



Dijkversterking SAFE

B2h – Ontwerpnota Dijkzone 11 tbv Projectbesluit

Auteur: Ontwerpmanager

Status: Definitief – Versie tbv Projectbesluit

Versie: 3.0

Datum: 17-11-2025

Document-ID: SAFE-1271388180-708

Besluitnummer: B-0229		
Opgesteld: Ontwerpmanager	Gecontroleerd: Technisch manager	Geautoriseerd: Projectmanager
Paraaf:	Paraaf:	Paraaf:
Datum: 17-11-2025	Datum: 17-11-2025	Datum: 17-11-2025

Wijzigingen

[Versie]	[Omschrijving wijzigingen]
0.1	Conceptversie
1.0	Definitief t.b.v. MER
2.0	Definitief t.b.v. concept Projectbesluit
3.0	Definitief t.b.v. Projectbesluit

Projectgegevens

Contactgegevens Opdrachtgever:
Waterschap Rivierenland
Postbus 599
4003 BX Tiel

Waterschap Rivierenland, Sweco B.V. en Arcadis B.V. werken samen met Dijkalliantie SAFE aan de dijkversterking tussen Streefkerk, Ameide en Fort Everdingen.

Dijkalliantie SAFE is een samenwerking tussen GMB Civiel B.V., Ploegam B.V. en Dura Vermeer Infra Landelijke Projecten B.V.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Doel	5
1.2	Leeswijzer	5
2	Systeem- en eisenanalyse	6
2.1	Context- en systeemanalyse	6
2.1.1	Systeembeschrijving	6
2.1.2	Contextanalyse	8
2.2	Ontwerpopgaven	9
2.2.1	Veiligheidsopgave	9
2.2.2	Inpassingopgave	11
2.2.3	Gebiedsopgave	11
2.3	Referentieontwerp	12
2.3.1	Addendum VKA	12
2.3.2	Concept vergunningenontwerp	12
2.4	Eisenanalyse	13
2.4.1	Systeemeisen	13
2.5	Verificatie en validatie	14
2.6	Risicoanalyse	14
3	Variantenafweging	16
3.1	Beschrijving totstandkoming varianten	16
3.2	Beschrijving varianten	16
3.2.1	Variant 2: Stabiliteits- en pipingconstructie	16
3.2.2	Variant 3: buitenwaartse asverschuiving met binnendijkse grondverbetering	18
3.3	Afwegingscriteria	21
3.4	Ontwerpafweging	21
3.5	Afwegingskader	23
4	Integraal ontwerp	27
4.1	Dijklichaam	27
4.1.1	Dijkvak 81	27
4.1.2	Dijkvak 82	28
4.1.3	Dijkvak 84b	29
4.1.4	Dijkvak 85	29
4.1.5	Dijkvak 86a	30
4.1.6	Dijkvak 86b	30
4.1.7	Anti-graverij maatregelen	32
4.1.8	Medegebruik	32
4.2	Beheersysteem	32
4.2.1	Beheerstroken	32
4.2.2	Beheeropritten	33
4.2.3	Beheer en onderhoud	33
4.3	Nutssystemen	33
4.4	Watersysteem	33
4.5	Wegsysteem	34

5	Omgevingsaspecten gerelateerd aan ontwerp.....	35
5.1	Omgeving	35
5.1.1	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	35
5.1.2	Cultuurhistorie.....	35
5.1.3	Archeologie.....	35
5.2	Milieu.....	35
5.2.1	Ecologie.....	35
5.2.2	Bomen.....	36
5.2.3	Rivierkunde.....	36
5.2.4	Waterkwantiteit en -kwaliteit	36
5.2.5	Bodem.....	36
6	Verificatie en validatie	37
6.1	Verificatie.....	37
6.1.1	Verificatie	37
6.2	Validatie.....	38
6.2.1	Valideren ontwerp met eindgebruikers	38
6.2.2	Toets sober en doelmatig.....	38
6.2.3	Besluitvorming project	38
7	Uitvoering.....	39
7.1	Maakbaarheidstoets.....	39
7.1.1	Buitenwaartse versterking door middel van een asverschuiving.....	39
7.1.2	Binnenwaartse asverlegging	39
7.1.3	Stabiliteitsberm binnendijks	39
7.1.4	Stabiliteitsscherm (constructie).....	40
7.1.5	Heavescherm (constructie)	41
7.2	Zetting	41
7.3	Omgevingsbeïnvloeding	41
7.3.1	Trillingen	41
7.3.2	Deformaties van de ondergrond	41
7.3.3	Hemelwater	42
7.3.4	Grondwater.....	42
7.4	Monitoringsplan	42
7.4.1	Belendingen.....	42
7.4.2	Waterkering.	42
7.5	Tijdelijk ruimtebeslag.....	43
7.6	Bereikbaarheid en omleidingen.....	43
8	Risicobeheersing	44
8.1	Belangrijke keuzes (BTO).....	45
	Bijlage A Dijkontwerp	47

1 Inleiding

Dit document is onderdeel van het Vergunningen Ontwerp (VO) van dijkversterking SAFE. De voorliggende nota betreft de uitwerking van het VO voor Dijkzone 11: Veer - Bergstoep. Naast dit document is er een overkoepelende ontwerpnota opgesteld waarin generieke uitgangspunten en eisen zijn beschreven. Per dijkzone is er een aparte ontwerpnota opgesteld.

In Tabel 1 is een overzicht te zien van de samenhang tussen de rapportages die in Ontwerpronde 2 (OR2) zijn opgesteld.

Tabel 1: overzicht en samenhang ontwerpnota's

Dijkzone	Beschrijving Systeemeis
0	Overkoepelende ontwerpnota
1	Ontwerpnota dijkzone 1 Fort Everdingen
2	Ontwerpnota dijkzone 2 Vianen Oost
3 & 4	Ontwerpnota dijkzones 3 en 4 Vianen West en Helsdingen
6	Ontwerpnota dijkzone 6 Achthoven-West
7	Ontwerpnota dijkzone 7 Achthoven-West
9	Ontwerpnota dijkzone 9 Tienhoven
10	Ontwerpnota dijkzone 10 Langerak
11	Ontwerpnota dijkzone 11 Veer Bergstoep

1.1 Doel

Het doel van deze ontwerpnota is het vaststellen en het onderbouwen van het ruimtebeslag voor het Vergunningen Ontwerp (VO) van Dijkzone 11: Veer - Bergstoep. Dit ruimtebeslag wordt gebruikt als basis voor het Projectbesluit.

1.2 Leeswijzer

In september tot december 2024 is de ontwerpnota voor het concept vergunningenontwerp (cVO1) van dijkzone 11 opgesteld. De voorliggende ontwerpnota voor het vergunningenontwerp vervangt de ontwerpnota voor het concept vergunningenontwerp. Alle relevante informatie uit die nota is ook in deze nota te lezen. Deze nota voor het VO is een vervolg op het Addendum Voorkeursalternatief (VKA) uit 2024.

In hoofdstuk 2 wordt de systeem- en eisenanalyse beschreven. Hierin worden de eisen waaraan het ontwerp moet voldoen beschreven, ook wordt er beschreven hoe dit geverifieerd en gevalideerd wordt. In hoofdstuk 3 wordt de variantenstudie uitgelicht. In hoofdstuk 4 wordt het integraal ontwerp toegelicht. Dit bestaat uit alle maatregelen die voor waterveiligheid en voor inpassing worden uitgevoerd. In hoofdstuk 5 wordt de afstemming van het ontwerp op MER-thema's toegelicht. In hoofdstuk 6 wordt het ontwerp geverifieerd en gevalideerd. In hoofdstuk 7 wordt de toets op maakbaarheid van het ontwerp beschreven. In hoofdstuk 8 wordt de risicobeheersing beschreven.

2 Systeem- en eisenanalyse

2.1 Context- en systeemanalyse

2.1.1 Systeembeschrijving

Dijkzone 11 bevindt zich tussen de dijkpalen en bestaat uit 6 dijkvakken (zie Tabel 2). Tussen dijkpaal AW210+069 en AW212+191 is er geen versterkingsopgave. De dijk kenmerkt zich door de lintbebouwing langs de dijk en de kleine tuimelkade die op het grotere grondlichaam is gelegen. De weginrichting is in 2017 aangepast met brede grijze fietsstroken op het wegdek. Een markant punt is Molen de Liefde.

2.1.1.1 Dijklichaam en eigendom

In het oostelijk deel van de dijkzone is ter plaatse van het veer beperkt sprake van een tuimelkade. Westelijk daarvan is sprake van een tuimelkade, deze is circa 1 meter hoog, ten opzichte van het grondlichaam aan de binnenzijde. Het buitentalud is over de gehele dijkzone bekleed met zetsteen (betonzuilen), maar door begroeiing heeft de dijk nog steeds een groene uitstraling. In de buitenteen ligt breuksteen en granulair materiaal, mogelijk voorzien van een geotextiel.

Globaal genomen bestaat de ondergrond uit een Holocene deklaag met een dikte van 10 à 12 m op een Pleistocene zandpakket. Voor de effecten van de voorgenomen ingrepen voor de dijkversterking is met name de samenstelling van de Holocene deklaag belangrijk. Deze is echter over het tracé heel variabel met afwisselend klei, veen en zand. In dijkvak 84b en 85 is sprake van een dikke holocene zandlaag, derhalve is hier ook een pipingopgave. De scherpe overgang van zand naar klei ligt ter plaatse van dijkpaal AW110+69 (zie figuur 2). In de overige delen is er sprake van een holocene dik klei- en veenpakket, waardoor stabiliteit binnenwaarts dominant is.

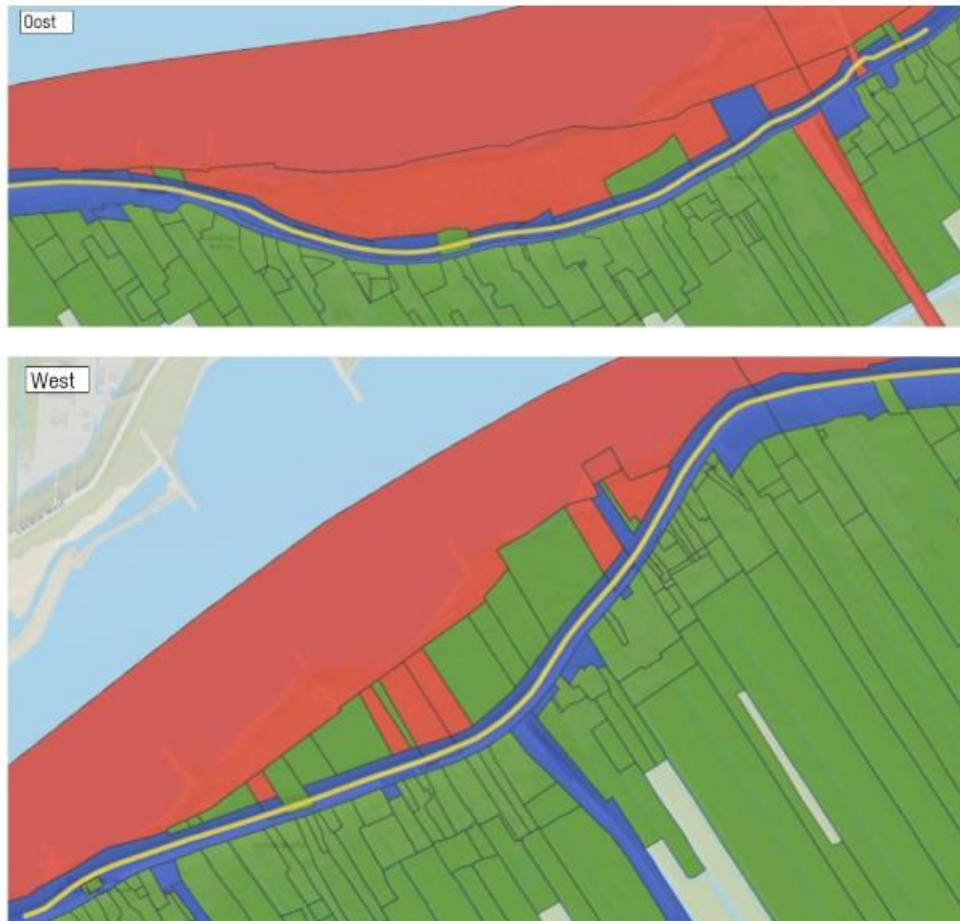
Op enkele locaties – waaronder dijkvak 86a- is op het binnentalud sprake van instabiliteit door eigen gewicht van het dijklichaam. Dit is te zien door scheurvorming aan de binnenzijde van de weg in dijkvak 86b.

Op 11 oktober 1984 heeft ter plaatse van Streefkerk een afschuiving plaats gevonden, die veroorzaakt is door opdrijven van slappe lagen klei en veen bij een hoge rivierwaterstand en dijkversterkingswerkzaamheden. Deze afschuiving heeft op basis van georeferentie waarschijnlijk plaats gevonden ter plaatse van dijkvak 83d, tussen AW211+56 en AW211+149.



Figuur 2-1: locatie afschuiving van waterkering in 1984 en foto van afschuiving

De huidige dijk is geheel in eigendom van Waterschap Rivierenland, zie Figuur 2-2.



Figuur 2-2: Eigendom WSRL (blauw), mede-overheden (rood) particulier (groen)

2.1.1.2 Beheersysteem

De dijk is grotendeels in eigendom van Waterschap Rivierenland. Een aantal percelen op de kruin en binnen- en buitenzijde van de dijk zijn van particulieren of Provincie Zuid-Holland. Zie hiervoor Figuur 11. Op een groot deel ten oosten van de Halfweg wordt het beheer van de tuimelkade door particulieren gedaan, door middel van schapenbeweiding. Ten westen van de Halfweg wordt het beheer dat WSRL zelf uitgevoerd.

2.1.1.3 Nutssystemen

In deze dijkzone liggen twee kruisende waterleidingen. Eén van drinkwaterbedrijf Oasen (ter hoogte van dijkpaal AW217, vak 81) en een waterleiding bij dijkpaal AW212 (vak 83b) van Dunea. De leiding van Oasen is een diepe gestuurde boring, waardoor er weinig raakvlak is met de dijkversterking. De leiding van Dunea is een kwetsbare leiding (een kattenrug) waardoor hier rekening mee gehouden moet worden in de dijkversterking. Veel van de huisaansluitingen liggen op de binnenberm, waaronder telecom, elektra en drinkwater.

2.1.1.4 Watersysteem

Het gehele regionale watersysteem is onderdeel van peilgebied Streefkerk Noord. Het zomerpeil is hier NAP -1,81m en het winterpeil NAP -1,86m. Bij dijkpaal AW213 zijn aan de binnendijkse zijde een aantal kopsloten aanwezig die zorgen voor een lokale pipingopgave. In de uiterwaard tussen AW214 en AW217 liggen twee buitendijkse eenzijdig aangetakte strangen op circa 20 meter uit de buitenteen.

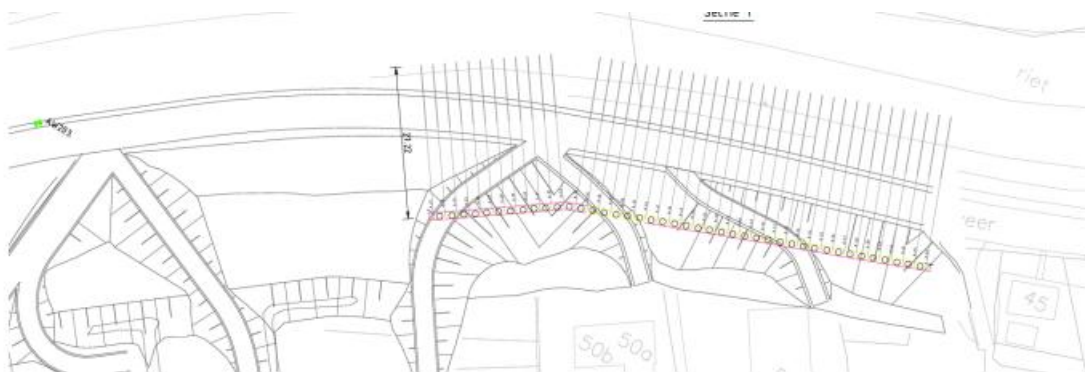
2.1.1.5 Wegsysteem

De weg is in beheer bij WSRL. Dit is een erftoegangsweg type II. De rijloper heeft een breedte van 6,1 meter. De Veerweg (N479) en de weg naar de pont zijn eigendom van Provincie Zuid-Holland. De dijkweg (Bergstoep en Nieuwe Veer) vormt de enige ontsluiting voor de woningen langs de dijk. De dichtstbijzijnde weg parallel (N480) aan de dijk is op 1,5 km van de dijk. Tussen de N480 en de Bergstoep is de Noorder- en Zuiderwetering gelegen, maar deze is niet toegankelijk voor gemotoriseerd verkeer.

2.1.2 Contextanalyse

Tussen dijkpalen AW211+156 en AW213 is in 2016 een dijkversterking uitgevoerd in het kader van het project Kinderdijk-Schoonhovenseveer. Hier zijn een tweetal stabiliteitsconstructies aanwezig, over een lengte van ca. 95 en 35 meter. Deze versterking van KIS bevindt zich in dijkvak 83 en valt buiten de scope van de dijkversterking SAFE.

Aan de westzijde sluit dijkvak 86b eveneens aan op een bestaande constructie van KIS. Dit betreft een verankerde palenwand, met palen op een h.o.h afstand van 2,18 meter. De palen hebben een lengte van 19 meter (bovenzijde NAP +1,0m, onderzijde NAP -18 meter. De as-built situatie is weergegeven in Tabel 3.



Figuur 2-3: verankerde palenwand buiten van 86b nabij AW203+150

De uiterwaarden in dijkzone 11 hebben een NNN-status. In de uiterwaarden ligt met name dynamisch moeras, met enkele delen rivier en beekbegeleidend bos en stroomdalgrasland



Figuur 2-4: ligging van de NNN-habitats: bruin: dynamisch moeras, blauw: rivier en beekbegeleidend bos en groen stroomdalgrasland.

Ruimtebeslag op NNN gebied door de dijkversterking dient gecompenseerd te worden.

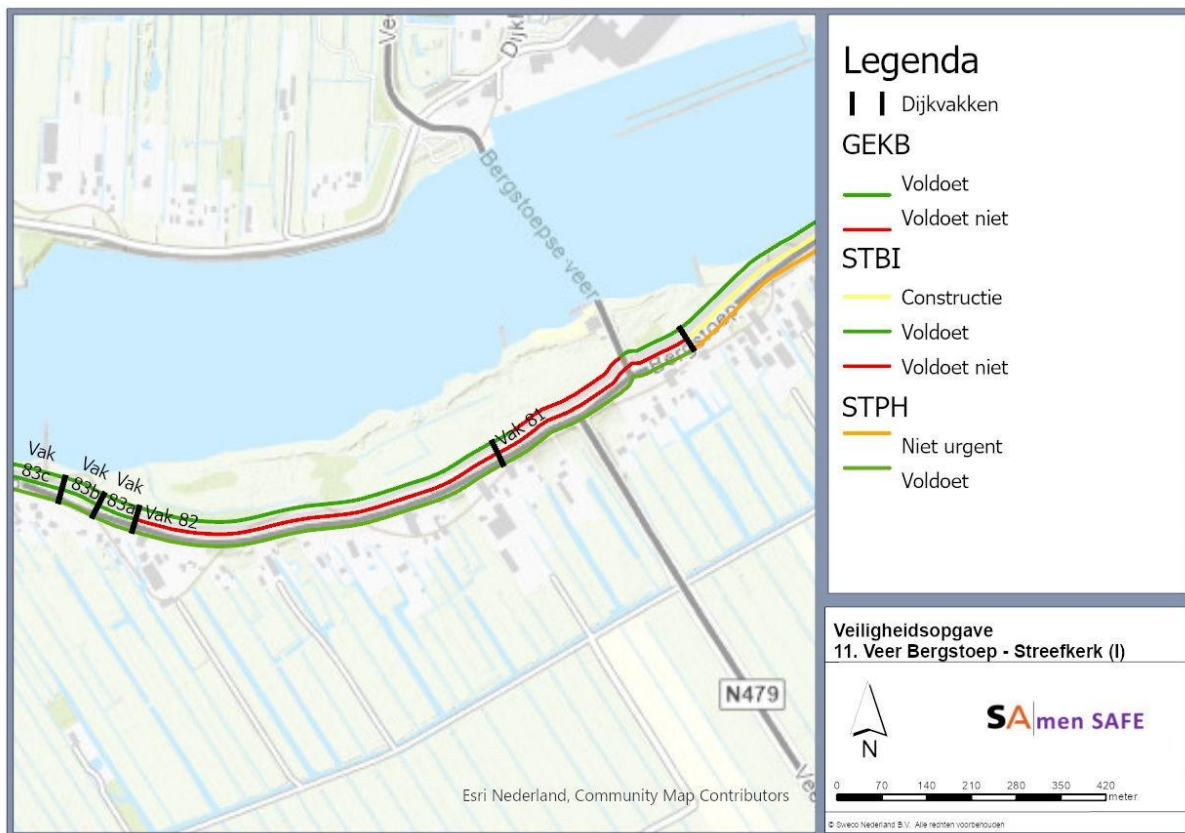
2.2 Ontwerpopgaven

2.2.1 Veiligheidsopgave

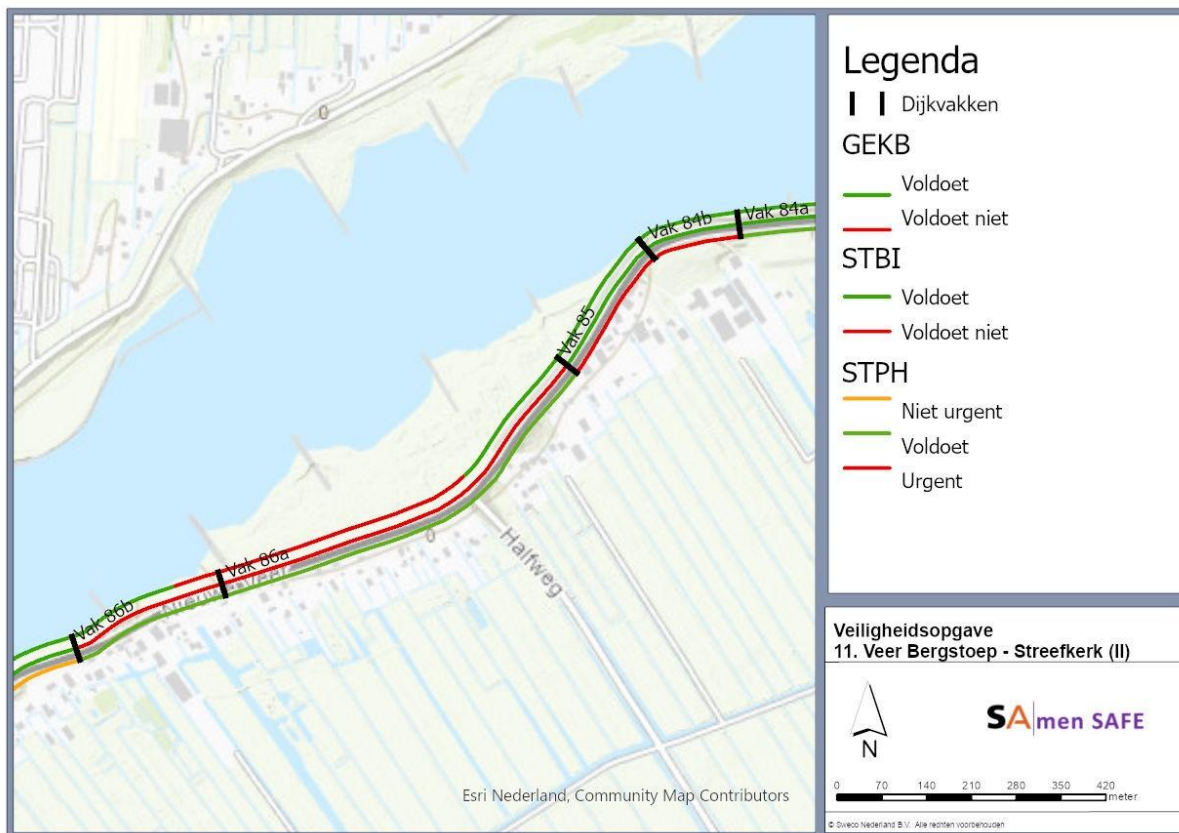
Dijkzone 11 is opgedeeld in 8 dijkvakken, genummerd 81 t/m 86b. Er is een hoogte-, stabiliteits- en pipingopgave aanwezig. De specifieke opgave per dijkvak is weergegeven in Tabel 2, Figuur 2-5 en Figuur 2-6.

Tabel 2: Veiligheidsopgave dijkzone 11

Vak [-]	DP van [-]	DP tot [-]	Lengte [-]	Hoogte [-]	Stabiliteit [-]	Piping [-]
81	AW217.+154	AW216.+10	350	Voldoet niet (gedeeltelijk)	Voldoet niet	Voldoet
82	AW216.+010	AW212.+191	591	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet
83	AW212.+191	AW211.+056	336	Voldoet	Voldoet	Voldoet
84a	AW211.+056	AW210.+069	184	Voldoet	Voldoet	Voldoet
84b	AW210.+069	AW209.+123	151	Voldoet	Voldoet	Urgent
85	AW209.+123	AW208.+100	221	Voldoet	Voldoet	Urgent
86a	AW208.+100	AW205.+021	663	Voldoet niet (gedeeltelijk)	Voldoet niet	Voldoet
86b	AW205.+021	AW203.+169	251	Voldoet niet (gedeeltelijk)	Voldoet niet	Voldoet



Figuur 2-5: Veiligheidsopgave dijkzone 11-I. De rode lijn geeft aan welke delen niet voldoen aan de norm



Figuur 2-6: Veiligheidsopgave dijkzone 11-II. De rode lijn geeft aan welke delen niet voldoen aan de norm

2.2.2 Inpassingopgave

Binnendijs staan er (deels monumentale) woningen dicht op de dijk. Een enkel gebouw staat aan de kruin van de dijk. Veel voortuinen rijken tot aan de dijkweg, met de kenmerkende trappen naar de voordeur. Een aantal woningen bevindt zich in het binnentalud.

Ter plaatse van Molen de Liefde staan aan de binnenzijde een drietal woningen in het binnentalud. De tussenliggende woningen liggen lager ter plaatse van de binnenteen. De monumenten liggen verspreid over de dijkzones, met een cluster rond de veerstoep.

2.2.3 Gebiedsopgave

In dijkzone 81 ligt de oprit naar de pont Streefkerk – Bergambacht. Met name in de zomermaanden staat de kruin van de dijk vol geparkeerd met recreanten. De parkeerplaats ter plaatse van de pont is namelijk niet groot genoeg, waardoor de dijk als overloop wordt gebruikt. Hierdoor wordt het moeilijker wordt de pont te bereiken vanaf de N479. Ook wordt het doorgaand verkeer met name in oostelijke richting gehinderd. Verbeteren van de verkeerssituatie bij de pont is daarom een wens.

Een buitendijkse asverschuiving heeft tot gevolg dat er rivierkundige effecten optreden. Hierbij moeten in het beheergebied van Rijkswaterstaat West Nederland Zuid zowel het waterstandseffect > 1 mm als het effect op bergend vermogen $> 10\text{m}^3$ moet worden gecompenseerd. De afname van het bergend vermogen door een activiteit moet volgens het

rivierkundig beoordelingskader worden gecompenseerd ter plekke van de activiteit. Deze compensatie wordt anders ingevuld dan compensatie voor waterstandseffecten. De compensatie dient te worden gevonden op basis van het volume en op hetzelfde hoogteniveau van de activiteit binnen het bergende gebied van het rivierbed. Zo blijft bij instroming van het gebied hetzelfde volume op hetzelfde moment beschikbaar. Dit betekent dat het volume in aantal kubieke meters van de activiteit bepaald moet worden. Het effect op het bergend vermogen tussen maaiveld en een niveau van NAP +3,82. De compensatie kan plaats vinden vanaf maaiveld of een niveau van NAP +1,13 meter.

In de uiterwaarden van dijkzone 11 vormt geleidelijke verdroging en verruiging van de uiterwaarden een aandachtspunt voor de natuur. Door aanleg van kribben en aanzanding in combinatie met insnijding van de Lek in de afgelopen eeuw overstromen de uiterwaarden minder vaak. Hierdoor is het dynamisch moeras zoals aangeduid in de NNN-ecotopenkaarten nagenoeg helemaal verdwenen, vooral in de oostelijke uiterwaarden bij de Lek. Hierdoor is opslag van bomen en struweel ontstaan, die vanwege het aaneengesloten oppervlak weinig ecologische waarde heeft.

In de polder bij Streefkerk zijn twee locaties beoogd voor oevergrondwaterwinning. Hier wil Oasen vanaf 2030 mogelijk extra grondwater gaan winnen bestaande uit een combinatie van grondwater en water uit de Lek. De winlocatie in de uiterwaarden nabij de veerstoep is een recente studie vervallen. Het ontwikkelen van de winlocaties is relevant omdat een constructie mogelijk de grondwaterstroming van Lek naar achterland negatief beïnvloedt en daarmee ook de kansrijkheid van oevergrondwaterwinning.

2.3 Referentieontwerp

Het referentieontwerp betreft het eerste Concept Vergunningenontwerp dat in ontwerpronde 1 is opgesteld; op basis van een 3D model met situatietekeningen en dwarsprofielen.

2.3.1 Addendum VKA

Het voorkeursalternatief in dijkzone 11 bestaat uit een aantal maatregelen. In dijkvakken 81-82 en 86a wordt in het addendum VKA een buitenwaartse asverschuiving met een kruin van circa 9 meter breed gerealiseerd. De doorgaande weg komt in het voorkeursalternatief op de naar buiten verschoven kruin te liggen. De ontsluiting van aangelegen woningen vindt plaats met behulp van een ventweg. In dijkvak 86b is in het VKA een maatwerklocatie opgenomen. In principe wordt een stabiliteitsconstructie gerealiseerd ter plaatse van Molen de Liefde.

2.3.2 Concept vergunningenontwerp

Het Addendum VKA is verder uitgewerkt tot het concept vergunningenontwerp. Hierbij zijn verschillende varianten voor de ventwegen en aansluiting met de pont beschouwd. Op hoofdlijnen is het ontwerp uit het addendum VKA gehandhaafd.

2.4 Eisenanalyse

2.4.1 Systeemeisen

De systeemeisen leggen vast aan welke vereisten de waterkering moet voldoen om de vereiste functionaliteiten te bieden. Dat zijn de functionaliteiten van de veiligheidsopgave, maar ook van de inpassingsopgave. In Tabel 3 staan de belangrijkste systeemeisen voor dijkzone 11 vermeld.

Tabel 3: Belangrijkste systeemeisen met betrekking tot dijkzone 11

Eisnr.	Beschrijving Systeemeis
SE_002	Voor alle faalmechanismen moeten de te versterken dijkvakken (versterkingsscope), voldoen aan de faalkanseis behorende bij traject 16-3 en 16-4 (vastgelegd in de omgevingswet), conform de standaardfaalkansverdeling voor het zichtjaar 2080, gegeven de vastgestelde uitgangspunten per mechanisme, uitgezonderd niet-urgente uittredepunten voor piping als er sprake is van een versterking in grond.
SE_010	De hoogte van de dijkvakken in de scope dienen minimaal te voldoen aan de faalkanseis gesteld in [SE_3] en [SE_4], conform de technische Uitgangspunten in [221201_Rapport GEKB_en_HR_D1.0] voor het zichtjaar 2080.
SE_012	<i>De dijkvakken in de scope dienen minimaal te voldoen aan de faalkanseis gesteld in [SE_3] en [SE_4], conform Technische Uitgangspunten in [STPH_SAFE_Faalkansanalyse_2023_D1.0].</i>
SE_015	De binnenwaartse stabiliteit van de vakken in de scope dient te voldoen aan de faalkanseis gesteld in [SE_3] en [SE_4] voor het faalmechanisme macro-instabiliteit, conform de uitgangspunten in [Veiligheidsopgave en ontwerp STBI OR1 - Dijkversterking SAFE].
SE_016	Langsconstructies die worden geplaatst binnen de dijkvakken in de versterkingsscope, dienen te voldoen aan de faalkanseis gesteld in [SE_4] op basis van de randvoorwaarden conform [20201022_Basisuitgangspunten_ontwerpen_langsconstructies_versie 1.2_beleid].
SE_020	De dijk dient beschikbaar te zijn voor calamiteitszorg, om tijdens hoogwater drijfvuil mechanisch te kunnen verwijderen. Uitgezonderd zijn overslagsituaties waarbij het niet is toegestaan de dijk met voertuigen te betreden.
SE_027	Het Dijktraject dient de prestatie van bestaande en ruimtelijk geplande functies binnen de invloedzone van de dijkversterking na oplevering minimaal (=tenminste) in stand te houden.
SE_032	Het dijkvak dient de infrastructuur voor de wegverkeerverbinding binnen de dijkzones van het project SAFE v.v. te accommoderen, voldoende aan de eisen aan een duurzaam veilige weginrichting (conform ASVV resp. Handboek Wegontwerp), bij de vereiste ontwerpsnelheid van de weg.
SE_035	Het Dijktraject dient maximaal de hoeveelheid water door te laten welke het regionaal watersysteem in het achterland kan verwerken na oplevering.
SE_037	Het Dijkvak dient te faciliteren dat percelen die in de bestaande situatie ontsluiting via het dijkvak genieten, ook in de gewenste situatie weer via het dijkvak ontsloten worden, op minimaal gelijkwaardige wijze als in de bestaande situatie.
SE_062	De beheerstroken dienen tenminste aanwezig te zijn op de kruin van de dijk en juist buiten de buitenteen van de dijk en juist buiten de binnenteen van de dijk. In geval van de aanwezigheid van een stabiliteitsberm mag de beheerstrook op de steunberm gelegen zijn, in plaats van juist buiten de teen van de betreffende zijde van de dijk. Indien de stabiliteitsberm hoger is dan 3 meter is alsnog (aanvullend op die op de berm) een beheerstrook in de teen van de berm noodzakelijk. Indien er een openbare weg op de kruin van de dijk aanwezig is, neemt deze de functie van onderhoudsstrook op de kruin over.
SE_063	De beheerstroken dienen per stuk tenminste 5 meter (binnenzijde) en 4 meter (buitenzijde) breed te zijn, conform [BOP], bijlage G. Ter plaatse van deze breedte dient de strook vrij te zijn van obstakels. Op- en afritten dienen minimaal 4 meter breed te zijn.
SE_099	Verschillen in taludhelling ten gevolge van de dijkversterking worden overbrugd onder een helling van 1:80 of een lengte van maximaal 100 meter.
SE_101	De binnenberm sluit aan op het binnentalud op minimaal 1/3 en maximaal 2/3 van de hoogte tussen maaiveld en kruin.
SE_113	De hellingen van opritten zijn na de versterking niet steiler geworden op basis van opleverhoogte.
SE_114	De wegbreedtes en kruinbreedtes moeten aansluiten op de naastgelegen vakken
SE_115	Monumenten dienen onbeschadigd gehandhaafd te worden en ingepast met behoud van monumentale waarde
SE_117	De archeologisch waardevolle locaties en cultuurhistorisch waardevolle objecten en landschappelijke waarden dienen onverstoord gehandhaafd dan ingepast te worden
SE_118	De molenbiotoop voor molen de liefde dient beschermt te worden conform de wettelijke bepalingen.
SE_119	Tijdens hoogwater moet de dijk goed bereikbaar en redelijk begaanbaar zijn, met het oog op eventuele noodmaatregelen. Bij een dijk zonder openbare weg dient altijd tenminste een eenvoudige verharding aanwezig te zijn als inspectieweg. De minimale kruinbreedte waarop nog een goede inspectieweg kan worden aangebracht bedraagt 3,6 m.
SE_129	Het gebied waarin de dunea leiding ligt, mag niet geroerd of opgehoogd worden.
SE_130	De regionale weg op de dijk moet minimaal dezelfde breedte en kenmerken behouden zoals voor de versterking aanwezig is.
SE_131	Nieuwe kabels en leidingen mogen niet terugkomen in het Waterstaatswerk van het nieuwe dijklichaam als deze verlegd dienen te worden.

2.5 Verificatie en validatie

In OR2 is de SES voor dijkversterking SAFE vastgesteld. De eisen die betrekking hebben op het ruimtebeslag zijn ook in OR2 geverifieerd. Met deze verificatie wordt er aangetoond dat een oplossing objectief en expliciet voldoet aan de eisen. Er is een verificatieplan opgesteld voor de systeemeisen die van toepassing zijn op OR2. In dit verificatieplan worden de verificatiemethoden en criteria benoemd op basis waarvan aangetoond wordt dat er wordt voldaan aan de eisen. In Tabel 4 is een lijst opgenomen met de verificaties van de eisen die gekoppeld zijn aan de ontwerpfase, inclusief de verificatiemethode. In Hoofdstuk 6 worden de resultaten van het verificatieproces beschreven.

Tabel 4: Verificatieplan eisen gekoppeld aan ontwerpfase

Eiscode	Omschrijving	Methode	Criterium
SE_002	Topeis levensduur ontwerp	Document beoordeling	Voldoen aan faalkanseis
SE_012	Faalmechanisme piping	Berekening	Voldoen aan faalkanseis
SE_015	Faalmechanisme macrostabiliteit	Berekening	Voldoen aan faalkanseis
SE_016	Langsconstructies	Berekening	Voldoen aan faalkanseis
SE_020	Calamiteiten	Document beoordeling	Toegang calamiteiten beschikbaar
SE_027	Contextfuncties in stand houden	Document beoordeling	Contextfuncties worden ingepast of teruggebracht
SE_032	Weginfra accommoderen	Document beoordeling	
SE_035	Niet-gekeerd water afvoeren	Document beoordeling	Geen negatieve invloed op regionaal watersysteem
SE_037	Aanliggende percelen ontsluiten	Document beoordeling	Perceelontsluiting blijft behouden
SE_062	beheerstroken, locatie	Document beoordeling	Beheerstroken opgenomen in ontwerp
SE_063	beheerstroken, breedte	Document beoordeling	Beheerstroken met juiste breedte in ontwerp
SE_099	Overgang hoogte aansluitingen	Document beoordeling	Lengte-overgang is 1:80
SE_101	Hoogte Binnenberm	Document beoordeling	Insteek op juiste hoogte
SE_113	Helling op en afritten	Document beoordeling	Gemiddelde helling is flauwer of gelijk
SE_114	Aansluiting wegdelen	Document beoordeling	Aansluiting opgenomen in ontwerp
SE_115	Monumenten	Document beoordeling	Behoud monumenten
SE_117	Cultuur en archeologische waarden	Document beoordeling	Behoud archeologische waarden
SE_118	Molenbiotop	Document beoordeling	Behoud molenbiotop
SE_119	Minimale kruinbreedte	Document beoordeling	Breedte > 3,6 meter
SE_129	Dunea Kruisende leiding	Document beoordeling	Geen werkzaamheden t.p.v. Dunea
SE_131	Locatie kabels en leidingen	Document beoordeling	Verleggings(plan) kabels en leidingen voldoet aan eis

2.6 Risicoanalyse

Er bestaan ontwerprisico's die met ontwerpkeuzes beheerst kunnen worden. Tijdens het ontwerpatelier zijn de grootste ontwerprisico's besproken. Tabel 5 geeft de ontwerprisico's weer. De beheersing van de risico's wordt in hoofdstuk 8 toegelicht.

Tabel 5: Risicoanalyse

nr	Risico	Oorzaak	Gevolg
RIS-173	Schade aan eigendommen door deformatie / zettingen	Afwijkende deformatie/zettingen van opstellen of eigendommen derden als gevolg van het realiseren van de dijkversterking. Dit kan door het ophogen of verwijderen van het dijklichaam, binnenberm en/of rondverdringende constructies in combinatie met slappe ondergrond.	G1: schadeclaims G2: stilleggen van uitvoeringswerkzaamheden G3: instabiliteit van opstellen (gevaarlijke situatie)

nr	Risico	Oorzaak	Gevolg
RIS-248	Vrijkomend funderingsmateriaal een onderliggend dijklichaam zijn niet herbruikbaar	Door dijkverlegging in dijkzone 11 (buitenwaarts) wordt de bestaande rijbaan verlaagd. De bestaande rijbaan met fundering en onderliggend dijklichaam wordt verwijderd.	Uitvoeren sanering en onvoorziene afvoerkosten.
RIS-016	Niet op diepte krijgen damwanden (stabiliteits- of pipingschermen)	O1: Obstakels in ondergrond O2: Aanwezigheid van zeer vastgepakte zandlagen of grindlagen. O3: Fysische beperking capaciteit van drukmachines. O4: Kwetsbare leidingen in de nabije omgeving (trilblok op beperkt vermogen)	G1: Aanpassen uitvoeringsmethode: - zwaarder trilblok - toepassen fluïderen of voorboren - drukken i.p.v. trillen - zwaarder trilblok G2: Aanpassen ontwerplossing: - zwaardere damwanden - groutkolommen G3: extra werkfasering (terugkomen op dezelfde locatie)
RIS-100	De woningen/bedrijven langs de dijk zijn tijdens de uitvoering tijdelijk niet (veilig) bereikbaar	O1: Fasering onvoldoende afgestemd op bereikbaarheid. O2: Perceeeigenaren geven geen toestemming voor tijdelijke bereikbaarheidsstroken (bijv. omdat ze in onteigeningprocedure zitten) O3: Ontsluiting percelen nieuwe veer en Bergstoep via achterzijde niet mogelijk	G1: Protesten, ontevredenheid omgeving. G2: Ongewilde reguliere verkeerstromen door de werkvakken/bouwterrein.
RIS-151	Onvoldoende tijd beschikbaar in planning voor berekende zettingsperiode op basis van DO berekeningen	Grote ophoging aanbrengen op slappe ondergrond.	Vertraging, aanpassen fasering.
RIS-094	Compensatie NNN gebieden niet mogelijk	Ontwerp heeft te veel impact op aanwezige natuurwaarden Geen medewerking van perceeeigenaren	Compenserende maatregelen waterberging blijken niet mogelijk

3 Variantenafweging

3.1 Beschrijving totstandkoming varianten

Bij de start van OR2 zijn drie varianten voor de dijkversterking van dijkzone 11 voorgesteld:

1. Variant 1 met 10 meter brede kruin, hoofdweg op de kruin en parallelweg op de verlaagde berm, zoals beschreven in het addendum VKA en concept vergunningenontwerp;
2. Variant 2 met een stabiliteits- en pipingconstructie en handhaven van de bestaande geometrie;

Bij review van het concept vergunningenontwerp is gebleken dat in het beheergebied van Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid op basis van het rivierkundig beoordelingskader compensatie nodig is voor het verlies aan waterberging. Dijkzone 11 ligt binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat West Nederland Zuid. Voor compensatie van bergend vermogen gelden de volgende beleidsregels (RBK6.0, blz 36):

- De afname van het bergend vermogen door een activiteit moet worden gecompenseerd ter plekke van de activiteit;
- De compensatie dient te worden gevonden op basis van het volume en op hetzelfde hoogteniveau van de activiteit binnen het bergende gebied van het rivierbed.

Voor variant 1 betrof het te compenseren volume voor waterberging ca. 57.000 m³. Het vinden van compensatie die voldoet aan de beleidsregels bleek niet mogelijk binnen dijkzone 11 omdat de hoeveelheid benodigde compensatie te groot was. Variant 1 is hiermee niet vergunbaar, en daarom afgevalen.

3. Hierop is variant 3 uitgewerkt: Variant met een 4 meter brede kruin, hoofdweg op de verlaagde en versterkte binnenberm.
 - Beperken van het buitendijs ruimtebeslag door de kruinbreedte te reduceren tot 4 meter en de verlaagde berm te versterken met een maatregel die voorziet in extra treksterkte.
 - Compensatie van de buitenwaartse asverschuiving door middel van een binnenwaartse asverschuiving in dijkvak 85 en 84b en vergraven van de hoge delen van de uiterwaard;

In deze ontwerprapportage wordt een semi-kwantitatieve variantenafweging uitgevoerd om de varianten 2 en 3 met elkaar te vergelijken teneinde een onderbouwde keuze te kunnen maken voor het vergunningenontwerp.

3.2 Beschrijving varianten

3.2.1 Variant 2: Stabiliteits- en pipingconstructie

In dijkvakken 81, 82, 86a en 86b wordt een stabiliteitsconstructie aangebracht. In dijkzone 81 en 86a is er op delen sprake van een hoogte-opgave. Hier wordt de bestaande tuimelkade opgehoogd in grond.

- Voorkeurslocatie voor de constructie in de vakken 81, 82 en 86a is ter plaatse van de tuimelkade, om grote glijvlakken door de kruin te voorkomen en om zo groot mogelijke afstand te houden tot de woningen*.

- Voor het aanbrengen van de stabiliteitsconstructie is een vlak werkplateau van minimaal 12 meter breed noodzakelijk. Daarvoor is het noodzakelijk om eerst de tuimelkade af te graven. Daarna wordt de damwand op de benodigde kruinhoogte (HBN). Voor de op te hogen delen van de dijk wordt de damwand ca. 0,6 meter boven maaiveld aangebracht in de tuimelkade. De damwand wordt tot benodigde kruinhoogte aangebracht omdat deze bij hoogwater de minimale kruinhoogte garandeert dat de overslag beperkt blijft. Hiermee wordt de stabiliteit van de dijk geborgd bij overslag. Na het aanbrengen van de damwand wordt de tuimelkade weer aangevuld met grond;
- Om voldoende stabiliteit te borgen is de inschatting dat de onderkant damwand 5 meter in het zand moet komen. Bovenkant deklaag (klei/veen) zit op NAP -13 meter, bovenkant tuimelkade op NAP +5,5 meter. Er is dus een 23 meter lange damwand noodzakelijk;
- De afstand van de constructie tot bebouwing is gering dus bebouwing bevindt zich binnen de schaderisico-contour. Dit betekent dat in het terugvalsscenario, in plaats van trillen, de damwand drukkend aangebracht moet worden. Vanwege de grote lengte van de damwand bestaat het risico dat deze niet op diepte komt. Daarom zijn voorboren en fluïderen als inbrengmethode aanvullend noodzakelijk;
- AZ28-700 en 23 meter lengte damwand. Verankering is noodzakelijk met een schoefinjectie-anker Ø101/25 45 graden ankerhoek, 2,8m h.o.h. ca 34 meter lang.

De damwand wordt aangebracht in werkvakken van 20 meter, die volledig afgesloten worden voor verkeer vanwege de veiligheid. Dit houdt in dat aangrenzende woningen aan de Bergstoep en Nieuwe Veer tijdens de werkzaamheden alleen via één zijde bereikbaar zijn en dat alleen in het geval van calamiteiten passage mogelijk is voor hulpdiensten. Verkeer wordt omgeleid via de N479, N480 en Halfweg. Variant 2 is schematisch weergegeven in figuur 5.

*Het aanbrengen van een constructie ter plaatse van de binnenberm van de dijk is ook mogelijk. Echter, de dimensionering van deze constructie is vanwege de benodigde inbedding in het zand beperkt kleiner (ca. 2 meter korter op 23 meter lengte), terwijl het schaderisico op de naastliggende woningen veel hoger is. De directe kosten zijn dus niet significant lager, terwijl het risico op hogere indirecte kosten veel hoger is. Daarom is niet voor deze locatie gekozen.



Figuur 3-1: variant 2: schets variant met stabiliteitsconstructie

Tabel 6: ontwerpprincipes per dijkvak constructieve variant

Dijkvak	Lengte dijkvak (m)	Oplossingsprincipe	Type	Scherm lengte	Ankers	Opleverhoogte kruin (NAP)	Helling binnentalud	Helling binnentalud
81	350	Stabiliteitsscherm	AZ28-700	23m	SI Ø101/25	+5,60	1 op 3	1 op 2,5
82	591	Stabiliteitsscherm	AZ28-700	23m	SI Ø101/25	+5,60	1 op 3	1 op 2,5
84b	221	Heavescherm	Dicht	10m	n.v.t.	+5,50	1 op 3	1 op 2,5
85	151	Heavescherm	Dicht	10m	n.v.t.	+5,80	1 op 3	1 op 2,5
86a	663	Stabiliteitsscherm	AZ28-700	23m	SI Ø101/25	+5,80	1 op 3	1 op 2,5
86b	251	Stabiliteitsscherm	AZ28-700	23m	SI Ø101/25	n.v.t.	1 op 3	1 op 2,5

In delen van dijkvak 81 en 86a is er een hoogte-opgave. Deze hoogte opgave wordt in de constructievariant opgelost door de tuimelkade binnenwaarts te verbreden en te verhogen.

3.2.2 Variant 3: buitenwaartse asverschuiving met binnendijkse grondverbetering

In variant 3 wordt de as ter plaatse van dijkvak 82 en 86a naar buiten geschoven en de berm van de bestaande dijk verlaagd om de stabiliteitsopgave op te lossen.

In dijkvak 81 is het wenselijk de weg op de kruin te houden om de aansluiting met dijkvak 80 buiten de scopegrenzen, het veer en de N479 te garanderen. Hier wordt de as niet buitenwaarts geschoven omdat er tussen het veer en de N479 ruimte is om binnenwaarts te versterken.

- Tussen dijkpaal AW217+154 en de veerstoep is de bestaande kruinbreedte ca. 16 meter. Er is hier geen sprake van een hoogte-opgave. Aan de binnenzijde van de dijk liggen een drietal monumentale woningen relatief dicht bij de huidige binnenteen. Hierdoor is er geen ruimte om een grondoplossing ter plaatse van deze woningen in te passen en wordt een stabiliteitsconstructie gerealiseerd ter plaatse van de kruin.
- Tussen de veerstoep en de N479 is de kruinbreedte 14 meter. Hier is het ongewenst de kruin te versmallen, mede omdat er een hoogte-opgave is van ca. 40cm (opleverhoogte). De grond aan de binnenzijde is eigendom van waterschap Rivierenland, en biedt ruimte voor de benodigde stabiliteitsberm van 10 meter breedte.

De stabiliteit van de waterkering voldoet in dijkvak 81 met verlengen van de berm en het aanbrengen van een geogrid. In de overgang tussen dijkvak 81 en 82 takt de Bergstoep af van de N479 en krijgt de tuimelkade ook nadrukkelijker vorm in de huidige situatie. Vlak na de aftakking wordt de weg verlaagd van de kruin naar nieuw af te graven binnenberm. Deze berm

wordt verstevigd met geogrid. Hoewel de Bergstoep ook door veel doorgaand verkeer wordt gebruikt, is de eigenlijke functie de ontsluiting van de lintbebouwing aan de dijk. Hier is het ruimtelijk logisch om de weg ten opzichte van de tuimelkade te verlagen en de tuimelkade naar buiten toe te verbreden. Ter plaatse van Bergstoep 32 in dijkvak 82 is verlagen van de binnenberm niet mogelijk, omdat de woning hoog in de dijk gelegen is. Deze woning moet worden aangekocht en geamoveerd. Ter plaatse van Bergstoep 45 sluit de lage berm weer aan op de hogere berm. De overgang in geometrie moet hier nog worden uitgewerkt.

In dijkvak 86a wordt de berm weer verlaagd. Hier is voor voldoende stabiliteit een berm van 15 meter nodig, dus het gehele dijkprofiel inclusief de bestaande weg schuift naar buiten ten opzichte van de bestaande situatie. Ook hier wordt een geogrid en/of geotextiel onder de berm aangebracht. Bij de aansluiting van vak 86a en 86b wordt de overgang gemaakt tussen een hoge een lage berm en wordt de stabiliteitsopgave gedeeltelijk buitenwaarts en gedeeltelijk met een constructie opgelost. De voorkeur gaat uit naar het versterken van de constructie aan de buitenzijde van de Molen. De voorkeursvariant voor dijkvak 86a is gelijk voor de constructieve variant en de buitenwaartse variant.

De buitenwaartse asverschuiving zorgt voor verlies aan waterberging. Het volume tussen NAP +1,13 m en NAP +3,82 m, moet worden gecompenseerd. De totale hoeveelheid te compenseren waterberging bedraagt ca 19.500 m³. Voor het compenseren van de waterberging ligt de voorkeur bij een combinatie van een binnenwaartse asverschuiving en vergraving en natuurontwikkeling in de uiterwaarden van dijkzone 11. De redenen hiervoor zijn:

- In dijkvak 85 is er een piping-opgave waarvoor een versterkingsmaatregel noodzakelijk is. De binnendijkse gronden zijn in eigendom van waterschap Rivierenland. Bebouwing is relatief ver van de dijk gelegen. De pipingopgave hangt samen met een sterk zandige bodemopbouw. Een nieuw dijklichaam kan met geringe zetting worden aangelegd. Het is van belang dat de dijk ter plaatse van dijkvak 84a (dijkpaal AW210+69) weer het bestaande profiel volgt, omdat de dijk oostelijk van deze dijkpaal een groot slappe-lagenpakket heeft. Het aanbrengen van een nieuw grondlichaam heeft dan veel horizontale en verticale grondvervormingen tot gevolg.
- In de uiterwaard bij de Nieuwe Veer (dijkvak 85, 86a) ligt relatief veel oppervlak boven het niveau van NAP +1,13m, op enkele locaties meer dan een meter boven dit niveau. Met bergingscompensatie kan een kwaliteitsverbetering van het NNN-gebied in de uiterwaarden worden gerealiseerd, waardoor deze delen niet eens per 3 jaar, maar eens per 90 dagen onder water komen staan. Het is voor natuur en landschap echter ongewenst om “vlakke” uiterwaarden te creëren, dus er moet reliëfvolgend worden ontgraven. Voor de natuurontwikkeling in de uiterwaarden is er alleen sprake van tijdelijk ruimtebeslag op NNN-habitats, waarbij de gezonde bomen behouden blijven. Het herinrichten van het NNN gebied leidt tot een kwaliteitsverbetering van de NNN-habitats. De herinrichting is daarom niet compensatieplichtig. De gebiedsbeheerder Staatsbosbeheer concludeert eveneens dat de natuurwaarde van deze uiterwaarde momenteel laag is en dat verbetering meerwaarde zal bieden.

Tabel 7: ontwerpprincipes per dijkvak

Dijk- vak	Lengte dijk- vak (m)	Oplossings- principe	Kruin- breedte	Bermbreedte noodzakelijk	Oplever- hoogte binnenber- m Insteek- talud (NAP)	Oplever- hoogte binnenberm Insteek binnenberm- talud (NAP)	Oplever- hoogte kruin (NAP)	Lengte Geo- composiet	Helling binnen- talud	Helling binnen- talud
81	85	Stabiliteitsscherm	9m	0m	n.v.t.	n.v.t.	+5,80	0 m	1 op 3	1 op 2,5
81	265	Kruinversmalling	9m	10m	+2,5m	+2m	+5,80	0 m	1 op 3	1 op 2,5
82	591	Asverschuiving buitenwaarts	4 m	10m	+2,5m	+2m	+5,80	18 m	1 op 3	1 op 2,5
84b	221	Asverschuiving binnenwaarts Voorlandverbetering Heavescherm (10m)	9 m	0m	n.v.t.	n.v.t.	+5,70	n.v.t.	1 op 3	1 op 2,5
85	151	Heavescherm (10m)	9 m	0m	n.v.t.	n.v.t.	+6,00	n.v.t.	1 op 3	1 op 2,5
86a	663	Asverschuiving buitenwaarts	4 m	15m	+3,5m	+2,75m	+6,00	15,5 m	1 op 3	1 op 2,5
86b	251	Asverschuiving buitenwaarts (gedeelte) Stabiliteitsscherm	1 m	0m	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1 op 3	1 op 2,5

Voor het ontwerp zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de kruinbreedte is 4 meter aangehouden. Op de kruin van de dijk is vanuit beheer een calamiteitenpad van minimaal 3,6 meter noodzakelijk vanuit de beheerder. Voor een veilige beheersituatie is een iets ruimere kruin van 4 meter gehanteerd. De kruin is alleen toegankelijk voor wandelaars en niet voor fietsers. De fietsers moeten op de rijweg blijven om het aantal kruisende verkeersbewegingen met autoverkeer te beperken. Dit werkt positief voor de verkeersveiligheid;
- De overgangen tussen de weg op de kruin en weg op de verlaagde berm worden overbrugd met een hellingspercentage van 4%. Dit is het percentage dat acceptabel is voor fietsers om over een relatief korte afstand te overbruggen. De lengte van de overgangen van hoog- naar laaggelegen weg wordt hierdoor ongeveer 100 meter, waardoor het ruimtebeslag van de overgangen acceptabel is. Ter plaatse van de overgangen moeten mogelijk aanvullende constructieve maatregelen genomen worden om de stabiliteit te garanderen. Daarom zijn er constructiezones opgenomen in het ontwerp.
- Voor het vergunningenontwerp is uitgegaan van een Tensar TriAx 190G geocomposiet. Een geocomposiet is een combinatie van een geogrid en een geotextiel. Dit is een conservatieve materialisatie, die ruimte biedt voor optimalisatie in de nadere uitwerking van het vergunningenontwerp. Voor het geogrid is uitgegaan van een dekking van 2 meter grond. Dit betekent dat in de tijdelijke uitvoeringssituatie het maaiveld tot 2 meter onder opleverhoogte moet worden ontgraven. Het maximale (tijdelijke) ontgravingsniveau voor dijkvak 82 is dus NAP +0m en voor dijkvak 86a NAP +0,75m;
- Voor het buitentalud wordt de bestaande helling van 1 op 2,5 teruggebracht. Dit beperkt de benodigde bergingscompensatie. Het buitentalud wordt voorzien van steenbekleding met een ruwheid van minimaal 0,9. Indien mogelijk worden de bestaande betonzuilen hergebruikt;

- De kruin wordt buitendijks verplaatst op grond die nog niet voorbelast is. Hierdoor wordt rekening gehouden met langere zettingstijden. Daarom is er een restzettingseis van 0,4 meter op de kruin aangehouden. Dit is mogelijk omdat er alleen een halfverhard beheerpad op de kruin komt te liggen. Een ruimere restzettingseis heeft dus geen invloed op de levensduur (in tegenstelling tot asfaltverharding). Anticiperend op het BOI2035 wordt voor dijkzone 11 een robuustheidstoeslag van +20 cm voor de te verhogen delen in vakken 81, 82 en 86a toegepast. Toepassing van deze robuustheidstoeslag leidt er niet toe dat delen waar geen hoogte-opgave was toch opgehoogd moeten worden.

3.3 Afwegingscriteria

In Tabel 8 zijn de afwegingscriteria weergegeven om te komen tot een variantkeuze in dijkzone 11.

Tabel 8: afwegingscriteria ten behoeve van variantkeuze

Criterium	Toelichting op criterium
Technische haalbaarheid (betrouwbaar, uitvoerbaar)	Is het technisch te maken? Kleven er grote risico's aan deze maatregel? (betrouwbaarheid van m.n. innovaties, veilige uitvoering) Is de maatregel uitvoerbaar binnen planning?
Ruimtelijk inpasbaarheid (landschappelijk)	Is er sprake van het behouden/versterken van gebiedskwaliteit conform het RKK/Vormgevingsplan? Onderscheid een variant zich positief of negatief ten opzichte van de huidige situatie of doelstelling?
Vergunbaarheid (natura 2000, NNN)	Is deze variant vergunbaar in relatie tot wet- en regelgeving op gebied van buitendijkse Ecologische waarden?
Vergunbaarheid (rivierkundig)	Is deze variant vergunbaar vanuit het aspect rivierkunde? Hebben varianten invloed op bergend vermogen, stroming op opstuwing op de rivieras?
Impact op omgeving (draagvlak oplossing, grondverwerving)	Is er draagvlak voor de gekozen oplossing? (inclusief de uitvoeringsoverlast) Welke invloed hebben de varianten op het aspect grondverwerving?
Impact op omgeving (conditionering, K&L)	Wat zijn de relatieve effecten van de variant ten opzichte van de andere varianten? Introduceert een variant bijzondere risico's?
Impact op omgeving (invloed op bebouwing, schade, hinder)	Draagt de variant in meer of juist mindere mate bij aan de kans op hinder en schade? Introduceert een variant bijzondere risico's waarmee deze variant zich onderscheidt?
Duurzaamheid (materiaalgebruik, MKI, circulariteit)	De mate waarin deze variant bijdraagt aan de duurzaamheidsdoelstellingen van SAFE. Kwalitatief onderbouwd.
Betaalbaarheid (kosten)	Is de variant financieerbaar/subsidiabel vanuit het HWBP? (incl. grondverwerving, sloop, herbouw etc). In principe geen raming maar een inschatting of relatieve verhouding tov een referentie in bv. %.
Beheerbaarheid	Is de variant onderscheidend ten opzichte van de andere m.b.t. de beheerbaarheid van de eindsituatie?

3.4 Ontwerpafweging

In Tabel 9 is de ontwerpafweging tussen variant 2 en variant 3 weergegeven op basis van de criteria in paragraaf 3.3.

Tabel 9: kwalitatieve beoordeling varianten

Criterium	Beoordeling variant 2 Constructie	Beoordeling variant 3 asverschuiving buitenwaarts	Onderbouwing Beoordeling variant 2 Constructie	Onderbouwing Beoordeling variant 3 asverschuiving buitenwaarts
Technische haalbaarheid (betrouwbaar, uitvoerbaar)	--	+	Er is geen zekerheid dat de 23 meter lange damwand met voorboren en fluideren op diepte komt.	Technisch haalbaar met bewezen technieken. Vanwege het verlagen van de binnenberm zijn daar de zettingsrisico's beperkt. Van het 4-tal panden in de dijk lijkt alleen Bergstoep 32 zijn stabiliteit te ontleen aan het grondlichaam van de waterkering.
Ruimtelijke inpasbaarheid (landschappelijk)	0	0	Huidige situatie blijft visueel behouden	Woningen liggen minder ingeklemd door de hoge berm. Er ontstaat een afwisselend wegbeeld van hoog en laag gelegen weg. Kwaliteitsverbetering uiterwaarden.
Vergunbaarheid (natura 2000, NNN)	0	0	Geen compensatie noodzakelijk voor NNN. Werk is vanwege hoge piekvermogens voor inbrengen niet emissieloos uit te voeren, hetgeen een zorgt voor extra stikstofdepositie Natura 2000	Compensatie nodig voor 1 hectare NNN. Deze wordt gerealiseerd ter plaatse van zwembad de Dompelaar in Groot Ammers en nieuwe uiterwaard in dijkvak 85b. Wt t
Vergunbaarheid (rivierkundig)	0	-	Geen compensatie nodig voor rivierkunde.	Initieel heeft de buitenwaartse asverschuiving een negatief effect vanwege verhoging van de waterstand en het verlies aan waterbergend vermogen.
Impact op omgeving (draagvlak oplossing, grondverwerving)	-	+	Vanwege de voorgeschiedenis met KIS waarschijnlijk minder draagvlak	Ruimte tussen de woningen en de dijk neem toe. Opritten richting de dijk worden minder steil. Dit is gunstig voor de bereikbaarheid.
Impact op omgeving (conditionering, K&L)	0	0	Mogelijk raakvlak met gestuurde boring Oasen, in dijkvak 81. Omdat parallel liggende drinkwaterleiding een erosiekrater kan veroorzaken	De drinkwater, datakabel en middenspanningskabel moet worden verlegd tot voorbij de binnenteen.
Impact op omgeving tijdens uitvoering (invloed op bebouwing, schade, hinder)	-	0	Hoog risico op schade tijdens de uitvoering. Op basis van een gemiddelde uitvoeringssnelheid van 5 m/dag (referentie Neder Betuwe) is de uitvoeringsduur totaal 320 werkdagen. Gedurende die periode is 20 meter dijk volledig afgesloten. Dit betekent dat dijkvak 81/82 gedurende 9 maanden via één richting bereikbaar is en 86a voor 6 maanden in 1 richting	Laag risico op schade tijdens de uitvoering omdat er overgeconsolideerde grond wordt afgegraven. De omgeving blijft met beperkingen voor zwaar verkeer gedurende het gehele werk bereikbaar door de kruin tijdelijk open te stellen voor verkeer.
Impact op omgeving in gebruiksfase (invloed op geluid, wateroverlast)	-	0	De geluidsbelasting blijft hetzelfde Een (diep gefundeerde) constructie voorkomt een obstakel voor grondwater, dus mogelijk lichte invloed op grondwaterstand met lichte bodemdaling tot gevolg. Een constructie voorkomt grondvervormingen en scheurvorming ter plaatse van de weg door eigen gewicht van de dijk niet. Daarnaast schuift het binnentalud rekenkundig af tijdens een maatgevende hoogwatersituatie.	In dijkvak 82 is er mogelijk lokaal negatieve invloed van geluid omdat de dijk ten opzichte van de woningen omlaag gaat. Uit de geluidsberekeningen in het MER blijkt dat voor één woning van de ca 40 het geluidsniveau toe neemt aan de gevel met 3DB. Voor de rest van de woningen is de wijziging van geluidsniveau niet significant  . Voor dijkvak 81 en 86a is de invloed op geluid licht positief, omdat de weg verder van de woningen komt te liggen. . Voor dijkvak 81 en 86a is de invloed op geluid positief, omdat de weg verder van de woningen komt te liggen. De grondwaterstroming wordt niet onderbroken, dus de waterhuishoudkundige situatie wijzigt niet. Autonome grondvervormingen aan de binnendijkse zijde worden verminderd ten opzichte van de huidige situatie.

Criterion	Beoordeling variant 2 Constructie	Beoordeling variant 3 asverschuiving buitenwaarts	Onderbouwing Beoordeling variant 2 Constructie	Onderbouwing Beoordeling variant 3 asverschuiving buitenwaarts
Duurzaamheid (materiaalgebruik, MKI, circulariteit)	--	+	Er is alleen al ca 5.800 ton nieuwe stalen damwand nodig voor het realiseren van de constructie, gelijk aan 11.000 ton CO ₂ uitstoot bij productie, equivalent aan ca 580 huishoudens per jaar.	Werk is deels uit te voeren met een sluitende groundbalans. Er komt 64.000 m ³ vrij en er is 61.000m ³ materiaal benodigd. Hierbij kunnen de geofysische en milieukundige eigenschappen van de vrijkomende en benodigde materialen verschillen. Een hergebruik van 50% van vrijkomend materiaal is realistisch. Levensduur en terugwinbaarheid van geotextiel/geogrid is een aandachtspunt
Betaalbaarheid (kosten)	-	++	Bouwkosten en grondverwervingskosten significant hoger.	Bouwkosten (dijkversterking en compensatiemaatregelen) en grondverwervingskosten, inclusief aankoop 2 woningen significant lager.
Uitbreidbaarheid en Beheerbaarheid	-	+	Constructie is niet / beperkt uitbreidbaar einde levensduur.	Zeer goed uitbreidbaar einde levensduur. Geringer onderhoud aan de weg omdat er minder grondvervormingen zijn van de binnenberm onder eigen gewicht. Aandachtspunt is acceptatie van het geotextiel/geogrid in de berm door beheer.

3.5 Afwegingskader

In de vorige paragrafen en in de MER zijn de alternatieven Constructie (2) en Buitenwaartse asverschuiving (3) beoordeeld. In Tabel 3-10 is het afwegingskader weergegeven met de beoordeling.

Vanuit de vier aspecten Waterveiligheid, Kosten, Duurzaamheid en draagvlak wordt de voorkeur gegeven aan de buitenwaartse asverschuiving. Voor de inpassing wordt aan beide alternatieven ongeveer dezelfde beoordeling gegeven. Vanuit de waterveiligheid gezien komt naar voren dat de buitenwaartse asverschuiving technisch haalbaar is en de constructie niet omdat deze op diepte gebracht moet worden. Ook uitbreiding is bij een buitenwaartse asverschuiving makkelijker.

De kosten zijn significant minder bij een buitenwaartse asverschuiving en ook het risico op schade is kleiner dan bij een constructie. Qua duurzaamheid wordt de buitenwaartse asverschuiving positiever beoordeeld. Voor een volledige constructie is significant meer staal nodig en dat is zeer negatief voor de duurzaamheid. Vanuit het draagvlak wordt de buitenwaartse asverschuiving positiever beoordeeld. Dit ook in combinatie met dat er zeer negatieve KIS-ervaringen zijn.

In het addendum VKA is de voorkeursoplossing van een buitenwaartse asverschuiving met een kruinbreedte van 9 meter en een verlaging van de berm gekozen. Met het aanbrengen van een geogrid in de binnenberm wordt deze asverschuiving geoptimaliseerd. Hierdoor is er geen noodzaak meer tot het aanleggen van een aparte doorgaande weg en ventweg. De verkeerssituatie wordt hiermee eenvoudiger en veiliger dan in het addendum VKA, bijvoorbeeld ter plaatse van de aansluiting met de Halfweg.

Tabel 3-10: Afweging varianten zone 11 Team techniek

Variant	2 Constructie	3 Buitenwaartse asverschuiving
1. Waterveiligheid	-	+
2. Kosten	-	++
3. Inpassing	0	0
4. Duurzaamheid	--	0
5. Draagvlak	0	+
Voorkeur	Nee	Ja

3.6 Koppeling met MER

In het MER zijn dezelfde varianten beoordeeld maar op basis van milieu effecten die aanvullend zijn of (deels) aansluiten op de door Techniek gehanteerde aspecten. Op basis van de analyse voor MER komt geen andere conclusie naar voren. Wel worden er op basis van effecten mitigerende maatregelen voorgesteld. Deze zullen in de komende ontwerpronde worden meegenomen als onderdeel van de ontwerp-opgave.

Thema	Aspect	Criteria	Variant 1 Buitenwaartse asverschuiving	Variant 2 Constructie
Techniek	Waterveiligheidswinst	De toegevoegde veiligheid als gevolg van de versterkingsmaatregel	+	+
	Uitvoerbaarheid	Ervaring met de toegepaste techniek(en), complexiteit (logistiek) van de uitvoering en planning	0	-
	Uitbreidbaarheid	Mate waarin toekomstige versterking voor 2050 mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte (mogelijkheden om uit te breiden vs. algehele vervanging)	0	-
	Beheerbaarheid	Gevolgen voor het beheer en onderhoud (inspanning en frequentie) in de gebruiksfase en tijdens hoogwater	+	0
Milieu	Natuur	Effect op Natura 2000-gebieden (ruimte)	0	0
		Effect op NNN-gebieden	-	0
		Effect op beschermde flora en fauna	--	-
		Effect op overige gebieden (groene contour, weidevogelkerngebieden en belangrijke weidevogelgebieden)	0	0
		Houtopstanden	--	0
		Effecten van stikstofdepositie in Natura2000-gebieden	-	0
	Rivierkunde	Mate van toe- en afname maatgevende hoogwaterstand op de as van de rivier	0	0
		Morfologische effecten (sedimentatie en erosie)	N.v.t.	N.v.t.
		Hinder of schade door hydraulische effecten (dwarsstroming)	N.v.t.	N.v.t.
	Waterkwantiteit	Invloed op grondwaterstanden in relatie tot bebouwd en agrarisch gebied	0	-

Thema	Aspect	Criteria	Variant 1 Buitenwaartse asverschuiving	Variant 2 Constructie
		Toename/afname van binnendijks waterbezwaar.	0	0
		Invloed op oppervlaktewater	0	0
		Effect op (grond)waterkwaliteit (incl. Drinkwaterwinning)	0	0
	Waterkwaliteit	Effect op KRW-doelen (ecologische toestand)	-	0
		Effect op KRW-doelen (chemische toestand)	0	0
		Verandering van aanwezige verontreinigingen door het geheel of gedeeltelijk verwijderen van deze verontreinigingen	0/+	0
	Bodem	Grondbalans	--	--
		Geluid (aanlegfase)	-	-
	Tijdelijke bouwhinder (tijdens de realisatiefase)	Lucht (fijnstof en stof)	0	0
		Trillingen	-	--
		Energie (Emissies project)	++	++
	Duurzaamheid (energie en materialen)	Circulariteit	-	--
		Biodiversiteit	--	+
	Ontpofbare Oorlogsresten (OO)	Aanwezigheid OO	0	0
Omgeving	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	Effect op ruimtelijk-visuele waarden van het landschap (belevingswaarde, toekomstwaarde, zichtlijnen, open- of beslotenheid, karakteristieke elementen: veenontginning)	--	--
		Effect op aardkundige waarden (geografische waarden)	0	0
	Cultuurhistorie en archeologie	Invloed op de aanwezige waarden (gewaardeerde cultuurlandschappen, dijklandschappen, beschermde gebouwen)	0	0
		Effect op archeologische verwachtingswaarde en beschermde waarden	--	-
	Woon-, werk- en leefmilieu	Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen)	-	0
		Effect op in bestaande functies van percelen (functionaliteit)	0	0
		Permanente geluidshinder	-	-
	Landbouw	Verandering areaal	0	0
		Mate van doorsnijding van percelen	0	0
		Effect op agrarische bedrijfsvoering	0	0
	Recreatie en medegebruik	Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen), invloed op bestaande horeca en verblijfsfuncties	0	-
	Verkeer	Effect op verkeersveiligheid	+	0

Thema	Aspect	Criteria	Variant 1 Buitenwaartse asverschuiving	Variant 2 Constructie
		Effect op verkeersafwikkeling	0	0
		Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten	0	0
		Effect op bereikbaarheid tijdens aanleg	--	--
	Kabels en leidingen	Effect op kabels & leidingen	-	-
Kosten	Investeringskosten	Realisatiekosten inclusief vastgoed	+	--
	Levensduurkosten	Combinatie van investeringskosten, beheer- en onderhoudskosten en vervangingskosten	+	--

4 Integraal ontwerp

In dit hoofdstuk wordt het integrale ontwerp (alternatief 3) toegelicht. Het hoofdstuk is opgesplitst naar de objecten van de objectenboom; dijklichaam, beheersysteem, nutssystemen, watersysteem, wegsysteem. In Bijlage A Dijkontwerp (A3) is de uitgewerkte versie van het integraal ontwerp te vinden.

4.1 Dijklichaam

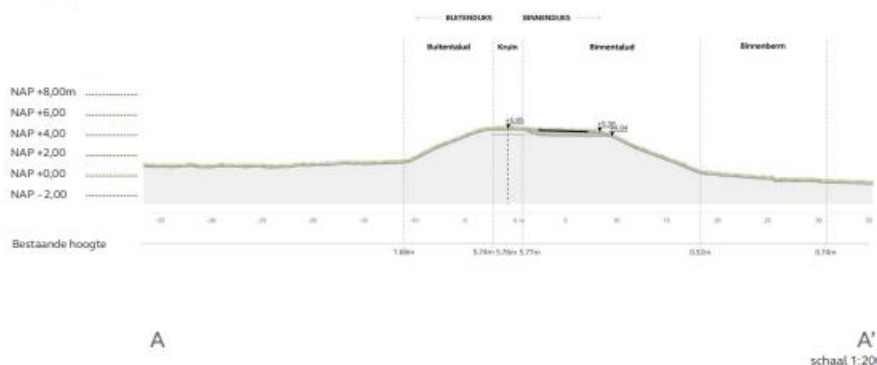
4.1.1 Dijkvak 81

Tussen de start van het te versterken traject en de Veerstoep is geen ruimte aan de binnenzijde om de kruin te versmallen en een berm aan te leggen. Hier wordt een stabiliteitsconstructie in de kruin gerealiseerd, omdat dit ruimtelijk de enige mogelijkheid is. Dit is een verankerd stabiliteitsscherm AZ28-700 met een lengte van 23 meter. De weg trekt hier wel al naar buiten toe. Hierdoor gaan 7 opstelplaatsen voor het veer op de kruin verloren. Die worden gecompenseerd door de veerstoep in de oostzijde van de uiterwaarden te verbreden.

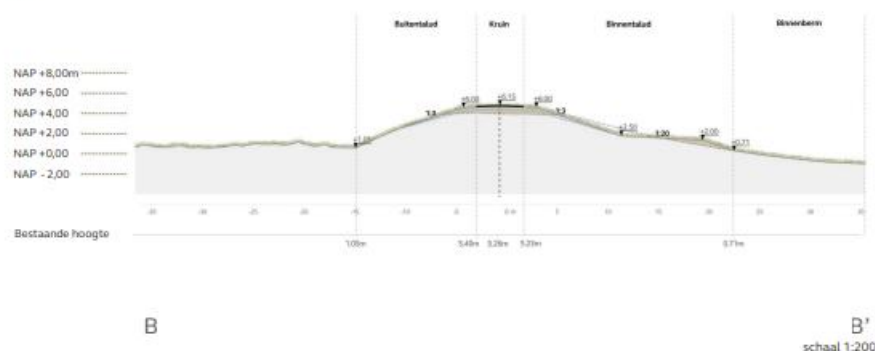
Tussen aansluiting met N479 en de Veerstoep wordt de bestaande weg naar buiten gebracht, deze komt ter plaatse van de huidige tuimelkade te liggen. De huidige kruin versmald tot een breedte van 9 meter. Hierdoor wordt het realiseren van een binnenberm van 10 meter breed tussen de N479 en de Veerstoep mogelijk.

In Figuur 4-1 zijn de dwarsdoorsneden voor dijkvak 81 weergegeven.

Profiel AA'



Profiel BB'



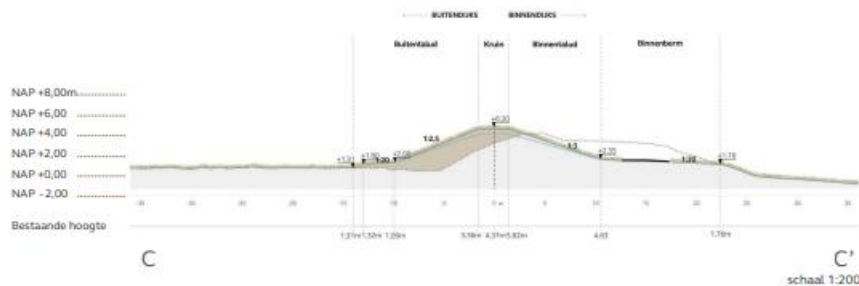
Figuur 4-1: dwarsprofielen dijkvak 81

4.1.2 Dijkvak 82

Vanaf de N479 wordt de weg ten opzichte van de huidige hoogte met ca 2 meter verlaagd en de bestaande tuimelkade verbreed tot een kruinbreedte van 4 meter. De breedte van de berm is hier 10 meter. Het binnentalud heeft een helling van 1:3 en het buitentalud een helling van 1:2,5 voorzien van steenbekleding. Bij Bergstoep 32 is verlaging van de berm niet zondermeer mogelijk, omdat de huidige berm steun geeft aan de gevel van de woning. Ter plaatse van Bergstoep 45 (AW213) sluit het verlaagde profiel weer aan op de bestaande dijk. Om een vloeiende overgang te maken loopt de weg geleidelijk op in een helling van 1:80. Dit betekent dat de weg over ca 160 meter lengte geleidelijk oploopt.

In Figuur 4-2 is de dwarsdoorsnede voor dijkvak 82 weergegeven.

Profiel CC'

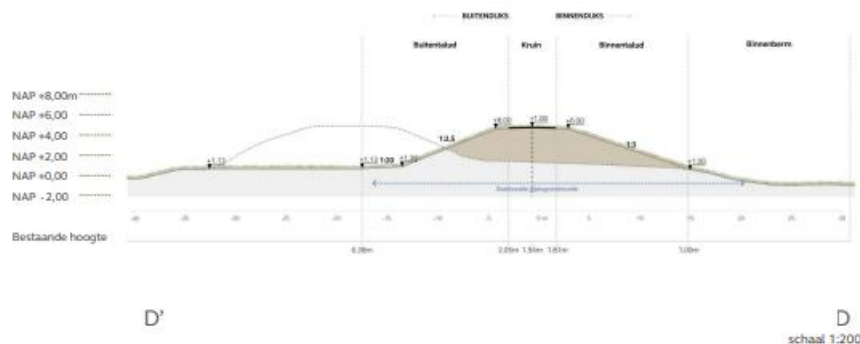


Figuur 4-2: dwarsdoorsnede voor dijkvak 82

4.1.3 Dijkvak 84b

Ter plaatse van dijkvak 84b vindt een binnenwaartse asverschuiving plaats ten behoeve van waterbergingscompensatie. Deze asverschuiving vindt plaats in dijkvak 84b omdat hier sprake is van een zandige ondergrond. Aanvullend is in dit dijkvak sprake van een pipingopgave. Hiervoor wordt in de binnentoe van de dijk een pipingscherm aangebracht. In Figuur 4-6 is de dwarsdoorsnede voor dijkvak 84b weergegeven.

Profiel DD'

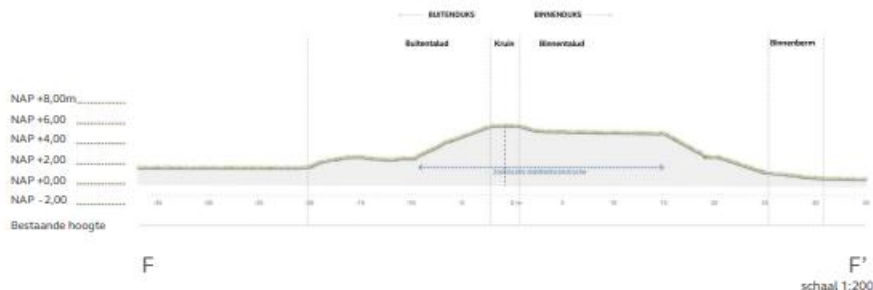


Figuur 4-3: dwarsdoorsnede voor dijkvak 84b.

4.1.4 Dijkvak 85

In dijkvak 85 is er een ontwerpogave voor piping. Er staan 7 woningen in de in de teen van de dijk of binnen 5 meter daarvan. Hiervan is één woning een Rijksmonument. Daarom is de voorkeur om de pipingmaatregel aan de buitenzijde van dijk een pipingscherm te realiseren. Hierdoor is er minder hinder en kans op schade voor woningen. Het realiseren van een pipingscherm aan de buitenzijde kan er voor zorgen dat een pipe zich onder het dijklichaam door ontwikkelt, vanaf het uittredepunt. Dit beïnvloedt de stabiliteit negatief. Daarom is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de invloed van pipegroei onder de dijk voor de stabiliteit van de waterkering. Hierin is voor 4 scenario's onderzocht hoe de stabiliteitsfactor verandert bij verschillende breedtes van de pipe. De scenario's bevatten variaties in pipebreedte (0,5 m en 2,0 m) en het wel of niet opdrijven van het achterland. Bij een pipebreedte van 0,5 m is de afname van de stabiliteit verwaarloosbaar

Profiel FF'



Figuur 4-5: dwarsdoorsnede vergunningenontwerp dijkzone 86b

4.1.6.2 Constructieve oplossing Molen de Liefde

Ter plaatse van molen de Liefde is in de huidige situatie een onverankerde damwand als onderdeel van een coupure aanwezig. De bestaande damwand heeft enkele specifieke eigenschappen:

- de bovenkant bevindt zich op NAP +5,7 meter en de onderkant op NAP -16 meter, wat resulteert in een totale lengte van ongeveer 21,7 meter.
- De onderkant van de deklaag ligt rond NAP -13 meter, wat betekent dat er ongeveer 3 meter inklemming in het zand is.
- Het betreft een onverankerde damwand van het type Belval BU20, vergelijkbaar met AZ20.

Bij de toetsing van de bestaande damwand is er gerekend met een restprofiel voor het afschuiven van het binnentalud. De stabiliteit van de damwand voldoet aan de eisen, maar de krachten in de damwand voldoen niet op basis van de lage aangenomen sterkte. Nader onderzoek kan mogelijk leiden tot een oordeel dat de sterkte voldoende is. De vervorming van de damwand voldoet niet, maar een toets op maat kan leiden tot een oordeel dat deze wel voldoende is. De situatie met overslag is niet beoordeeld; als dit van toepassing is bij de molen, kan de toetsing ongunstiger uitpakken. Daarom is er in de binnenberm mogelijk noodzakelijk om een gegrid aan te brengen. Hiervoor is ter plaatse van de weg aan de binnenzijde een constructiezone opgenomen in het ruimtebeslag.

Tussen de molen en de woningen is beperkt werkruimte aanwezig en de afstand tot de bebouwing is kort. De voorkeursvariant is het versterken van de bestaande damwand aan de buitenzijde van de molen, om het risico op schade zo laag mogelijk te houden.

Er zijn verschillende mogelijkheden voor versterking van de damwand. Een mogelijkheid is het verankeren van de bestaande damwand met groutankers. Dit zou leiden tot kleinere vervormingen en krachten in de damwand, waardoor de bestaande damwand naar verwachting voldoet. Het verticaal draagvermogen is echter een aandachtspunt, aangezien de damwand niet heel diep in het zand staat. Er moet in worden bepaald of het uitvoeringstechnisch haalbaar is om de ankers te plaatsen binnen de beperkte werkruimte bij de molen. Een relatief steile ankerhoek is een optie, en een zwaar ankertype (geschat Ø101/30 mm met een hart-op-hart afstand van 2,8 meter) is nodig vanwege zakkende grond op de ankers en lange ankers (ongeveer 35 meter) door de dikke deklaag.

Een andere optie is het plaatsen van een kistdam met een nieuwe damwand. Deze nieuwe damwand wordt buitendijks van de bestaande damwand geplaatst, met een geschatte lengte van AZ24-700 van ongeveer 23 meter. Legankers kunnen worden aangebracht tussen de bestaande en nieuwe ankers, met een geschatte GEWI63.5T hart-op-hart afstand van 2,8 meter. De lengte van de legankers is afhankelijk van de afstand tussen de damwanden, naar schatting ongeveer 4 meter. Een steil buitentalud is mogelijk, aangezien de kistdam fungeert als een zelfstandig waterkerende constructie, ook voor stabiliteit buitenwaarts.

Er zijn enkele aandachtspunten die nader onderzoek vereisen. De lengte van de damwand is niet helemaal zeker op basis van het bestek, en mogelijk is de damwand gestaffeld aangebracht. De staalkwaliteit van de damwand is onbekend, en corrosie van de huidige damwand dient onderzocht te worden.

Versterking met groutankers heeft vanuit waterveiligheid de voorkeur, maar de haalbaarheid hangt voornamelijk af van de uitvoeringsmogelijkheden. Zware en lange ankers zijn nodig. De kistdam is eveneens een goede optie vanuit waterveiligheid, met de kans op een relatief steil buitentalud om het ruimtebeslag te beperken.

De waterkering hoeft niet opgehoogd te worden in dijkvak 86b, omdat deze voldoende hoog is. Daardoor blijft de molenbiotoop van Molen de Liefde behouden. In Figuur 4-5 is de dwarsdoorsnede voor dijkvak 86b weergegeven.

4.1.6.3 Aansluiting op grens dijkzone

Op de vakgrens bij dijkpaal AW203+169 sluit de versterking aan op de versterkingsmaatregelen die getroffen zijn in het kader van dijkversterking KIS. Hier is een stabiliteitsscherm in de binnenteen aangebracht. Vanaf de molen tot aan de vakgrens moet over circa 75 meter een langsconstructie worden aangebracht. De voorkeurslocatie ligt ter plaatse van de bestaande tuimelkade.

4.1.7 Anti-graverij maatregelen

Uit de analyse van het risico op graverij blijkt dat er in dijkzone 11 weliswaar bevers aanwezig zijn, maar dat het risico op graverij laag is op grote delen, omdat de waterlichamen meer dan 80 meter van de buitenteen liggen (>30m). In dijkvak 82 tussen AW213+000 - AW214+113 ligt een strang aan de buitenzijde. Hier zijn wel antigraverij-maatregelen noodzakelijk. Die worden aangebracht in de vorm van verticale maatregelen in de beheerstrook aan de buitenzijde.

4.1.8 Medegebruik

In dijkzone 11 is medegebruik van de bermen door particulieren niet aan de orde.

4.2 Beheersysteem

4.2.1 Beheerstroken

Aan de buitenzijde van de dijk ligt een beheerstrook van 4 meter breed. Aan de binnenzijde van de dijk ligt geen beheerstrook, maar fungeert de openbare weg als inspectiestrook. De minimale breedte voor een calamiteitenpad op de kruin is 3,75 meter volgens de eisen van de beheerder. Daarom is voor de kruin een breedte van 4 meter aangehouden.

4.2.2 Beheeropritten

Beheeropritten moeten volgens het beheer en onderhoudsplan op een maximale afstand van 500 meter van elkaar komen. In dijkvak 81 komt de beheertoerit voor de kruin ter plaatse van de toerit van de N497 te liggen. In dijkvak 82 wordt er een nieuwe toerit ter plaatse van Bergstoep 45 aangelegd. In dijkvak 86a sluiten de nieuwe beheertoeritten aan op de bestaande locaties.

4.2.3 Beheer en onderhoud

De tuimelkade wordt momenteel deels beheerd met schapen en deels met maaibeheer. In de nieuwe situatie is het wenselijk het gehele talud te beheren middels maaibeheer, omdat dit past in de beleidsdoelstellingen van het waterschap. Maaibeheer is namelijk beter voor de kwaliteit van de grasbekleding en toepassing van biodiverse grasmengsels

4.3 Nutssystemen

In het bestaande binnentalud zijn een parallel liggende drinkwaterleiding (200 mm), data en middenspanningskabels aanwezig. De parallel liggende drinkwaterleiding moet bij na versterking gehandhaafd worden in de binnenberm of binnenteen omdat verlegging op particuliere grond niet haalbaar is, vanwege de aanwezige bebouwing en tuinen. In het ontwerp van de waterleiding moet rekening worden gehouden met het verkleinen van de faalkans, bijvoorbeeld door een sterkere leiding en het toevoegen van afsluiters. Daarnaast is de fasering erg van belang. Om de dijkversterkingswerkzaamheden te kunnen uitvoeren dienen de leidingen te zijn verlegd om raakvlakken en schade te voorkomen.

De mogelijkheid wordt onderzocht om de leidingen voorafgaand aan het werk verdiept aan te leggen. Hierdoor kan het tracé worden gehandhaafd en zijn de raakvlakken tijdens de werkzaamheden beperkt. Bij de NUTS-beheerders moet onder de aandacht worden gebracht dat er een raakvlak is met het aan te brengen GEO-textiel wat als trekelement in de berm (en onder het wegdek) wordt opgenomen.

De kruisende leiding van Oasen ter plaatse van AW217 kan worden gehandhaafd. Wel dient een sterkteberekening uitgevoerd te worden om te bepalen of er invloed is van de grondophoging ter plaatse van de leiding. Omdat het een diepe gestuurde boring (in het zandpakket) betreft wordt geen invloed verwacht. Ter plaatse van de Dunea leiding worden geen werkzaamheden verricht

4.4 Watersysteem

Bij Bergstoep 45 moeten een kopsloot aan de binnenzijde worden gedempt over een lengte van 10 meter zodat de dijk voldoet op piping. Zie Figuur 4-6. Het te dempen oppervlak wordt gecompenseerd door in overleg met de bewoners binnen het peilgebied een de oever van een bestaande watergang te verflauwen.



Figuur 4-6: te dempen kopsloot bij Bergstoep 45

4.5 Wegsysteem

In het nieuwe ontwerp komt de huidige erftoegangsweg type II, met dezelfde breedte als de huidige situatie weer terug:

- Ter plaatse van dijkvak 81 zal de weg ten opzichte van de huidige situatie richting de buitenkruinlijn worden verschoven tussen de aansluiting met de N497 en het einde van het dijkvak ter plaatse van dijkpaal AW217+154. De huidige tuimelkade die aanwezig is op deel van het traject wordt hiervoor verbreed. Hierdoor ontstaat ruimte om het binnentalud aan de binnenzijde af te graven. Dit zorgt voor de benodigde stabiliteit binnenwaarts. De topboog van de oprit van de veerpont zeer flauw, waardoor er een voldoende groot plateau is om de benodigde draaicirkel te maken voor het verkeer. Deze kan gehandhaafd blijven. Wel verdwijnen er 7 opstelplaatsen voor auto's (deels) uitgevoerd in grasbetontegels. Deze worden aan de oostzijde van de veerstoep teruggebracht.
- Vanaf de N497 in westelijke richting wordt de weg ca. 2 meter lager gelegd ten opzichte van de huidige hoogte in dijkvakken 82 en 86a. Hierdoor worden op- en afritten naar de woningen minder steil. De overgang in de lengterichting wordt op een helling van 4% aangelegd. Dit is een acceptabel hellingspercentage voor fietsers en zorgt dat de lengte van de overgang beperkt blijft voor de inpassing.
- De huidige weginrichting wordt gehandhaafd. Er wordt geen aanvullende witte kantstreep aangebracht.

Alle huidige dijkstoepen/op- en afritten blijven behouden in de nieuwe situatie. Omdat de berm in dijkvak 82 en 86a omlaag gaat wordt de helling van de aansluiting flauwer. Dit maakt het ook mogelijk schuine opritten haaks aan te sluiten zonder de helling te verhogen. Dit heeft de voorkeur van WSRL vanuit verkeersveiligheid vanwege de zichtlijnen vanaf de toerit.

5 Omgevingsaspecten gerelateerd aan ontwerp

Het ontwerp wordt integraal en zorgvuldig opgesteld, dat betekent dat er ook rekening wordt gehouden met verschillende omgevings- en milieuaspecten. In onderstaande paragrafen worden aandachtspunten benoemd die voor deze zone voor alternatief 3 van toepassing zijn.

5.1 Omgeving

5.1.1 Landschap en ruimtelijke kwaliteit

Door verlagen van de berm ontstaat er ter plaatse van de woningen aan de binnenzijde visueel meer ruimte. Het inpassen van de woningen hoog in de dijk behoeft wel nadere uitwerking.

5.1.2 Cultuurhistorie

Alle monumenten blijven gehandhaafd. Ter plaatse van de Rijksmonumenten langs de Bergstoep en Molen de Liefde worden constructies geplaatst. Het aanzicht wijzigt niet voor deze monumenten. Beperken van de schadekans tijdens uitvoering is voor de plaatsing van constructies een belangrijk uitgangspunt. Hiervoor wordt de uitvoeringsmethode aangepast, o.a. door damwanden te drukken in plaats van trillen waar noodzakelijk. Bij Bergstoep 28 en 30 wordt de bestaande berm verlaagd. Hierdoor ontstaat ruimte tussen de het monument en de dijk.

5.1.3 Archeologie

In deze dijkzone zijn ten zuiden van de dijk zijn 34 zones aangetroffen met potentiële archeologische niveaus in de bovenlaag van gerijpte oevers en met name locaties waar ophogingslagen mogelijk kunnen worden gerelateerd aan historisch gedocumenteerde boerderijplaatsen. Het maximale (tijdelijke) ontgravingsniveau voor dijkvak 82 is NAP +0m en voor dijkvak 86a NAP +0,75m en het puntniveau van constructies ligt op NAP -13 m. Deze ontgravingsniveaus liggen in nagenoeg alle zones lager dan het niveau waarop archeologische vondsten aangetroffen kunnen worden. Als onderdeel van de planprocedure zal er voor de archeologische waarden een plan van aanpak opgesteld moeten worden. Het is zeer beperkt of niet mogelijk om voor realisatie proefsleuven te graven, vanwege de diepte van de archeologische zone vanaf maaiveld, de ligging in de waterkering en de ligging onder de in gebruik zijnde weg.

5.2 Milieu

5.2.1 Ecologie

Ter hoogte van Bergstoep 39 en 45 liggen beverburchten in de uiterwaarden op ca 50 meter van de dijk. In de omgeving van dijkzone 11 zijn overwinteringslocaties van de rugstreeppad mogelijk. Ook is er een mogelijke broeihoop van een ringslang aangetroffen, maar een ringslang zelf niet. Daarnaast zijn er nestlocaties van huismussen in diverse woningen in het gebied. Deze woningen worden allemaal gehandhaafd. In deelgebied 11 is de aanwezigheid van een invasieve exoot vastgesteld, namelijk 25 exemplaren van de Reuzenbalsemien. Deze moeten worden verwijderd als onderdeel van de dijkversterking.

5.2.2 Bomen

Bomen aan de binnenzijde kunnen gehandhaafd blijven. In de uiterwaarden bij Bergstoep en Nieuwe Veer is kappen van enkele bomen noodzakelijk die gelegen zijn in de toekomstige beheerstrook. De te kappen bomen zijn weergegeven in de ontwerptekeningen.

5.2.3 Rivierkunde

Op basis van de berekeningen voor dijkzone 11 op basis van variant 1 van het ontwerp ligt het waterstandseffect onder 1 mm. Variant 1 heeft een grote buitenwaartse asverschuiving dan de varianten 2 en 3. Daarom is de verwachting dat de rivierkundige effecten van variant 2 en 3 kleiner dan 1 mm zijn. Voor variant 3 moet er wel compensatie voor waterberging worden gerealiseerd. Deze compensatie vindt plaats door de binnenwaartse asverschuiving in dijkvak 84b en in de westelijke uiterwaard bij Streefkerk.

5.2.4 Waterkwantiteit en -kwaliteit

In dijkzone 82 moeten over een korte afstand watergangen worden gedempt. Het verlies aan waterberging wordt gecompenseerd door lokaal de oever van dezelfde watergang te verflauwen.

5.2.5 Bodem

De bovengrond in dijkzone 11 voldoet grotendeels aan klasse wonen. In dijkvak 86a is rond dijkpaal AW206 klasse industrie aangetroffen. Voor de wegen moet nader asfaltonderzoek uitgevoerd worden.

6 Verificatie en validatie

6.1 Verificatie

Het ontwerp moet getoetst worden aan de eisen die gesteld zijn. In dit hoofdstuk wordt de verificatie van het ontwerp aan de systeemeisen uitgevoerd. In het geval van de klanteisen wordt een honoreringsadvies vanuit het ontwerp gegeven.

6.1.1 Verificatie

In Tabel 11 zijn de verificatieresultaten opgenomen voor de belangrijkste eisen voor dijkzone 11, met een verwijzing naar de paragraaf waar aangetoond is dat aan de eisen wordt voldaan.

Tabel 11: Verificatieresultaten

Eiscode	Omschrijving	Criterium	Resultaat	Paragraaf
SE_002	Topeis levensduur ontwerp	Voldoen aan faalkanseis	Voldoet	4.1
SE_012	Faalmechanisme piping	Voldoen aan faalkanseis	Voldoet	4.1.3,4.1.4
SE_015	Faalmechanisme macrostabiliteit	Voldoen aan faalkanseis	Voldoet	4.1.1,4.1.2, 4.1.5, 4.1.6
SE_016	Langsconstructies	Voldoen aan faalkanseis	Voldoet	4.1.1,4.1.6.2
SE_020	Calamiteiten	Toegang calamiteiten beschikbaar	Voldoet	
SE_027	Contextfuncties in stand houden	Contextfuncties worden ingepast of teruggebracht	Voldoet	5
SE_032	Weginfra accommoderen	Weginfra beschikbaar	Voldoet	4.5
SE_035	Niet-gekeerd water afvoeren	Geen negatieve invloed op regionaal watersysteem	Voldoet	4.4
SE_037	Aanliggende percelen ontsluiten	Perceelontsluiting blijft behouden	Voldoet	4.5
SE_062	beheerstroken, locatie	Beheerstroken opgenomen in ontwerp	Voldoet	4.2.1
SE_063	beheerstroken, breedte	Beheerstroken met juiste breedte in ontwerp	Voldoet	4.2.1
SE_099	Overgang hoogte aansluitingen	Helling overgang is 1:80 of maximaal 100 meter.	Voldoet	4.5
SE_101	Hoogte Binnenberm	Insteek op juiste hoogte	Voldoet	
SE_113	Helling op en afritten	Gemiddelde helling is flauwer of gelijk	Voldoet	4.5
SE_114	Aansluiting wegdelen	Aansluiting opgenomen in ontwerp	Voldoet	4.5
SE_115	Monumenten	Behoud monumenten	Voldoet	5.1.2
SE_117	Cultuur en archeologische waarden	Behoud archeologische waarden	Voldoet	5.1.3
SE_118	Molenbiotoop	Behoud molenbiotoop	Voldoet	4.1.6.2
SE_119	Minimale kruinbreedte	Breedte > 3,6 meter	Voldoet	3.2.2
SE_129	Dunea Kruisende leiding	Geen werkzaamheden t.p.v. Dunea	Voldoet	4.3
SE_131	Locatie kabels en leidingen	Verleggings(plan) kabels en leidingen voldoet aan eis	Voldoet	4.3

6.2 Validatie

Nadat de ontwerpen zijn getoetst aan de systeemeisen (verificatie), zijn de ontwerpen voorgelegd aan de klant en gevalideerd.

6.2.1 Valideren ontwerp met eindgebruikers

Validatie van het ontwerp met de eindgebruikers wordt in ontwerpronde 2b uitgevoerd en verwerkt in deze ontwerpnota. Onderwerpen die in de volgende ontwerpronde verder uitgewerkt moeten worden staan beschreven in Hoofdstuk 8.1.

6.2.2 Toets sober en doelmatig

Het ontwerp zoals beschreven in hoofdstuk 3.5 is voorgelegd aan het HWBP in een sober- en doelmatigheidstoets. Het doel van deze toets is om samen met het HWBP vast te leggen dat het ontwerp in lijn is met de subsidieregeling. Deze vraag staat momenteel uit bij het HWBP. De resultaten volgen in ontwerpronde 3.

6.2.3 Besluitvorming project

De ontwerpnota is vastgesteld in het Ontwerp Management Team en is geaccepteerd als het ruimtebeslag dat vastgesteld is voor OR2 en dat wordt gebruikt in het Projectbesluit.

7 Uitvoering

7.1 Maakbaarheidstoets

7.1.1 Buitenwaartse versterking door middel van een asverschuiving.

Over het grootste deel van zone 11 wordt de as naar buiten toe (richting de rivier) opgeschoven om hiermee binnendijs voldoende ruimte te creëren voor het benodigde versterkingsprofiel. In de eerste fase wordt buitendijs de benodigde aanvulling laagsgewijs aangebracht nadat het bestaande talud is uitgeteeld en ingekast. De benodigde materialen worden extern aangevoerd vanuit depot nabij de laad- loslocatie en per as over tijdelijke bouwwegen naar de dijk getransporteerd. Ter plaatse verwerken een hydraulische graafmachine, een bulldozer en een loader (shovel) de materialen in profiel. Om de werkzaamheden veilig te kunnen uitvoeren wordt het dijkvak afgesloten voor verkeer en vinden er omleidingen plaats.

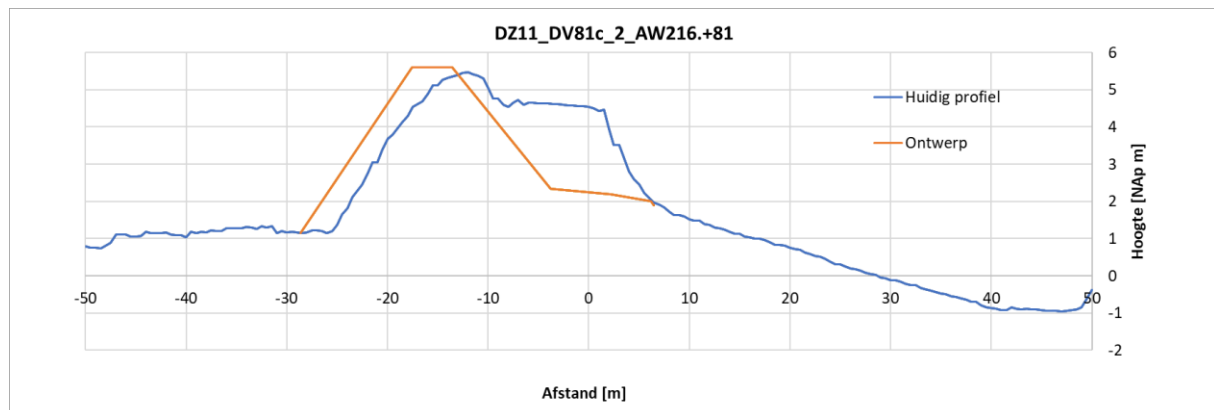
Pas wanneer de buitendijsse aanvulling van voldoende hoogte is en er rekenkundig voldoende stabiliteit aanwezig is kan worden gestart met de opvolgende fase van het ontgraven van het bestaande dijkprofiel binnendijs. Eerst wordt de bestaande dijkweg opgebroken en afgevoerd. Vervolgens wordt de dijk ontgraven. De vrijkomende materialen binnendijs worden afgevoerd naar een depotlocatie om later elders in de dijkversterking te worden hergebruikt of te worden afgevoerd. Bij zowel het buiten- als binnentalud wordt de oorspronkelijke toplaag weer teruggezet, afgewerkt en ingezaaid.

7.1.2 Binnenwaartse asverlegging

Zoals in paragraaf 4.1.3. weergegeven wordt in dijkvak 84b de as naar binnen gelegd om compensatie te bieden voor bergend vermogen. De werkwijze is gelijk aan de buitendijsse versterking met asverlegging met het verschil dat eerste binnendijs de vereiste ophoging is gerealiseerd voordat de waterkering buitendijs kan worden verwijderd. Het vrijkomende materiaal wordt hergebruikt of afgevoerd.

7.1.3 Stabiliteitsberm binnendijs

De stabiliteitsberm binnendijs in zone 11 ontstaat doordat we na de buitenwaartse asverlegging de bestaande dijkweg binnendijs verwijderen en het profiel verlagen. De huidige binnenteen blijft behouden en de nieuwe dijkweg komt op dezelfde plaats weer terug. Hieronder een weergave van de nieuwe situatie in doorsnede.



Figuur 7-1 Ontwerp dijkprofiel tpv dijkvak 81c

7.1.4 Stabiliteitsschermb (constructie)

Bij het aanbrengen van een stabiliteitsschermb worden er stalen damwandplanken in de grond gebracht die ervoor zorgen dat de dijk binnendijs meer stabiliteit ontwikkeld. Een dergelijke constructie wordt ingezet wanneer binnendijs onvoldoende ruimte is om een stabiliteitsbermb in grond uit te voeren. Bij het plaatsen van de damwanden is de positie van het scherm ten opzichte van bebouwing en de dijk kruin relevant. Juist omdat er weinig ruimte is tussen bebouwing en de dijk kruin kan het benodigde materieel (hijskraan/damwandstelling) daar ook niet staan en wordt deze bovenop de dijk gepositioneerd. Omdat het materieel dicht op de damwand moet staan wordt de damwand binnendijs, bovenin het talud, tegen de kruin aan aangebracht. Tijdens deze werkzaamheden is de dijk volledig afgesloten voor het overige verkeer.

Om het materieel te kunnen opstellen wordt de kruin verbreed tot ca 8m bij een trillende methode en 10m breed bij een trillingsarme methode. Deze breedte wordt gerealiseerd door een tijdelijke kruinverlaging, het aanbrengen van een heiterp op het buitentalud of een combinatie van beide. In zone 11 wordt een tijdelijke kruinverlaging voorzien door de aanwezige tuimelkade te verwijderen. Om bij hoog water de waterkering weer te laten voldoen wordt er in vakken gewerkt

Gezien de relatief korte afstand van de constructie tot aan de bebouwing (waaronder molen de Liefde) in zone 11 is bij het trillend plaatsen van de constructie extra aandacht nodig voor monitoring. De constructie aanbrengen middels een trillingsarme methode is een terugvaloptie wanneer het risico op schade toeneemt. Hier is in het uitwerken van het tijdelijk ruimtebeslag rekening mee gehouden. Nader onderzoek naar de ondergrond, de staat van de bebouwing en de daadwerkelijke afstand tot de woning zal in een later stadium de precieze werkmethode worden bepaald.

Onderdeel van het stabiliteitsschermb is in veel gevallen een verankering van het damwandschermb. Dit zijn stalen ankers die onder een hoek tussen de 30 en 45 graden in de dijk worden geboord en met groutomhulling worden verankerd in het zandpakket onder de dijk. Deze ankers versterken de damwandconstructie waardoor deze minder diep hoeft te worden aangebracht en per m2 minder staal bevat. De ankers worden vaak vanaf het binnentalud aangebracht waarna ze uitharden en met een stalen gording worden verbonden die tegen de damwand aan is gebracht.

7.1.5 Heavescherm (constructie)

Bij het plaatsen van een heavescherm worden er damwandplanken in de grond gebracht die een verticaal scherm vormen en waterdicht moeten zijn. In de meeste gevallen zijn dit schermen die binnendijs in de bestaande stabiliteitsberm worden aangebracht. In gebieden met weinig ruimte of waar al een stalen damwandscherm (constructie) is voorzien, wordt het heavescherm gecombineerd met het stalen damwandscherm. Zie dan paragraaf Stabiliteitsscherm (constructie) hierboven.

7.2 Zetting

Door de aanwezigheid van slappe lagen in de ondergrond zijn zettingen reëel. Als gevolg van deze zettingen wordt er extra materiaal aangebracht in een overhoogte om deze zettingen op te vangen. Wanneer blijkt uit analyse dat er te veel materiaal is aangebracht (of te weinig) wordt in een laatste werkgang extra materiaal aangebracht of afgevoerd zodat wordt voldaan aan de vereiste opleverhoogte.

Zettingen kunnen ook leiden tot grondvervormingen net buiten het gebied van de ophoging en daarmee een negatief effect hebben op aanwezige bebouwing. Om die reden wordt een ophoging gecontroleerd aangebracht in lagen van ca 0,5 tot 1,0m. Met behulp van monitoring systemen worden de bewegingen in de ondergrond gemonitord zodat kan worden bijgestuurd mocht de situatie leiden tot een risico voor aanwezige bebouwing.

7.3 Omgevingsbeïnvloeding

Door de werkzaamheden kan niet worden uitgesloten dat er enig effect is op de directe omgeving. Hieronder wordt uitgelegd welke effecten dit kunnen zijn. Belangrijk is te vermelden dat wanneer deze effecten dermate effect hebben dat sprake kan zijn van risico's voor de omgeving dit wordt opgenomen in het monitoringsplan. Zie verder paragraaf 7.4.

7.3.1 Trillingen

Transportbewegingen over en langs de dijk evenals de bewegingen van zwaar materieel op de dijk kunnen zorgen voor trillingen die in de omgeving voelbaar zijn. Daarnaast worden ook damwanden aangebracht. De trillingen die hieruit voortkomen zijn in de directe omgeving waarneembaar. Voor woningen direct aan de dijk gelegen wordt de staat van de bebouwing in kaart gebracht en zullen monitoringssystemen worden ingezet om de invloed van de werkzaamheden in beeld te brengen en daarmee het risico op een negatieve invloed te beheersen.

7.3.2 Deformaties van de ondergrond

Door de zettingen in de ondergrond is de verwachting dat er deformaties optreden. Deze deformaties kunnen voor bebouwing in de directe omgeving een negatief effect hebben. Voor zone 11 geldt dat aanwezige bebouwing op voldoende afstand is waardoor de effecten binnendijs beheersbaar zijn.

7.3.3 Hemelwater

Tijdens de werkzaamheden en bij afronding is de grasbekleding van de dijk afwezig. Hierdoor komt het hemelwater sneller tot afstromen en bestaat het risico van lokaal overlast van hemelwater of meegevoerd sediment. In de meeste gevallen is de bekleding na 1 of 2 groeiseizoenen voldoende ontwikkeld waarna van overlast geen sprake meer is.

7.3.4 Grondwater

Tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden blijven watergangen en systemen behouden en is daardoor niet de verwachting dat er enig effect zal zijn op het grondwater.

7.4 Monitoringsplan

Het monitoringsplan bestaat uit monitoring van belendingen en monitoring van de waterkering. Voor beide zijn specifieke maatregelen nodig die ruim voor start van de uitvoering zijn aangebracht en in werking zijn gesteld.

7.4.1 Belendingen

Om zeker te zijn dat er geen deformaties optreden die een direct effect hebben op de aanwezige bebouwing worden er meetpunten aangebracht in de vaste ondergrond (bv een afrit) en de gevel van het pand. Door meting wordt vastgesteld of er vervormingen ontstaan. Wanneer dat het geval is treden de maatregelen uit het monitoringplan in werking waaronder de mogelijkheid van het aanpassen van de werkmethode en mogelijk het treffen van correctieve maatregelen om schade te voorkomen.

Het aanbrengen van de grondophogingen vindt gefaseerd plaats, laagsgewijs en onder gecontroleerde omstandigheden. Hierbij ontstaan trillingen door transport en bewegingen van zwaar materieel. Ook bij het aanbrengen van damwanden met een trillende methode zijn er effecten naar de omgeving toe. Om zeker te zijn dat er geen overschrijdingen van toegestane trillingen (t.o.v. de referentie) optreden die een direct effect hebben op de aanwezige bebouwing worden er ter plaatse van risicogevoelige bebouwing meetpunten aangebracht in de vaste ondergrond (bv een afrit) of de gevel van het pand. Door meting wordt vastgesteld of er overschrijdingen ontstaan. Wanneer dat het geval is treden de maatregelen uit het monitoringplan in werken waaronder de mogelijkheid van het aanpassen van de werkmethode en mogelijk het treffen van correctieve maatregelen om schade te voorkomen.

7.4.2 Waterkering.

Tijdens de werkzaamheden wordt de staat van de waterkering gemonitord. Door meetpunten op de dijk en in de ondergrond wordt de stabiliteit en vervorming van de waterkering in beeld gebracht en getoetst aan de waterveiligheidseisen. Wanneer niet wordt voldaan aan de gestelde kaders wordt direct volgens de stappen in het monitoringsplan gehandeld zodat de dijkbeheerder betrokken is en in een acceptabel tijdsbestek weer aan de vereiste dijkveiligheid wordt voldaan.

7.5 Tijdelijk ruimtebeslag

Het benodigde ruimtebeslag om de werkzaamheden te kunnen uitvoeren is uitgewerkt op basis van de werkmethode, in te zetten materieel en benodigde ruimte voor opslag van materialen. Op een kleiner detailniveau moet de inpassing van de tijdelijke bereikbaarheid van de bewoners langs de dijk worden ingepast. Dit dient in OR3 middels een faseringsplan moeten worden uitgewerkt.

7.6 Bereikbaarheid en omleidingen

Tijdens de werkzaamheden wordt materiaal en materieel aangevoerd via het water bij de laad- en loslocatie. Dit vindt grotendeels plaats per as over de tijdelijke transportroutes onderlangs of op de dijk. Ook vindt er aanvoer en afvoer van materieel en materialen plaats die niet via het water kunnen worden getransporteerd. Hiervoor zijn toegangspoorten voorzien op de uiteinden van het werk. Het dijkvak is tijdens de werkzaamheden voor het overige verkeer afgesloten.

Voor de bewoners, bedrijven en hulpdiensten dient bereikbaarheid te worden gewaarborgd. Doordat in het achterland beperkte mogelijkheden zijn voor alternatieve bereikbaarheidsvoorzieningen moet in OR3 worden onderzocht op welke manier dit binnen de werkgrenzen van de versterking kan worden ingepast.

8 Risicobeheersing

In dit hoofdstuk is beschreven op welke wijze de risico's voor dijkzone 9 beheerst zijn door de ontwerp- en uitvoeringskeuzes. In Tabel 12 staan de beheersmaatregelen voor de risico's beschreven, inclusief de verwijzing naar de paragraaf waar deze beheersmaatregelen zijn uitgewerkt.

Tabel 12: Risicoanalyse

nr	Risico	Oorzaak	Gevolg	Beheers- maatregel	Paragraaf
RIS-173	Schade aan eigendommen door deformatie / zettingen	Afwijkende deformatie/zettingen van opstallen of eigendommen derden als gevolg van het realiseren van de dijkversterking.	G1: schadeclaims G2: stilleggen van uitvoeringswerkzaamheden G3: instabiliteit van opstallen (gevaarlijke situatie)	Keuze voor variant 3 met grondoplossing i.p.v. constructie. Onderzoeken Pipingscherm dijkvak 85 aan de buitenzijde. Versterken bestaande damwand Molen de Liefde	\$4.1.4
RIS-248	Vrijkomend funderingsmateriaal een onderliggend dijklichaam zijn niet herbruikbaar	Door dijkverlegging in dijkzone 11 (buitenwaarts) wordt de bestaande rijbaan verlaagd. De bestaande rijbaan met fundering en onderliggend dijklichaam wordt verwijderd.	Uitvoeren sanering en onvoorziene afvoerkosten.	Nader asfaltonderzoek in ontwerpronde 3. Uitgaan van verwijderen en afvoeren.	\$5.2.5
RIS-016	Niet op diepte krijgen damwanden (stabiliteits- of pipingschermen)	O1: Obstakels in ondergrond O2: Aanwezigheid van zeer vastgepakte zandlagen of grindlagen. O3: Fysische beperking capaciteit van drukmachines. O4: Kwetsbare leidingen in de nabije omgeving (trilblok op beperkt vermogen)	G1: Aanpassen uitvoeringsmethode: - zwaarder trilblok - toepassen fluïderen of voorboren - drukken i.p.v. trillen - zwaarder trilblok G2: Aanpassen ontwerp oplossing: - zwaardere damwanden - groutkolommen G3: extra werkfasering (terugkomen op dezelfde locatie)	Maatregelen voor dijkvak 81 en 86b uitwerken in ontwerpronde 3, ook optimaliseren damwandlengtes. Uitgaan van drukken van de damwanden.	\$7.1.4

nr	Risico	Oorzaak	Gevolg	Beheers- maatregel	Paragraaf
RIS-100	De woningen/bedrijven langs de dijk zijn tijdens de uitvoering tijdelijk niet (veilig) bereikbaar	O1: Fasering onvoldoende afgestemd op bereikbaarheid. O2: Perceeleigenaren geven geen toestemming voor tijdelijke bereikbaarheidsstroken (bijv. omdat ze in onteigeningprocedure zitten) O3: Ontsluiting percelen nieuwe veer en Bergstoep via achterzijde niet mogelijk	G1: Protesten, ontevredenheid omgeving. G2: Ongewilde reguliere verkeerstromen door de werkvakken/bouwterrein.	Bereikbaarheid tijdelijk via de kruin van de dijk garanderen, door eerst de buitenwaartse asverschuiving te realiseren en die te benutten als omleidingsroute	\$7.6
RIS-151	Onvoldoende tijd beschikbaar in planning voor berekende zettingsperiode op basis van DO berekeningen	Grote ophoging aanbrengen op slappe ondergrond.	Vertraging, aanpassen fasering.	Restzettingseis van 0,4 m hanteren voor de kruin van de dijk. Zettings-versnellende maatregelen als verticale drainage uitwerken in OR3	\$7.2
RIS-094	Compensatie NNN gebieden niet mogelijk	Ontwerp heeft te veel impact op aanwezige natuurwaarden Geen medewerking van perceeleigenaren	Compenserende maatregelen waterberging blijken niet mogelijk	Combinatie van binnenwaartse asverschuiving en natuurontwikkeling uiterwaarden Streefkerk. Extra natuur ontwikkelen t.p.v. binnenwaartse asverschuiving dijkvak 84b	\$5.2.3

8.1 Belangrijke keuzes (BTO)

Voor de uitvoering moeten er een aantal belangrijke keuze gemaakt worden om het werk veilig uit te kunnen voeren. Dit worden BTO keuzes genoemd. Dit gaat om keuzes op bouwkundig (het WAT), het technisch (het HOE) en/of het organisatorisch niveau (het WIE). Onderstaand worden een aantal aspecten genoemd die voor deze dijkzone van belang zijn.

1. Keuze voor buitendijkse asverlegging met bijbehorende bergingscompensatie in plaats van een constructie over de gehele lengte van zone 11. In de variantenanalyse in deze nota komt naar voren dat op aspecten maakbaarheid, draagvlak en schade, duurzaamheid en bereikbaarheid een grondvariant de voorkeur heeft.
2. Zeer beperkte mogelijkheden om bewoners in zone 11 te ontsluiten. Hierdoor is het waarschijnlijk dat de ontsluitingen binnen de werkgrenzen van de zone moeten worden ingepast. De fasering van de werkzaamheden inclusief de bereikbaarheid van de

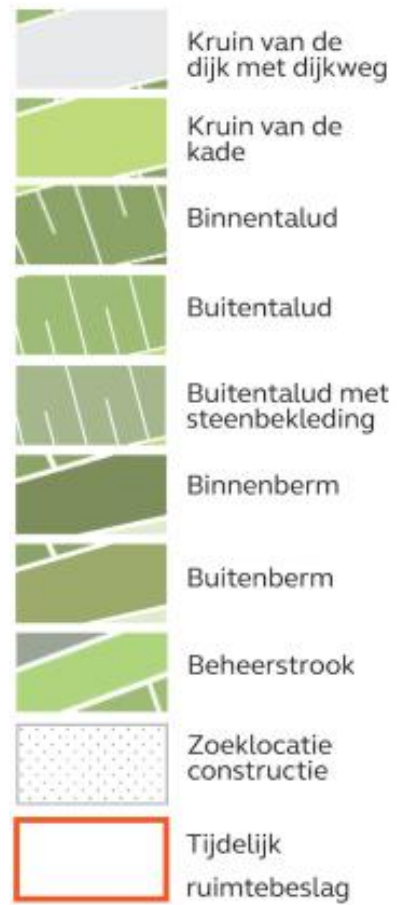
werkzaamheden voor aan- en afvoer van materiaal en materieel moet hierop worden afgestemd. De gevolgen van deze keuze zijn vanuit VGM perspectief potentieel groot.

3. De binnenwaartse asverlegging is gekozen in dijkvak 84b, op een plaats waar WSRL eigenaar is van de grond, bebouwing relatief ver van de dijk af staat en de ondergrond geschikt is.
4. Het aan de binnenzijde plaatsen van een pipingscherm in dijkvak 84b en 85 is complex. Te weinig ruimte tussen de dijk en bebouwing om met een acceptabel risicoprofiel de damwanden te plaatsen alsmede een veilige opstelplaats voor de damwandstelling, leidt ertoe dat het pipingscherm buitendijks wordt aangebracht. In combinatie met de asverlegging in dijkvak 84b vraag de fasering en detaillering extra aandacht. Mogelijk dat achterloopsheid effecten zorgen voor een toename in de trajectlengte van het scherm.

Bijlage A Dijkontwerp

Legenda

Dijkontwerp



Bestaand

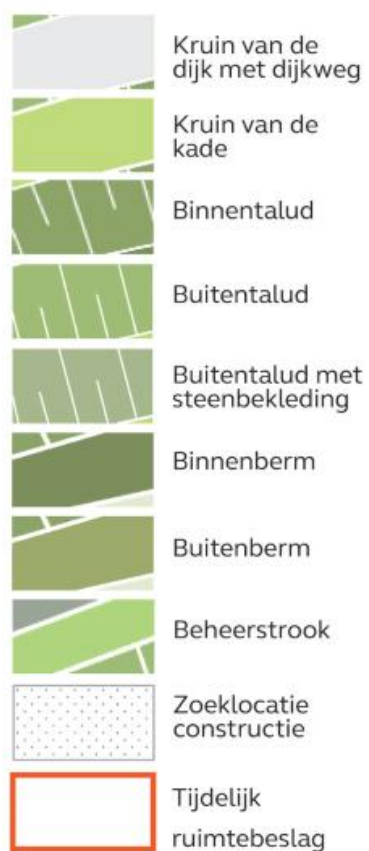


Dijkzone 11.1



Legenda

Dijkontwerp



Bestaand

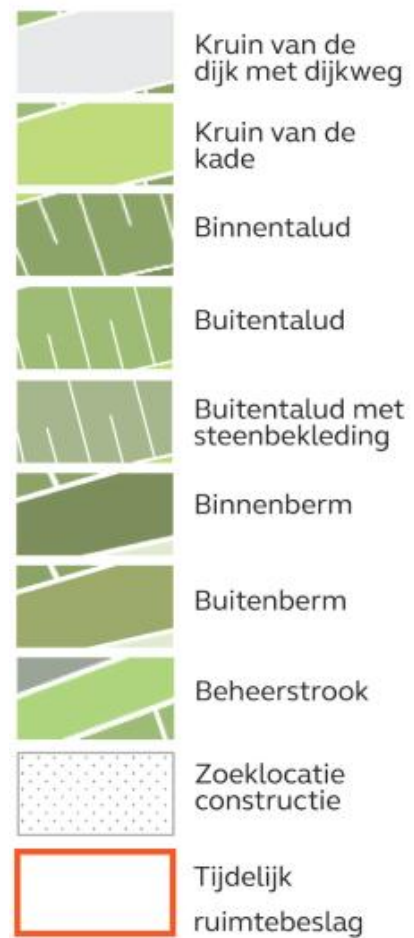


Dijkzone 11.2



Legenda

Dijkontwerp



Bestaand

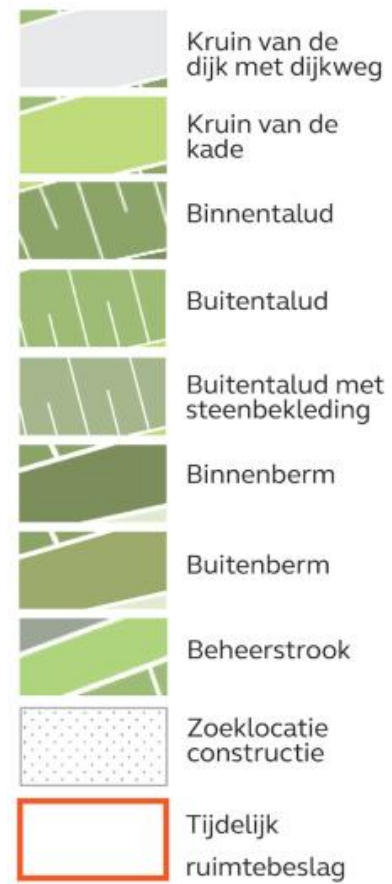


Dijkzone 11.3



Legenda

Dijkontwerp



Bestaand

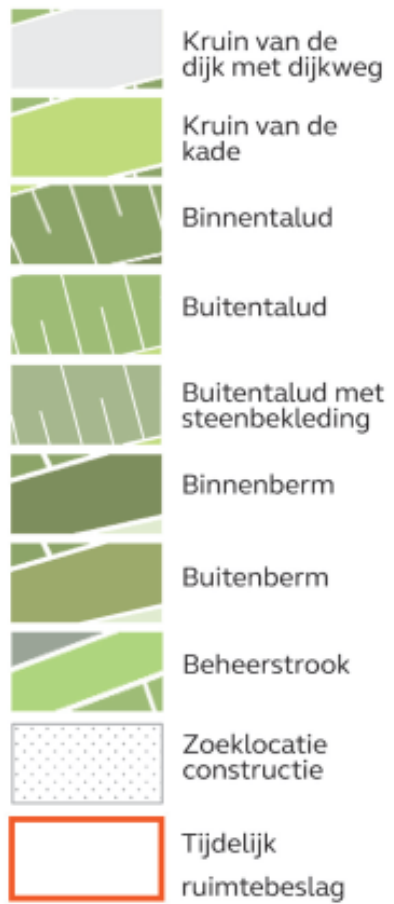


Dijkzone 11.4



Legenda

Dijkontwerp



Bestaand

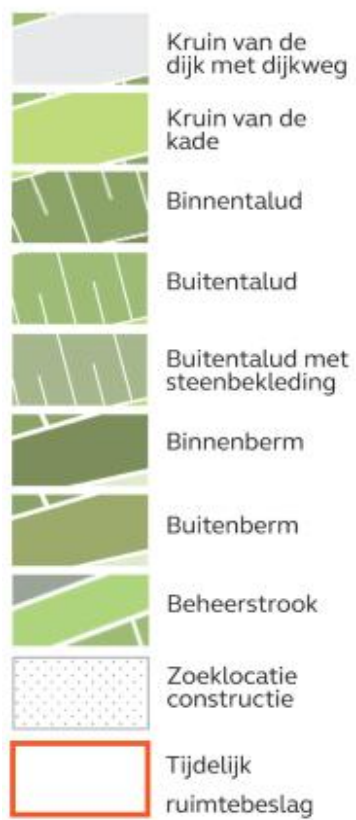


Dijkzone 11.5



Legenda

Dijkontwerp



Bestaand

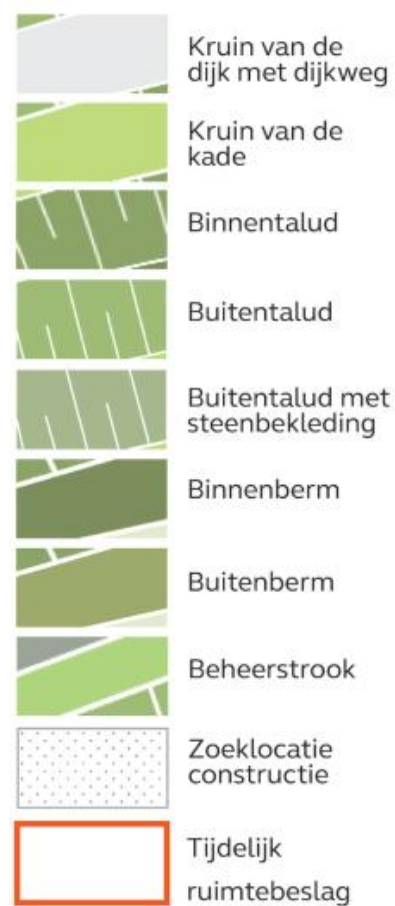


Dijkzone 11.6



Legenda

Dijkontwerp

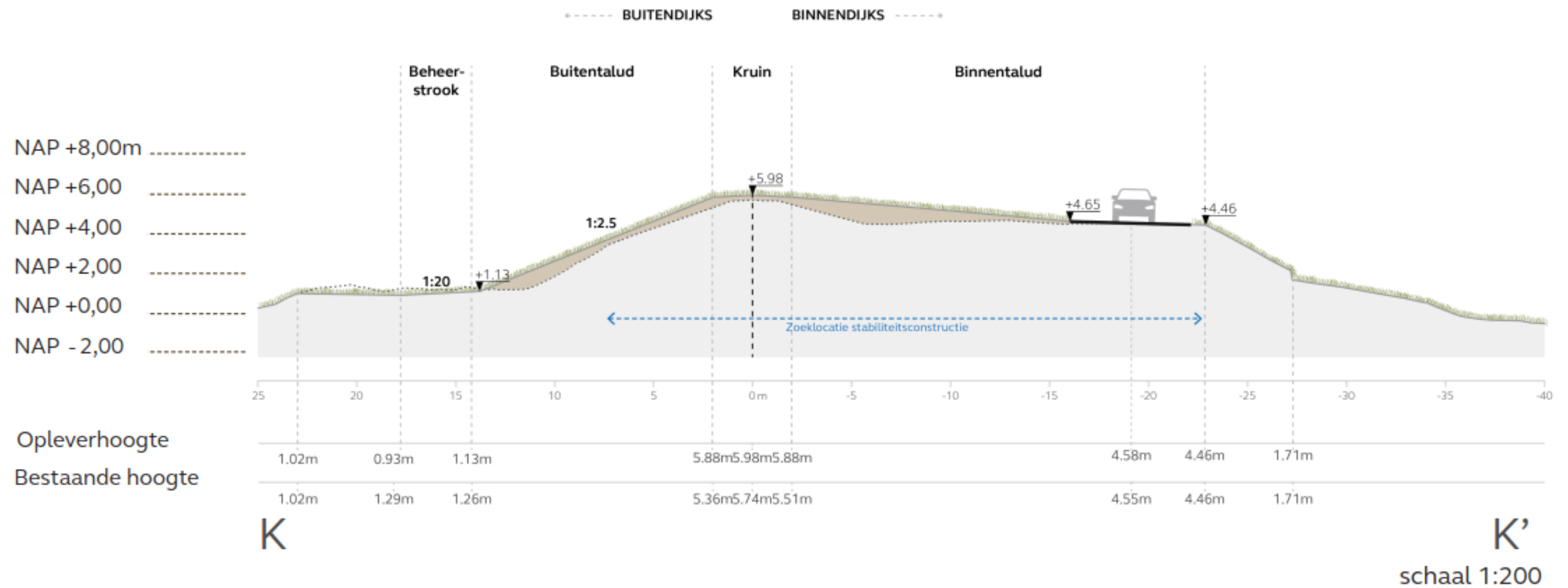


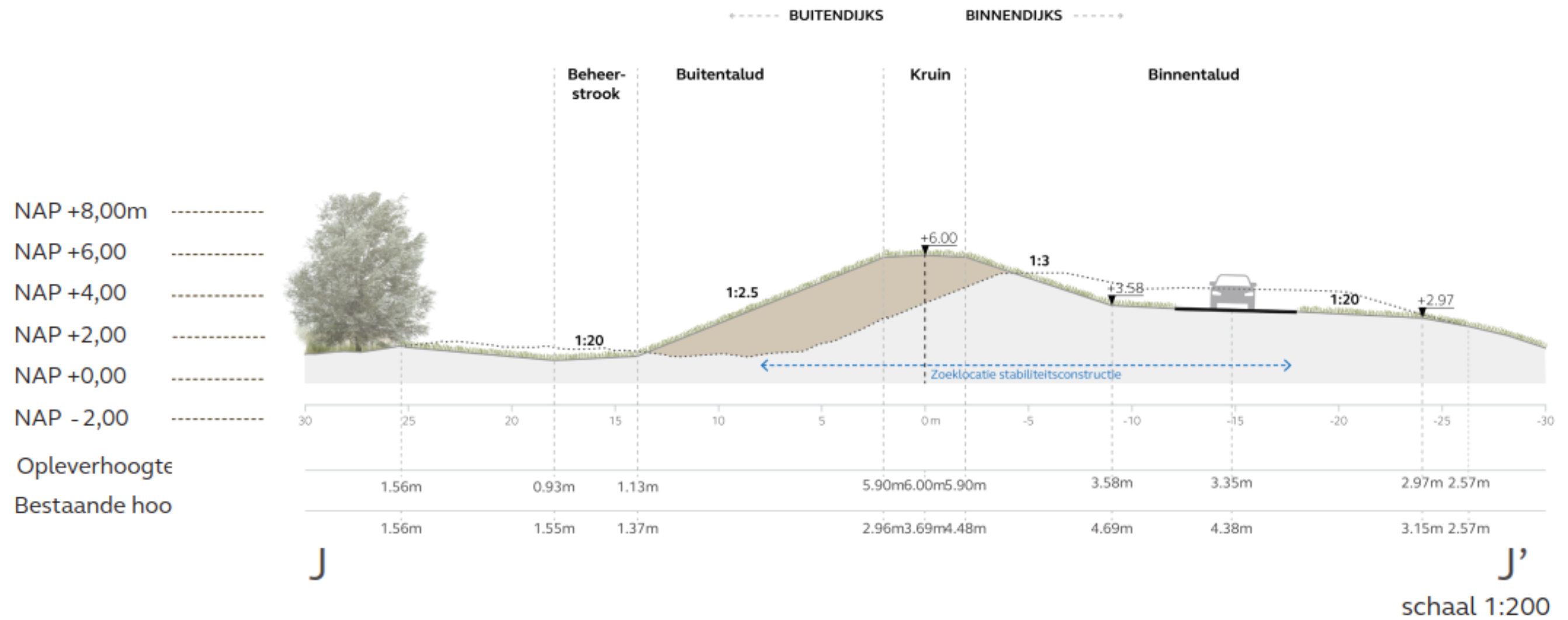
Bestaand

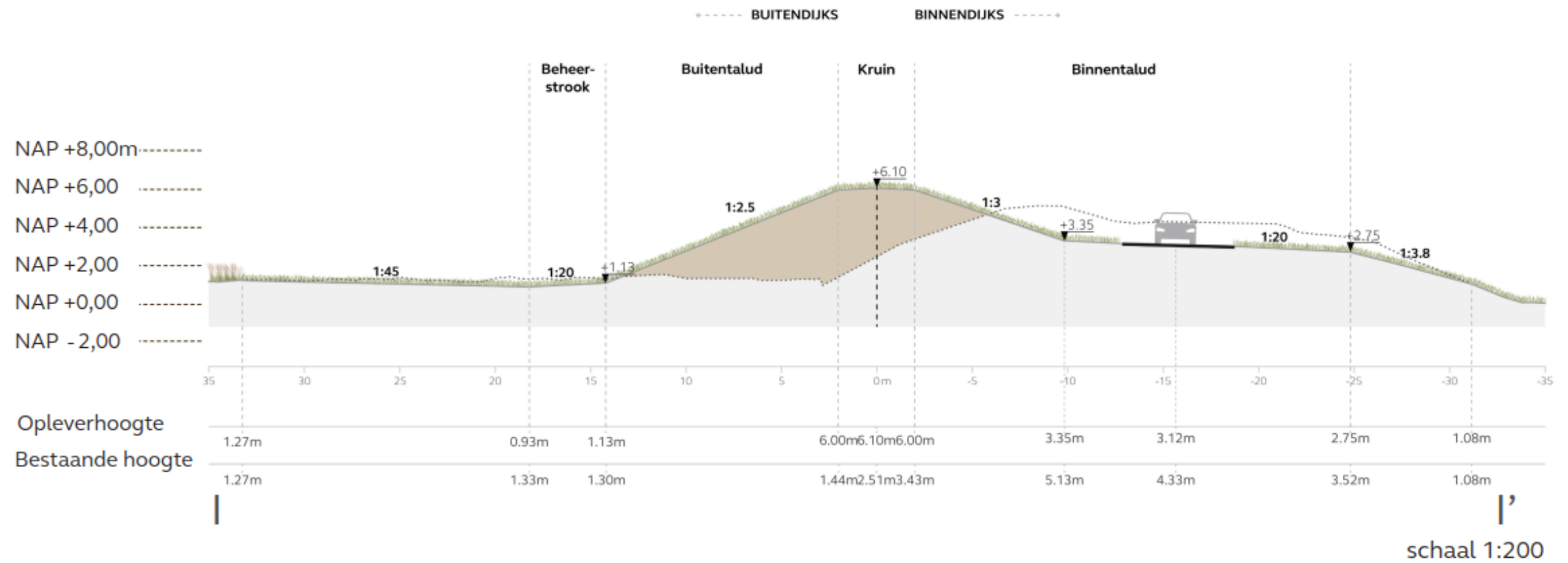


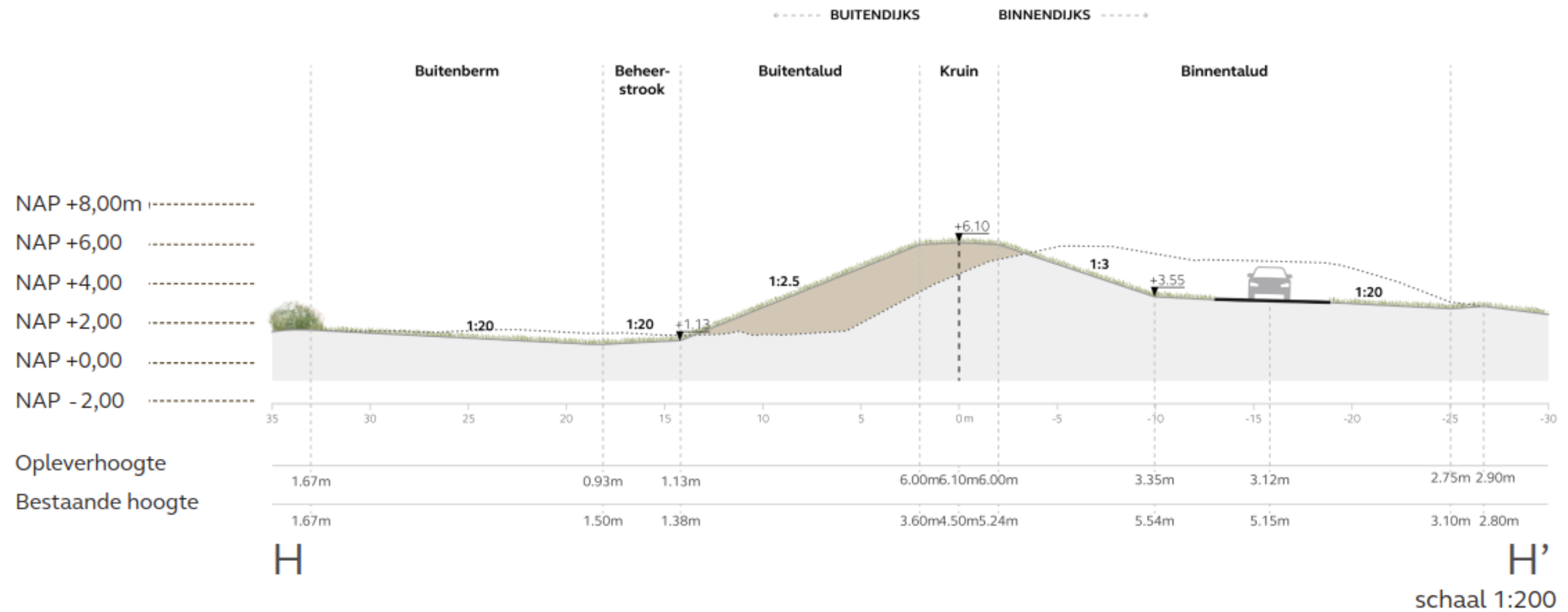
Dijkzone 11.7

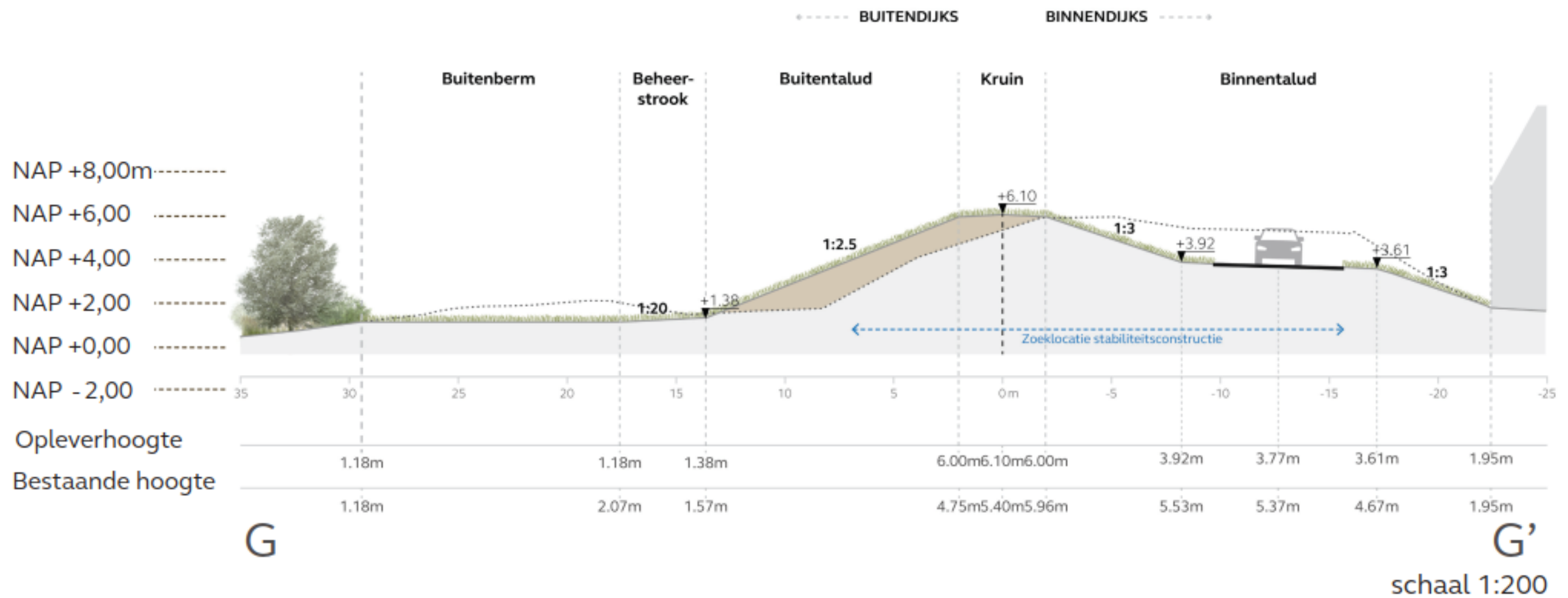


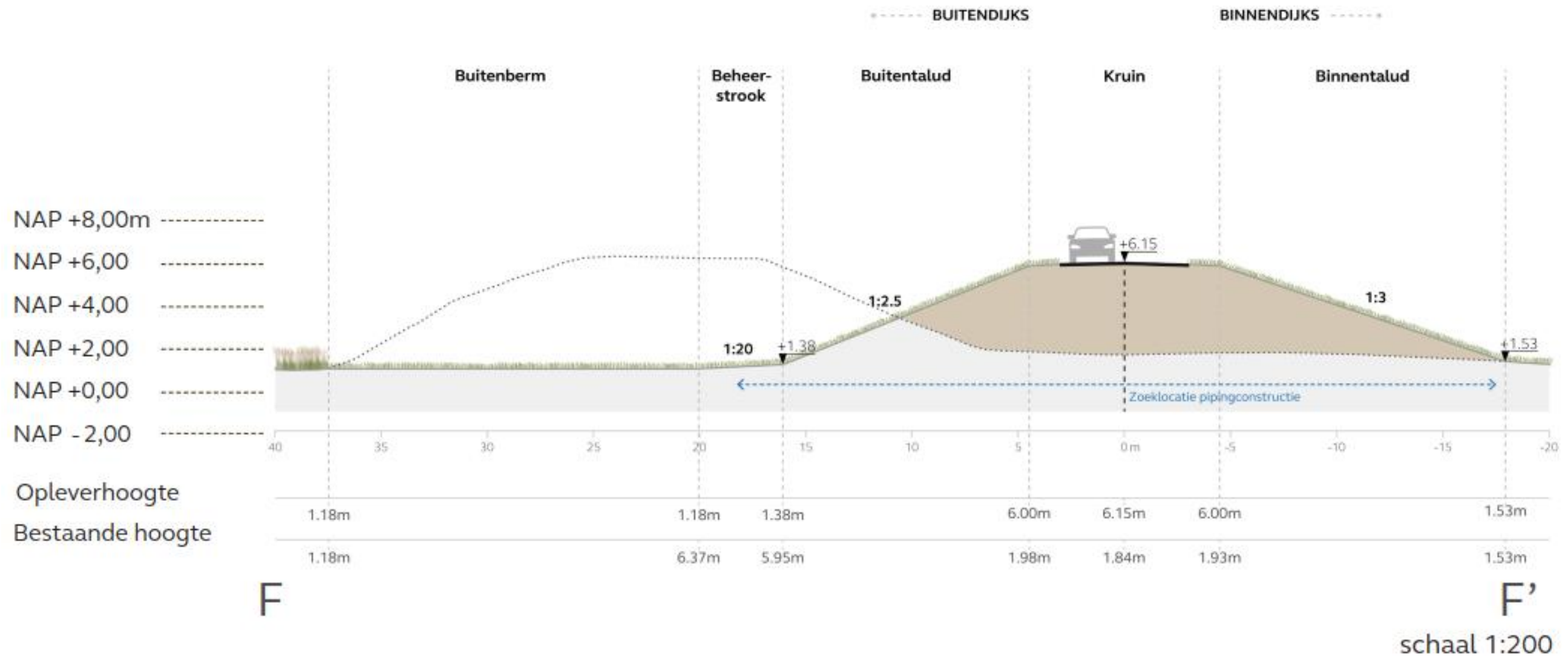


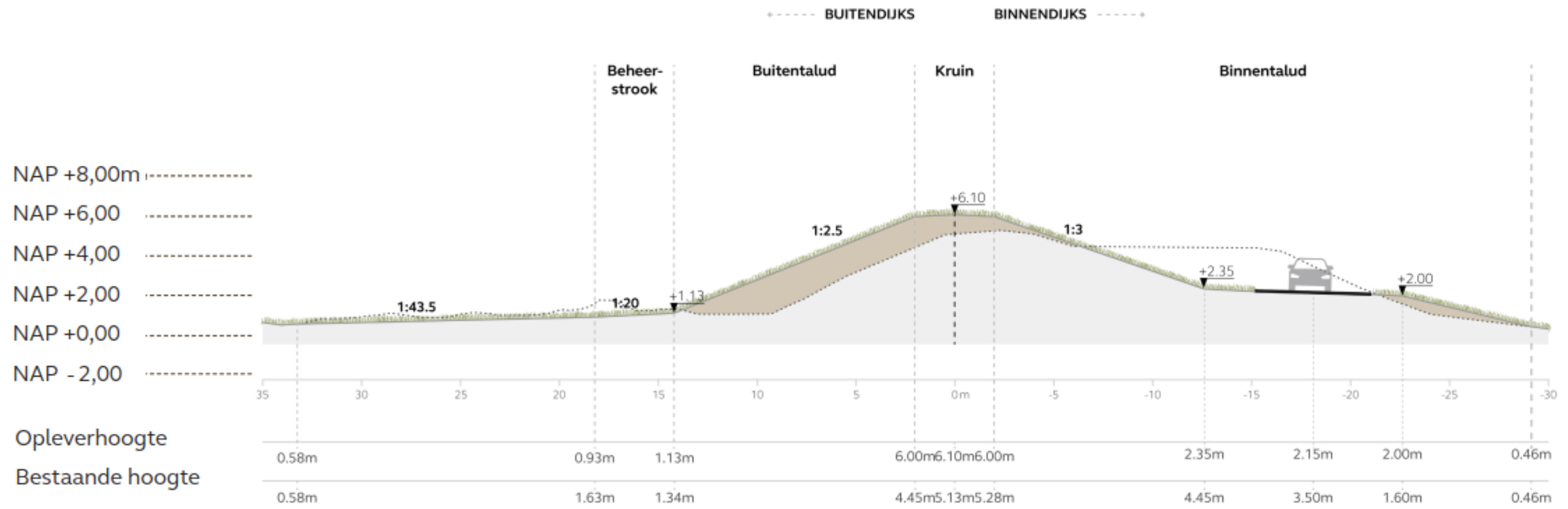












E

E'
schaal 1:200

