm

Deel III: Omgevingsanalyse

13 Omgevingsbelangen

De uitgangspunten die in dit hoofdstuk worden benoemd zijn gericht op de wijze waarop wensen en zorgen uit de omgeving worden betrokken in het ontwerpproces. Gedurende de verkenning kunnen aanvullende belangen en wensen van stakeholders worden toegevoegd. Dit is onderdeel van het borgen van een integraal ontwerp waarin technische en ruimtelijke uitgangspunten en omgevingswensen zijn meegenomen.

13.1 Stakeholderanalyse

Voor het ophalen van wensen voor het dijkontwerp onderscheiden we meerdere groepen stakeholders, namelijk de klantwensen uit de eigen organisatie (HDSR), particulieren, (semi) professionele organisaties, instellingen en belangenverenigingen, overheden en bestuurlijke stakeholders. Voor het ontwerp zijn belangrijke delen van de interne organisatie meegenomen in de categorie overheden en bestuurlijke stakeholders. In onderstaand overzicht zijn die stakeholders benoemd die een groot belang hebben bij het dijkontwerp zoals dat uiteindelijk in het voorkeursalternatief (VKA) wordt vastgelegd. LET OP: stakeholders die met name belang hebben bij realisatie zijn in dit overzicht niet opgenomen omdat zij niet doorslaggevend zijn voor vaststellen van het VKA. Deze wensen worden in de planuitwerkings- en realisatiefase meegenomen. Een uitputtende lijst van stakeholders is opgenomen in het Communicatie- en participatieplan Dijkversterking Salmsteke [21].

In onderstaande tabellen 13-1 en 13-2 is aangegeven wat de uitgangspunten zijn voor de betreffende stakeholders als het gaat om ophalen, valideren en honoreren van klantwensen. Het proces van honoreren/afwijzen van klantwensen moet nog nader worden uitgewerkt in een procesbeschrijving SE. Uitgangspunt daarbij is dat er een gezamenlijk advies wordt gegeven door OM én TM over het wel/niet honoreren en dat de besluitvorming hierover vervolgens bij OG ligt.

Tabel 13-1: Klanteisen HDSR

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden			
De Stichtse Rijnlanden	Belang	Participatie	Ophalen wensen (KES)
	Bevoegd gezag	Meebeslissen: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen eisen en wensen in ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg 2. Verifiëren 3. Valideren Honoreren/afwijzen
	Beheerder	Meewerken, meebeslissen, informeren.	Eisen beheer worden aangeleverd middels Basisspecificatie Dijk (BSD) en opgenomen in KES

	Interne organisatie	Meewerken, meebeslissen, informeren.	
--	---------------------	--------------------------------------	--

Tabel 13-2: Belangen particulieren

Particulieren			
	Belang	Participatie	Ophalen wensen (KES)
Bewoners aan of op de dijk	Bereikbaarheid, leefbaarheid, uitzicht, behoud woning	Participeren: individuele gesprekken en informatiebijeenkomst	Omgevingsteam 4. Ophalen 5. Verifiëren 6. Valideren 7. Honoreren/afwijzen
Grond- en vastgoedeigenaren	Behoud gronden en vastgoed. Behoud economische waarde gronden en vastgoed.	Meewerken: individuele gesprekken	
Agrarische ondernemers en pachters	Behoud gronden, bereikbaarheid. Behoud economische waarde gronden en vastgoed.	Meewerken: individuele gesprekken	
Polstokverspringvereniging Jaarsveld	Behoud polstokverspringlocatie	Meewerken: individuele gesprekken	
Recreatie ondernemer	Behoud toegankelijkheid en bereikbaarheid in het recreatie seizoen	Meewerken: individuele gesprekken	
Muziekfestival 'Lopik nog harder'	Behoud festivalterrein	Meewerken: individuele gesprekken	
Stichting behoud Lopikerwaard	Behoud Lopikerwaard	Meewerken: individuele gesprekken	
Stichting Kunst en Cultuur Lopik			

Tabel 13-3: Belangen professionele organisaties

Professionele organisaties, instellingen en belangenverenigingen			
	Belang	Participatie	Ophalen wensen (KES)
Staatsbosbeheer	Beheerder uiterwaardgronden en samenwerkingspartner	Meebeslissen: ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen eisen en wensen in ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen
LTO	Behoud agrarische gronden en mogelijkheden agrarische bedrijfsvoering	Informeren en meedenken: individuele gesprekken	Omgevingsteam 1. Ophalen 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen

Netbeheerders	Ongestoorde ligging kabels en leidingen (cofinancier verleggingsplan cat. 1)	Meewerken: netbeheerdersoverleg/individuele gesprekken	Omgevingsteam 1. Netbeheerdersoverleg/ individuele gesprekken ophalen eisen 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen
---------------	--	--	--

Provincie Utrecht	Bevoegd gezag	Meebeslissen: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen eisen en wensen in ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen
	Samenwerkingspartner	Meewerken: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	
Gemeente Lopik	Bevoegd gezag,	Meebeslissen: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen eisen en wensen in ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen
	Wegbeheerder	Meewerken: beheeroverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen
	Samenwerkingspartner	Meewerken: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen eisen en wensen in ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen
Recreatieschap Stichtse Groenlanden	Eigenaar	Meewerken: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen eisen en wensen in ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg 2. Verifiëren 3. Valideren
	Beheerder uiterwaarden,		
	Samenwerkingspartner		

			4. Honoreren/afwijzen
Rijkswaterstaat Oost-Nederland	Bevoegd gezag uiterwaard	Meebeslissen: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	Omgevingsteam 1. Ophalen eisen en wensen in ambtelijk en bestuurlijk opdrachtgeversoverleg 2. Verifiëren 3. Valideren 4. Honoreren/afwijzen
	Samenwerkingspartner	Meewerken: ambtelijk en bestuurlijke opdrachtgeversoverleg	
Programmadirectie HWBP	Subsidieverstrekker	Meewerken: toetsing VKA	Technisch team en landschapsarchitect Eisen worden ingebracht vanuit technisch management en ruimtelijke ontwerp.
Inspectie voor Leefomgeving en Transport (ILenT)	Bevoegd gezag valideren veiligheidstoetsing	Meebeslissen	Technisch team en landschapsarchitect Eisen worden ingebracht vanuit het technisch management: ontwerp instrumentarium.

13.2 Wensen

Op dit moment is er, behalve de wensen die kenbaar zijn gemaakt vanuit de samenwerkingspartners (zie hoofdstuk 13.5), nog geen compleet overzicht op de specifieke wensen van bewoners en bedrijven langs de dijk waarvan beoordeeld moet worden of zij in het dijkontwerp kunnen worden betrokken. In de KES worden wensen opgenomen zoals:

- **Polstokverspringvereniging Jaarsveld:** De polstokverspringbak blijft behouden op de huidige locatie;
- **Bedrijven aan de dijk bij Salmsteke:** Bereikbaarheid van de dijk voor auto's behouden in verband met bevoorrading en klandizie van bedrijven;
- Particuliere bewoners aan de dijk en recreanten: Autoluwe dijk;
- **Bewoners Jaarsveld:** Nieuwe ontsluitingsweg vanuit het achterland;
- **Eigenaar monumentaal pand:** Extra toerit niet recht tegenover monumentaal of cultuurhistorisch pand plaatsen.

Conform het klanteisspecificatieproces (KES) wordt in het ontwerpproces beoordeeld of de wensen in de KES worden gehonoreerd en daarmee meegenomen in dijkontwerp.

13.3 Zorgen

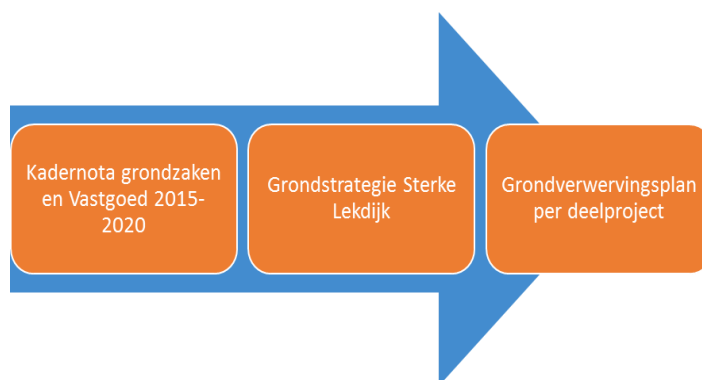
Ook de zorgen zijn niet uitputtend inzichtelijk op dit moment. Zorgen zijn vaak te identificeren als de tegenhangers van de wensen. Voor zover inzichtelijk gaat het bijvoorbeeld om de volgende zaken:

- **Polstokverspringvereniging Jaarsveld:** het verdwijnen van de polstokverspringvereniging uit het recreatiegebied;
- **Bedrijven aan de dijk bij Salmsteke:** Bereikbaarheid van de dijk voor auto's behouden in verband met bevoorrading en klandizie van bedrijven;
- **Bewoners en bedrijven aan de dijk:** Bereikbaarheid woningen en bedrijven tijdens de realisatie;
- **Bedrijven en bewoners van de dijk:** Voldoende parkeergelegenheid in recreatiegebied Salmsteke zodat de dijk daar niet voor wordt gebruikt;
- **Bedrijven en bewoners van de dijk:** Toename van autoverkeer door toenemende initiatieven en recreatiedruk in het recreatiegebied.

13.4 Uitgangspunten grondverwerving

Het beleid van HDSR is vastgelegd in de Kadernota grondzaken en vastgoed 2015-2020. HDSR zal bij dijkversterking actief gronden verwerven (Figuur 13-1). Het waterschap acht dit de beste garantie voor noodzakelijk en doelmatig beheer en toekomstige dijkversterkingen. Om de dijkversterking Salmsteke uit te kunnen voeren moet HDSR tijdig kunnen beschikken over de benodigde grond.

Op dit moment wordt nog gewerkt aan een grondverwervingsstrategie voor de gehele Sterke Lekdijk. Voor de grondverwerving ten behoeve van dijkversterking Salmsteke vormt deze grondverwervingsstrategie de basis om een projectspecifiek grondverwervingsplan Salmsteke op te stellen. Het grondverwervingsproces begint vanaf de vaststelling van het voorkeursalternatief als globaal duidelijk is geworden wat het (uiteindelijke) ruimtebeslag wordt.



Figuur 13-1 : Samenhang beleid, strategie en uitvoering in deelproject

13.5 Meekoppelkansen

13.5.1 Salmsteke ontkiemt

Het Recreatieschap Stichtse Groenlanden neemt in 2014 het initiatief om de mogelijkheden te onderzoeken voor herinrichting van het recreatieterrein Salmsteke. Een jaar later is er een informeel bestuurlijk samenwerkingsverband – Salmsteke Ontkiem! – met Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Rijkswaterstaat Oost Nederland (ON), de

Provincie Utrecht, Gemeente Lopik en Staatsbosbeheer. Samen komen zij tot een integraal concept voor de gebiedsontwikkeling, waarvoor in 2015 een gezamenlijke route werd ondertekend. Hierin wordt de herinrichtingsopgave voor recreatiegebied gecombineerd met een opgave vanuit de Kader Richtlijn Water (KRW). Het rapport “Salmsteke ontkiemt!” markeert de afronding van deze fase en maakt een uitspraak over de haalbaarheid van het gebiedsconcept mogelijk. Binnen deze samenwerking kunnen twee projecten worden onderscheiden: project dijk en project uiterwaard. Binnen de scope van project dijk valt de dijkversterking, alle andere plannen zoals in het beschreven in het ‘Voorontwerp Salmsteke’ in figuur 13-2 vallen onder de scope uiterwaard. Ondanks de afgebakende scope wordt er nauw samengewerkt om tot een integraal voorkeursalternatief te komen.

Voorontwerp Salmsteke maart 2017

Recreatieschap Stichtse Groenlanden

Jon Rademakers Ecologie en Ontwikkeling, Oijen
4 april 2017
Voor Rijkswaterstaat Oost Nederland



Figuur 13-2: Schetsontwerp (maart 2017) van de uiterwaard.

De belangrijkste elementen die direct invloed kunnen hebben op het dijkontwerp zijn:

- Wens voor natte natuur in dijkzone: bij de aanleg van de getijdengeul is het belangrijk rekening te houden met de mogelijke gevolgen voor piping.
- Wens voor extra opritten: bij het aanleggen van een extra oprit aan de dijk is het vooral belangrijk te letten op de gevolgen voor het verkeer. Meer opritten zou ook meer drukte op de dijk kunnen betekenen wat gevolgen kan hebben voor de verkeersveiligheid, alsmede overlast voor de dijkbewoners.

- Een andere wens is het herstellen en versterken van de kleiputten. De dijk kan daar versterkt worden met schermen.

13.5.2 Overige koppelkansen

Er zijn op dit moment nog geen mogelijke andere meekoppelkansen bekend naast de integratie met de uiterwaard. Voor koppelkansen worden nadere spelregels opgesteld in de Strategische Nota, die worden meegenomen in de afstemming en besluitvorming.

14 Conditionering

De effecten van de voorgenomen ontwikkeling in Salmsteke op de omgeving worden beoordeeld per thema, te weten: ecologie, bodem, archeologie, cultuurhistorische en landschappelijke waarden en kabels en leidingen. Belangrijkste uitgangspunt is dat op deze thema's geen verslechtering optreedt.

Omdat het voor deze beoordeling lastig is de ontwikkelingen van de dijk en de uiterwaard los van elkaar te zien is ervoor gekozen deze integraal te beschouwen. Bij de beschreven adviezen voor vervolgonderzoek geldt dat deze nog afgestemd moeten worden op de te beoordelen alternatieven. In de volgende ontwerpfase zal dit verder worden uitgewerkt.

14.1 Ecologie

De Wet natuurbescherming (Wnb) voorziet sinds 1 januari 2017 in de wettelijke bescherming van planten- en diersoorten. De basis wordt gevormd door de zorgplicht (artikel 1.11) voor bescherming van gebieden (Natura 2000-gebieden en bijzondere nationale natuurgebieden) en de bescherming van soorten.

Naast de wettelijke bescherming geldt in Nederland de planologische bescherming van gebieden vastgelegd in het Natuurnetwerk Nederland (NNN; voorheen Ecologische Hoofdstructuur (EHS)). De bescherming van het NNN (B4.1) vindt plaats door toetsing van de bestemmingsplannen en omgevingsvergunningen aan het NNN-beleid.

14.1.1 Soortenbescherming

Uit de bureaustudie Ecologie [18] blijkt dat de voorgenomen maatregelen (negatieve) effecten kunnen hebben op een selectie van beschermde soorten (Tabel 14-1). De kans hierop is het grootst bij het dempen en verondiepen van wateren in de directe omgeving van de Lekdijk.

Tabel 14-1: Overzicht aandachtspunten soortenbescherming

Zoogdieren	Mogelijk effect
Bever	Aantasting foerageergebied en verblijfplaatsen indien in wateren of oeverzones gewerkt wordt.
Vleermuizen	Aantasting foerageergebied en vliegroutes
<i>Gebouwbewonend</i>	Aantasting verblijfplaatsen indien bebouwing gesloopt wordt
<i>Boombewonend</i>	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden
Amfibieën	
Heikikker	Aantasting leefgebied indien wateren worden gedempt of vergraven
Rugstreeppad	Aantasting leefgebied
Kamsalamander	Aantasting leefgebied indien wateren worden gedempt of vergraven
Vissen	
Houting	Aantasting leefgebied indien wateren worden gedempt of vergraven
Grote modderkruiper	Aantasting leefgebied indien wateren worden gedempt of vergraven
Ongewervelden	
Rivierrombout	Aantasting leefgebied indien in kribvakken gewerkt wordt
Broedvogels	
Huismus	Aantasting verblijfplaatsen indien bebouwing gesloopt wordt
Gierzwaluw	Aantasting verblijfplaatsen indien bebouwing gesloopt wordt
Boomvalk	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden

Buizerd	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden en mogelijk leefgebied door vernatting
Havik	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden
Ransuil	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden
Sperwer	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden
Vervolg broedvogels	Mogelijk effect
Wespendief	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden
Ooievaar	Tijdelijke verstoring van verblijfplaatsen mogelijk
Steenuil	Aantasting verblijfplaatsen indien bebouwing gesloopt wordt en mogelijk tijdelijk effect op leefgebied
Roek	Aantasting verblijfplaatsen indien bomen gekapt worden
Overige broedvogels	Niet jaar rond beschermd, aantasting van verblijfplaatsen in het broedseizoen niet toegestaan

Geadviseerd wordt bij de verdere planvorming en het uitvoeren van de maatregelen rekening te houden met de aanwezige soorten en waar nodig passende mitigerende maatregelen te nemen, zodat effecten worden geminimaliseerd.

14.1.2 Gebiedsbescherming

De gebiedsbescherming voorziet in de bescherming van natuurgebieden van Europees belang welke behoren tot het Natura 2000-netwerk (B4.2). Deze gebieden worden beschermd om de gunstige staat van instandhouding van vogelsoorten, habitattypen en andere planten- en diersoorten te behouden en waar nodig te herstellen. Het deelproject Salmsteke zelf behoort niet tot Natura-2000 gebied. Aan de hand van de aanwezige beschermde natuurwaarden (B4.2) is een overzicht gegeven welke mogelijke negatieve effecten als gevolg van het plan kunnen optreden (Tabel 14-2).

Tabel 14-2: Overzicht aandachtspunten gebiedsbescherming.

Habitattypen Zouweboezem	Verstoring	Verzuring en vermeting
Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden	-	X
Blauwgraslanden	-	X
Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	-	X
Habitattypen Uiterwaarden Lek		
Slikkige rivieroever	-	X
Stroomdalgraslanden	-	X
Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	-	X
Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (glanshaver)	X	X
Habitatsoorten		
Kamsalamander	X	X

Geadviseerd wordt bij de verdere planvorming en het uitvoeren van de maatregelen rekening te houden met de aanwezige instandhoudingsdoelstellingen en waar nodig passende mitigerende maatregelen te nemen, zodat effecten worden geminimaliseerd.

In de uiterwaard Salmsteke zijn mogelijkheden voor ontwikkelen van glanshaverhooiland en stroomdalgrasland.

14.1.3 Natuurnetwerk Nederland

Delen van het invloedsgebied zijn aangewezen als NNN (B4.1) en hebben natuurdoelen in de vorm van beheertypen (Tabel 14-3). Afhankelijk van de uiteindelijke werkzaamheden kan het project leiden tot negatieve effecten op deze doelen.

Tabel 14-3: Overzicht relevante beheertypen uiterwaard Salmsteke

Nummer	Naam
N05.01	Moeras
N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland
N12.03	Glanshaver hooiland

Geadviseerd wordt de natuurdoelen (o.a. beheertypen en ambities) te integreren in de planvorming.

14.2 Bodem

Het vooronderzoek (water)bodem [19] is verricht op basis van onderzoeksprotocollen NEN 5725 (vooronderzoek landbodem) en NEN 5715 (vooronderzoek waterbodem). Tijdens het vooronderzoek is een locatie-inspectie uitgevoerd en zijn (digitale) gegevens over de locatie opgevraagd c.q. verkregen.

De belangrijkste bevindingen uit het onderzoek zijn hieronder weergegeven:

- De Lekdijk Oost bestaat uit lichte tot matig zware klei met hieronder een zandpakket aanwezig. De bovenzijde van dit zandpakket varieert tussen NAP +0 m en NAP -9 m.
- In de omgeving van de Lekdijk Oost zijn voor zover bekend geen gevallen van ernstige bodemverontreinigingen aanwezig. Eerder aangetroffen verontreinigingen zijn in voldoende mate gesaneerd (ontgraven).
- Ten noorden van de Lekdijk Oost dient de grond (0,0-0,3 m-mv) van diverse percelen beschouwd te worden als verdacht voor de aanwezigheid op OCB's vanwege het voormalige gebruik als boomgaard/fruitteelt.
- Op de percelen noordelijk van de Lekdijk Oost zijn op diverse plaatsen voormalige sloten aanwezig, waarvan het niet bekend is met welk materiaal er gedempt is.
- Nabij huidige Lekdijk Oost 8 Lopik (hm 89-90) is een voormalig wiel gelegen. Het is onbekend met welk materiaal er gedempt is.
- De bodem in de uiterwaard bestaat uit een deklaag tot een diepte van rond de 1,5 m. Waaronder zich (grof) zand bevindt met plaatselijk kleilaagjes kleilagen. Het onderzochte zand voldoet grotendeels aan de eisen voor "drainagezand" en "zand in zandbed". De klei voldoet gedeeltelijk aan erosieklasse 1 en gedeeltelijk aan erosieklasse 2.
- De milieu hygiënische kwaliteit van de waterbodem in de uiterwaarden varieert op basis van het indicatieve onderzoek uit 2014 tussen klasse A en klasse AW2000.

Onderzoek naar de kwaliteit van de landbodem is alleen verplicht indien er grondverzet gaat plaatsvinden (Besluit bodemkwaliteit) of wanneer op verdachte locaties graafwerkzaamheden plaatsvinden (Arbo-regelgeving en Wet bodembescherming). Indien het voor de mogelijke dijkverbetering noodzakelijk is om in de waterbodem te graven of de buitenzijde van de dijk op te hogen, dan dient voorafgaand aan deze ingrepen een verkennend waterbodemonderzoek conform de NEN 5720 (strategie voor het uitvoeren van verkennend waterbodemonderzoek, november 2009) uitgevoerd te worden. Bij graafwerkzaamheden in waterbodem (bijvoorbeeld in de uiterwaarden) dient een werkplan Blbi te worden opgesteld en een Bbk-melding te worden gedaan.

14.3 Archeologie

Het bureauonderzoek archeologie [20] is uitgevoerd conform protocol 4002 van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA 4.0). Op basis van het bureauonderzoek zijn verschillende archeologische verwachtingszones in kaart gebracht (Bijlage 10).

De verwachting in het binnendijkse gedeelte van het plangebied is afhankelijk van stroomgordels en de dijkzone, maar ook van welke kansrijke maatregelen worden gekozen:

- De binnendijkse oeverwallen van de Lek hebben een hoge archeologische verwachting voor de periode Romeinse Tijd-Nieuwe-Tijd. Uitzondering hierop vormt de locatie van het wiel, hier zijn eventuele vondsten waarschijnlijk al geërodeerd.
- De binnendijkse oeverwallen van de Goyland stroomgordel hebben een middelhoge archeologische verwachting voor het Midden-Neolithicum.
- Het dijklint heeft een hoge archeologische verwachting op historische huisplaatsen uit de Late Middeleeuwen-Nieuwe Tijd en mogelijke restanten van een middeleeuwse dijk.
- De verwachting in het buitendijkse gedeelte van het plangebied is afhankelijk van stroomgordels en de aanwezigheid van cultuurhistorische elementen, maar ook van welke kansrijke maatregelen worden gekozen: De buitendijkse oeverafzettingen van de Lek hebben een middelhoge archeologische verwachting voor de periode Romeinse-Tijd-Nieuwe-Tijd, uitgezonderd de zones waarop op historisch kaartmateriaal strangen en geulen te zien zijn; deze hebben een lage archeologische verwachting, hoewel hier nog wel een kans bestaat op scheepswrakken. Ook de huidige strandjes en kribben hebben een lage archeologische verwachting. Binnen de uiterwaarden is niet exact bekend in welke mate de Lek eventuele oudere oevers geërodeerd heeft of niet. Ook is niet bekend of de kleiputten en de polstok springbak een eventueel archeologisch niveau geërodeerd hebben of niet.
- Ter plaatse van cultuurhistorische elementen geldt een hoge archeologische verwachting. Hier worden o.a. een molen, een veerhuis, een mogelijk sluisje en historische bebouwing verwacht. Niet van alle elementen is bekend of en in hoeverre deze nu nog aanwezig zijn.

In hoeverre nog archeologische vondsten en/of sporen in het plangebied aanwezig kunnen zijn, hangt af van de mate van intactheid van de bodem. Om een beter beeld te krijgen van de bodemopbouw en dus de diepteligging van het archeologische niveau wordt een vervolgonderzoek voorgesteld. Dit vervolgonderzoek kan het beste worden uitgevoerd als verkennend booronderzoek wanneer de kansrijke maatregelen bekend zijn, zodat dit kan worden toegespitst op die maatregelen. Voorgesteld wordt om de boringen in een grid van 40 x 50 m te zetten. De boringen moeten worden doorgezet tot in de beddingafzettingen van de stroomgordels. Op deze manier ontstaat zowel inzicht in de bodemopbouw en bodemintactheid als in de aard, ruimtelijke spreiding, oppervlaktes en begrenzingen van archeologische verwachtingen op basis van de feitelijke ondergrondsituatie. Op basis hiervan kan het archeologisch verwachtingsmodel uit het bureauonderzoek worden getoetst en waar mogelijk worden bijgesteld.

14.4 Cultuurhistorische en landschappelijke waarden

Het traject Salmsteke is landschappelijk een zeer fraaie dijk. Door de historische boerderijen op afstand van de dijk en de rijk beplante opritten ontstaat er een afwisselend en lommerrijk beeld.

De volgende aandachtspunten worden meegegeven aan de dijkversterking:

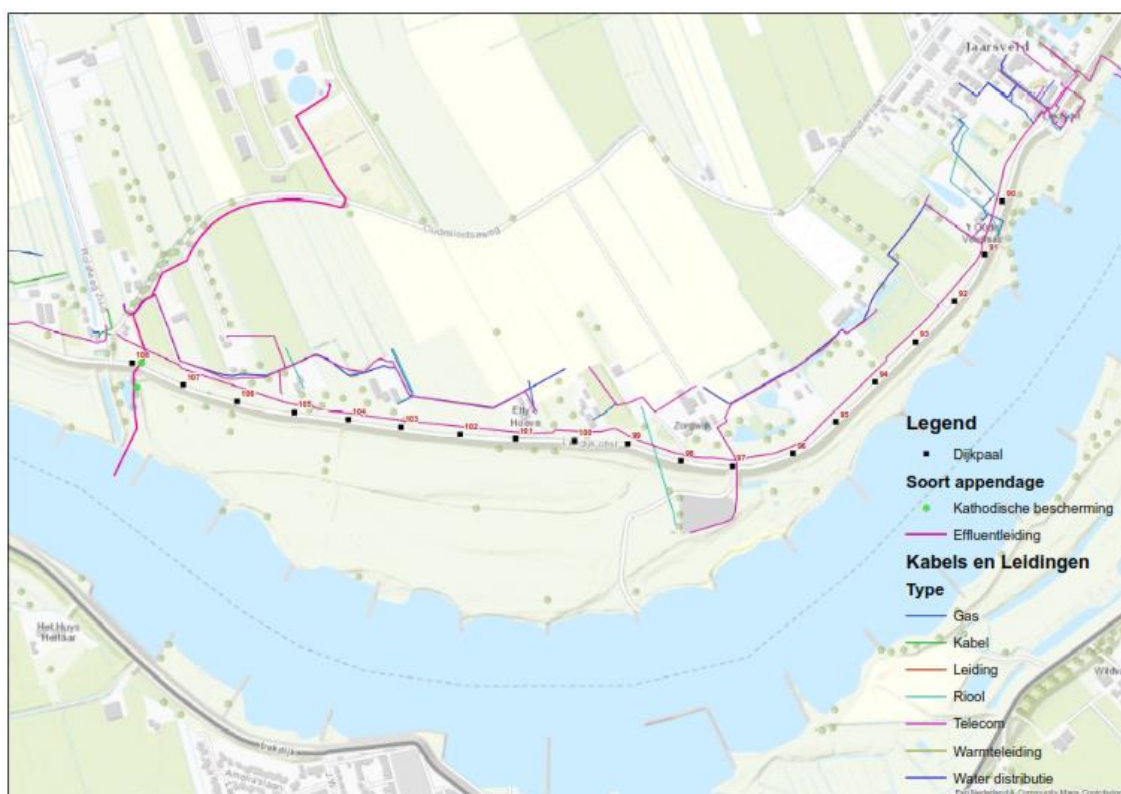
- Kenmerkende oprijlanen sparen en waar mogelijk zelfs versterken.
- Daar waar de dijk smaller is en weinig ruimte voor en achter de dijk is, wordt de opgave om de dijk en dijkversterking hier smal te houden en niet overheersend te laten worden in het landschap. De dijk bij het Oude Veerhuis is hier een goed voorbeeld van.
- Buitendijks zijn er kansen om historische elementen als het oudhoevige land en historische kleiputten weer zichtbaar te maken en de dynamische riviernatuur meer plaats te geven.
- In de vorige ronde dijkversterking is niet over het gehele traject een steunberm aan de binnenzijde van de dijk geplaatst. In het beeld is dit niet storend, maar het zou landschappelijk ook een kans kunnen zijn om dit over een groter traject toe te passen, daar waar dit van toepassing is. Dit kan als meerwaarde hebben dat het 'cultuurlandschap' tot dichterbij de kruin kan worden doorgetrokken door dat bewoners fruitbomen op de steunberm plaatsen, iets wat nu al in het gebied gebeurt. De dijk wordt zo helderder en het beeld van de dijk als grens tussen natuurlandschap en cultuurlandschap wordt ook sterker.
- De monumenten Augut's Hoeve, 't Oude Veerhuys en Boerderij Zorgwijk zijn beeldbepalend voor het traject Salmsteke. In de uitwerking moeten de gevels zichtbaar blijven en de landschappelijke setting gerespecteerd (Bijlage 11).

14.5 Kabels en leidingen

Voor inzicht in de ligging van kabels en leidingen is een KLIC-melding uitgevoerd (Figuur 14-1). De volgende leidingen en kabels kruisen met het dijklichaam:

- Effluentleiding van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) gelegen aan de westelijke grens van het plangebied.
- Rioolleiding en telecom: in het midden van het plangebied richting het toiletgebouw
- Huisaansluiting veerhuis: gelegen aan de oostelijke grens van het plangebied.

Direct achter de dijk ligt een langsleiding van telecom en op enige afstand van de dijk de diverse huisaansluitingen naar de woonhuizen achter de dijk.



Figuur 14-1: Ligging kabels en leidingen.

Bij het ontwerp en uitvoering moet rekening gehouden worden met de effluentleiding van de RWZI. Deze leiding mag per dag maximaal 6 uur afgesloten worden voor werkzaamheden. Voor de overige leidingen worden geen complicaties verwacht.

15 Ruimtelijk kwaliteitskader

15.1 Ruimtelijk ontwerp

Dit hoofdstuk legt de streep punten voor het ruimtelijk ontwerp vast voor de dijkversterking van het traject Salmsteke. Het bouwt voort op en is een uitwerking van het Kwaliteitskader voor de Sterke Lekdijk [15]. De notitie sluit geen bouwstenen uit, maar geeft een bandbreedte waarbinnen bouwstenen passen en aangepast kunnen worden. Ook geeft het aanknopingspunten voor meerwaarde.

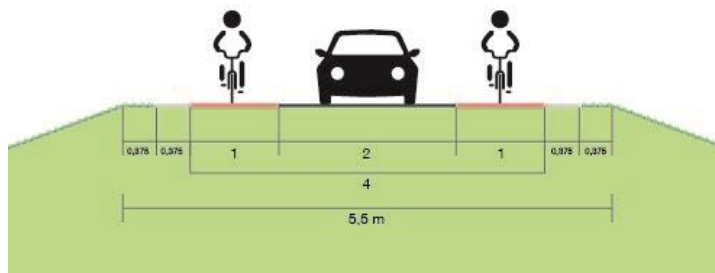
15.2 De dijk: profiel en tractering

15.2.1 Eén basisprofiel

De ambitie voor dit traject is een dijk die als een continu en herkenbaar element door het landschap loopt. De dijk heeft een zichtbare hoofdvorm, een smalle kruin en een steil talud. Het basisprofiel is herkenbaar, dijkversterkingsmaatregelen zijn zichtbaar en maatwerk past als logische ingrepen in het profiel. Het Kwaliteitskader pleit daarom ook: *“voor een zichtbare hoofdvorm met een smalle kruin”*.

Het streven voor de gehele sterke Lekdijk is een helder en herkenbaar profiel. Voor het traject Salmsteke volgen we het Kwaliteitskader en gaan we uit van de volgende principes:

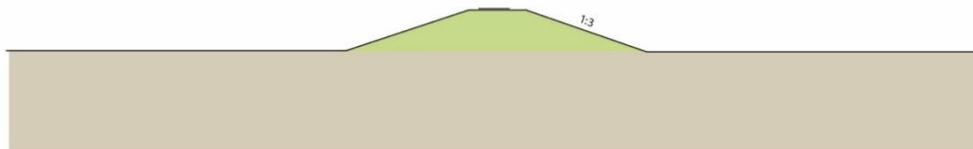
- Een smalle kruin die overal even breed is maakt de dijk ruimtelijk het sterkst. Vanuit ruimtelijke kwaliteit is het wenselijk om de huidige breedte van 5,5m te behouden, en dit te verenigen met het versterken van de dijk en tegelijkertijd voldoende ruimte geven aan het verkeer met eventuele passeerplekken.



Huidig profiel van de dijk bestaande uit een autoweg (zwart), fietssuggestiestroken in beide richtingen (rood), half verharding voor uitwijkend verkeer (grijs) en een smalle grasberm voor het talud begint.

- Het ruimtelijk ideaal voor de basis van de dijk is een steil binnen- en buitentalud van 1:3. Dit is ook het huidige gangbare talud langs de Lekdijk. Over een groot deel van de dijk zijn nu al steunbermen tegen deze ‘basisdijk’ geplaatst, met de nieuwe veiligheidsopgave is het goed mogelijk dat dit wordt uitgebreid. Paragraaf 15.2.5 gaat verder in op de

uitgangspunten voor stabiliteits- en pipingbermen.



Streefbeeld van een steil talud met aan de binnen- en buitenzijde 1:3.

- Het Kwaliteitskader biedt tevens ruimte om het talud binnendijs tot maximaal 1:10 af te werken, echter alleen over de gehele lengte van het talud, van kruin tot teen. Het versterkt het geleidelijke oplopende cultuurlandschap, maar het resulteert ook in een zeer afwijkend dijkprofiel op delen van het traject en heeft daardoor niet de voorkeur. In 15.2.3 wordt verder ingegaan hoe om te gaan met verflauwing vanuit een veiligheidseis.

15.2.2 Aandachtspunten verkeer

Verkeersveiligheid is voor veel inwoners een belangrijk aandachtspunt. Dit bleek onder andere uit de eerste informatieavond voor Salmsteke, eind januari 2018. De veiligheid is op dit moment onvoldoende en wordt zelfs gevaarlijk genoemd. In het vervolgtraject is overleg met de wegbeheerder (Gemeente Lopik) belangrijk en moet dit in de ontwikkeling van de kansrijke alternatieven moet dit dan ook voldoende aandacht krijgen.

Vanuit de beleving van de dijk zijn de volgende punten wensen voor het wegontwerp:

- Houdt de kruin smal en de weginrichting helder en eenduidig en sluit goed op de aansluitende trajecten;
- Scheidt het verkeer niet, menging van snel- en langzaamverkeer werkt snelheidsremmend;
- Vrij liggende fietspaden vragen om een breder en afwijkend dijkprofiel en maken het eenvoudiger om sneller te rijden. Dit is vanuit verkeersveiligheid en de gedachte met één continu basisprofiel te werken niet wenselijk;
- Middelen voor het ontwerp van het wegprofiel zijn: wegbreedte, belijning en bebording. Inrichtingselementen, zoals drempels en paaltjes, op het wegdek zelf moeten voorkomen worden.

Aan de overkant van de Lek is gekozen om de fietssuggestiestroken te verbreden ten koste van de rijbaan. Het profiel verandert hierdoor niet, maar het maakt het langzaam verkeer belangrijker. Deze oplossing is ook voor het traject Salmsteke interessant.



De kruin verbreden of het profiel aantasten heeft vanuit de ruimtelijke kwaliteit niet de voorkeur en is ook niet noodzakelijk positief voor de verkeersveiligheid (optie 2 en 3). Vanuit beheer is er wel de wens om aan de buitenteen van de dijk een onderhoudspad van 5m breed (op licht verhang) aan te brengen. Dit biedt kansen om te combineren met een gemaaid pad voor wandelaars aan de onderkant van de dijk (optie 1). Het combineren van een onderhoudspad en wandelpad vraagt om specifieke beheersinspanningen en de mogelijkheid hiervan wordt in de volgende fase verder uitgezocht.

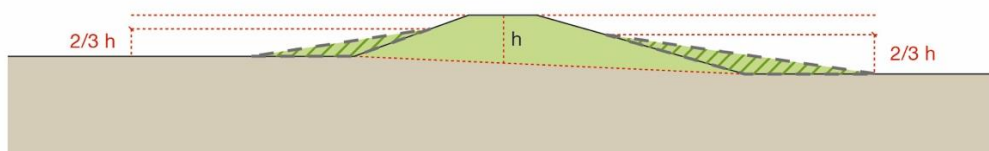


Ter illustratie hoe het in het profiel mis kan gaan: links ziet u de weg op de dijk bij klein Scheveningen. De fietspaden zijn hier smal en door de rammelstroken te ontwijken is er een geul in de grasberm ontstaan. Rechts de dijk aan de overzijde bij Achthoven waar de weg rust uitstraalt en de fietssuggestiestroken zijn verbreed ten koste van de autobaan. Wel moet gezegd worden dat hier minder verkeer over rijdt.

15.2.3 Maatregel: verflauwing

Als verflauwing aan de binnen- of buitenzijde noodzakelijk is voor de veiligheid is het het streven om deze niet hoger te laten beginnen begint dan op 2/3 van de hoogte van de dijk. Dit is namelijk bepalend voor de beleving van de hoofdvorm van de dijk. De stabiliteitssom moet in de vervolgfase ook uitwijzen of dit haalbaar is. De starthoogte van 2/3 bij maatregelen

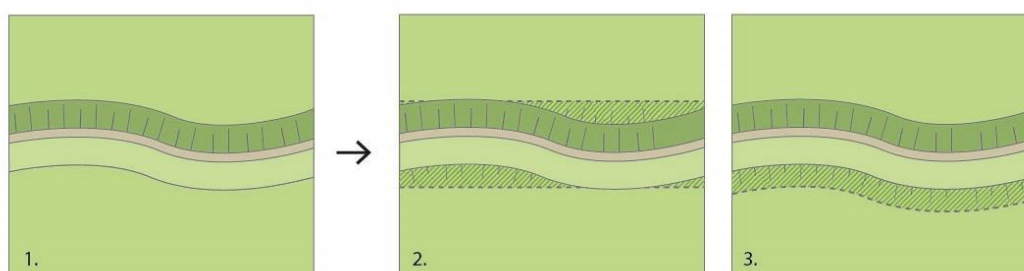
is gangbaar bij andere dijkprojecten in het rivierengebied en eerste studies voor Salmsteke wijzen uit, dat hoger dan $\frac{2}{3}h$ afbreuk doet aan de hoofdvorm.



15.2.4 Maatregel: asverschuiving

Asverschuivingen behoren tot de mogelijkheden en zal waarschijnlijker van toepassing zijn bij een mogelijke hoogteopgave (afhankelijk van mate van bodemdaling).

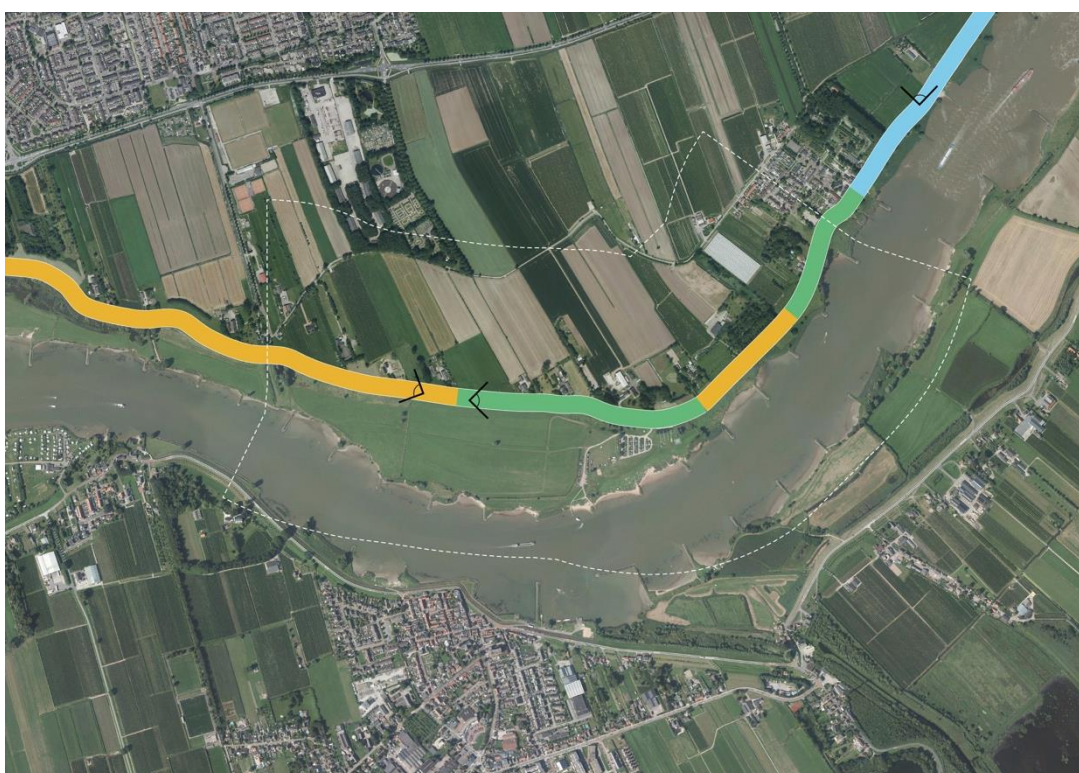
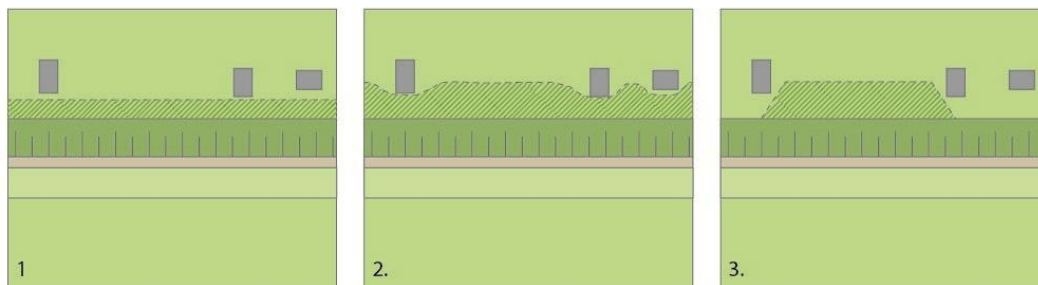
- De lijn van het huidige tracé is leidend bij een eventuele asverschuiving en het is zaak om de overgang van oud naar nieuw vloeiend vormgegeven.



Bij asverschuiving heeft optie 3 de voorkeur omdat deze de golvende lijn van de dijk volgt. Optie 2 heeft niet de voorkeur omdat dit de dijk 'rechtrekt' en de tenen van de dijk de kruin niet meer volgen.

15.2.5 Maatregel: pipingberm en stabiliteitsberm

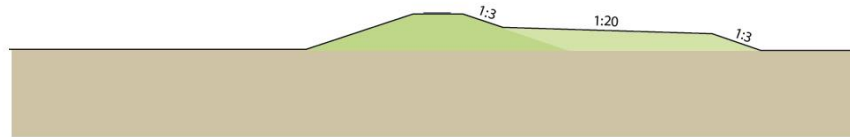
Vanuit ruimtelijk perspectief heeft het de voorkeur om aanpassingen aan steunbermen, en/of nieuwe bermen over een zo lang mogelijk traject, consequent toe te passen om een versnipperd profiel te voorkomen. Optie 1 heeft bij de onderstaande voorbeelden hierdoor de voorkeur. In het kwaliteitskader Tiel-Waardenburg is gekozen om een richtlijn toe te voegen voor de minimale lengte van een ruimtelijke ingreep, namelijk dat de lengte van een berm, minimaal 3x de breedte van de berm moet zijn. Voor Salmsteke is er geen richtlijn bepaald.



Bermen als kans: het traject tussen dijkpaal 95 en 103 heeft nu geen pipingberm. Door hier juist te kiezen voor een pipingberm (als dit nodig is) kan aangesloten worden met de aansluitende trajecten en over de gehele lengte een eenduidig profiel gerealiseerd worden.

— Steunberm binnendijks
— Vierkante dijk
— Dubbele steunberm binnendijks

Een pipingberm is over het algemeen laag en tast de hoofdvorm van de dijk niet aan. Een steunberm ten behoeve van de stabiliteit kan dit in potentie wel en daarom is ook het streven om deze niet hoger dan 2/3 van de dijk te laten beginnen, inclusief eventuele leeflaag. Toepassen van een leeflaag mag de herkenbaarheid van de hoofdvorm van de dijk door niet aantasten.



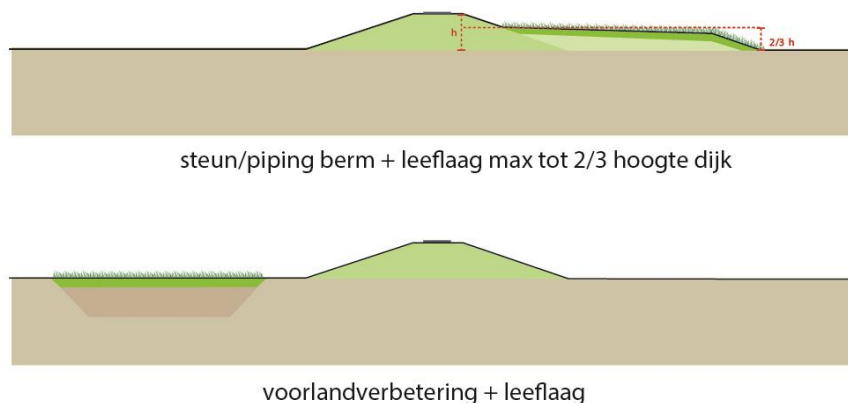
behoudt 'steile start' van de dijk

Kenmerkend voor het traject is dat het particuliere grondgebruik aan binnendijkse zijde doorloopt tot aan de hoofdvorm van de dijk, dus ook zoals nu al soms gebeurt op de steunberm. Dit doortrekken van het 'cultuurlandschap' is daarom een streven bij de dijkverbetering.

- Er is de optie om binnendijkse steun- en pipingbermen af te werken met een leeflaag, waardoor het grondgebruik kan doorlopen op deze berm. De bermen maken daardoor ruimtelijk deel uit van de kavel en niet van de dijk.
 De leeflaag zou per deeltraject aangebracht moeten worden, en niet per individueel grondeigenaar, iets wat ook in het Kwaliteitskader is vastgelegd.

Aan de overkant van de Lek, aan de weerszijden van Ameide, is dit bij een recente dijkversterking op een vergelijkbare manier afgewerkt (zie foto).





15.2.6 Maatregel: constructies

Het Kwaliteitskader pleit ervoor om zoveel mogelijk in grond te versterken en enkel bij maatwerk of uitzondering technische maatregelen toe te passen. Vooral op de deeltrajecten met weinig voorland, stabiliteitsproblemen en slechte ondergrond zal dit waarschijnlijk niet kunnen en moet er gekozen worden voor technische maatregelen als stabiliteitsschermen.

Verder stelt het kwaliteitskader voor om technische constructies, zoals damwanden, subtiel zichtbaar te maken in het dijkprofiel waardoor de dijkversterking leesbaar blijft.

- Uitgangspunt in Salmsteke is dat markeringen moeten bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit van het gebied en dat er een directe aanleiding moet zijn om fysieke markeringen als paaltjes en muurtjes toe te passen in dit korte en rurale traject.

Een voorbeeld is het Oude Veerhuis waar nu al keerwanden in het talud zitten en waar een aanleiding is om hierop aan te sluiten.

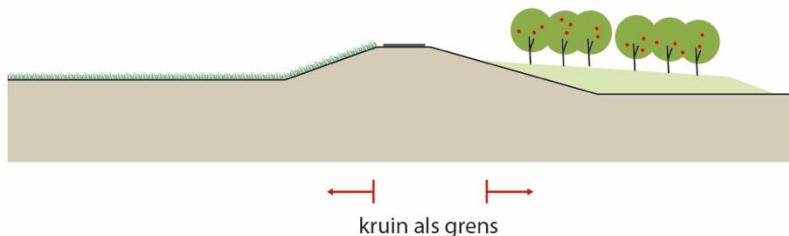


15.3 Aansluiting op het omliggende landschap

Kwaliteitskader: *“Ontwikkel en beheer de dijk als een grens tussen twee werelden die doorlopen tot bovenaan de dijk.”*

In het kwaliteitskader wordt een bewuste keuze gemaakt om de dijk niet te zien als een los element dat door het landschap loopt, maar waar het ‘natuurlandschap’ en het ‘cultuurlandschap’ van weerszijden de dijk oploopt en de grens tussen beide zeer smal is.

Deze richting is bepalend in de keuzes voor de aansluiting met het landschap en ook voor de keuzes van technische maatregelen. In de volgende paragrafen wordt dit nader uitgewerkt.



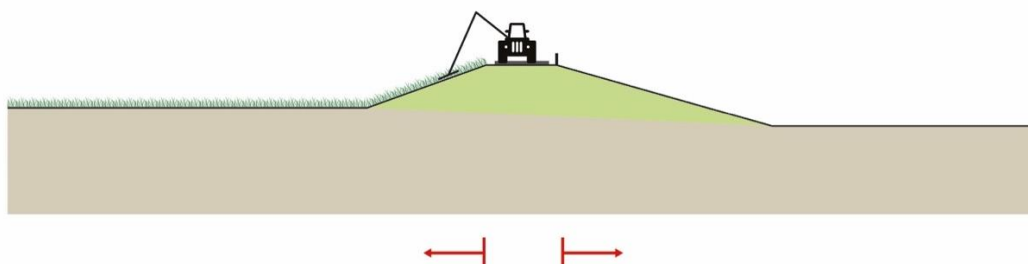
Het natuurlandschap loopt op tot aan de kruin van de dijk en het cultuurlandschap loopt door middel van een leeflaag op de steun/pipingberm op tot op maximaal 2/3 van de hoogte van de dijk.

15.3.1 Begroeiing en beheer

Kwaliteitskader: *“Laat het zuidelijke talud begroeien met bloemrijk grasland door ecologisch dijkbeheer”*

In het kwaliteitskader wordt bewust gekozen voor verschil in beheer aan de binnenzijde en de buitenzijde van de dijk.

- Aan de buitenzijde van de dijk wordt niet gekozen voor afrastering, maar voor een ecologisch maaibeheer, aansluitend op de bestaande (en de te ontwikkelen) ecologische waarde van de uiterwaarde.
- Aan de binnenzijde van de dijk is wel afrastering toegestaan en is divers beheer mogelijk. Zo wordt ook voorkomen dat men door ‘tunnel’ van afrastering rijdt.



15.3.2 Cultuurhistorische elementen

Kwaliteitskader: *“Maak het oudhoevige land zichtbaar”*

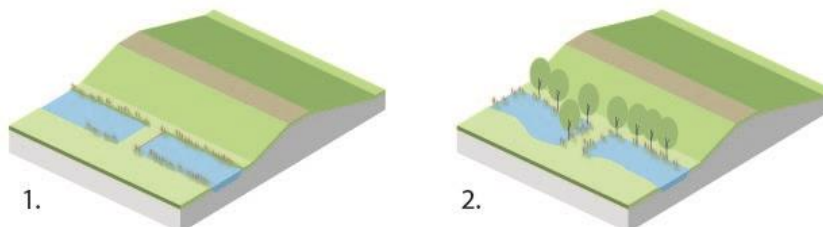
Aan de oostkant van het plangebied zijn relictten van oudhoevig land in het landschap te herkennen (tussen dijkpaal 96 en het wiel boven Jaarsveld). Het buitendijkse gebied is hier zeer smal en de kansen om oudhoevig land hier te herstellen zijn beperkt, in tegenstelling tot bijvoorbeeld het traject ten oosten van Jaarsveld.

Kwaliteitskader: *“Ontwikkel dijkputten na afstemming met veiligheidsopgaven en kleiwinning.”*

Aan de westkant van het plangebied (tussen dijkpaal 104 en 108) zijn nog sporen van kleiputten te vinden. Deze zijn in het verleden gegraven om klei te winnen voor een van de vorige dijkversterkingen.

Op de historische kaart van 1970 zijn deze nog goed te zien, maar ze zijn inmiddels grotendeels verland en alleen bij hoogwater nog goed zichtbaar.

- Bij het eventueel herstel van de kleiputten moet duidelijk te zien zijn dat het gegraven elementen zijn (optie 1). Het beheer moet erop ingericht zijn dit beeld te behouden en verlanden en opslag van bomen hier voorkomen.

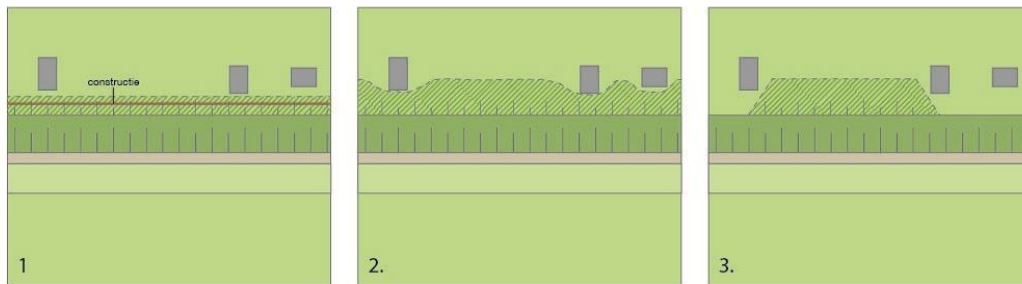


In het gebied staan meerdere verhoefslagpalen, deze palen gaven vroeger aan, welk deel van de dijk door de 'dijkplichtige' onderhouden moest worden. De palen zijn monumentaal en moeten op hun plek blijven staan, of teruggeplaatst na een mogelijke ingreep.

- Door verkeerd maaien staan de palen scheef en moeten weer recht worden gezet. Er moet worden nagedacht over maatregelen om het 'scheef maaien' in de toekomst te voorkomen.

15.3.3 Bebouwing en monumenten

Bij verbreding van de steun- en/of pipingberm is het onwenselijk dat woningen worden 'ingepakt wordt met grond' en zo in het dijkprofiel komen te staan.



Als een helder profiel met één maatregel niet mogelijk is, kan hierbij gezocht worden in een combinatie van maatregelen. Denk bijvoorbeeld aan een pipingberm in combinatie met voorlandverbetering of in combinatie met een technische maatregel (optie 1).

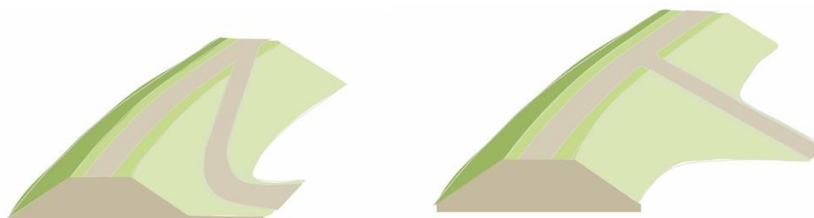
15.3.4 Dijkopritten

Kwaliteitskader: "Houdt afritten ondergeschikt aan de hoofdvorm van de dijk. Laat de helling van de oprit niet veel afwijken van de taludhelling."

- Uitgangspunt is om bij dijkversterking de huidige richting van binnendijkse opritte te behouden. Kenmerkend voor dit gebied zijn de haakse binnendijkse opritte aangeplant met bomen.



Slechts twee erven zijn aangesloten met een vleugeloprit: August's hoeve (met een dubbele vleugeloprit) en Lekdijk Oost 8, waar een haakse oprit onmogelijk is vanwege de beschikbare ruimte.

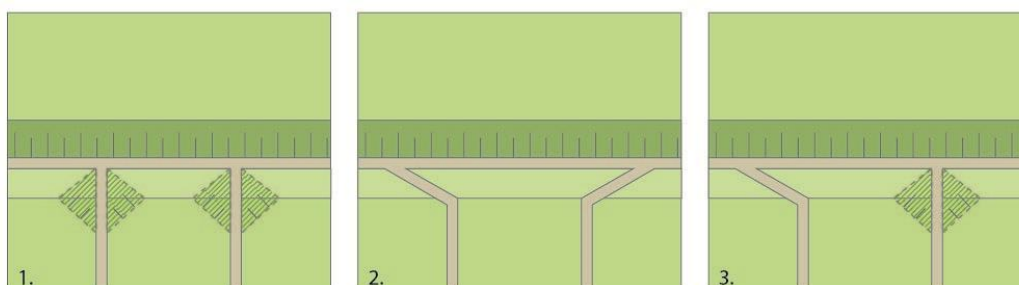


Vleugeloprit

Haakse oprit

Buitendijkse opritte zijn in Salmsteke niet aangeplant en komen langs de gehele Lekdijk vaker voor in de vorm van een schuine oprit. De aansluiting richting het recreatieterrein is nu haaks

en er is een extra oprit opgenomen in het schetsontwerp voor de uiterwaarde. Ruimtelijk is het wenselijk om beide opritten of haaks of schuin, onbeplant, met een duidelijke ondergeschiktheid aan de dijk aan te leggen. De richting en ligging van de opritten moet mede bepaald worden door de aansluiting op erven aan de noordzijde van de dijk en natuurlijk met het ontwerp voor de uiterwaard.



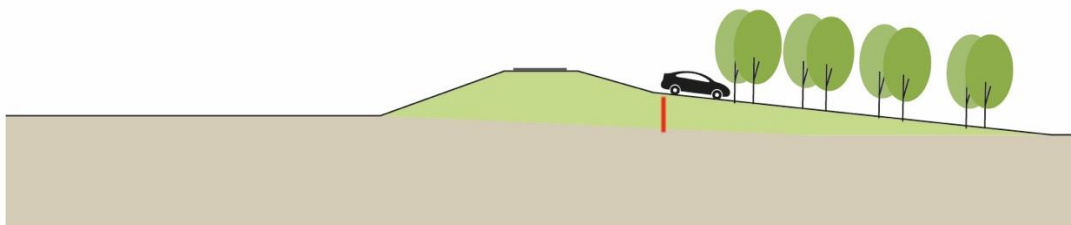
Wees consequent met aansluiting richting het buitendijkse gebied, zeker als deze kort op elkaar volgen. Vanuit beheer is het wenselijk om schuine opritten toe te passen conform onderstaande optie 2, 'oksels' waar materiaal zich kan verzamelen bij overstroming moeten voorkomen worden.

15.3.5 Oprijlanen

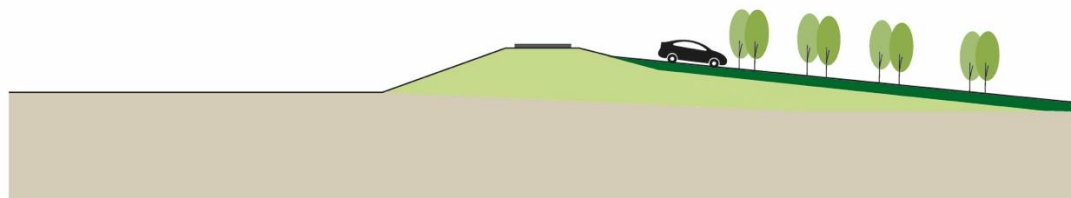
Kwaliteitskader: *“Versterk belangrijke structuren in beplanting en monumentale bomen”*

De lanen langs de haakse opritten zijn karakteristiek voor dit gebied en beeldbepalend.

- Vanuit de herkenbaarheid van het landschap, de cultuurhistorie en de ruimtelijke kwaliteit is het wenselijk om deze bomen te behouden. Het sparen van de bomen vraagt om maatwerk en heeft gevolgen voor beheer en onderhoud. Als bijvoorbeeld maatwerk niet mogelijk is, is er de optie om een leeflaag aan te brengen die het herplanten van de laan mogelijk maakt, wat ook consequenties kan hebben voor beheer en onderhoud. In de vervolgfases verdient dit uitwerking en afstemming met beheer.



Oprit waar bomen zijn gespaard door een technische maatregel toe te passen.



Oprit waar bomen sparen niet mogelijk is en het door middel van een leeflaagaan te brengen, mogelijk is om bomen terug te planten.

Deel IV: Integrale ontwerpopgave

16 Technische en ruimtelijke inpassing

In dit hoofdstuk komen de technische en landschappelijke opgaven bij elkaar en worden de knelpunten en kansen benoemd daar waar deze in aanraking met elkaar komen.

16.1 Opgaven landschap

Het aanpakken van de faalmechanismen heeft gevolgen voor het landschap van Salmsteke. In Figuur 16-1 is de kaart met de dragende ruimtelijke kenmerken van het gebied weergegeven waar in de vervolgfase rekening mee gehouden moet worden. Dit zijn bijvoorbeeld de monumentale bebouwing achter de dijk en het Oude Veerhuis, en de bomen langs de opritten richting de erven. Op de kaart is een onderverdeling naar drie deeltrajecten gemaakt op basis van het landschap, de ondergrond, en de veiligheidsopgaven. Namelijk:

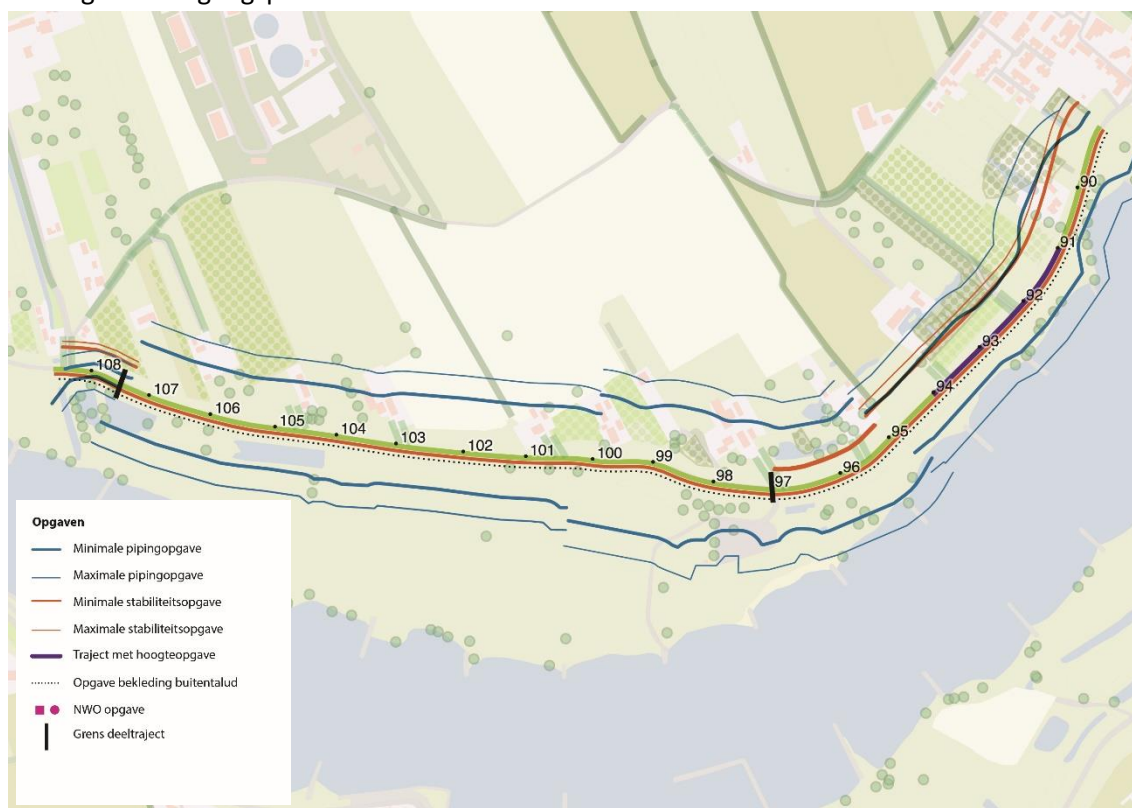
- Deeltraject 1. Start traject – dijkpaal 95. Dik pakket slappe grondlagen en beperkte ruimte binnen- en buitendijks.
- Deeltraject 2. Dijkpaal 95 – dijkpaal 107. Zandige ondergrond en relatief veel ruimte binnendijks; traject waar ook schetsontwerp uiterwaard voor is gemaakt.
- Deeltraject 3. Dijkpaal 107 – eind traject. Landschappelijk vergelijkbaar met traject 2 maar met slappe grondlagen, dijkputten en andere veiligheidsopgaven.



Figuur 16-1: Dragende ruimtelijke kenmerken Salmsteke

16.2 Opgaven dijkveiligheid

In Figuur 16-2 is de combinatie van de opgaven voor de faalmechanismen op het traject Salmsteke weergegeven. Het uitgangspunt is een overslagdebiet van 5 l/s/m conform de Nota Strategische Uitgangspunten.

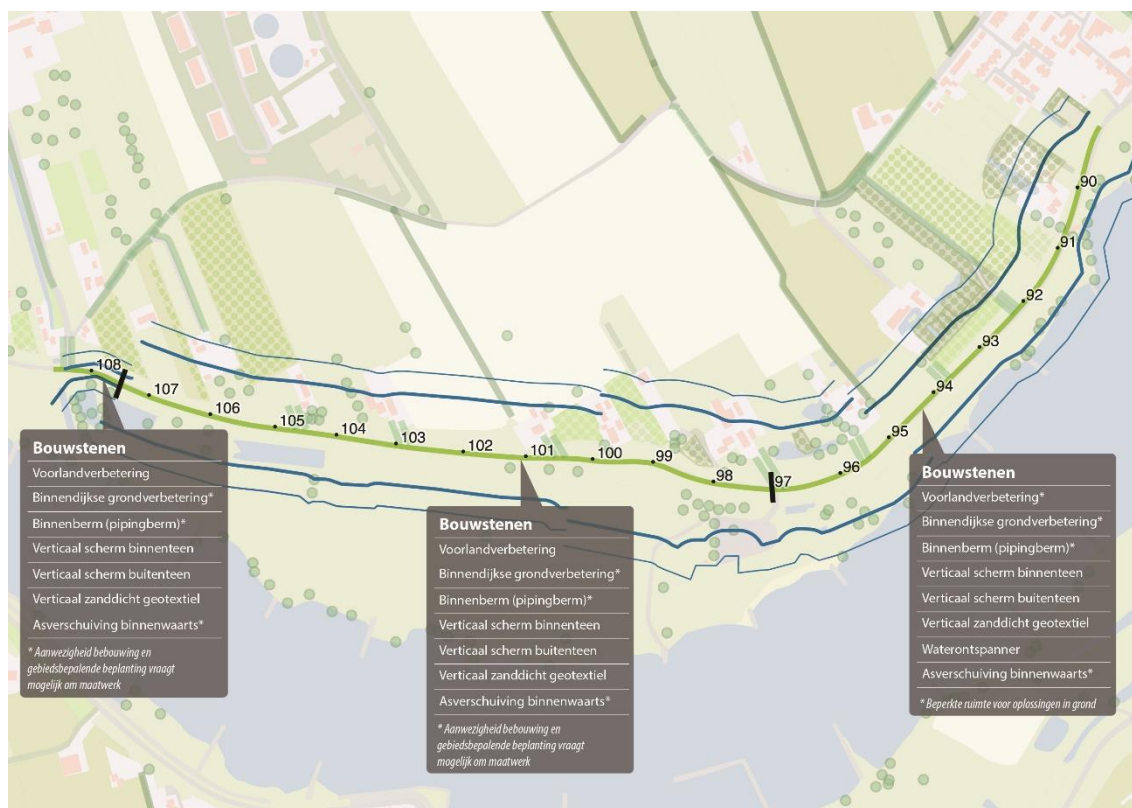


Figuur 16-2: Combinatie opgavenkaart bij overslagdebiet 5 l/s/m (kwelweglengte tekort is indicatief)

16.3 Bouwstenen gekoppeld aan de opgave

De mogelijke technische bouwstenen uit hoofdstuk 12 zijn in de kaarten in toegekend aan de drie deeltrajecten. Hierbij is uitgegaan dat er voor de Sterke Lekdijk wordt gekozen voor een overslagdebiet van 5 l/s/m.

Er is geen aparte kaart gemaakt voor het faalmechanisme bekleding buitentalud omdat deze qua opgave en oplossing niet onderscheidend is in de deeltrajecten. Voor de faalmechanismen piping, stabiliteit binnenberm en stabiliteit buitenberm geldt wel dat de mogelijke bouwstenen of de toepassing hiervan verschillen per deeltraject.



Figuur 16-3: Mogelijke bouwstenen voor het faalmechanisme piping



Figuur 16-4: Mogelijke bouwstenen voor het faalmechanisme stabiliteit binnenberm



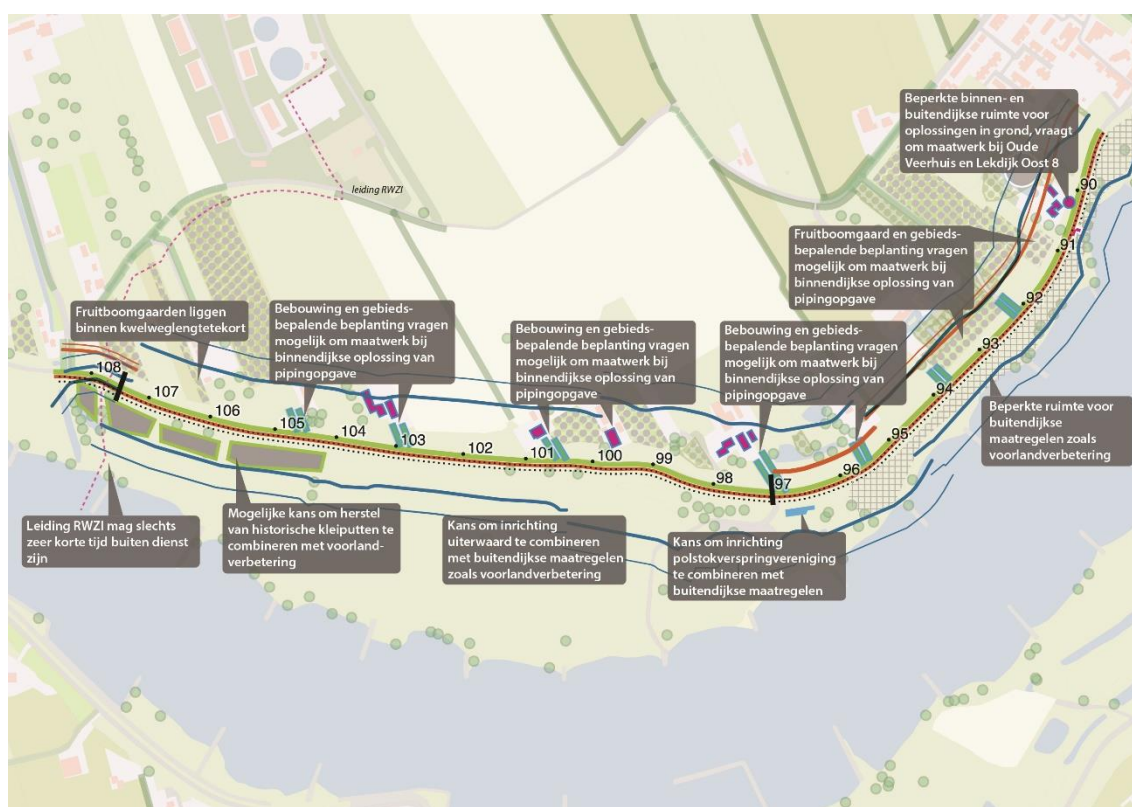
Figuur 16-5: Mogelijke bouwstenen voor het faalmechanisme stabiliteit buitenberm



Figuur 16-6: Mogelijke bouwstenen voor het faalmechanisme gras erosie kruin en binnentalud (hoogte)

16.4 Knelpunten en kansen dijkveiligheidsopgave en landschap

Op de kaart in Figuur 16-7 zijn de veiligheidsopgaven en de landschappelijke kwaliteiten over elkaar heen geprojecteerd en is er aangegeven waar dit kansen en/of knelpunten geeft. Een voorbeeld is de wens vanuit het Kwaliteitskader historische kleiputten te herstellen, in Salmsteke aanwezig tussen dijkpaal 104 en 108. Het herstel hiervan is mogelijk een knelpunt bij de keuze voor buitendijkse bouwstenen, maar is mogelijk ook een kans om dit te combineren met het aanleggen van een voorlandverbetering.



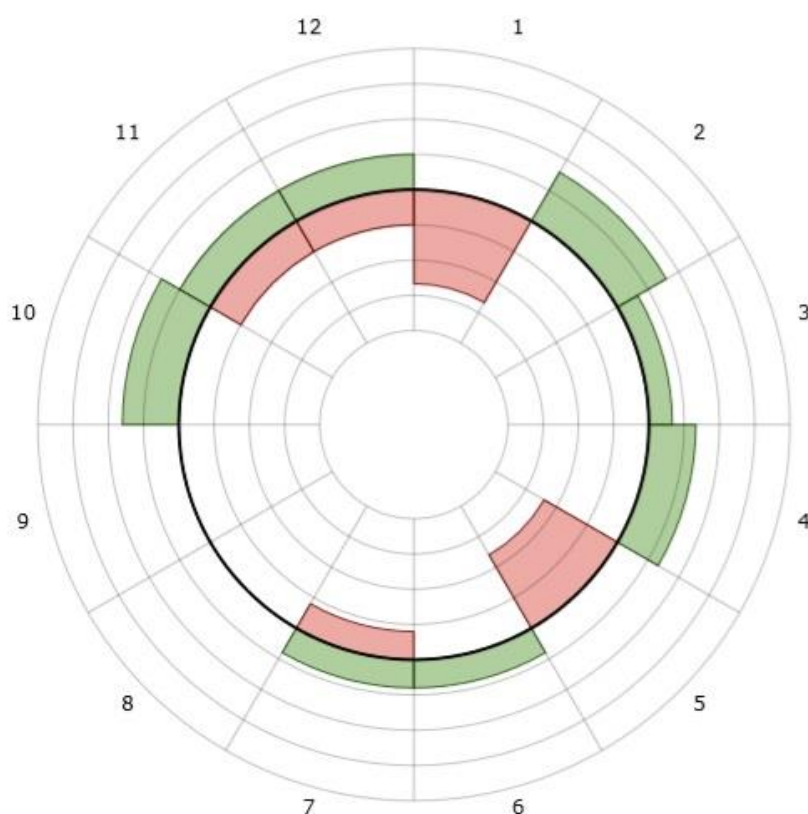
Figuur 16-7: Kansen en knelpunten kaart Salmsteke. Welke landschappelijke eenheden vragen mogelijk extra aandacht bij de uitwerking van de alternatieven?

17 Duurzaamheidsambities

Op 12 februari 2018 heeft het projectteam van HDSR samen met de omgevingsmanager en specialist duurzaamheid van LCSO tijdens een duurzaamheidssessie de ambities voor het traject Salmsteke in beeld gebracht. De sessie begon op de doellocatie. Aan de deelnemers om zich in te denken dat de nieuwe dijk er ligt in een traditionele vorm zonder enig oog voor duurzaamheid. Dit geldt als uitgangspunt om vandaar uit te kijken naar de mogelijkheden om de duurzaamheid van een dijkversterking te verbeteren. In drie groepen met elk een aantal thema's is de 'Duurzaam GWW tool Omgevingswijzer' ingevuld. De vervolg van de sessie was op een locatie in Benschop (het verslag van de sessie is opgenomen in Bijlage B12.2).

Hierin is het wel belangrijk te beseffen dat in dit project de focus ligt op waterveiligheid en daarmee de dijkversterking. Dé kansen voor een duurzaam project liggen in de integratie van dijk en uiterwaard.

17.1 Omgevingswijzer

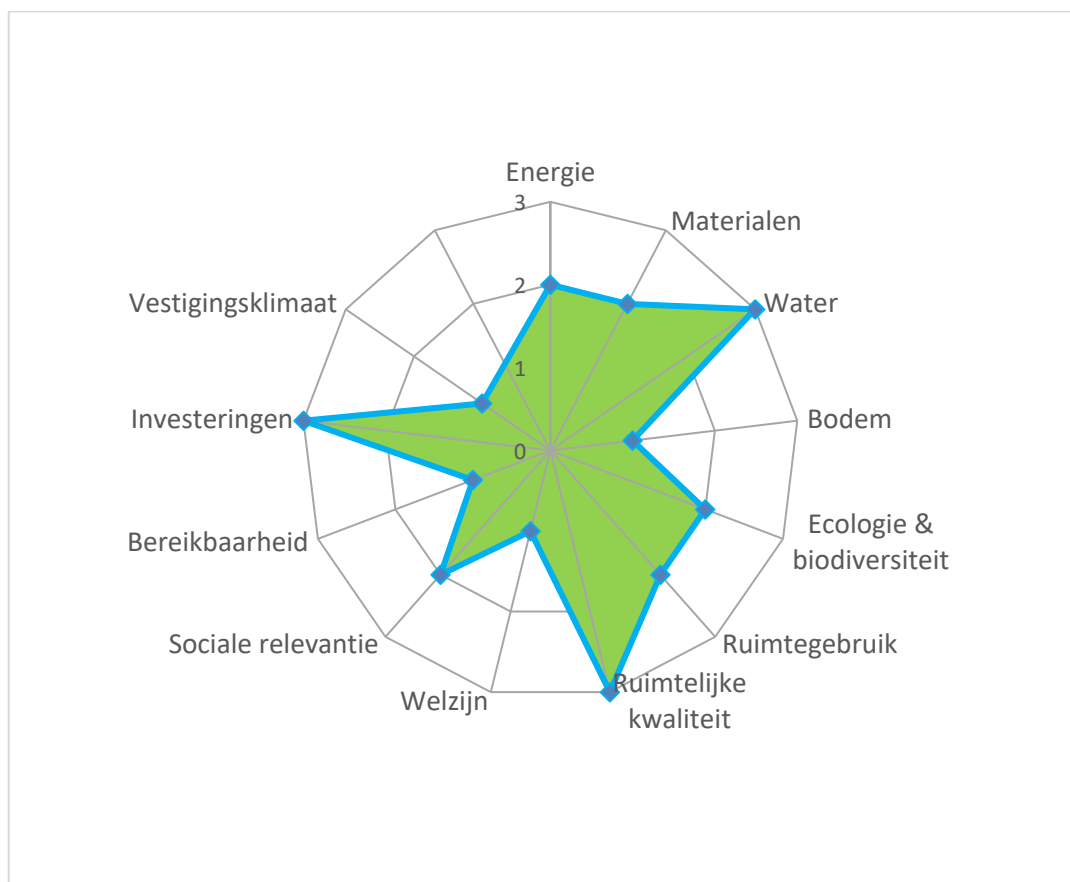


Toelichting omgevingswijzer:

1. **Energie en materialen:** Voor de eindfase score neutraal op gebruik materialen en fossiele brandstoffen. Tijdens uitvoering score negatief. De realisatiefase wordt hierin echter niet beschouwd, juist daar kunnen grote winsten worden behaald.
2. **Water:** Buitendijks is een toename van waterkwaliteit (KRW) en kwantiteit (waterstandsdaling rivier). Binnendijks score neutraal. Dit is inherent aan doelstelling project (inclusief compensatie watergangen in geval van dempen sloten). Er is een toename van waterveiligheid en klimaatbestendigheid.
3. **Bodem en ondergrond:** geen meerwaarde in geval van traditionele dijkversterking, meerwaarde door inbreng geotechniek. aantasting van een van de weinige nog intact zijnde ondergrond.
4. **Ecologie en biodiversiteit:** Voor de dijkzone score positief vanwege toename biodiversiteit (bloemrijk grasland).
5. **Ruimtegebruik:** negatief voor dijk door verslechtering gebruiksbeperkingen door fysieke inname en regulering.
6. **Ruimtelijke kwaliteit:** De dijkversterking draagt bij aan de belevingswaarde of gebruikswaarde in het gebied. Daarom een positieve score op dit vlak.
7. **Welzijn en gezondheid:** Positief vanwege toenemende veiligheid achter de dijk. Negatief vanwege tijdelijke hinder tijdens de bouw.
8. **Sociale relevantie:** De dijkversterking is niet van invloed op het sociaal welzijn, demografische samenstelling of sociaal draagvlak.
9. **Bereikbaarheid:** Tijdelijk negatief door werkzaamheden aan de dijk. Echter op de lange termijn veranderd de dijkversterking niet het mobiliteitssysteem of de infrastructuur. Daarom een neutrale score in de omgevingswijzer.
10. **Investerings:** Positieve score aangezien economisch risico achterland daalt door versterking dijk en daarmee toename veiligheid achterland. Ook wordt de Life Cycle Costing (kosten gedurende de ghele levenscyclus) in overweging genomen.
11. **Vestigingsklimaat voor bedrijvigheid:** Negatief voor bedrijven aan de dijk. Door ruimtegebruik dijk zijn ze beperkt in ruimte en ontwikkeling/uitbreiding. Er wordt met de waterveiligheid echter ook bijgedragen aan het gewenste innovatie- en aanpassingsvermogen van de gebiedseconomie op de lange termijn.
12. **Vestigingsklimaat voor bevolking:** Negatief voor bewoners aan de dijk vanwege ruimtegebruik dijk. Positief voor de bewoners vanwege de waterveiligheid en dus werkgelegenheid (ondernemers) op de lange termijn.

17.2 Ambitieweb

Na deze kansen te hebben uitgezet in de mate waarin ze potentieel bijdragen aan duurzaamheid, en de mate van haalbaarheid, is het ambitieweb ingevuld. Hierbij is gekeken naar de speerpunten van het bestuur van HDSR in combinatie met kansen die we zien. Hieruit komt het onderstaande beeld:



Toelichting ambitieweb:

Hieronder staan de ambitieniveaus per thema uitgelegd. Dit biedt een eerste aanzet voor de concrete verkenning van te nemen duurzaamheidsmaatregelen. De focus ligt op de traditionele dijk waarbij ook het eindproduct met de uiterwaard op de achtergrond mee speelt om aan alle thema's uitleg te kunnen geven.

1. **Energie:** Er zullen in de uitvoering maatregelen getroffen worden om een zoveel mogelijk te besparen op CO₂ uitstoot en energie. Het is niet mogelijk het project geheel energieneutraal of energieleverend te maken. Daarmee is het ambitieniveau 2.
2. **Materialen:** Er wordt gestreeft naar zo duurzaam mogelijk materiaal gebruik en hergebruik waar mogelijk. Volledig circulaire of CO₂ afvangen wordt echter lastig. Daarmee komt het ambitieniveau op 2.
3. **Water:** De focus in dit project ligt op de waterveiligheid. Maximale verbetering van de waterkwaliteit kan gerealiseerd worden met KRW-doelen in de uiterwaard. Daarmee komt het ambitieniveau op 3.
4. **Bodem:** De kwaliteit van de bodem zoals deze is wordt behouden, maar er vindt geen verbetering plaats, daarmee komt het ambitieniveau op 1.
5. **Ecologie en biodiversiteit:** Er wordt bij de dijkversterking een bloemrijk buitentalud gerealiseerd en een biologisch beheer van de binnentalud gestimuleerd. Dit, samen

met de uiterwaard in het achterhoofd maakt dat het ambitieniveau voor dit thema op 2 staat.

6. **Ruimtegebruik:** Er worden bij de dijkversterking maatregelen getroffen om negatieve effecten voor ruimtegebruik zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te beperken. Ook wordt er een robuust, toekomstvast ontwerp gerealiseerd. Daarmee voldoet deze ambitie aan niveau 2.
7. **Ruimtelijke kwaliteit:** Bij de versterking van de dijk wordt maximaal ingezet op het behoud van monumenten en aanzicht. Daarom is dit thema ingeschaald op niveau 3.
8. **Welzijn:** In dit project wordt rekening gehouden met de gezondheid, veiligheid, hinder en visuele aspecten. Dit wordt echter niet verbeterd ten opzichte van de huidige situatie. Daarmee staat het ambitieniveau op 1 voor dit thema.
9. **Sociale relevantie:** Belanghebbenden worden in dit project uitgenodigd om mee te denken over de toekomstige ontwikkelingen en hierop hun visie en ideeën te geven. Hiermee komt dit thema op niveau 2.
10. **Bereikbaarheid:** Er wordt rekening gehouden met de bereikbaarheidseffecten op de korte en lange termijn zoals verkeershinder tijdens de uitvoering en aanleg. Er wordt gestreefd naar een systeem dat de bereikbaarheid verbetert. Er worden gezien de scope echter geen nieuwe routes aangelegd. Hiermee komt dit thema op niveau 1.
11. **Investerings:** Er wordt maximaal ingezet op maatregelen om de economische waarde achter de dijk te beschermen. Hiermee komt dit thema op niveau 3.
12. **Vestigingsklimaat:** Kansen om het vestigingsklimaat te verbeteren worden in beeld gebracht en ingepast voor zover mogelijk binnen de eisen, wensen, scope en het budget. Daarmee komt dit thema op niveau 1 van het ambitieweb.

Tijdens de sessie over duurzaamheid zijn vanuit het projectteam dijkversterking Salmsteke kansen benoemd om mee te nemen in het ontwerpproces van de kansrijke alternatieven. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om kansen voor het versterken van de biodiversiteit langs de dijk met de inrichting van een kruidenrijk dijktaalud aan de binnenzijde. In de volgende fase voeren we gesprekken met omwonenden en vragen we naar wensen en kansen gerelateerd aan de beleefbaarheid van de dijk. Ook werken we de ambities van HDSR in meer detail uit voor de drie kansrijke alternatieven. Daarnaast zal het thema duurzaamheid meewegen bij de trechtering naar het Voorkeurasalternatief.

18 Innovatie

De innovaties zijn uitgewerkt in de Nota Innovatiescan [17]. In dit hoofdstuk is per faalmechanisme een overzicht gegeven van de innovatieve dijkversterkingsmaatregelen. Er worden alleen bouwstenen beschreven waarvan wordt verwacht dat deze redelijkerwijs toepasbaar en relevant zijn voor traject Salmsteke. Ook dienen de innovaties elders te zijn toegepast of getest. Dit kan worden gezien als een eerste grove zeef waarmee wordt voorkomen dat bouwstenen worden beschouwd waarbij op voorhand duidelijk is dat deze niet toepasbaar zijn of waarbij er nog te grote onzekerheid is over de effectiviteit. In een latere fase van de verkenningen worden de bouwstenen beoordeeld op basis van meerdere criteria. Deze criteria worden eerst vastgesteld door HDSR. Op basis van een werksessie (d.d. 26-02-2018) is geconstateerd dat belangrijke thema's voor het waterschap zijn:

- Verwachte effectiviteit
- Dagelijks beheer & onderhoud
- Toekomstgericht beheer: Is het uitbreidbaar? Is er een terugvaloptie?
- Beoordeling conform WBI
- Juridisch en/of vanuit vergunningverlening

Per innovatie is een beschrijving gegeven in de bijlagen van de Nota Innovatiescan [17]. De informatie over de innovaties voor de faalmechanismen STPH, STBI en STBU zijn verkregen uit de POV Piping en POV Macrostabieleit. Voor de overige faalmechanismen is een eigen inventarisatie gemaakt. Ook zijn innovatieve meet- en rekenmethodes beschreven.

18.1 Innovaties voor STPH

De volgende innovaties met betrekking tot STPH zijn relevant voor dijktraject Salmsteke:

- Prolock B
- Trisoplast
- Grofzand barrière
- DMC
- Waterontspanner
- Verticaal Zanddicht Geotextiel
- Kwelkade
- Grindkoffer

18.2 Innovaties voor STBI en STBU

De volgende innovaties met betrekking tot STBI en STBU zijn relevant voor dijktraject Salmsteke:

- DMC
- Waterontspanner
- JLD-dijkstabilisator
- Dijkvernageling
- Dijkdeuvels

- Korte damwand
- Vacuümconsolidatie
- Geotextielen
- Biogrout

18.3 Innovaties voor GEBU en GEKB

De volgende innovaties met betrekking tot GEKB zijn relevant voor dijktraject Salmsteke:

- Geotextielen
- Golfdempende begroeiing

18.4 Innovatieve meet- en rekentechnieken

Het ontwikkelen van nieuwe meet- en rekentechnieken is van belang om sneller en nauwkeuriger de geohydrologische eigenschappen van de bodem te bepalen. De innovatie meet- en rekentechnieken voor deze innovatie scan zijn:

- HPT-sonderingen
- D-Geo Flow
- Satellietmetingen

19 Beoordelingskader

Om van alle mogelijke oplossingen voor de dijkversterking te komen tot drie kansrijke alternatieven worden deze beoordeeld op de volgende hoofdthema's:

- Technische maakbaarheid (uitvoerbaarheid, beheerbaarheid en uitbreidbaarheid);
- Vergunbaarheid (rivierkunde, PAS) ;
- Kosten (investeringskosten en levensduurkosten);
- Ruimtebeslag (draagvlak)
- Samenhang met uiterwaard.

Voor het beoordelen van het criteria kosten zal een grove indicatieve berekening plaatsvinden. Voor de overige criteria vindt een kwalitatieve beoordeling plaats. Daarnaast wordt voor de kansrijke alternatieven gekeken naar de kansen en belemmeringen voor het versterken van de ruimtelijke kwaliteit en het benutten van duurzame en innovatieve technieken.

Aan de hand van bovenstaande criteria vallen oplossingen af. Het is nader te bepalen of de kansrijke alternatieven nog verschillende opties kunnen bevatten die ruimtelijk niet onderscheidend zijn of dat op basis van de beoordeling wordt getrechterd tot 3 kansrijke alternatieven zonder opties. De argumentatie voor het afvallen wordt vastgelegd, zodat herleidbaar is welke keuzes er gemaakt zijn gedurende het doorlopen van het ontwerpproces.

Voor de effectbeoordeling van de drie kansrijke alternatieven om te komen tot het Voorkeursalternatief (VKA), en daarmee de benodigde ruimtelijke reservering voor de dijkversterking, is een voorlopig beoordelingskader opgesteld. Hiervoor vindt afstemming plaats op Programmaniveau Sterke Lekdijk.

De voorlopige thema's zijn:

1. Duurzaamheid: Het waterschap heeft in het plan van Aanpak verkenningsfase dijkversterking Salmsteke de duurzaamheidsambities weergegeven die ze bij de dijkversterking Sterke Lekdijk willen realiseren. Het gaat hierbij om energie en grondstofgebruik, biodiversiteit, ruimtelijke kwaliteit en ruimtegebruik. Voor Salmsteke is dit specifiek gemaakt en liggen de ambities bij water (hoogwaterveiligheid), ruimtelijke kwaliteit en investeringen.
2. Hinder tijdens uitvoering: Specifiek voor de uitvoeringsfase van de dijkversterking worden de effecten van hinder voor de omgeving beoordeeld. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om de bereikbaarheid van de huizen direct achter de dijk en de hinder van geluid of trillingen.
3. Verkeer: De alternatieven worden beoordeeld op de veiligheid van de dijk na uitvoering voor gebruikers, zowel voor de direct omwonenden als gebruikers uit de regio.
4. Draagvlak: De dijk is drager voor verschillende waarden waaronder de bescherming van de het achterland bij hoogwater. Het waterschap werkt dan ook vanuit de visie "De dijk is van ons allemaal". Vanaf de start van projecten wordt samen met bewoners

en andere belanghebbenden gewerkt om te komen tot betere en breed gedragen oplossingen.

5. Omgevingskwaliteit: De beoordeling van de kansrijke alternatieven worden beoordeeld op de ruimtelijke kwaliteit van de dijk zelf: is de dijkversterking bijvoorbeeld leesbaar en lopen maatregelen over een lang traject door; en op de mate waarop de dijk aansluit op zijn omgeving: past de dijk goed in de context van de Sterke Lekdijk en sluit het goed aan op het natuurlandschap en het cultuurlandschap aan weerszijden van de dijk.
6. Beheer en onderhoud dijk: Bij de afweging van alternatieven wordt het eindbeheer meegenomen in de afweging. Hierbij gaat het om het (duurzaam) beheren en onderhouden van de dijk.
7. Kosten: Voor de alternatieven wordt inzichtelijk gemaakt wat de kosten van de aanleg en beheer en onderhoud is (totale levenscyclus, opgenomen in Life Cycle Costs). Hierbij gaat het om de mate van investering en of de realisatie binnen de financiering past.
8. Integraliteit met uiterwaardontwikkeling: Voor de omgeving zijn de dijk en de uiterwaard onlosmakelijk met elkaar verbonden. Daarom worden de alternatieven integraal, ontwikkeling van dijk én uiterwaard, in beschouwing genomen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het werk met werk maken en de gelijktijdige realisatie en daarmee communicatie naar de omgeving.

20 Referenties

- [1]. Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansen-normen, OI2014v3, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, Juli 2015
- [2]. Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansen-normen, OI2014v4, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, Februari 2017
- [3]. Detailtoetsing A-keringen van de Nederrijn en Lekdijk; Eindrapportage ten behoeve van Dijkversterking Centraal Holland, Arcadis, 23 december 2015
- [4]. Detailtoetsing A-keringen: Bijlage 3 - Dijkversterking Centraal Holland: Toetsing A-Keringen – Analyse grond- en labresultaten, Arcadis, 21 oktober 2015
- [5]. Detailtoetsing A-keringen: Bijlage 4 - Resultaten geotechnisch onderzoek, 02P006468-RG-01, Inpijn-Blokpoel, 23 oktober 2015
- [6]. Detailtoetsing A-keringen van de Nederrijn en Lekdijk ten behoeve van het project Centraal Holland – Uiterwaarde Lek Salmsteke Lopik, aanvulling 02P006468, Inpijn Blokpoel, 17 december 2015
- [7]. Projectoverstijgende verkenning Centraal Holland, Project Sterke Lekdijk, deelproject Salmsteke, 02P010000-adv-01, Inpijn Blokpoel, 30 oktober 2017
- [8]. Veiligheidsanalyse Centraal Holland; Aanscherping toetsresultaat noordelijke Lekdijken en voormalige C-keringen; Uitwerking onderzoeksplan, Dijkversterking Centraal Holland, 30 juni 2017
- [9]. Schematiseringshandleiding macrostabiliteit, WBI 2017, v2.1, Rijkswaterstaat, 1 december 2016
- [10]. Protocol sonderen voor Su-bepaling, Deltares, 1220083-010-GEO-0006-gbh, versie 3, juni 2016
- [11]. Globale stochastische ondergrond schematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen, 1209432-000-GEO-006, v2, september 2015.
- [12]. Technisch Rapport Grondmechanisch Schematiseren bij Dijken, ENW, oktober 2012
- [13]. Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken, TAW, 1 september 2004
- [14]. Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied, ENW, juli 2007
- [15]. Kwaliteitskader eindrapport, Noordelijke Rijn- en Lekdijk Amerongen – Schoonhoven, Terra Incognita, 15 september 2016
- [16]. Handreiking Constructief Ontwerpen, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, april 1994
- [17]. Nota Innovatiescan, WAB003344-R-007-v2, LievenseCSO, april 2018
- [18]. Bureaustudie Ecologie, Sterke Lekdijk deelproject Salmsteke, LievenseCSO, 24 januari 2018
- [19]. Vooronderzoek (water)bodem, Dijkversterking Salmsteke te Lopik, WAB003344-R-012-v1, LievenseCSO, Datum
- [20]. Salmsteke, Dijkverzwaring Lekdijk Oost, Gemeente Lopik (UT), Transect-rapport 1551, Transect, 10 januari 2018
- [21]. Communicatie en participatieplan Salmsteke, WAB003344-R015-R-v2, LievenseCSO, februari 2018

- [22]. Hydraulische Randvoorwaarden Nederrijn-Lekdijk, dijktraject 15-1 en 44-1, WAB003872-R-001- v0, LievenseCSO, 15-12-2017
- [23]. Voorlopig werkwijze macrostabiliteit i.c.m. golfoverslag OI2014v4, v1, KPR, 14-3-2017
- [24]. Kwaliteitskader deel 1 – Noordelijke Rijn- en Lekdijk Amerongen – Schoonhoven, Verkenndend onderzoek cultuurhistorie en archeologie, F. van Hemmen en E. Heunks, 24 juni 2015
- [25]. Nota Bouwstenen, WAB003344-R-006-v1, LievenseCSO, april 2018
- [26]. Nota Aanscherping Ontwerpopgave, WAB003344-R-005-v1, LievenseCSO, april 2018
- [27]. Dijkverbetering Salmsteke, Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen, RHDHV, WATBF2089R001F04 04/Finale versie, 6 april 2017
- [28]. WAB003872 Waterstanden en HBN Salmsteke, LievenseCSO, 12 januari 2018, 20180112 HR WBI2017 Salmsteke (W+HBN).zip
- [29]. WAB003872 Golfrandvoorwaarden, LievenseCSO, 25 januari 2018, 20180125 HR WBI2017 Salmsteke (golf rvw).zip
- [30]. DM53PRD-#1328271-v1-DM53PRD-#1327909-v1-Overzicht_status_prioritaire_uitgangspunten_tbv_Salmsteke.XLSX, HDSR, 8 december 2017
- [31]. Strategische Nota van Uitgangspunten, HDSR, 2018

Bijlagen

Bijlage 1	Afleiding sterkte-parameters
Bijlage 2	Bepaling grensspanning
Bijlage 3	Cultuurhistorie Salmsteke
Bijlage 4	Ecologie
Bijlage 5	Grondonderzoek
Bijlage 6	Geometrie vakindeling
Bijlage 7	CPT-Tool
Bijlage 8	Grensspanningen
Bijlage 9	Waterspanningen ontwerp
Bijlage 10	Archeologische verwachtingenkaart
Bijlage 11	Monumenten
Bijlage 12	Duurzaamheidsambities

Bijlage 1 Afleiding sterkte-parameters

Voor de gedetailleerde toets van macrostabiliteit zijn voor het nieuwe schuifsterktemodel CSSM de volgende parameters van belang:

S	Normaal geconsolideerde ongedraineerde schuifsterkteratio [-]
m	Exponent voor de toename in sterkte [-]
S_u	Ongedraineerde schuifsterkte, welke conform de Dijken op Veen methode gerelateerd wordt aan de verhouding tussen q_{net} en N_{kt} [kN/m^2]
σ'_{vy}	Grensspanning, welke wordt teruggerekend vanuit de ongedraineerde schuifsterkte en de parameters S en m [kN/m^2]

De parameters S en m volgen uit bijlage 3 van grondonderzoek [4]. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de gemiddelde en de karakteristieke waarde. De belastingsgeschiedenis van het bodemmateriaal is geanalyseerd op basis van de gemiddelde waarden van S en m . De gemiddelde waarden benaderen de werkelijk aanwezige eigenschappen van het bodemmateriaal het beste. De hoogst opgetreden effectieve korrelspanning in het verleden, is gelijk aan de huidige grensspanning. Een nadere toelichting op de bepaling van de grensspanningen wordt gegeven in par. 5.4.3.

Voor de aanscherping van het toetsresultaat in 2017 [8] zijn aanvullende nauwkeurigere klasse 1 sonderingen uitgevoerd ten opzichte van de klasse 2 sonderingen uit 2015 [4]. Enkele van de aanvullende sonderingen zijn nabij de locaties van de boringen uit onderzoek 2015 [4] geplaatst, voor deze locaties is de schuifsterkte S_u bekend. Er is met de nauwkeurigere klasse 1 sonderingen een nieuwe relatie gevonden tussen de sondeerweerstand en de schuifsterkte van de bodem. Dit heeft geresulteerd in een herziening van de conusfactor N_{kt} en N_{kt} v.c. ten opzichte van het grondonderzoek van 2015 [4].

N_{kt}	Conusfactor (q_{net} / S_u) [-]
q_{net}	Netto conusweerstand, voor waterspanningseffecten (u_2) en grondspanning (σ_{v0}) gecorrigeerde sondeerweerstand van de piëzoconus [kN/m^2]

De conusfactoren zijn conusafhankelijk en behoren tot de set sonderingen die gehanteerd zijn om deze factoren te bepalen. In overleg met HDSR is besloten om de herziene conusfactoren uit [8] te hanteren voor de analyse van grondonderzoek [7]. Een overzicht van de gehanteerde waarden is weergegeven in Tabel B1.

Tabel B1: Sterkte-eigenschappen ongedraineerde grondlagen [4][8]

Grondsoort	WTI-SOS code	Volume gewicht (droog & nat) [kN/m ³]	N _{kt} [-]	N _{kt} v.c. [-]	m gem. [-]	m kar. [-]	S gem. [kPa]	S kar. [kPa]
Klei zwaar	H_Rk_k	17,4	12,5	0,20	0,80	0,88	0,35	0,30
Veen	H_vhv_v	10,6	18,5	0,15	0,91	0,89	0,42	0,36
Veen kleilig	H_Rk_k&v	11,4	18,2	0,13	0,82	0,89	0,35	0,31
Klei licht	H_Rk_ko	15,3	9,0	0,22	0,94	0,87	0,28	0,25

Aandachtspunten

In overleg met HDSR [mail 14-2-18] is ervoor gekozen om in de verkenningsfase de conusafhankelijke N_{kt} waarden uit [8] ook toe te passen voor de analyse van het grondonderzoek [7]. Er zijn immers geen betere locatie specifieke N_{kt} waarden beschikbaar. De kans bestaat dat deze benadering te gunstig is. De verwachting is dat de veiligheidsmarges op onder andere de schematisering dermate hoog zijn om een eventuele te gunstige N_{kt} waarde op te te vangen.

Er is niet gekozen om default N_{kt} waarden te gebruiken omdat de verwachting is dat default waarden leiden tot een erg conservatieve benadering en er daarmee een grote afstand tot de werkelijkheid wordt gecreëerd. Verder wordt geen gebruik gemaakt van het uitgevoerde grondonderzoek.

De grondlagen die zich onder normale omstandigheden boven de grondwaterstand bevinden zijn onverzadigd en worden gemodelleerd als gedraineerd reagerend. Voor zand zullen ook de gedraineerde sterkte-eigenschappen worden gehanteerd vanwege de relatief hoge waterdoorlatendheid.

Voor de parameters van de gedraineerde grondlagen is uitgegaan van Bijlage C van het aanvullend onderzoek [8]. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van OI2014v3 [1] waarbij nog wel een materiaalfactor meegenomen moest worden. Conform OI2014v4 [2] wordt de materiaalfactor voor de sterkteparameters op 1,0 gesteld waardoor de ϕ'_d is aangepast (rekenwaarde gelijk aan karakteristieke waarde).

Bijlage 2 Bepaling grensspanning

Bij de bepaling van de stabiliteit van de waterkering wordt gebruik gemaakt van de grensspanning (σ'_{vy}). Dit is een maat voor de belastinggeschiedenis van een grondlaag. Hierbij wordt de effectieve spanning bedoeld welke ooit maximaal in de grondlaag is opgetreden. De grensspanningen gelden alleen bij ongedraineerde grondlagen.

Bij een huidige effectieve korrelspanning (σ'_{vi}) lager dan de grensspanning, is het gedrag van de grond relatief stijf in vergelijking met het gedrag bij een effectieve spanning gelijk aan de grensspanning. De grensspanning varieert sterk waardoor de parameter lokaal per grondlaag wordt vastgesteld.

Met de ongedraineerde schuifspanning S_u (conform de Dijken op Veen methode bepaald met de verhouding tussen conusweerstand q_{net} en conusfactor N_{kt}) kan de grensspanning via de overconsolidatieratio (OCR) worden afgeleid met formule 7.4 uit de Schematiseringshandleiding macrostabiliteit [9], de WBI-methode:

$$\sigma'_{vy} = \sigma'_{vi} + POP \quad \sigma'_{vy} = \sigma'_{vi} * OCR \quad OCR = (S_u / (\sigma'_{vi} * S))^{1/m}$$

De grensspanning wordt bepaald aan de hand van de door Deltares beschikbaar gestelde CPT-Tool versie 1.0. (rev. 150, 1-7-2017). Deze tool berekent de σ'_{vy} in het midden van de ongedraineerd reagerende grondlagen, zie Bijlage 7. De grensspanningen worden als 'yield stress points' ingevoerd in de stabiliteitsberekeningen. Omdat hierbij ook het referentieniveau (oorspronkelijkmaaiveld) in de stabiliteitsberekeningen wordt opgegeven, is het niet nodig om voor ontwerpen op een andere methode over te stappen.

Om de grensspanningen te kunnen bepalen dient er eerst een onderscheid te worden gemaakt tussen grondlagen die gedraineerd of ongedraineerd reageren. De Schematiseringshandleiding macrostabiliteit [9] geeft enkele indicatoren om gedraineerde grondlagen te kunnen vaststellen.

Gedraineerde grondlagen:

- $R_f < 1,5\%$;
- $B_q < 0,05$ à $0,10$;
- $(u_2 - u_0) / \sigma'_{vi} < 0,5$ à $1,0$;
- $I_c < 2,4$.

Deze indicatoren volgen uit de analyse met de CPT tool. De B_q relatie wordt al dominante indicator voor de vaststelling van (on)gedraineerd gedrag gehanteerd.

Als aanvullende indicator geldt dat bij $OCR > 3,0$ kan worden uitgegaan van gedraineerd gedrag, zie Schematiseringshandleiding macrostabiliteit [9]. Bij een overconsolidatieratio groter dan 3,0 is het grondgedrag dilatant waardoor wateronderspanning wordt gegenereerd

en de ongedraineerde schuifsterkte hoger is dan de gedraineerde schuifsterkte. De OCR waarden zijn na interpretatie van de sondering met de CPT tool achteraf bepaald op basis van de verhouding tussen de karakteristieke grensspanningen en de effectieve korrelspanningen die volgen uit de CPT tool. Indien hieruit een OCR groter dan 3,0 volgt, wordt uitgegaan van gedraineerd gedrag.

Bij gebruik van de CPT tool is het van belang om de werkelijke waterspanningen ten tijde van de sonderingen te hanteren. Deze waterspanningen bestaan uit de freatische lijn en de stijghoogte. De freatische lijn volgt uit de metingen bij de sonderingen [7]. Opgevallen is dat er in sommige gevallen fluctuaties in de freatische lijn van meer dan een meter tussen naastgelegen sonderingen is gemeten. Controle met wisselende freatische lijnen in de CPT tool wijst uit dat de invloed van de freatische lijn zeer beperkt is. Voor de berekeningen is daarom de gemeten waterstand per sondering toegepast. De stijghoogte is bepaald aan de hand van het waterspanningsverloop in de watervoerende lagen. In de stijghoogtes zijn ook verschillen waargenomen maar dit is mogelijk te verklaren door de invloed van getij en waterstand op de Lek.

Verondersteld wordt dat de grondlagen boven de freatische lijn zich als gedraineerd zullen gedragen omdat deze onder normale omstandigheden niet worden beïnvloed door grondwater. Deze bovenliggende grondlagen betreffen de klei toplaag en dijk materiaal klei en bestaan beide uit zandige klei. Voor de dikte van deze bovenliggende gedraineerde grondlagen wordt gekeken naar het verloop van de B_q relatie. De overgang naar onderliggende grondlagen is gekozen op het punt waar de waarde van B_q omslaat van kleiner dan 0,05 naar groter dan 0,05. Dit is ook het punt waarbij de overgang van gedraineerd naar ongedraineerd gedrag wordt vastgesteld.

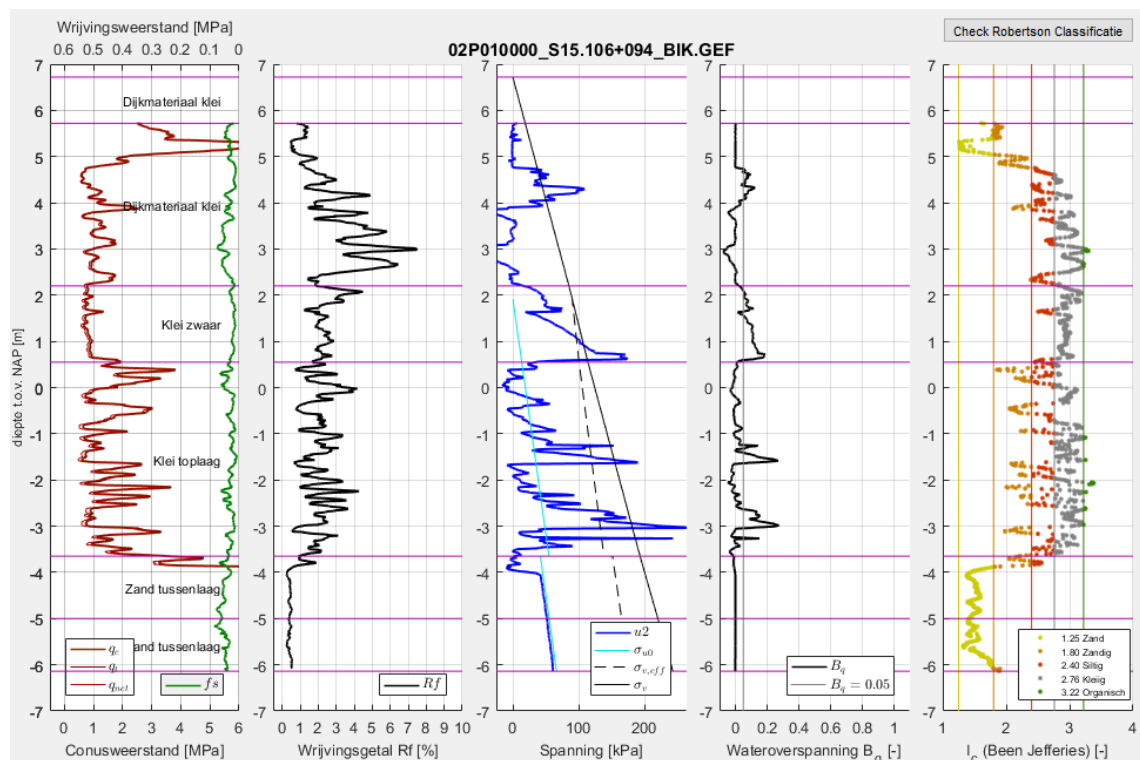
Voor de toekenning van de grondlagen onder de toplaag wordt op basis van bovenstaande in eerste instantie bepaald of een grondlaag (on)gedraineerd is. Vervolgens wordt de grondlaag geclassificeerd op basis van de conusweerstand, het wrijvingsgetal en de classificering van Been Jefferies (I_c) die volgt uit de CPT tool, zie Tabel B2. De pieken in conusweerstand worden daarbij ook gebruikt om het niveau van de laagscheidingen nauwkeuriger te bepalen. Hierbij is voorkomen dat de laagscheiding van een ongedraineerde slappe laag met lage conusweerstand naar een sterkere gedraineerde laag gedeeltelijk op de oplopende conusweerstand komt te liggen. De hoge conusweerstand zou daarmee onterecht bij de slappe ongedraineerde grondlaag worden betrokken wat resulteert in onjuiste gemiddelde effectieve korrelspanningen en grensspanningen.

Tabel B2: Classificatie ongedraineerde grondlagen

Grondsoortnaam dit rapport	Conusweerstand [MPa]	Wrijvingsgetal [%]	I_c [-]
Klei zwaar	< 2,5	1-6	2,76 – 3,22
Veen	< 2,5	>7	> 3,5
Veen kleiig	< 2,5	6-7	3,0 – 3,5
Klei licht	< 2,5	3-6	3,0 – 3,5

Wanneer de conusweerstand, het wrijvingsgetal en de I_c waarde voor een grondlaag onder de freatische waterstand wijzen op een zandige kleilaag of afwisselende klei-/zandlaagjes en de B_q

relatie aangeeft dat de laag gedraineerd gedrag vertoont, wordt een gedraineerde kleilaag toegekend (Figuur B2). Bij de grondanalyse van Arcadis [4] is onderscheid gemaakt in 4 gedraineerde grondlagen, deze zijn samengevat in Tabel 5-6. Conform [4] bevat klei toplaag veelal zandige klei en sluit daarom het beste aan bij een gedraineerde kleilaag. De sterkteparameters behorend bij klei toplaag worden dan ook voor deze gedraineerde kleilaag toegepast. In de CPT tool zijn degelijke grondlagen aangegeven met materiaal klei toplaag ongeacht de locatie in het bodemprofiel.



Figuur B2: Voorbeeld gedraineerde slappe grondlaag van NAP -0,55 m tot NAP -3,65 m

In het geval dat een zandtussenlaag aansluit op het pleistocene zandpakket is de laagscheiding aangehouden zoals in het geotechnisch lengteprofiel [7] gehanteerd.

In sommige gevallen kan er geen duidelijke grondlaag worden toegekend omdat er stoorlagen aanwezig zijn of zijn er schommelingen in het wrijvingsgetal waardoor 2 grondsoorten in aanmerking zouden kunnen komen. Indien een grondlaag geclassificeerd kan worden door 2 grondsoorten is voor beide grondsoorten afzonderlijk een analyse met de CPT tool gemaakt. De resultaten zijn vergeleken en de grondsoort met de meest 'realistische' POP waarden is vervolgens toegekend. Hiervoor zijn POP waarden tussen 0 - 80 kPa aangehouden.

Er zijn geen ongedraineerde grondlagen kleiner dan 0,3 m toegepast omdat de CPT tool de bovenste en onderste 15 cm van een grondlaag niet meeneemt in de bepaling van de

grensspanningen. Deze kleine lagen zijn opgenomen in de grondlaag aan de boven- of onderzijde.

De analyse met de CPT tool resulteert in gemiddelde en karakteristieke POP waarden met bijbehorende grensspanningen. Voor de stabiliteitsberekeningen worden de karakteristieke resultaten toegepast. Dit betreft de 5% ondergrenswaarde. Dit is consistent met de overige sterkteparameters, waarvan ook de karakteristieke waarden worden gebruikt in de stabiliteitsberekeningen.

De resultaten van de CPT-Tool worden op basis van 2 criteria beoordeeld en indien nodig gecorrigeerd:

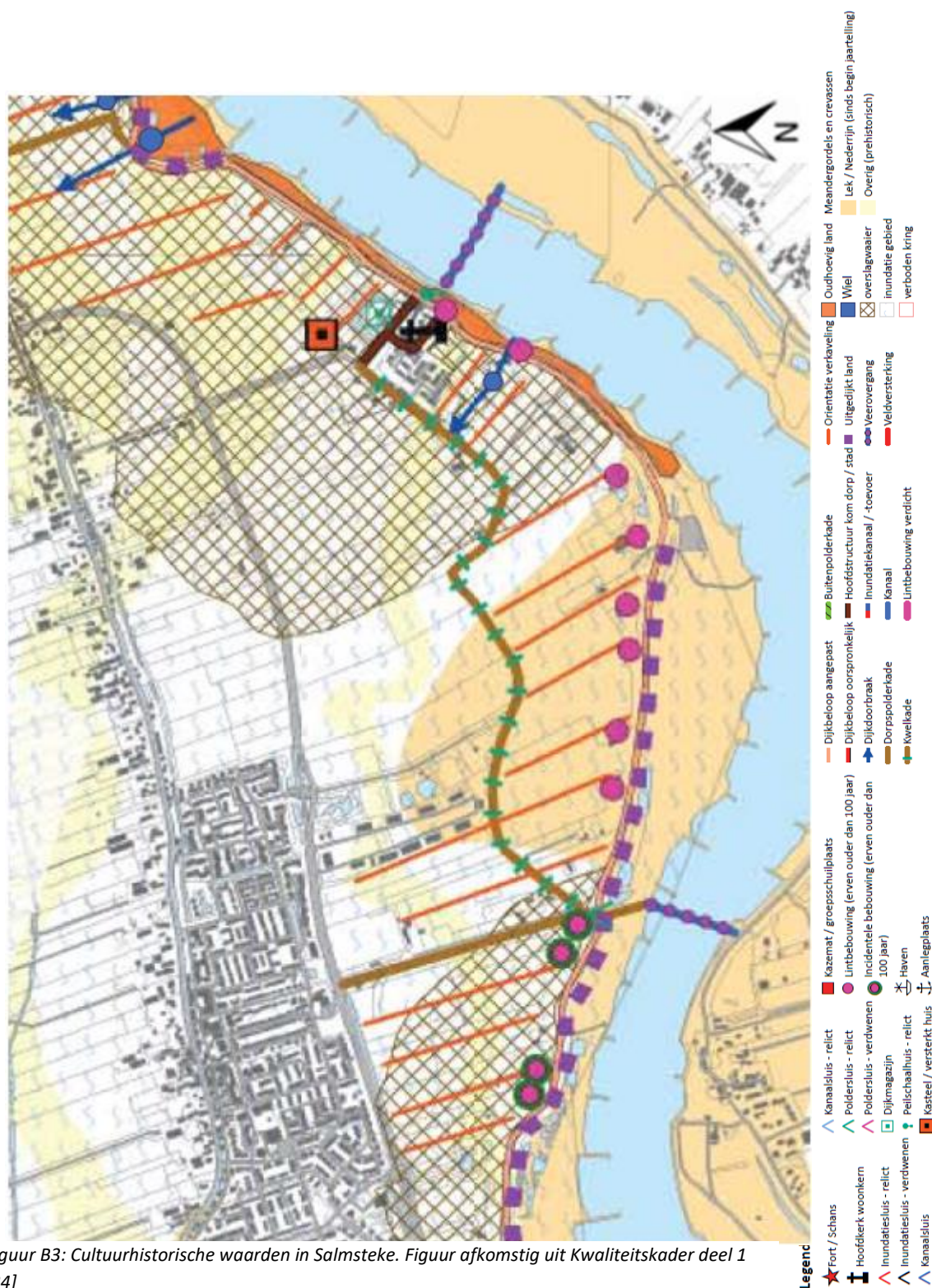
1. De berekende karakteristieke waarde van de grensspanning wordt toegepast tenzij de bijbehorende karakteristieke POP waarde negatief is. Bij een negatieve POP waarde wordt de POP waarde gelijk gesteld aan "0", de OCR bedraagt dan 1,0, waardoor de effectieve spanning (in situ) gelijk is aan de grensspanning.
2. De berekende karakteristieke waarde van de grensspanning wordt toegepast tenzij de karakteristieke POP waarde, hoger is dan de maximale waarde van de bandbreedte van tabel 7.3 van de Schematiseringshandleiding macrostabiliteit [9]. Voor de karakteristieke grensspanning wordt dan de huidige effectieve korrelspanning aangehouden met daarbij opgeteld de maximale waarde behorend bij de bandbreedte voor de betreffende grondlaag.

- Maximale POP waarde in bandbreedte:

<u>Grondsoort</u>	<u>Grondsoort conform [9]</u>	<u>Waarde</u>
▪ Klei zwaar	Echteld klei ondiep	65 kPa
▪ Klei licht	Echteld klei diep	75 kPa
▪ Veen	Hollandveen	60 kPa
▪ Veen kleilig	Overig klei	75 kPa

De grensspanning is bepaald in relatie tot maaiveldniveau ter plaatse van de sondering. Wanneer een maatgevende geometrie resulteert in een andere maaiveldhoogte dient de grensspanning handmatig gecorrigeerd te worden. Het hoogteverschil tussen het maatgevende maaiveld en het werkelijke maaiveld bij sonderen wordt uitgedrukt in gewichtsverschil. Het gewichtsverschil wordt opgeteld of afgetrokken van de effectieve korrelspanning en bij de karakteristieke grensspanning over de gehele bodemdpte. De POP waarde blijft op deze manier gelijk en hiermee wordt de sterkte van de grondlaag niet beïnvloed.

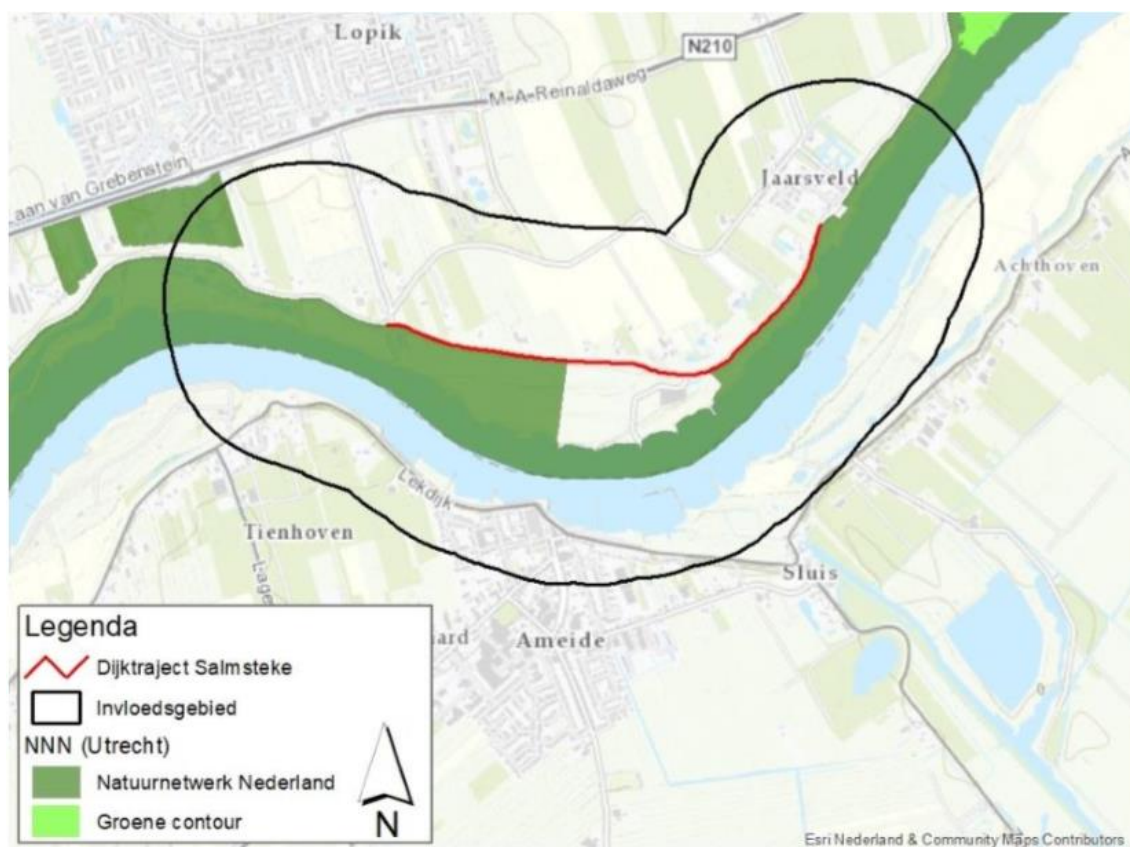
Bijlage 3 Cultuurhistorie Salmsteke



Figuur B3: Cultuurhistorische waarden in Salmsteke. Figuur afkomstig uit Kwaliteitskader deel 1 [24]

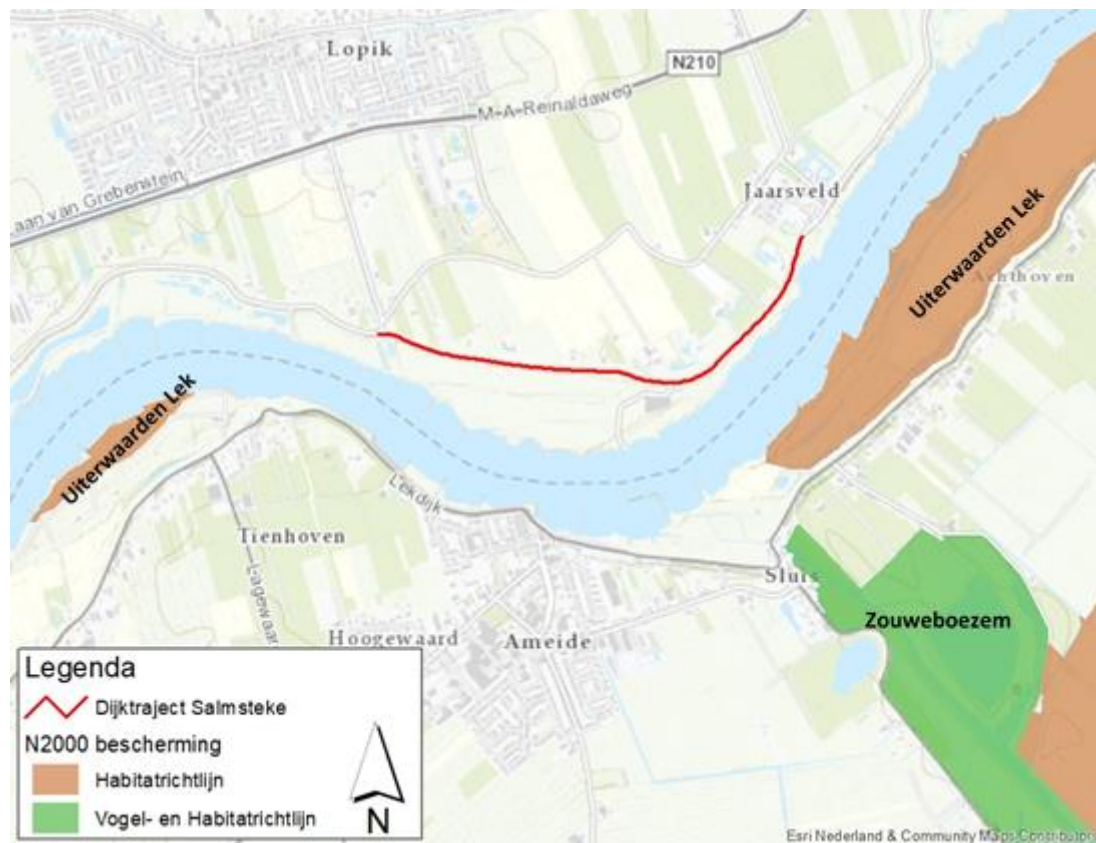
Bijlage 4 Ecologie

B4.1 Natuurnetwerk Nederland



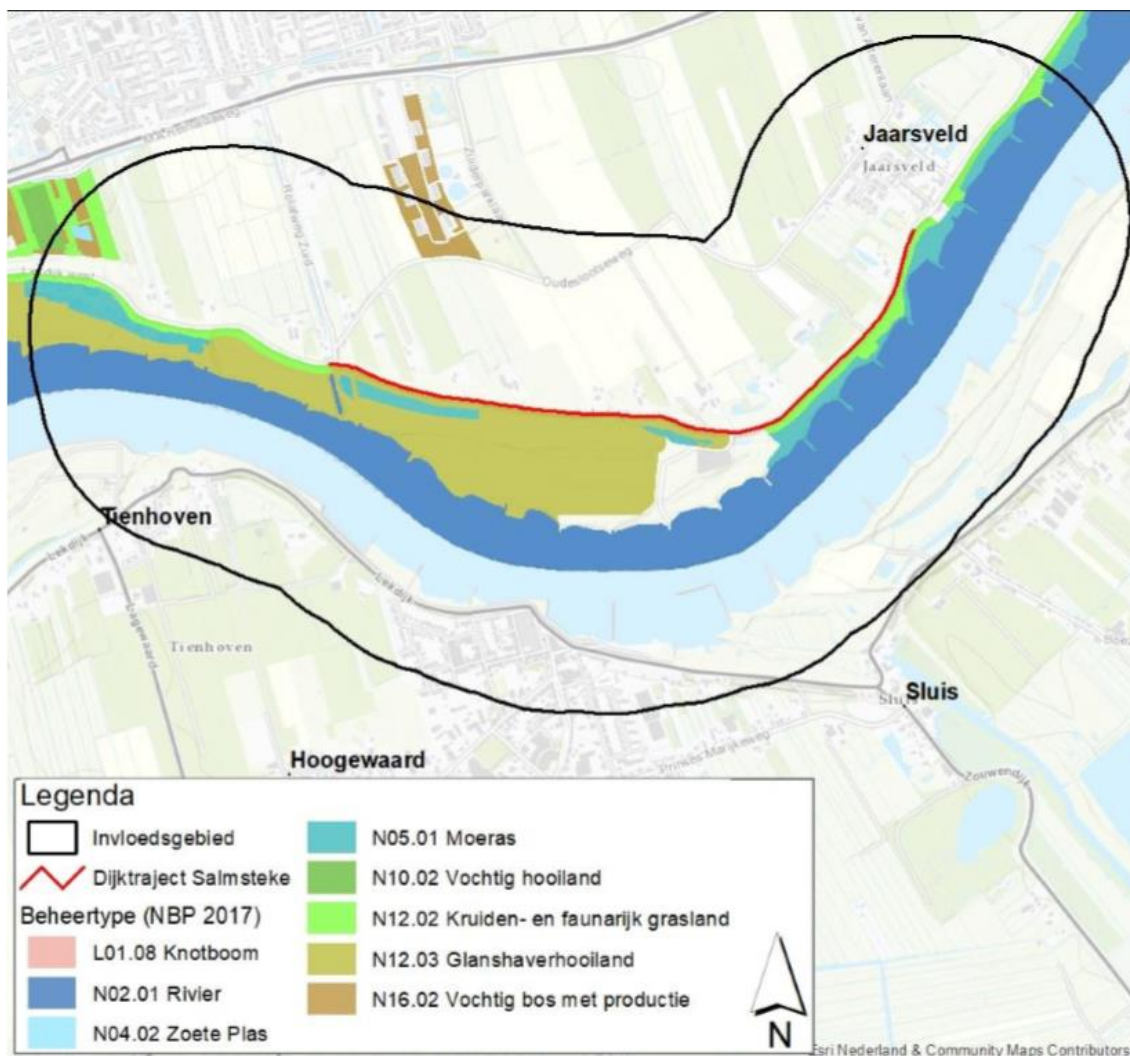
Figuur B4-1: Natuurnetwerk nederland

B4.2 Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied



Figuur B4-2: Natura 200-gebieden dichtbij het plangebied

B4.3 Huidige beheertypen binnen de invloedssfeer van het plangebied



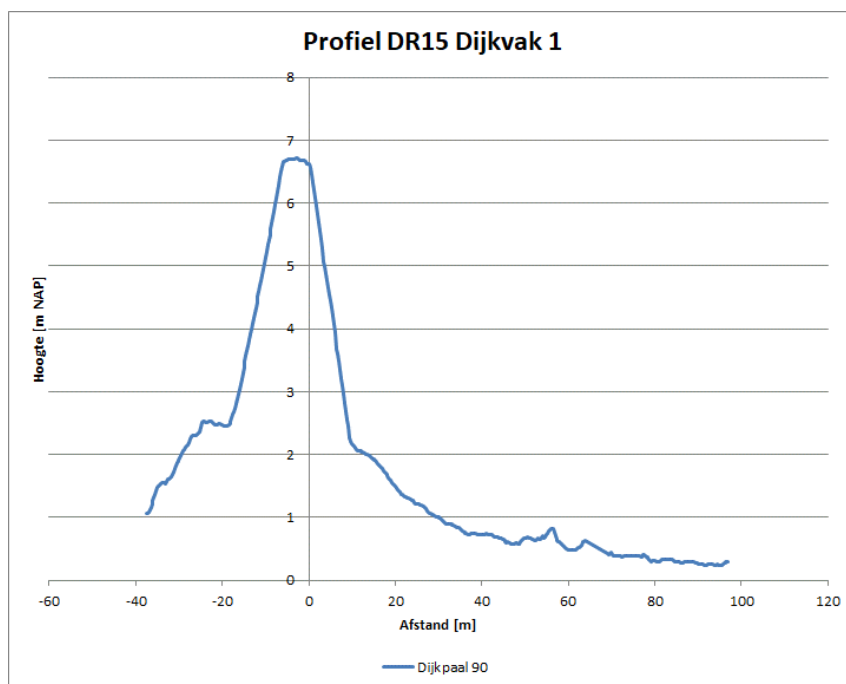
Figuur B4-3: Huidige beheertypen in het plangebied

Bijlage 5 Grondonderzoek

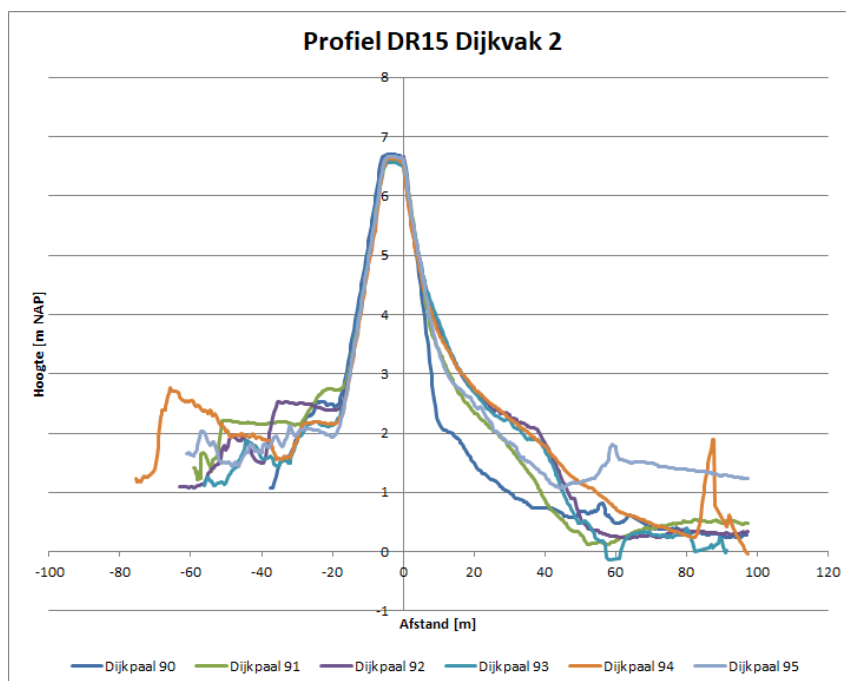


Figuur B5: Boringen voor grondonderzoek in het plangebied

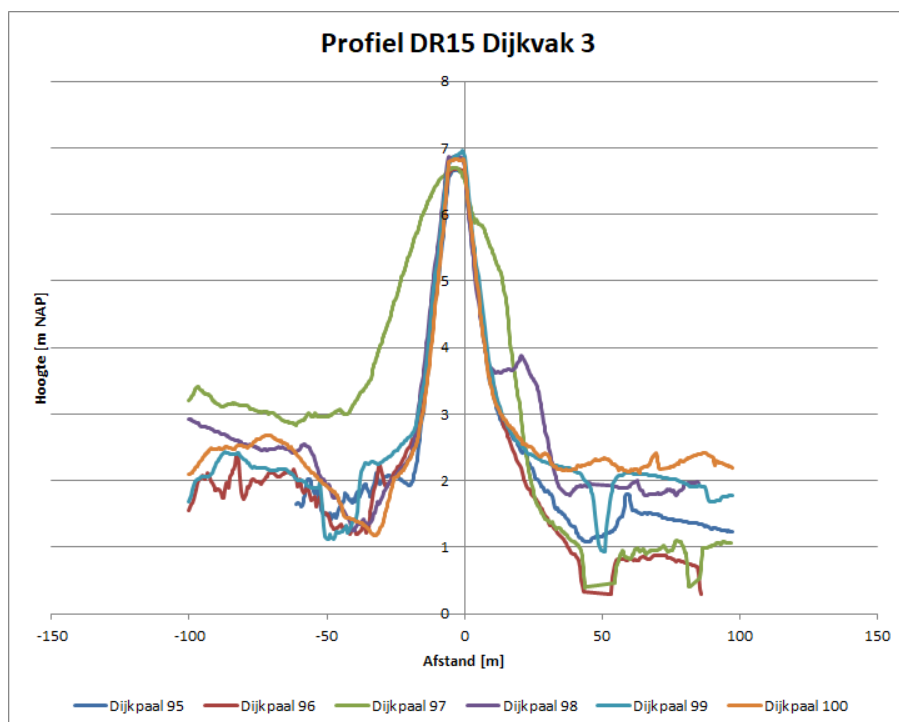
Bijlage 6 Geometrie vakindeling



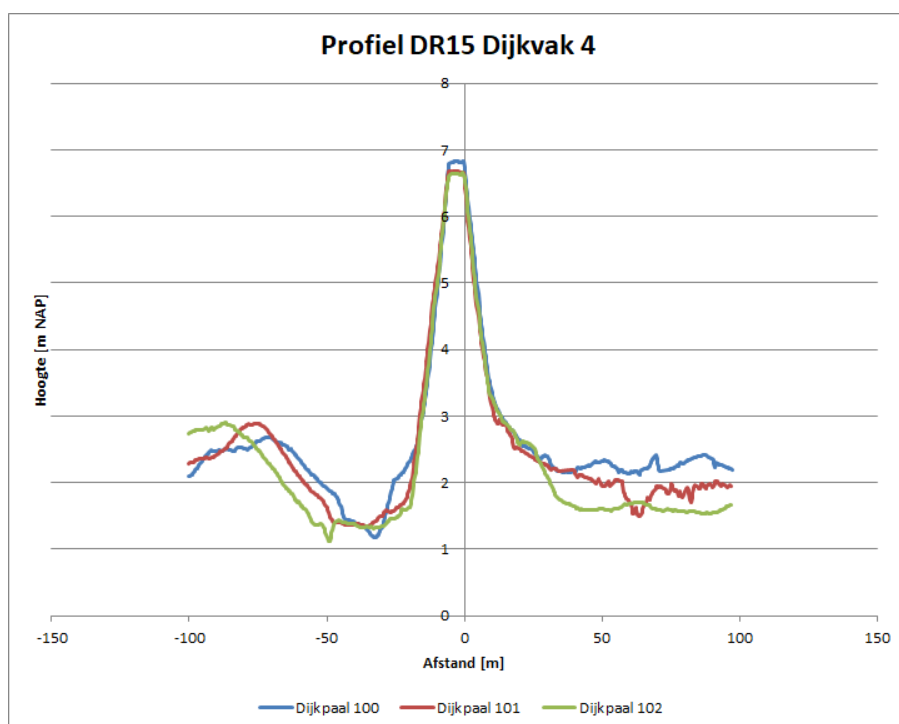
Figuur B6-1: Profiel dijkvak 1



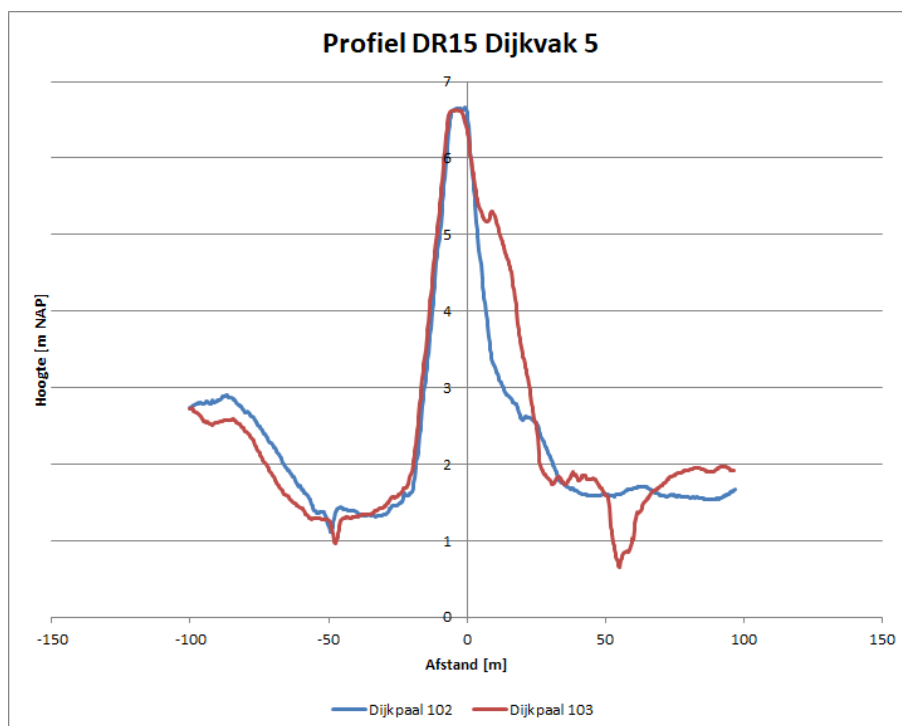
Figuur B6-2: Profiel dijkvak 2



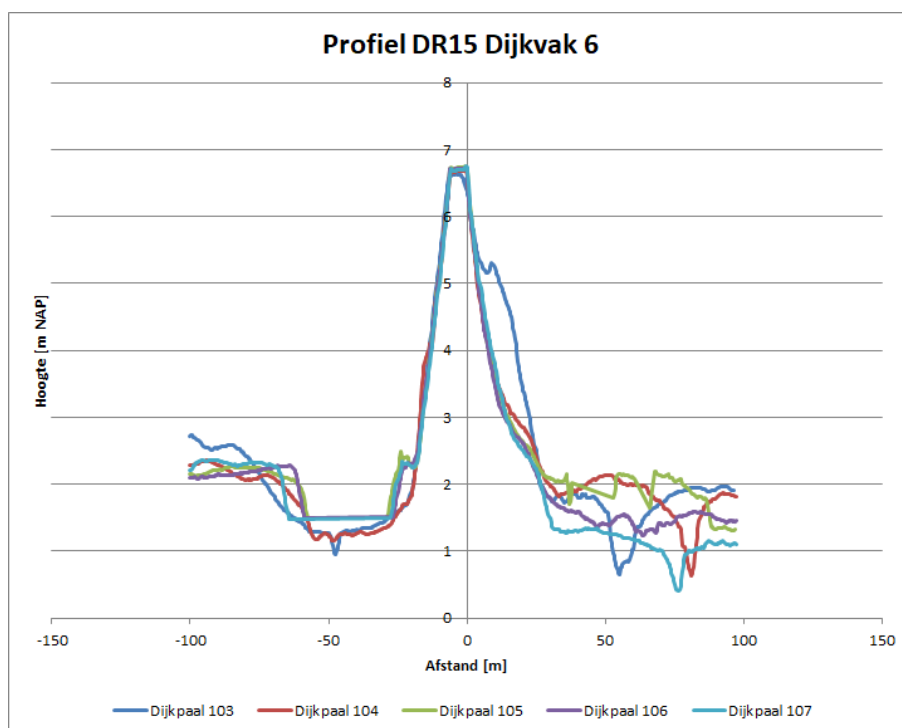
Figuur B6-3: Profiel dijkvak 3



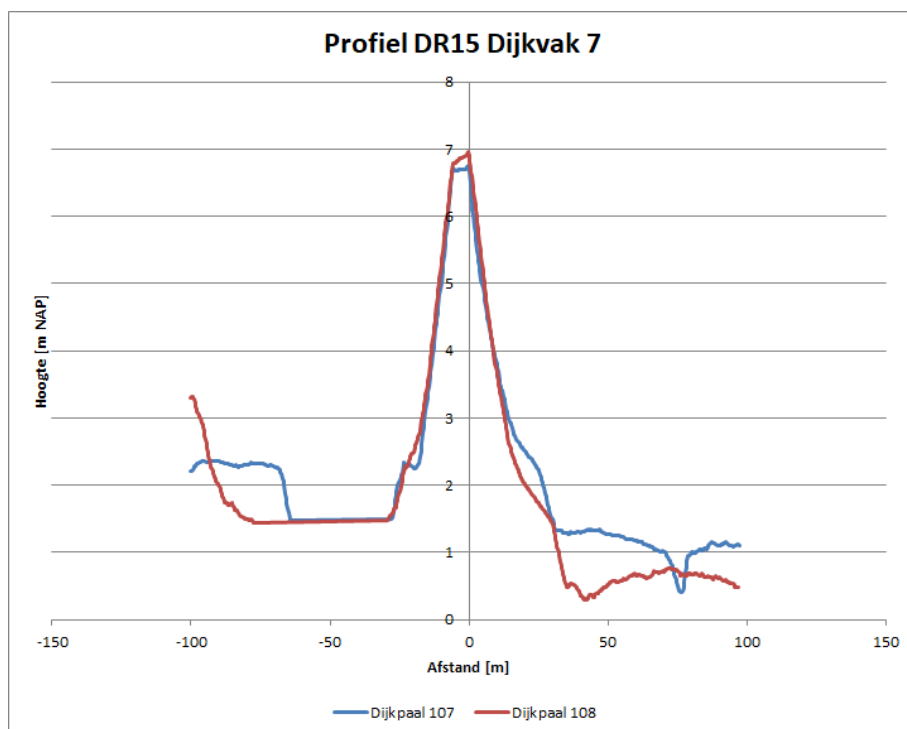
Figuur B6-4: Profiel dijkvak 4



Figuur B6-5: Profiel dijkvak 5



Figuur B6-6: Profiel dijkvak 6



Figuur B6-7: Profiel dijkvak 7

Bijlage 7 CPT-Tool

B7.1 Werkwijze

Met behulp van de CPT-Tool van Deltares versie 1.0 (rev. 150, 1-7-2017) zijn de grensspanningen per grondlaag en locatie afgeleid op basis van de geotechnische parameters S , m en N_{kt} . In deze bijlage zijn de instellingen in de CPT-Tool beschreven die gehanteerd zijn om de grensspanningen te berekenen. In Bijlage B7.2 is de stijghoogte in het watervoerend pakket bepaald. De grafische resultaten uit de CPT-Tool zijn in Bijlage 0 opgenomen. De getalsmatige uitkomsten zijn te vinden in Bijlage 8.

Grondwaterstand

De grondwaterstand uit de beschrijving aan de onderzijde van de sondeergrafieken in rapportage [7] is omgerekend naar meter ten opzichte van NAP. Deze waarde is gehanteerd voor het freatisch vlak in de CPT-Tool.

Opmerkingen gehanteerde grondwaterstanden:

Voor sondering S15.091+000_BUK is geen grondwaterstand gemeten. Hiervoor is een waarde van NAP +0,3 m gehanteerd. Deze waarde bevindt zich tussen de grondwaterstanden van naastgelegen sonderingen S15.089+053_BIK (NAP +0,34 m) en S15.091+092_BIK (NAP +0,29 m).

Voor sondering S15.096+000_BIK is geen grondwaterstand gemeten. De gemiddelde waarde van naastgelegen sonderingen S15.094+000_BIK (NAP +0,23 m) en S15.097+061_BIK (NAP +0,37 m) is gehanteerd en bedraagt NAP +0,3 m.

Stijghoogte watervoerend pakket

De stijghoogte is bepaald door het verloop van de waterspanning onder de afsluitende grondlaag lineair te extrapoleren totdat deze de verticale as snijdt bij een waterspanning van 0 MPa. Zie Bijlage B7.2 voor de extrapolatie per sondering.

Opmerkingen gehanteerde stijghoogtes:

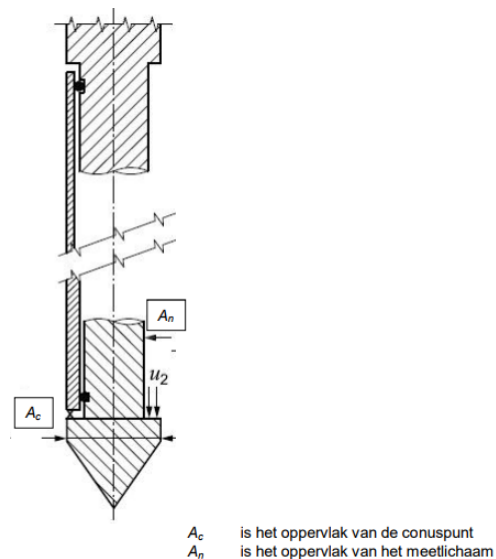
Sondering S15.91+092_BIB heeft een te korte meting in het zandpakket waardoor geen extrapolatie mogelijk is om de stijghoogte te bepalen. Voor deze sondering zijn daarom geen grensspanningen bepaald in de CPT-Tool.

Indringingslengte tijdens sondering

De indringingslengte is de verticale afstand vanaf de onderzijde van de slecht doorlatende grondlaag waarover de waterspanning verandert bij waterspanningsvariaties in de onderliggende watervoerende zandlaag. Voor de analyse met de CPT-Tool is de indringingslengte ten tijde van de sondering van belang. Deze is bepaald door het verloop van de waterspanning in de slecht doorlatende laag te analyseren. Indien de waterspanning vanaf de onderzijde van de ongedraineerde grondlaag direct sterk afwijkt van de waterspanning in het watervoerend pakket is een indringingslengte van 0 m gehanteerd. Wanneer de waterspanning in dezelfde (lineaire) lijn doorloopt als de waterspanning in het watervoerend pakket is er een indringingslengte meegenomen. De indringing is de lengte waarover de waterspanning in de slecht doorlatende laag gelijk is aan de waterspanning in het watervoerend pakket.

Spleetfactor

De spleetfactor 'a' is een correctie die de poriënwaterspanning u_2 in de spleet boven de conus verdisconteert. Factor 'a' is de verhouding tussen het oppervlak van het meetlichaam gedeeld door het oppervlak van de conuspunt (A_n/A_c). Deze netto oppervlakte verhouding wordt bepaald door het conusontwerp (Figuur B7-). De a-waarde kan variëren tussen 0,5-0,9 [9].



Figuur B7-1: Prototype doorsnede conus [9]

Voor de sonderingen van onderzoek [5] is geen spleetfactor bekend, deze sonderingen zijn daarom niet meegenomen. De sonderingen van onderzoek 02P010000 [7] hebben een spleetfactor van 0,8. Deze volgt uit de meegeleverde GEF bestanden.

B7.2 Bepaling stijghoogtes tijdens sonderingen

Dit document is separaat als digitale bijlage toegestuurd.

B7.3 Uitvoer grafieken CPT-tool

Dit document is separaat als digitale bijlage toegestuurd.

Bijlage 8 Grensspanningen

B8.1 Grensspanningen ongedraineerde lagen per geotechnisch vak

Voorland

Sondeernummer: S15.089+053_VL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	σ'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	1,86	1,18	12,93							
Klei zwaar	0,50	-0,53	33,73	60,00	44,79	26,27	11,07	1,33	44,79	-
Zand tussen laag	-1,55	-2,33	49,03							
Klei licht	-3,10	-4,09	62,36	122,43	88,68	60,07	26,32	1,42	88,68	-
Zand tussen laag	-5,08	-5,96	76,70							
Klei licht	-6,83	-7,70	90,34	186,29	134,94	95,96	44,60	1,49	134,94	-
Zand pleistoceen	-8,57	-11,32	123,11							

Buitenteen

Sondeernummer: S15.089+053_BUT

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	σ'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	2,24	-0,38	36,91							
Klei zwaar	-3,00	-5,06	78,37	112,17	83,75	33,80	5,38	1,07	83,75	-
Zand tussen laag	-7,11	-8,30	118,20							
Klei licht	-9,49	-10,26	134,55	383,81	278,01	249,25	143,45	2,07	209,55	Max POP
Zand pleistoceen	-11,03	-12,14	134,37							

Buitenkrui

Sondeernummer: -

Binnenkrui

Sondeernummer: S15.089+053_BIK

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	σ'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,54	4,07	46,57							
Veen kleilig	1,60	-0,26	106,08	122,67	101,70	16,60	-4,37	0,96	106,08	POP=0
Klei zwaar	-2,12	-4,67	130,43	136,24	101,72	5,81	-28,71	0,78	130,43	POP=0
Zand pleistoceen	-7,21	-8,29	151,28							

Binnenberm

Sondeernummer: S15.089+053_BIB

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	σ'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	1,80	1,54	5,04							
Zand tussen laag	1,27	-0,92	42,41							
Klei top laag	-3,12	-3,76	73,53							
Veen kleilig	-4,40	-4,89	80,71	196,68	163,04	115,96	82,32	2,02	155,71	Max POP
Zand tussen laag	-5,37	-7,25	94,72							
Zand pleistoceen	-10,50									

Achterland

Sondeernummer: S15.089+052_AL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	σ'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Zand tussen laag	1,37	-2,28	48,92							
Klei zwaar	-5,92	-6,26	90,12	205,29	153,27	115,17	63,15	1,70	153,27	-
Zand tussen laag	-6,60	-6,90	91,54							
Klei zwaar	-7,20	-7,35	95,73	147,25	109,94	51,52	14,20	1,15	109,94	-
Zand tussen laag	-7,50	-8,30	105,02							
Veen kleilig	-9,10	-9,81	114,29	176,99	146,72	62,69	32,43	1,28	146,72	-
Zand pleistoceen	-10,51	-11,53	119,41							

Voorland

Sondeernummer: S15.091+092_VL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	2,41	1,58	15,75							
Klei zwaar	0,74	0,07	39,28	63,26	47,23	23,99	7,96	1,20	47,23	-
Zand tussen laag	-0,60	-2,30	59,74							
Veen kleiig	-4,00	-4,94	78,56	133,37	110,56	54,81	32,01	1,41	110,56	-
Klei zwaar	-5,89	-6,79	86,95	147,96	110,47	61,01	23,51	1,27	110,47	-
Zand tussen laag	-7,70	-8,10	97,85							
Klei licht	-8,50	-9,42	107,03	243,89	176,66	136,87	69,63	1,65	176,66	-
Zand pleistoceen	-10,35	-11,42	113,24							

Buitenteen

Sondeernummer: S15.091+092_BUT

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	2,44	1,34	20,83							
Klei zwaar	0,24	-0,87	49,74	93,22	69,60	43,48	19,86	1,40	69,60	-
Zand tussen laag	-1,98	-2,83	64,29							
Veen kleiig	-3,68	-4,32	73,97	126,70	105,04	52,73	31,07	1,42	105,04	-
Klei zwaar	-4,96	-6,19	84,38	155,13	115,82	70,75	31,45	1,37	115,82	-
Veen kleiig	-7,43	-7,67	94,07	151,06	125,23	56,99	31,17	1,33	125,23	-
Klei zwaar	-7,91	-8,79	101,13	240,63	179,66	139,51	78,54	1,78	166,13	Max POP
Klei top laag	-9,67	-10,68	126,34							
Zand pleistoceen	-11,69	-12,10	139,46							
Zand pleistoceen	-12,50	-13,23	150,94							

Buitenkrui

Sondeernummer: -

Binnenkrui

Sondeernummer: S15.091+092_BIK

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,69	6,04								
Dijkmateriaal klei	5,39	3,17	66,34							
Klei zwaar	0,95	-1,54	132,91	202,02	150,84	69,11	17,93	1,13	150,84	-
Veen kleiig	-4,02	-4,51	152,89	186,66	154,75	33,77	1,87	1,01	154,75	-
Klei licht	-5,00	-6,59	162,38	259,94	188,29	97,56	25,92	1,16	188,29	-
Zand pleistoceen	-8,18	-10,69	184,86							

Binnenberm

Sondeernummer: S15.091+092_BIB

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	3,64	1,91	32,63							
Klei zwaar	0,18	-1,46	78,83	161,78	120,78	82,95	41,95	1,53	120,78	-
Veen kleiig	-3,10	-4,03	92,72	130,54	108,22	37,81	15,49	1,17	108,22	-
Klei zwaar	-4,96	-6,11	102,89	136,68	102,04	33,79	-0,85	0,99	102,89	POP=0
Veen kleiig	-7,25	-7,61	112,13	146,86	121,75	34,72	9,61	1,09	121,75	-
Klei zwaar	-7,97	-8,16	114,10	173,04	129,19	58,94	15,08	1,13	129,19	-
Zand pleistoceen	-8,35	-9,00	122,14							

Achterland

Sondeernummer: S15.091+092_AL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	1,48	1,15	6,32							
Zand tussen laag	0,81	-0,22	29,05							
Veen kleiig	-1,25	-3,07	44,44	65,63	54,40	21,19	9,96	1,22	54,40	-
Klei licht	-4,88	-6,12	54,12	132,66	96,08	78,54	41,96	1,78	96,08	-
Veen kleiig	-7,35	-7,56	61,21	74,90	62,09	13,70	0,89	1,01	62,09	-
Klei zwaar	-7,76	-8,33	65,92	129,36	96,57	63,44	30,66	1,47	96,57	-
Zand pleistoceen	-8,90	-9,84	62,85							

Voorland

Sondeernummer: S15.097+060_VL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		1,97								
Zand tussen laag		-0,97								
Zand pleistoceen		-9,81								

Buitenteen

Sondeernummer: S15.097+061_BUT

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		2,37								
Zand tussen laag		-0,28								
Zand pleistoceen		-9,02								

Buitenkruin

Sondeernummer: -

Binnenkruin

Sondeernummer: S15.097+061_BIK

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,77	6,19								
Dijkmateriaal klei	5,61	3,66	58,64							
Klei zwaar	1,70	0,95	108,21	209,36	156,31	101,16	48,10	1,44	156,31	-
Klei top laag	0,20	-0,33	123,18							
Zand tussen laag	-0,85	-2,93	149,08							
Zand tussen laag	-5,00	-6,56	186,01							
Zand pleistoceen	-9,00									

Binnenberm

Sondeernummer: S15.097+060_BIB

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		2,56								
Zand tussen laag		-0,45								
Zand pleistoceen		-10,00								

Achterland

Sondeernummer: S15.097+061_AL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		1,50								
Zand tussen laag		-0,45								
Zand pleistoceen		-9,50								

Voorland

Sondeernummer: S15.100+045_VL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]		Kar [kPa]	
Klei top laag		1,30								
Zand tussen laag		-1,27								
Zand pleistoceen		-9,39								

Buitenteen

Sondeernummer: S15.100+045_BUT

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]		Kar [kPa]	
Klei top laag		1,86								
Zand tussen laag		-1,61								
Zand pleistoceen		-10,78								

Buitenkruin

Sondeernummer: -

Binnenkruin

Sondeernummer: S15.100+046_BIK

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]		Kar [kPa]	
Dijkmateriaal klei		6,71								
Zand tussen laag		1,41								
Zand pleistoceen		-8,27								

Binnenberm

Sondeernummer: S15.100+047_BIB

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]		Kar [kPa]	
Klei top laag		2,83								
Zand tussen laag		-0,25								
Zand pleistoceen		-9,25								

Achterland

Sondeernummer: S15.100+047_AL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]		Kar [kPa]	
Klei top laag		2,20								
Zand tussen laag		0,20								
Klei top laag		-1,20								
Zand tussen laag		-2,76								
Zand pleistoceen		-9,63								

Voorland

Sondeernummer: S15.101+097_VL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	1,23	-0,06	22,52							
Zand tussen laag	-1,35	-4,29	64,30							
Klei licht	-7,23	-7,47	95,47	196,60	142,41	101,14	46,94	1,49	142,41	-
Zand tussen laag	-7,70	-10,69	132,11							
Zand pleistoceen	-11,00									

Buitenteen

Sondeernummer: S15.101+098_BUT

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	1,51									
Zand tussen laag	0,14									
Zand pleistoceen	-10,37									

Buitenkruin

Sondeernummer: -

Binnenkruin

Sondeernummer: S15.102+085_BIK

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,65	6,08								
Dijkmateriaal klei	5,51	3,51	59,16							
Klei zwaar	1,50	0,80	108,93	223,03	166,52	114,09	57,59	1,53	166,52	-
Klei top laag	0,10	-0,88	126,00							
Zand tussen laag	-1,85	-4,05	157,22							
Klei licht	-6,25	-7,47	186,26	285,91	207,10	99,65	20,84	1,11	207,10	-
Klei zwaar	-8,69	-9,04	195,58	246,82	184,28	51,24	-11,30	0,94	195,58	POP=0
Zand pleistoceen	-9,38	-10,38	200,53							

Binnenberm

Sondeernummer: S15.102+086_BIB

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	3,27	1,37	32,10							
Zand tussen laag	-0,53	-3,51	91,74							
Klei licht	-6,49	-6,85	123,97	283,82	205,59	159,85	81,61	1,66	198,97	Max POP
Zand tussen laag	-7,20	-7,48	128,74							
Klei licht	-7,76	-8,13	133,63	221,07	160,13	87,44	26,50	1,20	160,13	-
Klei zwaar	-8,50	-9,19	140,89	204,54	152,72	63,65	11,83	1,08	152,72	-
Zand pleistoceen	-9,87	-11,37	161,31							

Achterland

Sondeernummer: S15.102+085_AL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag	1,51	0,77	14,10							
Zand tussen laag	0,03	-3,73	61,53							
Veen kleiig	-7,49	-8,14	100,82	134,12	111,18	33,30	10,37	1,10	111,18	-
Zand pleistoceen	-8,79	-10,11	114,28							

Voorland

Sondeernummer: S15.103+091_VL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		1,18								
Zand tussen laag		-3,69								
Zand pleistoceen		-11,99								

Buitenteen

Sondeernummer: S15.103+091_BUT

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		1,66	-0,33	32,16						
Klei zwaar		-2,32	-2,53	55,96	94,10	70,25	38,14	14,29	1,26	70,25 -
Zand tussen laag		-2,74	-5,45	80,34						
Zand pleistoceen		-8,16	-9,97	126,34						

Buitenkrui

Sondeernummer: S15.103+092_BUK

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei		6,67	6,17							
Dijkmateriaal klei		5,67	3,81	53,90						
Klei zwaar		1,94	1,51	96,52	191,51	143,00	94,99	46,48	1,48	143,00 -
Zand tussen laag		1,07	-0,13	123,21						
Klei top laag		-1,33	-1,89	142,63						
Zand tussen laag		-2,44	-4,23	165,86						
Zand pleistoceen		-9,60								

Binnenkrui

Sondeernummer: -

Binnenberm

Sondeernummer: S15.103+091_BIB

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		2,83								
Zand tussen laag		-2,37								
Zand pleistoceen		-12,00								

Achterland

Sondeernummer: S15.103+092_AL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		1,84	0,70	21,57						
Klei zwaar		-0,45	-0,77	44,10	83,94	62,67	39,85	18,57	1,42	62,67 -
Zand tussen laag		-1,08	-4,86	85,05						
Zand pleistoceen		-8,64	-9,70	126,27						

Voorland

Sondeernummer: -

Buitenteen

Sondeernummer: S15.107+095_BUT

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		2,33								
Zand tussen laag		-3,68								
Zand pleistoceen		-12,30								

Buitenkruin

Sondeernummer: S15.107+097_BUK

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei		6,81	6,31							
Dijkmateriaal klei		5,81	2,91	73,50						
Klei zwaar		0,00	-4,32	160,74	177,03	132,20	16,29	-28,54	0,82	160,74 POP=0
Zand tussen laag		-8,63	-9,63	197,26						
Klei zwaar		-10,62	-10,77	208,55	364,49	272,19	155,94	63,64	1,31	272,19 -
Zand pleistoceen		-10,93	-11,93	219,93						

Binnenkruin

Sondeernummer: -

Binnenberm

Sondeernummer: S15.107+098_BIB

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		2,33	1,54	14,98						
Klei zwaar		0,75	-1,86	49,65	162,65	121,42	113,00	71,77	2,45	114,65 Max POP
Zand tussen laag		-4,47	-4,96	80,15						
Klei zwaar		-5,45	-5,73	87,26	251,79	187,96	164,53	100,70	2,15	152,26 Max POP
Zand tussen laag		-6,00	-7,27	102,25						
Zand pleistoceen		-12,00								

Achterland

Sondeernummer: S15.107+098_AL

Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Klei top laag		0,42	-0,79	18,42						
Klei licht		-2,00	-3,21	37,64	81,97	59,37	44,33	21,73	1,58	59,37 -
Zand tussen laag		-4,41	-5,68	53,92						
Klei zwaar		-6,95	-7,89	73,99	115,15	85,97	41,16	11,97	1,16	85,97 -
Zand tussen laag		-8,82	-8,96	82,58						
Klei licht		-9,10	-9,40	85,61	175,87	127,38	90,26	41,78	1,49	127,38 -
Zand tussen laag		-9,70	-10,19	92,19						
Klei licht		-10,67	-11,04	99,11	160,27	116,09	61,16	16,97	1,17	116,09 -
Zand pleistoceen		-11,41	-12,16	108,81						

B8.2 Grensspanningen ongedraineerde lagen overige sonderingen

[illegible]

Buitenteen											
Sondeernummer: S15.094+000_BUT											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP			Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]			
Klei top laag	2,13	1,17	18,03								
Zand tussen laag	0,22	-1,44	45,15								
Veen kleilig	-3,09	-3,50	62,60	85,58	70,95	22,98	8,35	1,13	70,95	-	
Klei zwaar	-3,91	-4,51	67,81	142,21	106,17	74,40	38,36	1,57	106,17	-	
Veen kleilig	-5,11	-5,65	73,20	124,38	103,11	51,18	29,91	1,41	103,11	-	
Klei zwaar	-6,20	-6,80	78,75	135,96	101,51	57,22	22,77	1,29	101,51	-	
Klei licht	-7,41	-7,84	85,65	194,69	141,02	109,04	55,37	1,65	141,02	-	
Zand pleistoceen	-8,26	-10,52	114,87								
Buitenteen											
Sondeernummer: S15.095+094_BUT											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP			Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]			
Klei top laag	2,54	1,61	17,63								
Klei zwaar	0,67	0,03	44,87	100,55	75,07	55,69	30,21		75,07	-	
Zand tussen laag	-0,61	-5,34	99,55								
Zand pleistoceen	-10,06	-11,23	159,52								
Buitenteen											
Sondeernummer: S15.105+100_BUT											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP			Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]			
Klei top laag	2,19	1,11	20,39								
Zand tussen laag	0,02	-4,25	79,62								
Klei licht	-8,52	-8,80	124,57	251,96	182,50	127,39	57,93	1,47	182,50	-	
Zand pleistoceen	-9,07	-10,88	144,48								

Buitenkruin											
Sondeernummer: S15.091+000_BUK											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]		Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Dijkmateriaal klei	6,57	5,94									
Dijkmateriaal klei	5,31	3,01	67,06								
Klei zwaar	0,70	-2,39	137,53	193,68	144,61	56,15	7,08	1,05		144,61	-
Zand tussenlaag	-5,47	-6,74	173,93								
Klei licht	-8,00	-9,26	193,73	292,11	211,60	98,38	17,87	1,09		211,60	-
Zand pleistoceen	-10,51	-11,92	199,18								
Zand pleistoceen	-13,32	-13,32									
Buitenkruin											
Sondeernummer: S15.092+099_BUK											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]		Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Dijkmateriaal klei	6,57	5,82									
Dijkmateriaal klei	5,07	2,02	85,33								
Klei licht	-1,03	-2,65	146,80	264,24	191,44	117,45	44,64	1,30		191,44	-
Veen kleilig	-4,26	-5,34	157,36	177,44	147,12	20,08	-10,24	0,93		157,36	POP=0
Klei licht	-6,42	-7,27	163,72	360,64	261,28	196,92	97,55	1,60		238,72	Max POP
Zand pleistoceen	-8,12	-9,72	174,65								
Buitenkruin											
Sondeernummer: S15.094+048_BUK											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]		Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Dijkmateriaal klei	6,70	6,11									
Dijkmateriaal klei	5,52	2,48	78,87								
Klei licht	-0,57	-2,54	138,91	237,10	171,75	98,19	32,84	1,24		171,75	-
Veen kleilig	-4,51	-5,51	151,30	183,02	151,73	31,72	0,43	1,00		151,73	-
Klei licht	-6,51	-7,44	158,00	349,62	253,25	191,61	95,25	1,60		233,00	Max POP
Zand pleistoceen	-8,37	-10,29	171,39								
Buitenkruin											
Sondeernummer: S15.096+084_BUK											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]		Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Dijkmateriaal klei	6,68	6,18									
Dijkmateriaal klei	5,68	3,64	57,22								
Klei zwaar	1,60	1,12	103,91	184,10	137,46	80,19	33,55	1,32		137,46	-
Zand tussenlaag	0,64	-2,30	143,97								
Buitenkruin											
Sondeernummer: S15.099+000_BUK											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]		Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Dijkmateriaal klei	6,85	6,30									
Dijkmateriaal klei	5,75	4,63	41,92								
Klei zwaar	3,50	2,12	86,98	220,96	164,95	133,98	77,97	1,90		151,98	Max POP
Zand tussenlaag	0,74	-2,16	142,67								
Buitenkruin											
Sondeernummer: S15.101+098_BUK											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]		Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Dijkmateriaal klei	6,65	6,15									
Dijkmateriaal klei	5,65	3,93	51,28								
Klei zwaar	2,20	1,57	94,66	231,11	172,56	136,45	77,90	1,82		159,66	Max POP
Zand tussenlaag	0,94	-2,16	142,61								
Buitenkruin											
Sondeernummer: S15.105+099_BUK											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]		Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Dijkmateriaal klei	6,63	6,13									
Dijkmateriaal klei	5,63	4,57	38,91								
Klei zwaar	3,50	2,06	83,98	196,95	147,07	112,98	63,09			147,07	-
Zand tussenlaag	0,62	-0,18	122,90								
Klei toplaag	-0,97	-1,99	143,44								
Zand tussenlaag	-3,00	-5,64	179,44								

Binnenkruin										
Sondeernummer: S15.094+000_BIK										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,63	6,05								
Dijkmateriaal klei	5,47	1,99	85,28							
Klei licht	-1,50	-2,59	141,82	278,74	201,91	136,92	60,09	1,42	201,91	-
Veen kleilig	-3,68	-4,06	148,41	230,78	191,33	82,37	42,92	1,29	191,33	-
Klei zwaar	-4,45	-4,98	153,06	209,95	156,76	56,90	3,71	1,02	156,76	-
Veen kleilig	-5,50	-5,95	157,70	208,21	172,62	50,51	14,92	1,09	172,62	-
Klei zwaar	-6,40	-7,50	166,77	233,50	174,34	66,73	7,57	1,05	174,34	-
Zand pleistoceen	-8,59	-10,47	187,59							

Binnenkruin										
Sondeernummer: S15.096+000_BIK										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,70	6,09								
Dijkmateriaal klei	5,48	2,84	72,56							
Klei licht	0,20	-0,12	122,97	208,07	150,66	85,10	27,69	1,23	150,66	-
Zand tussenlaag	-0,43	-1,24	140,95							

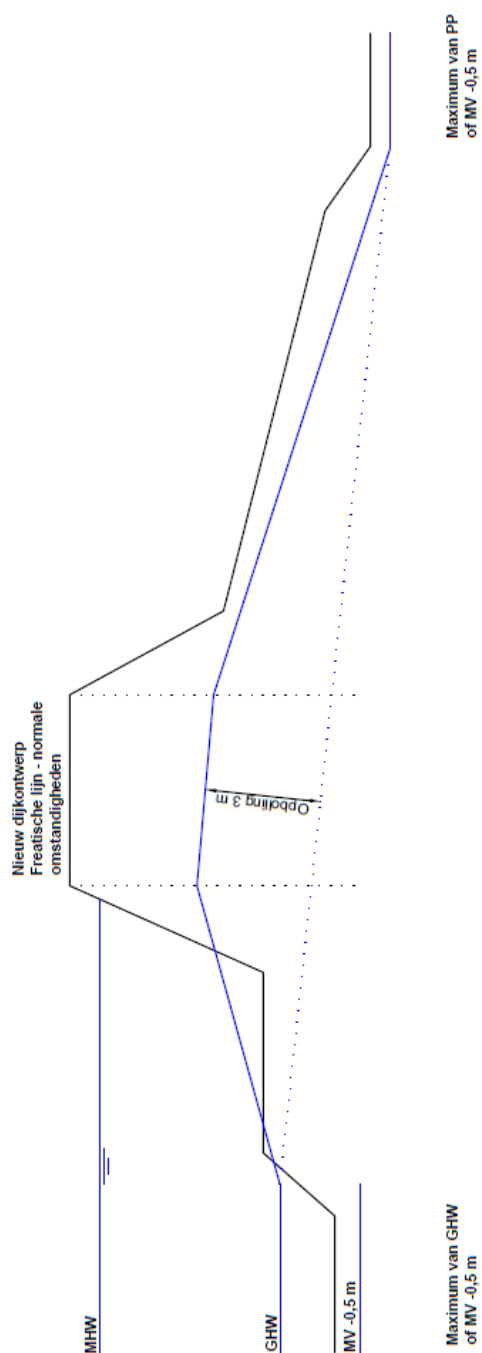
Binnenkruin										
Sondeernummer: S15.105+001_BIK										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,66	6,04								
Dijkmateriaal klei	5,42	4,16	47,11							
Klei zwaar	2,90	1,53	94,62	142,83	106,63	48,21	12,02	1,13	106,63	-
Klei toplaat	0,15	-1,43	129,22							
Zand tussenlaag	-3,00	-4,00	153,60							
Zand tussenlaag	-5,00	-6,66	180,67							

Binnenkruin										
Sondeernummer: S15.106+094_BIK										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]			
Dijkmateriaal klei	6,72	6,22								
Dijkmateriaal klei	5,72	3,96	51,91							
Klei zwaar	2,20	1,38	93,71	200,42	149,65	106,71	55,94	1,60	149,65	-
Klei toplaat	0,55	-1,55	119,08							
Zand tussenlaag	-3,65	-4,33	157,78							
Zand tussenlaag	-5,00	-5,57	170,45							

Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.090+095_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	2,34	1,42	14,42								
Zand tussen laag	0,51	-0,30	32,53								
Klei top laag	-1,11	-1,86	47,52								
Veen klei	-2,60	-3,43	55,47	67,28	55,78	11,82	0,32	1,01	55,78	-	
Klei licht	-4,25	-4,90	60,34	129,42	93,74	69,07	33,40	1,55	93,74	-	
Klei zwaar	-5,55	-6,38	70,21	155,83	116,35	85,63	46,14	1,66	116,35	-	
Zand pleistoceen	-7,20	-10,38	135,76								
Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.093+002_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	3,95	3,69	5,02								
Zand tussen laag	3,42	1,69	41,07								
Veen klei	-0,05	-1,18	71,43	105,07	87,10	33,64	15,68	1,22	87,10	-	
Klei zwaar	-2,32	-2,98	78,26	144,51	107,89	66,26	29,63	1,38	107,89	-	
Veen klei	-3,63	-5,83	86,73	117,10	97,08	30,37	10,34	1,12	97,08	-	
Zand pleistoceen	-8,03	-8,97	94,85								
Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.094.047_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	4,01	3,54	8,80								
Zand tussen laag	3,07	1,85	39,35								
Klei zwaar	0,62	-0,61	68,07	155,29	115,94	87,22	47,87	1,70	115,94	-	
Klei licht	-1,85	-2,71	82,18	158,66	114,92	76,49	32,75	1,40	114,92	-	
Veen klei	-3,58	-4,78	88,80	107,76	89,33	18,96	0,53	1,01	89,33	-	
Klei licht	-5,97	-6,70	94,69	194,22	140,68	99,52	45,98	1,49	140,68	-	
Veen klei	-7,42	-7,98	99,58	124,23	102,99	24,65	3,41	1,03	102,99	-	
Zand pleistoceen	-8,54	-9,73	115,62								
Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.096+001_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	1,99										
Zand tussen laag	-0,5										
Zand pleistoceen	-9,25										
Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.096+084_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	1,74										
Zand tussen laag	-0,59										
Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.099+001_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	3,62										
Zand tussen laag	-0,9										
Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.102+000_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	3,27										
Zand tussen laag	0,12										
Binnenborm											
Sondeernummer:	S15.106+093_BIB										
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP		OCR [-]	Grensspanning Kar [kPa]	Correctie [-]	
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]				
Klei top laag	2,52	2,24	5,38								
Zand tussen laag	1,96	1,33	21,98								
Klei top laag	0,70	-0,54	47,84								
Klei zwaar	-1,78	-1,97	60,60	107,99	80,60	47,38	20,00	1,33	80,60	-	
Klei top laag	-2,15	-2,65	65,68								
Zand tussen laag	-3,14	-4,07	79,65								
Zand tussen laag	-5,00	-5,34	92,46								

Achterland											
Sondeernummer: S15.090+089_AL											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP				Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]	Kar [kPa]	[-]	
Zand tussenlaag		0,45	-0,01	7,81							
Klei top laag		-0,46	-1,08	19,48							
Veen kleig		-1,70	-2,78	26,76	41,10	34,07	14,35	7,32	1,27	34,07 -	
Klei licht		-3,86	-4,25	30,68	83,67	60,60	52,99	29,92	1,97	60,60 -	
Klei zwaar		-4,65	-5,13	36,47	87,12	65,03	50,65	28,57	1,78	65,03 -	
Zand tussenlaag		-5,60	-7,16	61,31							
Zand pleistoceen		-8,72	-9,59	86,05							
Achterland											
Sondeernummer: S15.094+047_AL											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP				Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]	Kar [kPa]	[-]	
Klei top laag		1,16	-0,50	30,16							
Klei zwaar		-2,15	-3,33	63,16	88,01	65,71	24,86	2,55	1,04	65,71 -	
Klei licht		-4,50	-5,06	75,16	155,78	112,82	80,62	37,66	1,50	112,82 -	
Zand tussenlaag		-5,62	-5,91	81,23							
Klei licht		-6,20	-7,21	89,63	198,54	143,79	108,91	54,17	1,60	143,79 -	
Zand pleistoceen		-8,21	-9,48	80,66							
Achterland											
Sondeernummer: S15.096+083_AL											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP				Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]	Kar [kPa]	[-]	
Klei top laag		1,14									
Zand tussenlaag		-0,25									
Zand pleistoceen		-9,25									
Achterland											
Sondeernummer: S15.099+000_AL											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP				Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]	Kar [kPa]	[-]	
Klei top laag		2,3									
Zand tussenlaag		0,2									
Zand pleistoceen											
Achterland											
Sondeernummer: S15.102+001_AL											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP				Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]	Kar [kPa]	[-]	
Klei top laag		1,59	1,18	7,84							
Klei top laag		0,77	-0,47	33,07							
Zand tussenlaag		-1,71	-6,13	89,25							
Klei zwaar		-10,54	-10,98	137,50	507,26	378,71	369,75	241,20	2,75	202,50 Max POP	
Zand pleistoceen		-11,42	-11,81	144,80							
Achterland											
Sondeernummer: S15.106+093_AL											
Naam	b.k. grondlaag [m NAP]	midden grondlaag [m NAP]	o'vi midden [kPa]	Grensspanning		POP				Grensspanning	Correctie
				gem [kPa]	kar [kPa]	gem [kPa]	kar [kPa]	OCR [-]	Kar [kPa]	[-]	
Klei top laag		1,14									
Zand tussenlaag		-2,89									

Bijlage 9 Waterspanningen ontwerp



Figuur B9: Freatische lijn onder normale omstandigheden

Bijlage 10 Archeologische verwachtingenkaart



0 100 200 300 400 500 m

Gespecificeerde verwachting

Salmsteke, Dijkverzwarening Lekdijk
Oost
Gemeente Lopik

Legenda

-  plangebiedvoorarchis
-  kadastralegrens

Verwachting

-  hoog: Lek oeverwallen
-  middelhoog: Goyland oeverwallen
-  middelhoog: uiterwaard Lek
-  laag
-  laag: wiel
-  hoog: dijkzone
-  hoog: historische bebouwing
-  hoog: bufferzone historische bebouwing

Figuur B10: Archeologische verwachtingenkaart

Bijlage 11 Monumenten



Figuur B11: Monumenten in het projectgebied

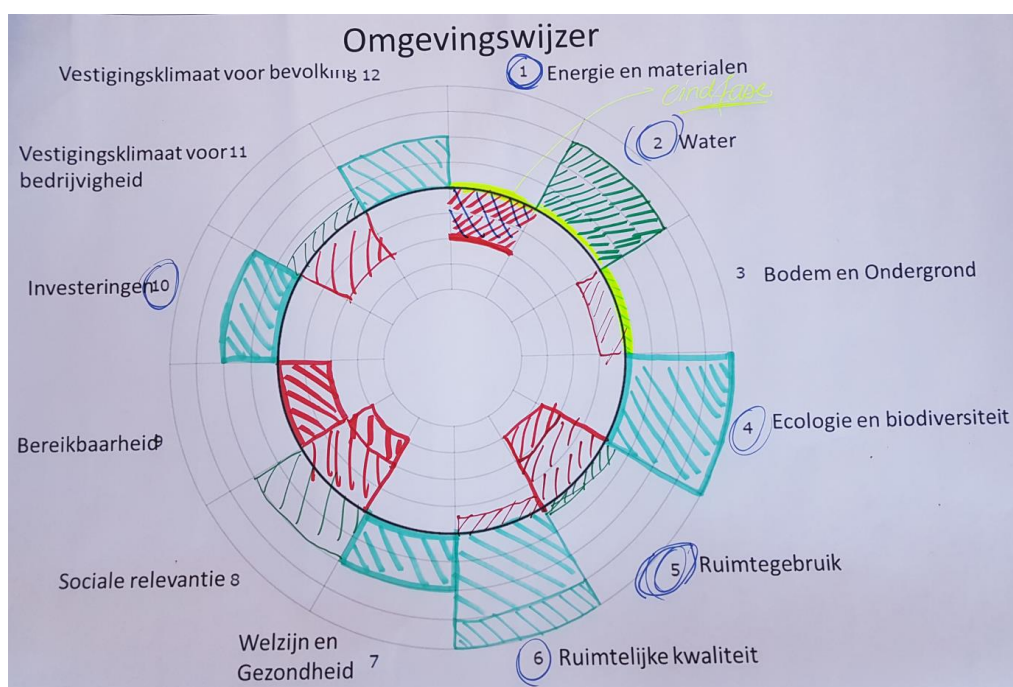
Bijlage 12 Duurzaamheidsambities

B12.1 Locatie Salmsteke

De sessie begon op de doellocatie. Aan de deelnemers om zich in te denken dat de nieuwe dijk er ligt in een traditionele vorm zonder enig oog voor duurzaamheid. Dit geldt als uitgangspunt om vandaar uit te kijken naar de mogelijkheden zijn om de duurzaamheid van een dijkversterking te verbeteren. In drie groepen met elk een aantal thema's is de Duurzaam GWW tool Omgevingswijzer ingevuld. De vervolg van de sessie was op een locatie in Benschop.

B12.2 Omgevingswijzer

Ingevuld voor de eindfase (toekomstig eindbeeld) uitgaande van een traditionele dijk (kleilichaam).



Figuur B12-1: Omgevingswijzer ingevuld tijdens sessie

Toelichting omgevingswijzer:

13. Energie en materialen: Voor de eindfase score neutraal op gebruik materialen en fossiele brandstoffen. Tijdens uitvoering score negatief.
14. Water: Buitendijks is een toename van waterkwaliteit (KRW) en kwantiteit (waterstandsdeling rivier). Binnendijks score neutraal. Dit is inherent aan doelstelling project (inclusief compensatie watergangen in geval van dempen sloten).

15. Bodem en ondergrond: geen meerwaarde in geval van traditionele dijkversterking, meerwaarde door inbreng geotechniek. In de uiterwaard score negatief voor archeologie; aantasting van een van de weinige nog intact zijnde ondergrond.
16. Ecologie en biodiversiteit: Voor de dijkzone score positief vanwege toename biodiversiteit (bloemrijk grasland). Uiterwaard: positief, toename kwaliteit voor KRW
17. Ruimtegebruik: negatief voor dijk door verslechtering gebruiksbependingen door fysieke inname en regulering. In uiterwaard verbetering door duidelijke functie
18. Ruimtelijke kwaliteit: Positieve score vanwege versterking beleving dijk door accentueren en profileren dijk in het landschap. Toename waarden natuur en beleving in de uiterwaard.
19. Welzijn en gezondheid: Positief vanwege toenemende veiligheid achter de dijk. In uiterwaard toename recreatieve mogelijkheden (wandelen en veilig zwemwater).
20. Sociale relevantie: Voor de direct omwonenden langs de dijk score negatief, vanwege meer verkeer over smalle dijk (aantrekkende werking recreatiegebied) en beperkingen ruimtegebruik. Voor een breder publiek score positief vanwege aantrekkelijk recreatiegebied en aantrekkelijk natuurgebied
21. Bereikbaarheid: Negatief door combinatie van toenemende verkeersbelasting door gebiedsontwikkeling in uiterwaard en geen aanpassing infrastructuur levert meer drukte.
22. Investerings: Positieve score aangezien economisch risico achterland daalt door versterking dijk en daarmee toename veiligheid achterland.
23. Vestigingsklimaat voor bedrijvigheid: negatief voor bedrijven aan de dijk. Door ruimtegebruik dijk zijn ze beperkt in ruimte en ontwikkeling/uitbreiding. Uiterwaard; positief, vestigingsklimaat voor horeca
24. Vestigingsklimaat voor bevolking: negatief voor bewoners aan de dijk vanwege ruimtegebruik dijk. Uiterwaard is positief, vestigingsklimaat voor horeca

B12.3 Huiswerk: duurzame inspiratie

Alle deelnemers noemen hun inspiratie op het gebied van duurzaamheid

- Baggerspecie gebruik voor natuurvriendelijke oevers: geotextiel “worsten” met baggerspecie er in.
- Educatie voor kinderen over duurzaamheid
- Energieneutraal huis
- Spijkerbroeken van gerecycled katoen
- Doorzichtige zonnepanelen
- Technische snufjes die bijdragen aan gemak en duurzaamheid
- Grote moestuin, zelfvoorzienend zijn met groenten en fruit
- Voorbeeldenboek Klimaatadaptatie: Boeren die klimaatadaptatieve maatregelen treffen
- Minder vlees eten in de gezinssituatie

B12.4 Kansen voor duurzaamheid in project Salmsteke

Brainstorm voor kansen om de duurzaamheid in het project Salmsteke te verbeteren.



Figuur B12-2: Uitkomsten van brainstorm over kansen duurzaamheid

Duurzaam en haalbaar

- Bloemrijk buitentalud dijk, inclusief stimuleren biologisch beheer binnentalud
- Hergebruik
 - Vrijkomende materialen - circulair materiaalgebruik
 - In dijk bij constructieve maatregelen (zie inspiratie geotechniek “worsten”)
 - Gekapte bomen gebruiken als brug over KRW geul, of als KRW substraat
- Navigatiesysteem gemotoriseerd verkeer aanpassen (geen standaard route)
- Aanjagen innovatieve technieken (beperken ruimtebeslag dijkversterking)
- Flexibele/doorzichtige zonnepanelen (solar OPV) op/langs dijk
- Rode lijst soorten faciliteren
- Honingbijen houden
- Goed voorbereid inrichten op uitbreidbaarheid in de toekomst: Optimaliseren voor toekomstige veiligheidsopgave
- Sociaal draagvlak creëren: Koppelen jongeren via scholen aan project (stage, meeloopdag)

Duurzaam en minder haalbaar

- Kleiputten (tichelgaten) in combinatie met kamsalamanderhotels op de dijk
- Autovrije dijk (scheiding langzaam en snel verkeer)
- Opzetten waterpeil binnendijks (piping en stabiliteit)
- Grondbalans inventariseren met nabijgelegen projecten

- Aanpassing vereiste voor kleiklassen → belangrijk voor potentieel grondverzet en -balans.
- Pompput RWZI energie neutraal

Minder duurzaam en haalbaar

- Graslandbeheer met schapen
- Werkgelegenheid: social return (beheer dijk)

Minder duurzaam en minder haalbaar

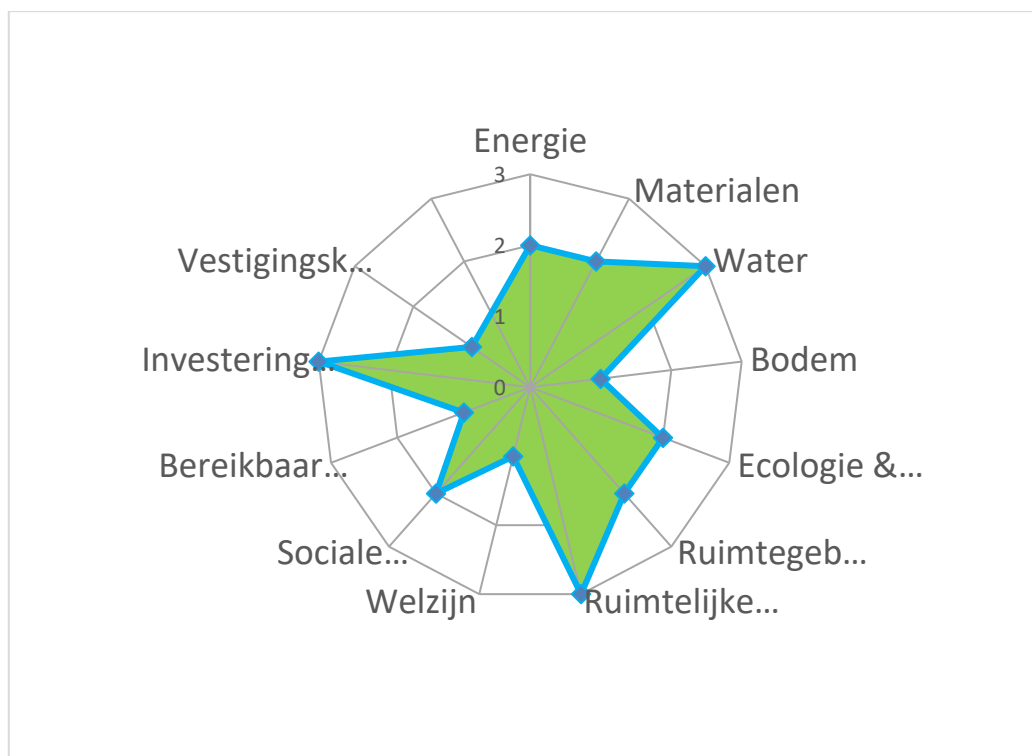
- herstel oud gemaal als kunstwerk of monument

Tijdens de brainstorm komen ook kansen voor duurzaamheid in het project uiterwaardinrichting Salmsteke naar voren:

- Energieopslag, alles wat hierop aangesloten kan worden ook gebruik hier van laten maken:
 - Drijvende zonnepanelen in KRW geul
 - Zonnepanelen gebouwen (horeca, toilet)
 - Turbines voor traag stromend water
 - Mooie windmolens
 - Hondenpoep vergisting
 - Alle functies in de uiterwaarden off-grid
 - Elektrische OV aansluiting naar recreatiegebied
- Gebiedsontwikkeling
 - Moestuin voor omwonenden
 - Speelnatuur
 - Streekproducten
 - Voedselbos – publieke boomgaard (aansluiten bij fruitteelt binnendijs)
- Duurzaam beheer KRW-geul
- Boothellingen ook op andere plekken aanleggen om de huidige te ontlasten

B12.5 Ambitieweb

Na deze kansen te hebben uitgezet in de mate waarin ze potentieel bijdragen aan duurzaamheid, en de mate van haalbaarheid, is een initiële poging gedaan deze in een ambitieweb te vatten. Hierbij is gekeken naar de speerpunten van het bestuur van HDSR in combinatie met kansen die we zien. Hieruit komt het onderstaande beeld:



Figuur B12-3: Ambitiweb

B12.6 Thema's, ambitieniveaus en kansen gekoppeld

In de Tabel B12.6 hieronder staan de ambitieniveaus en de uit de brainstorm voortgekomen kansen aan elkaar gekoppeld. Dit biedt een eerste aanzet voor de concrete verkenning van te nemen duurzaamheidsmaatregelen. Door de kansen per thema geclusterd weer te geven, is direct inzichtelijk hoe de thema's naar het gestelde ambitieniveau behandeld worden. Zo is eenvoudig te zien welke suggesties kansrijk zijn, welke minder, en ook welke thema's nog verdere aandacht verdienen om aan de ambitieniveaus te voldoen. De kansen die enkel voor de uiterwaarden geldig zijn, zijn in groen weergegeven. Deze zijn in de duurzaamheidssessie van het "dijk team" naar voren gekomen, en zijn omwille van deze niet uit het oog te verliezen, toch meegenomen in het overzicht.

Tabel B12-6: Ambitieniveaus per thema

Thema ambitiweb	Ambitie niveau	Kansen en mogelijkheden
Energie	2	- Flexibele/doorzichtige zonnepanelen (solar OPV) op/langs dijk - Opzetten waterpeil binnendijks (risico piping verminderen en stabiliteit)

		- Pompput RWZI energie neutraal - Graslandbeheer met schapen (minder beheer) - Energieopslag, alles wat hierop aangesloten kan worden ook gebruik hier van laten maken: ▪ Drijvende zonnepanelen in KRW geul ▪ Zonnepanelen gebouwen (horeca, toilet) ▪ Turbines voor traag stromend water ▪ Mooie windmolens ▪ Hondenpoep vergisting ▪ Alle functies in de uiterwaarden off-grid ▪ Elektrische OV aansluiting naar recreatiegebied - Duurzaam beheer KRW-geul
Materialen	2	- Hergebruik - Vrijkomende materialen - circulair materiaalgebruik - In dijk bij constructieve maatregelen (zie inspiratie geotechniek “worsten”) - Gekapte bomen gebruiken als brug over KRW geul, of als KRW substraat - Grondbalans inventariseren met nabijgelegen projecten - Opzetten waterpeil binnendijks (risico piping verminderen en stabiliteit) - Aanpassing vereiste voor kleiklassen → belangrijk voor potentieel grondverzet en -balans.
Water	3	- Opzetten waterpeil binnendijks (risico piping verminderen en stabiliteit) - Gekapte bomen gebruiken als KRW substraat
Bodem	1	-
Ecologie	2	- Bloemrijk buitentalud dijk, inclusief stimuleren biologisch beheer binnentalud - Rode lijst soorten faciliteren - Honingbijen houden
Ruimtegebruik	2	- Aanjagen innovatieve technieken (beperken ruimtebeslag dijkversterking) - Goed voorbereid inrichten op uitbreidbaarheid in de toekomst: Optimaliseren voor toekomstige veiligheidsopgave - Opzetten waterpeil binnendijks (risico piping verminderen en stabiliteit)
Ruimtelijke kwaliteit	3	- Kleiputten (tichelgaten) in combinatie met kamsalamanderhotels op de dijk - Autovrije dijk (scheiding langzaam en snel verkeer) - Graslandbeheer met schapen (beleving) - herstel oud gemaal als kunstwerk of monument - Gebiedsontwikkeling ▪ Moestuyn voor omwonenden ▪ Speelnatuur

		▪ Streekproducten ▪ Voedselbos – publieke boomgaard (aansluiten bij fruitteelt binnendijs)
Welzijn	1	- Navigatiesysteem gemotoriseerd verkeer aanpassen (geen doorgaande route)
Sociale relevantie	2	- Sociaal draagvlak creëren: Koppelen jongeren via scholen aan project (stage, meeloopdag) - Werkgelegenheid: social return (beheer dijk) - Horecagelegenheid
Bereikbaarheid	1	- Boothellingen ook op andere plekken aanleggen om de huidige te ontlasten
Investerings-	3	- Aanjagen innovatieve technieken (beperken ruimtebeslag dijkversterking) - Goed voorbereid inrichten op uitbreidbaarheid in de toekomst: Optimaliseren voor toekomstige veiligheidsopgave - Opzetten waterpeil binnendijs (risico piping verminderen en stabiliteit)
Vestigings-klimaat	1	-

Eindconclusie

Hoewel de sessie aan het begin was afgebakend tot het “eindproduct van de dijkopgave in traditionele vorm”, bleek gedurende de sessie dat veel van de aangedragen oplossingen betrekking hadden op de uitvoering of op de uiterwaard. Geconcludeerd werd dat het lastig is de ontwikkelingen van de dijk en de uiterwaard, maar ook de uitvoering en het eindproduct los van elkaar te zien.

Om de duurzaamheidsdoelstellingen binnen het gebied daadkrachtig en doeltreffend vorm te geven, is het nodig deze integraal en over de gehele levensduur van zowel de dijk als de uiterwaard in beschouwing te nemen (integrale life cycle analyse, en daaruit voortkomend life cycle costing). Daarvoor zal nauwkeurige coördinatie met het duurzaamheidsproces van het “team uiterwaard” nodig zijn, en zal op termijn ook uit de omgeving opgehaalde input zeer van pas komen. De Omgevingswijzer kan hierbij dan per alternatief volledig worden ingevuld. Hierbij kan aan de hand van het Ambitieweb worden gezien of in een alternatief in voldoende mate aan de doelstellingen wordt voldaan. Door dit consequent voort te zetten zal zorg worden gedragen dat duurzaamheid optimaal in het voorkeursalternatief tot uiting komt.

Vervolgacties:

- Integratie met team uiterwaard
- Schetsontwerpen toetsen aan ruimtelijk kader en duurzaamheidsambities