

**STERKE
LEKDIJK**

JAARSVELD - VREESWIJK

***Een krachtige en herkenbare dijk
betekenisvol in stad en land***



Het i-rapport met hoge resolutie figuren vindt u via de link:
[online i-rapport JAV VKA en MER deel 1](#)
Of via de QR code:



HOOGHEEMRAADSCHAP
**DE STICHTSE
RIJNLANDEN**

Colofon

Functie	Naam
Project	Dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk
Projectnummer	120512
Versie	4
Datum	11 juli 2022
Status	Eindversie voor publicatie
Kenmerk	DM
Auteur	Team JAV
Projectmanager	Peter Hesen
Ambtelijk opdrachtgever	Leon Nieuwland
Vrijgave door	Projectmanager
Vrijgave op	11 juli 2022

Versienr.	Datum	Omschrijving
1	30-03-2022	Concept 50% voor review
2	12-5-2022	Concept 70% voor review
3	13-6-2022	Concept 90% voor review
4	11-7-2022	Eindversie voor publicatie

**STERKE
LEKDIJK**

Inhoud

0. Samenvatting	6
1 Inleiding	19
1.1 Doel en voorgenomen activiteiten	19
1.2 Waarom een milieueffectrapportage	19
1.3 Referentiesituatie	20
1.4 Meekoppelkansen	20
1.5 Relevante plannen en besluiten	21
1.6 Kansrijke alternatieven	21
1.7 Beoordelingskader	25
1.8 Beoordelingsmethode	28
1.9 Innovaties	29
1.10 Leemten in kennis	29
1.11 Leeswijzer	29
2 Effectbeoordeling techniek	30
2.1 Uitvoerbaarheid	30
2.1.1 Beoordelingswijze	30
2.1.2 Effectbeoordeling	30
2.2 Beheerbaarheid	32
2.2.1 Beoordelingswijze	32
2.2.2 Effectbeoordeling	32
2.3 Uitbreidbaarheid	33
2.3.1 Beoordelingswijze	33
2.3.2 Effectbeoordeling	34
2.4 Duurzaamheid	34
2.4.1 Beoordelingswijze	35
2.4.2 Effectbeoordeling	36
3 Effectbeoordeling milieu	38
3.1 Natuur	38
3.1.1 Beoordelingswijze	38
3.1.2 Effectbeoordeling	41
3.2 Rivierkunde	44
3.2.1 Beoordelingswijze	44
3.2.2 Effectbeoordeling	46
3.3 Waterhuishouding	47
3.3.1 Beoordelingswijze	47
3.3.2 Effectbeoordeling	48
3.4 Bodem	51
3.4.1 Beoordelingswijze	51

3.4.2	Effectbeoordeling	52
4	Effectbeoordeling omgeving	54
4.1	Cultuurhistorie en landschap	54
4.1.1	Beoordelingswijze	54
4.1.2	Effectbeoordeling	55
4.2	Archeologie	55
4.2.1	Beoordelingswijze	55
4.2.2	Effectbeoordeling	56
4.3	Ruimtelijke Kwaliteit	57
4.3.1	Beoordelingswijze	57
4.3.2	Effectbeoordeling	58
4.4	Effecten tijdens aanleg (aanlegfase)	59
4.4.1	Beoordelingscriteria	59
4.4.2	Effectbeoordeling	59
4.5	Woon-, werk- en leefmilieu (gebruiksfase)	60
4.5.1	Beoordelingswijze	60
4.5.2	Effectbeoordeling	61
4.6	Recreatie en medegebruik	62
4.6.1	Beoordelingswijze	62
4.6.2	Effectbeoordeling	62
4.7	Verkeer	63
4.7.1	Beoordelingswijze	63
4.7.2	Effectbeoordeling	63
5	Beoordeling kosten kansrijke alternatieven	65
5.1.1	Beoordelingswijze	65
5.1.2	Effectbeoordeling	65
6	Effectbeoordeling voorkeursalternatief	66
6.1	Techniek	66
6.1.1	Uitvoerbaarheid (0)	66
6.1.2	Beheerbaarheid (0)	66
6.1.3	Uitbreidbaarheid (-)	66
6.1.4	Duurzaamheid (-)	67
6.2	Milieu	67
6.2.1	Natuur	67
6.2.2	Rivierkunde (0)	68
6.2.3	Waterhuishouding (grondwater (0), oppervlaktewater (-))	68
6.2.4	Bodem kwaliteit (0) en kwantiteit (-)	68
6.3	Omgeving	68
6.3.1	Cultuurhistorie en landschap (-)	68
6.3.2	Archeologie (-)	69

6.3.3	Ruimtelijke kwaliteit (+)	69
6.3.4	Effecten tijdens aanleg (-)	69
6.3.5	Woon-werk en leefmilieu (0)	69
6.3.6	Recreatie en medegebruik (0)	70
6.3.7	Verkeer (0)	70
6.4	Kosten (+)	70
6.5	Aandachtspunten voor Planuitwerking	70
7	Verklarende woordenlijst	71
Bijlage 1 Effectbeoordeling per deeltraject 73		
Bijlage 2 MER effectnotitie Natuur 96		
Bijlage 3 MER effectnotitie Rivierkunde 97		
Bijlage 4 Memo binnendijks watersysteem JAV 98		
Bijlage 5 Kaarten kansrijke alternatieven, voorkeursalternatief en Themakaarten 99		

0. Samenvatting

Het voorliggende Milieueffect Rapport (MER) - deel 1 van het dijkverbeteringsproject Jaarsveld-Vreeswijk (JAV) betreft de beoordeling van de effecten op het milieu van de kansrijke alternatieven en de 'referentiesituatie' (huidige toestand en autonome ontwikkeling). Daarna volgt de beoordeling van de effecten van het voorkeursalternatief (samengesteld uit de kansrijke alternatieven). In de Nota Voorkeursalternatief wordt dit voorkeursalternatief uitgebreid beschreven. De beoordeling is gebaseerd op het beoordelingskader uit de [Notitie Reikwijdte en detailniveau \(NRD\)](#) voor het gehele dijkversterkingsprogramma Sterke Lekdijk (SLD) en de daaropvolgende projectspecifiek voor JAV uitgebrachte [Nota van Uitgangspunten](#). De effectbeoordeling wordt voorafgegaan door een beschrijving van het project en de werkwijze bij de effectbeoordeling.

0.1. Doel van het project

De dijkversterking Jaarsveld-Vreeswijk (JAV) is onderdeel van het programma Sterke Lekdijk (SLD). Per 1 januari 2017 is de nieuwe Waterwet van kracht, waarin is bepaald dat uiterlijk in 2050 alle primaire waterkeringen aan de nieuw vastgestelde normering moeten voldoen. De Lekdijk voldoet niet aan deze waterveiligheidsnormen en daarom versterkt Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) de dijk tussen Amerongen en Schoonhoven over een totale lengte van 55 km. Het traject Jaarsveld - Vreeswijk loopt vanaf de westzijde van de Beatrixsluis bij Nieuwegein tot en met de kern van Jaarsveld en heeft een lengte van 12,8 km. Het doel is dan ook de dijk ook in de toekomst voldoende veilig te houden en te laten voldoen aan de normen die sinds 2017 gelden.

0.2. Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit betreft de maatregelen die nodig zijn om te voldoen aan de veiligheidsopgave. Deze dijkversterkingsmaatregelen dienen op een goede wijze te worden ingepast binnen bestaande waarden en functies van het gebied. Het waterschap geeft ruimte voor meekoppelkansen om met de dijkversterking zo veel mogelijk maatschappelijke meerwaarde te realiseren. Verder wil het waterschap bij de dijkversterking innovatieve oplossingen toepassen en heeft het hoge duurzaamheidsambities (zoals emissieloze uitvoering). De keuze voor de innovaties die daadwerkelijk worden gebruikt zijn in deze verkenningfase nog niet gemaakt.

0.3. Voorafgaande plannen en besluiten

Voor het programma Sterke Lekdijk als geheel zijn eerder de volgende overkoepelende documenten vastgesteld: de Nota Strategische Uitgangspunten, de Nota Hydraulische Randvoorwaarden, de Nota Ruimtelijk Kwaliteitskader en de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (deze laatste voor de effectbeoordeling van de maatregelen). Voor Jaarsveld-Vreeswijk zijn de uitgangspunten, randvoorwaarden, kaders, ambities en wensen beschreven in de [Nota van Uitgangspunten](#) (april 2021). In november 2021 is de [Nota Kansrijke Oplossingen](#) opgesteld, die het startpunt was voor de Nota Voorkeursalternatief (VKA) en het voorliggende Milieueffect Rapport (MER deel 1). In de planuitwerkingsfase volgt het definitieve MER.

0.4. Kansrijke alternatieven

Binnen het project zijn twee kansrijke alternatieven ontwikkeld:

- Kansrijk alternatief 1 - Krachtig Behouden
- Kansrijk alternatief 2 - Robuust Verbeteren

Vanuit deze kansrijke alternatieven is vervolgens, na beoordeling, het voorkeursalternatief opgesteld.

Kansrijk alternatief 1 – Krachtig Behouden

In kansrijk alternatief 1 (KA1) ligt het accent op maatregelen in en onder het dijklichaam. Door deze verticale innovatieve ondergrondse maatregelen (schermconstructies) wordt de verschijningsvorm van de dijk nauwelijks aangetast. Bestaande landschappelijke kwaliteiten blijven zoveel mogelijk behouden. Routestructuren voor langzaam verkeer en de inrichting van de openbare ruimte van Jaarsveld en Vreeswijk worden verbeterd.

In de kaart van KA1 is onderscheid gemaakt tussen verticale maatregelen voor 'piping' en voor 'macrostabiliteit binnenwaarts' omdat hiervoor verschillende technische maatregelen mogelijk zijn. Voor beide faalmechanismen zijn maatregelen mogelijk die passen binnen het huidige profiel van de dijk (principe-profiel A). We denken bij KA1 aan het toepassen van innovatieve, ondergrondse schermconstructies tegen piping zoals een kunststof scherm, Prolock Filter, Verticaal Zanddicht Geotextiel of Grof Zand Barrière. De versterkingsmaatregelen voor macrostabiliteit binnenwaarts variëren van verankeringsstechnieken of 'mixed-in-place' (ondergrondse 'wand') tot de innovatieve oplossingen. We zien stalen damwanden als terugvaloptie wanneer innovatieve maatregelen vanwege onvoldoende ontwikkeling of ongewenste effecten niet toepasbaar blijken te zijn of enkel als maatwerk op specifieke locaties.

Op een aantal plaatsen voldoet het huidige binnentalud en/of het buitentalud van de dijk niet aan de eisen voor waterveiligheid. Op deze plaatsen wordt het talud verstevigd en verflauwd naar 1:3. Dit kan een beperkt extra ruimtebeslag geven aan de binnen- en buitendijkse zijde. Dit is weergegeven in figuur 0.1 kansrijk alternatief 1. Het verflauwen van de taluds zonder veiligheidsopgave is bij KA1 niet aan de orde. Verder is op een aantal plaatsen sprake van een beperkt hoogtetekort (maximaal enkele decimeters). Op deze plaatsen wordt de kruin van de dijk verhoogd. In de meeste gevallen betekent dit ook een beperkte verbreding van de dijk, die we aan de landzijde van de dijk realiseren.

Figuur 0.1.1 principeprofiel kansrijk alternatief 1



Kansrijk alternatief 2 – Robuust Verbeteren

Bij kansrijk alternatief 2 (KA2) wordt ingezet op de combinatie van stabiliteitsbermen en pipingbermen in een zoveel mogelijk – vloeiend - doorlopend grondlichaam aan de binnenzijde van de dijk.. Hierdoor krijgt de dijk een nieuw en breder profiel en een nieuwe karakteristiek (zie figuur 0.2 principeprofiel kansrijk alternatief 2). Op plekken waar de ruimte beperkt is, werken we met verticale ondergrondse maatregelen (schermen).

Aandachtspunt is het zorgen voor goede (nieuwe) gebruiksmogelijkheden op de nieuw aangelegde bermen (zoals het terugbrengen van agrarisch gebruik). Op een aantal plekken biedt het kansen voor herinrichting, bijvoorbeeld extra parkeermogelijkheden, herinrichting van een park en herinrichting van de

openbare ruimte. Daar waar de beschikbare ruimte te beperkt is voor een grondlichaam, bijvoorbeeld bij belendende bebouwing of landschappelijk waardevolle elementen in het achterland, passen we maatwerk toe. Ook bij KA2 gaan we vanwege de veiligheidsopgave het talud verstevigen en verflauwen naar 1:3. Bij KA2 gaan we echter ook op plekken waar geen veiligheidsopgave geldt het talud verflauwen. Dit in het kader van de beheeropgave, die onder meer is gericht op het gemakkelijker bewerkbaar en meer erosiebestendig maken van de dijk (wat op zijn beurt ook weer bijdraagt aan de veiligheid). Dit geeft langs vrijwel het gehele dijktraject een beperkt extra ruimtebeslag. Dit is weergegeven in figuur 0.2 principeprofiel kansrijk alternatief 2.

Daarnaast is net als bij KA1 op een aantal plaatsen sprake van een beperkt hoogtetekort (maximaal enkele decimeters). Op deze plaatsen wordt de kruin van de dijk verhoogd, waarbij het binnentalud iets naar binnen schuift, op dezelfde wijze als bij KA1.

Figuur 0.1.2 principeprofiel kansrijk alternatief 2



Zie voor de overzichtskaarten bijlage 5

0.5. Referentiesituatie (huidige situatie en autonome ontwikkeling)

Het landschap rond de dijk is afwisselend, waardoor de identiteit van de dijk continu verandert. De dijk loopt vanuit het 'dorpstedelijke' gebied van Vreeswijk/Nieuwegein (traject van 4,5 kilometer) door een landelijk gebied (8 kilometer) en loopt door tot in het dorp Jaarsveld (0,5km). Over het gehele traject JAV is in meer of mindere mate het 'leven met water' zichtbaar. Kenmerkende structuren en elementen zoals de Kromme IJssel en verschillende dijkdoorbraken dooraderen het landschap en vertellen meer over de ontstaanswijze van de omgeving. Dichtbij de rivier zijn oeverwallen gevormd, waarop nederzettingen zijn ontstaan. Verder in het achterland zijn uitgestrekte kleikomgronden en veenweidegebieden aanwezig.

Onderdeel van het traject tussen Jaarsveld en Vreeswijk zijn ook de 'voorhavendijken' van de Beatrixsluis en de Koninginnensluis. Deze sluizen maken zelf geen deel uit van het dijkversterkingsproject. In het traject ligt één kunstwerk, namelijk de Gemeentesluis in Vreeswijk. De vlakbij gelegen Rijkshulpschutsluis is volledig afgesloten en wordt daarom gezien als een bijzondere waterkerende constructie.

Naast het reguliere beheer en onderhoud in het gebied, zijn tot 2030 geen autonome ontwikkelingen voorzien, met uitzondering van woningbouw met wegontsluiting aan de zuidzijde van IJsselstein. Deze ontwikkeling is echter nog lang niet zeker en wordt daarom niet meegenomen.

Een mogelijk raakvlakproject waar we duidelijke meerwaarde verwachten bij gezamenlijk realisatie is de natuurontwikkeling in de uiterwaarden, met name bij natuurgebied de Horde. Dit project is niet meegenomen als onderdeel van de autonome ontwikkeling omdat de (wijze van) uitvoering nog niet zeker is.

0.6. Effectbeoordeling en vergelijking alternatieven

De effecten van de beide kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief zijn in beeld gebracht voor een aantal criteria uit de thema's techniek, milieu, omgeving en kosten. Deze aspecten komen uit de [Notitie Reikwijdte en detailniveau \(NRD\)](#) voor de gehele Sterke Lekdijk en het daaropvolgende beoordelingskader in de [Nota van Uitgangspunten](#). De effecten zijn steeds met een 5-puntsschaal beoordeeld. Zie tabel 0.1. De totale effectbeoordeling is samengevat in tabel 0.2

Tabel 0.1.1 Scores bij de effectbeoordeling

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect kan optreden
-	Licht negatief effect kan optreden
0	Geen significant of neutraal effect
+	Positief effect kan optreden
++	Sterk positief effect kan optreden

Tabel 1.2 Effectbeoordeling voor de twee kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief ten opzichte van de referentiesituatie

Criterium	Toelichting	KA1	KA2	VKA
Techniek				
Uitvoerbaarheid	Ervaring met de toegepaste technieken, complexiteit van de uitvoering inclusief (veiligheids)risico's.	0	0	0
Beheerbaarheid	Gevolgen voor het beheer en onderhoud	0	+	0
Uitbreidbaarheid	Gevolgen voor toekomstige dijkversterking en adaptiviteit in relatie tot klimaatverandering	--	0	-
Duurzaamheid	Materialengebruik (Milieu Kosten Indicator)	--	++	0
Milieu				
Natuur	Effecten op N2000-gebieden en soorten (exclusief het effect van stikstof)	0	0	0
	Effecten op overige beschermde flora en fauna (aanleg / gebruiksfase)	- / -	- / --	-
	Effecten voor doelen Natuur Netwerk Nederland (aanleg / gebruiksfase)	0 / 0	- / 0	0
Archeologie	Effect op archeologische verwachtings- en beschermde waarden	-	-	-
Rivierkunde	Effecten op maatgevende hoogwaterstanden	-	-	-

	Effecten op morfologie	0	0	0
	Effecten op scheepvaart	0	0	0
waterhuishouding	Invloed op grondwaterstanden in relatie tot bebouwd en agrarisch gebied (eventueel ook natuur indien gevoelig)	-	0	0
	Toename/afname van binnendijs waterbezwaar	0	-	-
Bodem	Kwaliteit (bodem- en grondwaterkwaliteit)	0	0	0
	Kwantiteit (grondbalans/grondverzet)	-	--	-
Milieu				
Cultuurhistorie en landschap	Effecten op gebouwde monumenten, beeldbepalende bomen, landschaps- en aardkundige waarden, zichtlijnen en overige cultuurhistorische kenmerken	0	-	-
Ruimtelijke kwaliteit	Effecten op kernwaarden uit Ruimtelijk Kwaliteitskader van Project Sterke Lekdijk	0	-	+
Effecten tijdens aanleg	Effecten op functies en bereikbaarheid	-	-	-
	Effecten op vervoersbewegingen	-	-	-
	Effecten op geluids- en trillinghinder	-	-	-
Woon-, werk- en leefmilieu	Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen)	0	0	0
	Effect op in bestaande functies van percelen (functionaliteit)	-	-	-
Recreatie en medegebruik	Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen)	0	+	0
Verkeer	Effect op verkeersveiligheid	0	0	0
	Effect op verkeersafwikkeling	0	0	0
	Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten	0	0	0
Kosten				
Levensduurkosten	Combinatie van investeringskosten, beheer- en onderhoudskosten en vervangingskosten	+	-	+

0.6.1. Techniek

Uitvoerbaarheid

De uitvoerbaarheid van de dijkversterking beoordelen we door te kijken naar de ervaring met en de complexiteit van de maatregelen die onderdeel uitmaken van het alternatief en welke (technische) risico's dat eventueel oplevert. Ook de hoeveelheid maatwerk om lokale knelpunten op te lossen kan de uitvoerbaarheid (en ook beheerbaarheid) complexer maken, omdat dan een verscheidenheid aan technieken wordt toegepast die goed op elkaar moeten aansluiten. Beide Kansrijke alternatieven zijn neutraal (0) beoor-

deeld op uitvoerbaarheid. In beide alternatieven worden innovatieve technieken voorgesteld waar nog beperkt praktijkervaring mee is, maar die wel als goed uitvoerbaar worden beschouwd. Er is geen wezenlijk verschil tussen beide alternatieven.

Beheerbaarheid

De beheerbaarheid van de dijkversterking beoordelen we door te kijken naar het gemak om te beheren, te onderhouden en te inspecteren tijdens normale omstandigheden en tijdens calamiteiten (hoogwater). Dit wordt beoordeeld op drie punten, namelijk de bereikbaarheid van de kernzone van de dijk voor beheer en onderhoud, de uniformiteit van de dijk en de inspecteerbaarheid. Het onderscheid tussen beide kansrijke alternatieven ligt met name in de taludverflauwing. In KA2 is er voor gekozen om het talud te verflauwen naar 1:3 voor zowel de binnenzijde als de buitenzijde langs de gehele dijk. Aan de binnenzijde kan dit op veel locaties worden gecombineerd met de aanleg van grondbermen, op andere locaties is het een aanvullende maatregel die als beheeropgave is opgenomen in KA2. Om deze reden wordt de beheerbaarheid van KA2 als goed beoordeeld (+).

In KA1 wordt taludverflauwing alleen toegepast waar dit noodzakelijk is om een stabiel, veilig talud te krijgen. In KA1 passen we overal verticale ondergrondse maatregelen toe en wordt het bestaande dijkprofiel zoveel mogelijk intact gelaten. De beheerbaarheid zal niet slechter zijn dan in de huidige situatie en daarmee is het oordeel neutraal (0).

Uitbreidbaarheid

Om de uitbreidbaarheid te beoordelen kijken we naar de mate waarin een toekomstige versterking van de dijk mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte. Hoe kleiner de inspanning die nodig is om de waterkering aan te passen, des te beter de oplossing scoort. Grondoplossingen hebben vanuit uitbreidbaarheid de voorkeur omdat deze technisch gezien makkelijk uitbreidbaar zijn.

In algemene zin zijn verticale ondergrondse maatregelen zoals damwanden, kwelschermen, vernagelingsoplossingen niet/nauwelijks uitbreidbaar. Voor filtermaatregelen die toegepast worden als pipingmaatregel geldt dat deze onafhankelijk van de belasting werken en ook niet uitbreidbaar hoeven te zijn. Daar waar de verticale maatregelen toegepast worden als stabiliteitsmaatregel geldt dat deze bij toenemende belasting wel uitbreiding behoeven. Omdat in kansrijk alternatief 1 op veel deeltrajecten wordt gekozen voor verticale maatregelen die ook als stabiliteitsmaatregel fungeren, scoort dit alternatief sterk negatief (--).

In KA2 wordt vaker gekozen voor maatregelen met grond. Deze zijn over het algemeen goed uitbreidbaar. Omdat dit vergelijkbaar is met de huidige situatie scoren we dit alternatief neutraal (0).

Duurzaamheid

Om inzicht te krijgen in de milieu-impact van de twee kansrijke alternatieven, zijn berekeningen gemaakt met het programma DuboCalc om tot de Milieukostenindicator (MKI), uitgedrukt in euro's, te komen. Omdat we de MKI-resultaten van de alternatieven onderling vergelijken, beoordelen we de Kansrijke Alternatieven ten opzichte van elkaar met positief "+", neutraal "0" of negatief "-". Een positieve beoordeling is toegekend aan het alternatief met de laagste MKI en dus de laagste impact op het milieu. Een negatieve beoordeling is toegekend aan het alternatief met de hoogste MKI.

De berekeningen laten zien dat kansrijk alternatief 1 hoger (dus slechter) scoort op de MKI dan kansrijk alternatief 2. Het materialengebruik in KA1 heeft dus de grootste impact op het milieu (score --), met name omdat in de berekening gekozen is voor stalen damwanden voor stabiliteit. Wanneer de verticale oplossingen worden gerealiseerd met een duurzamer, innovatief alternatief (zoals een soilmix damwand), kan de MKI mogelijk worden verlaagd, maar de lange termijneffecten van het gebruik van de soilmix damwand zijn nog niet voldoende duidelijk.

In KA2 zetten we minder verticale maatregelen in, en gaan we meer uit van oplossingen met grond (stabiliteitsbermen). De milieu-impact van deze oplossingen komt voort uit het leveren en aanbrengen van klei en zand. Het materieel dat wordt gebruikt voor deze werkzaamheden veroorzaakt onder andere uitstoot van CO₂. Hier valt winst te behalen door te kiezen voor duurzamer materieel en lokaal gewonnen delfstoffen (gesloten grondbalans). In de berekeningen is nu bij het ontgraven en leveren van grond uitgegaan van materieel dat loopt op diesel. Bij gebruik van elektrisch materieel, op groene stroom, wordt de impact gerelateerd aan de grondoplossing sterk verminderd.

Door de beoordeling van de Kansrijke alternatieven ten opzichte van elkaar, is de score voor KA 1 – en voor KA2 ++.

0.6.2. Milieu

Natuur

Bij de beoordeling voor het aspect natuur is gekeken naar effecten op Natura 2000-gebieden, effecten op overige beschermde gebieden (Natuurnetwerk Nederland) en effecten op beschermde soorten. Bij de beoordeling is steeds uitgegaan van (potentieel) aanwezige waarden.

In het beoordelingskader worden ook Kader Richtlijn Water (KRW) en houtopstanden genoemd. Deze worden in dit MER niet beoordeeld. KRW niet omdat geen KRW-gebied geraakt wordt. Hier liggen wel meekoppelkansen. Houtopstanden gaan we in de planuitwerkingsfase nader bekijken op effecten.

Natura 2000

Ter hoogte van de kern Uitweg bevindt zich in de uitwaarden het gebied de 'de Horde', wat onderdeel is van Natura 2000-gebied 'Uiterwaarden Lek'

Aanlegfase

Omdat de dijk in de huidige situatie ook al wordt benut als infrastructuur door voertuigen, fietsers en wandelaars, is geen sprake van aanvullende optische verstoring. Andere storingsfactoren als mechanische verstoring, verstoring door geluid en licht kunnen tot enkele tientallen meters ver reiken. De aanwezige Habitattypen en -soorten aanwezig in deelgebied De Horde zijn hier echter niet gevoelig voor.

Andere storingsfactoren (excl. stikstof) zijn niet aan de orde. De beoordeling van deze effecten komt voor beide alternatieven uit op 0.

Tijdens de uitvoering van de voorgenomen werkzaamheden bij beide Kansrijke Alternatieven is de uitstoot van stikstof te verwachten. Om goed in beeld te krijgen hoe groot deze uitstoot en eventuele negatieve effecten op natuur is een Aeriusberekening nodig. Hiervoor is het noodzakelijk om te weten welk type materieel, in welke periode ingezet wordt. In de planuitwerkingsfase wordt dit duidelijker en wordt ook inzichtelijk wat het daadwerkelijke effect gaat zijn. Een van de beheersmaatregelen op voorhand is dat Sterke Lekdijk de nadrukkelijke ambitie heeft om het project zo veel mogelijk emissieloos uit te voeren.

Gebruiksfase

De dijkversterking heeft in de gebruiksfase geen ander effect op het Natura 2000 gebied dan in de autonome ontwikkeling en beide alternatieven scoren neutraal (0). Het plangebied blijft functioneren als een dijk, met daarop weginfrastructuur.

Flora en Fauna

Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase kan sprake zijn van overtreding van verbodsartikelen van meerdere soortgroepen, waaronder vaatplanten, broedvogels, vleermuizen (vliegroute), grondgebonden zoogdieren, amfibieën, reptielen en vissen. Het gaat hierbij in hoofdzaak om verstoring en tijdelijk ongeschikt maken van delen van het leefgebied. Voor al deze effecten geldt dat ze gemitigeerd kunnen worden. Om de wijze van mitigatie scherp te krijgen is het voor een deel van de soortgroepen nog nodig om nader onderzoek uit te voeren. Aangezien gefaseerd wordt gewerkt en altijd onverstoorde leefgebieden beschikbaar blijft, beoordelen we het effect bij kansrijk alternatief 1 als beperkt negatief (-).

In kansrijk alternatief 2 is het ruimtebeslag van de maatregelen groter en kunnen met name de grondwerkzaamheden aan de noordzijde van de dijk zorgen voor een groter en langduriger effect. Daarom beoordelen we kansrijk alternatief 2 als zeer negatief (--).

Gebruiksfase

Bij kansrijk alternatief 1 is het niet of nauwelijks nodig om bomen te kappen of delen van watergangen te dempen. Om deze reden wordt het effect als beperkt (-) ingeschat.

Voor kansrijk alternatief 2 moeten wel meer bomen gekapt worden en (delen van) watergangen gedempt. Sloten worden weliswaar verplaatst, maar dit betekent wel dat de vegetatie ontwikkeling opnieuw moet beginnen. Voor soorten als heikikker en grote modderkruiper geldt dat zij zich juist ophouden in sloten met een goede vegetatie ontwikkeling. Om deze reden geldt dat het effect zeer negatief (--) is.

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Parallel aan vrijwel het gehele traject bevinden zich aan de zuidzijde gebieden die zijn aangewezen als NNN. Verreweg het grootste oppervlak is aangewezen als natuurdoeltype Kruiden- en faunair grasland. Het betreft niet alleen graslandenpercelen buitendijks, maar ook het zuidelijke dijktaalud. Buitendijks bevinden zich (op groter afstand) ook de natuurdoeltypen Dynamisch moeras, Zoete plas en Rivier.

Aanlegfase

De dijkverzwaring vindt plaats aan de noordzijde van de dijk. Van deze werkzaamheden is geen effect te verwachten op de aangrenzende aanwezige NNN. Bij kansrijk alternatief 1 vindt aan de zuidzijde van de dijk op een aantal locaties verflauwing van het taalud plaats. Bij kansrijk alternatief 2 vindt taaludverflauwing over het hele traject plaats. Daar waar dit plaatsvindt, verdwijnt de aanwezige vegetatie tijdelijk. Deze vegetatie kan zich echter snel terug ontwikkelen door kolonisatie van zaden uit aangrenzende vegetaties die behouden blijven. Met behulp van mitigatie, door het maaisel van aangrenzende dijkvegetaties uit te strooien over de recent verflauwde taaluds, kan een snelle herontwikkeling worden bevorderd. Aangezien bij kansrijk alternatief 1 de effecten op beperkte schaal en kortdurend plaatsvinden beoordelen we deze als neutraal (0). Kansrijk alternatief 2 beoordelen we als beperkt negatief, omdat de buitendijkse taaludverflauwing over een groter gebied wordt uitgevoerd.

Gebruiksfase

In de gebruiksfase blijft bij beide alternatieven het gebruik van het plangebied hetzelfde; een dijk met daarop infrastructuur. We beoordelen dan ook beide alternatieven als neutraal (0).

Rivierkunde

Bij rivierkunde kijken we naar de effecten op maatgevende hoogwaterstanden, morfologie en scheepvaart. Op basis van het Rivierkundig Beoordelingskader (RBK) is gekeken naar de opstuwing van de rivierwaterstand als gevolg van de maatregelen. Bij kansrijk alternatief 1 wordt het taalud alleen op korte

trajecten verflauwd, bij kansrijk alternatief 2 wordt over langere trajecten het talud verflauwd. Voor beide alternatieven volgt uit de berekeningen dat de opstuwing van de rivier als gevolg van de maatregelen ruim onder de 1mm blijft. De kleine tot verwaarloosbare waterstandseffecten hebben ook geen invloed op het stromingspatroon van de rivier en daarmee geen effect op de vaargeuldiepte en dwarsstroming voor scheepvaart of morfologische effecten in het zomerbed.

Effecten op morfologie en scheepvaart beoordelen we dan ook voor beide alternatieven als neutraal (0). Voor de maatgevende hoogwaterstanden is er ook geen significant effect, echter vanuit het principe dat iedere buitendijkse versterking negatief beoordeeld wordt, beoordelen we deze voor beide alternatieven als licht negatief (-).

Waterhuishouding

Bij waterhuishouding kijken we naar de invloed op grondwaterstanden en de wijzigingen voor het oppervlaktewater (binnendijs waterbezwaar).

Grondwater

Een daling van grondwaterstanden als gevolg van de dijkversterkingsmaatregelen kan als negatief worden beoordeeld vanwege de mogelijk negatieve effecten op bebouwing (zetting) en natuur (verdroging). Daling van de grondwaterstanden kan op landbouw zowel een positief als een negatief effect hebben. Als in de huidige situatie sprake is van vernattingsschade kan daling van grondwaterstand positief zijn, maar als in de huidige situatie sprake is van droogte is het een negatief effect.

Bij kansrijk alternatief 1 bestaat mogelijk een geringe beïnvloeding van de grondwaterstroming door verticale constructies in een gevoelig gebied (historische kern, bebouwde kom) van Vreeswijk en Jaarsveld. Daarom hebben we KA1 met een '-' beoordeeld. Het effect is naar verwachting zeer klein omdat de verticale constructies worden aangebracht in een dik watervoerend pakket. In KA2 is er alleen bij Jaarsveld mogelijk een negatief effect door de verticale constructie voor stabiliteit. Het alternatief als geheel scoort neutraal (0)

In de planuitwerking zal het effect op de grondwaterstanden worden gekwantificeerd en indien nodig worden gemitigeerd.

Oppervlaktewater

De dijkversterking kan ook tot gevolg hebben dat het huidige oppervlaktewatersysteem minder goed gaat functioneren en de peilbeheersing in de achterliggende polder niet meer goed kan worden uitgevoerd. Indien aanpassingen nodig zijn om dit te voorkomen, bijvoorbeeld door het aanleggen van extra watergangen of vergroting van gemaalcapaciteit, zien we dit als negatief.

De maatregelen in kansrijk alternatief 1 bestaan uit verticale maatregelen en raken nergens watergangen of kunstwerken in het regionale watersysteem. Daarom beoordelen we dit alternatief als neutraal (0). In KA2 wordt het oppervlaktewatersysteem wel negatief beïnvloed. Stabiliteitsbermen en pipingbermen zorgen in het landelijk gebied tussen IJsselstein en Jaarsveld voor demping van sloten en verdwijnen van stuwen. Dit kan een effect hebben op de bergingscapaciteit van de watergangen. In totaal gaat het om ca. 10.000 m² aan tertiaire watergangen die worden geraakt en totaal ca. 6.300m² aan primaire watergangen. In de planuitwerkingsfase zal in het ontwerp rekening gehouden moeten worden met het aanpassen van het watersysteem zodat geen afname van bergend vermogen plaatsvindt en de waterbeheersing binnendijs niet negatief wordt beïnvloed.

Bodem

Kwaliteit (bodem en grondwater)

Onderzoek aan de bodem voor het gehele dijktracé heeft een overzicht opgeleverd van de lokale gevallen van bodemverontreiniging. Aangenomen is dat alleen effecten op bodemkwaliteit ontstaan wanneer het ruimtebeslag van de maatregelen daadwerkelijk een bodemverontreiniging raakt.

Voor beide Kansrijke alternatieven geldt dat geen maatregelen genomen worden die effect hebben op aanwezige verontreinigingen of potentiële gevallen van bodemverontreiniging. We beoordelen dan ook beide Kansrijke Alternatieven als neutraal (0).

Kwantiteit (grondbalans)

Voor de maatregelen bij beide alternatieven moeten we grond aanvoeren, bij kansrijk alternatief 1 circa 200.000m³ en bij kansrijk alternatief 2 gaat het om circa. 800.000m³. Kansrijk alternatief 1 scoort hiermee negatief (-) en kansrijk alternatief 2 zeer negatief(--)

0.6.3.Omgeving

Cultuurhistorie en Landschap

Langs de gehele Lekdijk zijn cultuurhistorische elementen te vinden die het verhaal vertellen van dijkbe-waking en dijkonderhoud, zoals waak- en wachthuizen, dijkmagazijnen, verhoefslagpalen. Ook is sprake van overige cultuurhistorisch waardevolle objecten en gebouwen, die het verhaal vertellen. Daarnaast heeft de strijd tegen het water veel relictten achter gelaten in het landschap in de vorm van wielen en klei-putten. De landschappelijke waarden van de Lekdijk zijn (beeldbepalende) bomen en bosschages op en langs de dijk, de relatie tussen de dijk, de Lek en het land binnendijs. Verder is sprake van veel belang-rijke zichten op kerktorens, de overkant van de Lek en het achterliggende, open landschap van de Lopi-kerwaard met het overwegend agrarisch gebruik en kenmerkende slotenpatroon.

Omdat bij kansrijk alternatief 1 de bestaande cultuurhistorische en landschappelijke elementen nagenoeg volledig in stand gehouden worden, beoordelen we dit alternatief als neutraal (0). Wel moeten we reke-ning houden met trillingen tijdens het aanbrengen van de verticale maatregel, die schade zou kunnen veroorzaken. Dit is afhankelijk van de nog te maken keuze voor verticale maatregelen.

In kansrijk alternatief 2 is het algemene effect dat het dijklichaam aangepast wordt en dat stabiliteits- en pipingbermen overlappen met bestaande cultuurhistorische en landschappelijke waarden. Hierdoor scoort KA2 negatief. In het centrum van Vreeswijk en Jaarsveld wordt echter vanwege de hoge dichtheid aan cultuurhistorische waarden ook in kansrijk alternatief 2 gekozen voor verticale maatregelen, en sco-ren beide alternatieven neutraal. De negatieve score van KA2 komt vooral door brede stabiliteits- en pi-pingbermen in het landelijk gebied, die worden afgewisseld door lokale maatwerkoplossingen.

Archeologie

De dorpskernen van Jaarsveld en Vreeswijk worden gekenmerkt door een hoge archeologische waarde, met veel archeologische vindplaatsen. Langs de hele dijk ligt volgens de archeologische waardekaart een aantal gebieden met middelhoge of hoge verwachtingswaarde vanwege de bodeombouw, of vanwege de aanwezigheid van historische bebouwing (huisplaatsen). De Lekdijk zelf is van hoge archeologische waarde vanwege de historie van de dijkopbouw.

Het risico op aantasting van archeologische waarden is relatief beperkt doordat nauwelijks vergraving plaats gaat vinden. Het aanbrengen van verticale constructies in het dijklichaam zorgt echter wel op veel plaatsen voor een beperkt risico. Beide alternatieven scoren daarom negatief. Voorafgaand aan de werk-zzaamheden zal ter plekke nader onderzoek moeten plaatsvinden naar archeologische waarden. kansrijk alternatief

Ruimtelijke kwaliteit

De kernwaarden uit het Ruimtelijk Kaliteitskader (RKK) van Sterke Lekdijk worden in beide alternatieven nagestreefd om te behouden en te versterken. In KA1 ligt de nadruk meer op het behouden van de bestaande waarden en in KA2 kunnen we extra waarden toevoegen op de brede bermen. Verder kan ruimtelijke kwaliteit verloren gaan bij het aanleggen van de versterkingsmaatregelen. Vanuit het [Ruimtelijk Kaliteitskader \(RKK\) Dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk d.d. 7 april 2021](#) is een aantal aandachtspunten meegegeven zoals de onderdoorgang bij de A2, de dam in de Hollandse IJssel, de buitendijkse woonwijk aan de Lekboulevard en de kernen van Vreeswijk en Jaarsveld. Op deze plekken is door middel van de meekoppelkansen een grote slag te slaan in de verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. Voor het gehele dijktraject heeft KA2 de voorkeur wanneer een extra kans op ruimtelijke kwaliteit geboden wordt. Doordat we beoordelen zonder deze kans, zien we kansrijk alternatief 2 als negatief (-) Op plekken waar gekozen wordt voor een continu dijktraject of waar de strijd tegen het water zichtbaar is, geldt voornamelijk de voorkeur voor verticale maatregelen. Door de nadruk op behouden van de bestaande waarden bij kansrijk alternatief 1 wordt dit als neutraal beoordeeld (0).

Effecten tijdens aanleg

Voor de effecten tijdens aanleg beoordelen we de effecten op functies en bereikbaarheid, vervoersbewegingen en geluids-, stof- en trillingshinder.

Bij de werkzaamheden in beide kansrijke alternatieven zal de dijk gedurende bepaalde periode niet bereikbaar zijn. Beide alternatieven scoren dan ook negatief(-) op functies en bereikbaarheid.

Vanwege de benodigde vervoersbewegingen van werkverkeer bij beide alternatieven scoren deze beide negatief (-)

Bij beide alternatieven kunnen de maatregelen overlast opleveren voor omwonenden. Met name in de deeltrajecten met bebouwing direct naast of op de dijk is vanwege de beperkte ruimte geen andere mogelijkheid dan aanbrengen van constructies in de dijk. De kans dat hier hinder voor omwonenden bij gaat optreden is reëel. Om de hinder en eventuele schade zoveel mogelijk te beperken zal in de planuitwerkkingsfase verder gekeken worden naar het ontwerp en de bijbehorende uitvoeringsmethode. Beide kansrijke alternatieven beoordelen we negatief (-).

Woon-werk en leefmilieu

Effecten op woon-, werk en leefmilieu zijn opgesplitst in Invloed op woongenot en bedrijfsfuncties én effect op bestaande functies, waaronder landbouw.

Woongenot en bedrijfsfuncties

Voor beide kansrijke alternatieven geldt dat de effecten voor woon- en werkklimaat beperkt zijn, op een groot deel van het tracé gaan we namelijk geen maatregelen treffen die zorgen voor verslechtering van woongenot. Beide alternatieven worden dan ook neutraal beoordeeld(0).

Ruimtegebruik

De effecten van beide kansrijke alternatieven kunnen invloed hebben op ruimtegebruik, ofwel de bestaande functies van percelen. Voor de maatregelen is aankoop van gronden en het vestigen van zakelijk recht benodigd. Het uitgangspunt daarbij is wel dat bestaande functies wel zoveel mogelijk gehandhaafd blijven. In beide alternatieven betreft het een vergelijkbaar oppervlak aan binnendijs gelegen landbouwpercelen die worden getroffen (ca 40 ha). Hierin zijn niet de pipingbermen meegenomen die in kansrijk alternatief 2 worden aangelegd, omdat hier landbouwkundig gebruik zeker mogelijk blijft. Mogelijk kan op een aantal locaties het gebruik verbeterd worden, bijvoorbeeld door aanpassing van de hoogte van het

perceel ten opzichte van de grondwaterstand. Kansrijk alternatief 1 en 2 hebben in enige mate effect op het bestaande ruimtegebruik en worden negatief (-) beoordeeld.

Recreatie en medegebruik

Het criterium recreatie en medegebruik wordt beoordeeld door te kijken naar de invloed van de maatregelen op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen), invloed op bestaande recreatieve locaties en verblijfsfuncties. De bestaande routes worden na het treffen van de maatregelen volledig teruggebracht. De beoordeling voor kansrijk alternatief 1 is daarom volledig neutraal (0). In kansrijk alternatief 2 zou de stabiliteitsberm op een deel van het traject ingezet kunnen worden als openbare ruimte, waardoor dit alternatief positief (+) scoort.

Verkeer

Bij Verkeer is gekeken naar de effecten op: verkeersveiligheid; verkeersafwikkeling; en effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten.

Verkeersveiligheid

Door de maatregelen die we moeten treffen aan de dijk wordt op een deel van het traject ook de huidige weg geraakt. Uitgangspunt is dat we na het treffen van de maatregel de oorspronkelijke wegindeling terug brengen. Dit heeft dan ook geen gevolgen voor de verkeersveiligheid. Voor beide alternatieven beoordelen we dit dan ook neutraal(0)

Mogelijk ontstaat door ander materiaalgebruik van de bermverharding meer passeerruimte voor verkeer. Daarnaast ontstaat bij het uitwerken van het voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase een kans om samen met de wegbeheerder de verkeersveiligheid te verbeteren.

Effect op verkeersafwikkeling

De verkeersafwikkeling op en rond de dijk blijft nagenoeg gelijk. Er vinden geen wijzigingen plaats in het wegennet, die leiden tot een andere afwikkeling. Beide alternatieven scoren dan ook een 0.

Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten

Bereikbaarheid van bewoners, bedrijven en hulpdiensten blijft bij beide alternatieven gelijk ten opzichte van de autonome situatie en scoren dan ook een 0

0.6.4.Kosten

Over het geheel genomen is het kostenverschil tussen beide alternatieven beperkt. Kansrijk alternatief 1 is ongeveer 10% goedkoper (qua levensduurkosten) dan kansrijk alternatief 2. Dit komt vooral doordat in kansrijk alternatief 1 innovatieve pipingmaatregelen zijn opgenomen, die goedkoper zijn dan de piping-bermen die in alternatief 2 zijn opgenomen.

0.6.5. Effecten voorkeursalternatief

In de nota Voorkeursalternatief is toegelicht hoe met behulp van het afweegkader het voorkeursalternatief samengesteld uit de kansrijke alternatieven. Bij kansrijk alternatief 1 'Krachtig Behouden' is de impact op het landschap het kleinst, vanwege de toepassing van verticale maatregelen. Bestaande kwaliteiten blijven behouden en we voegen relatief weinig nieuwe kwaliteiten toe. Bij kansrijke alternatief 2 'Robuust Verbeteren', met binnendijkse grondoplossingen, zal de dijk op verschillende plaatsen een nieuwe gedaante aannemen doordat we gaan verbreden.

We hebben in het kader van het voorkeursalternatief keuzes gemaakt voor het gehele tracé, en keuzes per deeltraject op basis van lokale kenmerken en de specifieke veiligheidsopgave ter plaatse. In eerste instantie is bij samenstellen van het voorkeursalternatief het afweegkader uit de Nota van Uitgangspunten gebruikt. Dit afweegkader uit de nota van uitgangspunten volgt uit uitgangspunten die in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau genoemd zijn. Het afweegkader vertoont een grote overlap met het beoordelingskader, wat ook in de nota van uitgangspunten is opgenomen. Het afweegkader is breder omdat dit alle programmadoelstellingen van Sterke Lekdijk omvat. Het beoordelingskader uit de Nota van Uitgangspunten is in de MER gebruikt om de effecten van zowel de kansrijke alternatieven als het voorkeursalternatief te beoordelen. In tabel 0.2. staan alle scores per criterium. Bij het voorkeursalternatief zien we dat wat effecten betreft veelal de beste elementen van beide alternatieven worden gecombineerd.

Voor een aantal aspecten zien we ook bij het voorkeursalternatief een negatief oordeel, onder meer voor natuur. Bij iedere ingreep zal meer of minder verstoring plaatsvinden van Flora en Fauna. Door het verwijderen van bomen en vegetatie, zullen soorten hinder ondervinden. De verwachting is dat door mitigatie de verstoring beperkt kan blijven. In de planuitwerkingsfase zal dit verder onderzocht moeten worden. Ook voor archeologie is de score negatief en geldt dat in de planuitwerkingsfase nader onderzoek nodig is. Door het aanbrengen van verticale constructies in een groot deel van het traject en ook in de gebieden met een (middel)hoge archeologische verwachting geldt dat er een beperkt risico (-) blijft op het aantasten van archeologische waarden.

Andere negatieve scores voor effecten van het voorkeursalternatief zijn beperkt of onvermijdelijk. In de planuitwerkingsfase gaan we nader onderzoeken hoe we dergelijke effecten toch nog zo veel mogelijk kunnen reduceren.

1 Inleiding

1.1 Doel en voorgenomen activiteiten

De dijkversterking Jaarsveld-Vreeswijk (JAV) is onderdeel van het programma Sterke Lekdijk (SLD). Per 1 januari 2017 is de nieuwe Waterwet van kracht, waarin is bepaald dat uiterlijk in 2050 alle primaire waterkeringen aan de nieuw vastgestelde normering moeten voldoen. De Lekdijk voldoet niet aan deze waterveiligheidsnormen en daarom versterkt Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) de dijk tussen Amerongen en Schoonhoven over een totale lengte van 55 km. Doel is de dijk ook in de toekomst voldoende veilig te houden en te laten voldoen aan de normen die sinds 2017 gelden. De versterking van de Lekdijk is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Hierbij werken de waterschappen samen met het Rijk om dijken – en dus Nederland – veilig te houden. Het traject Jaarsveld - Vreeswijk loopt vanaf de westzijde van de Beatrixsluis bij Nieuwegein tot en met de kern van Jaarsveld. Het beslaat de stukken tussen dijkpaal M1 en M39 en tussen dijkpaal 1 en 89. De totale lengte van de te verbeteren dijk is 12,8 km.

Het project wordt uitgevoerd in drie fasen: verkenningsfase (start januari 2020), planuitwerkingsfase (start in 2023) en realisatiefase (start in 2025). Op dit moment bevindt het project zich in de verkenningsfase. Het eindresultaat van de verkenningsfase vormt de Nota Voorkeursalternatief, waarin is beschreven welke oplossing wordt gekozen om de veiligheidsopgave (gebaseerd op de sterkte-analyse van de dijk) en de gebiedsopgave (gebaseerd op de wensen van alle belanghebbenden op en rond de dijk) samen te brengen.

De in het voorkeursalternatief opgenomen maatregelen passen binnen uitgangspunten, randvoorwaarden, kaders, ambities en wensen zoals beschreven in de [Nota van Uitgangspunten](#) voor JAV, afgerond in april 2021. Het voorkeursalternatief is een doorontwikkeling van de kansrijke oplossingen uit de [Nota Kansrijke Oplossingen](#), afgerond in november 2021.

Zoals ook in de Nota van Uitgangspunten beschreven, worden de kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief getoetst op milieueffecten. Dit gebeurt in deze Milieueffectrapportage.

1.2 Waarom een milieueffectrapportage

Op basis van de Wet Milieubeheer en het Besluit Milieueffectrapportage is de dijkversterking tussen Jaarsveld en Vreeswijk 'm.e.r.-beoordelingsplichtig'. Dit betekent dat moet worden bepaald of de dijkversterking 'belangrijke nadelige milieugevolgen' kan hebben. Als dit zo is, moet een m.e.r.-procedure worden doorlopen en een milieueffectrapport (MER) worden opgesteld. Op voorhand is duidelijk dat de dijkversterking belangrijke nadelige milieugevolgen kan hebben. Daarom is besloten om direct de m.e.r.-procedure te volgen en een MER op te stellen. De m.e.r.-procedure heeft als doel om de effecten op milieu en leefomgeving zorgvuldig mee te kunnen nemen bij de besluitvorming over de dijkversterking. Met [de kennisgeving voornemen en participatie dijkversterking Jaarsveld-Vreeswijk d.d. 5 april 2021](#) is de verkenningsfase formeel gestart.

De toetsing op milieuaspecten in de voorkeursalternatief-fase beschouwen we als MER deel 1. De [Notitie Reikwijdte en detailniveau \(NRD\)](#) voor de gehele Sterke Lekdijk, en de Nota van Uitgangspunten verkenningsfase dijkversterking Jaarsveld - Vreeswijk vormen het kader. De effecten en kosten per alternatief vormen belangrijke informatie voor de afweging van de alternatieven en selectie van het voorkeursalternatief. In de nota VKA, hoofdstuk 7 is de afweging van de kansrijke alternatieven beschreven.

In de plannuitwerkingsfase wordt de MER verder in detail aangevuld (MER deel 2). Basis daarvoor zijn het uitgewerkte ontwerp van het voorkeursalternatief en (eventuele) daarin ontwikkelde varianten. Het MER onderbouwt dan de milieueffecten van de dijkversterking zoals vastgelegd in het Projectbesluit Omgevingswet en eventuele wijzigingen in ruimtelijke plannen.

1.3 Referentiesituatie

De referentiesituatie is de situatie die in de toekomst bestaat als het project niet doorgaat. Deze wordt bepaald door de effecten te beschrijven van de autonome ontwikkeling op de huidige milieutoestand. Autonome ontwikkelingen zijn ontwikkelingen en activiteiten die met enige zekerheid zullen plaatsvinden, ook al gaat de voorgenomen activiteit (de dijkversterking) niet door. Er zijn binnen het project geen autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op de effectbeoordeling.

Voor dit project beoordelen we de milieueffecten van de (kansrijke) alternatieven ten op zichte van de referentiesituatie tot 2030. Zo brengen we zowel de tijdelijke effecten tijdens realisatie van de dijkversterking als de blijvende effecten tijdens de gebruiksfase van de versterkte dijk in beeld. In de Nota van Uitgangspunten is de huidige situatie per thema beschreven, voor het MER is dit gebruikt als de referentiesituatie.

1.4 Meekoppelkansen

Naast de dijkversterking is er in de verkenningsfase ook ruimte om te onderzoeken of wensen, ambities en ideeën van anderen in het gebied gekoppeld kunnen worden aan de dijkversterking als meekoppelkansen. Hierbij wordt gekeken naar haalbaarheid, financierbaarheid en planning.

In dit MER deel 1 wordt in beide kansrijke alternatieven, op de locaties waar het binnentalud en/of het buitentalud niet voldoet aan de vereisten voor waterveiligheid taludverflauwing wel meegenomen in de beoordeling van de effecten. Bij kansrijk alternatief 2 realiseren we met extra kleibekleding zowel voor het binnen- als buitentalud overall een talud van 1:3, ongeacht of dit wel of niet nodig is voor de veiligheidsopgave.

MER deel 1 dient om de keuze voor het VKA te onderbouwen, het op dit moment meenemen van meer meekoppelkansen zou een vertekend beeld kunnen geven doordat de meerwaarde van een meekoppelkans de effectbeoordeling kan domineren. Besluitvorming over het wel/niet meenemen van meekoppelkansen gebeurt conform het kader koppelkansen en na besluitvorming door projectpartners. Indien meekoppelkansen onderdeel gaan worden van de uit te werken voorkeursvariant tijdens de planuitwerkingsfase, worden de milieueffecten beschreven in MER deel 2.

De meekoppelkansen die in de verkenningsfase in beeld zijn gebracht zijn beschreven in de Nota Voorkeursalternatief. Hieronder vallen ook de maatregelen die de beheerafdeling van het waterschap moet treffen in het kader van groot onderhoud aan de dijk en aan de Oude Sluis in Vreeswijk. Dit is de zogenaamde 'beheeropgave'. Via het gelijktijdig met de dijkversterking uitvoeren van deze beheeropgave zorgen we dat de hele dijk, ook de stukken zonder versterkingsmaatregelen, er straks weer goed onderhouden bij ligt en ook goed onderhoudbaar blijft. Dit draagt ook weer bij aan de veiligheid en het is niet uitgesloten dat in de planuitwerkingsfase een deel van de beheeropgave alsnog onderdeel wordt van die veiligheidsopgave. De beheeropgave betreft onder meer het realiseren van beheerstrook van vijf meter breed aan beide zijden van de dijk, herstel van verzakte taluds, verflauwen van (voor machines) te steile taluds, verbeteren van steenbekleding en het aanpassen van op- en afritten van de dijk.

1.5 Relevante plannen en besluiten

In de Nota van Uitgangspunten zijn de achterliggende plannen en besluiten die relevant zijn voor deze dijkversterking te vinden.

1.6 Kansrijke alternatieven

De kansrijke alternatieven worden beschouwd ten opzichte van de referentiesituatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling) en ten opzichte van elkaar. De twee Kansrijke Alternatieven die getoetst worden zijn: kansrijk alternatief 1 - Krachtig behouden (voornamelijk verticale maatregelen) en kansrijk alternatief 2 - Robuust versterken (voornamelijk steunbermen).

Vanuit deze kansrijke alternatieven is vervolgens, na beoordeling, het voorkeursalternatief opgesteld.

Kansrijk alternatief 1 – Krachtig Behouden

In Kansrijke Alternatief 1 zijn de verticale maatregelen de basis, de verschijningsvorm van de dijk wordt nauwelijks aangetast. Het accent ligt op maatregelen in de dijk. Bestaande landschappelijke kwaliteiten blijven zoveel mogelijk behouden. Routestructuren voor langzaam verkeer en de inrichting van de openbare ruimte van Jaarsveld en Vreeswijk worden verbeterd.

In de kaart van KA1 is onderscheid gemaakt tussen verticale maatregelen voor piping en voor macrostabiliteit binnenwaarts omdat hiervoor verschillende technische maatregelen mogelijk zijn. Voor beide faalmechanismen zijn maatregelen mogelijk die passen binnen het huidige profiel van de dijk (zie figuur 1.1 principeprofiel kansrijk alternatief 1). We denken bij kansrijk alternatief 1 aan het toepassen van innovatieve maatregelen tegen piping zoals een kunststof heavescherm of filteroplossingen (bijvoorbeeld Prolock Filter, Verticaal Zanddicht Geotextiel, Grof Zand Barrière). Bij problemen met macrostabiliteit binnenwaarts behoren verankerings technieken of ‘mixed-in-place’ tot de innovatieve oplossingen. We zien stalen damwanden als terugvaloptie wanneer innovatieve maatregelen vanwege onvoldoende ontwikkeling of ongewenste effecten niet toepasbaar blijken te zijn of enkel als maatwerk op specifieke locaties.

Op een aantal plaatsen voldoet het huidige binnentalud en/of het buitentalud van de dijk niet aan de vereisten voor waterveiligheid. Op deze plaatsen wordt het talud verstevigd en verflauwd naar 1:3.

Dit kan een beperkt extra ruimtebeslag geven aan de binnen- en buitendijkse zijde.

Daarnaast is op een aantal plaatsen sprake van een beperkt hoogtetekort (maximaal enkele decimeters).

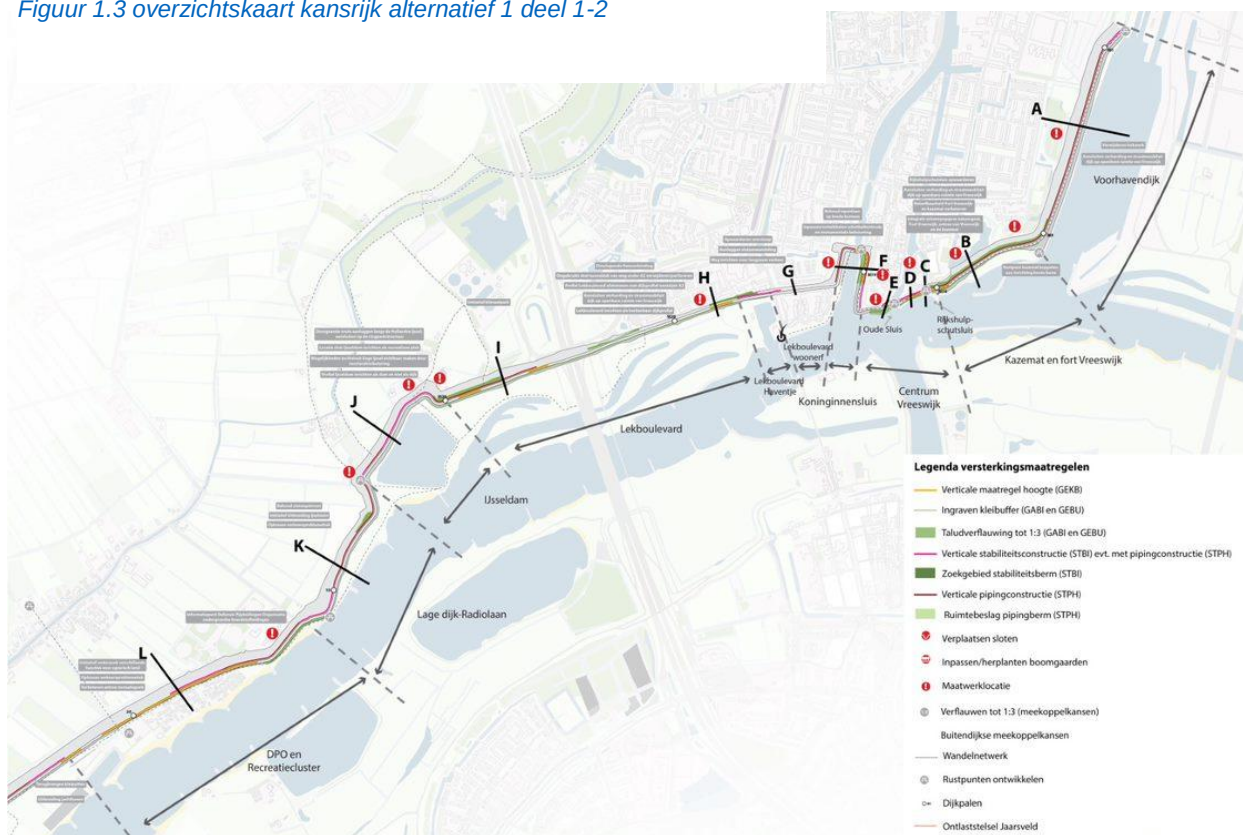
Op deze plaatsen wordt de kruin van de dijk verhoogd. In de meeste gevallen betekent dit ook een be-

Figuur 1.1 principedoorsnede kansrijk alternatief 1

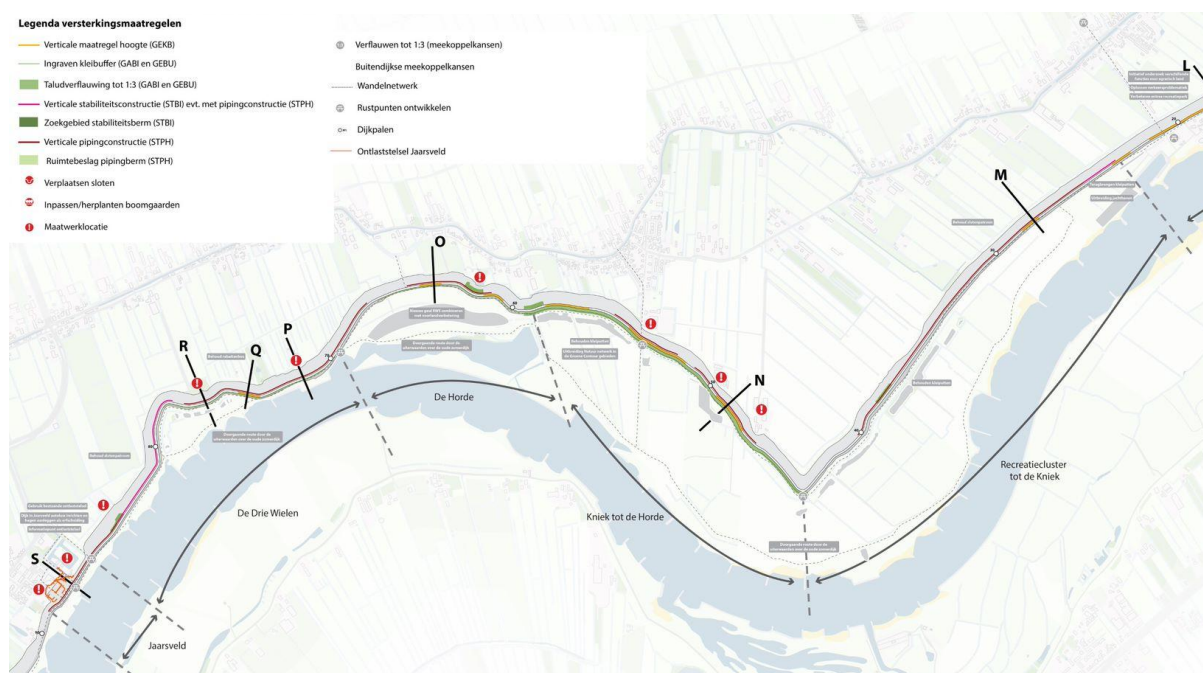


perkte verbreding van de dijk, die we aan de binnendijkse zijde realiseren.

Figuur 1.3 overzichtskaart kansrijk alternatief 1 deel 1-2



Figuur 1.2 overzichtskaart kansrijk alternatief 1 deel 2-2



Hieronder zijn de overzichtskaarten van kansrijk alternatief 1 te vinden, voor grotere kaarten zie bijlage 5

Kansrijk alternatief 2 – Robuust Verbeteren

Bij kansrijk alternatief 2 wordt ingezet op de combinatie van stabiliteitsbermen en pipingbermen in een zoveel mogelijk – vloeiend - doorlopend grondlichaam aan de binnenzijde van de dijk. De dijk wordt verbreed met grond. Dit is een stevige ingreep, de dijk krijgt een nieuw en breder profiel en een nieuwe karakteristiek (zie figuur 1.4. principeprofiel kansrijk alternatief 2).

Op plekken waar de ruimte beperkt is, werken we met verticale maatregelen. Een groot grondlichaam zorgt voor een nieuwe, bredere verschijningsvorm van de dijk en dat vraagt om een goede – vloeiende - vormgeving van het talud. Aandachtspunt is het zorgen voor goede (nieuwe) gebruiksmogelijkheden op de nieuw aangelegde bermen (zoals het terugbrengen van agrarisch gebruik). Op een aantal plekken biedt het kansen voor herinrichting, bijvoorbeeld extra parkeermogelijkheden, herinrichting van een park en herinrichting van de openbare ruimte. Daar waar de beschikbare ruimte te beperkt is voor een grondlichaam, bijvoorbeeld bij belendende bebouwing of landschappelijk waardevolle elementen in het achterland, passen we maatwerk toe.

Ook bij KA 2 gaan we vanwege de veiligheidsopgave het talud verstevigen en verflauwen naar 1:3. Bij KA2 gaan we echter ook op plekken waar geen veiligheidsopgave geldt gaan we het talud verflauwen. Dit in het kader van de beheeropgave, die onder meer is gericht op het gemakkelijker bewerkbaar en meer erosiebestendig maken van de dijk (wat op zijn beurt ook weer bijdraagt aan de veiligheid).

Dit geeft langs vrijwel het gehele dijktraject een beperkt extra ruimtebeslag.

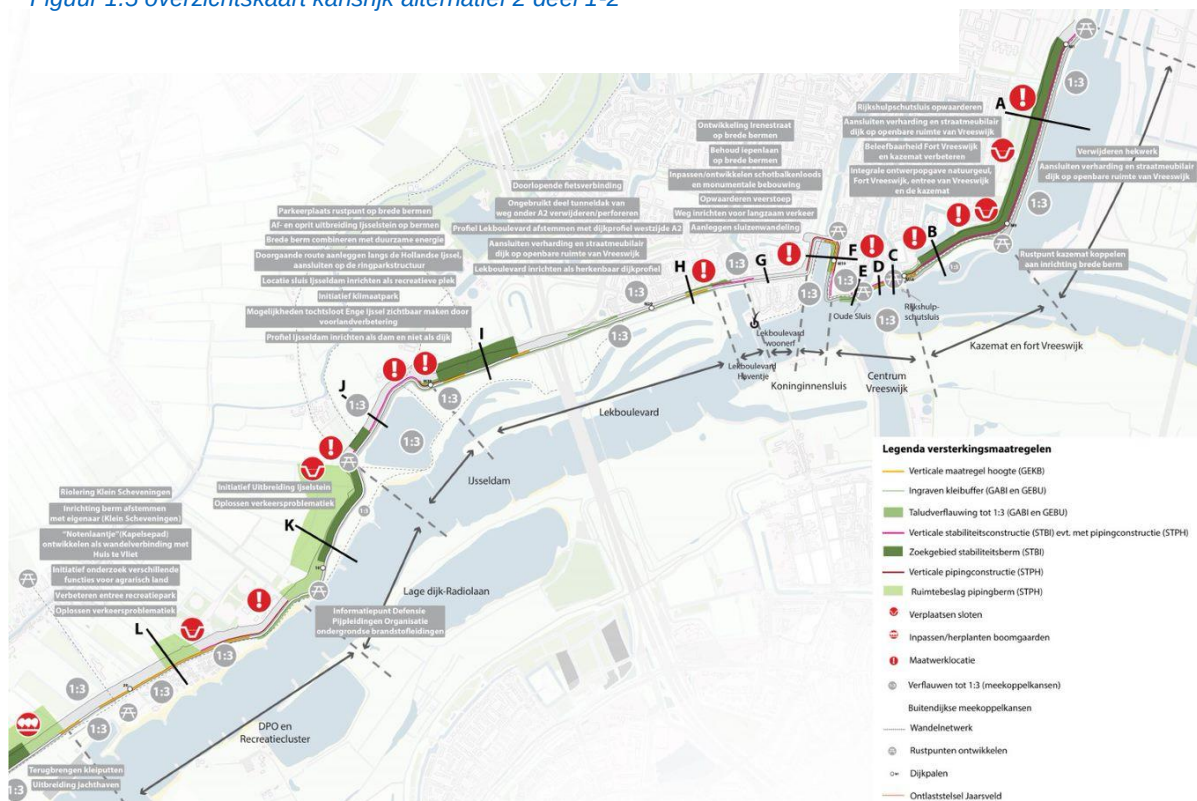
Daarnaast is net als bij KA1 op een aantal plaatsen sprake van een beperkt hoogtetekort (maximaal enkele decimeters). Op deze plaatsen wordt de kruin van de dijk verhoogd, waarbij het binnentalud iets naar binnen schuift, op dezelfde wijze als bij KA1.

Zie voor uitgebreidere beschrijving van deze alternatieven de Nota Voorkeursalternatief.

Figuur 1.4 principeprofiel kansrijk alternatief 2



Figuur 1.5 overzichtskaart kansrijk alternatief 2 deel 1-2



Hieronder zijn de overzichtskaarten van kansrijk alternatief 2 te vinden, voor grotere kaarten zie bijlage 5

1.7 Beoordelingskader

De effectbeoordeling wordt gedaan m.b.v. het beoordelingskader uit de [Nota van uitgangspunten Verkenningfase dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk](#). Dit beoordelingskader is een uitwerking van het beoordelingskader zoals opgenomen in de [Notitie Reikwijdte en Detailniveau Sterke Lekdijk](#). Zie tabel 1.1.



Figuur 1.6 overzichtskaart kansrijk alternatief 2 deel 1-2

In dit MER is op een aantal criteria afgeweken van het beoordelingskader:

- Duurzaamheid: beoordeeld op basis van MKI-berekeningen, de circulaire peiler is gebruikt om te zorgen dat circulariteit een plek heeft gekregen in het ontwerpproces, maar is geen onderdeel van dit rapport.
- Archeologie en Niet Gesprongen Explosieven zijn gesplitst. Archeologie is terug te vinden onder omgeving en Niet Gesprongen Explosieven wordt in de volgende fase van het project nader onderzocht.
- Natuur: effecten op KRW zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze niet relevant is voor de dijkversterking. Dit criterium speelt met name bij enkele meekoppelkansen die in MER deel 2 worden beschouwd (als deze meekoppelkansen onderdeel worden van het project). Het criterium 'houtopstanden' wordt ook in de MER deel 2 in beschouwing genomen.
- Kosten: in het MER wordt wel gekeken naar de levensduurkosten, de investeringskosten worden niet in detail in het MER opgenomen.

Tabel 1.1 Beoordelingskader milieueffecten Kansrijke alternatieven en referentiesituatie

Categorie	Criterium	Toelichting op criterium	Wijze van beoordelen
Techniek	Uitvoerbaarheid	Ervaring met de toegepaste technieken, complexiteit van de uitvoering inclusief (veiligheids)risico's.	Deskundigenoordeel
	Beheerbaarheid	Gevolgen voor het beheer en onderhoud (in-spanning en frequentie) tijdens normale condities en het beheer tijdens hoogwater inclusief (veiligheids)risico's.	Deskundigenoordeel
	Uitbreidbaarheid	Gevolgen voor toekomstige dijkversterking (breedte, hoogte, sterkte) Adaptiviteit in relatie tot klimaatverandering	Deskundigenoordeel
	Duurzaamheid	CO ₂ -uitstoot materieel en materiaal, Mate van hergebruik van (bouw)materiaal Circulariteit	Kwantitatief op hoofdlijnen. (bepalen MKI en bepalen circulariteit met Circulaire Pijler)
Milieu	Natuur	Effecten op N2000-gebieden en soorten Effecten op overige beschermde flora en fauna Effecten voor NNN-doelen	Kwantitatief, Deskundigenoordeel
	Rivierkunde	Effecten op maatgevende hoogwaterstanden Effecten op morfologie Effecten op scheepvaart	Kwantitatief Maatgevend Hoog Water-effect (MHW) op basis van Rivierkundig Beoordelingskader (RBK). Overige aspecten worden alleen kwantitatief bepaald.
	waterhuishouding	Invloed op grondwaterstanden in relatie tot bebouwd en agrarisch gebied (eventueel ook natuur indien gevoelig) Toename/afname van binnendijks waterbezwaar	Deskundigenoordeel, kwantitatief indien nodig
	Bodem	Kwaliteit (bodem- en grondwaterkwaliteit): Verandering van aanwezige verontreinigingen door het geheel of gedeeltelijk verwijderen van deze verontreinigingen Kwantiteit: Mate van vrijkomende grond en mate waarin met gebiedseigen materiaal kan worden gewerkt (grondbalans)	Kwantitatief (grondbalans en logistiek) en deskundigenoordeel

Omgeving	Cultuurhis- torie en landschap	Effecten op gebouwde monumenten, beeldbe- palende bomen, landschaps- en aardkundige waarden, zichtlijnen en overige cultuurhistori- sche elementen	Deskundigenoordeel
	Archeologie	Effect op archeologische verwachtingswaarde en beschermde waarden	Deskundigenoordeel
	Ruimtelijke kwaliteit	Effecten op kernwaarden uit Ruimtelijk Kwali- teitskader	Deskundigenoordeel
	Effecten tijdens aan- leg	Effecten op functies en bereikbaarheid Effecten op vervoersbewegingen Effecten op geluids- en trillinghinder	Deskundigenoordeel
	Woon-, werk- en leefmilieu	Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (be- bouwning en percelen) Effect op in bestaande functies van percelen (functionaliteit) Effect op landbouw	Deels deskundigenoordeel, deels kwantitatief
	Recreatie en mede- gebruik	Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen), invloed op bestaande recreatieve locaties en verblijfs- functies	Deskundigenoordeel
	Verkeer	Effect op verkeersveiligheid Effect op verkeersafwikkeling Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten	Deskundigenoordeel
Kosten	Levens- duurkosten	Combinatie van investeringskosten, beheer- en onderhoudskosten en vervangingskosten	Raming o.b.v. kosten kentallen

1.8 Beoordelingsmethode

Bij de beoordeling van de effecten wordt in het algemeen onderstaande tabel gebruikt, waar nodig is de-
ze specifiek gemaakt per criterium.

Er is een onderscheid gemaakt in 14 deeltrajecten, zie hiervoor ook de Nota Voorkeursalternatief, er is
voor alle criteria naar deze verschillende deeltrajecten gekeken. De deeltrajecten 8 (DPO) en 9 (recrea-
tiecluster) zijn samengevoegd. In bijlage 1 is per effect een tabel te vinden met de beoordeling per deel-
traject.

Tabel 1.2 beoordelingsscores

Score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect kan optreden

-	Licht negatief effect kan optreden
0	Geen significant / neutraal effect
+	Positief / gunstig effect kan optreden
++	Sterke verbetering / sterk positief effect kan optreden

1.9 Innovaties

Innovatie is binnen het programma Sterke Lekdijk een strategisch doel, een noodzakelijk middel om de projectdoelstellingen te realiseren. Waarbij sobere en doelmatige uitvoering van groot belang is, maar ook duurzaamheid hoog in het vaandel staat. In de verkenningfase van project Jaarsveld-Vreeswijk heeft innovatie een belangrijke plek in het ontwerpproces. Gedurende de verschillende stappen in de verkenning zijn overleggen georganiseerd met het team dat verantwoordelijk is voor innovatie binnen het programma Sterke Lekdijk. Hierin is het samenhangende beeld van de opgave ontstaan en bijgewerkt op basis van gewijzigde inzichten en optimalisaties. Samen met de gebiedskenmerken zoals bodem, landschap en landgebruik rond en op de kering is de opgave in een overzicht gebundeld. Op basis van dit overzicht, samen met de overzichten uit de andere deeltrajecten binnen Sterke Lekdijk, heeft het innovatieteam een analyse uitgevoerd naar de potentie van verschillende innovatieve maatregelen. Voor Jaarsveld-Vreeswijk heeft dit geleid tot een vergelijkingstabel met voorkeursoplossingen waarbij de innovatieve maatregelen zijn beoordeeld op criteria die zijn afgeleid van de programmadoelstellingen van de Sterke Lekdijk. Daarnaast is een specifiek overzicht gemaakt van de kansrijkheid van innovaties. Dit overzicht is voor het invullen van de afweegtabellen en de ontwerpbesluiten per project gebruikt.

Bij de afweging van kansrijke alternatieven is nog geen keuze gemaakt voor specifieke innovaties maar zijn wel de kansrijke innovatieve oplossingen onderscheiden en deze zijn (zo goed als op dit moment mogelijk is) beoordeeld. Op deze manier sorteren we nog niet teveel voor op specifieke innovatieve maatregelen, maar zorgen we wel dat de afweging op bepaalde aspecten onderscheidend kan zijn. Zo geven we op bepaalde plekken bijvoorbeeld aan dat een filterschermplossing (tegen piping) kansrijk is, zonder daarbij al te kiezen voor een Prolock systeem, Zanddicht Geotextiel of een Grofzand Barrière. Op die manier maken we in de beoordeling wel onderscheid tussen bijvoorbeeld een veel duurdere en minder duurzame damwand of soilmixwand, maar laten we de keuze nog open voor de planuitwerking.

1.10 Leemten in kennis

Voorliggende effectbeoordeling betreft een globaal MER. De twee kansrijke alternatieven zijn voor diverse aspecten beoordeeld. Per aspect is aangegeven of en wat voor vervolgonderzoek nodig is in de planuitwerkingsfase om de effecten beter in beeld te brengen. Dit eventuele vervolgonderzoek staat de keuze voor het voorkeursalternatief niet in de weg, maar zorgt voor verdere optimalisatie. In paragraaf 6.5 is samengevat welke aandachtspunten bij het voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase nader onderzocht moeten worden.

1.11 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk met doel en de voorgenomen activiteit, toelichting op de m.e.r.- procedure, referentiesituatie en beoordelingskader volgen in hoofdstukken de thema's 'Techniek', 'Milieu', 'Omgeving' en 'Kosten'. Per thema worden beide kansrijke alternatieven getoetst aan de criteria uit het beoordelingskader. In hoofdstuk zes volgt vervolgens de effectbeschrijving bij het Voorkeursalternatief.

2 Effectbeoordeling techniek

In dit hoofdstuk worden de technische aspecten van de kansrijke alternatieven beoordeeld: uitvoerbaarheid, beheerbaarheid, uitbreidbaarheid en duurzaamheid. Belangrijk uitgangspunt voor de beoordeling voor techniek is dat in de verkenningsfase nog geen keuze is gemaakt voor specifieke technische innovaties. In het ontwerpproces zijn de potentiële maatregelen onderscheiden en de effecten van deze maatregelen beoordeeld. Zo geven we bijvoorbeeld wel aan dat een filterschermoplossing (tegen piping) een mogelijkheid is zonder te kiezen voor een specifieke oplossing zoals Prolock, Zanddicht Geotextiel of een Grofzand Barrière en in de effectbeschrijving beoordelen we de filteroplossingen als type maatregel. Als terugvaloptie kan voor piping een duurdere en minder duurzame damwand of soilmixwand worden toegepast. Indien deze terugvaloptie tot een totaal afwijkende beoordeling zou leiden beschrijven we dat in de toelichting van de effectbeoordeling.

2.1 Uitvoerbaarheid

2.1.1 Beoordelingswijze

De uitvoerbaarheid van de dijkversterking beoordelen we door te kijken naar de ervaring met en de complexiteit van de maatregelen die onderdeel uitmaken van het alternatief en welke (technische) risico's dat eventueel oplevert. Ook de hoeveelheid maatwerk om lokale knelpunten op te lossen kan de uitvoerbaarheid (en ook beheerbaarheid) complexer maken, omdat er dan een verscheidenheid aan technieken wordt toegepast die goed op elkaar moeten aansluiten. Belangrijk uitgangspunt is dat in de verkenningsfase nog geen keuze is gemaakt voor specifieke innovaties, dit gebeurt in de planuitwerking.

Tabel 2.1 Beoordelingstabel Uitvoerbaarheid

Score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Uitvoering is zeer complex en risicovol. Grote risico's ten aanzien van maakbaarheid. Specialistische bouwmethode en materieel nodig.
-	Uitvoering in enige mate complex en risicovol. Risico's ten aanzien van maakbaarheid leiden tot maatwerklocaties.
0	Uitvoering is niet complex. Er zijn risico's ten aanzien van maakbaarheid maar er is zicht op de beheersmaatregelen. Maatregelen zijn met regulier materieel te realiseren.
+	Uitvoering biedt voordelen ten aanzien van de maakbaarheid. De risico's ten aanzien van de maakbaarheid van de maatregel zijn zeer gering en er is zicht op de beheersmaatregelen.
++	Uitvoering biedt voordelen ten aanzien van de maakbaarheid. De maatregel is sneller, eenvoudiger te realiseren. Er zijn geen significante risico's voor de maakbaarheid van de maatregel.

2.1.2 Effectbeoordeling

In kansrijk alternatief 1 (KA1) gaan we uit van het toepassen van verticale maatregelen voor piping en/of stabiliteit. Er kunnen diverse innovatieve en traditionele maatregelen worden toegepast, afhankelijk van bodemopbouw, de veiligheidsopgave en beschikbare ruimte. Voor piping wordt uitgegaan van een filteroplossing (Prolock, Zanddicht Geotextiel of een Grofzand Barrière). Voor macrostabiliteit binnenwaarts wordt uitgegaan van een soilmixwand. Deze technieken zijn dermate ver ontwikkeld dat er geen grote uitvoeringstechnische problemen worden verwacht.

In kansrijk alternatief 2 (KA2) wordt gekozen voor een combinatie van grondoplossingen (bermen) met verticale innovatieve oplossingen op plaatsen waar te weinig ruimte is voor een grondberm, of deze grondberm zeer groot wordt. Per deeltraject is voor kansrijk alternatief 2 afgewogen welke berm lengte nog acceptabel is.

Voor het criterium uitvoerbaarheid beoordelen we beide kansrijke alternatieven neutraal (0). De effectbeoordeling is opgenomen in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**2. In beide alternatieven worden innovatieve technieken voorgesteld waar nog beperkt praktijkervaring mee is, maar die wel als goed uitvoerbaar worden beschouwd. Er is geen wezenlijk verschil tussen beide alternatieven.

Tabel 2.2 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor uitvoerbaarheid

Categorie	Criterium	KA 1	KA2
Techniek	Uitvoerbaarheid	0	0

Per deeltraject is een gedetailleerder onderscheid gemaakt, zoals is beschreven in bijlage 1.

Voor beide alternatieven zijn er verschillende locaties langs het dijktraject waar er beperkingen zijn voor het toepassen van dijkversterkingsmaatregelen door gebrek aan ruimte, namelijk de deeltrajecten 2.Vreeswijk, 5. Lekboulevard, 8+9. DPO en recreatiecluster, 13. de drie wielen, maatwerklocaties (bij huizen) en 14. Jaarsveld. Op deze locaties wordt in beide alternatieven een verticale maatregel gehanteerd. Op deze locaties is ook de ruimte voor het aanleggen van een beheerstrook beperkt.

Tussen Kniek en De Horde (traject 11) bevindt zich verspreide bebouwing dicht op de dijk waardoor er in KA2 een afwisseling is van grondbermen en verticale maatregelen. Hier lijkt een doorgaande verticale maatregel zoals in KA1 is opgenomen voordelen te bieden in de uitvoering.

Met betrekking tot het aanbrengen van specifieke verticale maatregelen zijn er de volgende aandachtspunten die op beide alternatieven van toepassing zijn:

- Oude funderingen of dijkmateriaal kunnen de doordringbaarheid beïnvloeden. Met name voor innovatieve maatregelen in kunststof kan dit een bepalende factor worden. Er is geen specifiek onderzoek naar gedaan. In de beoordeling is het uitgangspunt dat voor damwanden geen problemen worden verwacht met betrekking tot doordringbaarheid.
- Er is nog ontwikkeling in de diepte tot waar kunststof damwanden aangebracht kunnen worden. Uitgangspunt in de beoordeling is dat kunststof wanden met name toepasbaar zijn bij ondieper gelegen watervoerende zandlagen en dat de zone van uitvoering lager op het talud (rond de teenlijn) ligt.
- Het toepassen soilmix en SoSeal in veenlagen, droge bodem of bij geringe gronddekking is lastig. In de planuitwerking is dit een aandachtspunt om verder te onderzoeken. In de beoordeling is de bodem niet specifiek beschouwd.
- In traject 8+9 moet in de detailuitwerking van de verticale maatregel rekening worden gehouden met de bestaande én de geplande nieuwe leiding(en) van Defensie Pijpleidingen Organisatie (DPO).
- In traject 12 kan ter hoogte van DP62 de uitvoering van de verticale maatregel mogelijk complex zijn omdat er nog weinig bekend is over de diepte en eventuele opvulling van het aanwezige wiel.

2.2 Beheerbaarheid

2.2.1 Beoordelingswijze

De beheerbaarheid van de dijkversterking beoordelen we door te kijken naar het gemak om te beheren, onderhouden en inspecteren tijdens normale omstandigheden en tijdens calamiteiten (hoogwater). Het gemak om te beheren wordt beoordeeld op drie punten; de bereikbaarheid van de kernzone voor beheer en onderhoud, de uniformiteit van de dijk en de inspecteerbaarheid. Deze beoordelingsaspecten zijn per traject beoordeeld. Benadrukt wordt dat de beheerbaarheid van innovatieve maatregelen nog onzeker is. In de planuitwerking zal dit verder duidelijk worden. De ontwikkeling van innovatieve maatregelen is een belangrijk thema binnen project sterke Lekdijk. Er wordt in de beoordeling hiervoor een inschatting gemaakt op basis van informatie uit het innovatieteam Sterke Lekdijk.

De kernzone van de dijk, gelegen tussen de binnen- en buitenteen, is de belangrijkste zone van de waterkering. Deze zone dient goed bereikbaar te zijn om onderhoud uit te voeren, bijvoorbeeld maaien. Hierbij is onder andere de talud helling van belang. Een talud helling steiler dan 1op3 is bijvoorbeeld lastiger te maaien met het bestaand materieel. Per traject is nagegaan in hoeverre de bereikbaarheid van de kernzone wordt verbeterd of verslechterd met de gekozen maatregel.

Daarnaast is gekeken naar de uniformiteit van de dijk. Een wens vanuit de beheerders is dat oplossingen zoveel mogelijk uniform worden gekozen zodat geen versnipperd beeld ontstaat in het beheer en onderhoud. Met name tijdens hoogwater kan een aaneenschakeling van verschillende maatregelen leiden tot onduidelijkheid over inspectie en handelingswijze. Hoe uniformer een dijk, dat wil zeggen hoe minder afwisseling tussen oplossingen binnen- en buitendijks, hoe beter beheerbaar de dijk is. Ook deze afweging is per traject gemaakt.

Als laatste is ook gekeken naar de inspecteerbaarheid (met name tijdens een extreem hoog water). Wordt deze inspanning vergroot door dat intensieve monitoring is vereist of is de inspanning ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie? Deze afweging is sterk afhankelijk van het type oplossing.

Tabel 2.3 Beoordeling beheerbaarheid

score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Maatregelen leiden tot een zeer negatief effect op de beheerbaarheid en inspecteerbaarheid.
-	Maatregelen leiden tot een licht negatief effect op de beheerbaarheid en inspecteerbaarheid.
0	Inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie.
+	Maatregelen leiden tot een licht positief effect op de beheerbaarheid en inspecteerbaarheid.
++	Maatregelen leiden tot een zeer positief effect op de beheerbaarheid en inspecteerbaarheid.

2.2.2 Effectbeoordeling

In tabel 2.4 is de beoordeling voor beheerbaarheid opgenomen. Het onderscheid tussen beide alternatieven ligt met name in de taludverflauwing. In KA2 is er voor gekozen om verflauwen talud naar 1:3 voor zowel de binnenzijde als de buitenzijde langs de gehele dijk toe te passen. Aan de binnenzijde kan dit op veel locaties worden gecombineerd met de aanleg van grondbermen, op andere locaties is het een aanvullende maatregel die als beheerderswens is opgenomen in KA2. Om deze reden wordt de beheerbaarheid van KA2 als goed beoordeeld (+).

In KA1 wordt taludverflauwing alleen toegepast waar dit noodzakelijk is om een stabiel, veilig talud te krijgen. In KA1 worden overal verticale maatregelen toegepast en wordt het bestaande dijkprofiel zoveel mogelijk intact gelaten. In het algemeen zijn de scores op beheerbaarheid voor KA1 daarom lager dan de scores voor KA2, maar de beheerbaarheid wordt niet slechter dan in de huidige situatie (0).

Per deeltraject wordt in bijlage 1 een gedetailleerdere onderscheiding gemaakt tussen de twee Kansrijke Alternatieven op basis van de in het betreffende deeltraject opgenomen maatregelen. De grondbermen die in KA2 zijn opgenomen zijn goed beheerbaar. Dit geldt ook voor traditionele verticale oplossingen (damwanden, heaveschermen). Deze maatregelen zorgen voor een neutrale beoordeling omdat er geen verandering is ten opzichte van de huidige situatie.

De innovatieve oplossingen kunnen wel leiden tot een grotere beheerdersinspanning en daarmee een negatieve score op specifieke deeltrajecten. In het algemeen is de verwachting dat filteroplossingen (bijvoorbeeld Prolock Delta Filter en Grof Zand Barrière (GZB)) een grotere inspanning van de beheerders vereisen tijdens normale omstandigheden en calamiteiten dan verticale oplossingen als een stalen damwand en oplossingen met grond. Dit komt doordat gecontroleerd moet worden of de filters nog goed functioneren en bijvoorbeeld niet verstopt zijn geraakt. Er is nog weinig praktijkervaring opgedaan met deze technieken dus de mate waarin de inspanning toeneemt is niet bekend. Ook vereist drainage die in beide kansrijke alternatieven in deeltraject 14 (Jaarsveld) wordt toegepast een grotere beheerinspanning door toenemend waterbezwaar en beheer en onderhoud van het drainagestelsel.

Een wens vanuit de beheerders is dat oplossingen zoveel mogelijk uniform worden gekozen zodat geen versnipperd beeld ontstaat in het beheer en onderhoud. Met name tijdens hoogwater kan een aaneenschakeling van verschillende maatregelen leiden tot onduidelijkheid over inspectie en handelingswijze. Op dit deelaspect is er geen groot verschil tussen beide Kansrijke alternatieven omdat er afhankelijk van de veiligheidsopgave altijd enige mate van afwisseling van maatregelen zal zijn.

Het eindoordeel per kansrijk alternatief staat in tabel 2.4

Tabel 2.4 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor beheerbaarheid

Categorie	Criterium	KA1	KA2
Techniek	Beheerbaarheid	0	+

2.3 Uitbreidbaarheid

2.3.1 Beoordelingswijze

Om de uitbreidbaarheid te beoordelen kijken we naar de mate waarin een toekomstige versterking van de dijk mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte. Is de toegepaste maatregel makkelijk uit te breiden of is een algehele vervanging van de maatregel nodig? Inzichten in de mate van belasting zoals hogere waterstanden door klimaatverandering en inzichten in de sterkte van de waterkering kunnen namelijk met de tijd veranderen. Hoe kleiner de inspanning die nodig is om de waterkering aan te passen, des te beter de oplossing scoort. Grondoplossingen hebben vanuit uitbreidbaarheid de voorkeur omdat deze makkelijk uitbreidbaar zijn.

Tabel 2.4 Beoordelingstabel Uitbreidbaarheid

score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Uitbreiding van de maatregelen niet mogelijk.
-	Uitbreiding van de maatregel is mogelijk maar complex, niet kosteneffectief of risicovol.
0	Uitbreiding van de maatregel is mogelijk
+	Uitbreiding is eenvoudig, kosteneffectief met beperkte risico's
++	Uitbreiding is niet nodig omdat de maatregelen het waterveiligheidsprobleem uitsluiten.

2.3.2 Effectbeoordeling

In tabel 2.6 is de effectbeoordeling voor uitbreidbaarheid opgenomen. In algemene zin zijn verticale maatregelen als damwanden, heave-/kwelschermen, vernagelingsoplossingen niet of nauwelijks uitbreidbaar. Voor filtermaatregelen die toegepast worden als pipingmaatregel geldt dat deze onafhankelijk van de belasting werken en ook niet uitbreidbaar hoeven te zijn. Daar waar de verticale maatregelen toegepast worden als stabiliteitsmaatregel geldt dat deze bij toenemende belasting wel uitbreiding behoeven. Omdat in kansrijk alternatief 1 op veel deeltrajecten wordt gekozen voor verticale maatregelen die ook als stabiliteitsmaatregel fungeren, scoort dit alternatief sterk negatief (--).

In kansrijk alternatief 2 wordt vaker gekozen voor maatregelen met grond. Deze zijn over het algemeen goed uitbreidbaar. Omdat dit vergelijkbaar is met de huidige situatie scoren we dit alternatief neutraal (0).

Tabel 2.5 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor uitbreidbaarheid

Categorie	Criterium	KA1	KA2
Techniek	Uitbreidbaarheid	--	0

In bijlage 1 is de beoordeling per deeltraject opgenomen, gerelateerd aan de in dat traject opgenomen versterkingsmaatregelen. Daar is te zien welke deeltrajecten positief worden beoordeeld omdat de versterkingsmaatregelen met grond worden uitgevoerd.

Ook sommige verticale maatregelen worden positief beoordeeld op uitbreidbaarheid, omdat deze bij grotere belasting aangepast kunnen worden of omdat de maatregelen het veiligheidsprobleem uitsluiten:

- Drainage. Bij toenemende belasting kan de capaciteit systeem worden vergroot. Dit heeft wel invloed op waterbezwaar (beheeraspect). Drainage wordt toegepast in deeltraject 14 (Jaarsveld).
- Filteroplossingen (zoals VZG, Prolock, GZB). Deze functioneren onafhankelijk van de (toenemende) hydraulische belasting en behoeven zodoende geen uitbreiding (klimaatrobuust).

2.4 Duurzaamheid

In deze paragraaf zijn de twee Kansrijke alternatieven beoordeeld op het gebied van duurzaamheid. In het beoordelingskader is beschreven dat voor duurzaamheid gekeken wordt naar de CO₂ uitstoot van materieel en materiaal, mate van hergebruik van (bouw)materiaal en circulariteit. In deze paragraaf wordt er met name naar de milieu-impact gekeken. Bij de beoordeling van duurzaamheid is, wegens het ontbreken van een concrete referentiesituatie, er voor gekozen om de alternatieven ten opzichte van elkaar te vergelijken.

2.4.1 Beoordelingswijze

Om inzicht te krijgen in de milieu-impact van de twee Kansrijke alternatieven, zijn berekeningen gemaakt met het programma DuboCalc (versie 6.0). Het programma DuboCalc berekent de milieueffecten van de alternatieven op basis van het materiaalengebruik. Hierbij worden elf verschillende milieueffecten meegenomen, waaronder de uitstoot van CO₂ en stikstof. Deze milieueffecten worden via de 'schaduwprijsmethode' omgerekend en gewogen tot één getal: de Milieukostenindicator (MKI), uitgedrukt in euro's. Hoe hoger de MKI, hoe groter de impact op het milieu. De MKI wordt berekend voor beide Kansrijke alternatieven, waarna tussen de alternatieven vergelijking van de milieu-impact is uitgevoerd.

Binnen de twee Kansrijke alternatieven wordt gebruik gemaakt van zowel verticale oplossingen als oplossingen met grond. Voor de verticale oplossingen voor macrostabiliteit, is uitgegaan van een stalen damwand. Het meenemen van andere innovatieve mogelijkheden in de DuboCalc berekeningen, zoals een soilmix damwand, bracht nog veel onzekerheden en daardoor te veel aannames met zich mee. Ook is nog onduidelijk wat de effecten zijn van een soilmix damwand op lange termijn, wanneer deze na het einde van de levensduur weer versterkt of verwijderd dient te worden. Daarom is voor deze berekeningen gekozen om uit te gaan van een stalen damwand (worst-case). De maatregelen die in de Kansrijke alternatieven van toepassing zijn, zijn als volgt:

- Stalen damwand (verticale oplossing, stabiliteitsscherf, lengte =10 meter)
- Kunststof heavescherf (verticale oplossing, pipingscherf, lengte =10 meter)
- Kruinverhoging met zand en teelaarde (grondoplossing, kruin)
- Nieuwe binnenberf met klei en teelaarde (grondoplossing, binnenberf)
- Kleibuffer met klei en teelaarde (grondoplossing, buitenberf)

Omdat de hoeveelheden en materialen voor de kruinverhoging en de kleibuffer niet verschillen tussen de twee Kansrijke alternatieven, is er voor gekozen om deze oplossingen niet mee te nemen in de DuboCalc berekeningen. Ook het verwijderen en het opnieuw aanbrengen van de laag teelaarde verschilt niet tussen de alternatieven, en wordt ook niet meegenomen in de berekeningen. De materialen die wel zijn meegenomen in de DuboCalc berekeningen en waarvan de resultaten in deze paragraaf worden toegelicht, zijn als volgt:

- Stalen damwand (verticale oplossing, stabiliteitsscherf, l=10 meter)
- Kunststof heavescherf (verticale oplossing, pipingscherf, l=10 meter)
- Klei (grondoplossing, binnenberf)

Omdat de MKI-resultaten van de alternatieven onderling worden vergeleken, is er voor gekozen om de Kansrijke alternatieven relatief ten opzichte van elkaar te beoordelen met positief "+", neutraal "0" of negatief "-". Een positieve beoordeling is toegekend aan het alternatief met de laagste MKI en dus de laagste impact op het milieu. Een negatieve beoordeling is toegekend aan het alternatief met de hoogste MKI. Indien de MKI waarde gelijk is voor beide alternatieven, is gekozen om beide alternatieven neutraal te beoordelen.

Tabel 2.6 scoretabel MKI

score	Beoordeling KA1 ten op zichte van KA2
--	Alternatief heeft MKI waarde die meer dan 25% hoger is
-	Alternatief heeft MKI waarde die meer dan 10% hoger is
0	Weinig of geen verschil tussen beide alternatieven
+	Alternatief heeft MKI waarde die meer dan 10% lager is
++	Alternatief heeft MKI waarde die meer dan 25% lager is

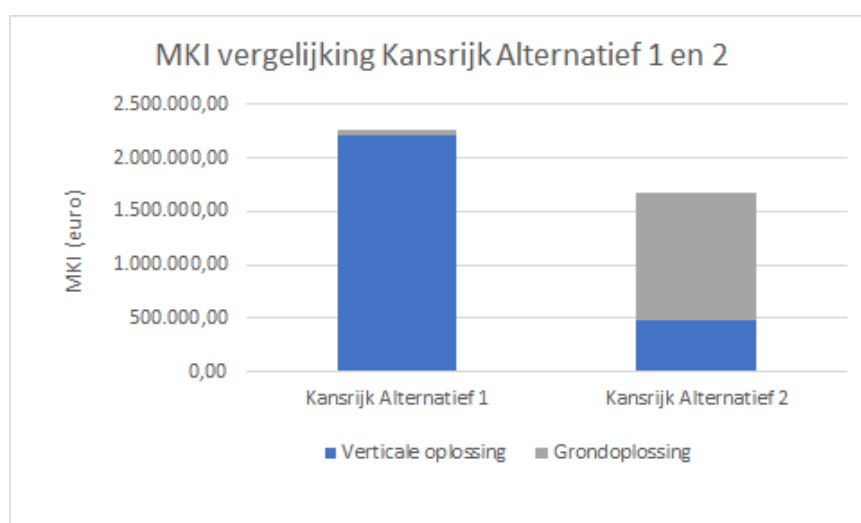
2.4.2 Effectbeoordeling

Aannames

Bij het invoeren van de hoeveelheden en materialen in DuboCalc is een aantal aannames gemaakt. Ten eerste wordt aangenomen dat de stalen damwand en het kunststof heavescherm over de gehele lengte van de oplossing 10 meter diep zijn. Daarnaast wordt voor alle oplossingen en voor de Kansrijke alternatieven uitgegaan van een levensduur van 100 jaar. Tot slot, omdat de lengtes waarin de verschillende oplossingen voorkomen, is de MKI in DuboCalc berekend per strekkende meter dijk. Deze MKI-waardes zijn vervolgens omgerekend tot een totale MKI per oplossing, en vervolgens tot een totale MKI per kansrijk alternatief en per traject.

Vergelijking materiaalengebruik

De totale MKI-resultaten per kansrijk alternatief zijn weergegeven in figuur 2.1 en tabel 2.8. In bijlage 1 is de MKI-score per deeltraject opgenomen. Deze score bestaat uit de totale MKI van de verticale maatregelen (stalen damwand en pipingscherm) en de totale MKI van de grondoplossingen. De MKI is uitgedrukt in euro's.



Figuur 2.1 Vergelijking MKI in euro's

Tabel 2.7 Resultaten MKI in euro's

MKI	KA1	KA2
Verticale oplossing totaal	€ 2.206.180	€ 476.657
- Stalen damwand	€ 2.165.148	€ 426.758
- Heavescherm	€ 41.031	€ 49.899
Grondoplossing	€ 51.849	€ 1.190.341
Totaal	€ 2.258.028	€ 1.666.998

De berekeningen laten zien dat kansrijk alternatief 1 een veel hogere MKI heeft dan kansrijk alternatief 2. Het materialengebruik in KA1 heeft dus de grootste impact op het milieu (score --). In kansrijk alternatief 1 is gekozen voor het inzetten van damwanden voor stabiliteit. In Figuur 2.1 en Tabel 2.8 is weergegeven dat deze het meest bijdragen aan de totale MKI-score van het alternatief. De productie van staal heeft een hoge impact op het milieu en dus veroorzaakt de stalen damwand een relatief hoge MKI-score per strekkende meter.

In KA2 worden minder verticale maatregelen ingezet, en wordt meer uitgegaan van oplossingen met grond (stabiliteitsbermen). De milieu-impact van deze oplossingen komt voort uit het leveren en aanbrengen van de klei en zand. Het materieel dat wordt gebruikt voor deze werkzaamheden, veroorzaakt namelijk onder andere uitstoot van CO₂.

Voor de verticale pipingmaatregel wordt in beide alternatieven uitgegaan van een kunststof heavescherm. Dit draagt in beide alternatieven zeer weinig bij aan de totale impact op het milieu en is niet onderscheidend in de beoordeling.

Tabel 2.9 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor duurzaamheid

Categorie	Criterium	KA1	KA2
Techniek	Duurzaamheid (MKI)	--	++

Bijlage 1 geeft de MKI-resultaten per traject weer. Daar is te zien dat in kansrijk alternatief 1 vooral een grote impact plaatsvindt in dijktraject1, 2, 6, 10, 12 en 13 door het toepassen van verticale damwanden. Wanneer in KA1 de verticale oplossingen worden gerealiseerd met een duurzamer, innovatief alternatief (zoals een soilmix damwand), kan de MKI mogelijk worden verlaagd, maar de lange termijneffecten van het gebruik van de soilmix damwand zijn nog niet voldoende duidelijk.

In kansrijk alternatief 2 vindt vooral een grote milieu-impact plaats in dijktraject 7, 10 en 13, vanwege de omvang van het grondverzet. Hier valt winst te behalen door te kiezen voor duurzamer materieel en lokaal gewonnen delfstoffen. In de berekeningen wordt bij het ontgraven en leveren van grond uitgegaan van materieel dat loopt op diesel. Wanneer elektrisch materieel gebruikt wordt, wordt de impact gerelateerd aan de grondoplossing sterk verminderd. De meeste winst wordt behaald wanneer hierbij gebruik wordt gemaakt van groene stroom.

3 Effectbeoordeling milieu

In dit hoofdstuk worden de effecten binnen het thema milieu beschreven, namelijk voor de aspecten natuur, rivierkunde, waterhuishouding en bodem. In bijlage 5 zijn per thema de bijbehorende kaarten te vinden.

3.1 Natuur

Bij de beoordeling op het aspect natuur is gekeken naar effecten op Natura 2000-gebieden, effecten op overige beschermde gebieden (Natuurnetwerk Nederland) en effecten op beschermde soorten. Bij de beoordeling is steeds uitgegaan van (potentieel) aanwezige waarden voor zover bekend.

In het beoordelingskader worden ook KRW en houtopstanden genoemd, deze worden in dit MER echter niet beoordeeld. KRW niet omdat er geen KRW-gebied geraakt wordt. Hier liggen wel meekoppelkansen die benoemd worden in de nota Voorkeursalternatief en Nota Meekoppelkansen. Houtopstanden worden in de planuitwerkingsfase nader bekeken.

Voor natuur wordt naast naar de gebruiksfase van de maatregelen ook naar de aanlegfase gekeken.

Wanneer het onzeker is of bepaalde natuurwaarden aanwezig zijn en in hoeverre deze worden aangetast door de dijkversterking, is als indicatie van het risico gegeven dat negatieve effecten optreden. Deze benadering levert soms een worstcasebenadering op. In dit globale MER zijn de effecten per criterium op hoofdlijnen beschreven. Voor meer detail in de beschrijving van de referentiesituatie en de effectbeoordeling verwijzen we naar de achterliggende rapportage (zie bijlage 2 effectnotitie natuur).

3.1.1 Beoordelingswijze

Natura 2000-gebieden

Ter hoogte van de kern Uitweg ligt aan de zuidzijde van de dijk een onderdeel van het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Lek. Dit Natura 2000-gebied Uiterwaarden Lek bestaat uit meerdere deelgebieden, waarvan deelgebied De Horde zich direct naast het projectgebied bevindt. In tabel 3.1 staan de kwalificerende soorten en habitats.

Tabel 3.1 kwalificerende soorten en habitats

Code	Habitatype/soort	ISHD
Habitatype		
H3270	Slikkige rivieroever	Behoud oppervlakte en kwaliteit
H6120	Stroomdalgrasland	Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit
H6430B	Ruigten en zomen – harig wilgenroosje	Uitbreiding oppervlakte en behoud kwaliteit
H6510A	Glanshaver- en vossenstaarthooilanden – glanshaver	Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit
Habitatrichtlijnsoort		
H1166	Kamsalamander	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Effecten op Natura2000-gebieden worden beoordeeld aan de hand van de instandhoudingsdoelen die in het aanwijzingsbesluit voor het betreffende gebied zijn vastgesteld. De instandhoudingsdoelen betreffen

zowel habitattypen als Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten. De overheid heeft in de vorm van de effectenindicator 'Natura 2000 - ecologische randvoorwaarden en storende factoren' een instrument ontwikkeld waarmee mogelijk schadelijke effecten als gevolg van een voornemen kunnen worden verkend (Broekmeyer, 2005 & Aanvulling uit 2008 en 2014). In de effectenindicator zijn de 19 meest voorkomende storende factoren beschreven. Een soort of habitatype is gevoelig voor een storende factor als 'in zijn algemeenheid' het voorkomen van de storende factor leidt tot negatieve effecten op een soort of habitatype. Negatieve effecten kunnen de gunstige staat van instandhouding beïnvloeden. Beoordeeld is in eerste instantie welke storingsfactoren zich mogelijk voor kunnen doen in het kader van de kansrijke alternatieven. Vervolgens is een inschatting van het effect gemaakt aan de hand van de invulling van beide Kansrijke alternatieven. Zie ook tabel 3.2.

Tabel 3.2 Scoretabel N2000-gebieden

score	
--	Bij een areaalverlies groter dan 1 ha is een score van zeer negatief (--) toegekend. Dezelfde score is toegekend bij een verslechtering van de kwaliteit van een Natura2000-gebied bij een toename van stikstofdepositie groter dan 1 mol N/ha/jr of als negatieve effecten op de aanwezige natuurwaarden optreden als gevolg van de overige storingsfactoren.
-	Een negatieve score (-) geldt voor een areaalverlies tussen de 0,1 en 1 ha. De negatieve score is eveneens van toepassing bij een toename van vermesting en verzuring als gevolg van een toename van stikstofdepositie tussen de 0,05 - 1 mol N/ha/jr of indien negatieve effecten op de aanwezige natuurwaarden optreden als gevolg van de overige storingsfactoren.
0	Indien per saldo geen sprake is van toe- of afname van het areaal, van verslechtering of verbetering van de kwaliteit of van effecten op de aanwezige natuurwaarden vanuit geohydrologische effecten, dan wordt de score neutraal (0) toegekend.
+	Een positief effect (+) wordt toegekend als met het planvoornemen het areaal toeneemt tussen de 0,1 en 1 ha. of verbetering van de kwaliteit van Natura2000-gebieden ontstaat, dan wel positieve effecten op de aanwezige natuurwaarden optreden.
++	Een positief effect (++) wordt toegekend als met het planvoornemen het areaal toeneemt met meer dan 1 ha. of verbetering van de kwaliteit van Natura2000-gebieden ontstaat, dan wel positieve effecten op de aanwezige natuurwaarden optreden.

Flora en fauna

In de beoordeling is onderscheid gemaakt tussen aantasting van (mogelijk) essentieel leefgebied (overtreding verbodsbepalingen), of aantasting van leefgebied dat niet essentieel is en de functionaliteit van de vaste rust- en voortplantingsplaats niet in het geding brengt. Op basis van de beschikbare waarnemingsgegevens is niet altijd met zekerheid te zeggen of leefgebied als geheel essentieel is voor het functioneren van de vaste rust- en voortplantingsplaatsen of niet. In dat geval wordt een worstcase-benadering toegepast. Wanneer echter slechts een klein deel van een veel groter potentieel geschikt leefgebied verdwijnt, wordt afgewogen of dit gedeelte als essentieel moet worden beschouwd voor het functioneren van het leefgebied als geheel. Daarnaast wordt ook in beschouwing genomen of effecten op het aanwezige leefgebied te mitigeren zijn, of dat dit moeilijk of niet realiseerbaar is, waardoor er sprake is van een impact op de lokale gunstige staat van instandhouding en compensatie nodig is. Meer algemeen voorkomend

mende soorten waarvoor een vrijstelling geldt, worden voor het bepalen van de onderscheidende effecten buiten beschouwing gelaten. Zie ook de scoretabel 3.3.

Tabel 3.3 scoretabel Beschermde soorten

score	
--	Bij verstoring, vernietiging van het habitat van een groot aantal beschermde soorten, waarbij mitigatie of compensatie niet mogelijk is, of van een beperkt aantal beschermde soorten waarvan de gunstige staat van instandhouding niet geborgd kan worden, is een score van zeer negatief (--) toegekend.
-	Een negatieve score (-) geldt voor verstoring, vernietiging van habitat van een beperkt aantal beschermde soorten, waarvoor mitigatie of compensatie mogelijk is.
0	Indien per saldo geen invloed is op het habitat of geen sprake is van verstoring van beschermde soorten, dan is de score neutraal (0).
+	Een positief effect (+) is toegekend als de maatregelen een licht positief effect hebben op het habitat van beschermde soorten.
++	Een positief effect (++) is toegekend als de maatregelen een groot positief effect hebben op het habitat van beschermde soorten.

Nationaal Natuurnetwerk

Het Utrechtse NNN-beleid is vastgelegd in de Provinciale Ruimtelijke Structuurvisie (PRS). In de Provinciale Ruimtelijke Verordening (PRV) zijn de regels opgenomen waaraan ruimtelijke plannen van gemeenten moeten voldoen.

Het plangebied valt binnen het deelgebied 'Rivierengebied', zoals beschreven in de provinciale verordening. Hierin staan de typen natuur beschreven waar binnen dit deelgebied in het kader van het NNN de meeste aandacht naar uit gaat. Dit zijn voornamelijk gebiedsbrede kenmerken, waar in relatie tot het behoud van populatie en natuurontwikkeling rekening mee gehouden moet worden. Deze natuurwaarden worden in acht genomen in de beoordeling. Om de lokale effecten op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN te kwantificeren en te beoordelen of sprake is van onderscheidende effecten tussen de alternatieven, vindt de beoordeling per deeltraject plaats op basis van de aanwezige en potentiële natuurwaarden, overeenkomstig de natuurbeheertypenkaart bij het Natuurbeheerplan van de provincie Utrecht.

Tabel 3.4 scoretabel Natuurnetwerk gebieden

score	
--	Bij een areaalverlies > 1 ha of bij een lokaal grote verstoring of een (grote) verstoring in en groot gebied, is een score van zeer negatief (--) toegekend.
-	Een negatieve score (-) geldt voor een areaalverlies tussen de 0,1 en 1 ha, bij een lokale verstoring of bij een lichte verstoring van een groot gebied.
0	Indien per saldo geen sprake is van toe- of afname van de kwaliteit of van verstoring, dan is de score neutraal (0).
+	De score positief effect (+) is toegekend als de maatregelen een licht positieve invloed hebben op de kwaliteit van het NNN.
++	De score positief effect (+) is toegekend als de maatregelen een grote positieve invloed hebben op de kwaliteit van het NNN.

3.1.2 Effectbeoordeling

Natura 2000-gebieden

Voor beide Kansrijke alternatieven geldt dezelfde uitkomst in beoordeling. Om deze reden is hieronder geen nader onderscheid gemaakt tussen KA1 en KA2.

Aanlegfase

Omdat de dijk in de huidige situatie ook al wordt benut als infrastructuur door voertuigen, fietsers en wandelaars, is er geen sprake van aanvullende optische verstoring. Andere storingsfactoren als mechanische verstoring, verstoring door geluid en licht kunnen tot enkele tientallen meters ver reiken. De aanwezige Habitattypen en -soorten aanwezig in deelgebied. De Horde zijn hier echter niet gevoelig voor. Andere storingsfactoren (excl. stikstof) zijn niet aan de orde. De beoordeling van deze effecten komt uit op 0.

Alleen de effecten van vermesting en verzuring door stikstofemissie kunnen reiken tot op enkele kilometers ten opzichte van de uitstootlocatie. Tijdens de uitvoering van de voorgenomen werkzaamheden is de uitstoot van bepaalde hoeveelheid stikstof wel te verwachten. Dit betreft hiermee de enige relevante storingsfactor om nader op in te gaan in het kader van dit project. Dit is echter alleen mogelijk met een stikstofberekening in het programma Aeries, waartoe het nodig is om te weten welk materieel in welke hoeveelheid en periode worden ingezet. Deze berekening zal in de planuitwerkingsfase gedaan worden. Mogelijk kan er hierdoor wel sprake zijn van een verslechtering in beide kansrijke alternatieven. Eén van de beheersmaatregelen op voorhand is dat Sterke Lekdijk de sterke ambitie heeft om het project emissieloos uit te voeren.

Gebruiksfase

In principe blijft de gebruiksfase ongewijzigd. Het plangebied blijft functioneren als een dijk, met daarop infrastructuur. Bij kansrijk alternatief neemt het ruimtebeslag van de dijk niet toe. Er is geen effect op het areaal N2000-gebied. Bij kansrijk alternatief 2 wordt de dijk wel verbreed. Dit is een verbreding aan de binnenzijde van de dijk, buiten het N2000 gebied. Ook bij KA2 is er daarom geen effect op het areaal N2000 gebied.

De weg op de dijk blijft hetzelfde. Op deze manier blijft de connectie met het binnendijkse gebied ongewijzigd (versnippering). Er is daarom geen negatief effect op de kamsalamander die een deel van zijn

landhabitat binnendijs kan hebben.

De beoordeling in de gebruiksfase voor beide KA's komt hierdoor uit op 0.

Indien de meekoppelkans natuurontwikkeling in uiterwaarden (waaronder “De Horde”) wordt verzilverd, wijzigt ook de effectbeoordeling van de gebruiksfase. Getoetst moet dan worden in hoeverre de natuurontwikkeling een positieve of negatieve bijdrage levert aan het behouden of verbeteren van de N2000-instandhoudingsdoelstellingen. In de planuitwerkingsfase wordt dit punt nader bekeken.

Tabel 3.5 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor N2000-gebieden

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Milieu	N2000-gebieden (aanleg en gebruiksfase)	0	0

Flora en fauna

In tabel 3.5 is de beoordeling van de twee kansrijke alternatieven opgenomen. Daar is onderscheid gemaakt tussen de effecten van de aanlegfase en de effecten van de gebruiksfase. In bijlage 1 is de beoordeling per deeltraject opgenomen

Aanlegfase KA1

Tijdens de aanlegfase kan sprake zijn van overtreding van verbodsartikelen van meerdere soortgroepen, waaronder vaatplanten, broedvogels, vleermuizen (vliegroute), grondgebonden zoogdieren, amfibieën, reptielen en vissen. Het gaat hierbij in hoofdzaak om verstoring en tijdelijk ongeschikt maken van delen van het leefgebied. Voor al deze effecten geldt dat ze gemitigeerd kunnen worden. Om de wijze van mitigatie scherp te krijgen is het voor een deel van de soortgroepen nog nodig om nader onderzoek uit te voeren. Aangezien gefaseerd wordt gewerkt en er altijd onverstoord leefgebied beschikbaar blijft, wordt het effect als beperkt negatief (-) ingeschat.

Gebruiksfase KA1

Binnen KA1 is het niet of nauwelijks nodig om bomen te kappen of delen van watergangen te dempen. Voor de aanleg van verticale voorzieningen om piping tegen te gaan, dienen mogelijk enkele bomen gekapt te worden. Grondverzet en werkzaamheden/demping van water(gangen) kunnen ertoe leiden dat leefgebied van beschermde soorten amfibieën, ringslang en vissen op lokale schaal worden aangetast, maar de watergangen als geheel blijven behouden. Om deze reden wordt het effect als beperkt (-) ingeschat. In het geval dat bepaalde meekoppelkansen worden verzilverd, kan dit ook een positief effect hebben voor de gebruiksfase.

Aanlegfase KA2

De effecten zijn vergelijkbaar met KA1, maar vinden plaats over een groter oppervlak. Naast verstoring is de kans op aantasting van het leefgebied plaatselijk ook aan de orde. Waar met piping een deel van de berm tijdelijk verdwijnt, is er in KA2 sprake van dat aan de noordzijde het dijktafval over grote lengte tijdelijk ongeschikt wordt. Dit zorgt voor een groter effect en langduriger herstel van de tijdelijke effecten. Om

deze reden wordt het effect overwegend ingeschat als zeer negatief (--), en plaatselijk beperkt negatief (-). In het geval van het laatste is er sprake van een gering effect door de beperkte aanwezigheid van beschermde soorten. Hierbij nog vermeldend dat voor een aantal soortgroepen nog nader onderzoek uitgevoerd moet worden. Bij afwezigheid van bepaalde soortgroepen kan het ingeschatte effect minder negatief uitvallen.

Gebruiksfasen KA2

Binnen KA2 is het nodig om bomen te kappen en (delen van) watergangen te dempen. Sloten worden weliswaar verplaatst, maar dit betekent wel dat de vegetatie ontwikkeling opnieuw moet beginnen. Voor soorten als heikikker en grote modderkruiper geldt dat zij zich juist ophouden in sloten met een goede vegetatie ontwikkeling. Om deze reden wordt het effect als zeer negatief (--) ingeschat.

In de meekoppelkans natuurontwikkeling in uiterwaarden (waaronder de Horde en de kleiputten) wordt verzilverd, zal dit ook een positief effect hebben voor de gebruiksfase. Ook her realiseren van een bloemrijk dijktaalud is een meekoppelkans die een positief effect zal hebben op flora en fauna. Deze meekoppelkansen zijn in de verkenningsfase niet meegenomen in de effectbeoordeling.

Tabel 3.6 beoordeling van kansrijke alternatieven voor flora en fauna

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Milieu	Flora en Fauna aanlegfase	-	-
	Flora en fauna gebruiksfase	-	--

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Parallel aan vrijwel het gehele traject (uitgezonderd enkele deeltrajecten) bevindt zich aan de zuidzijde gebied dat is aangewezen als NNN. Verreweg het grootste oppervlak heeft als natuurdoeltype Kruiden- en faunairij grasland. Het betreft hier niet alleen graslandenpercelen buitendijks, maar ook het zuidelijke dijktaalud. In het gebied bevinden zich ook de natuurdoeltypen Dynamisch moeras, Zoete plas en Rivier.

In tabel 3.6 is de beoordeling van de twee kansrijke alternatieven opgenomen. Daar is onderscheid gemaakt tussen de effecten van de aanlegfase en de effecten van de gebruiksfase. In bijlage 1 is de beoordeling per deeltraject opgenomen

Aanlegfase KA1

De dijkversterking vindt plaats met verticale maatregelen in het binnentalud. Van deze werkzaamheden is geen effect te verwachten op de aangrenzend aanwezige NNN.

Lokaal vindt er aan de zuidzijde van de dijk wel verflauwing van het talud plaats. Daar waar dit plaatsvindt, verdwijnt de aanwezige vegetatie tijdelijk. Deze vegetatie kan zich echter snel terug ontwikkelen door kolonisatie van zaden uit aangrenzende vegetaties die behouden blijven. Met behulp van mitigatie, door het maaisel van aangrenzende dijkvegetaties uit te strooien over de recent verflauwde taluds, kan

een snelle herontwikkeling worden bevorderd. Hiermee komt de beoordeling uit op 0, omdat de effecten plaatsvinden op kleine schaal en kortdurend zijn.

Aanlegfase KA2

De dijkversterking met grondbermen en verticale maatregelen vindt plaats aan de noordzijde van de dijk. Van deze werkzaamheden is geen effect te verwachten op de aangrenzend aanwezige NNN.

In tegenstelling tot KA1 vindt de verflauwing van het talud aan de zuidzijde plaats over het gehele traject. Dit gebeurt niet in één keer, maar gefaseerd. Deze vegetatie kan zich terug ontwikkelen door kolonisatie van zaden uit aangrenzende vegetaties die behouden blijven, maar het effect zal groter zijn dan bij KA1. Met behulp van mitigatie, door het maaisel van aangrenzende dijkvegetaties uit te strooien over de recent verflauwde taluds, kan een versnelde herontwikkeling worden bevorderd. Aangezien gefaseerd wordt gewerkt en er altijd onverstoord leefgebied beschikbaar blijft, wordt het effect als beperkt negatief (-) ingeschat.

Gebruiksphase KA1 en KA2

In principe blijft de gebruiksfase ongewijzigd. Er vindt in beperkte mate taludverflauwing plaats, maar deze heeft een dermate beperkt ruimtebeslag dat er geen effect is op de NNN gebieden

Indien de meekoppelkans Natuurontwikkeling in de uiterwaarden worden verzilverd, wijzigt wel de gebruiksfase. Er is een positief effect te verwachten bij herinrichting van onder andere “de Horde” en het herstel van kleiputten. De meekoppelkansen zijn echter niet meegenomen in deze beoordeling. De beoordeling in de gebruiksfase voor beide KA's komt hierdoor uit op 0. Indien de meekoppelkansen inderdaad verzilverd wordt, wordt deze nader bekeken in de planuitwerkingsfase.

Tabel 3.7 beoordeling van kansrijke alternatieven voor Nationaal Natuurnetwerk

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Milieu	Natuurnetwerk aanlegfase	0	-
	Natuurnetwerk gebruiksfase	0	0

3.2 Rivierkunde

Voor rivierkunde is een aparte effectnotitie opgesteld, zie bijlage 3. De hoofdtekst hieruit is hieronder opgenomen.

3.2.1 Beoordelingswijze

De kansrijke alternatieven worden beschouwd ten opzichte van de referentiesituatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling) en ten opzichte van elkaar.

Bij kwantificering van het waterstandseffect voor KA2 is gebruik gemaakt van Baseline 5 en Simona 2019. Zie voor een uitgebreidere toelichting de effectnotitie.

Tabel 3.8 Beoordelingskader rivierkunde

Categorie	Criterium	Toelichting op criterium	Wijze van beoordelen VKA
Milieu	Rivierkunde	Effecten op maatgevende hoogwaterstanden	Kwantitatief (MHW-effect) op basis van Rivierkundig Beoordelingskader (RBK).
		Effecten op morfologie Effecten op scheepvaart	Voor morfologie en scheepvaart is het effect gerelateerd aan de mate waarin er effecten zijn op (hoog)waterstanden.

Bij de beoordeling van de effecten wordt tabel 3.8 gebruikt.

In principe zijn conform de beleidslijn grote rivieren buitendijkse versterkingsmaatregelen niet gewenst ('nee, tenzij'). Elke buitenwaartse maatregel wordt daarom negatief beoordeeld.

Indien een buitenwaartse asverschuiving acceptabel is, moet voor deze maatregelen conform het rivierkundig beoordelingskader het effect worden berekend met een rivierkundig model. Indien opstuwing plaatsvindt bij hoge afvoeren moeten deze worden gecompenseerd. Een opstuwing van minder dan 1 mm hoeft niet gecompenseerd te worden, en krijgt een score -. Een opstuwing van meer dan 1 mm beoordelen we als "- -". Indien rivierverruiming wordt gerealiseerd met waterstandsdeling, krijgt deze volgens het beoordelingskader een + of een ++.

Voor morfologie en scheepvaart is het effect gerelateerd aan de mate waarin er effecten zijn op (hoog)waterstanden, hiervoor wordt dan ook dezelfde tabel gebruikt..

Tabel 3.9 Beoordelingsscores hoogwaterstanden

Score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect kan optreden door buitenwaartse maatregelen met waterstandstijging tot gevolg van meer dan 1 mm over grotere afstand
-	Licht negatief effect kan optreden door buitenwaartse maatregelen met waterstandstijging tot gevolg van minder dan 1 mm
0	Geen significant / neutraal effect omdat er geen ruimte wordt ingenomen van het rivierbed en geen sprake is van rivierverruiming
+	niet van toepassing omdat er geen rivierverruiming plaatsvindt die tot waterstandsdeling leidt
++	niet van toepassing omdat er geen rivierverruiming plaatsvindt die tot waterstandsdeling leidt

3.2.2 Effectbeoordeling

De buitenwaartse versterking bij JAV betreft alleen taludverflauwing in combinatie met het versterken van het buitentalud door het aanbrengen van klei. Het ruimtebeslag daarvan is zeer beperkt van omvang (0,3 – 1,5 meter, zie paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** uit de effectnotitie rivierkunde). Indien lke buitenwaartse verschuiving van de teenlijn voorkomen moet worden, zou aanpassing van het buitentalud alleen gerealiseerd kunnen worden met een binnenwaartse asverschuiving. Omdat de kruin van de dijk vrijwel nergens verhoogd hoeft te worden, hoeft vanwege de dijkversterking de weg op de dijk niet aangepast te worden. De binnenwaartse asverschuiving ten gevolge van de aanpassing van het buitentalud zou daarom tot zeer hoge meerkosten leiden ten opzichte van de beperkte buitenwaartse verschuiving van de teenlijn. Daarom is er in beide alternatieven voor gekozen om geen asverschuiving toe te passen. Dit leidt tot een negatief oordeel op rivierkunde.

De mate waarin opstuwing plaatsvindt is berekend met het rivierkundig model.

Bij KA1 komt op het traject Jaarsveld-Vreeswijk alleen taludverflauwing ten behoeve van de dijkversterking voor over korte trajecten.

Uit de berekening volgt dat de opstuwing bij taludverflauwing over het hele dijktraject ruim onder de 1mm blijft. Dit is een toelaatbaar effect.

Bij KA2 wordt taludverflauwing over het hele traject toegepast als meekoppelkans voor beheer en onderhoud van de dijk, en voor toename van de biodiversiteit.

Uit de berekening volgt dat de opstuwing bij taludverflauwing over het hele dijktraject, en een fictieve verplaatsing van 1 m, ruim onder de 1mm blijft. Dit effect is toelaatbaar.

Bij KA2 wordt het stroombeeld (stroomsnelheid en waterdiepte) in de hoogwaterreferentie niet gewijzigd ten opzichte van de referentie. De waterdiepte neemt minder dan 1 mm toe, stroomsnelheden op de rand van de vaarweg en in het zomerbed veranderen minimaal (respectievelijk max 3 cm/s en 3 mm/s). Daarmee zijn verslechtingen van de dwarsstroming, waterdiepte en morfologie onwaarschijnlijk.

Bij middenafvoeren kunnen deze effecten wat groter zijn. Dit zal in de planuitwerking moeten worden vastgesteld.

Alle alternatieven hebben dus geen significant waterstandseffect bij de hoogwaterreferentie. Echter wordt in principe elke buitendijkse versterking negatief beoordeeld op de hoogwaterreferentie, aangezien ruimte van de rivier wordt ingenomen. De hoogwaterreferentie is voor alle alternatieven dan ook beoordeeld als licht negatief effect. De buitendijkse versterking in alle alternatieven heeft geen significant effect op scheepvaart en morfologie. De effecten van KA1, KA2 zijn dan ook neutraal beoordeeld, zie ook de volgende tabel.

Voor morfologie en scheepvaart is het effect gerelateerd aan de mate waarin er effecten zijn op (hoog)waterstanden. Omdat deze als zeer beperkt zijn ingeschat is deze beoordeling voor de twee kansrijke alternatieven op basis van expert oordeel als neutraal beoordeeld.

Tabel 3.10 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor rivierkunde

Criterium	KA1	KA2
Hoogwaterreferentie	-	-
Scheepvaart	0	0
Morfologie	0	0

3.3 Waterhuishouding

Bij de beoordeling van het criterium waterhuishouding wordt gekeken naar het effect op grondwater en het effect op oppervlaktewater (binnendijs waterbezwaar).

3.3.1 Beoordelingswijze

Grondwater

De dijkversterking kan invloed hebben op de grondwaterstanden in de omgeving. Een daling van grondwaterstanden kan als negatief beoordeeld worden vanwege de mogelijk negatieve effecten op bebouwing (zetting/verzakking) en natuur (verdroging). Daling van de grondwaterstanden kan op landbouw zowel een positief als een negatief effect hebben. Als er in de huidige situatie sprake is van vernattingsschade kan een daling van grondwaterstand positief zijn, maar als er in de huidige situatie sprake is van droogte is het een negatief effect.

Tabel 3.11 Beoordelingstabel grondwater

score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	De grondwaterstanden worden sterk beïnvloed en er kan sprake zijn van negatieve gevolgen hebben op functies binnendijs
-	De grondwaterstanden worden beperkt negatief beïnvloed door de maatregelen en er wordt geen nadelig effect verwacht op functies binnendijs
0	De grondwaterhuishouding wordt niet beïnvloed door de maatregelen.
+	De grondwaterhuishouding wordt positief beïnvloed door de maatregelen.
++	De grondwaterhuishouding wordt sterk verbeterd door het uitvoeren van de maatregelen. Hiermee worden knelpunten/opgave permanent opgelost.

Oppervlaktewater

De dijkversterking kan ook tot gevolg hebben dat het huidige oppervlaktewatersysteem minder goed gaat functioneren en de peilbeheersing niet meer goed kan worden uitgevoerd. Indien aanpassingen nodig zijn om dit te voorkomen, bijvoorbeeld door het aanleggen van extra watergangen of vergroting van gemaalcapaciteit, wordt dit negatief beoordeeld.

Tabel 3.12 Beoordelingstabel oppervlaktewater

score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	De waterhuishouding wordt sterk verslechterd door de maatregelen. Er worden veel watergangen gedempt, wat mogelijk leidt tot afname van het bergend vermogen en vermindering van de afvoercapaciteit, of er worden drainagetechnieken toegepast die leiden tot een grotere belasting van het watersysteem
-	De waterhuishouding wordt negatief beïnvloed omdat in beperkte mate watergangen (kopsloten) worden gedempt
0	De waterhuishouding wordt niet beïnvloed door de maatregelen.
+	De waterhuishouding wordt positief beïnvloed door de maatregelen.
++	De waterhuishouding wordt sterk verbeterd door het uitvoeren van de maatregelen. Hiermee worden knelpunten/opgave permanent opgelost.

3.3.2 Effectbeoordeling

De effecten op grond- en oppervlaktewater van de verschillende alternatieven hangen af van de gebruikte technieken. Hieronder wordt voor grondwater en oppervlaktewater voor de relevante technieken uiteengezet óf, en zo ja, welke effecten te verwachten zijn. Daarna wordt dit samengevat in een score per alternatief waarbij eventuele aanvullende bijzonderheden worden vermeld.

Grondwater

Onderstaand is per dijkversterkingsmaatregel beschreven welke effect de maatregel kan hebben op het grondwater. Op basis van de toegepaste technieken is per deeltraject het mogelijke effect van de Kansrijke alternatieven beoordeeld. Dit is per deeltraject weergegeven in bijlage 1.

1. Filteroplossingen om piping tegen te gaan (Prolock, Grof Zand Barrière (GZB), Verticaal Zand-dicht Geotextiel (VZG)) hebben geen invloed op de grondwaterstanden. Het betreft verticale maatregelen die waterdoorlatend zijn. Met monitoren wordt bewaakt dat de filters niet verstopt raken, omdat anders de waterveiligheidsmaatregel niet goed meer functioneert. Het zijn relatief nieuwe technieken en monitoringsstrategieën en -methoden moeten nog worden doorontwikkeld.
2. Dichte schermen (piping en/of stabiliteit) kunnen de grondwaterstroming wel beïnvloeden. In de deze verkenningsfase zijn de effecten op basis van deskundigen oordeel beoordeeld. Deze effecten zijn afhankelijk van de bodemopbouw. Daar waar de schermen worden geplaatst in een dik watervoerend pakket (Pleistocene zand) zijn de effecten zeer klein doordat de schermen het watervoerend pakket maar voor een klein deel afsluiten. Het watervoerend pakket heeft ook een hoge doorlatendheid waardoor de schermen geen effect hebben of de grondwaterstroming door het pakket heen. Wanneer een tussenzandlaag door de verticale maatregel wordt afgesloten kan de stijghoogte in deze zandlaag wel worden beïnvloed. In het algemeen zijn de freatische grondwaterstanden hier niet van afhankelijk, omdat deze grondwaterstanden worden bepaald door de oppervlaktewaterpeilen die in dit gebied door bemaling overal beheerst zijn (vast of flexibel peil-beheer cf. peilbesluiten).

Indien over een grote dijklenge verticale schermen worden geplaatst zal in de planuitwerking met geohydrologische modellering het effect worden berekend. Indien er een significant effect is, kan dit worden gemitigeerd. Bijvoorbeeld door deze gestaffeld (wisselend in lengte) aan te brengen of in sets.

3. Drainage is ook een van de maatregelen voor piping (en soms ook stabiliteit). Hierdoor wordt de stijghoogte aan de binnenzijde van de dijk verlaagd door het aanleggen van drains of een grindkoffer. Afhankelijk van de situatie kan water onder vrij verval worden afgevoerd, of moet er actief bemalen worden.
 - a. Bij Jaarsveld ligt een drainagesysteem (het 'ontlaststelsel'). Mogelijk is aanpassing / uitbreiding hiervan noodzakelijk. De werking van het ontlaststelsel en de invloed ervan op de grondwaterstanden is met een uitgebreide modelstudie onderzocht, beschreven in het rapport 'Geohydrologisch model ontlaststelsel Jaarsveld v1'. Met een 3D grondwatermodel gebaseerd op het verfijnde 3D ondergrondmodel van TNO is bepaald of het stelsel in huidige vorm voldoet als oplossing tegen faalmechanismen piping en stabiliteit. In de studie zijn ook de afvoerdebieten bepaald op basis van modelberekeningen. In het rapport is geconcludeerd dat het benodigd afvoerdebiet nog ruimschoots past binnen de maximale afvoercapaciteit. Het stelsel zou hiermee zonder aanpassing een oplossing kunnen bieden tegen optreden van piping. Voor stabiliteit geldt dat dit minder afhankelijk is van de stijghoogte en het ontlaststelsel daardoor onvoldoende oplossing biedt, ook bij vergroten van de afvoercapaciteit. In de planuitwerking vindt nog nader onderzoek plaats op basis van nieuwe afvoermetingen in het stelsel. Het vergroten van de drainagedebieten heeft met name invloed op het oppervlaktewatersysteem (watergangen en gemalen) waarin dit water moet worden afgevoerd.
 - b. Bij het realiseren van nieuwe ontlastsystemen moet de invloed op heersende grondwaterstanden en de relatie met het binnendijsk watersysteem goed worden onderzocht en dient ook een meerjarige monitoringsstrategie te worden opgezet.

In deze verkenningsfase is de af te voeren waterhoeveelheid (debieten) indicatief berekend in een quickscan drainage, beschreven in het memo 'JAV: drainageberekeningen v2a'. Deze debieten zijn vrij hoog omdat er ook een vrij grote stijghoogteverlaging nodig is en in veel gevallen ook uit het dikke watervoerende pakket wordt gepompt. In de meeste gevallen kunnen deze volumes niet geloosd worden op het oppervlaktewater. Daarmee kan drainage alleen op maatwerklocaties een oplossing zijn. In de effectbeoordeling van KA1 en KA2 is geen rekening gehouden met het toepassen van drainage op de maatwerklocaties.

4. Oplossingen met grond hebben naar verwachting verwaarloosbare effecten op het grondwatersysteem omdat deze allen boven de grondwaterstand worden uitgevoerd. In de huidige situatie is bekend dat natte plekken aan de binnentoevoeren voorkomen. Door het aanleggen van oplossingen met grond kan de natte plek verlegd worden naar de nieuwe binnentoevoeren. Wellicht kan dit effect worden opgevangen door het binnendijsk watersysteem. Dit moet nader beschouwd worden in de planuitwerkingsfase.

Op basis van expert judgement en geohydrologische berekeningen zijn de effecten op de grondwaterstanden in beeld gebracht voor de twee kansrijke alternatieven (tabel 3.12).

Tabel 3.13 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor grondwater

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	Grondwater	-	0

In KA1 is er mogelijk een geringe beïnvloeding van de grondwaterstroming door verticale constructies in een gevoelig gebied (historische kern / bebouwde kom) van Vreeswijk en Jaarsveld. Daarom hebben we KA1 met een '-' beoordeeld. Het effect is naar verwachting zeer klein omdat de verticale constructies worden aangebracht in een dik watervoerend pakket. In KA2 is er alleen bij Jaarsveld mogelijk een negatief effect door de verticale constructie voor stabiliteit. Het alternatief als geheel scoort neutraal. In bijlage 1 is de beoordeling per deeltraject opgenomen.

In de planuitwerking zal het effect op de grondwaterstanden worden gekwantificeerd en indien nodig worden gemitigeerd.

Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater kan worden beïnvloed door de volgende maatregelen:

1. Oplossingen met grond (bermen) kunnen tot gevolg hebben dat watergangen worden gedempt.
2. Drainagetechnieken waarmee de stijghoogte in het watervoerend pakket wordt verlaagd (tijdens hoog water) worden als negatief beoordeeld omdat hierbij grote debieten moeten worden afgevoerd in het watersysteem. Dit heeft invloed op de benodigde afvoercapaciteit van watergangen en gemalen.

In KA1 worden alleen verticale maatregelen toegepast in combinatie met lokale taludverflauwing. Deze maatregelen raken nergens watergangen of kunstwerken in het regionale watersysteem. Daarom beoordelen we dit alternatief neutraal (0). In KA2 wordt het oppervlaktewatersysteem wel negatief beïnvloed. Stabiliteitsbermen en pipingbermen zorgen in het landelijk gebied tussen IJsselstein en Jaarsveld voor demping van sloten en verdwijnen van stuwen. Dit kan een effect hebben op de bergingscapaciteit van de watergangen. In bijlage 1 is de beoordeling per deeltraject opgenomen. In bijlage 3 is een analyse opgenomen naar deze 'demping' van watergangen (m^2) in het regionale systeem per KA, per deeltraject. Totaal gaat het om ca. 10.000 m^2 aan tertiaire watergangen die worden geraakt en totaal ca. 6.300 m^2 aan primaire watergangen. In de planuitwerkingsfase zal in het ontwerp rekening gehouden moeten worden met het aanpassen van het watersysteem zodat er geen afname van bergend vermogen plaats vindt en de waterbeheersing binnendijks niet negatief wordt beïnvloed.

Tabel 3.13 Scoretabel oppervlaktewater

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	Grondwater	0	-

3.4 Bodem

3.4.1 Beoordelingswijze

Het criterium bodem wordt op twee onderdelen beoordeeld:

1. Bodemkwaliteit; verandering van aanwezige verontreinigingen door het geheel of gedeeltelijk verwijderen van de verontreinigingen. Bij de beoordeling van de kwaliteit van de bodem en grondwater is gelet op de eindsituatie ten opzichte van de referentiesituatie.
2. Kwantiteit; mate waarin grondverzet plaatsvindt en mate waarin met gebiedseigen materiaal kan worden gewerkt (grondbalans).

Kwaliteit bodem en grondwater

In het rapport “Milieuhygiënisch vooronderzoek bodem op basis van NEN 5717 en NEN 5725 Dijktracé Jaarsveld Vreeswijk ” is een overzicht opgenomen van de lokale gevallen van bodemverontreiniging. De informatie uit deze rapportage is gebruikt voor de effectbeoordeling. Aangenomen is dat alleen effecten op bodemkwaliteit ontstaan wanneer het ruimtebeslag van de maatregelen daadwerkelijk een bodemverontreiniging raakt. Kosten en belemmeringen tijdens de uitvoering op basis van bodemkwaliteitskaarten en aanwezige verontreinigingen worden meegewogen in het criterium kwantiteit (grondbalans).

Tabel 3.14 Scoretabel bodemkwaliteit

score	Beoordeling kwaliteit bodem
--	Zeer negatief effect kan optreden omdat verontreiniging sterk toeneemt
-	Licht negatief effect kan optreden omdat verontreiniging toeneemt
0	Geen significant / neutraal effect omdat verontreiniging hetzelfde blijft
+	Positief / gunstig effect kan optreden omdat verontreiniging afneemt
++	Sterke verbetering / sterk positief effect kan optreden omdat verontreiniging sterk afneemt

Een negatief effect voor wat betreft de kwaliteit van de bodem kan worden uitgelegd als het verslechteren van de referentiesituatie. Denk hierbij aan constructies die al aanwezige verontreinigingen vergroten of eventueel veroorzaken. Een positief effect wordt uitgelegd als zijnde een verbetering van de toekomstige situatie ten opzichte van de referentiesituatie (zoals bijvoorbeeld het saneren van een grond(water)verontreiniging of het aanbrengen van een leeflaag op al bekende verontreinigingen).

Bodemkwantiteit (grondverzet)

Wanneer er wat betreft grondverzet sprake is van een gesloten grondbalans leidt dit tot de beoordeling “+”, omdat dit voor grondverzet het meest gunstige scenario is. Een “0” is van toepassing als er (vrijwel) geen grondverzet plaatsvindt.

Een beperkte aanvullende inspanning zonder een gesloten grondbalans leidt tot de beoordeling “-”. Tot slot leiden veel aanvullende inspanningen én een niet gesloten grondbalans tot de beoordeling “- -”. In de beoordeling wordt ook rekening met de verhouding tussen de kansrijke alternatieven. Als er in één van beide kansrijke alternatieven significant meer grondverzet zal plaatsvinden, maar beide alternatieven

vallen in één beoordelingscategorie, wordt het alternatief met een hogere mate van grondverzet minder gunstig beoordeeld.

Tabel 3.15 Scoretabel bodemkwantiteit

score	Beoordeling kwantiteit bodem
--	Niet gesloten grondbalans veel grondaanvoer nodig (>25.000 m ³ per deeltraject)
-	Niet gesloten grondbalans met beperkte grondaanvoer (<25.000 m ³ per deeltraject)
0	vrijwel geen grondverzet (<5000 m ³ per deeltraject)
+	Gesloten grondbalans
++	n.v.t.

3.4.2 Effectbeoordeling

Kwaliteit bodem en grondwater

Voor beide Kansrijke alternatieven geldt dat er geen maatregelen genomen worden die effect hebben op aanwezige verontreinigingen of potentiële gevallen van bodemverontreiniging. We beoordelen dan ook beide Kansrijke alternatieven als neutraal (0). In deeltrajecten 5 (Lekboulevard) en 8 (DPO terrein) zijn wel gevallen van bodemverontreiniging bekend (bijlage 1). Tijdens de planuitwerking moet rekening worden gehouden met deze verontreinigingsgevallen.

Tabel 3.16 Beoordelingstabel van kansrijke alternatieven voor bodemkwaliteit

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	bodemkwaliteit	0	0

Bodemkwantiteit (grondverzet)

Op basis van het 3D ontwerp van de maatregelen is een grondbalans van beide kansrijke alternatieven opgesteld. Een gesloten grondbalans is qua grondverzet de ideale situatie, omdat er dan geen aan- of afvoer van grond hoeft plaats te vinden en beschikbaar binnen het projectgebied volstaat. Per deeltraject is gekeken naar de hoeveelheid grond die moet worden aan- of afgevoerd. Voor de maatregelen in bij beide alternatieven moet er nodige grond aangevoerd worden.

Bij kansrijk alternatief 1 is ca. 200.000m³ klei die nodig is voor het verbeteren van het buitentalud. Op grond van de benodigde hoeveelheid is dit als negatief beoordeeld (-). Bij kansrijk alternatief 2 gaat het om ca. 800.000m³ omdat naast het buitentalud ook stabiliteits- en pipingbermen worden aangelegd. Dit alternatief scoort sterk negatief (--).

In bijlage 1 is de beoordeling per deeltraject opgenomen, gerelateerd aan de in dat traject opgenomen versterkingsmaatregelen. Hierin is ook de hoeveelheid aan te voeren grond op basis van een voorlopige berekening te zien.

Tabel 3.17 Beoordelingstabel bodemkwantiteit

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	bodemkwantiteit	-	--

4 Effectbeoordeling omgeving

In dit hoofdstuk worden de effecten op de volgende omgevingsaspecten beoordeeld: cultuurhistorie en landschap, ruimtelijke kwaliteit, woon-, werk- en leefmilieu, recreatie en medegebruik, verkeer en 'effecten tijdens aanleg'. In bijlage 5 zijn per thema de bijbehorende kaarten te vinden.

4.1 Cultuurhistorie en landschap

4.1.1 Beoordelingswijze

Voor cultuurhistorie en landschap kijken we naar de effecten op gebouwde monumenten, beeldbepalende bomen, landschaps- en aardkundige waarden, zichtlijnen en overige cultuurhistorische elementen. Langs de gehele Lekdijk zijn cultuurhistorische kenmerken te vinden die het verhaal vertellen van dijkbeveiliging en dijkonderhoud, zoals waak- en wachthuizen, dijkmagazijnen, verhoefslagpalen. Ook is sprake van overige cultuurhistorisch waardevolle objecten en gebouwen. In het rapport "Archeologisch en cultuurhistorisch bureauonderzoek Deelproject Jaarsveld - Vreeswijk" (KSP, 2020) is een inventarisatie van deze cultuurhistorische objecten opgenomen. Daarnaast heeft de strijd tegen het water veel relictten achter gelaten in het landschap in de vorm van wielen en kleiputten. De landschappelijke waarden van de Lekdijk zijn (beeldbepalende) bomen en bosschages op en langs de dijk, de relatie van de dijk, de Lek en het land binnendijs. Daarnaast zijn er veel belangrijke zichten op kerktorens, de overzijde van de Lek en het achterliggende, open landschap met het agrarisch gebruik en kenmerkende verkavelings-/slotenpatroon.

In beide alternatieven is het uitgangspunt om zo min mogelijk van de cultuurhistorische waarden aan te tasten. Hierom is in beide alternatieven gekozen voor maatwerk rond rijks- en gemeentelijke monumenten en landschappelijke elementen zoals de wielen. Bij nadere uitwerking van de plannen dienen effecten op deze cultuurhistorische waarden zoveel mogelijk gemitigeerd te worden.

Aandachtsgebieden vanuit cultuurhistorie zijn de dorpskernen van Jaarsveld en Vreeswijk, de IJsseldam en de wielen langs de dijk. Hier zijn veel cultuurhistorische waarden aanwezig, waardoor extra zorgvuldigheid bij de inpassing gewenst is.

Tabel 4.1 scoretabel cultuurhistorie en landschap

score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	De (beleving van) cultuurhistorie en het landschap worden sterk verslechterd door de maatregelen. Er vinden ingrijpende permanente veranderingen plaats met onomkeerbare gevolgen.
-	De (beleving van) cultuurhistorie en het landschap worden negatief beïnvloed door de maatregelen. Er vinden permanente wijzigingen plaats in het landschap.
0	De (beleving van) cultuurhistorie en het landschap worden niet beïnvloed door de maatregelen.
+	De (beleving van) cultuurhistorie en het landschap worden positief beïnvloed door de maatregelen.
++	De (beleving van) cultuurhistorie en het landschap worden sterk verbeterd door uitvoeren van de maatregelen.

4.1.2 Effectbeoordeling

Kansrijk alternatief 1 is geheel gericht op het behoud van het huidige dijkprofiel en heeft daarom in de gebruiksfase geen of nauwelijks effect op cultuurhistorie en landschap. Wel moet rekening worden gehouden met mogelijk schade aan monumenten door trillingen tijdens het aanbrengen van de verticale maatregelen. Er is nog geen keuze gemaakt welke verticale maatregel gebruikt kan worden. Hierdoor zijn de effecten van dit alternatief nog moeilijk in te schatten. Uitgangspunt is dat met gebruik van de juiste technieken en de schade kan worden voorkomen. Daarom is KA1 neutraal beoordeeld (0).

In KA2 is het algemene effect dat het dijklichaam wordt verbreed. De aan te leggen stabiliteits- en piping-bermen overlappen met bestaande cultuurhistorische en landschappelijke waarden. Hierdoor scoort KA2 negatief. In het centrum van Vreeswijk en Jaarsveld worden ook in KA2 vanwege de hoge dichtheid aan cultuurhistorische waarden verticale maatregelen toegepast.

Per deeltraject wordt in bijlage 1 een gedetailleerder onderscheid gemaakt tussen de twee kansrijke alternatieven op basis van de in het betreffende deeltraject opgenomen maatregelen en de in dat deelgebied aanwezige waarden.

Tabel 4.2 beoordelingstabel van kansrijke alternatieven voor cultuurhistorie en landschap

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	Cultuurhistorie en landschap	0	-

4.2 Archeologie

4.2.1 Beoordelingswijze

In het archeologisch bureauonderzoek (Archeologisch en Cultuurhistorisch bureauonderzoek dijkversterking noordelijke Lekdijk, deelproject Jaarsveld – Vreeswijk, KSP, 2020) is de archeologische verwachtingskaart van het projectgebied opgenomen. Deze kaart is, in aanvulling op de archeologische waardekaarten van de gemeenten Lopik, IJsselstein en Nieuwegein, gebruikt om het risico op aantasting van archeologische waarden in te schatten. Indien dit risico bestaat, is nader onderzoek nodig in de planuitwerking.

De dorpskernen van Jaarsveld (inclusief de dijk bij huis te Jaarsveld) en van Vreeswijk worden gekenmerkt door een zeer hoge archeologische waarde en zijn aangemerkt als archeologisch monument. Daarnaast zijn er een aantal gebiedsdelen aangeduid met een hoge verwachtingswaarde. De Lekdijk zelf heeft ook een hoge archeologische waarde vanwege de (onzichtbare) dijkopbouw in de verschillende ophoofstades. Alleen de voorhavendijk van de Beatrixsluis heeft een lage verwachtingswaarde. In het landelijk gebied hebben een aantal aan de dijk grenzende woningen een hoge verwachting als 'huisplaats'.

Werkzaamheden in het kader van dijkversterking kunnen negatief effect hebben op het archeologisch bodemarchief. Uitgangspunt bij de beoordeling is het graven in gebied met een (middel)hoge verwachtingswaarde sterk negatief wordt beoordeeld.

Tabel 4.3 scoretabel archeologie

Score	Beoordeling
--	Groot risico op aantasting door het graven in een gebied met (middel)hoge verwachtingswaarden of bekende archeologische vindplaatsen.
-	Beperkt risico op aantasting door: - o het aanbrengen van constructies in gebied met (middel)hoge verwachting is een kans op aantasting van archeologische waarden. (verstoren, verandering van grondwaterstanden). - o het opbrengen van grond op slappe (venige) bodems in een gebied met (middel)hoge verwachting. - o Het wijzigen van grondwaterstanden in een gebied met (middel)hoge verwachting.
0	Geen of zeer beperkt risico op aantasting van archeologische waarde. Maatregelen vinden plaats in gebied met lage verwachting en er wordt alleen bodem opgebracht in een gebied dat weinig zettingsgevoelig is. Ook het aanbrengen van grond op de dijk of een constructie in de dijk wordt beoordeeld als een beperkt risico, omdat daarmee de kenmerkende waarde (dijkopbouw) niet wezenlijk wordt veranderd.
+	n.v.t.
++	n.v.t.

4.2.2 Effectbeoordeling

Bij beide kansrijke alternatieven wordt nauwelijks gegraven. Alleen de toplaag (0-30 cm) wordt verwijderd als er bermen worden aangelegd of het talud wordt verflauwd. Er zijn daarom geen trajecten waar de effectbeoordeling zeer negatief is. Er zijn wel veel trajecten waar een beperkt risico (-) is op het aantasten van archeologische waarden door het aanbrengen van verticale constructies in gebieden met een (middel)hoge verwachting. Dit is voor beide alternatieven het geval, waardoor beide alternatieven negatief scoren (-).

Bij kansrijk alternatief 2 worden wel minder verticale constructies toegepast dan in KA1, maar dit leidt niet tot een lager risico. Met name in de deeltrajecten bij Vreeswijk en Jaarsveld moet echter ook in rekening gehouden worden met het risico op aantasting van archeologische waarden. Per deeltraject wordt in bijlage 1 een gedetailleerder onderscheid gemaakt tussen de twee Kansrijke alternatieven op basis van de in het betreffende deeltraject opgenomen maatregelen.

Tabel 4.4 Beoordeling van kansrijke alternatieven voor Archeologie

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	Archeologie	-	-

4.3 Ruimtelijke Kwaliteit

4.3.1 Beoordelingswijze

Het criterium ruimtelijke kwaliteit wordt beoordeeld aan de hand van de volgende vijf kernkwaliteiten voor de dijk en zijn directe omgeving uit het [Ruimtelijk Kaliteitskader \(RKK\) Dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk d.d. 7 april 2021](#). Deze zijn een uitwerking van de kernkwaliteiten die benoemd zijn in het overkoepelende ruimtelijk kwaliteitskader Sterke Lekdijk dat voor de gehele Sterke Lekdijk is ontwikkeld.

Hieronder zijn de kernkwaliteiten opgesomd. Een nadere toelichting is in het RKK te lezen.

1. De dijk is een continu, verbindend element in het veranderende landschap
2. De dijk is een grens tussen verschillende vormen van occupatie en landgebruik
3. De dijk laat een historisch en tijdloos gevecht tegen het water zien
4. De dijk is een recreatieve as door een aantrekkelijk landschap
5. De dijk passeert kenmerkende structuren in het landschap: de A2, de Hollandse IJssel, de Vaartsche Rijn, het Merwedekanaal en het Lekkanaal met de bijbehorende sluizen. Deze sluizen hadden ook een (inundatie)rol in de Oude en Nieuwe Hollandse Waterlinies. Fort Vreeswijk bewaakte deze belangrijke sluizencomplexen.

Deze waarden gelden voor de gehele dijk, maar hebben op plekken met veel landschappelijke en cultuurhistorische waarden meer impact. Voor de dijk als continue structuur hebben stabiliteits- en vooral lange pipingbermen invloed op de verschijningsvorm van de dijk, indien niet aaneengesloten uitgevoerd zorgen zij voor een versnipperd beeld van de dijk en zijn voor veranderingen/aantasting van het binnendijkse landschap.

De dijk als grens tussen verschillende vormen van occupatie is het meeste duidelijk in delen waarbij buitendijkse natuurontwikkeling heeft plaatsgevonden, zoals bij de Horde en de Bossenwaard. Hier kan de grens tussen het binnendijkse- en buitendijkse land goed zichtbaar zijn.

De dijk en het tijdloze gevecht tegen water is vooral zichtbaar in de bochten van de dijk. Deze zijn vaak ontstaan door dijkdoorbraken, omdat de nieuwe dijk om de wielen werd aangelegd die bij de doorbraak werden gevormd door het kolkende water (wiel was te diep en te groot om te gaan vullen). Bermen kunnen de bochtige dijk minder leesbaar maken, waardoor de voorkeur zal gaan naar aaneengesloten maatregelen. Daarnaast zijn er nog meer dijkgerelateerde cultuurhistorische elementen te vinden: waak- en wachthuizen, dijkmagazijnen, verhoefslagpalen, en overige cultuurhistorisch waardevolle objecten en gebouwen. In beide KA's wordt met deze elementen rekening gehouden en zullen deze elementen behouden blijven. Bij de verhoefslag- en wachthuispalen kunnen deze tijdelijk worden opgeslagen en op hun (originele) worden teruggebracht of aangevuld met nieuwe palen. Deze handelingen hebben geen invloed op de keuze van de KA en kunnen als inpassen beschouwd worden.

De dijk als recreatieve as en het passeren van structuren gaat vooral om de beleefbaarheid en leesbaarheid van de dijk. Bij de kruising met de A2 is de dijk niet goed leesbaar als element in het landschap. Bij de kruising met de kanalen (omgeving Vreeswijk) gaat het aanbrengen van onderscheid

In de beoordeling zijn al de vijf kernwaarden meegenomen en toegelicht welke waarde er positief of negatief beïnvloed wordt in de verschillende alternatieven.

Tabel 4.5 Scoretabel Ruimtelijke Kwaliteit

score	Beoordeling
--	De ruimtelijke kwaliteit van het gebied (op basis van de kernwaarden uit het RKK) wordt sterk verslechterd door de maatregelen. De algehele ruimtelijke kwaliteit gaat verloren.
-	De ruimtelijke kwaliteit van het gebied (op basis van de kernwaarden uit het RKK) wordt negatief beïnvloed door de maatregelen. Bepaalde kwaliteiten van het landschap gaan verloren.
0	De ruimtelijke kwaliteit van het gebied (op basis van de kernwaarden uit het RKK) wordt niet beïnvloed door de maatregelen.
+	De ruimtelijke kwaliteit van het gebied (op basis van de kernwaarden uit het RKK) wordt positief beïnvloed door de maatregelen.
++	De ruimtelijke kwaliteit van het gebied (op basis van de kernwaarden uit het RKK) wordt sterk verbeterd door uitvoeren van de maatregelen.

4.3.2 Effectbeoordeling

De kernwaarden uit het RKK worden in beide alternatieven nagestreefd om te behouden en te versterken. In KA1 ligt de nadruk meer op het behouden van de bestaande waarden en in KA2 kunnen extra waarden toegevoegd worden op de brede bermen. Verder kan bij KA 2 ruimtelijke kwaliteit verloren gaan bij het aanleggen van de versterkingsmaatregelen. Vanuit het RKK zijn een aantal aandachtspunten meegegeven zoals de onderdoorgang bij de A2, de IJsseldam, de buitendijkse woonwijk aan de Lekboulevard en de kernen van Vreeswijk en Jaarsveld. Hier is ook door middel van de meekoppelkansen een grote slag te slaan in de ruimtelijke kwaliteit.

Over het gehele dijktraject is te zeggen dat de keuze voor KA2 de voorkeur heeft wanneer een extra kans op ruimtelijke kwaliteit geboden wordt.

Doordat we beoordelen zonder deze meekoppelkansen mee te nemen krijgt KA 2 als score negatief (-). Op plekken waar gekozen wordt voor een continu dijktraject of waar de strijd tegen het water zichtbaar is, hebben we voorkeur voor verticale maatregelen.

Door de nadruk op behouden van de bestaande waarden bij kansrijk alternatief 1 wordt dit neutraal beoordeeld (0). Per deeltraject wordt in bijlage 1 een gedetailleerd onderscheid gemaakt tussen de twee Kansrijke alternatieven op basis van de in het betreffende deeltraject opgenomen maatregelen.

Tabel 4.6 Beoordelingstabel van kansrijke alternatieven voor Ruimtelijke Kwaliteit

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	Ruimtelijke Kwaliteit	0	-

4.4 Effecten tijdens aanleg (aanlegfase)

In deze paragraaf kijken we naar de effecten op bereikbaarheid, vervoersbewegingen en geluids-, stof- en trillingshinder tijdens aanleg. In paragraaf 4.5. wordt gekeken naar de effecten op woon-, werk- en leefmilieu in de gebruiksfase na aanleg.

4.4.1 Beoordelingscriteria

Voor de effecten tijdens aanleg wordt gekeken naar de effecten op functies en bereikbaarheid, vervoersbewegingen en geluids-, stof- en trillinghinder. Deze effecten worden in meer detail beschouwd in MER deel 2. In dit MER deel 1 geven we per alternatief een aantal aandachtspunten. Hierbij wordt tabel 4.10 gebruikt.

Tabel 4.7 scoretabel effecten tijdens aanleg

Score	Beoordeling
--	Zeer negatief effect, ernstige hinder kan optreden
-	Licht negatief effect, lichte hinder kan optreden
0	Geen significant of neutraal effect, geen hinder
+	Positief of gunstig effect kan optreden
++	Sterke verbetering of sterk positief effect kan optreden

4.4.2 Effectbeoordeling

Effect op functies en bereikbaarheid

Wat betreft de effecten voor bereikbaarheid geldt dat bij beide alternatieven er werkzaamheden in en nabij de dijk plaatsvinden waardoor de weg op de dijk gedurende bepaalde perioden tijdelijk niet in gebruik zal zijn. Er is in deze fase geen duidelijk verschil te onderscheiden tussen de beide alternatieven, beide scores een – (min)

Effect op vervoersbewegingen

Vervoersbewegingen gaan met name over transportbewegingen van werkverkeer en aan- en afvoer van bouwmaterialen. In KA 1 bestaat aanvoer vooral uit de aanvoer van bouw materiaal voor de verticale maatregelen. Bij KA 2 is er ook sprake van verticale maatregelen en wordt er daarnaast grond aangevoerd voor de stabiliteitsbermen. Ten opzichte van de autonome situatie scoren beide alternatieven negatief, waarbij er bij KA 2 sprake is van meer transportbewegingen.

Effect op geluids-, stof, en trillingshinder

De uitvoeringswerkzaamheden kunnen bij beide alternatieven overlast opleveren voor omwonenden. In beide gevallen zijn verticale maatregelen voorzien. Met name in de dijktrajecten met bebouwing direct naast of op de dijk is er vanwege de beperkte ruimte geen andere mogelijkheid dan aanbrengen van constructies in de dijk. De kans dat hier hinder bij gaat optreden is reëel. Specifiek voor deze deeltrajecten wordt er een – (min) gescoord. Om de hinder en eventuele schade zoveel mogelijk te beperken zal in de planuitwerkingsfase verder gekeken worden naar het ontwerp en de bijbehorende uitvoeringsmethode. Voor beide alternatieven wordt in totaal een – (min) gescoord

Conclusie voor effecten tijdens aanleg

In tabel 4. worden de totaalscores van de subcriteria effecten tijdens aanleg weergegeven. In bijlage 1 staat een tabel waar te zien is op welke deeltrajecten hinder te verwachten is.

Tabel 4.8 beoordelingstabel van kansrijke alternatieven voor effecten tijdens aanleg

Criterium	Subcriterium	Oordeel	
		KA 1	KA2
Effecten tijdens aanleg	Effect op functies en bereikbaarheid	-	-
	Effect op vervoersbewegingen	-	-
	Effect op geluids- stof en trillinghinder	-	-

4.5 Woon-, werk- en leefmilieu (gebruiksfase)

Bij woon-, werk- en leefmilieu wordt gekeken naar de effecten hierop na gereedkomen van de maatregelen (gebruiksfase). In paragraaf 4.5. wordt gekeken naar de effecten tijdens aanleg (aanlegfase).

4.5.1 Beoordelingswijze

De effecten van de Kansrijke alternatieven op het woon-werk klimaat, bestaande functies en de landbouw zijn in dit hoofdstuk beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. De beoordeling is per deelgebied aan de hand van het deeltraject opgesteld en weergegeven in de beoordelingstabel.

Er zijn twee subcriteria onderscheiden:

- Woon/werkklimaat; De wijze van beoordelen is met name gericht op de mate waarin particuliere bewoners op en rondom de dijk blijvende effecten ondervinden van de nieuw aan te leggen dijk en de consequenties op het uitzicht, te verwijderen bebouwingen en eventuele veranderingen in grondeigendom
- Ruimtegebruik; Hierbij wordt beoordeeld in hoeverre de maatregelen effect hebben op de (landbouw, bedrijven) percelen langs de dijk.

Er wordt gebruik gemaakt van onderstaande scoringstabel 4.9.

Tabel 4.9 scoretabel woon-, werk- en leefmilieu

score	Beoordeling
--	Zeer negatief effect kan optreden, zeer negatieve ontwikkelingen op perceelsniveau.
-	Licht negatief effect kan optreden, negatieve ontwikkelingen op perceelsniveau
0	Geen significant / neutraal effect, functionaliteit op perceelsniveau blijft gelijk
+	Positief / gunstig effect kan optreden, Positieve effecten op perceelsniveau ten opzichte van de ontwikkeling van een bedrijf
++	Sterke verbetering / sterk positief effect kan optreden, sterke Positieve effecten op perceelsniveau ten opzichte van de ontwikkeling van een bedrijf

4.5.2 Effectbeoordeling

Woon/werkklimaat

Voor beide kansrijke alternatieven geldt dat de effecten voor woon- en werkklimaat beperkt zijn. Op een groot deel van het tracé worden geen maatregelen getroffen die zorgen voor verslechtering van woongenot. De verhoging van de dijk, die een effect kan hebben op uitzicht, is lokaal. De steunbermen leiden niet tot het insluiten van woningen. Beide alternatieven worden dan ook neutraal (0) beoordeeld. Bij het centrum van Vreeswijk en de Koninginnesluis is de verhoging het grootst (ca 50 cm). Deze trajecten scoren wel negatief op woonklimaat. Bij de planuitwerking zal in meer detail naar het effect op beplanting / bomen worden gekeken.

In bijlage 1 is een tabel opgenomen met de beoordeling per deeltraject, gerelateerd aan de in dat traject opgenomen versterkingsmaatregelen. Hierin is te zien dat op een beperkt aantal locaties wel een negatief effect te verwachten is.

Effecten op ruimtegebruik

De effecten van beide kansrijke alternatieven kunnen invloed hebben op ruimtegebruik, ofwel de bestaande functies van percelen. Dijkverbetering kan enerzijds leiden tot verlies van functionaliteit van het perceel, maar kan anderzijds ook kansen bieden voor de ontwikkeling van nieuwe bedrijven of bedrijfsfuncties. In deze beoordeling is gekeken naar de bestaande bedrijfsfuncties in het projectgebied. De maatregelen in beide alternatieven hebben in enige mate effect op bestaand ruimtegebruik. Voor de maatregelen is aankoop van gronden en het vestigen van zakelijk recht benodigd. Het uitgangspunt daarbij is wel dat bestaande functies wel zoveel mogelijk gehandhaafd blijven. Kansrijk alternatief 1 en 2 hebben in enige mate effect op het bestaande ruimtegebruik en worden negatief beoordeeld. In beide alternatieven betreft het een vergelijkbaar oppervlak aan binnendijs gelegen landbouwpercelen die worden getroffen (ca 40 ha). Hierin zijn niet de pipingbermen meegenomen die in kansrijk alternatief 2 worden aangelegd, omdat hier landbouwkundig gebruik zeker mogelijk blijft. Mogelijk kan op een aantal locaties het gebruik verbeterd worden, bijvoorbeeld door aanpassing van de hoogte van het perceel ten opzichte van de grondwaterstand.

Het is opvallend dat in KA1 net zoveel grond wordt aangekocht als bij KA2. Dat komt omdat de stabiliteitsbermen van KA2 grotendeels binnen de huidige teenlijn van de dijk wordt aangelegd. Deze gronden binnen de huidige teenlijn worden ook in KA1 aangekocht ten behoeve van aanleg en beheer van de waterveiligheidsmaatregelen.

Tabel 4.10 beoordeling van kansrijke alternatieven voor woon-, werk- en leefmilieu

Criterium	Subcriterium	Oordeel	
		KA 1	KA2
Woon-, werk- en leefmilieu	Invloed op woongenot en bedrijfsfuncties (bebouwing en percelen)	0	0
	Effect op in bestaande functies van percelen	-	-

4.6 Recreatie en medegebruik

4.6.1 Beoordelingswijze

Het criterium recreatie en medegebruik wordt beoordeeld door te kijken naar de invloed van de maatregelen op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen), invloed op bestaande recreatieve locaties en verblijfsfuncties. In de KA's staan de meekoppelkansen los van de dijkversterkingsmaatregelen en worden daarom niet beoordeeld. Deze meekoppelkansen moeten nog verder onderzocht worden in een volgende fase, daarom is hier alleen gescoord op de kansen voor recreatie die zich voordoen bij de KA's.

Tabel 4.11 scoretabel recreatie en medegebruik

score	Beoordeling
--	De recreatieve routes en verblijfsfuncties worden sterk verslechterd door de maatregelen. Verblijfslocaties verdwijnen.
-	De recreatieve routes en verblijfsfuncties worden negatief beïnvloed door de maatregelen.
0	De recreatieve routes en verblijfsfuncties worden niet beïnvloed door de maatregelen.
+	De recreatieve routes en verblijfsfuncties worden positief beïnvloed door de maatregelen.
++	De recreatieve routes worden sterk verbeterd door uitvoeren van de maatregelen en er worden extra verblijfsfuncties toegevoegd.

4.6.2 Effectbeoordeling

De bestaande wandel- en fietspaden worden na het treffen van de maatregelen teruggebracht indien ze tijdens de dijkversterking tijdelijk geraakt worden. De beoordeling voor kansrijk alternatief 1 is daarom volledig neutraal (0). In kansrijk alternatief 2 zou in Vreeswijk de stabiliteitsberm op een deel van het traject ingezet kunnen worden als openbare ruimte, waardoor dit alternatief een + scoort. In bijlage 1 is een nadere toelichting per deeltraject te vinden.

Tabel 4.12 beoordeling van kansrijke alternatieven voor recreatie en medegebruik

Categorie	Criterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Omgeving	Recreatie en medegebruik	0	+

4.7 Verkeer

In deze paragraaf wordt gekeken naar de effecten voor het verkeer in de gebruiksfase na aanleg. Effecten voor verkeer tijdens aanleg zijn bekeken in paragraaf 4.4.

4.7.1 Beoordelingswijze

Het criterium verkeer is onderverdeeld in drie effecten welke beoordeeld worden:

1. Effect op verkeersveiligheid;
2. Effect op verkeersafwikkeling;
3. Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten.

Om deze drie effecten te scoren wordt onderstaande scoringstabel gebruikt. Omdat er tussen de alternatieven nagenoeg geen verschillen zijn in verkeerskundige maatregelen én geen verschillen per subcriterium verwacht worden is gebruik gemaakt van dezelfde tabel.

Tabel 4.13 scoringstabel verkeer

Score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect kan optreden
-	Licht negatief effect kan optreden
0	Geen significant / neutraal effect
+	Positief / gunstig effect kan optreden
++	Sterke verbetering / sterk positief effect kan optreden

4.7.2 Effectbeoordeling

Effect op verkeersveiligheid

Bij effecten op verkeersveiligheid wordt gekeken naar de inrichting van de weg op de dijk. Door de maatregelen die getroffen moeten worden aan de dijk wordt op een deel van het traject ook de huidige weg geraakt. Het uitgangspunt is dat na het treffen van de maatregel de oorspronkelijke wegingdeling teruggebracht wordt. Dit heeft dan ook geen gevolgen voor de verkeersveiligheid. Omdat de rijbaan niet verbreed wordt, scoort dit criterium voor beide alternatieven neutraal. Mogelijk ontstaat door het andere materiaalgebruik van de bermverharding wel meer ruimte om te kunnen passeren en dat draagt wel bij aan de verkeersveiligheid. Daarnaast ontstaat bij het uitwerken van het voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase een kans om samen met de wegbeheerder de verkeersveiligheid te verbeteren. Bijvoorbeeld met

maatregelen als weginrichting van kruisingen, snelheidsbeperkende maatregelen en verbeteringen van het zicht. Deze meekoppelkans is in deze beoordeling niet meegenomen.

Effect op verkeersafwikkeling

De verkeersafwikkeling blijft nagenoeg gelijk. Er vinden geen wijzigingen plaats in het wegennet, die leiden tot een andere afwikkeling. Beide alternatieven scoren dan ook een 0.

Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten

Bereikbaarheid van bewoners, bedrijven en hulpdiensten blijft bij beide alternatieven gelijk ten opzichte van de autonome situatie en scoren dan ook een 0.

Conclusie voor verkeer

In onderstaande tabel worden de drie effecten gescoord voor beide alternatieven gegeven. De meekoppelkans om de weginrichting te verbeteren kan leiden tot een verbeterde verkeersveiligheid, deze is nu niet meegenomen.

Tabel 4.14 beoordelingstabel van kansrijke alternatieven voor verkeer

Criterium	subcriterium	Oordeel	
		KA1	KA2
Verkeer	verkeersveiligheid	0	0
	verkeersafwikkeling	0	0
	bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten	0	0

5 Beoordeling kosten kansrijke alternatieven

5.1.1 Beoordelingswijze

De kosten van de dijkversterking zijn geraamd waarbij een onderscheid is gemaakt in de kosten voor de aanleg en de kosten voor 100 jaar beheer en onderhoud. Deze kosten samen vormen de levensduurkosten. Uitgangspunt voor de dijkversterkingen in Nederland is dat deze sober en doelmatig worden uitgevoerd. Dat betekent dat de levensduurkosten worden geminimaliseerd, door in samenhang de kosten voor aanleg en onderhoud te 'optimaliseren naar' een minimaal bedrag. Zo wordt bijvoorbeeld voorkomen dat een lage investering in de aanleg resulteert in zeer hoge kosten voor onderhoud, of dat – omgekeerd – onevenredig veel geld gaat naar aanleg om lage kosten voor onderhoud te bewerkstelligen. Uitgangspunt is ook dat de dijkversterking op een verantwoorde wijze wordt gerealiseerd, zorgvuldig rekening houdend met ruimtelijke kwaliteit, bestaande waarden en gebruiksfuncties.

In de verkenningfase zijn de levensduurkosten bepaald van de twee kansrijke alternatieven. Deze alternatieven zijn ten opzichte van elkaar gewogen.

Tabel 5.1 scoretabel kosten

score	Beoordeling
--	De levensduurkosten zijn veel hoger (> 25%) dan een ander alternatief
-	De levensduurkosten zijn hoger (> 5%) dan een ander alternatief
0	De levensduurkosten zijn vergelijkbaar (< 5% tot > 5%) met een ander alternatief
+	De levensduurkosten zijn lager (> 5%) dan een ander alternatief
++	De levensduurkosten zijn veel lager (> 25%) dan een ander alternatief

5.1.2 Effectbeoordeling

Over het geheel genomen is het kostenverschil tussen beide alternatieven beperkt. Kansrijk alternatief 1 is ongeveer 10% goedkoper (qua levensduurkosten) dan kansrijk alternatief 2. Dit komt vooral doordat in kansrijk alternatief 1 innovatieve pipingmaatregelen zijn opgenomen, die goedkoper zijn dan de pipingbermen die in alternatief 2 zijn opgenomen. In bijlage 1 is de beoordeling per deeltraject opgenomen. Daar is te zien dat met name in deeltraject 7 (Lage Dijk - Radiolaan) kansrijk alternatief 2 met de lange pipingberm veel duurder is (meer dan 25% verschil). In andere trajecten is het verschil beperkter (-) of zijn de kosten vrijwel gelijk (0).

Indien wordt worden uitgegaan van traditionele pipingmaatregelen (verticale schermen) in kansrijk alternatief 1 in plaats van de filteroplossingen, is er weinig verschil in levensduurkosten tussen de twee kansrijke alternatieven.

Tabel 5.2 Beoordeling ten aanzien van aspect kosten

Categorie	Criterium	KA1	KA2
Kosten	Levensduurkosten	+	-

6 Effectbeoordeling voorkeursalternatief

In de nota Voorkeursalternatief is toegelicht hoe we keuzes gemaakt hebben voor het gehele tracé, en keuzes per deeltraject op basis van lokale kenmerken en de specifieke veiligheidsopgave ter plaatse. In eerste instantie is bij samenstellen van het voorkeursalternatief het afweegkader uit de Nota van Uitgangspunten gebruikt. Dit afweegkader uit de nota van uitgangspunten volgt uit uitgangspunten die in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau genoemd zijn. Het afweegkader vertoont een grote overlap met het beoordelingskader, wat ook in de nota van uitgangspunten is opgenomen. Het afweegkader is breder omdat dit alle programmadoelstellingen van Sterke Lekdijk omvat. Het beoordelingskader uit de Nota van Uitgangspunten is in de MER gebruikt om de effecten van zowel de kansrijke alternatieven als het voorkeursalternatief te beoordelen. In tabel 0.2. staan alle scores per criterium.

De twee kansrijke alternatieven hebben accentverschillen in karakter en identiteit. Bij kansrijk alternatief 1 'Krachtig Behouden' is de impact op het landschap het kleinst door toepassing van verticale maatregelen. Bestaande kwaliteiten blijven behouden en er worden relatief weinig nieuwe kwaliteiten toegevoegd. Bij kansrijke alternatief 2 'Robuust Verbeteren', met binnendijkse grondoplossingen, zal de dijk op verschillende plaatsen een nieuwe gedaante aannemen doordat we de dijk gaan verbreden.

Bij het voorkeursalternatief zien we dat wat effecten betreft veelal de beste elementen van beide alternatieven worden gecombineerd.

In dit hoofdstuk worden de effecten van het voorkeursalternatief beschreven per thema techniek, milieu, omgeving en kosten. De scores zijn opgenomen in de totaaltabel 0.2 in de samenvatting en in de tabellen in bijlage 1. In bijlage 5 zijn per thema de kaarten te vinden.

6.1 Techniek

6.1.1 Uitvoerbaarheid (0)

In het algemeen kunnen de maatregelen in het voorkeursalternatief met regulier materieel uitgevoerd worden. Op een aantal locaties is wel maatwerk nodig, waarbij in de uitvoering wat meer risico's optreden. Ook worden er verschillende innovatieve technieken voorgesteld waar nog beperkt praktijkervaring mee is waardoor uitvoering complexer kan zijn. Mocht de complexiteit te groot zijn, dan kan teruggevallen worden op traditionele maatregelen. Het eindoordeel blijft hiermee op 0

6.1.2 Beheerbaarheid (0)

In het voorkeursalternatief wordt op een aantal locaties het talud aangepast naar 1:3 wat leidt tot verbetering van de beheerbaarheid. Daarnaast komen op een groot deel van het traject verticale maatregelen, die in principe minder makkelijk te onderhouden zijn dan grondoplossingen. Om het beeld niet te veel te versnipperen is er wel voor gekozen om zoveel mogelijk aangesloten vergelijkbare maatregelen te treffen. Het eindoordeel is dat beheerbaarheid vergelijkbaar blijft en daarmee een 0.

6.1.3 Uitbreidbaarheid (-)

In algemene zin zijn verticale maatregelen niet / nauwelijks uitbreidbaar. Maatregelen die bij toekomstige toenemende belastingen uitbreiding behoeven zoals damwanden, heave/kwelschermen, vernagelingsoplossingen zijn daarom negatief beoordeeld. Maatregelen als drainage of filteroplossingen kunnen ook bij grotere belasting nog goed functioneren doordat ze uitbreidbaar zijn of doordat de maatregelen het veiligheidsprobleem uitsluiten. Uitbreidingen van maatregelen met grond zijn over het algemeen goed moge-

lijk behalve wanneer de ruimte al beperkt is. Door de uitgebreide toepassing van verticale maatregelen is het oordeel een – (min).

6.1.4 Duurzaamheid (-)

Er is in het voorkeursalternatief overwegend gekozen voor de oplossingen met de laagste MKI-waarden. Het gebruik van stalen damwanden heeft een hoge impact op de MKI waarde. Deze zou wellicht verlaagd kunnen worden door toepassingen van innovatieve maatregelen. Ook de grondoplossingen hebben een relatief hoge impact, deze zou verlaagd kunnen worden door de inzet van elektrisch materieel.

Het eindoordeel voor duurzaamheid is vanwege de milieu impact waar zeker sprake van is een – (min). Door treffen van maatregelen kan de impact verkleind worden.

6.2 Milieu

6.2.1 Natuur

Bij het criterium natuur wordt naar aantal aspecten gekeken: flora en fauna, Natuur Netwerk Nederland (NNN) en Natura 2000.

Natura 2000-gebieden (0)

In principe blijft de functie van plangebied in de gebruiksfase ongewijzigd, het blijft een dijk met daarop infrastructuur. De maatregelen in het voorkeursalternatief hebben geen effect op het nabijgelegen N2000 gebied (De Horde). De aanwezige Habitattypen en -soorten hier zijn niet gevoelig voor verstoring door de uitvoering van de maatregelen.

Tijdens de uitvoering van de voorgenomen werkzaamheden is de uitstoot van bepaalde hoeveelheid stikstof evident. Over de mate waarin dit plaats gaat vinden valt op voorhand nog niets te zeggen. Dit effect kan pas worden ingeschat aan de hand van een Aeries berekening, waartoe in detail bekend moet zijn hoeveel en welke machines voor hoe lang worden ingezet. Mogelijk kan er hierdoor wel sprake zijn van een verslechtering. Mogelijk kan er hierdoor wel sprake zijn van een verslechtering in beide kansrijke alternatieven. Een van de beheersmaatregel is op voorhand al dat Sterke Lekdijk de sterke ambitie heeft om het project emissieloos uit te voeren.

Flora en Fauna (0)

Waarschijnlijk zullen effecten optreden op Flora en Fauna als gevolg van de maatregelen uit het voorkeursalternatief. Het is echter niet de verwachting dat in de eindsituatie het leefgebied van beschermde soorten verminderd is, mits mitigatie wordt uitgevoerd waar dit nodig is. Mogelijk dat er wel tijdens de werkzaamheden verstoring plaatsvindt van beschermde soorten. Ontheffing van de Wet Natuurbeheer is dan benodigd.

Natuurnetwerk Nederland (NNN) (0)

Parallel aan vrijwel het gehele traject van JAV bevindt zich aan de zuidzijde gebied dat is aangewezen als NNN. Voor verreweg het grootste oppervlak geldt als natuurstype Kruiden- en faunairijk grasland. Het betreft hier niet alleen graslandenpercelen buitendijks, maar ook het zuidelijke dijktaalud. Verder bevinden zich buitendijks de natuurdoeltypen Dynamisch moeras, Zoete plas en Rivier. Van de maatregelen in het voorkeursalternatief aan de noordzijde van de dijk zijn geen effecten te verwachten op het NNN. Daar waar aan de zuidzijde taludverflauwing plaatsvindt verdwijnt de aanwezige vegetatie tijdelijk. Deze vegetatie kan zich echter snel terug ontwikkelen door kolonisatie van zaden uit aangrenzende vegetaties die

behouden blijven. Met behulp van mitigatie, door het maaisel van aangrenzende dijkvegetaties uit te strooien over de recent verflauwde taluds, kan een snelle herontwikkeling worden bevorderd. Hiermee komt de beoordeling uit op 0.

Ondanks dit gegeven is er toch sprake van een tijdelijk effect. Aanbevolen wordt om de invulling van het NNN te bespreken met de provincie Utrecht. Mogelijk dient een zogenoemde Nee-tenzij-toets uitgevoerd te worden. Door mitigatie worden de wezenlijke kenmerken en waarden niet permanent aangetast, maar dit dient wel vastgelegd en beoordeeld te worden door het bevoegd gezag.

6.2.2 Rivierkunde (0)

Door de taludverflauwing is er een kleine verschuiving van de buitenteen, maar op veel plekken van de verflauwing wordt dit binnen het huidige talud opgelost (rechttrekken talud). Het effect op de hoogwaterstanden is minder dan 1 mm. De kleine taludverschuiving heeft geen effect op scheepvaartfunctie en morfologie. Voor een onderbouwing zie bijlage 3. Eindoordeel is daarmee een 0.

6.2.3 Waterhuishouding (grondwater (0), oppervlaktewater (-))

Voor waterhuishouding is gekeken naar invloed van maatregelen op grondwaterstanden en invloed op het oppervlaktewatersysteem. Ten aanzien van grondwaterstanden worden geen of kleine effecten verwacht. In het bebouwd gebied van Vreeswijk en Jaarsveld kan geringe beïnvloeding van grondwaterstromen plaatsvinden door het gebruik van verticale maatregelen. We beoordelen het effect voor grondwater neutraal (0)

Het oppervlaktewatersysteem wordt op een aantal locaties wel beïnvloed, zo moeten langs de dijk kopsloten en tussenliggende watergangen gedempt worden. Het terugbrengen en dimensioneren van de nieuwe watergangen gebeurt in de planuitwerkingsfase. Het effect op oppervlaktewater beoordelen we negatief (-)

6.2.4 Bodem kwaliteit (0) en kwantiteit (-)

Uit het vooronderzoek bodem voor het gehele dijktracé is een overzicht gekomen van de lokale gevallen van bodemverontreiniging. Aangenomen is dat alleen effecten op bodemkwaliteit ontstaan wanneer het ruimtebeslag van de maatregelen daadwerkelijk een bodemverontreiniging raakt. Dit is niet het geval bij het voorkeursalternatief. Het oordeel voor bodemkwaliteit is daarmee neutraal (0)

Naast bodemkwaliteit is ook gekeken naar bodemkwantiteit. Voor de maatregelen in het voorkeursalternatief is aanvoer van grond noodzakelijk waardoor geen sprake is van een gesloten grondbalans. Het oordeel voor bodemkwantiteit is negatief (-)

6.3 Omgeving

6.3.1 Cultuurhistorie en landschap (-)

Langs de gehele Lekdijk zijn cultuurhistorische elementen te vinden die het verhaal vertellen van dijkbe-
waking en dijkonderhoud: waak- en wachthuizen, dijkmagazijnen, verhoefslagpalen. Ook is sprake van
overige cultuurhistorisch waardevolle objecten en gebouwen. Daarnaast heeft de strijd tegen het water
veel relictten achter gelaten in het landschap in de vorm van wielen en kleiputten. De landschappelijke
waarden van de Lekdijk zijn (beeldbepalende) bomen en bosschages op en langs de dijk, de relatie van
de dijk, de Lek en het land binnendijs. Daarnaast zijn er veel belangrijke zichten op kerktorens, de over-
kant van de Lek en het achterliggende, open landschap met het huidige gebruik en kenmerkende slo-
ten/verkavelingspatroon.

Het uitgangspunt in het voorkeursalternatief is om zo min mogelijk van de cultuurhistorische waarden aan te tasten. Hierom is gekozen voor maatwerk rond rijks- en gemeentelijke monumenten zoals in de dorpskernen van Jaarsveld en Vreeswijk en rond landschappelijke elementen zoals bij de wielen. Bij nadere uitwerking van de plannen dienen effecten op deze cultuurhistorische waarden zoveel mogelijk gemitigeerd te worden. Het eindoordeel is een -, die bij nadere uitwerking beperkt kan worden.

6.3.2 Archeologie (-)

De dorpskernen van Jaarsveld en Vreeswijk worden gekenmerkt door een hoge archeologisch (en cultuurhistorische) waarde. De Lekdijk zelf is van hoge archeologische waarde. Dit betreft de dijkopbouw in verschillende ophoofstades en verleggingen.

In het voorkeursalternatief is met name bij het aanbrengen van constructies een kleine kans op aantasting van archeologische waarden. (trillingen, verandering van grondwaterstanden) Grote verstoringen worden niet verwacht, waardoor eindoordeel een – (min) is.

6.3.3 Ruimtelijke kwaliteit (+)

De kernwaarden uit het Ruimtelijk kwaliteitskader (RKK) worden in het voorkeursalternatief nagestreefd om te behouden en te versterken. Vanuit het RKK zijn een aantal aandachtspunten meegegeven zoals de onderdoorgang bij de A2, de IJsseldam, de buitendijkse woonwijk aan de Lekboulevard en de kernen van Vreeswijk en Jaarsveld. Door de keuze voor relatief veel verticale maatregelen in plaats van brede bermen, wordt de ruimtelijke kwaliteit niet of beperkt beïnvloed door de maatregelen. Op locaties waar wel bermen komen kan dat positief werken als deze ingezet kunnen worden als openbare ruimte. Op andere locaties wordt het juist negatief beoordeeld omdat door aanleg van bermen meer van het binnendijkse land bij de dijk gaat horen. En daardoor de grens tussen binnendijks en buitendijks vervaagt.

Doordat de verharding op een groot deel waarschijnlijk wel vernieuwd moet worden kan een kwaliteitsimpuls gegeven worden aan de buitenruimte door deze meer toegankelijk te maken voor langzaam verkeer. Daarnaast maakt het de dijk meer leesbaar als continue element. Het eindoordeel is dan ook een +. De meekoppelkansen geven nog mogelijkheden tot verdere verbetering van de ruimtelijke kwaliteit.

6.3.4 Effecten tijdens aanleg (-)

De werkzaamheden voor de aanleg van maatregelen uit het voorkeursalternatief zullen leiden tot enige hinder, zowel voor doorgaand verkeer dat gebruik maakt van de weg op de dijk als voor bestemmingsverkeer. Het eindoordeel is dan ook een -. Om de hinder zoveel mogelijk te beperken wordt in de plan- en realisatiefase verder gekeken naar het ontwerp en uitvoeringsmethoden waarbij hinder beperkt kan worden.

6.3.5 Woon-werk en leefmilieu (0)

Overwegend zullen de maatregelen in het voorkeursalternatief niet leiden tot verandering van het woon-,werkklimaat. Met uitzondering van gedeelten van het traject waar een kruinophoging benodigd is zoals bij Vreeswijk en de Koninginnesluis. Het totaal voor woon-werkklimaat scoort neutraal (0)

Het aspect ruimtegebruik beoordelen we negatief (-) omdat voor de maatregelen aankoop van gronden en het vestigen van zakelijk recht benodigd is. Het uitgangspunt daarbij is wel dat bestaande functies zoveel mogelijk gehandhaafd blijven.

6.3.6 Recreatie en medegebruik (0)

Door het uitgangspunt dat alle bestaande fiets- en wandelroutes teruggebracht worden, scoort recreatie en medegebruik neutraal (0). Mogelijk dat in de planuitwerkingsfase nog de kans bestaat om samen met de wegbeheerder de weginrichting aan te passen zodat ook recreatieve routes en verblijffuncties verbeteren.

6.3.7 Verkeer (0)

Het oordeel voor de effecten voor het verkeer is 0, aangezien de verkeerssituatie na aanleg nagenoeg gelijk blijft door het uitgangspunt dat de bestaande wegindeling teruggebracht wordt. Mogelijk ontstaat bij het uitwerken van het voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase een kans om samen met de wegbeheerder de verkeersveiligheid te verbeteren, door de weginrichting aan te passen.

6.4 Kosten (+)

De kostenraming van het voorkeursalternatief liggen ongeveer op het niveau van KA1.

6.5 Aandachtspunten voor Planuitwerking

Er zijn een aantal aspecten waar ook het voorkeursalternatief negatief op is beoordeeld. Deze aspecten zullen in de volgende fase nader onderzoek vragen.

- Bij natuur geldt dit voor de effecten van stikstof tijdens de werkzaamheden op Natura2000 gebieden, hiervoor wordt onder meer een Aeriusberekening uitgevoerd.
- Voor Flora en Fauna is het voorkeursalternatief negatief gescoord doordat voor iedere ingreep meer of minder verstoring plaatsvindt. Door verwijderen van bomen en vegetatie, zullen er soorten zijn die hier hinder van ondervinden. De verwachting is dat door mitigatie de verstoring beperkt kan worden, hiervoor is nader onderzoek benodigd
- Voor archeologie is de score negatief en geldt dat plaatselijk nader onderzoek nodig is. Door het aanbrengen van verticale constructies in gebieden met een (middel)hoge archeologische verwachting geldt dat sprake is van een beperkt risico (-) op het aantasten van archeologische waarden.
- Negatieve effecten op binnendijs waterbezwaar zijn in de planuitwerkingsfase weg te nemen door nieuwe watergangen op te nemen.
- De hinder tijdens aanleg is deels ook afhankelijk van de gekozen bouwmethoden. Dit zal in de planuitwerkingsfase en later ook in de realisatiefase zeker aandacht behoeven om met name de hinder dicht bij bestaande bebouwing zoveel mogelijk te beperken.

Naast deze aspecten geldt dat er voor de beoordeling van met name de technische aspecten er nu beoordeeld is op basis van kennis die er reeds is. Als in de planuitwerkingsfase voor innovatieve maatregelen gekozen wordt, kan dit van invloed zijn op de beoordeling.

7 Verklarende woordenlijst

Afweegkader: het kader van criteria waarop een ontwerp wordt beoordeeld. Ook wel beoordelingskader genoemd.

Bandbreedte: de fysieke ruimte (hoogte, breedte en diepte) waarbinnen oplossingen worden gezocht.

Beslisboom Piping: een beslisboom die wordt gebruikt om te bepalen of een pipingopgave leidt tot maatregelen. Er is nog veel ontwikkeling in de beschouwing van dit faalmechanisme. De beslisboom helpt in het maken van veilige keuze zonder dat overbodige maatregelen worden getroffen. Het gebruik wordt ondersteund door het Hoogwaterbeschermingsprogramma en het Expertisenetwerk Water (ENW).

Deklaag: bodemlagen met een geringe waterdoorlatendheid.

Dijkvak: een gedeelte van de dijk, beschouwd in de lengterichting, waarbinnen de eigenschappen met betrekking tot sterkte en belasting min of meer gelijk zijn. Binnen dit traject noemen we dit deeltraject.

Dijkzate: afstand van binnenteen tot buitenteen van de dijk.

Drainage: het afvoeren van water uit de dijk naar sloten d.m.v. buizen.

Erosie: beschadiging door stroming of golven.

Faalmechanismen: verschillende redenen waardoor een dijk zou kunnen bezwijken.

Faalpad: de keten van gebeurtenissen die plaatsvindt alvorens een dijk bezwijkt op een bepaald faalmechanisme.

Grofzand barrière: fijn zand in een dijk wordt vervangen door een sleuf met grof zand, waardoor voorkomen kan worden dat een dijk bezwijkt aan piping.

Grondoplossingen: maatregel om de dijk te versterken door grond aan te brengen en zo een steunberm aan te leggen of andere oplossing met grond.

Hydraulische belastingen: belastingen door water door verschillende waterstanden, de periode dat de waterstand hoog is, alsook richting van de stroming.

Kleibuffer: kleilaag in de dijk die weerstand biedt tegen erosie door golven.

Klei-inkassing: kleilaag onder de grond buitendijks die de zogenaamde kwelweglengte vergroot, waardoor piping wordt tegengegaan.

Kwelscherm: wand onder de grond die ervoor zorgt dat de af te leggen weg van het grondwater (kwelweg) langer wordt.

Kwelweglengte: kwelweglengte is een van de bepalende parameters bij het mechanisme piping en geeft de lengte van de weg die het kwelwater af moet leggen tussen het in- en uittredepunt.

Macrostabiliteit: macro-instabiliteit (vaak simpelweg stabiliteit genoemd) is een faalmechanisme dat de stabiliteit van een dijk of dam ernstig kan bedreigen. Als gevolg van een hoge (of juist lage) waterstand voor de waterkering, in combinatie met andere belastingen, neemt de sterkte van de grond en de dijk af. Als de sterkte, ofwel de schuifweerstand van de grond, onvoldoende is kunnen grote delen van het grondlichaam afschuiven. Dit kan zowel binnenwaarts als buitenwaarts gebeuren.

Milieu Kosten Indicator (MKI): dit is een schaduwprijs, die de kosten weergeeft om de negatieve impact op het milieu van een product, te herstellen. Deze kosten zijn gebaseerd op een levenscyclusanalyse.

Opbarsten: opbarsten van de deklaag door waterdruk bij hoge waterstanden.

Optimalisatie: analyse die kan leiden tot een aangescherpt oordeel. Het doel is om de opgave zo klein mogelijk te maken zodat minder maatregelen nodig zijn.

Oudhoevig land: ontgonnen land dat buitendijks is komen te liggen, en waarin de oorspronkelijke verkalving van voor de bedijking zichtbaar is.

Overslagdebiet: hoeveelheid water per tijdseenheid die over de waterkering slaat bij hoog water en hoge golven.

- Piping:** het proces waarbij kwelwater met dusdanig hoge stroomsnelheden in preferente stroombanen onder een dijk doorstroomt, dat het zand rond deze stroombanen wordt afgevoerd en er geleidelijk een steeds groter wordend buisvormig kanaal ("pipe") ontstaat. Wanneer deze pipe doorgroeit tot onder de dijk, kan de dijk verzakken.
- Prioritair project:** projecten die door het Rijk of de provincies zijn aangemerkt als projecten van nationaal of provinciaal maatschappelijk belang zijn prioritaire projecten. Deze prioritaire projecten hebben bij uitzondering meer ruimte voor stikstofdepositie binnen een bepaalde ontwikkelingsruimte per provincie. Voor de bepaling van de benodigde hoeveelheid ontwikkelingsruimte is rekening gehouden met de specifieke projectkenmerken van een project.
- Probabilistisch:** een methode waarin berekeningen op basis van statistiek plaatsvinden (de kans op het – tegelijkertijd - optreden van diverse verschijnselen). Het resultaat is een faalkans per jaar.
- Prolock:** prolock is een kunststof damwand of filterscherm ondersteund door houten palen.
- Respons/responsfactor:** factor die weergeeft in welke mate de grondwaterstand aan de binnenzijde van de dijk meestijgt met de buitenwaterstand.
- Ruimtelijke uitgangspunten:** ruimte is schaars in Nederland. In ruimtelijke plannen leggen de overheden daarom vast hoe we de ruimte willen verdelen en gebruiken.
- Schematiseringsfactor:** deze factor zegt iets over de onzekerheid in de schematisatie. Deze factor kan naar mate er meer gegevens (over bodemopbouw, stijghoogte etc.) beschikbaar zijn kleiner worden. Hierdoor wordt de stabiliteitsfactor waaraan wordt getoetst ook minder streng omdat minder onzekerheidsmarge rondom die eis benodigd is.
- SSK-systematiek:** de Standaardssystematiek voor Kostenramingen (SSK) is een systematiek voor het maken van kostenramingen in de bouw en biedt een handreiking voor kostenmanagement.
- Sleutelplek:** dit zijn plekken langs de dijk waar de dijkversterking samenvalt met een clustering van opgaven en wensen vanuit de omgeving. De dijkversterking kan hier potentieel worden gecombineerd met deze meekoppelkansen.
- Stabiliteit bekleding:** de bekleding kan als gevolg van een te groot drukverschil over de bekleding opdrukken, afschuiven of een combinatie van beide mechanismen vertonen. Ook kan zand uitspoelen als gevolg van een buitenwaarts gerichte gradiënt veroorzaakt door uittredend water.
- Stijghoogte:** de stijghoogte is het potentieel peil van het wateroppervlak van grondwater, gemeten vanaf een bepaald niveau.
- Taludverflauwing:** door het talud van de dijk te verflauwen wordt uitspoeling van materiaal voorkomen en de microstabiliteit verbeterd.
- Overslag:** door golven overslaand rivierwater over de dijk heen.
- Verticaal zanddicht geotextiel (VZG):** dit verticaal aangebrachte geotextiel laat wel water door, maar geen zand. Door het geotextiel te plaatsen op de plek waar piping ontstaat – op de overgang tussen de kleilaag en de zandlaag – wordt voorkomen dat het water zand meevoert.
- Voorland:** gedeelte van de uiterwaard of ander buitendijks gebied dat wordt gebruikt in de analyse van bepaalde manieren van falen van een dijk.
- Waterontspanner:** de waterontspanningsbron is gebaseerd op dezelfde techniek als een drinkwaterbron van de drinkwaterbedrijven. Het grote verschil is dat er niet met een pomp aan wordt gezogen maar dat de waterontspanningsbron het teveel aan wateroverdruk onder en achter de dijk af laat vloeien. Dit voorkomt dat de grond achter de dijk gaat opdrijven en de dijk bezwijkt.
- Zandmeevoerende wel:** een wel waar ook zand meespoelt. Dit zorgt voor ondermijning van de dijk (faalmechanisme piping).

Bijlage 1 Effectbeoordeling per deeltraject

In deze bijlagen zijn de tabellen te vinden waarin per thema de deeltrajecten beoordeeld zijn, met de bijbehorende onderbouwing van het oordeel.

De nummering van de paragrafen komt overeen met de nummering in het hoofdrapport.

2. Techniek

2.1. Uitvoerbaarheid: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject			KA1	KA2	Duiding
1, 4	Voorhavendijk, Koninginnesluis		0	0	In beide alternatieven is sprake van een verticale maatregel en daarom is de beoordeling niet onderscheidend. Werken langs scheepvaartroutes kan risico's met zich mee brengen maar beheersmaatregelen zijn te overzien.
2, 3, 5	Fort Vreeswijk, Centrum Vreeswijk, Lek-boulevard (tot A2)		-	-	In beide alternatieven is sprake van een verticale maatregel en daarom is de beoordeling niet onderscheidend. Enige mate van complexiteit: - beperkte ruimte in de bebouwde kern van Vreeswijk - verhoogde risico's ten aanzien van de ondergrond, mogelijke oude funderingen, objecten of puin in het dijk materiaal.
5, 7, 10	Lekboulevard (vanaf A2), Lage dijk – Radiolaan, Recreatiecluster – Kniek,		+	+	KA1 hangt sterk af van type maatregel (innovatie) en of dit alleen macrostabiliteit binnenwaarts (STBI), piping (STPH) of een combinatie van beiden dient op te lossen. Sommige innovaties als filterschermen bieden voordelen in de realisatiesnelheid, hoewel nog niet altijd bewezen op grotere schaal. Qua uitvoering zijn de risico's gering. Terugvaloptie is overal reguliere damwand. KA2 voor maatregel met grond is voldoende ruimte. Risico's zijn zeer gering. Hier en daar lokaal maatwerk in aanpassingen watersysteem, perceelsgrenzen.
6	IJsseldam		+	+	KA1 hangt sterk af van type maatregel (innovatie). Sommige innovaties als filterschermen bieden voordelen in de realisatiesnelheid, hoewel nog niet altijd bewezen op grotere schaal. Qua uitvoering zijn de risico's gering. Terugvaloptie is overal reguliere damwand. KA2 voor maatregel met grond is voldoende ruimte. Risico's zijn zeer gering. Er is nog geen pipingmaatregel gekozen, maar een heave-filterscherm kan hier waarschijnlijk zonder grote risico's worden gerealiseerd.
8+9	DPO+ recreatiecluster		-	-	Enige mate van complexiteit. De risico's worden met name bepaald door het gedeelte bij het DPO-terrein waar brandstofleidingen de dijk kruisen en waar ook een nieuwe leiding gepland is
11,12,13	Kniek – Horde, De Horde, De Drie Wielen		+	0	KA1 hangt nog af van type maatregel/innovatie. Er zijn weinig uitvoeringsrisico's. Een damwand is hier een terugvaloptie. Oplossing met grond (KA2) leidt tot maatwerk en inpassingsuitdagingen. Op deeltraject Kniek - De Horde ontstaat een versnipperd beeld aan maatregelen: afwisseling grond en verticale maatregel. Bij de maatwerkplekken in PUF kritisch kijken of deels met grond toch mogelijk is. Restende delen volledig in damwand (worst-case). Bij deeltrajecten De Horde en De Drie Wielen wordt de ruimte beperkt door binnendijs gelegen wielen en verkavelings- en slootpatroon. Grondoplossingen met maatwerk is wel mogelijk maar complexer dan een enkele verticale maatregel in de kruin.
14	Jaarsveld		-	-	Beide alternatieven zijn hier gelijk, aangezien hier geen ruimte is met grond. Huidig beeld is dat het ontlaststelsel genoeg capaciteit heeft om een oplossing te bieden voor piping. Voor stabiliteit is een aanvullende verticale maatregel nodig. Het effect hangt sterk af van type (innovatieve) maatregel. Er heerst hier enige mate van complexiteit. De risico's worden met name bepaald door beperkte ruimte met historische bebouwing dicht op de dijk. Een damwand is een terugvaloptie.

2.2. Beheerbaarheid: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject	KA1	KA2	Toelichting
1 Voorhavendijk	0	0	In KA1 zijn innovatieve maatregelen zoals (mixed in place) soilmix of cement bentonietsschermen kansrijk of een damwand als terugvaloptie. Voor deze maatregel is geen onderhoud nodig en vereist geen inspanning van de beheerders tijdens hoogwater. De inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. In KA2 wordt de waterveiligheidsopgave deels opgelost met grond en deels met verticale maatregelen (filteroplossing). Filteroplossingen zijn nog niet eerder toegepast binnen de Sterke Lekdijk. Uit de innovatiescan is naar voren gekomen dat intensieve monitoring nodig zal zijn. Daarnaast zullen beheerders tijdens hoogwater extra inspecties moeten uitvoeren (in verband met het ontstaan van wellen). De inspanning voor de beheerders al gekoppeld zijn aan de ontwikkeling en ervaringen rondom de innovatie. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 1op3 waardoor onderhoud gemakkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel.
2 Fort Vreeswijk	0	+	In KA1 zijn innovatieve maatregelen zoals (mixed in place) soilmix of cement bentonietsschermen kansrijk of een damwand als terugvaloptie. Voor deze maatregel is geen onderhoud nodig en vereist geen inspanning van de beheerders tijdens hoogwater. De inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. In KA2 wordt de waterveiligheidsopgave deels opgelost met grond en deels met verticale maatregelen. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 1op3 waardoor onderhoud gemakkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel.
3 Centrum Vreeswijk	--	-	In beide KA's wordt voor een grote deel een innovatieve STPH-maatregel toegepast (filteroplossing). Filteroplossingen zijn nog niet eerder toegepast binnen de Sterke Lekdijk. Uit de innovatiescan is naar voren gekomen dat intensieve monitoring nodig zal zijn. Daarnaast zullen beheerders tijdens hoogwater extra inspecties moeten uitvoeren (in verband met het ontstaan van wellen). De inspanning voor de beheerders zal gekoppeld zijn aan de ontwikkeling en ervaringen rondom de innovatie. Daarnaast zal in KA2 het talud verflauwd worden waar dit mogelijk is en waardoor onderhoud van de grondlichamen iets makkelijker uit te voeren is.
4 Koninginnesluis	0	+	In KA1 zijn innovatieve maatregelen zoals (mixed in place) soilmix of cementbentonietsschermen kansrijk of een damwand als terugvaloptie. Voor deze maatregel is geen onderhoud nodig en vereist geen inspanning van de beheerders tijdens hoogwater. De inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. In KA2 zal de waterveiligheidsopgave deels opgelost worden met grond en deels met verticale maatregelen. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 1op3 waardoor onderhoud gemakkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel.
5 Lekboulevard haventje	--	-	In beide KA's wordt voor een grote deel een innovatieve STPH maatregel toegepast (Filteroplossing). Filter oplossingen zijn nog niet eerder toegepast binnen de Sterke Lekdijk. Uit de innovatie scan is naar voren gekomen dat intensieve monitoring nodig zal zijn. Daarnaast zullen beheerders tijdens hoogwater extra inspecties moeten uitvoeren (in verband met het ontstaan van wellen). De inspanning voor de beheerders zal gekoppeld zijn aan de volwassenheid van de innovatie. Bij de haventje (Lekboulevard) wordt in KA2 gebruik gemaakt van bentoniet matten. Hiervoor zal beheer nodig zijn en zal materieel mogelijk aangepast moeten worden. Tijdens hoogwater is geen extra inspanning nodig (mogelijk

				na hoogwater wel, door opdrukken).
	Lekboulevard (vanaf haven- tje)	0	+	In KA1 zijn innovatieve maatregelen zoals (mixed in place) soilmix of cement bentonietschermen kansrijk of een damwand als terugvaloptie. Voor deze maatregel is geen onderhoud nodig en vereist geen inspanning van de beheerders tijdens hoogwater. De inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. In KA2 zal de waterveiligheidsopgave deels opgelost worden met grond en deels met verticale maatregelen. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 10p3 waardoor onderhoud gemakkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materiaal.
6	IJsseldam	--	-	In beide KA's wordt voor een grote deel een innovatieve STPH maatregel toegepast (filteroplossing). Filteroplossingen zijn nog niet eerder toegepast binnen de Sterke Lekdijk. Uit de innovatiescan is naar voren gekomen dat intensieve monitoring nodig zal zijn. Daarnaast zullen beheerders tijdens hoogwater extra inspecties moeten uitvoeren (in verband met het ontstaan van wellen). De inspanning voor de beheerders zal gekoppeld zijn aan de ontwikkeling en ervaringen rondom de innovatie. In aanvulling hierop zal in KA2 het binnen- en buitentalud verflauwd worden waardoor het beheer van de dijk makkelijker zal plaatsvinden. Hierdoor scoort KA2 minder negatief dan KA1.
7	Lage dijk - Radiolaan	0	+	In KA1 zijn innovatieve maatregelen zoals (mixed in place) soilmix of cement bentonietschermen kansrijk of een damwand als terugvaloptie. Voor deze maatregel is geen onderhoud nodig en vereist geen inspanning van de beheerders tijdens hoogwater. De inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. In KA2 wordt de waterveiligheidsopgave voor STPH en STBI volledig opgelost met grondbermen die gelijk gebruikt kunnen worden als onderhoudsstrook. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 10p3 waardoor onderhoud makkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materiaal van de beheerders
8 + 9	DPO + recrea- tiecluster	+	+	In KA1 wordt voor het hele vak opgelost met verticale maatregelen (damwand). Hier zijn de maatregelen meer uniform waardoor inspectie en onderhoud (indien van toepassing) makkelijker is uit te voeren. Bij het recreatiecluster wordt de kruin daarnaast nog binnendijs versterkt In KA2 wordt de waterveiligheidsopgave deels opgelost met grond en deels met verticale maatregelen. Het beeld is al versnipperd dus wordt niet erger. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 10p3 waardoor onderhoud makkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel.
10	Recreatieclus- ter – De Kniek	0	+	In KA1 zijn innovatieve maatregelen zoals (mixed in place) soilmix of cement bentonietschermen kansrijk of een damwand als terugvaloptie. Voor deze maatregel is geen onderhoud nodig en vereist geen inspanning van de beheerders tijdens hoogwater. De inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. In KA2 wordt de waterveiligheidsopgave voor STPH en STBI volledig opgelost met grondbermen die gelijk gebruikt kunnen worden als onderhoudsstrook. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 10p3 waardoor onderhoud makkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel van de beheerders.
11	Kniek – Horde	0	0	In KA1 wordt voor het hele vak de veiligheidsopgave opgelost met verticale maatregelen. De keuze voor een bepaalde type innovatieve maatregel ligt nog niet vast (dijkdeuvels/ soilmix) maar voor beide maatregelen is geen onderhoud of extra inspanning vanuit het beheer nodig. In KA2 zal de waterveiligheidsopgave deels opgelost worden met grond en

				deels met verticale maatregelen. Daarnaast leidt deze versnippering in maatregelen tot een minder uniform traject waardoor inspectie en onderhoud minder makkelijk en snel uitgevoerd kan worden. In KA2 wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 1op3 waardoor onderhoud makkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel.
12	De Horde	0	0	In KA1 wordt voor het hele vak de waterveiligheidsopgave opgelost met verticale maatregelen. De keuze voor de innovatieve maatregel nog niet vast (dijk deuvels/ soilmix) maar voor beide maatregelen is geen onderhoud of extra inspanning vanuit het beheer nodig. In KA2 zal de waterveiligheidsopgave deels opgelost worden met grond en deels met verticale maatregelen. Daarnaast leidt deze versnippering in maatregelen tot een minder uniform traject waardoor inspectie en onderhoud minder makkelijk en snel uitgevoerd kan worden. In KA2 wordt echter ook het binnen- en buitentalud verflauwd naar 1op3 waardoor onderhoud makkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel.
13	De Drie Wie- len	0	+	In KA1 zijn innovatieve maatregelen zoals (mixed in place) soilmix of cement bentonietsschermen kansrijk of een damwand als terugvaloptie. Voor deze maatregel is geen onderhoud nodig en vereist geen inspanning van de beheerders tijdens hoogwater. De inspanning van de beheerders is ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. In KA2 zal de waterveiligheidsopgave deels opgelost worden met grond en deels met verticale maatregelen. Daarnaast wordt het binnen- en buitentalud verflauwd naar 1op3 waardoor onderhoud makkelijker kan worden uitgevoerd met het bestaande materieel.
14	Jaarsveld	0	+	In beide KA's wordt het ontlaststelsel ingezet, aangevuld met een verticale stabiliteitsmaatregel en is de inspanning van de beheerders gelijk en ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. Daarnaast wordt voor KA2 het binnentalud (waar ruimte is) en buitentalud verflauwd waardoor onderhoud en beheer van de dijk iets makkelijker wordt gemaakt met het bestaande materieel.

2.3. Uitbreidbaarheid: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject		KA1	KA2	toelichting
1, 3, 4, 5	Voorhavendijk, Vreeswijk Centrum, Lekboulevard (tot A2)	--	-	In dit traject zijn veel verticale maatregelen opgenomen in de beide KA's. Daar waar alleen een pipingmaatregel nodig is, zijn filtermaatregelen (zoals Prolock) kansrijk en die werken onafhankelijk van de belasting en scoren daardoor positief. Er zijn echter veel plekken met combinatie STBI en daar is uitbreiding van de maatregelen (innovatieve of traditionele stabiliteitsschermen) op een later moment niet mogelijk of complex. Daarom krijgt KA1 een score '--'. Er is geen ruimte om veel met grond te doen. Op enkele plekken zoals bij de Voorhavendijk en een deel tot aan de fortgracht is een combinatie berm/verticaal opgenomen. Deze scoren ('-') in tegenstelling tot reguliere bermen in landelijk gebied niet goed op uitbreidbaarheid in verband met de zeer beperkte ruimte.
2, 5, 7, 10	Fort Vreeswijk, Lekboulevard (vanaf A2), Lage dijk – Radiolaan, Recreatiecluster – Kniek,	--	+	In KA1 zijn verticale maatregelen opgenomen die niet uitbreidbaar zijn. Toepassing filterschermen lijkt hier kansrijk voor piping dus op een aantal plekken (waar geen STBI opgave is) geldt dat deze ten aanzien van piping waterstandonafhankelijk en dus klimaatrobust zijn. Bij maatregelen ten aanzien van STBI is uitbreiding niet mogelijk. Daarom krijgt KA1 de score '--'. In KA2 zitten maatregelen met grond, die zijn hier eenvoudiger uit te breiden: score '+'.
6	IJsseldam	0	+	KA1, Hier wordt uitgegaan van een verticale constructie voor piping waarbij wordt uitgegaan van ene filteroplossing die positief scoort op uitbreidbaarheid. Over een beperkte lengte is echter een combinatie met een verticale constructie voor piping en stabiliteit (damwand/mixed in place) die negatief scoort op uitbreidbaarheid. Dit betekent dat het totale traject op uitbreidbaarheid neutraal scoort: '0'. KA2, Hier wordt over het gehele traject een verticale piping maatregel toegepast (uitgaande van een filteroplossing) en op een deeltraject aangevuld met een stabiliteitsberm. Daarom scoort KA2 positief, score '+'.
8+9	DPO+recreatiecluster	--	--	Ter plaatste van specifiek het DPO-terrein zijn in KA1 en KA2 verticale maatregelen opgenomen die niet uitbreidbaar zijn, score '--'.
11, 12	Kniek – Horde, De Horde	-	0	KA1, hier alleen STBI-opgave Dit hangt nog af van mogelijke inzetbaarheid dijkdeuvels, die zijn wel uitbreidbaar (meer deuvels/ankers plaatsen). Dit is wel complex en omgeven met grotere risico's, daarom score: '-'. De terugvaloptie is een stabiliteitsscherm en die is niet uitbreidbaar ('--'). Vooral nog de dijkdeuvels in de score laten terugkomen. KA2, ruimte voor oplossingen met grond is beperkt dus uitbreiding is alleen mogelijk op de percelen tussen de boerderijen. Bij de maatwerklocaties is uitbreiding niet goed mogelijk. Vandaar dat het gehele traject de score 0 krijgt.
13	De Drie Wielen	--	+	KA1, hier is een verticale oplossing voor piping en stabiliteit. Deze is niet uitbreidbaar. KA2, is beter uitbreidbaar met een nieuw ontwerp met grond, eventueel in combinatie met een extra verticale maatregel.
14	Jaarsveld (geen vergelijkend alternatief)	-	-	Het ontlaststelsel kan worden ingezet als maatregel. Uitbreiding is wellicht mogelijk, maar dat hangt af van de capaciteit. Hiernaar vindt nog nader onderzoek plaats. Vooral nog uitgegaan van positieve score omdat op dit moment uit de analyse volgt dat er een ruime overcapaciteit bestaat in het stelsel. De verticale maatregel voor stabiliteit is echter niet uitbreidbaar.

2.4. Duurzaamheid (MKI) : beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject		MKI KA1 *	MKI KA2 *	KA1	KA2	Toelichting
1	Voorhavendijk	307	125	--	++	Ondanks dat KA2 een hogere MKI heeft voor zowel de oplossingen met grond, als voor het pipingscherm, is de totale MKI-score en de totale milieu-impact van KA1 groter dan van KA2. Dit wordt veroorzaakt door de hoge impact van de stalendamwand in KA1. In KA1 valt veel winst te behalen door het inzetten van een duurzamere, innovatief alternatief voor de stalen damwand (zoals een soilmix damwand). Hiervoor dient eerst onderzocht te worden wat de eigenschappen en lange-termijn effecten van deze oplossingen zijn.
2	Fort Vreeswijk	190	40	--	++	Zoals in traject 1, veroorzaakt de stalen damwand een hogere MKI en dus een hogere milieu-impact in KA1 dan in KA2.
3	Centrum Vreeswijk	81	81	0	0	In dit traject is de toepassing van alle maatregelen gelijk tussen KA1 en KA2. Grondoplossingen vinden hier niet plaats. De stalen damwand en het pipingscherm veroorzaken de impact op het milieu.
4	Koninginnesluis	122	122	0	0	In dit traject is de toepassing van alle maatregelen gelijk tussen KA1 en KA2. De impact wordt veroorzaakt door de stalen damwand.
5	Lekboulevard	113	109	+	-	Voor zowel de verticale oplossingen als de grondoplossingen, ligt de MKI voor KA2 hoger in dit traject dan in KA1, waardoor de totale MKI van KA2 ook hoger ligt. De impact op het milieu is hierdoor hoger in KA2.
6	IJsseldam	44	13	--	++	De MKI voor de grondoplossing en het pipingscherm ligt in KA1 lager dan in KA2. Overigens leidt de hoge impact van de stalen damwand in KA1 tot een hogere totale MKI-waarde in KA1 ten opzichte van KA2.
7	Lage dijk – Radiolaan	180	216	+	-	In KA2 wordt de hoge MKI voornamelijk veroorzaakt door de oplossingen met grond. Daarnaast wordt in een deel van dit traject in KA2 stalen damwand toegepast. Deze combinatie zorgt voor een hogere MKI en dus een hogere impact op het milieu dan in KA1. Voornamelijk in dit traject valt veel winst te behalen in KA2 door elektrisch materieel in te zetten voor de verplaatsing en/of verwerking van grond. De MKI kan hierdoor fors worden verlaagd.
8 + 9	DPO+ Recreatiecluster	137	154	+	-	Voornamelijk door de grondoplossing in KA2, maar ook door de aanwezigheid van de stalen damwand, ligt de MKI en de milieu-impact voor KA2 hoger dan voor KA1. Voornamelijk in dit traject valt veel winst te behalen (voornamelijk in KA2) door de stalen damwand te vervangen door een duurzamere, innovatieve oplossing voor macrostabiliteit (zoals een soilmix damwand). Hiervoor dient eerst onderzocht te worden wat de eigenschappen en lange-termijn effecten van deze oplossingen zijn.

10	Recreatiecluster – De Kniek	455	281	--	++	De grondoplossing in KA2 veroorzaakt een hoge MKI en dus een hoge impact op het milieu. Desondanks veroorzaakt KA1 dit traject een hogere impact op het milieu wegens het toepassen van de stalen damwand. Ook in dit traject valt veel winst te behalen door elektrisch materieel in te zetten voor de verplaatsing en/of verwerking van grond in KA2. De MKI kan hierdoor fors worden verlaagd. Daarnaast valt in KA1 veel winst te behalen door het inzetten van een duurzamere, innovatief alternatief voor de stalen damwand. Hiervoor dient eerst onderzocht te worden wat de eigenschappen en lange-termijn effecten van deze oplossingen zijn.
11	Kniek - Horde	114	70	--	++	Opnieuw veroorzaakt de stalen damwand in KA1 een hogere MKI dan de grondoplossingen in KA2, waardoor de totale MKI en de totale impact op het milieu van KA1 hoger is.
12	De Horde	222	143	--	++	Opnieuw veroorzaakt de stalen damwand in KA1 een hogere MKI dan de grondoplossingen in KA2, waardoor de totale MKI van KA1 hoger ligt.
13	De Drie Wielen	229	250	+	-	Ondanks dat de MKI tussen KA1 en KA2 procentueel niet veel verschilt in traject 13, ligt de MKI voor KA2 hoger wegens de combinatie van grondoplossingen en de stalen damwand, terwijl in KA1 geen grondoplossingen plaatsvinden. In KA2 vindt overigens minder belasting plaats door het pipingscherm. Ook in dit traject valt veel winst te behalen in KA2 door elektrisch materieel in te zetten voor de verplaatsing en/of verwerking van grond. De MKI kan hierdoor fors worden verlaagd.
14	Jaarsveld	64	64	0	0	De maatregelen zijn in beide Kansrijke alternatieven gelijk voor dit traject.

* berekende MKI waarde uit Dubocalc in € x 1000,-

3. Milieu

3.1. Natuur: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

3.1.0. Beoordeling flora en fauna per deeltraject

Deeltraject	KA1	KA2	Toelichting
1. Voorhavendijk M1-M9	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
2. Kazemat en Fort Vreeswijk M9-M14	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
3. Centrum Vreeswijk M14-M17	-	-	KA 2 wijkt niet of nauwelijks af van KA1.
4. Koninginnesluis M17-M22.5	-	-	KA 2 wijkt niet of nauwelijks af van KA1.
5. Lekboulevard M22.5 – M39	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
6. IJsseldam 1-5	-	-	KA 2 wijkt niet of nauwelijks af van KA1.
7. Lage dijk- Radiolaan 5-12	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
8 + 9 DPO 12-18 + Recreatiecluster 18-23	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
10. Recreatiecluster- De Kniek 23-44	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
11. Kniek – Horde 44-59	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
12. De Horde 59 -69.5	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
13. De Drie Wielen 69.5-86	-	--	Kans op verdwijnen bomen/ watergangen.
14. Jaarsveld 86-89	-	-	Geen sprake van verwijdering bomen/ watergangen.

3.1.1. Beoordeling natuurnetwerk per deeltraject

Deeltraject		KA1	KA2	Toelichting
1.	Voorhavendijk M1-M9	0	0	Geen NNN aangrenzend aanwezig.
2.	Kazemat en Fort Vreeswijk M9-M14	0	-	NNN aanwezig in de vorm van de Lek, de rivier blijft ongewijzigd.
3.	Centrum Vreeswijk M14-M17	0	0	NNN aanwezig in de vorm van de Lek, de rivier blijft ongewijzigd.
4.	Koninginnesluis M17-M22.5	0	0	NNN aanwezig in de vorm van de Lek, de rivier blijft ongewijzigd.
5.	Lekboulevard M22.5 – M39	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
6.	IJsseldam 1-5	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
7.	Lage dijk- Radio-laan 5-12	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
8. +9	DPO 12-18 + Recreatiecluster 18-23	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
10.	Recreatiecluster- De Kniek 23-44	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
11.	Kniek – Horde 44-59	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
12.	De Horde 59 -69.5	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
13.	De Drie Wielen 69.5-86	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.
14.	Jaarsveld 86-89	0	-	Tijdelijk verdwijnen vegetatie aangrenzende natuurdoeltype.

3.2. Rivierkunde: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Voor het aspect rivierkunde is er geen beoordelingstabel per deeltraject

3.3. Waterhuishouding: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

3.3.1. Beoordeling effect op grondwater per deeltraject

Deeltraject		KA1	KA2	Toelichting
1, 2, 3, 4, 5	Voorhavendijk, Vreeswijk, Lekboulevard (tot A2)	-	0	In KA1 is er een geringe beïnvloeding van de grondwaterstroming in een gevoelig gebied (historische kern / bebouwde kom) en daarom is deze met '-' beoordeeld. Het klein effect is naar verwachting zeer klein omdat de beoogde maatregelen gefundeerd worden in het watervoerend pakket dat in contact staat met Pleistoceen
5 tm 13	Lekboulevard (vanaf A2), tot en met de Drie Wielen	0	0	Er worden geen effecten verwacht
14	Jaarsveld (KA1 en KA2 zijn gelijk)	-	-	De grondwaterstanden worden nu beïnvloed door het huidige drainagesysteem, dus daarin wijzigt niets. Het ontlaststelsel biedt geen oplossing voor faalmechanisme stabiliteit omdat de stabiliteit op deze locatie niet geheel wordt beïnvloed door de stijghoogten. Een aanvullende maatregel is daarom voorzien, vooralsnog wordt uitgegaan van een stabiliteitsscherm (damwand of innovatief alternatief). Beïnvloeding van de grondwaterstanden door het ontlaststelsel en de combinatie met een dicht scherm kan geringe invloed hebben in een gevoelige omgeving met historische bebouwing. Daarom wordt hier de score '-' toegekend. De invloed van de maatregelen op de grondwaterstand is een belangrijk aandachtspunt om verder te onderzoeken in de planuitwerking waarin deze maatregelen verder wordt geconcretiseerd. Nader onderzoek naar het ontlaststelsel vindt plaats op basis van nieuwe afvoermetingen.

3.3.2. Beoordeling effect op oppervlaktewater per deeltraject

Deeltraject		KA1	KA2	Toelichting
1	Voorhavendijk, Vreeswijk,	0	-	Langs de Voorhavendijk wordt het watersysteem beïnvloed door de berm in KA2.
2, 3, 4, 5	Lekboulevard (tot A2)	0	0	Geen invloed. Er is hier geen watergang aanwezig en beide KA's zijn hier verticaal maatwerk.
5, 7, 8+9, 10	Lekboulevard (vanaf A2), Lage dijk – Radio-laan, DPO + Recreatie-cluster – Kniek,	0	--	Op sommige locaties wordt het watersysteem door KA2 aanzienlijk beïnvloed. Kopsloten en tussenliggende watergangen moeten worden gedempt en verplaatst. Mogelijk vindt hierdoor afname in bergend vermogen plaats. Het terugbrengen en dimensioneren van de sloten moet worden uitgewerkt in de planuitwerking
6	IJsseldam	0	0	Mogelijk wordt een zeer beperkt stukje van de kopsloot geraakt door de stabiliteitsberm in KA2.
11, 12	Kniek – Horde, De Horde	0	-	Hier is maar op enkele locaties ruimte voor een oplossing met grond (KA2). Daar vallen delen van kopsloten binnen het ruimtebeslag. Bij De Horde wordt ook een tussenliggende watergang / teensloot gedempt.
13	De Drie Wielen	0	--	Op sommige locaties wordt het watersysteem door KA2 aanzienlijk beïnvloed. Kopsloten en tussenliggende watergangen moeten worden gedempt en verplaatst. Mogelijk vindt hierdoor afname in bergend vermogen plaats.
14	Jaarsveld	-	-	Het vergroten van de capaciteit (aangenomen wordt dat dit binnen

				het bestaande stelsel kan), resulteert mogelijk in grotere debieten die worden afgevoerd in het oppervlaktewatersysteem. Er is dus sprake van een groter waterbezwaar. Of dit effect relevant is ten opzichte van de totale gemaalcapaciteit, kan pas beschouwd worden bij een verdere detaillering van het ontwerp.
--	--	--	--	--

3.4. Bodem: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

3.4.1. Beoordeling bodemkwaliteit per deeltraject

Deeltraject		KA1	KA2	Toelichting
1-4	Vreeswijk	0	0	Geen gevallen van bodemverontreiniging in trace van de dijk
5	Lekboulevard M22.5 – M39	0	0	Bij eventuele graafwerkzaamheden (in beide alternatieven niet voorzien) dient rekening te worden gehouden met eventuele restverontreiniging met PCB welke nog aanwezig is ter plaatse van de carpoolplaats aan de Zandveldseweg. Daarnaast is tussen M24 en M25 sprake van een voormalige huisvuilstortplaats. Uit onderzoek van Grontmij (1992) blijkt dat het grondwater ernstig verontreinigd is met kwik. De omvang van de verontreiniging is onbekend. Op de locatie zijn tegenwoordig huizen aanwezig. Werkzaamheden binnen de grondwaterzone worden in beide kansrijke alternatieven niet voorzien. In potentie zou de verticale stabiliteitsconstructie een positieve uitwerking kunnen hebben op het indammen van een eventuele verontreiniging, maar aangezien de verontreiniging niet afgeperkt is, kan dit op voorhand niet worden beoordeeld. In beide alternatieven wordt geen effect uitgeoefend op aanwezige verontreinigingen of potentiële gevallen van bodemverontreiniging.
8+9	DPO 12-18 + recreatiecluster 18-23	0	0	Er zijn een aantal verontreinigingen bekend ter plaatse van het naastgelegen brandstofdepot van defensie. De exacte omvang van de verontreiniging is echter onbekend. In het meest recente onderzoek (RSK, 2018) wordt geschreven dat de verontreiniging met minerale olie en vluchtige aromaten zich bevindt nabij de tanks en dat de omvang gering is. Uitgaande van de verticale constructie in beide alternatieven worden op voorhand geen significante effecten verwacht.
10-14	Recreatieterrein - Jaarsveld	0	0	Geen gevallen van bodemverontreiniging in trace van de dijk

3.4.2. Beoordeling bodemkwantiteit per deeltraject

deeltraject	beoordeling	Hoeveelheden aan te voeren grond? in m ³
-------------	-------------	---

		KA1	KA2	KA1	KA2
1	Voorhavendijk	0	--	0	56.000
2	Kazemat en Fort Vreeswijk	-	--	17.000	29.000
3	Centrum Vreeswijk	-	-	15.000	15.000
4	Koninginnesluis	0	0	0	0
5	Lekboulevard	--	--	48.000	94.000
6	IJsseldam	0	0	0	2.000
7	Lage dijk- Radiolaan	0	--	4.000	109.000
8 en 9	DPO 12-18 en recreatiecluster	-	-	6.000	17.000
10	Recreatiecluster- De Kniek	0	--	0	147.000
11	Kniek – Horde	0	--	0	37.000
12	De Horde	--	--	100.798	114.000
13	De Drie Wielen	0	--	0	189.000
14	Jaarsveld	0	0	0	0

4. Omgeving

4.1. Cultuurhistorie en landschap: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject	KA1	KA2	Toelichting
1 Voorhavendijk	0	-	In beide KA's zal een verticale piping maatregel toegepast moeten worden, waarbij rekening gehouden moet worden met trillingen aan de bebouwing in Vreeswijk en fort Vreeswijk. In KA2 kan de aan te leggen stabiliteitsberm ervoor zorgen dat landschappelijke waarden verloren gaan.
2 Kazemat en Fort Vreeswijk	0	-	In beide KA's zal een verticale piping maatregel toegepast moeten worden, waarbij rekening gehouden moet worden met trillingen aan de bebouwing in Vreeswijk en fort Vreeswijk. De stabiliteitsberm in KA2 zorgt ervoor dat mogelijk een stuk van de gracht van fort Vreeswijk wordt gedempt. Vanuit cultuurhistorie is dit niet wenselijk.
3 Centrum Vreeswijk	0	0	In het centrum van Vreeswijk liggen veel monumenten. Belangrijk is bij beide KA's dat rekening wordt gehouden van trillingen van verticale maatregelen en zwaar materieel. In de meekoppelkansen kan aange-stuurd worden op het aanpassen van de inrichting ten behoeve van de verbetering van de beleving.
4 Koninginnensluis	0	0	In de omgeving van de Koninginnensluis liggen veel monumenten. Belangrijk is bij beide KA's dat er rekening wordt gehouden van trillingen van verticale maatregelen en zwaar materieel.
5 Lekboulevard	0	-	In KA2 is er ten opzichte van KA1 een klein deel waarbij een stabiliteitsberm uitgevoerd wordt ten westen van de A2. Mogelijk wordt hierdoor de bestaande bosschage aangetast waardoor er opeens zicht is op de RW-ZI, wat als storend ervaren kan worden.

6	Dam Hollandse	0	-	In KA1 wordt de voorkeur gegeven aan verticale maatregelen, waardoor het dijklichaam meer als dam bewaard blijft en de cultuurhistorie leesbaar blijft. Bij KA2 wordt in het westelijke deel een stabiliteitsberm aangelegd. Deze vertroebelt de leesbaarheid van de dam.
7	Lage dijk- Radio- laan	0	--	In KA2 zal een groot deel van de maatregelen met grond worden uitgevoerd. Door de omvang van de pipingberm heeft dit een grote invloed op het landschap in vorm van aanpassing van het slotenpatroon.
8+9	DPO + recrea- tiecluster	0	0	Maatwerklocatie met verticale maatregelen in beide KA's
10	Recreatiecluster	0	-	In KA2 zal een klein deel als pipingberm worden gemaakt. Hierdoor zal het slotenpatroon aangepast worden en gaan landschappelijke waarden verloren.
11	Recreatiecluster- De Kniek	0	--	In dit dijktraject worden in KA2 grote bermen aangelegd, welke een negatieve invloed op het omliggende landschap hebben. Door de omvang van de pipingberm heeft dit een grote invloed op het landschap in vorm van aanpassing van het slotenpatroon en het verwijderen van boomgaarden.
12	Kniek – Horde	0	-	In dit dijktraject is er geen pipingopgave, waardoor er in KA2 minder impact op het landschap is, in de vorm van het aanpassen van het slotenpatroon. Het aanleggen van stabiliteitsbermen heeft echter nog steeds een impact op het slotenpatroon.
13	De Horde	0	-	In dit dijktraject is er geen pipingopgave, waardoor er in KA2 minder impact op het landschap is, in de vorm van het aanpassen van het slotenpatroon. Het aanleggen van stabiliteitsbermen heeft echter nog steeds een impact op het slotenpatroon.
14	De Drie Wielen	0	--	In dit dijktraject zijn verschillende wielen aanwezig. In beide KA's worden er verticale maatregelen toegepast om de wielen te beschermen. In KA2 zal een groot deel van de maatregelen met grond worden uitgevoerd. Door de omvang van de pipingberm heeft dit een grote invloed op het landschap in vorm van aanpassing van het slotenpatroon, verwijderen van boomgaarden en het kappen van bosschages.
15	Jaarsveld	0	0	In dit deelgebied zijn er veel monumenten aanwezig die net aan en naast de dijk liggen, waarbij rekening gehouden moet worden met trillingen tijdens de aanleg van voorzieningen en het rijden van zwaar materieel. In beide KA's wordt het ontlaststelsel ingezet, en zijn er geen aanvullende maatregelen nodig, waardoor er geen negatieve effecten van trillingen op de omgeving zijn. De aanleg van een verticale stabiliteitsmaatregel kan deze effecten echter wel hebben. In KA 2 is er meer kans op trillingen van zware voertuigen als er werkzaamheden zijn voor het aanleggen van een 1:3 talud.

4.2. Archeologie: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

1. Voorhavendijk	-	-	In deeltraject 1 heeft het noordelijkst gelegen deel een hoge verwachtingswaarde en bevindt zich op een klein deel van het traject een historische weg. In KA1 wordt gekozen voor een verticale constructie die een kleine kans op aantasting genereert.
------------------	---	---	--

			In KA2 wordt een stabiliteitsberm toegepast met een verticale pipingoplossing in de teen van de dijk. Bij het aanbrengen van een extra grondlichaam blijven bestaande archeologische waarden intact, maar de pipingmaatregel heeft wel in potentie een negatieve impact.
2. Kazemat en Fort Vreeswijk	-	-	Binnen het deeltraject valt een archeologisch rijksmonument (Fort Vreeswijk). De maatregelen van KA1 en KA2 raken dit monument niet. De dijk en het binnendijkse gebied tussen de dijk en het fort is aangemerkt als zijnde hoge verwachtingswaarde. Bij de verticale maatregelen in KA1 en KA2 bestaat het risico dat archeologische waarden worden aangetast. Het aanbrengen van een extra grondlichaam bij KA2 zal de bestaande archeologische waarden waarschijnlijk niet negatief beïnvloeden. De buitendijkse huisplaats met hoge verwachting wordt niet beïnvloed door de maatregelen.
3. Centrum Vreeswijk	-	-	Het deeltraject is bestempeld met een hoge archeologische verwachtingswaarde (AMK terrein). In beide kansrijke alternatieven wordt een verticale pipingconstructie aangelegd (kwelscherm of filterconstructie). Ook wordt de dijk iets verhoogd en wordt de buitenbekleding vervangen. Op grond hiervan scoren beide alternatieven negatief (-).
4. Koninginnensluis	-	-	De Koninginnensluis is aangemerkt met een hoge archeologische verwachtingswaarde. Er wordt bij beide alternatieven een verticale constructie aangebracht en een deel van het talud verflauwd. Dit geeft een kleine kans op verstoring van archeologische waarden.
5. Lekboulevard	-	0	In de uiterwaarden rond de A2 zijn in het kader van Ruimte voor de Lek meerdere archeologische vondsten gedaan. De dijk heeft een hoge verwachtingswaarde. Het plaatsen van verticale constructies in de dijk (KA1 en KA2) geeft geen aantasting van deze waarde. Ten westen van de A2 heeft het binnendijkse gebied een middelhoge archeologische verwachtingswaarde. De verticale constructie in KA1 geeft een beperkt risico (-). In dit deelgebied. De stabiliteitsberm van KA2 blijven bestaande archeologische waarden naar verwachting wel intact (0).
6. IJsseldam	-	-	De dijk heeft een hoge verwachtingswaarde en het binnendijkse gebied een middelhoge verwachtingswaarde. De verticale constructies in KA1 en KA2 geven enig risico op aantasting van archeologische waarden.
7. Lage dijk- Radio-laan	-	0	Hier bevindt zich een oude zandbaan in de ondergrond met hoge verwachtingswaarde. Meest westelijk gelegen bevindt zich een huisplaats met hoge waarde. In KA1 geeft de verticale maatregel een kans op aantasting van archeologische waarde (-). In KA2 wordt een berm aangelegd en gezien de zandige ondergrond is het risico op verstoring zeer gering (0) .
8+9. DPO en recreatiecluster	-	-	Nabij DPO is de archeologische verwachtingswaarde als middelhoog bestempeld. In beide alternatieven wordt een deel van het traject voorzien van een verticale constructie. Dit geeft een beperkt risico
10. Recreatiecluster-	0	0	De dijk zelf en het westelijk deel is buitendijks aangemerkt als zijnde

De Kniek			'hoge verwachtingswaarde', De verticale stabiliteitsconstructie en de stabiliteitsbermen worden binnendijs aangebracht en geven een zeer beperkt risico.
11. Kniek – Horde	-	-	Langs dit deeltraject bevinden zich een aantal huisplaatsen waar een hoge archeologische verwachtingswaarde verondersteld wordt. Op deze locaties is maatwerk voorzien. De verticale stabiliteitsconstructies bij deze huisplaatsen geven een beperkt risico.
12. De Horde	0	0	Het gebied rondom de dijk kent een lage verwachtingswaarde. Alleen het dijktraject zelf heeft een hoge archeologische waarde. De verticale stabiliteitsconstructie in de dijk (KA1) en de stabiliteitsbermen (KA2) geven een zeer kleine kans op verstoring.
13. De Drie Wielen	-	0	Het gebied rondom de dijk kent een middelhoge verwachtingswaarde. De verticale stabiliteitsconstructie in de dijk geeft een kleine kans op verstoring (KA1). De stabiliteitsberm in KA2 geeft een zeer geringe kans op verstoring.
14. Jaarsveld	-	-	Ter plaatse van het deeltraject maakt de dijk onderdeel uit van een archeologisch rijksmonument. De voorgenomen werkzaamheden in beide kansrijke alternatieven zijn verticale stabiliteitsconstructies. Bij beide alternatieven is er een kans op verstoring van de archeologische waarden. Ook het veranderen van grondwaterstanden door aanpassing van het bestaande drainagesysteem geeft een risico op aantasting van archeologische waarden.

4.3. Ruimtelijke kwaliteit: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject	KA1	KA2	Toelichting
-------------	-----	-----	-------------

1.	Voorhavendijk M1-M9	0	0	In beide KA's zijn maatregelen nodig waardoor de verharding vernieuwd moet worden. Hierdoor kan in beide KA's een kwaliteitsimpuls worden gegeven aan de bruikbaarheid voor langzaam verkeer en het onderscheid in de kanaaldijk en de Lekdijk. De verticale maatregel van KA1 brengt geen aantasting met zicht mee. De verticale maatregel voor piping i.c.m. een stabiliteitsberm (KA2) is op de huidige in het verleden al opgehoogde berm te realiseren, het groengebied tussen dijk en woonwijk wordt nauwelijks aangetast.
2.	Kazemat en Fort Vreeswijk M9-M14	+	-	In beide KA's zijn maatregelen nodig, waardoor de verharding vernieuwd moet worden. Hierdoor kan in beide KA's een kwaliteitsimpuls gegeven worden aan weginrichting en de buitenruimte door deze meer toegankelijk te maken voor langzaam verkeer. Daarnaast maakt uniforme verharding/weginrichting de dijk meer leesbaar als continue element. De stabiliteitsberm in KA2 zorgt ervoor dat een stuk van de gracht van fort Vreeswijk verloren gaat. Dit scoort negatief
3.	Centrum Vreeswijk M14-M17	+	+	Beide KA's voor dit traject zijn gelijk, het gaat om verticale maatregelen. In beide KA's zijn maatregelen nodig, waardoor de verharding en de inrichting van de openbare ruimte vernieuwd moet worden. Hierdoor kan in beide KA's een kwaliteitsimpuls gegeven worden de inrichting van de openbare ruimte, die in dit deel van Vreeswijk een kwaliteitsimpuls kan gebruiken.. Daarnaast maakt uniforme verharding/weginrichting de dijk meer leesbaar als continue element.
4.	Koninginnesluis M17-M22.5	+	+	Beide KA's voor dit traject zijn gelijk, het gaat om verticale maatregelen. In beide KA's zijn maatregelen nodig, waardoor de verharding en de inrichting van de openbare ruimte vernieuwd moet worden. Hierdoor kan in beide KA's een kwaliteitsimpuls gegeven worden de inrichting van de openbare ruimte, die in dit deel van Vreeswijk een kwaliteitsimpuls kan gebruiken.. Daarnaast maakt uniforme verharding/weginrichting de dijk meer leesbaar als continue element.
5.	Lekboulevard M22.5 – M39	+	-	In KA 1 heeft het ontwerp minimale impact in de omgeving (verticale ondergrondse maatregelen), eenvoudige hoofdvorm, contouren en tracé blijven behouden na de A2. De ambitie voor een doorlopende fietsstructuur en uniforme kruin inrichting is in dit alternatief goed te realiseren. In KA2 verstoort de grondoplossing ten westen van A2 verstoort in enige mate de continuïteit van het profiel over de gehele Lekboulevard.
6.	IJsseldam 1-5	+	--	De verticale maatregelen in KA1 zorgen ervoor dat IJsseldam als eenheid leesbaar blijft en de cultuurhistorische betekenis van deze plek behouden blijft. De stabiliteitsberm in KA2 tast de leesbaarheid van de eenheid van de IJsseldam als bijzonder deel in de Lekdijk aan.
7.	Lage dijk- Radio-laan 5-12	0	0	De verticale maatregelen in KA1 tasten de landschappelijke waarde niet aan. In KA2 is de lengte 750 m is genoeg voor een eenduidige oplossing in grond, in het verleden is de verkaveling al aangepast. Brede bermen zijn voor een groot inpasbaar in het omliggende landschap, waaierspatroon verkaveling blijft daarbij behouden. Aan het begin van het traject worden enkele sloten gedempt en het patroon verplaatst.
8 + 9	DPO 12-18 + recreatiecluster 18-23	0	-	Maatwerklocatie met verticale maatregelen in beide KA's. Geen invloed. In KA2 zal een klein deel als pipingberm worden gemaakt. Hierdoor zal het slotenpatroon aangepast worden en leiden tot een verandering van het continue dijklichaam, zoals beschreven in het RKK.
10.	Recreatiecluster- De Kniek 23-44	0	--	In dit dijktraject worden in KA2 over grote lengte een stabiliteitsbermen en over een aantal delen een langere pipingberm aangelegd. Met name de pipingbermen hebben een negatieve invloed op de ruimtelijke kwaliteit van het omliggende landschap door aanpassing van het slotenpatroon en verwijderen van boomgaarden en versnippering van het beeld

				van de dijk. De afstand tussen het oudhoevig land en het land binnendijks wordt groter in KA2 en daardoor moeilijker leesbaar als één doorlopend geheel.
11.	Kniek – Horde 44-59	0	-	In dit dijktraject zijn er geen grote pipingbermen, waardoor KA2 minder impact op de ruimtelijke kwaliteit heeft dan in het voorgaande traject. Het aanleggen van stabiliteitsbermen heeft echter nog steeds een impact op het slotenpatroon en zorgt voor een kleine verandering van het continue dijklichaam. Ter nuanvering: in het verleden zijn in dit deel ook al op grote delen stabiliteitsbermen aangelegd een eventuele stabiliteitsberm sluit hier bij aan.
12.	De Horde 59 - 69.5	0	-	In dit dijktraject zijn er geen grote pipingbermen, waardoor KA2 minder impact op de ruimtelijke kwaliteit heeft. Het aanleggen van stabiliteitsbermen heeft echter nog steeds een impact op het slotenpatroon. Het sluit wel aan op de al eerder aangelgde stabiliteitsbermen in dit deel.
13.	De Drie Wielen 69.5-86	0	--	In dit dijktraject zijn verschillende wielen aanwezig. In beide KA's worden er verticale maatregelen toegepast om de wielen en daarmee de waterkundige geschiedenis te beschermen. In KA2 zal een groot deel van de maatregelen met grond worden uitgevoerd. Door de omvang van de pipingberm heeft dit een grote invloed op de ruimtelijke kwaliteit in vorm van aanpassing van het slotenpatroon, verwijderen van boomgaarden en het kappen van bosschages.
14.	Jaarsveld 86-89	0	0	In beide KA's wordt het ontlaststelsel ingezet, aangevuld met een verticale stabiliteitsmaatregel, waardoor er geen invloed is op de ruimtelijke kwaliteit van het gebied.

4.4. Effecten tijdens aanleg: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject	KA1	KA2	Toelichting
1, 2,6,9,11,14	-	-	Op deze trajecten worden in beide alternatieven maatregelen getroffen in de nabijheid van bebouwing, hierbij kan enige hinder optreden
3, 4 en 5	--	--	Op deze drie trajecten (Vreeswijk – Nieuwegein) zijn in beide alternatieven (verticale) maatregelen benodigd dicht bij woningen waarbij ernstige hinder verwacht wordt.
7,8,10,12,13	0	0	Op deze trajecten worden maatregelen getroffen op ruime afstand van bebouwing, waardoor geen hinder verwacht wordt.

4.5. Woon-werk en leefmilieu: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

4.5.1. Beoordeling woon- en werkklimaat

Deeltraject	KA 1	KA 2	Toelichting
1. Voorhavendijk M1-M9	0	0	Wat betreft KA1 wordt op het traject voorhavendijk M1-M9 vooral gekeken naar een verticale stabiliteitsconstructie en worden niet tot nauwelijks particuliere percelen betrokken bij de aanleg van de verticale constructie. De

				effecten op het woongenot zijn dan ook neutraal beoordeeld. Voor wat betreft KA2 geldt dat de stabiliteitsberm weliswaar een groot oppervlak betreft, maar er liggen langs dit deeltraject geen woningen. Wat eventueel als negatief effect kan worden beoordeeld is het uitzicht dat vanuit de woonwijk in KA2 minder wordt, maar die is in de huidige situatie vanwege de hoeveelheid bosschage ook al minimaal. KA2 wordt dan ook neutraal beoordeeld voor wat betreft de effecten op woon/werkklimaat.
2.	Kazemat en Fort Vreeswijk M9-M14	0	0	Nabij de Kazemat en het Fort geldt dezelfde redenering als hiervoor genoemd, op het meest westelijk gelegen deel van dit traject na. Hier grenzen beide alternatieven aan bestaande particuliere perceelsgrenzen, maar blijven de significante blijvende effecten uit, omdat op dit deel van het traject voor een verticale stabiliteitsconstructie wordt gekozen en het ruimtebeslag van de pipingberm grotendeels gelijk blijft aan het huidige dijktraject.
3.	Centrum Vreeswijk M14-M17	-	-	Voor wat betreft het dijktraject nabij het centrum van Vreeswijk geldt dat over een groot deel van het traject in zowel KA1 als KA2 gekozen is voor een maatregel in de hoogte van tussen de 40 en 50 centimeter ophoging, welke een blijvend negatief effect op het uitzicht voor de direct aanliggende bewoners.
4.	Koninginnen-sluys M17-M22.5	-	-	In het deelgebied rondom de Koninginnensluys wordt in beide kansrijke alternatieven uitgegaan van een kruinophoging tot 65 cm direct tegenover de woonwijk Irenestraat. Daarmee is het effect op woongenot als negatief beoordeeld vanwege de daarmee gepaarde aantasting van het uitzicht voor de direct aanwonenden.
5.	Lekboulevard M22.5 – M39	0	0	Het dijktraject ter plaatse van de Lekboulevard heeft wat betreft beide kansrijke alternatieven weinig tot geen invloed op de bestaande situatie omtrent woongenot. In beide alternatieven wordt een kruinverhoging van 10 cm voorgesteld ter plaatse van de oostelijk gelegen bebouwing, echter vormt deze geringe ophoging geen belemmering voor het uitzicht. De voorgenomen ophoging aan de westzijde van dit deeltraject (25 cm) vormt geen significante belemmering, aangezien het hier geen direct aanwonenden betreft.
6.	IJsseldam 1-5	0	0	Ter plaatse van het traject Dam Hollandse IJssel zijn geen significante veranderingen voor wat betreft woongenot voorzien.
7.	Lage Dijk- Radiolaan 5-12	0	0	Ter plaatse van het traject Lage Dijk-Radiolaan zijn geen significante veranderingen voor wat betreft woongenot voorzien.
8. 9	DPO 12-18 + Recreatiecluster 18-23	0	0	Ter plaatse van het traject DPO12-18 worden geen significante veranderingen voor wat betreft woongenot voorzien. Ter plaatse van het Recreatiecluster wordt in beide kansrijke alternatieven een kruinverhoging voorzien tot 15 cm. Langs dit deel van het traject zijn de aanwezige 'woon' voorzieningen echter niet binnendijs, maar buitendijs gevestigd. De voorgenomen kruinverhoging heeft geen significante effecten voor wat betreft woongenot.

10.	Recreatiecluster- De Kniek 23-44	0	0	Het deeltraject Recreatiecluster tot Kniek betreft geen direct aanwonenden van de dijk. Vanwege het weidse landschap is de dijk wel zichtbaar voor de aanwonenden van de Batuwseweg. Aangezien in beide kansrijke alternatieven een maximale ophoging van 15 centimeter wordt voorzien op maar een klein deel van het traject, worden beide alternatieven beoordeeld als zijnde neutraal.
11.	Kniek – Horde 44-59	-	-	Langs het dijktraject Kniek tot aan de Horde zijn een aantal direct aanwonenden gevestigd. Dit deel van het traject omvat in beide alternatieven een verticale stabiliteitsconstructie en wordt een geringe ophoging (tot 10 cm) voorzien. Deze geringe verhoging heeft licht invloed op het uitzicht. Ten opzichte van de bestaande situatie leiden beide kansrijke alternatieven tot een lichte verslechtering
12.	De Horde 59 - 69.5	0	0	In de voorkeursalternatieven langs dijktraject de Horde (deeltraject 12) bevinden zich geen direct aanwonenden. De geplande ophoging die in beide voorkeursalternatieven wordt voorgesteld heeft geen significante invloed op het woongenot.
13.	De Drie Wielen 69.5-86	0	0	Bij het deeltraject 'Dijk met de drie wielen' bevinden zich geen direct aanwonenden. Tevens is de geplande ophoging in beide kansrijke alternatieven zeer gering (5 cm). De geplande aanpassingen hebben geen significante invloed op het woongenot.
14.	Jaarsveld 86-89	0	0	Het dijktraject Jaarsveld betreft in beide gevallen de inzet van het ontlaststelsel, aangevuld met een verticale stabiliteitsmaatregel. Er wordt geen ophoging voorzien. Blijvende invloed op het woongenot wordt dan ook niet voorzien.

4.5.2.beoordeling bestaande functies van percelen bij kansrijke alternatieven per deeltraject

	Deeltraject	KA 1	KA 2	Toelichting
1.	Voorhavendijk M1-M9	0	0	Ter plaatse van het deeltraject bevinden zich geen percelen waarop bedrijfsmatige functies uitgeoefend worden. Binnen kansrijk alternatief 2 wordt wel een stabiliteitsberm ingericht die net over de grens van het bestaande dijklichaam loopt en daarmee het bestaande park/moestuinvereniging raakt. Echter wordt dit in de beoordeling niet gewogen als een bedrijfsfunctie.

2.	Kazemat en Fort Vreeswijk M9-M14	0	0	Ter plaatse van het deeltraject bevinden zich geen percelen waarop bedrijfsmatige functies uitgeoefend worden. Binnen kansrijk alternatief 2 wordt wel een stabiliteitsberm ingericht die net over de grens van het bestaande dijklichaam loopt en daarmee direct grenst aan Fort Vreeswijk. De voorgenomen kansrijke alternatieven hebben geen negatieve gevolgen op de sociaal/maatschappelijke functie van het Fort.
3.	Centrum Vreeswijk M14-M17	0	0	Ter plaatse van het deeltraject bevinden zich een aantal bedrijven die geen perceelsgebonden activiteiten ontplooiën (Restaurant, klein handelsondernemingen, eenmanszaken) die na realisatie van beide alternatieven geen of in geringe mate hinder ondervinden met betrekking op de bedrijfsvoering. Eventuele meekoppelkansen bieden mogelijkheden, echter worden deze in de beoordeling buiten beschouwing gelaten.
4.	Koninginnesluis M17-M22.5	0	0	Ter plaatse van het deeltraject worden geen bedrijfsmatige functies uitgeoefend waarbij aanpassingen van de percelen plaatsvindt die de bedrijfsvoering belemmert dan wel positief ondersteund.
5.	Lekboulevard M22.5 – M39	0	0	Ter plaatse van het deeltraject worden geen bedrijfsmatige functies uitgeoefend waarbij aanpassingen van de percelen plaatsvinden die de bedrijfsvoering belemmeren dan wel positief ondersteunen. (In het meest westelijke deel van het deelgebied bevindt zich in KA2 zoekgebied stabiliteitsberm, die raakt aan landbouwperceel.
6.	IJsseldam 1-5	0	-	Ter plaatse van het deeltraject zijn binnendijs een aantal landbouwpercelen gesitueerd. In KA2 geldt een klein deel als zoekgebied voor stabiliteitsberm. Het zoekgebied bevindt zich binnen het huidige dijklichaam.
7.	Lage dijk-Radiolaan 5-12	0	-	Ter plaatse van het deeltraject zijn binnendijs een aantal landbouwpercelen gesitueerd. In KA2 geldt een deel als zoekgebied voor stabiliteitsberm en pipingberm, dit kan de bedrijfsvoering negatief beïnvloeden.
8 + 9	DPO 12-18 + Recreatiecluster 18-23	-	-	Ter plaatse van het deeltraject DPO worden geen bedrijfsmatige functies uitgeoefend waarbij aanpassingen van de percelen plaatsvinden die de bedrijfsvoering belemmeren dan wel positief ondersteunend. Ter plaatse van het deeltraject recreatiecluster zijn binnendijs een aantal landbouwpercelen gesitueerd. In KA2 wordt voor een deel van het dijktraject een taludverflauwing van 1:3 voorgesteld wat gebruik van het talud als landbouwgrond beperkt kan beïnvloeden
10.	Recreatiecluster- De Kniek 23-44	-	-	Ter plaatse van het deeltraject zijn binnendijs een aantal landbouwpercelen en boomgaarden gesitueerd. In KA2 wordt een deel van het dijktraject een taludverflauwing van 1:3 voorgesteld en worden pipingbermen voorgesteld. Dit kan de bedrijfsvoering negatief beïnvloeden. Er worden wel percelen geraakt, mogelijk betekend de aanpassing hier dat de percelen beter te gebruiken zijn
11.	Kniek – Horde 44-59	-	-	Ter plaatse van het deeltraject zijn binnendijs een aantal landbouwpercelen gesitueerd. In KA2 wordt op delen van het dijktraject een taludverflauwing van 1:3 voorgesteld. Er worden wel percelen geraakt, mogelijk betekend de aanpassing hier dat de percelen beter te gebruiken zijn.

12.	De Horde 59 -69.5	-	-	Ter plaatse van het deeltraject zijn binnendijs een aantal landbouwpercelen gesitueerd. In KA2 geldt een deel als zoekgebied voor stabiliteitsberm en pipingberm, dit kan de bedrijfsvoeringnegatief beïnvloeden.
13.	De Drie Wielen 69.5-86	-	-	Ter plaatse van het deeltraject zijn binnendijs een aantal landbouwpercelen gesitueerd. In KA2 geldt een deel als zoekgebied voor stabiliteitsberm en pipingberm, dit kan de bedrijfsvoeringnegatief beïnvloeden.
14.	Jaarsveld 86-89	0	0	Ter plaatse van het deeltraject worden geen bedrijfsmatige functies uitgeoefend waarbij aanpassingen van de percelen plaatsvinden die de bedrijfsvoering belemmeren dan wel positief ondersteunen.

4.6. Recreatie en medegebruik: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

	Deeltraject	KA1	KA2	Toelichting
1.	Voorhavendijk M1-M9	0	+	In KA2 is er mogelijk positief effect als de stabiliteitsberm ingezet kan worden als openbare ruimte.
2.	Kazemat en Fort Vreeswijk M9- M14	0	+	In KA2 is er mogelijk positief effect als de stabiliteitsberm ingezet kan worden als openbare ruimte.
3. t/m 14.	Centrum Vrees- wijk M14-M17 t/m Jaarsveld 86-89	0	0	Voor hele traject geldt dat bestaande routes teruggebracht worden, waardoor er geen effect te verwachten is.

4.7. Verkeer: beoordeling kansrijke alternatieven per deeltraject

Voor het aspect verkeer is er geen beoordeling per deeltraject

5. Kosten: beoordeling levensduurkosten kansrijke alternatieven per deeltraject

Deeltraject	KA 1	KA 2	Toelichting
1. Voorhavendijk	+	-	In KA2 worden zeer brede bermen aangelegd voor piping en stabiliteit. De kosten hiervan zijn hoger dan een innovatieve verticale oplossing. In vergelijking met een traditionele oplossing (stalen damwand) is alternatief 2 beperkt duurder.

2.	Kazemat en Fort Vreeswijk	+	-	KA 1 is beperkt goedkoper dan alternatief 2. De Combinatie van een innovatieve piping oplossing met een stabiliteitsberm in KA2 is duurder dan een innovatieve oplossing voor piping én stabiliteit (KA1). Indien wordt uitgegaan van traditionele oplossingen zijn de kosten van beide alternatieven vrijwel gelijk.
3.	Centrum Vreeswijk	0	0	In dit deeltraject is de waterveiligheidsoplossing gelijk
4.	Koninginnesluis	0	0	In dit deeltraject is de waterveiligheidsoplossing gelijk
5.	Lekboulevard	0	0	Bij de lekboulevard is bij toepassing van innovatieve technieken kansrijk alternatief 1 vergelijkbaar met alternatief 2 waarin een grondberm ten westen van de A2 en een bentonietmat in het haventje wordt toegepast. Bij traditionele maatregelen is kansrijk alternatief 2 goedkoper.
6.	IJsseldam	0	0	In dit deeltraject wordt in beide alternatieven een verticale oplossing toegepast. In KA2 wordt over een kleine lengte een stabiliteitsberm + verticale pipingmaatregel toegepast. Dit leidt niet tot significant andere kosten.
7.	Lage dijk- Radiolaan	++	--	Ter plaatse van het traject Lage Dijk-Radiolaan wordt in KA2 een brede berm aangelegd. Deze is aanzienlijk duurder dan een innovatieve verticale maatregel. Indien traditionele technieken worden ingezet zijn de kosten van KA2 beperkt hoger.
8 + 9	DPO + Recreatiecluster	0	0	Bij dit deeltraject zijn de waterveiligheidsmaatregelen bij DPO gelijk en bij recreatiecluster wordt in KA2 over beperkte lengte een berm aangelegd. De kosten verschillen nauwelijks van de volledig verticale oplossing in KA2.
10.	Recreatiecluster- De Kniek	+	-	In kansrijk alternatief 2 wordt in vrijwel het gehele traject een stabiliteitsberm aangelegd en op enkele lengtes aangevuld met een pipingberm. Deze oplossing is duurder dan een innovatieve verticale oplossing.
11.	Kniek – Horde	0	0	In dit deelgebied worden in KA2 over enkele lengtes stabiliteitsbermen aangelegd, onderbroken door maatwerkoplossingen bij boerderijen. Deze oplossing is qua kosten vergelijkbaar met een volledig verticale oplossing
12.	De Horde	0	0	Bij dit deeltraject wordt in KA2 over beperkte lengte een berm aangelegd. De kosten verschillen nauwelijks van de volledig verticale oplossing in KA2.
13.	De Drie Wielen	+	-	In kansrijk alternatief 2 wordt in vrijwel het gehele traject een pipingberm aangelegd en in het westelijke deel een stabiliteitsberm. Deze oplossing is duurder dan een innovatieve verticale oplossing.
14.	Jaarsveld	0	0	Bij dit deeltraject zijn de waterveiligheidsmaatregelen gelijk.

Bijlage 2 MER effectnotitie Natuur

JAV_MER deel 1 bijlage 2 Effectnotitie natuur, deze is op te vragen via jav@hdsr.nl

Bijlage 3 MER effectnotitie Rivierkunde

JAV_MER deel 1 bijlage 3 effectnotitie rivierkunde, deze is op te vragen via jav@hdsr.nl

Bijlage 4 Memo binnendijks watersysteem JAV

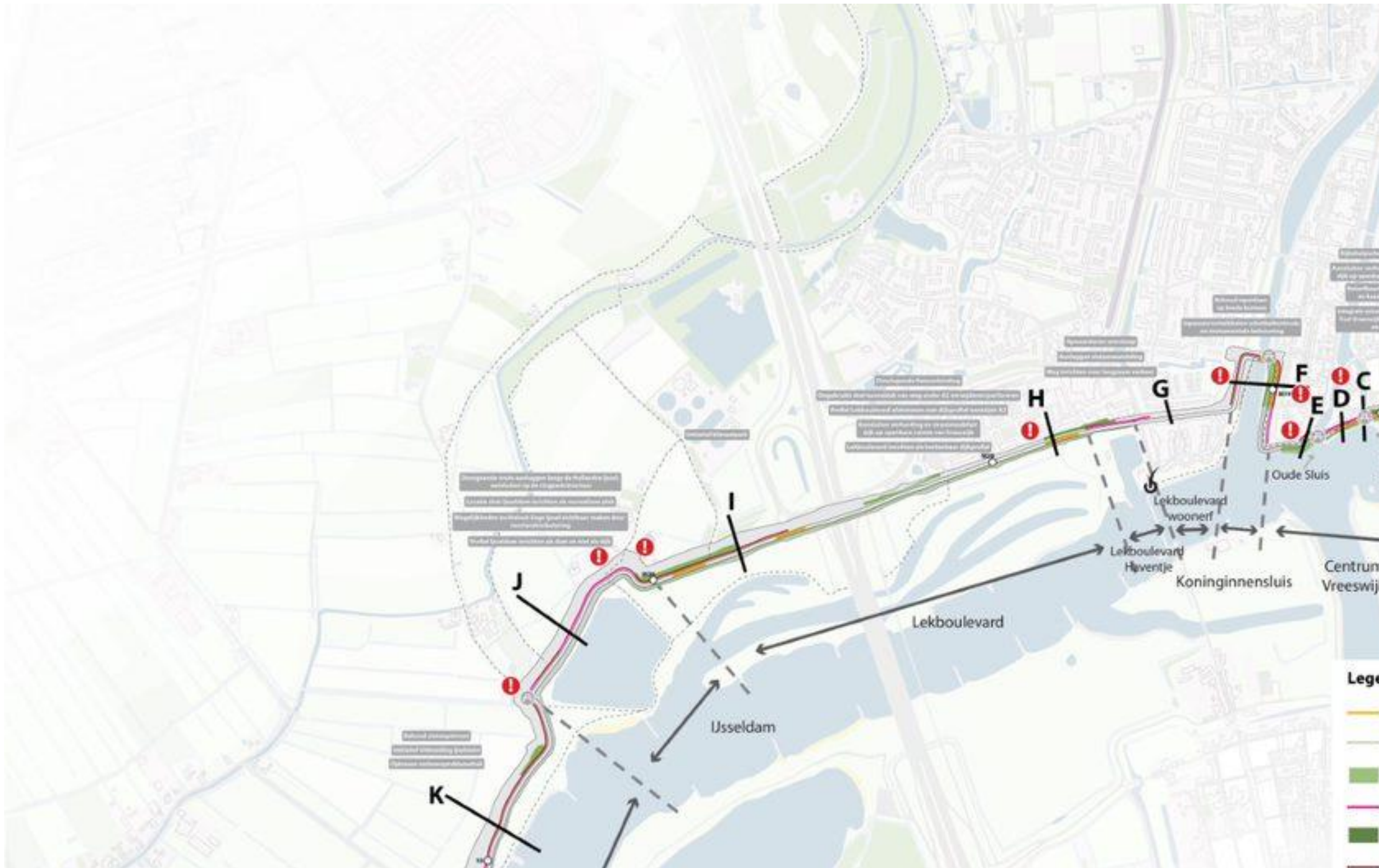
JAV_MER deel 1 Bijlage 4 Memo binnendijks watersysteem, deze is op te vragen via jav@hdr.nl

Bijlage 5 Kaarten kansrijke alternatieven, voorkeursalternatief en Themakaarten

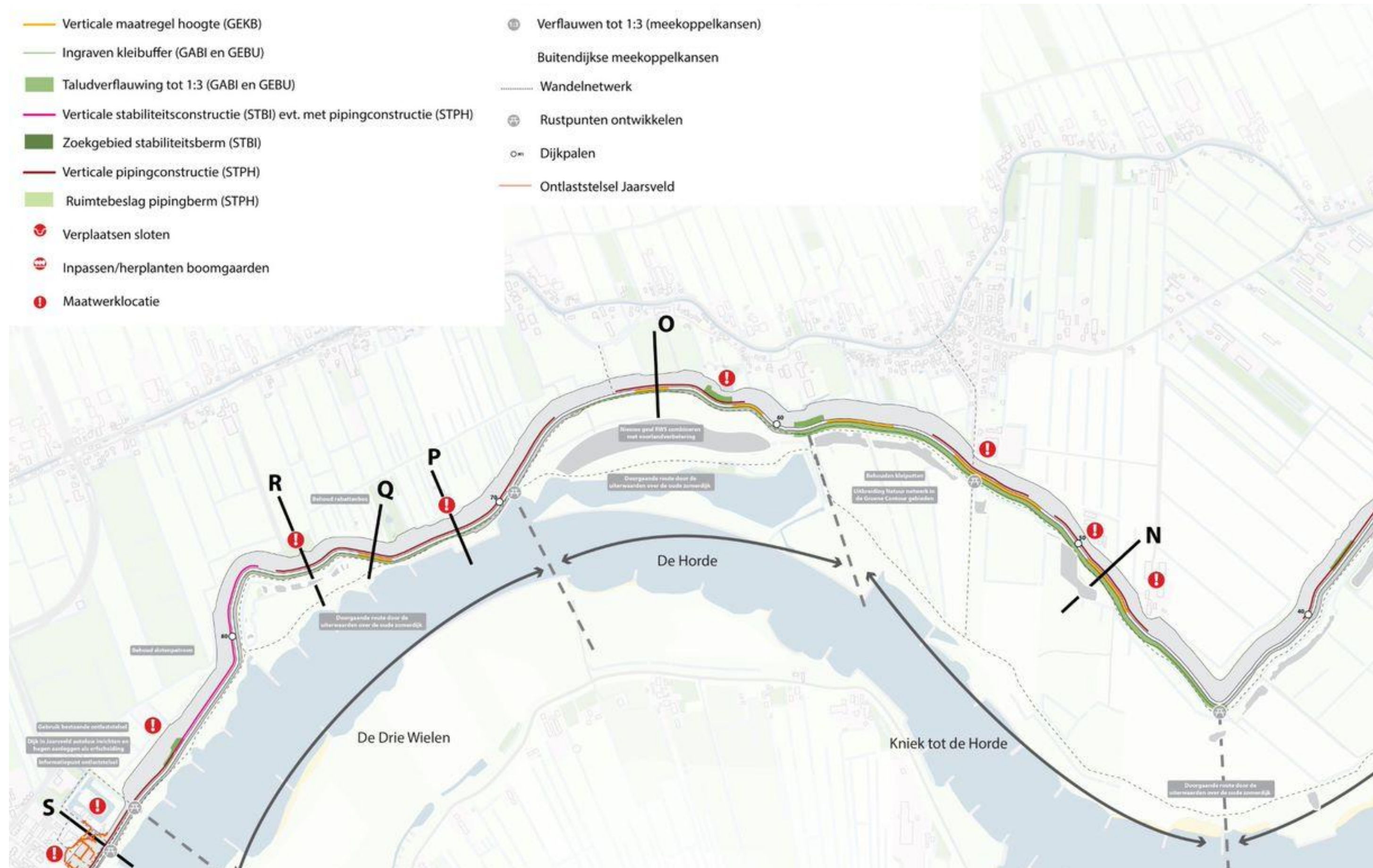
In deze bijlage zijn eerst de overzichtskaarten van de beide alternatieven en het voorkeursalternatief te vinden en daarna de Themakaarten die bij hoofdstuk 3 milieu en hoofdstuk 4 Omgeving horen.

De nummers van de paragrafen komen overheen met de paragraafnummers in het hoofdrapport.

Voor kaarten in hogere resolutie verwijzen we u graag naar de [online storymap](#)



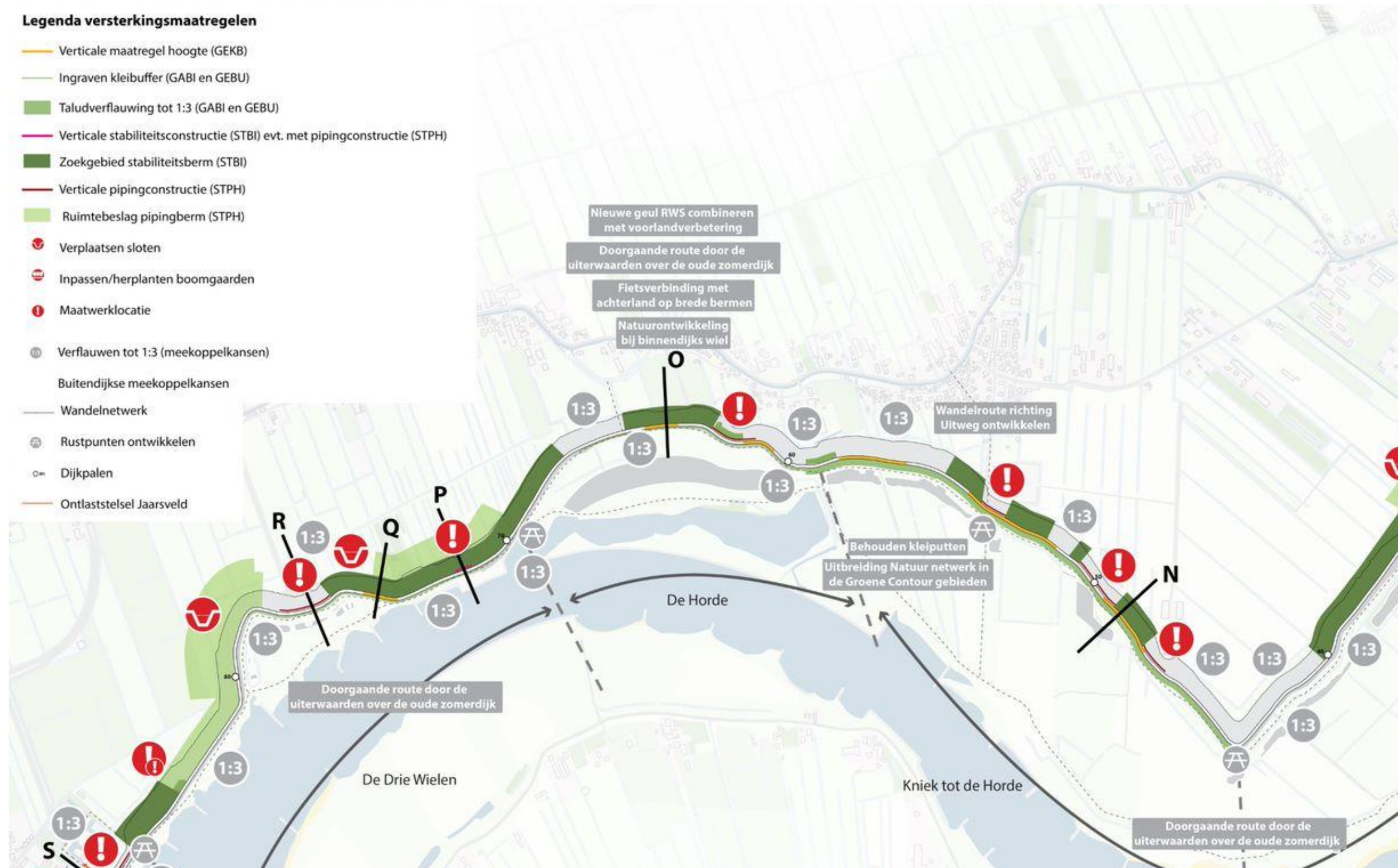
Figuur B5 0.2 kaart kansrijk alternatief 1 deel 2-2



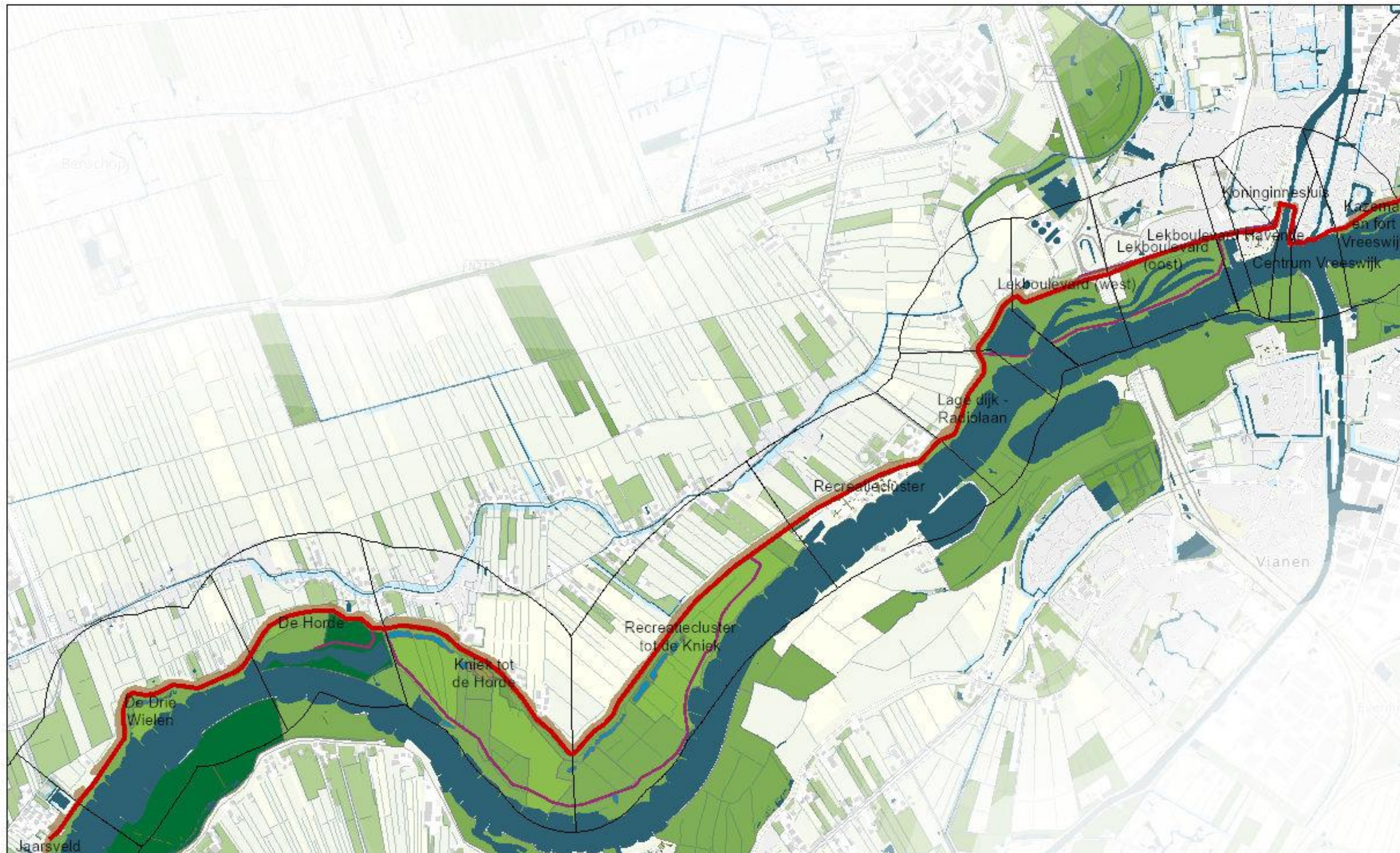
Figuur B5 0.3 kaart kansrijk alternatief 2 deel 1-2



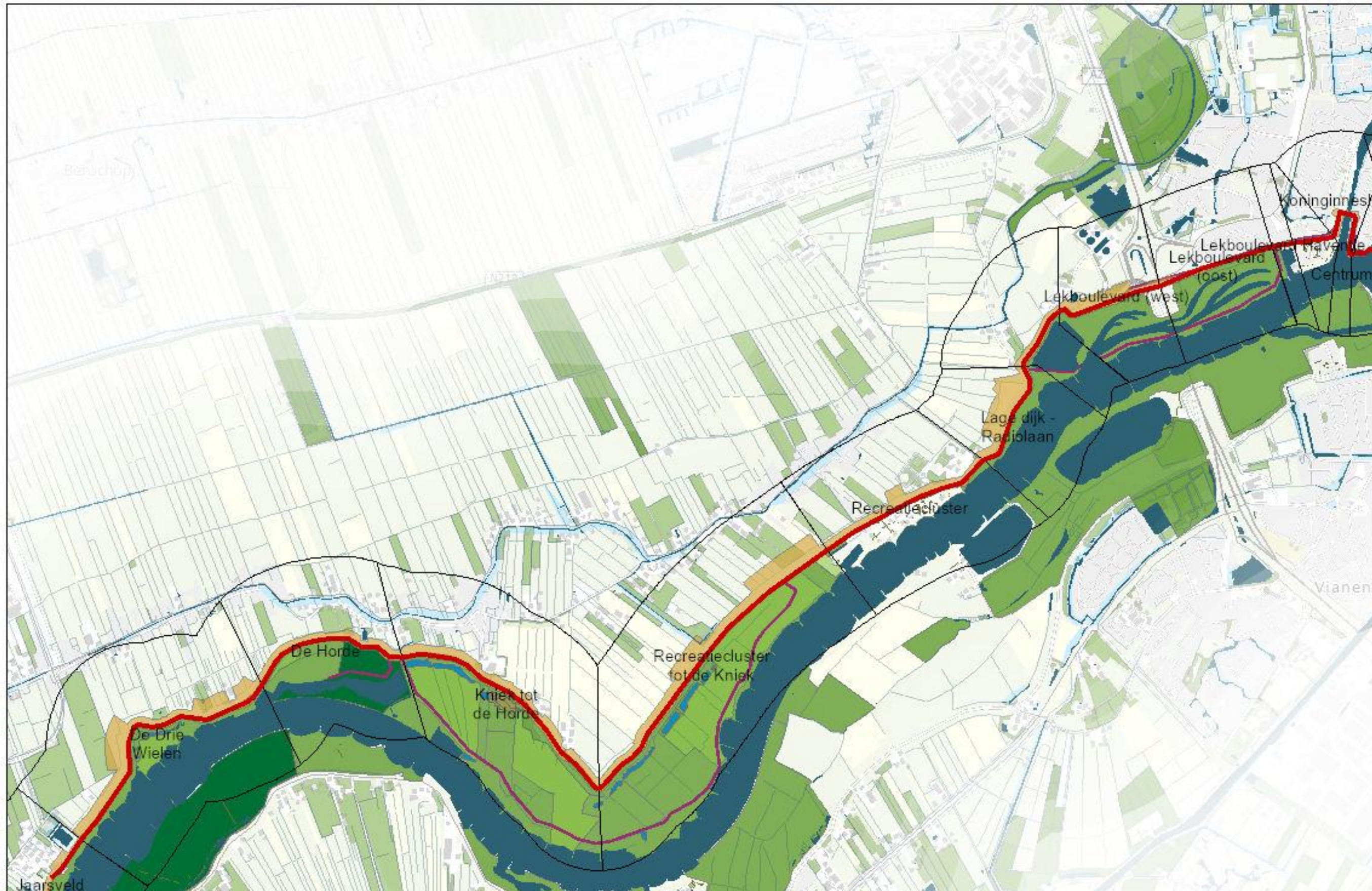
Figuur B5 0.4 kaart kansrijk alternatief 2 deel 2-2



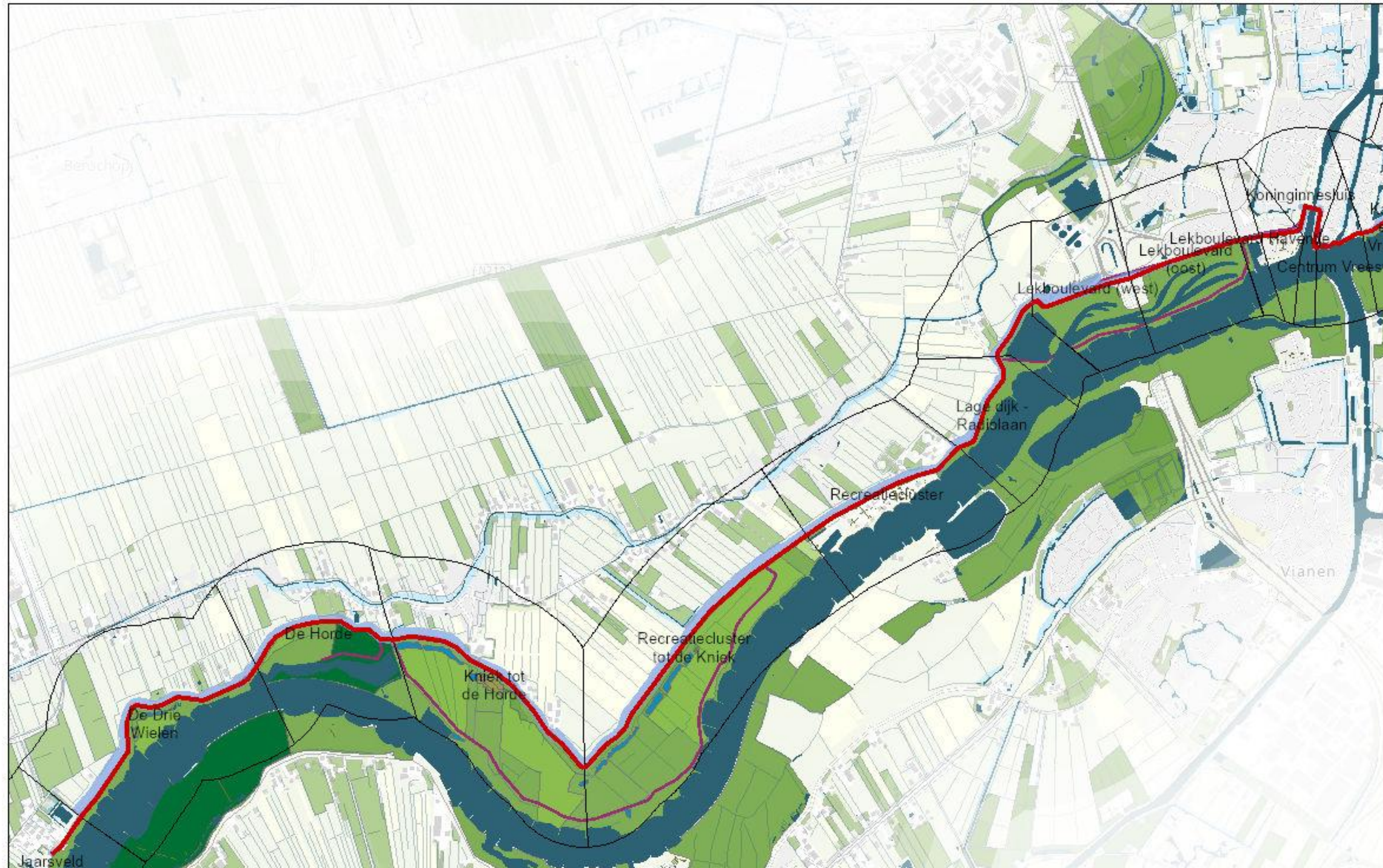
Ecologie Kansrijkalternatief 1



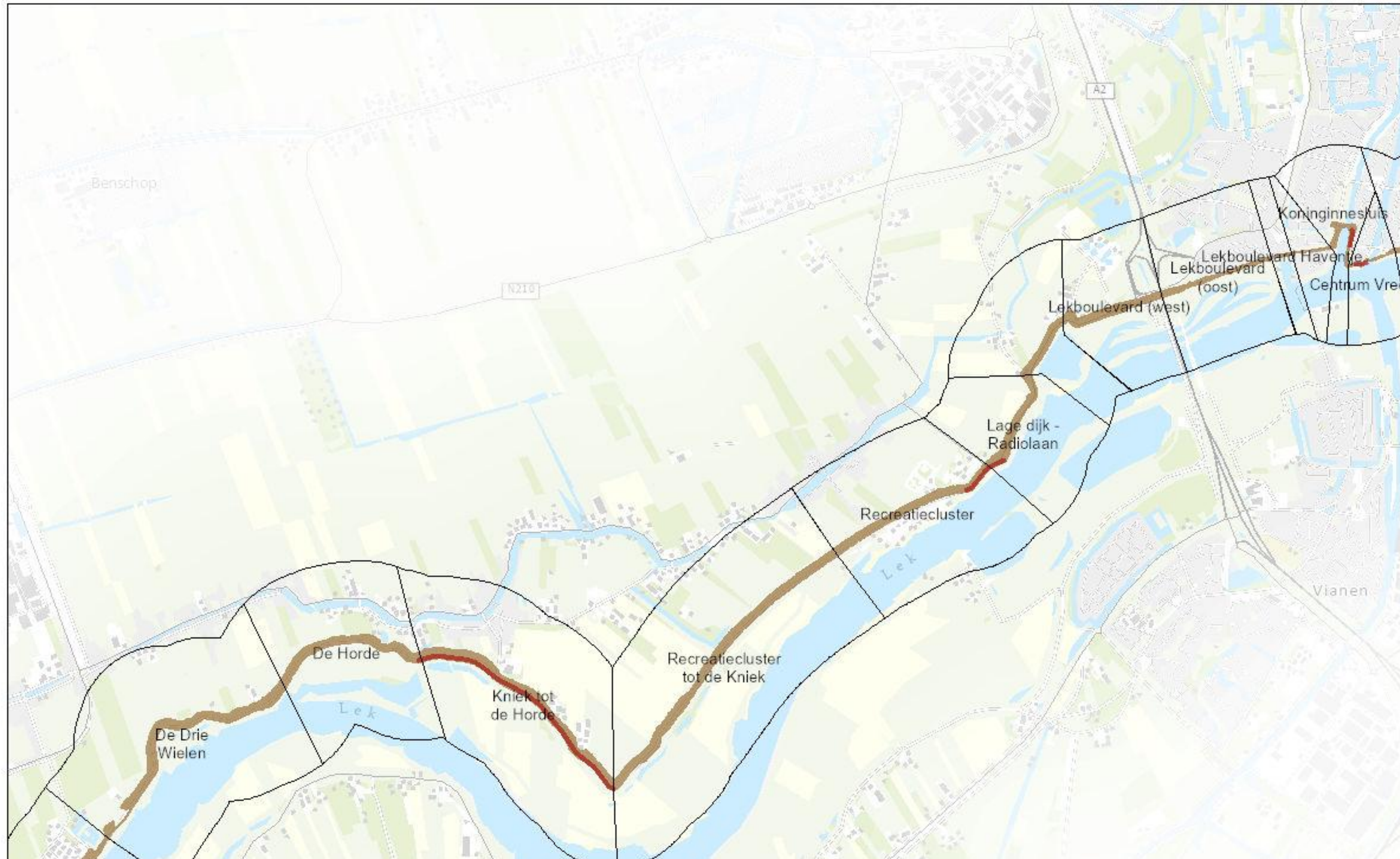
Ecologie Kansrijkalternatief 2



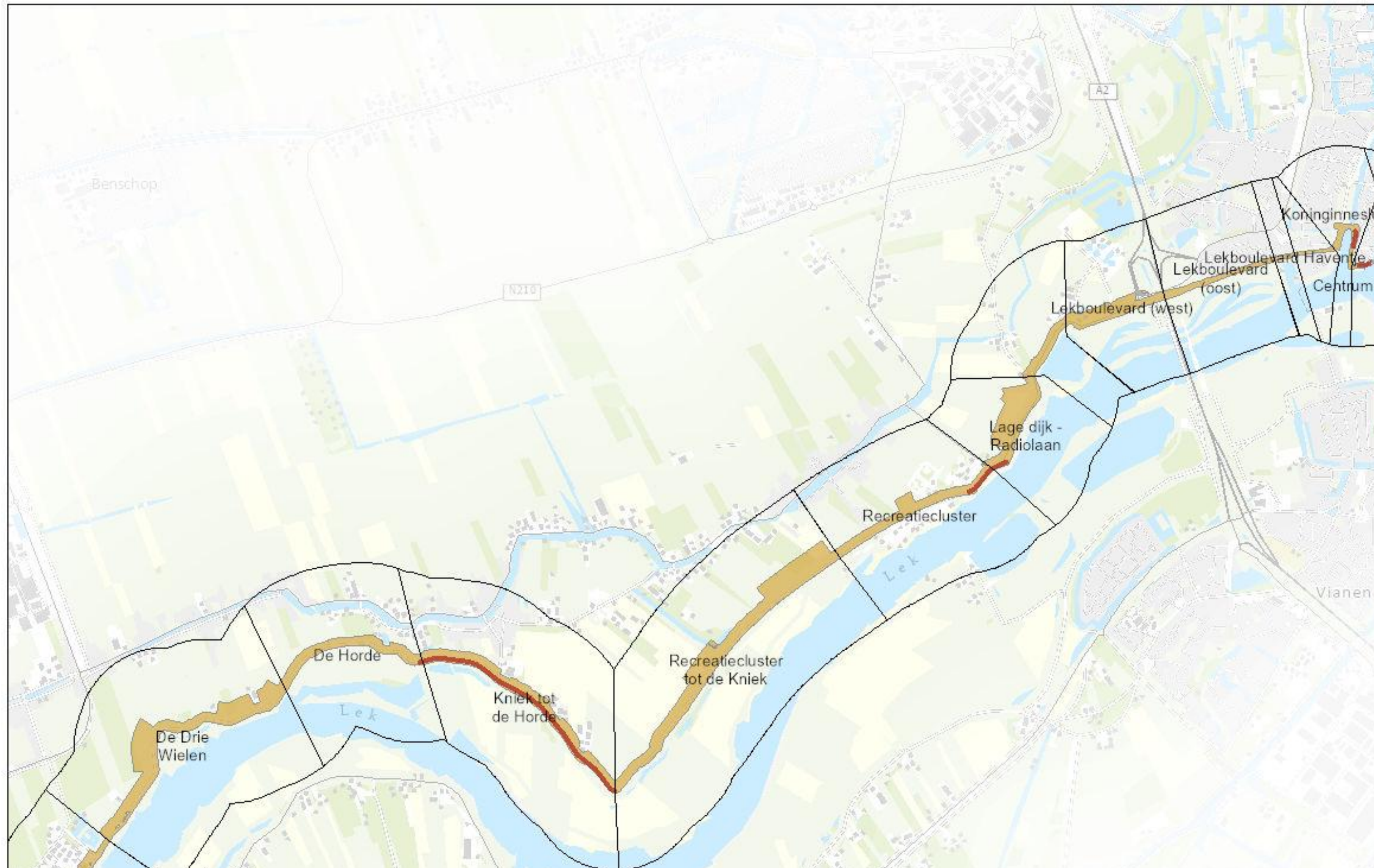
Ecologie Voorkeursalternatief



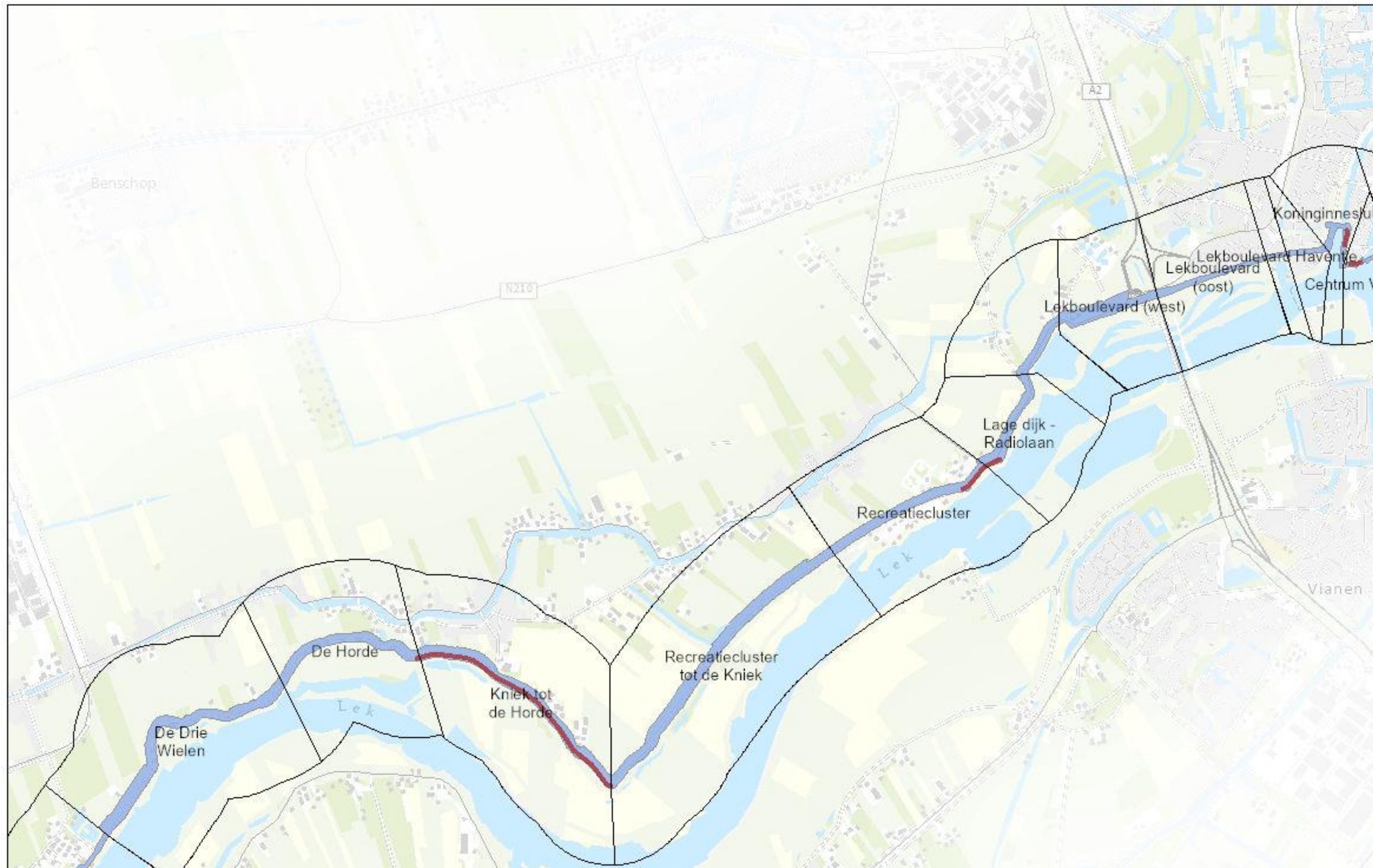
Waterstandsverschil Kansrijkalternatief 1



Waterstandsverschil Kansrijkalternatief 2



Waterstandsverschil Voorkeursalternatief



3.3. Waterhuishouding: Grondwater en oppervlaktewater

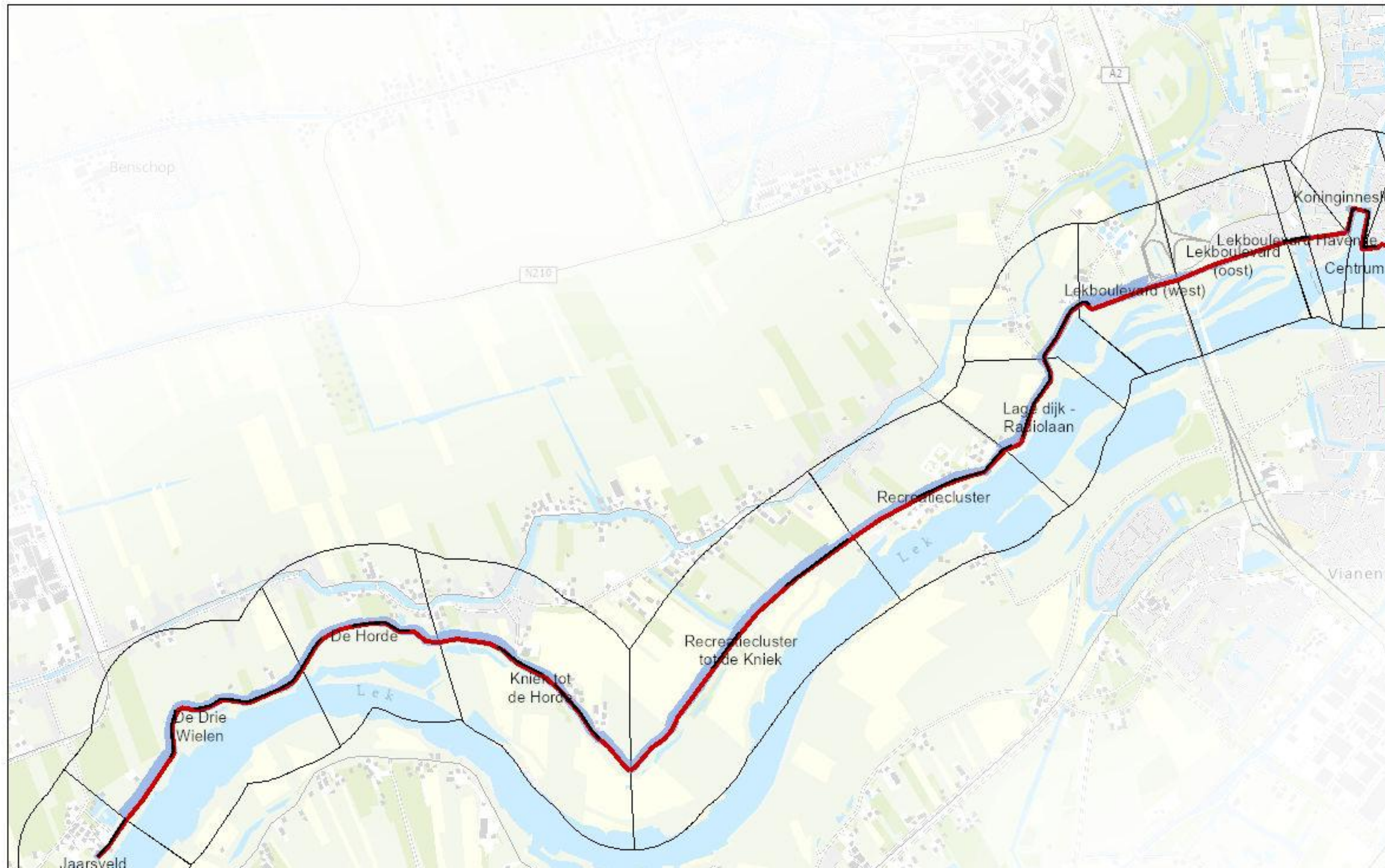
Grondwater Kansrijkalternatief 1



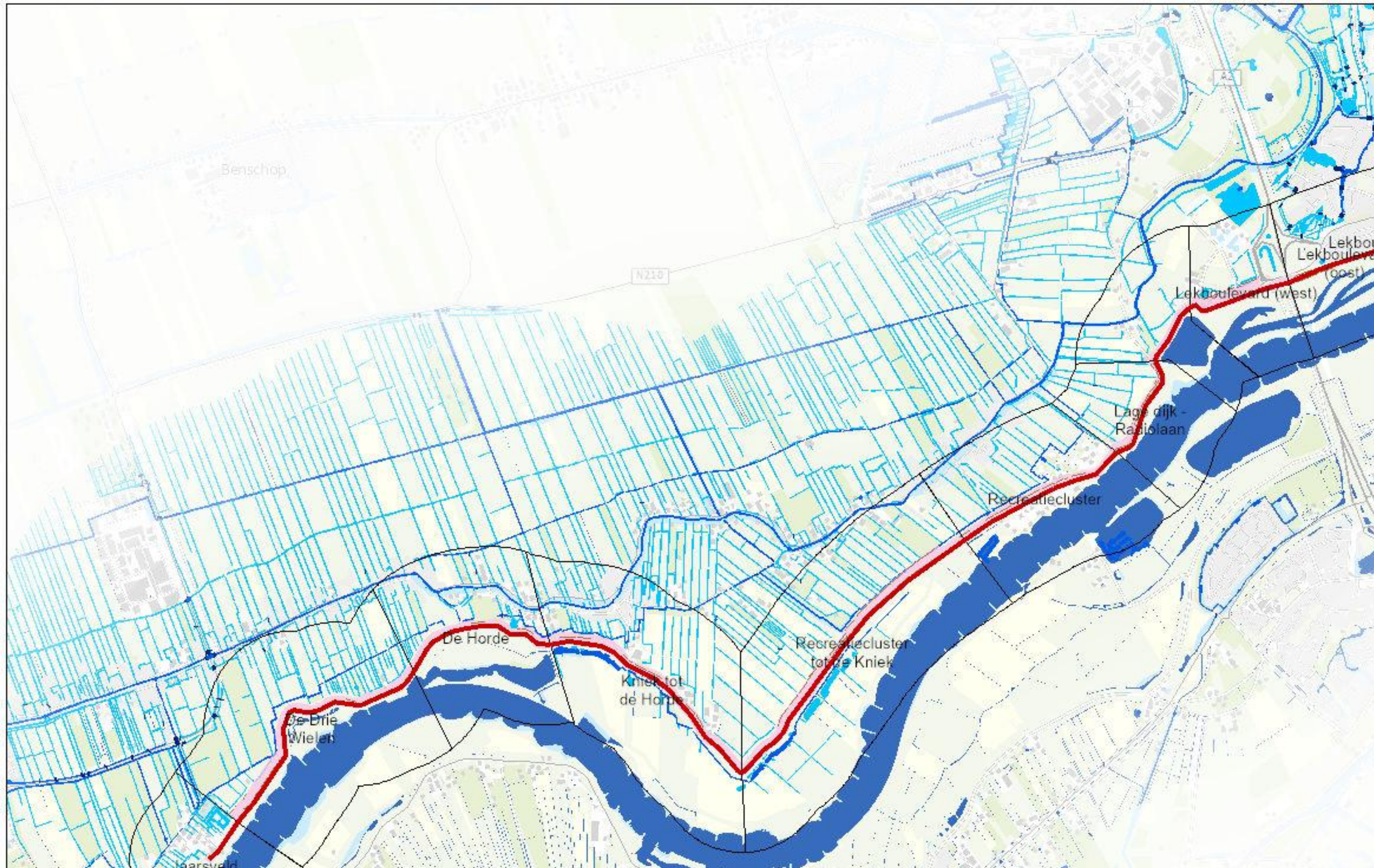
Grondwater Kansrijkalternatief 2



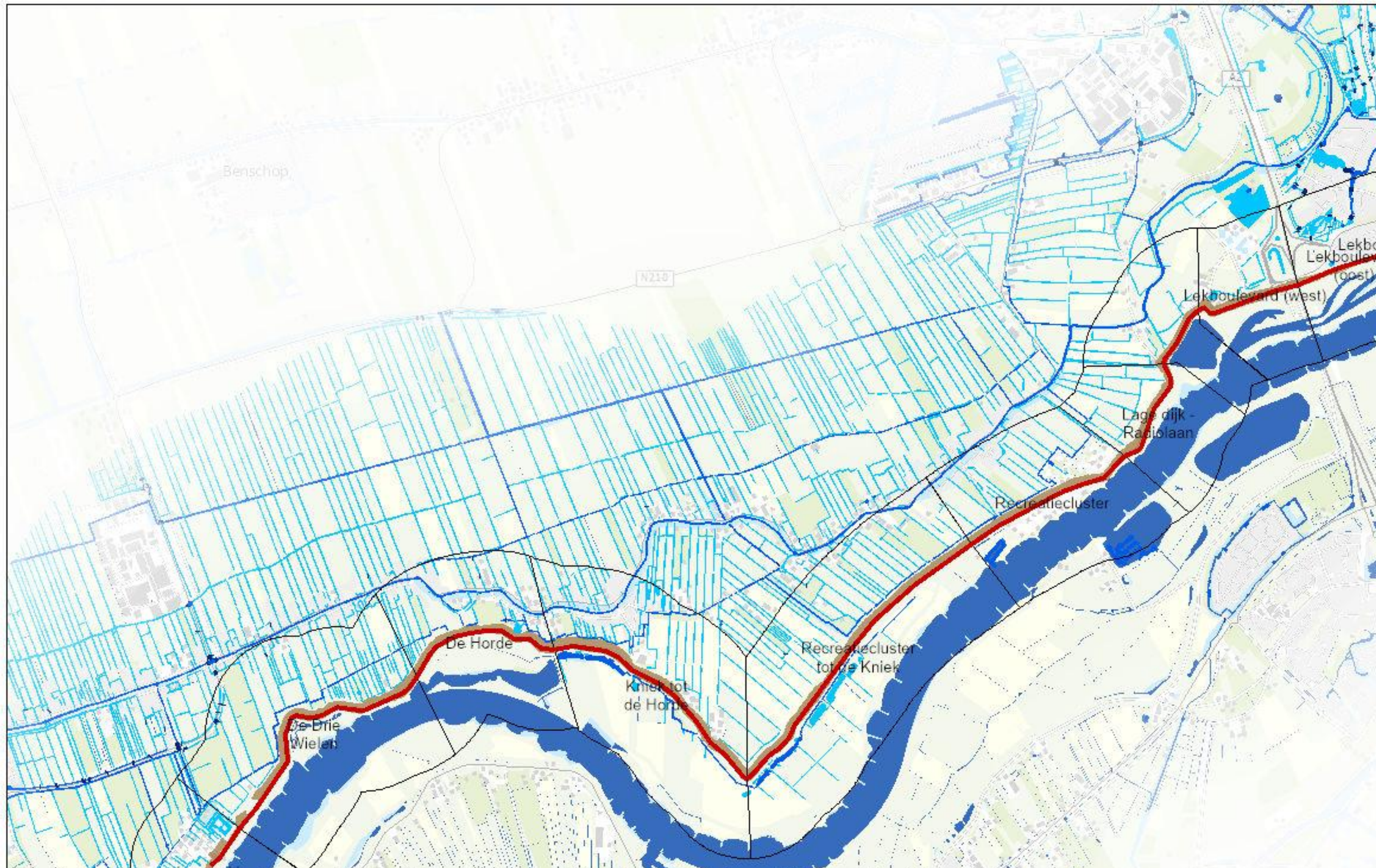
Grondwater Voorkeursalternatief



Oppervlaktewater Kansrijkalternatief 1



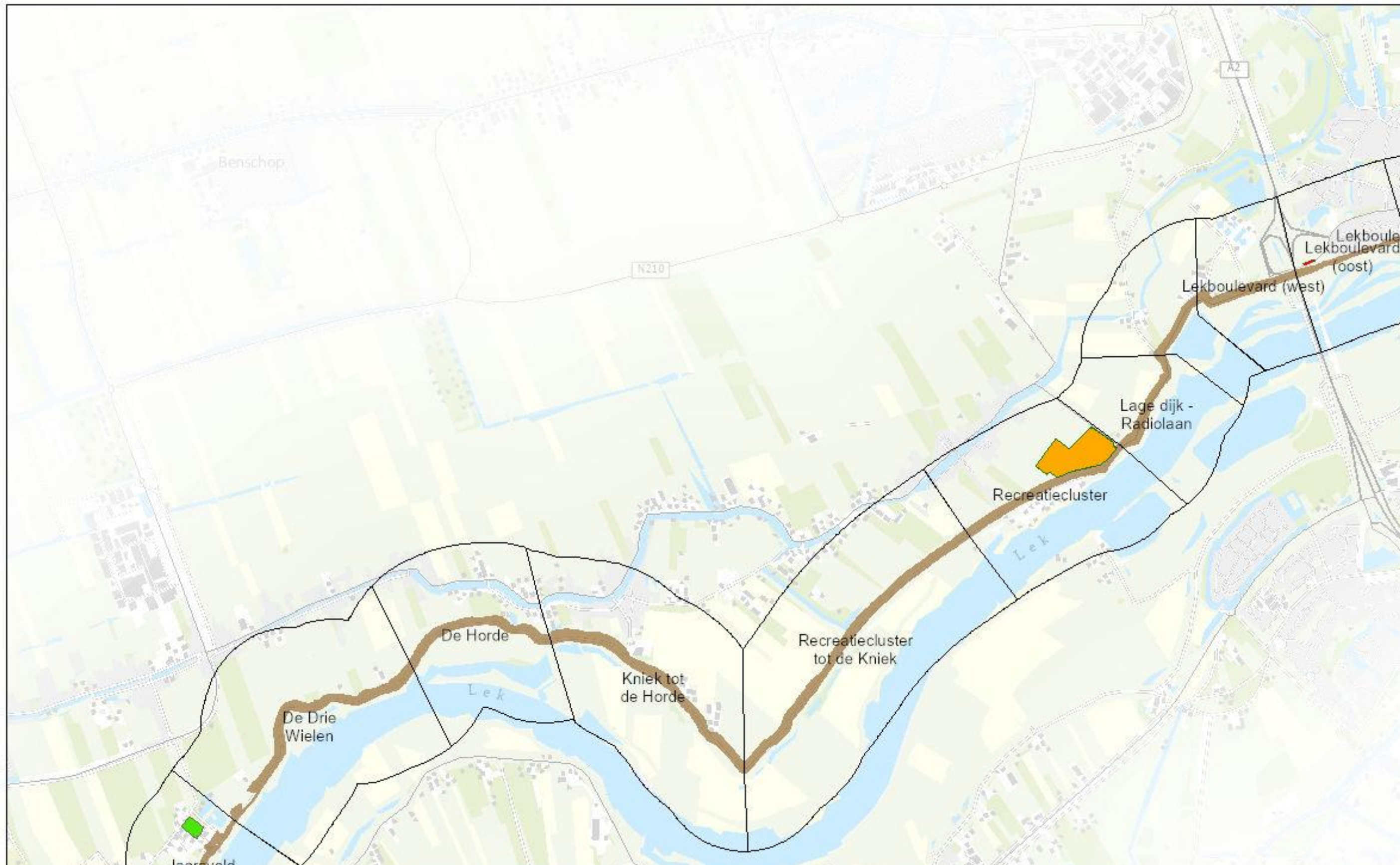
Oppervlaktewater Kansrijkalternatief 2



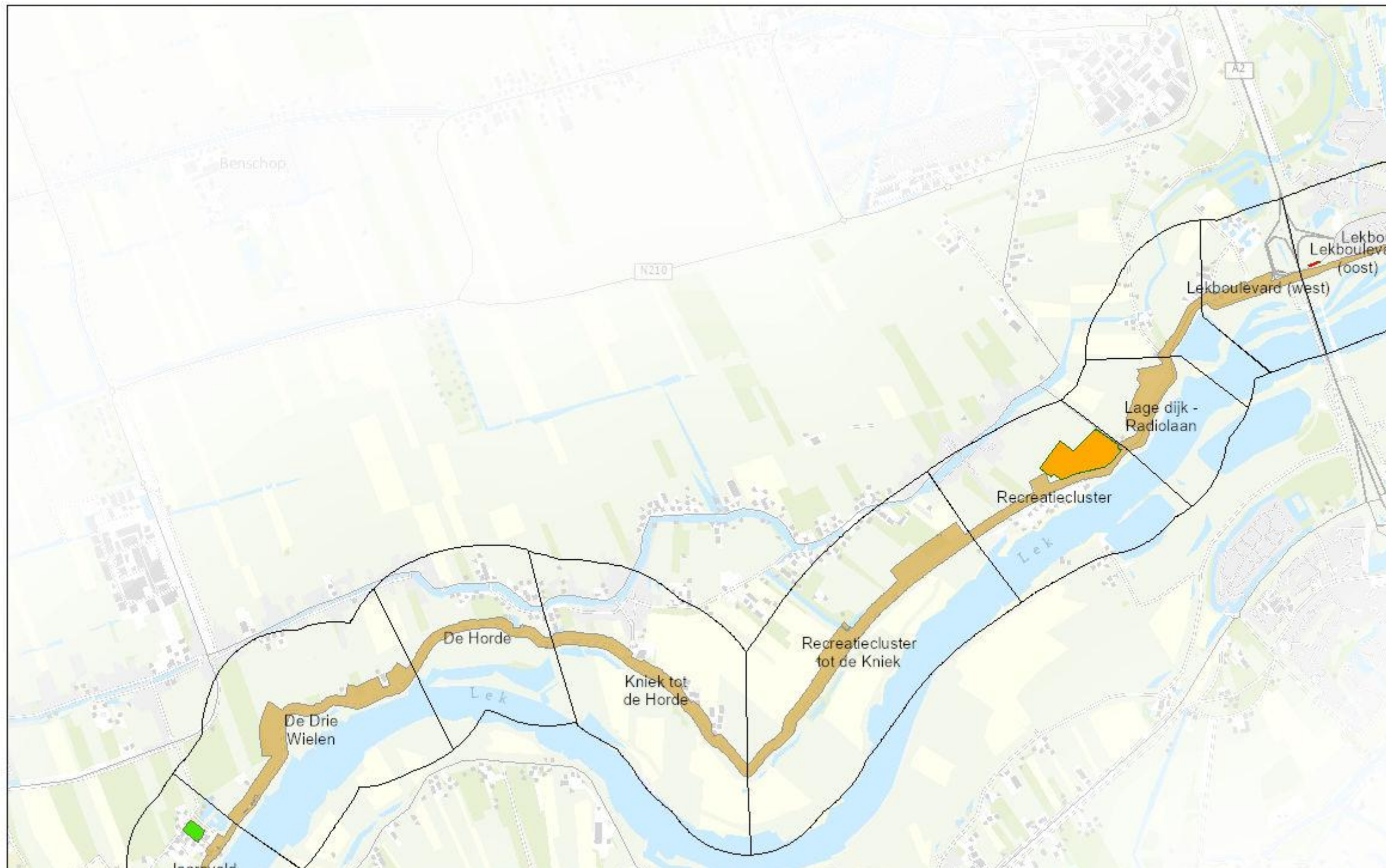
Oppervlaktewater Voorkeursalternatief



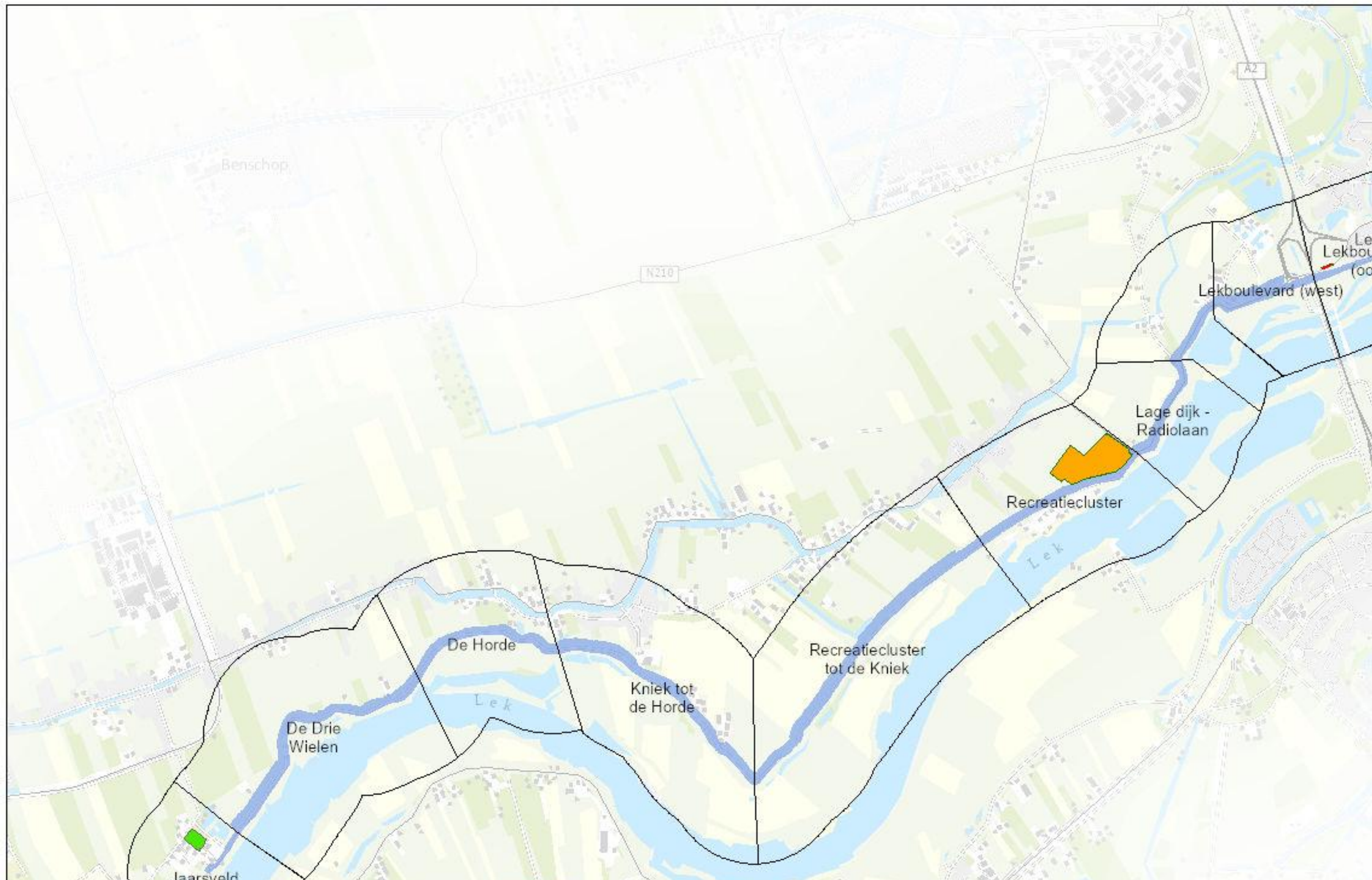
Bodemkwaliteit Kansrijkalternatief 1



Bodemkwaliteit Kansrijkalternatief 2



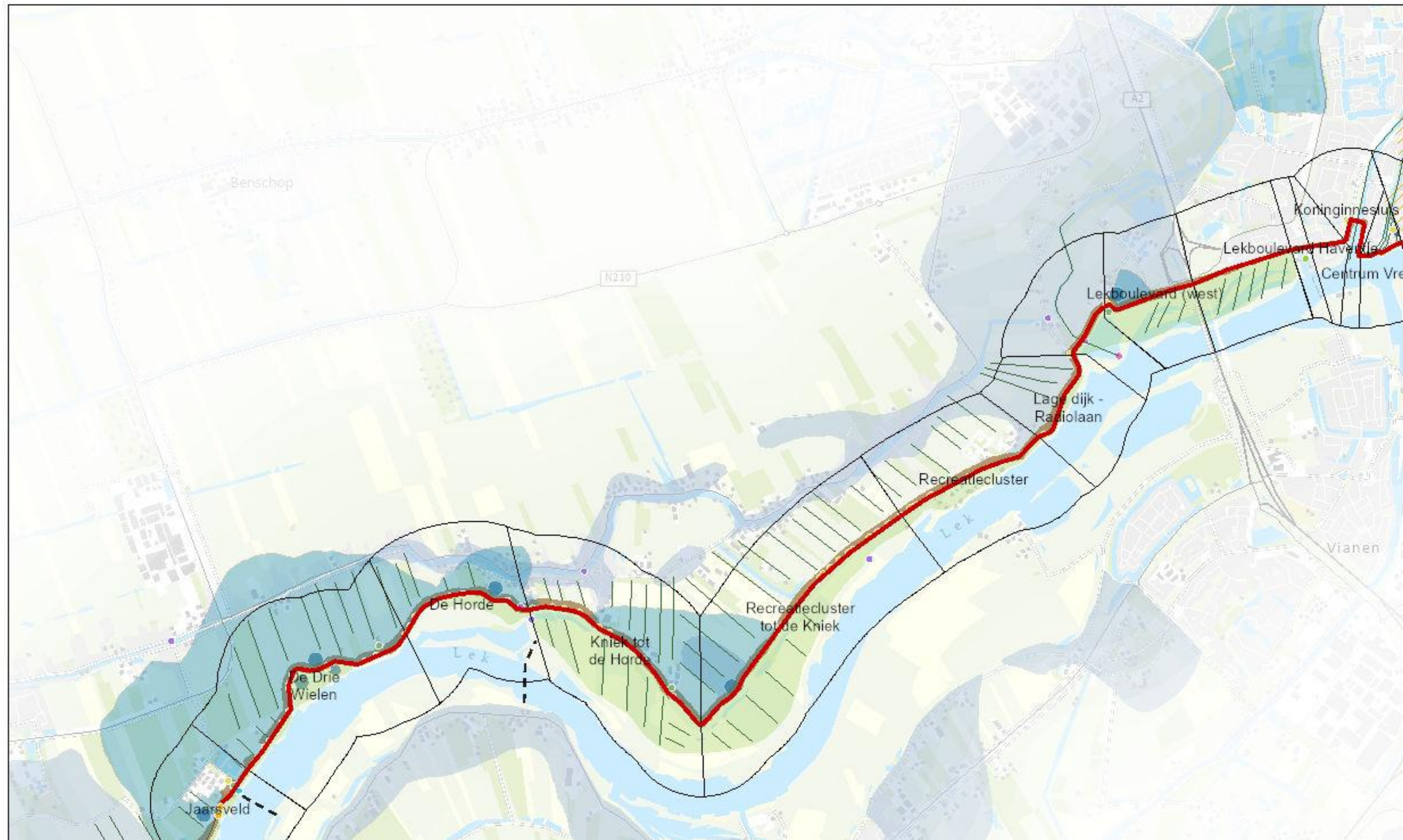
Bodemkwaliteit Voorkeursalternatief



4. Omgeving themakaarten

4.1. Cultuurhistorie en landschap:

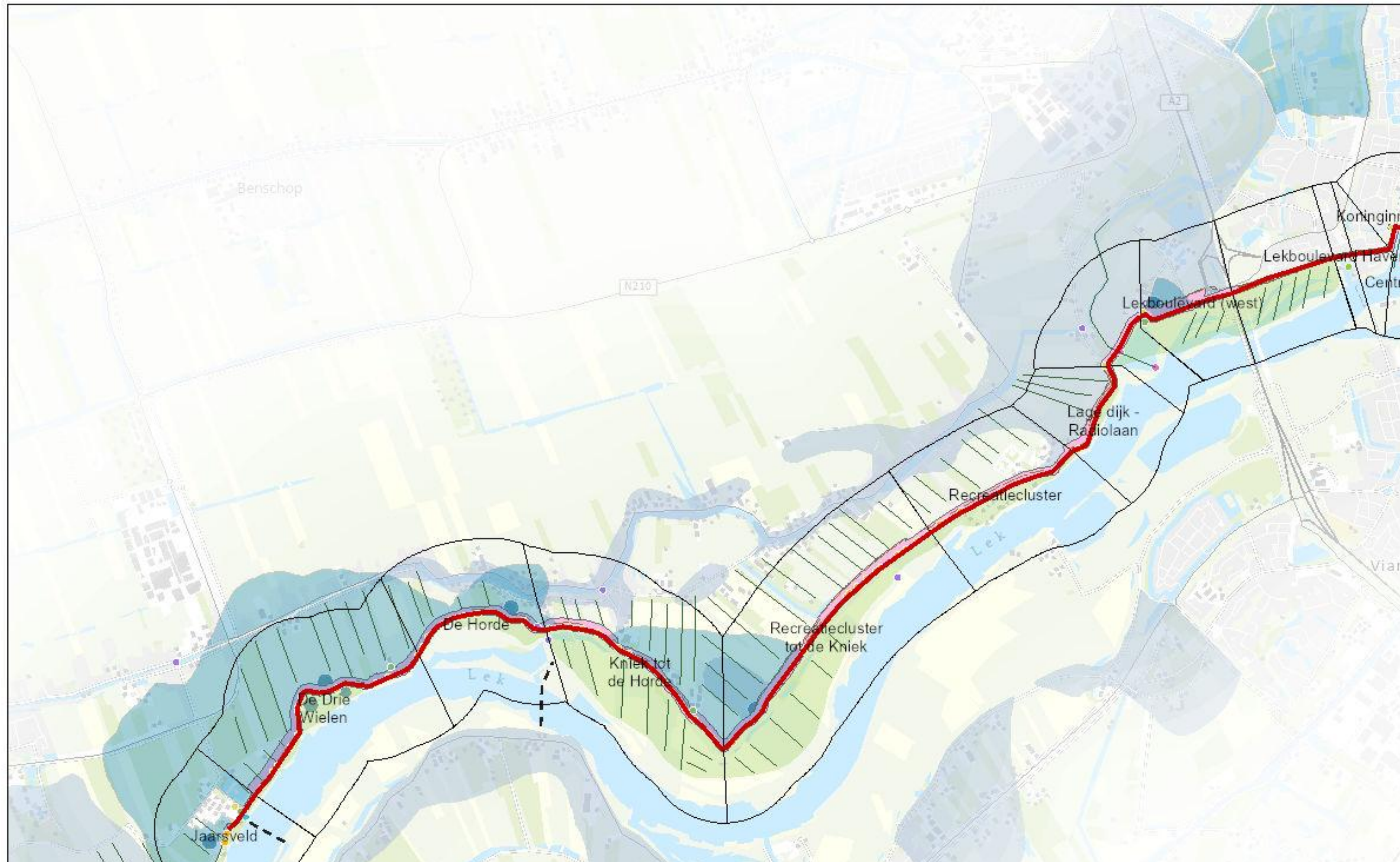
Cultuurhistorie Kansrijkalternatief 1



Cultuurhistorie Kansrijkalternatief 2

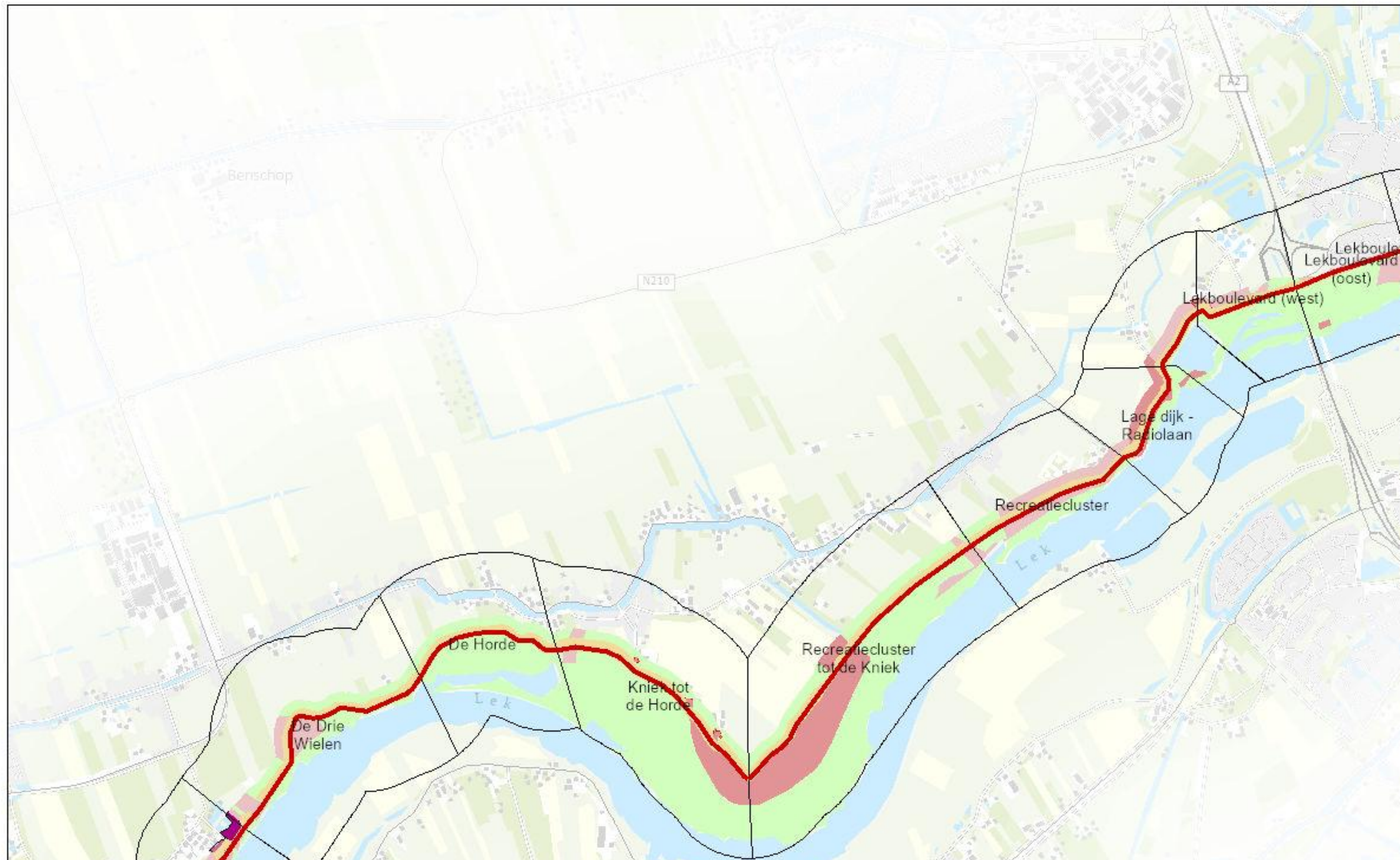


Cultuurhistorie Voorkeursalternatief



4.2. Archeologie:

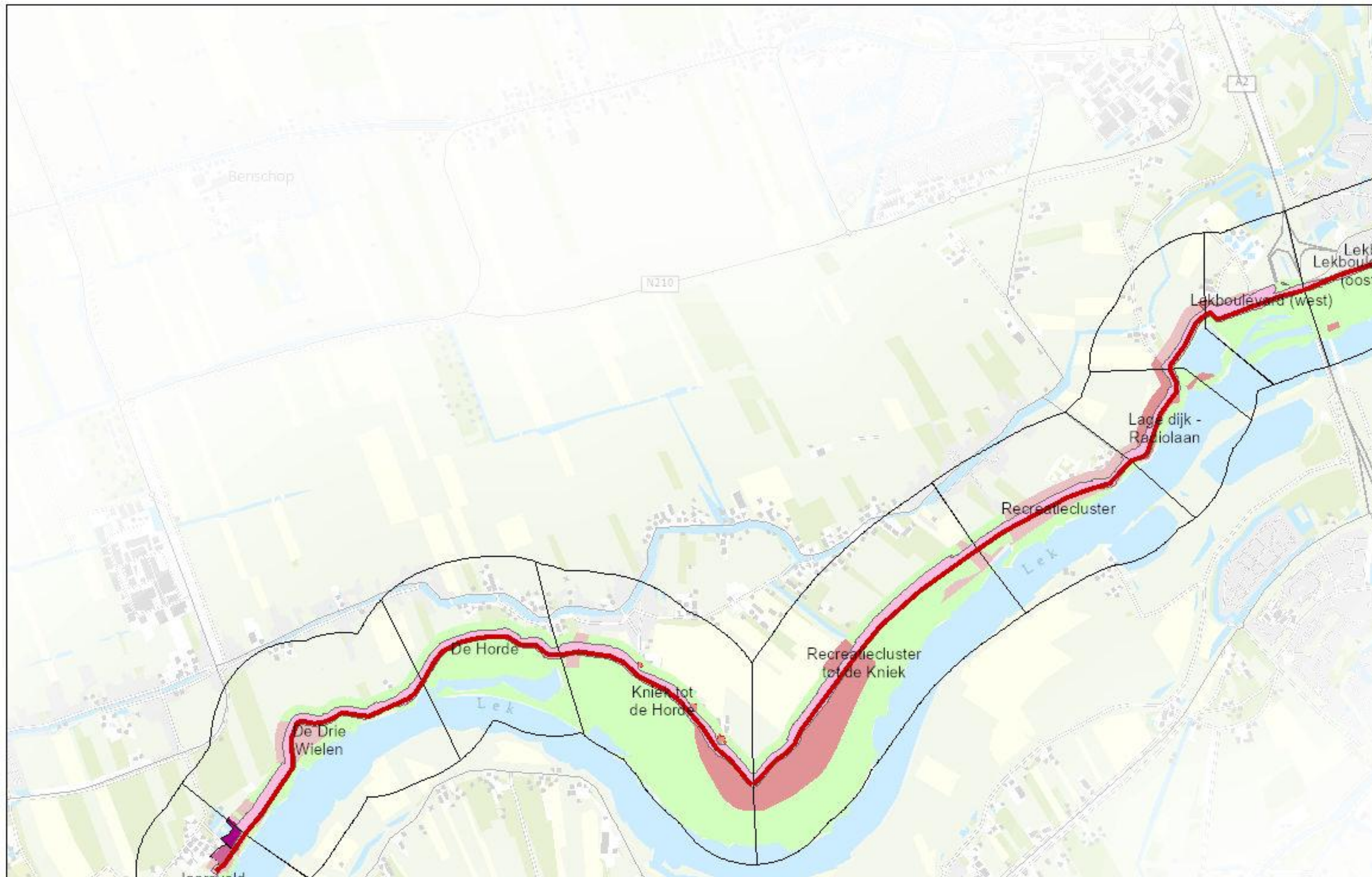
Archeologie Kansrijkalternatief 1



Archeologie Kansrijkalternatief 2



Archeologie Voorkeursalternatief

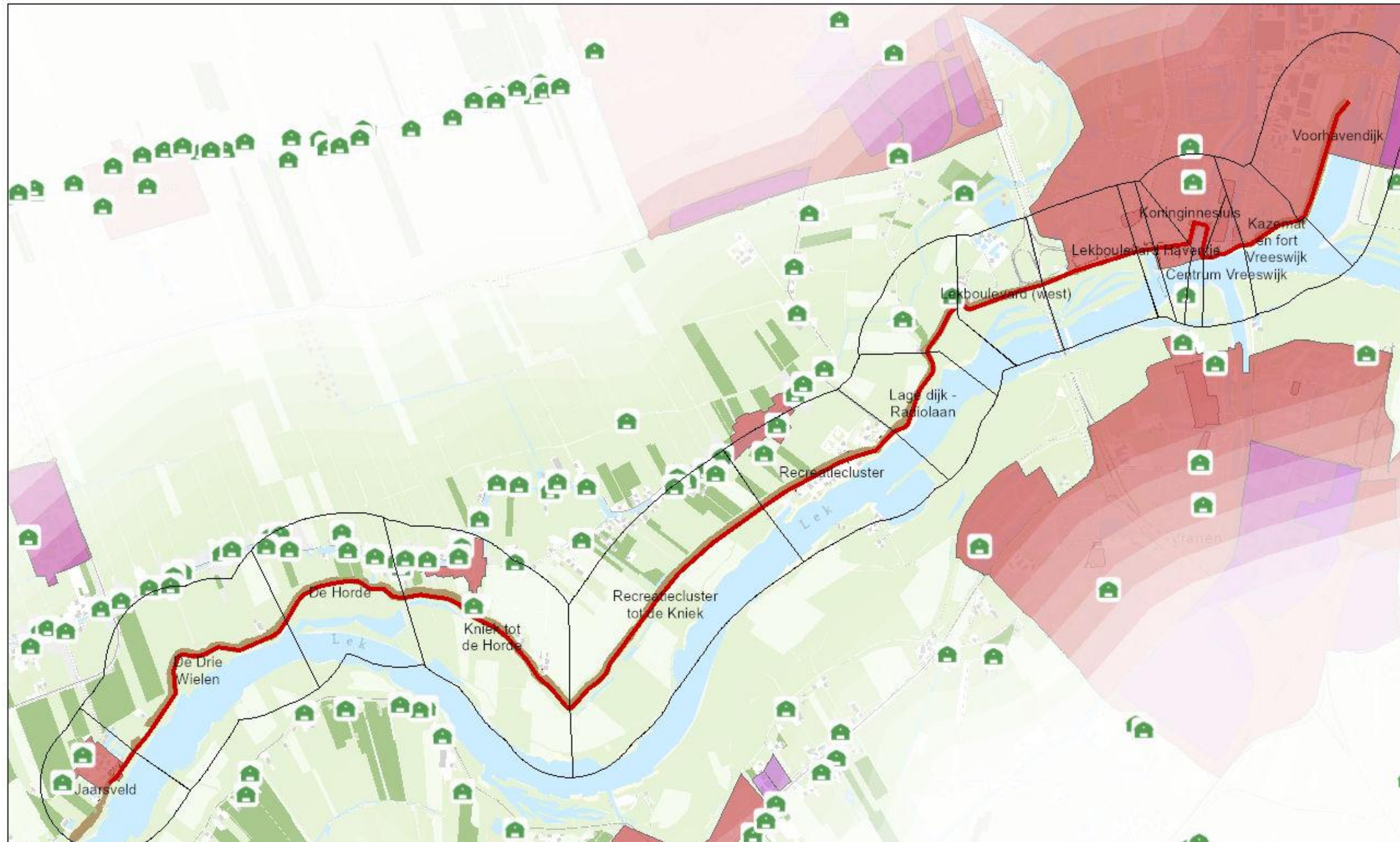


4.3. Ruimtelijke kwaliteit: *geen kaarten*

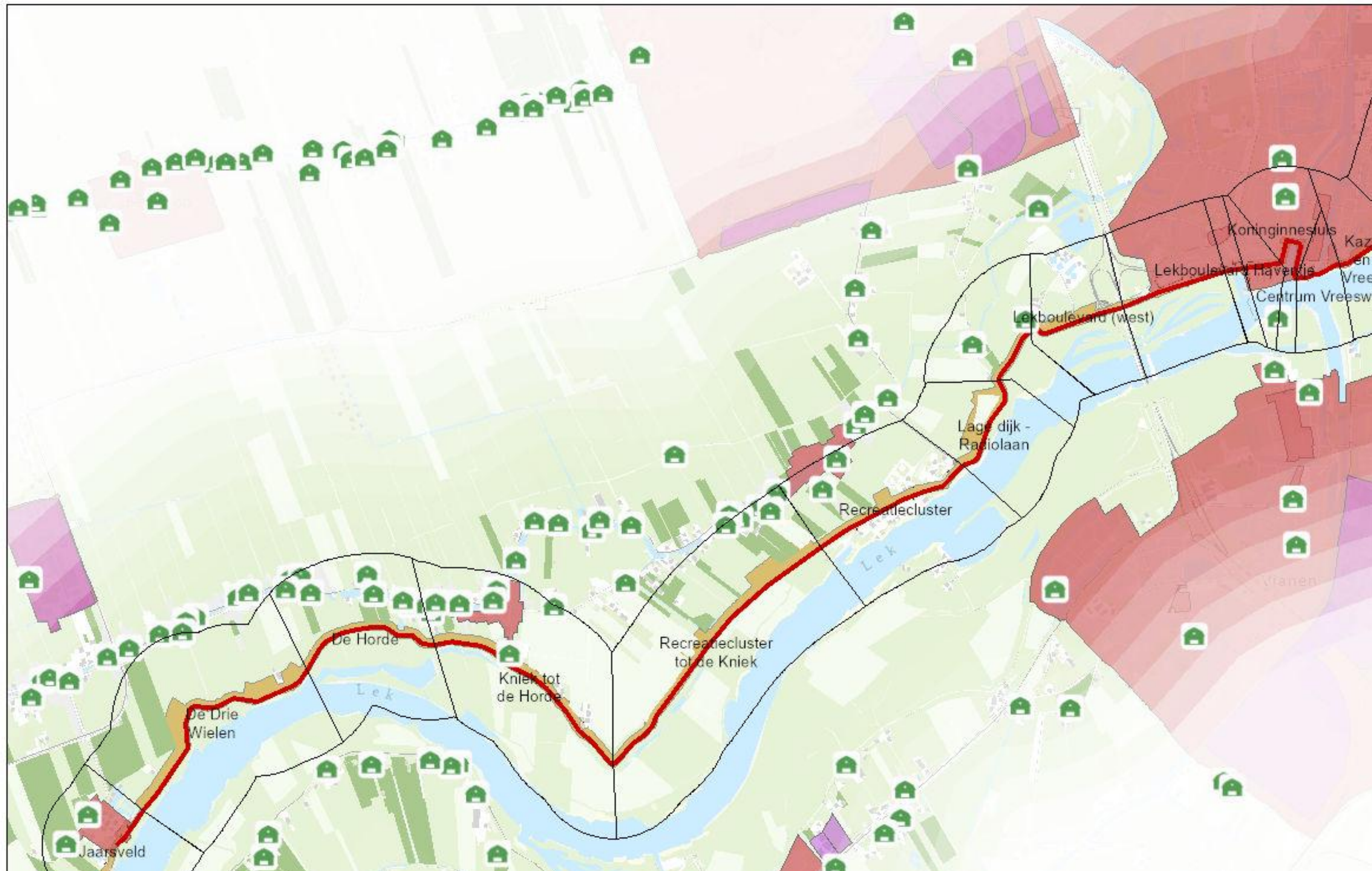
4.4. Effecten tijdens aanleg: geen kaarten

4.5. Woon-werk en leefmilieu:

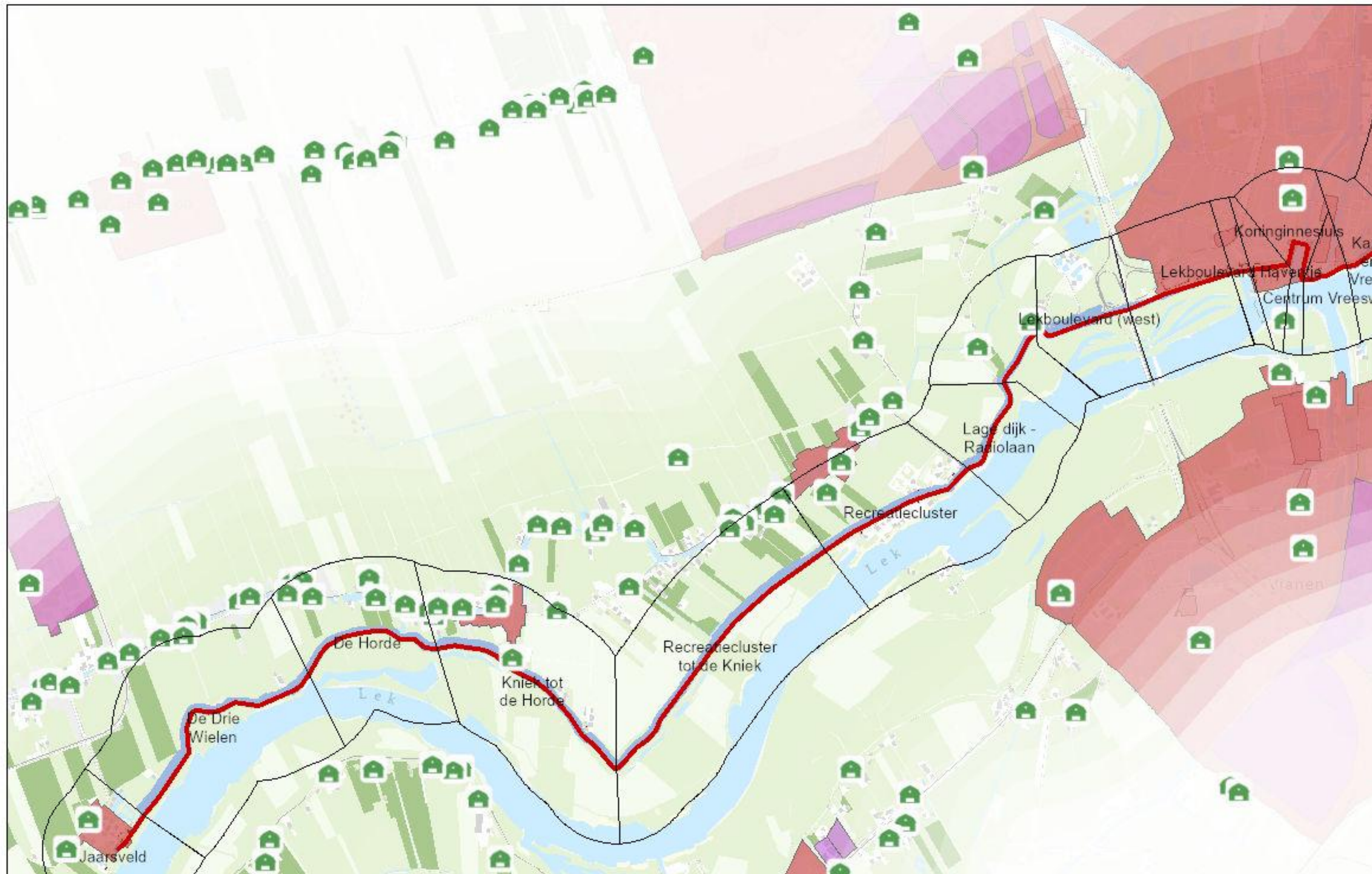
Wonen, werken en leefmilieu Kansrijkalternatief 1



Wonen, werken en leefmilieu Kansrijkalternatief 2

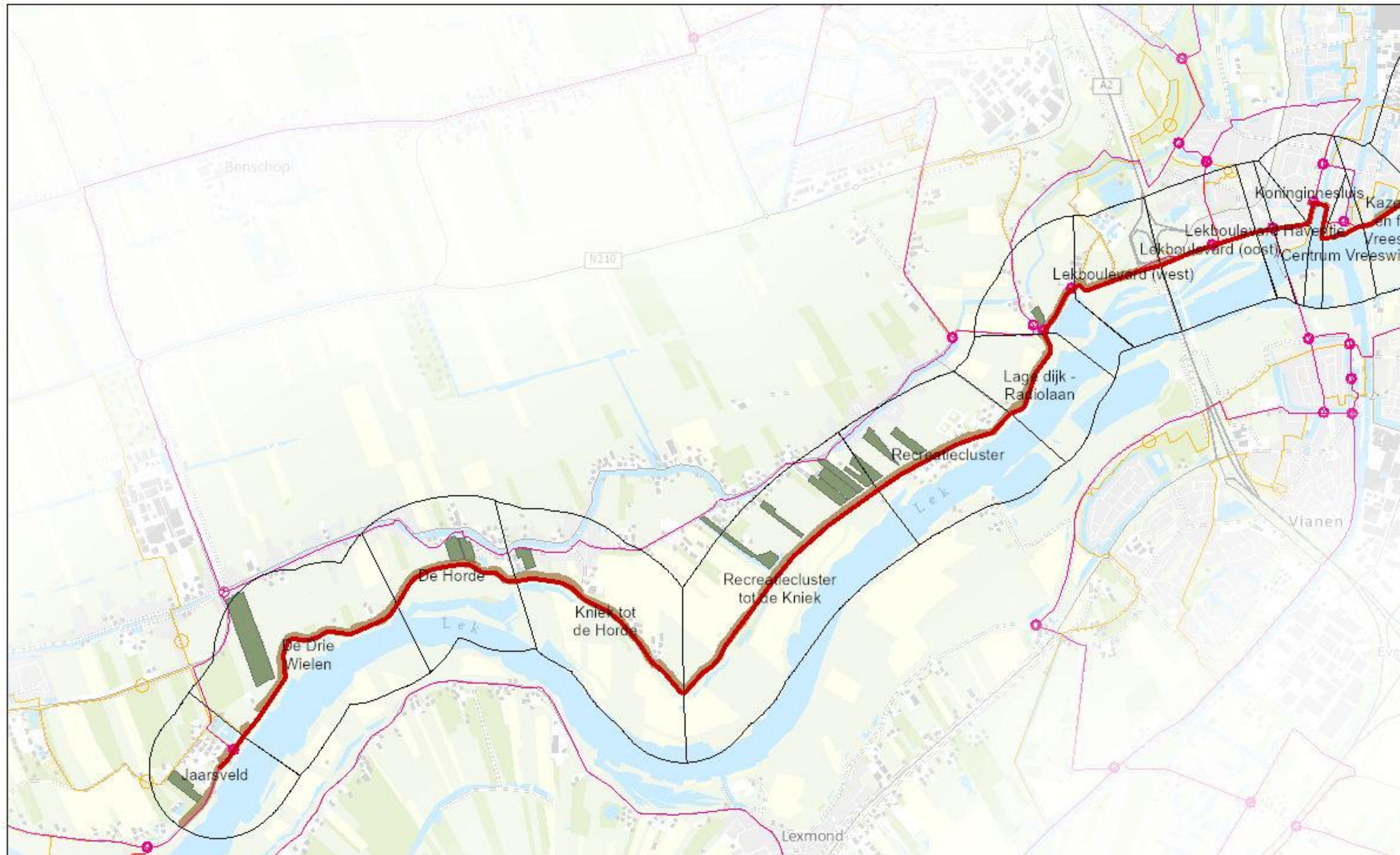


Wonen, werken en leefmilieu Voorkeursalternatief

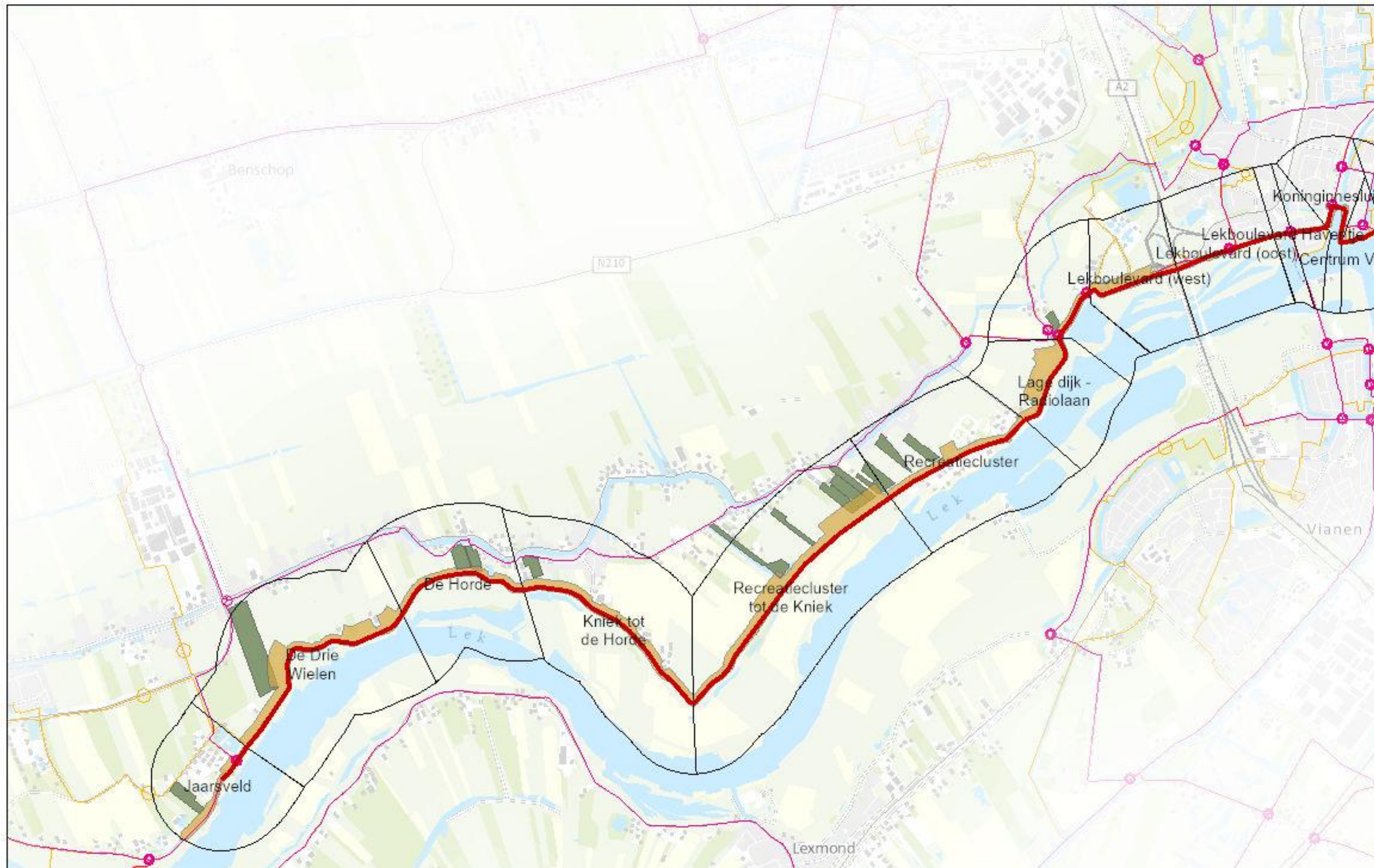


4.6. Recreatie en medegebruik

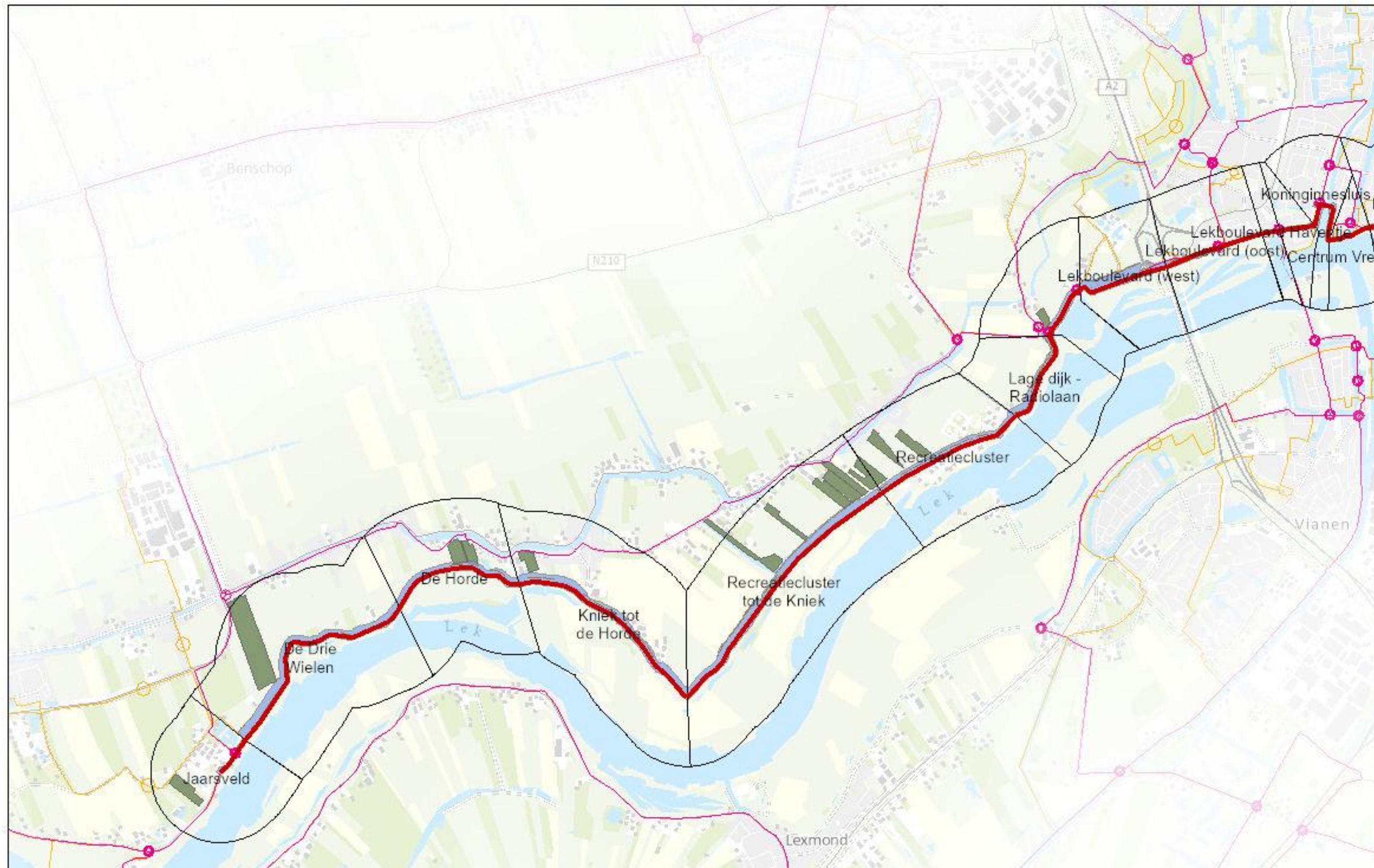
Recreatie Kansrijkalternatief 1



Recreatie Kansrijkalternatief 2

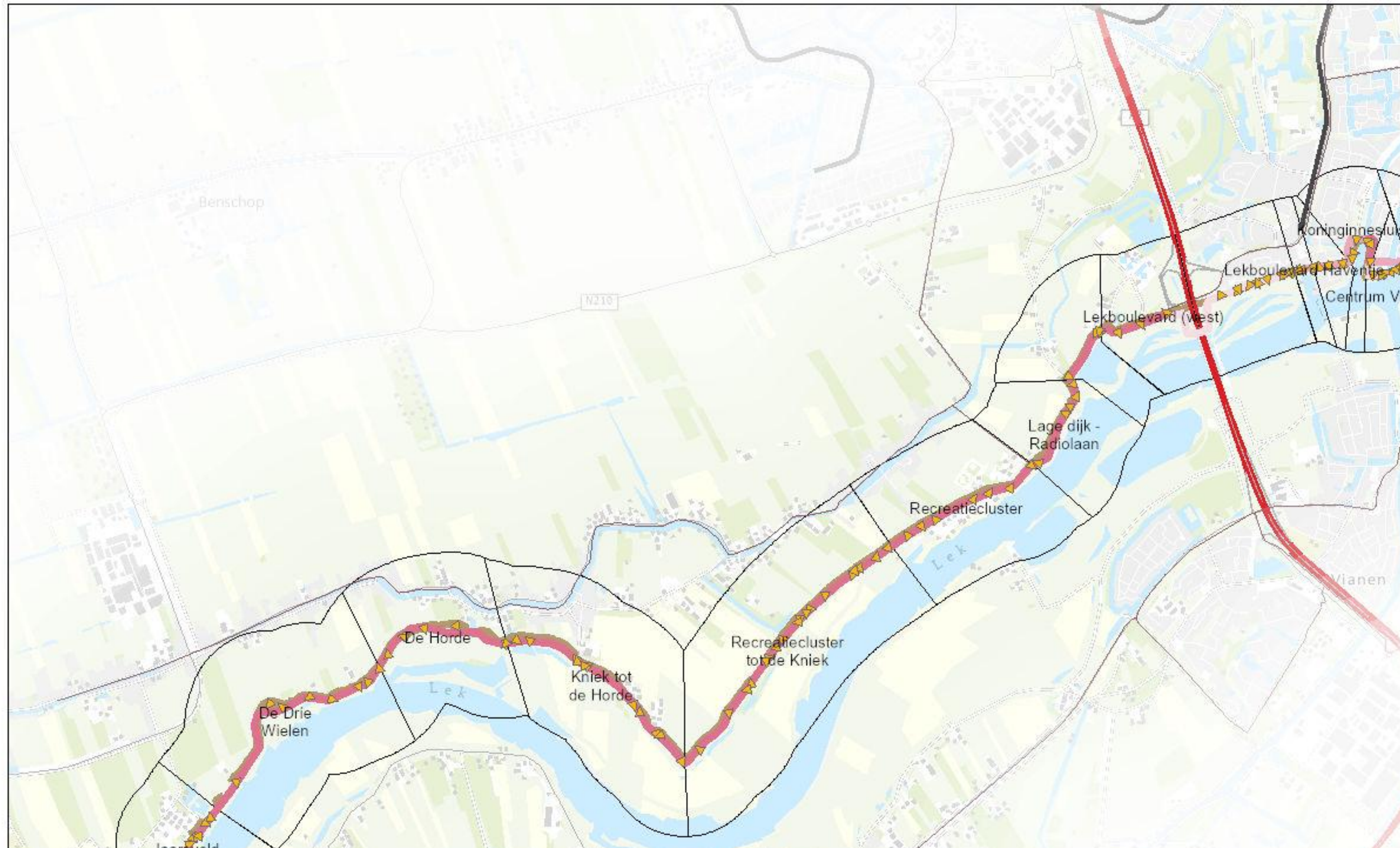


Recreatie Voorkeursalternatief

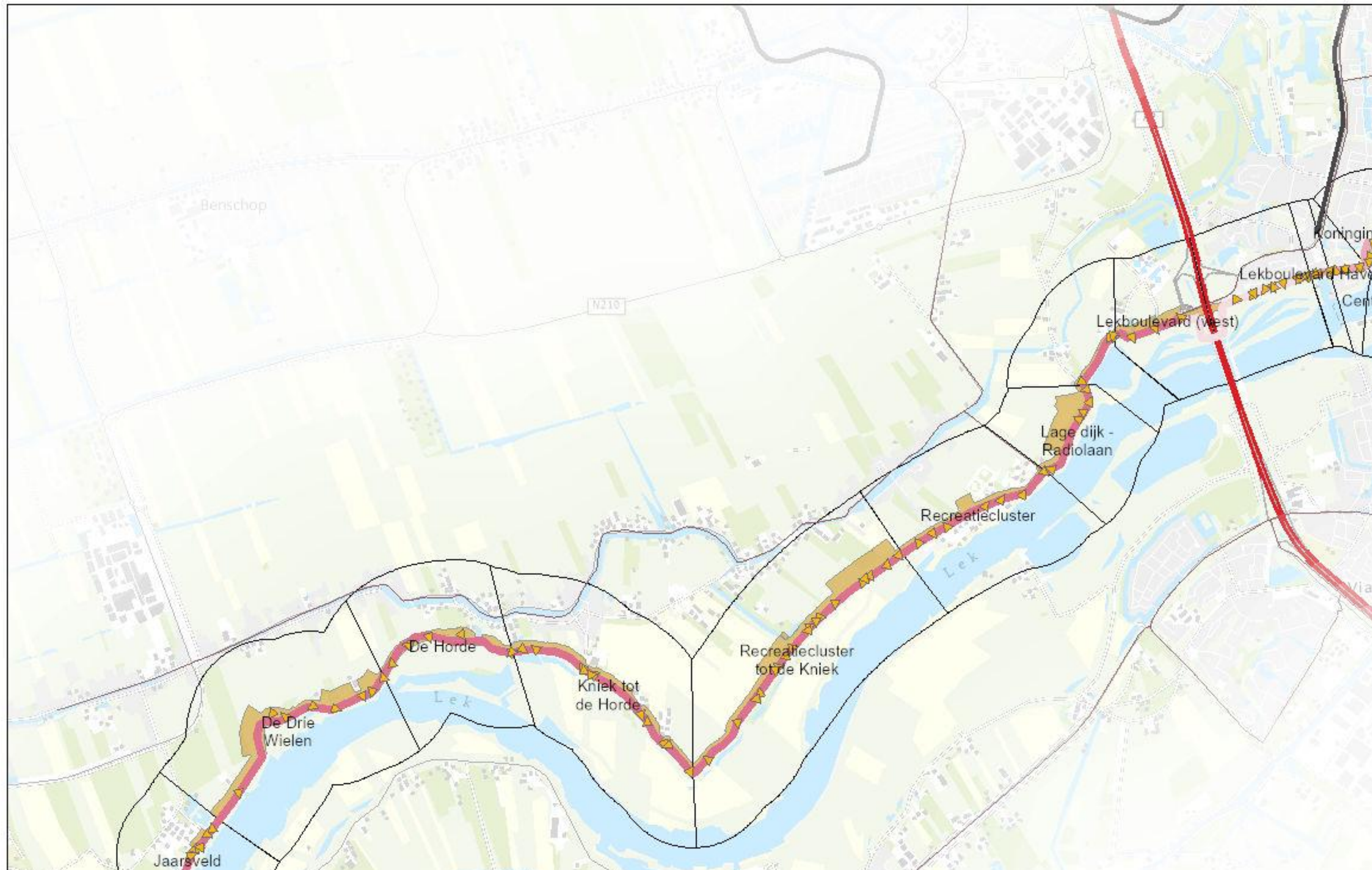


4.7. Verkeer

Verkeer Kansrijkalternatief 1



Verkeer Kansrijkalternatief 2



Verkeer Voorkeursalternatief

