



Vlaanderen
is wetenschap

Duurzaam beheerplan – oeverbeheer getijdennatuur Zeeschelde

Schorrand- en slikbeheer van de Boven-Zeeschelde

Gunther Van Ryckegem, Alexander Van Braeckel en Van den Bergh Erika

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Gunther Van Ryckegem, Alexander Van Braeckel en Van den Bergh Erika
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Anderlecht
www.inbo.be

e-mail:

Gunther.VanRyckegem@inbo.be

Wijze van citeren:

Van Ryckegem, G., Van Braeckel, A. & Van den Bergh E.(2015). Duurzaam beheerplan – oeverbeheer getijdennatuur Zeeschelde. Schorrand- en slikbeheer van de Boven-Zeeschelde. (INBO.R.2015.7206076). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2015/3241/068

INBO.R.2015.7206076

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Natuurtechnische oeververdediging Zeeschelde (Vildaphoto)

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Waterwegen en Zeekanaal NV afd. Zeeschelde



Waterwegen en Zeekanaal NV
weg van water

Duurzaam beheerplan - oeverbeheer getijdennatuur Zeeschelde

Schorrand- en slikbeheer van de Boven-Zeeschelde

**Gunther Van Ryckegem, Van Braeckel Alexander & Van
den Bergh Erika**

INBO.R.2015.7206076
RO W&Z - INBO
D/2015/3241/068

Dankwoord/Voorwoord

Deze opdracht werd grotendeels uitgevoerd in het kader van de raamovereenkomst tussen Waterwegen en Zeekanaal NV (W&Z) en het Instituut voor Natuur-en Bosonderzoek (INBO).

De integratie van een duurzaam beheer van de getijdennatuur met een duurzaam onderhoud van een bathymetrie voor de Boven-Zeeschelde werd uitgevoerd en afgestemd in een aanvullend project 'Duurzaam beheerplan Boven-Zeeschelde' bestek 16EI1357.

We danken de vertegenwoordigers van de Technische werkgroep voor de geleverde commentaar en input. Michael De Beukelaer-Dossche (W&Z), Stijn Bosmans (W&Z), Patrick Van Bockstal (W&Z), Henri Pot (W&Z), Frederik Van Overloop (W&Z), Johnas Fahy (IMDC), Roeland Adams (IMDC), Ronny Van Looveren (IMDC).

IMDC voor het aanbrengen van het criterium van de kritische schorbreedte.

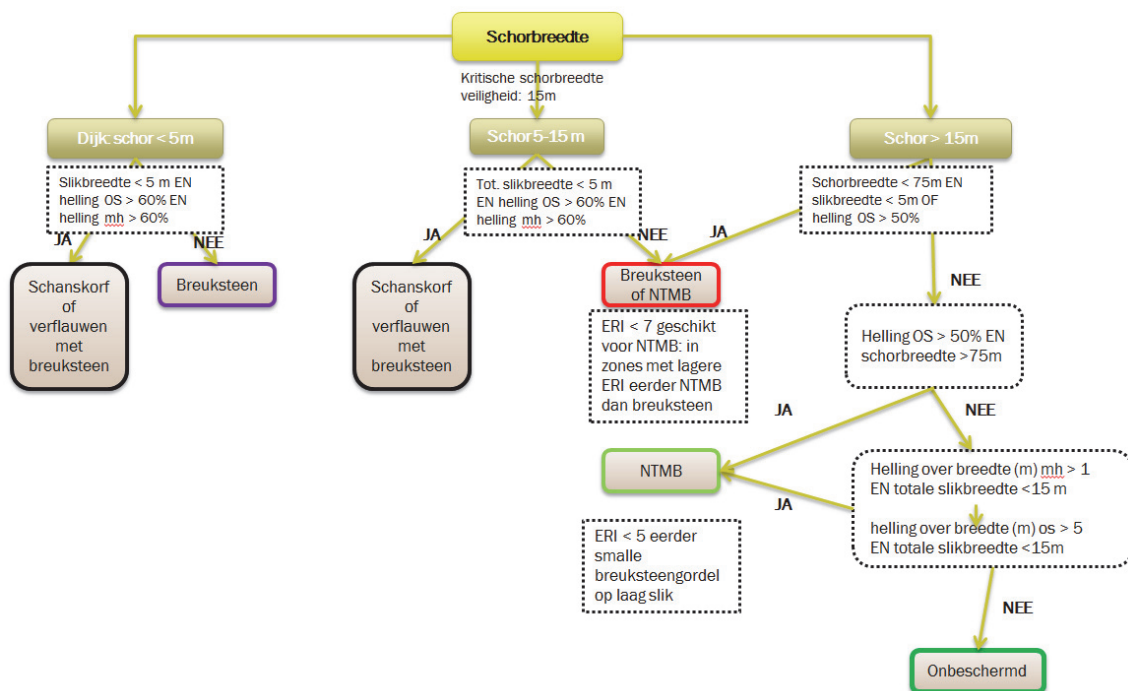
Samenvatting

Voorliggende rapportage schept een kader, geschematiseerd door een beslisboom, dat de beheerder helpt om keuzes te maken voor een passende en duurzame oeververdediging bij een onderhoudsvraag in de Boven-Zeeschelde.

In de huidige hydromorfologische context (referentiesituatie 2010) is het vaak nodig om de natuurlijke slik en schorrand te verstevigen indien er erosie wordt vastgesteld. Op heel wat locaties zou de immers smalle oeverzone op korte termijn kunnen eroderen en risico op falen van de waterkering veroorzaken. Een duurzaam oeverbeheer betekent echter ook dat maximaal de diensten van het ecosysteem worden benut, binnen de harde randvoorwaarden voor veiligheid en scheepvaart. Dit betekent bijvoorbeeld op een slimme manier gebruik maken van de erosiewerende eigenschappen die getijdennatuur onder bepaalde omstandigheden gratis en vrij van onderhoud kan bieden. Niet alleen is deze aanpak economisch voordeliger, hij komt ook de gunstige staat van instandhouding en de goede ecologische toestand ten goede.

Om deze aanpak te onderbouwen worden criteria opgesteld voor verschillende oeververdedigingstypes, gebruik makend van de erosiewerende eigenschappen die getijdennatuur biedt. Het uitgangsprincipe voor duurzaam oeverbeheer is garantie op veiligheid, behoud van erosiegevoelige schorren en de mogelijkheid om de natuurlijke slik-schorcyclus door te laten gaan daar waar de beschikbare ruimte zich daartoe leent. De gevolgde werkwijze kiest hierbij harde oeververdediging waar het moet, zachte natuurlijke oeververdediging waar het kan. Natuurtechnische oeververdediging (NTMB-oever) biedt een tussenoplossing.

Een methodologie gebaseerd op monitoringsresultaten wordt voorgesteld om de onderhoudsnood aan de oeverzones vast te stellen en de criteria voor de keuze van het type oeververdediging op een locatie worden in een beslisboom samengebracht (zie figuur). De criteria zijn gebaseerd op oeverkarakteristieken van de voorkomende oeververdedigingstypes en hun stabiliteit of toestand in de Boven-Zeeschelde. Zo werd een kritische schorbreedte om aan de veiligheidsprincipes te voldoen binnen de huidige monitoringscontext vastgesteld (15m). Er werd onderzocht wat de huidige morfologische kenmerken zijn voor de breuksteenzones, natuurtechnische oevers en de onverdedigde oevers. Hieruit werden criteria voor breedte en helling afgeleid. De keuze voor NTMB-oever wordt verder ondersteund door te toetsen aan een erosierisico index (ERI).



De criteria van de beslisboom werden geïmplementeerd in een geografisch informatie systeem model (ArcGis) waardoor er per oeversectie van 50m voor de volledige Boven-Zeeschelde een advies kon gegeven worden over het preferentiële oeververdedigingstype na het vaststellen van een onderhoudsnoed.

In grote lijnen weerspiegelt het oeververdedigingsadvies de huidige hydromorfologische context van de Boven-Zeeschelde. De kleinere stroomopwaartse zones met verhoudingsgewijs bredere vaargeul tegenover de rivierbreedte zijn doorgaans te smal voor natuurtechnische of natuurlijke oeverzones en vereisen bij schade vaak een hardere verdediging zoals schanskorven of breuksteen. Naarmate de rivier stroomafwaarts breder wordt stijgt het aandeel zachtere verdediging zoals natuurtechnische oeververdediging (perkoenpalen met gevlochten wijmen) of onbeschermd oeverzone.

Hoewel het nodig is om elke oeverzone in detail te bekijken, bevestigt het oeververdedigingsadvies in grote lijnen de huidige breuksteenbestortingsstrategie. Meer dan 90% van de oevers waar breuksteen als oeververdediging wordt voorgesteld na schade is momenteel reeds bestort in de dwarssectie van het oevertransect met breuksteen. Toch zijn er optimalisaties mogelijk. Zones die momenteel heel frequent moeten onderhouden worden stemmen in grote mate overeen met zones die 'te steil' zijn voor een stabiele verdediging met breuksteen. De rivieroever is hier te smal geworden. De meest duurzame oplossing is om op deze locaties meer ruimte te voorzien voor de oeverzone. Indien dit niet mogelijk is zou een eenmalig ingreep door het plaatsen van schanskorven of het plaatsen van damwanden de nodige verdediging moeten voorzien. Ook werd, volgens de oeververdedigingscriteria, breuksteen gestort op locaties waar dit niet nodig is. 40% (7km) oeverzone die onbeschermd kan zijn werd in het verleden bestort met breuksteen. Op heel wat locaties zijn natuurtechnische oevers ook mogelijk als alternatief voor breuksteen.

Een laatste hoofdstuk behandelt het aspect van risicobomen op de schorrand. Deze risicobomen kunnen bij erosie van het schor of na windval door storm in de vaarweg terecht komen en schade aan schepen veroorzaken. Op (zeer) smalle schorren kan door windval schade ontstaan aan de dijk door ontworteling van de boom of eventueel door beschadiging bij windval van de bovenste toplaag van de dijk. Enerzijds worden in het smallere deel van de Boven-Zeeschelde de locaties geïnventariseerd met hoge populieren op de schorrand. Anderzijds worden criteria voor risicobomen die steeds gekapt zouden moeten kunnen worden langsheen de vaarweg opgesteld.

English abstract

This study establishes a framework, schematized by a decision tree that helps the waterway manager to make choices for a suitable and sustainable bank protection in the Upper Scheldt (Belgium).

In the current hydromorphological context (baseline taken in 2010), it is often necessary to strengthen the natural mud flats and marsh edge if erosion is observed. This to avoid a risk of failure of the dike that could cause a flood. Sustainable bank protection management also means that the services of the ecosystem are maximally utilized taking into account the preconditions for security and shipping. This means for example to make use of the erosion resistant properties of the tidal flats and marshes which are an ecosystem service. Not only is this approach economically advantageous, it also favours the conservation status and good ecological status.

For this approach criteria are developed to support different types of bank protection, using the natural erosion protection properties provided by tidal nature. The basic principles used for sustainable shoreline management guarantee safety, maintain erosion sensitive marshes and allow the the natural tidal marsh cycle where the space lends itself to that. The method followed here chooses hard bank protection where it should be, gentle natural bank protection where possible. Nature friendly bank protections (NFBP) provide an intermediate solution.

Based on a monitoring protocol the need for servicing the bank zones is determined. For the entire upper Scheldt the preferable bank protection at a specific site is mapped. This "bank protection atlas" is compiled through an automatisisation in a geographical information system (ArcGIS). The criteria for the choice of a certain type of bank protection is put together in a decision tree. The criteria are based on characteristics of the common bank protection types and their stability or state in the Upper Scheldt. A critical tidal marsh width was determined to meet the safety principles in the current monitoring context (15m). We investigated what the current morphological characteristics are for the rip rap zones and undefended banks. Based on this information criteria for width and slope of the banks were derived. The choice for NFBP bank is further supported by an erosion risk index (ERI).

Mainly, the bank protection advice reflects current hydro-morphological context of the Upper Scheldt. The narrower upstream areas with relatively wider fairway are usually too narrow for NFBP or natural riparian zones. If erosion is observed these banks often require a tougher defense as gabions or rip rap. As the river becomes wider more banks can have softer defense as NFBP or unprotected riparian zone.

Although it is necessary to evaluate each riparian zone in detail, bank protection advice broadly confirms the current rip rap management. More than 90% of the banks where rip rap as bank protection is proposed has currently already rip rap in the cross section of the bank. However, there are optimizations possible.

Zones which are currently frequently maintained correspond with zones defined as "too steep" for a stable defense with rip rap. The river became too narrow relative to its depth. The most sustainable solution is to provide more space in these locations for the riparian zone. If this is not possible, one would have to provide a one-time operation by placing for example gabions. Also, according to the criteria, rip rap was dumped on banks where it is not needed. 40% (7km) riparian zone can be unprotected but was covered in the past with rip rap. At many locations NFBP is a possible alternative to rip rap.

A final chapter deals with the aspect of "risk" trees on the marsh edge. These trees may cause erosion of the marsh edge or top layer of the dike after windthrow by storm or they may enter the waterway and cause damage to ships. In the narrower part of the Upper Scheldt locations were inventoried with tall poplars on the marsh edge. Criteria for risk trees are discussed.

Inhoudstafel

1	Inleiding.....	13
2	Duurzaam oeverbeheer	15
2.1	Duurzame getijdeoever	15
2.1.1	Natuurlijke referentie	15
2.1.2	De situatie in de Boven-Zeeschelde	16
2.2	Het risico voor oevererosie.....	18
2.2.1	Impactfactoren.....	18
2.2.1.1	Stroomsnelheid	18
2.2.1.2	Golfwerking	18
2.2.1.3	Biota.....	19
2.2.2	Erosiegevoeligheid	19
2.2.2.1	Oeverhelling en -breedte	19
2.2.2.2	Biota/Vegetatie	19
2.3	Types oeververdediging.....	19
2.3.1	Dijkverdediging.	19
2.3.2	Verdediging van slikken en schorren.....	23
2.3.2.1	Schorrandverdediging	23
2.3.2.2	Slikfixatie	25
2.3.2.3	Slikfixatie met biezen	25
3	Het vaststellen van de onderhoudsnoed.....	27
3.1	Oeverinspectie	27
3.1.1	Ruimtelijk en temporeel kader	27
3.1.1.1	Zones met jaarlijkse inspectie	27
3.1.1.2	Zones met zesjaarlijkse inspectie	29
3.1.2	Inspectie: ondersteuning door kaartmateriaal	29
3.1.3	Breksteen-erosie.....	29
3.1.4	Schorrand-erosie	29
4	De keuze van het type oeververdediging.....	30
4.1	Beslissingboom duurzaam oeverbeheer.....	30
4.2	Methode opmaak oeververdedigingskaart.....	32
4.3	Grenswaarden voor de criteria	33
4.3.1	Criterium – kritische schorbreedte.....	33
4.3.2	Stortcriteria breksteen	34
4.3.2.1	Oeverhelling in relatie tot aanwezigheid van breksteen	35
4.3.2.2	Helling van zones waar volgens het huidig beheer breksteen regelmatig moet bijgestort worden	37
4.3.3	Criteria – bescherming door natuurtechnische vooroevers.....	38
4.3.4	Criteria – onverdedigde oevers	40
4.3.5	Erosierisicoo index	43
5	Bespreking Oeververdedigingskaart.....	44
5.1	Gent – dendermonding: Zoet korte verblijftijd.....	45
5.2	Dendermonding tot durmemonding: Zoet lange verblijftijd	46
5.3	Durmemonding tot Burcht: Oligohalien	47
5.4	Huidige breksteenzones versus toekomstige breksteenzones	47
6	Schorrandbeheer: risicobomen.....	49
6.1	Smalle schorren	49
6.2	Bredere schorren	49
6.2.1	Criteria voor het opstellen van een éénmalig onderhoudsbestek populier.	50
6.2.2	Criteria kap van risicobomen geïdentificeerd bij oeverinspectie	52

7	Verder onderzoek	53
8	Referenties	54
9	Bijlage kaartenatlas	56

Lijst van figuren

Figuur 2-1. Natuurlijke slik-schorcyclus (naar Van de Koppel et al., 2005).....	16
Figuur 2-2. Overzicht van de drie oevertypen die op basis van het gemiddelde topografische profiel kunnen worden aangetroffen in de Zeeschelde. a = GHHW – slik/schorgrens; b = slik/schorgrens – GLW; c = GLW – vaargeul (Brys et al., 2005).	17
Figuur 2-3. Maximum stroomsnelheid (m/s) in het studiegebied (gebaseerd op data WL, Maximova et al., 2013).....	18
Figuur 2-4. Scheepsgolfbelasting in het studiegebied (Michels et al., 2014).	19
Figuur 2-5. Dijkdwarsprofielen. (a) typedwarsprofiel volgens het oorspronkelijke Sigmaplan; (b) voorgesteld uitvoeringsalternatief met perkoenpalen en vlechtwerk van wilgenteenbussels; (c) voorgesteld uitvoeringsalternatief met terrasbouw en breuksteen bestorting; (d) gerealiseerde alternatieve uitvoering met getrapt talud.....	21
Figuur 2-6. Dijkherlegging aan Paddebeek met alternatieve verdediging van het dijklichaam met perkoenpalen en wilgenteenbussels. De helling van het nieuwe slik en schorgebied is verdedigd met restanten van het oude dijklichaam (maart 2004). .	22
Figuur 2-7: schorrandverdediging op basis perkoenpalen met daartussen gevlochten wiepen (Hoffmann & Meire, 1997).	24
Figuur 3-1. Zones met frequent onderhoud: combinatie van erosiegevoelige zones $ERI > 7$ = rood en opgelichte oeverzones – schorbreedte $< 15m$	28
Figuur 4-1: Voorgesteld stroomschema ter bepaling van het type oeververdediging.....	30
Figuur 4-2. Maximale helling ondiep subtidaal per ecozone opgedeeld in oevers met en zonder breuksteen.	35
Figuur 4-3. Maximale helling in de zone middelhoog slik per oevertype met en zonder breuksteen.	36
Figuur 4-4. Helling % over breedte (m) voor het middelhoog slik voor oeverzones met en zonder breuksteen	37
Figuur 4-5. Zones met frequent onderhoud – huidige situatie (data IMDC, 2014b).....	37
Figuur 4-6. Helling % middelhoog slik (Hel_{mh}), helling % ondiep subtidaal (Hel_{os}), totale breedte slik (m) (Brd_{slik}) en helling % over breedte (m) van het middelhoog slik voor de zones waar actueel frequent onderhoud nodig is.....	38
Figuur 4-7. Maximale helling ondiep subtidaal zone en classificatie van de alternatieve oeververdediging volgens de toestand.	40
Figuur 4-8. Helling % over breedte (m) voor het ondiep subtidaal zone en classificatie van de alternatieve oeververdediging volgens de toestand.	40
Figuur 4-9. Verband tussen helling en breedte van een schor (a) en van de totale intertidale breedte (b) (Piesschaert et al., 2008).	41
Figuur 4-10. Totale breedte (m) slik voor oeverzones met en zonder breuksteen.....	42
Figuur 4-11. Verhouding van de maximale helling over de breedte van het ondiep subtidaal (os) in zones met en zonder breuksteen in de saliniteitszones.	43
Figuur 5-1. Procentueel aandeel van de oeververdedigingstypes voorgesteld in de oeververdedigingskaart per ecozone.	44
Figuur 5-2. Oeververdedigingskaart: zone Gent – Dendermonding (zoet korte verblijftijd).....	45
Figuur 5-3. Oeververdedigingskaart: zone Dendermonding tot Durmemonding.	46

Figuur 5-4. Oeververdedigingskaart: zone durmemonding tot Burcht.....	47
Figuur 6-1. Schema van de verschillende delen van een dijk.	49
Figuur 6-2. Uitgespoelde wortelkruit na de kap van een boom.....	51
Figuur 6-3. Voornaamste zones met risicobomen (populier) weergegeven.	52
Figuur 9-1. Overzichtskaart van de kaartenatlas – 70 deelkaarten.....	56

Lijst van tabellen

Tabel 5-1. Samenvattende tabel met de bepaalde oeververdedigingslengte (km) per ecozone en voor de Boven- Zeeschelde in totaal.....	44
Tabel 5-2. Aantal km oever met breuksteen in de dwarssectie (2013), aantal km oever zonder breuksteen in de dwarssectie (2013) versus het voorgestelde type oeververdediging na het vaststellen van een onderhoudsnood op een oevertraject. Percentage overeenkomst tussen de huidige situatie met breuksteen versus voorgestelde oeververdedigingstype.	48

1 Inleiding

De Zeeschelde is onderdeel van het Schelde-estuarium, dat ons mits een goed beheer tal van goederen en diensten kan leveren. Bovendien geniet ze zowel nationale als internationale beschermingsstatuten. De zorgplicht noopt ons erover te waken dat de typische habitats en soorten zich kunnen ontplooiën tot een gunstige staat van instandhouding, in de zin van de Vogel- en Habitatrichtlijn, en dat deze gunstige staat ook gehandhaafd blijft. Om aan de bepalingen van de Kaderrichtlijn water te voldoen moet de goede ecologische toestand van het aquatisch ecosysteem gehaald en behouden worden. Bovendien stelden de Vlaamse en Nederlandse overheid zich tot doel dat het Schelde-estuarium tot een robuust ecosysteem kan ontwikkelen, dat bestand is tegen een stootje en waarvan we op duurzame wijze de goederen en diensten kunnen plukken.

De Zeeschelde is echter ook een belangrijke vaarroute doorheen dicht bevolkte gebieden in Vlaanderen. Daartoe moeten de dimensies van de vaargeul onderhouden worden. Om haar vallei te beschermen tegen overstromingen wordt het Geactualiseerde Sigmapijn geïmplementeerd. De sigmadijken, die de rivier van de vallei scheiden, zijn daar een belangrijk onderdeel van. De rivierzijde van deze waterkeringen is onderhevig aan hydraulische belasting door stroming en golven en vergt dus eveneens voortdurende controle en onderhoud om de vereiste stevigheid te garanderen.

Duurzaam beheer van deze functies betekent dat we blijvend gebruik kunnen maken van de diensten die het ecosysteem zelf ons biedt op een manier die eveneens garant staat voor de gunstige staat van instandhouding en de goede ecologische toestand. Bij onderhoud en beheerwerken is dus de nodige aandacht vereist voor de ontwikkelings- en overlevingskansen van de typische estuariene getijdennatuur met bijhorende habitats en soorten. De harde randvoorwaarden bij dit beheer zijn de ruimtelijke beperking door de ligging van de sigmadijken zoals vastgelegd in het geactualiseerde sigmaplan, de vereiste stevigheid voor de waterkerende functie van de dijken en de benodigde diepgang van de vaargeul. Daarnaast wenst de waterbeheerder de mogelijkheden voor zandwinning zoveel mogelijk te benutten.

Duurzaam beheer kan in drie operationele onderdelen opgevat worden:

- **Duurzame bathymetrie**, zowel ten dienste van het vaargeul onderhoud als van zandwinning. Dit aspect behandelt de noodzaak en de o.a. de ecologische randvoorwaarden voor baggeren, storten en sediment ontrekking. Speciale aandacht gaat naar de kansen die zich aandienen om werk met werk te maken én naar de grenzen die het systeem zelf stelt. Dit aspect van het duurzaam beheerplan wordt beschreven in het deelrapport Duurzaam bathymetrie Boven-Zeeschelde (IMDC, 2014b).
- **Duurzaam oeverbeheer** in al zijn aspecten: Onder welke omstandigheden moet een oever(deel) versterkt worden en welke verdedigingsmethode is aan te bevelen onder welke omstandigheden? We onderscheiden drie motieven om oevers te verdedigen of in te grijpen:
 - o Veiligheid: De stevigheid van de dijk komt in het gedrang door erosie. Dit behandelt ook het v.b. aspect bomen op dijken: wanneer zijn ze toegestaan en welk beheer is aangewezen?
 - o Ecologie: een ecologisch interessant ecotoop is onderhevig aan erosie, wanneer ingrijpen om het te behouden en wanneer de schorcyclus zijn gang laten gaan?
 - o Scheepvaart: Bomen aan de schorrand dreigen in het water te vallen waar ze een gevaar kunnen betekenen wanneer ze tussen scheepschroeven geraken.Dit aspect van het duurzaam beheerplan wordt beschreven in dit rapport.
- **Beheer van de getijgebonden natuur** met het oog op de gunstige staat van instandhouding en het halen van de IHD. Momenteel is het beheer van de getijden natuur gelocaliseerd en verdeeld naargelang de terreinbeheerder: W&Z, ANB en terreinbeherende verenigingen. Enkel deze laatste doen aan actief schorbeheer, elk naar

eigen inzicht en vermogen in de gebieden onder hun hoede. Ze zijn ook vragende partij om de schorren die onder verantwoordelijkheid van W&Z vallen te beheren. Al deze gebieden zijn echter onderdeel van 1 ecosysteem en er moet over gewaakt worden dat de som van alle beheerwerken maximaal bijdraagt aan de IHD en de realisatie van de LTV doelstelling: een robuust ecosysteem waarvan wij duurzaam de vruchten en diensten kunnen plukken. Daarom is er nood aan 1 beheerplan voor de getijdennatuur van de Zeeschelde. Dit plan wordt in 2015 uitgewerkt.

Dit rapport bespreekt het duurzaam oeverbeheer van de Boven-Zeeschelde. Het geeft een toelichting bij de oeververdedigingskaart, die middels een beslisboom op elke locatie langs de Boven Zeeschelde een voorstel voor oeververdediging formuleert op basis van de plaatselijke hydromorfologische omstandigheden.

2 Duurzaam oeverbeheer

Duurzaam oeverbeheer betekent maximaal de diensten benutten die het ecosysteem zelf ons biedt, binnen de harde randvoorwaarden voor veiligheid en scheepvaart. Dit betekent bijvoorbeeld op een slimme manier gebruik maken van de erosiewerende eigenschappen die getijdennatuur onder bepaalde omstandigheden gratis en vrij van onderhoud kan bieden. Niet alleen is deze aanpak economisch voordeliger, hij komt ook de gunstige staat van instandhouding en de goede ecologische toestand ten goede. In de literatuur is uitvoerig beschreven hoe slikken en schorren getijden energie kunnen dissiperen en over voldoende veerkracht kunnen beschikken om ook extreme stormen weerstand te bieden en te overleven (Dixon et al, 1998, Temmerman et al, 2013, Möller et al, 2014). Bij gebrek aan ruimte laat de geometrie van de rivier deze passieve oeververdediging echter niet toe en moet ingegrepen worden om de veiligheid te garanderen en om niet alles te verliezen. Naargelang de situatie moet dan gekozen worden voor zachte of harde verdediging: zacht waar het kan, enkel hard waar het moet.

Het uitgangsprincipe voor duurzaam oeverbeheer is garantie op veiligheid, behoud van erosiegevoelige schorren en de mogelijkheid om de natuurlijke slik-schorcyclus door te laten gaan daar waar de beschikbare ruimte zich daartoe leent.

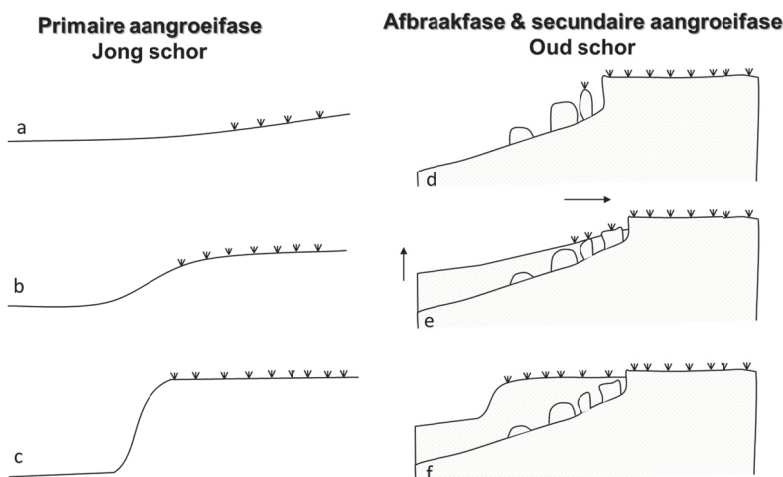
2.1 Duurzame getijdeoever

2.1.1 Natuurlijke referentie

De getijdenwerking brengt sterke stromingen op gang, die op ingewikkelde wijze de geomorfologie van het estuarium bepalen. Subtidaal, of permanent onder water, ontstaan er *geulen* in typische patronen van eb- en vloedscharen met daartussen *ondiepten*. Intertidaal, bij eb droogvallend, vormen zich langs de oevers de onbegroeide *slikken* (tussen de laag- en hoogwaterlijn) en de *schorren* (tussen de hoogwater- en de springvloedlijn) die met hogere planten zijn begroeid. De onderlinge samenhang van de verschillende habitattypen, met geleidelijke overgangen ertussen, bepaalt voor talrijke soorten de levensmogelijkheden omdat ze voor verschillende levensstadia of functies gebruik maken van andere habitatten.

De estuariene oevers ondergaan van nature een slik-schorcyclus. Kolonisatie van het slik met (hogere) planten hangt onder andere samen met de plaatselijke sedimentatie-erosieprocessen en de invloed daarvan op het overstromingsregime. Diatomeeën zijn de eerste slikkoloniatoren, ze consolideren het sediment waardoor het sneller ophoogt. Daarmee verandert het overstromingsregime en kunnen ook hogere planten zich vestigen. Jonge schorren geraken meer en meer begroeid, sedimenteren geleidelijk en evolueren naar een 'rijp' climax schor. De successie zet echter niet altijd rechtlijnig dezelfde stappen maar wordt verstoord door natuurlijke (vorst, stormen, vraat) en menselijke (oogsten, inpolderen, beweiding) factoren. Ontwikkeling van geulen, oeverwallen en komgronden veroorzaakt bovendien een mozaïek aan overstromings- en afwateringsregimes en bijhorende vegetatietypes.

Wanneer er een schorklif is kan een oud, hoog schor in afbraakfase gaan en eroderen, getriggerd door vb. een sterk getij of stroming. Indien de omstandigheden (helling, hydrodynamiek en sedimentvracht van het water) op het voorliggende slik gunstig zijn voor sedimentatie kunnen zich weer diatomeeën en pioniersoorten vestigen en kan de secundaire schor aangroei beginnen (figuur 1, Van de Koppel et al., 2005).



Van de Koppel et al. (2005). Self-organization and vegetation collapse in salt marsh ecosystems. *The American Naturalist* 165: E1-E12.

Figuur 2-1. Natuurlijke slik-schorcyclus (naar Van de Koppel et al., 2005).

Een voorwaarde voor de ontwikkeling van duurzame estuariene oevers, met alle habitatschakeringen en waarin ook deze natuurlijke slik schorcyclus zich afspeelt, is dat er in het estuarium een evenwichtige verhouding is tussen hydrodynamiek, sedimentvrucht en zijdelingse ruimte.

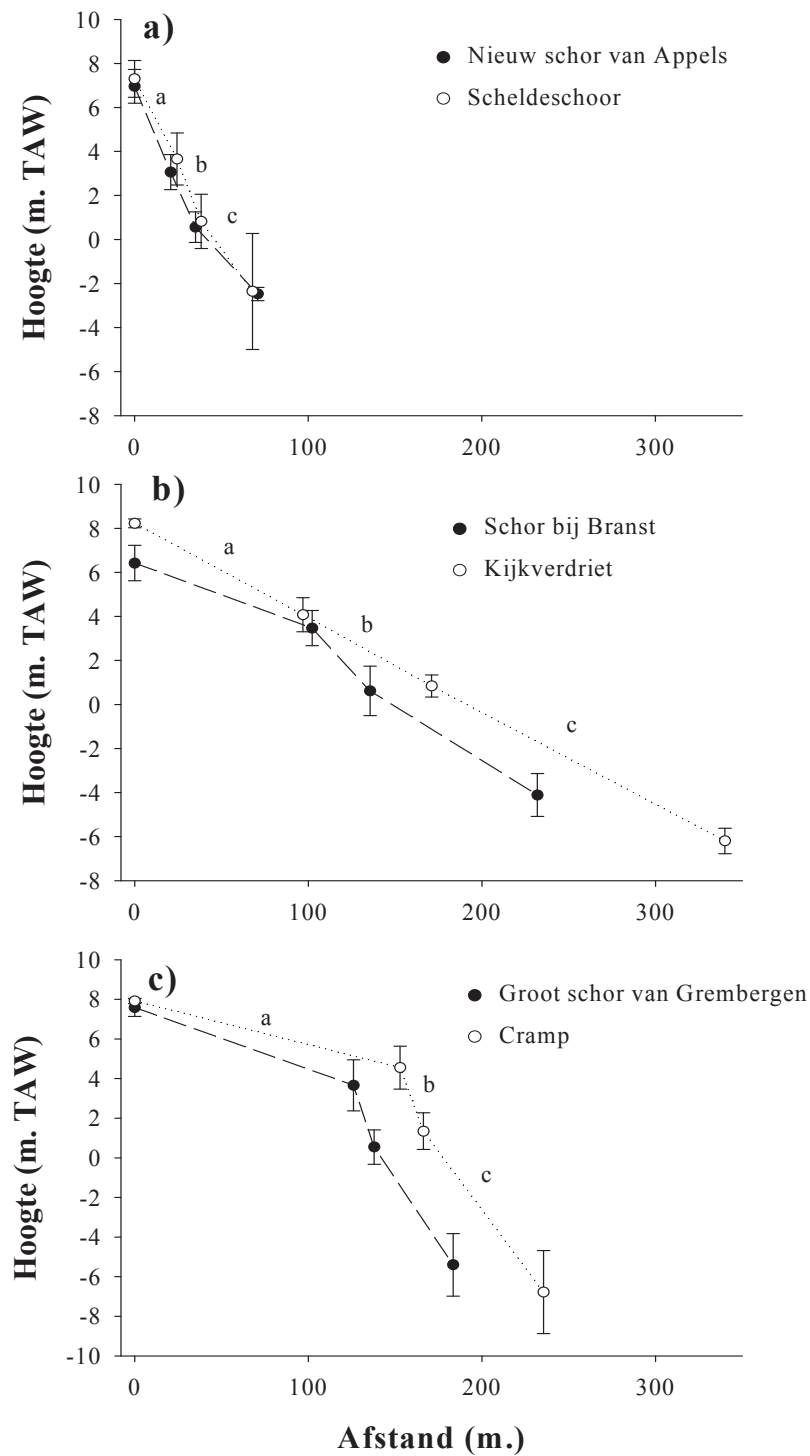
De benodigde zijdelingse ruimte neemt toe met het hoogteverschil tussen de talweg en de (gemiddelde) hoogwaterstanden. De vrijheid van het estuarium om deze ruimte in te nemen bepaalt in hoge mate de ecologische kwaliteit van de oeverhabitaten én van hun energiedempende potenties. Een estuarium zonder ruimtebeperking zou zich bij toenemende diepte en hoogwaterstanden zijdelings uitbreiden tot wanneer de ideale helling voor dynamische sedimentatie/erosie evenwichten weer tot stand komt.

Ter hoogte van het Notelaarschor is het estuarium voldoende breed en kon evidentie van deze cyclus gereconstrueerd worden op basis van een luchtfotoreeks.

2.1.2 De situatie in de Boven-Zeeschelde

In de Zeeschelde verdiept en verbreedt enerzijds de vaargeul door baggerwerken. Anderzijds verhogen de hoogwaterstanden gestaag. De schorren groeien mee met het getij omdat de sedimentvrucht geen beperking oplegt aan sedimentatie. Door de aanwezige dijken zijn uitbreidingsmogelijkheden landwaarts onmogelijk. Op die plaatsen versteilen de oevers, vermindert hun energiedempende werking en wordt de dynamiek (te) groot. Er ontstaan hoge kliffen en laagdynamisch subtidaal habitat, slikken en schorren dreigen voorgoed te verdwijnen door erosie of kunnen enkel in gedegradeerde toestand voortbestaan door fixatie. Deze evolutie wordt nog versterkt door toenemende hoogte en frequentie van golfslag, te wijten aan het toenemend scheepsverkeer.

Om de situatie in het studiegebied te beschrijven werden ter hoogte van de schorren gemiddelde topografische profielen berekend aan de hand van de digitale terrein modellen en getijgegevens (situatie 2002, Figuur 2-2) (Brys et al., 2005). Drie typische situaties worden hier herkend: een algehele steile oever die weinig ruimte laat voor oeverhabitat (a), oevers met geleidelijke overgangen en ruimte voor habitat ontwikkeling (b) en oevers waar mits verdediging de hoger gelegen habitats gefixeerd worden om het verlies te beperken (c).



Figuur 2-2. Overzicht van de drie oevertypen die op basis van het gemiddelde topografische profiel kunnen worden aangetroffen in de Zeeschede. a = GHHW – slik/schorgrens; b = slik/schorgrens – GLW; c = GLW – vaargeul (Brys et al., 2005).

2.2 Het risico voor oevererosie.

Het erosierisico voor een oever is afhankelijk van de hydraulische belastingen die erop inwerken (impact) én van de erosieweerstand die eigen is aan de aard van de oever (gevoeligheid) (CUR, 1999; Rosgen, 2001). Voor de Boven-Zeeschelde oevers werd het risico voor erosie berekend en samengevat in de erosierisico index (ERI) (Michels et al., 2014). De belangrijkste factoren worden hieronder kort voorgesteld.

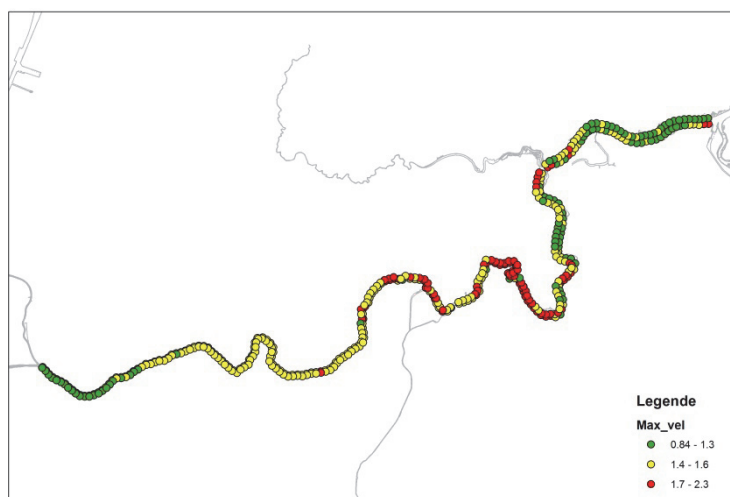
2.2.1 Impactfactoren

Stroomsnelheid, golfwerking door scheepvaart (primaire, secundaire en retourstromen) en bodemversterking door biota worden als belangrijkste potentiële impactfactoren op oevers van de Zeeschelde beschouwd.

2.2.1.1 Stroomsnelheid

Met steeds toenemende getijamplitude en verdieping van de vaargeul is er ook een sterke toename van de hoeveelheid water die met elk getij de dwarssectie passeert in de Boven Zeeschelde (Depreiter et al., 2013 – verklarende parameter 'Doorstroomoppervlakte'). Hierdoor is wellicht in de loop van de jaren de dynamiek – de stroomsnelheid – op de oevers sterk toegenomen. Verhoging van de hoogwaters (Depreiter et al., 2013 – rekenparameter 'jaargemiddeld hoogwater') vergroot specifiek de impact op de schorrand.

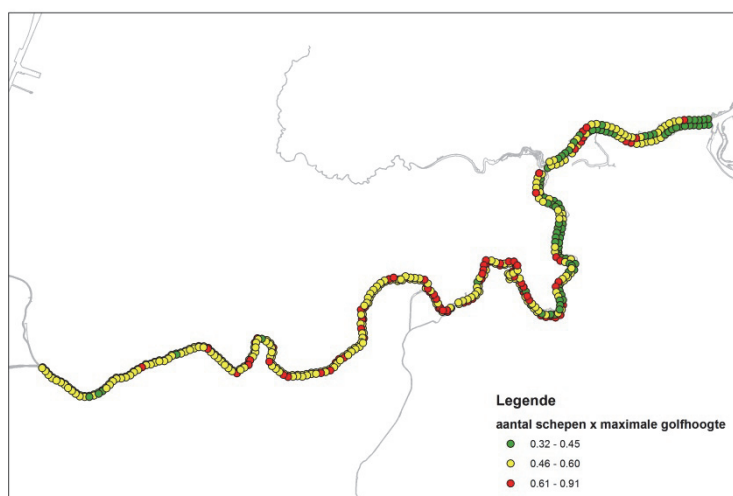
De huidige stroomsnelheidsdata zijn afkomstig van stroomsnelheidskaarten gemaakt in NEVLA, gebaseerd op de meest recente hoogte- en dieptekaart met name het combigridd (bathy-dtm) (Maximova et al. 2013). De hoogste stroomsnelheden (max stroomsnelheid) worden ter hoogte van Dendermonde en stroomafwaarts van de Rupelmonding waargenomen (Figuur 2-3).



Figuur 2-3. Maximum stroomsnelheid (m/s) in het studiegebied (gebaseerd op data WL, Maximova et al., 2013).

2.2.1.2 Golfwerking

Ook wind- en scheepsgolven zijn potentiële impactfactoren voor de Zeeschelde-oevers. In de Boven-Zeeschelde is het effect van windgolven eerder beperkt door de kortere strijklengte en door de beschutte ligging van de oevers tussen de hoge dijken. Belangrijker is het effect dat scheepsgolven op de oevers veroorzaken. De impact van golfwerking werd onderzocht door Michels et al. (2014) en is samengevat in Figuur 2-34.



Figuur 2-4. Scheepsgolfbelasting in het studiegebied (Michels et al., 2014).

2.2.1.3 Biota

Bioturbatie door macrobenthos en het graven van holtes in de schorrand specifiek door juveniele Chinese wolhandkrabben zouden de oeverstabiliteit kunnen verminderen (Rudnick 2005; Broeren, 2013). Anderzijds is bioturbatie ecologisch zeer belangrijk voor de menging en aeratie van de sedimentlagen en kunnen biota ook stabiliserend werken (zie onder).

2.2.2 Erosiegevoeligheid

Bodemtype, oeverhelling en breedte en de aanwezige biota worden beschouwd als de belangrijkste factoren die de erosiegevoeligheid van de Zeescheldeoevers bepalen (Michels et al., 2014). De erosierisico index (ERI)(Michels et al., 2014) houdt geen rekening met de mogelijke effecten die biota kunnen hebben op oevers (negatief noch positief) noch met het aanwezige bodemtype of effecten van grondwater uitstroming.

2.2.2.1 Oeverhelling en -breedte

Gevoeligheid voor erosie is evenredig met de hellingsgraad en omgekeerd evenredig met de oeverbreedte. De impact van golfwerking en stroomsnelheid is sterker op een steile oever dan op een flauwe helling en een bredere oever vormt een betere buffer tegen erosie dan een smalle. Uit preliminaire analyses bleek dat hellingsgraad en breedte ook gecorreleerd zijn. Daarom werd ook gerekend met een unieke variabele beiden combineert: maximale helling gedeeld door breedte.

2.2.2.2 Biota/Vegetatie

Biofilms (diatomeeën, bacteria, draadwieren,...) zijn belangrijke fixators die door polysaccharide afscheiding een eerste stabiliserende matrix vormen op het slik (Van Colen, et al., 2014). Worteldensiteit en worteldiepte op het schor zijn belangrijke variabelen die mee de stabiliteit bepalen (bv. Rosgen, 2001).

2.3 Types oeververdediging

2.3.1 Dijkverdediging.

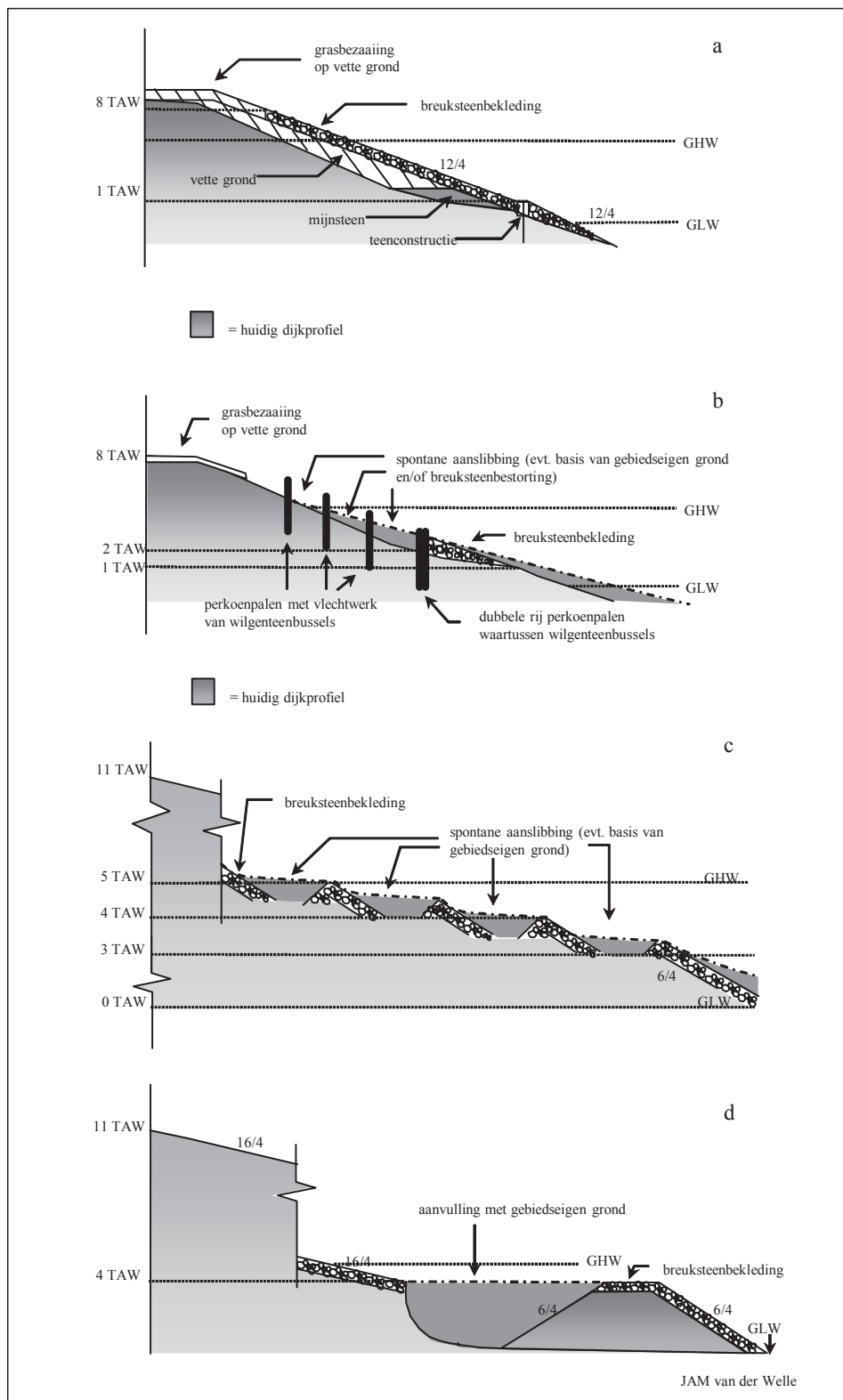
In het oorspronkelijke Sigmaplan werd de versterking van de dijken uitgetekend volgens éénzelfde schema (Figuur 2-5a). Dit dijprofiel zou overal worden toegepast, tenzij ter hoogte van kaaimuren en verticale wanden.

In Hoffmann et al (1997) en Van den Bergh et al (1999) werden voor de uitvoering van de dijkbekleding aan de rivierzijde alternatieven voor een meer natuurlijke oeverstructuur voorgesteld.

- In de meer stroomopwaartse gebieden werd terrasbouw voorgesteld met behulp van palenrijen en vlechtwerk van wilgenteenbussels. Het laagste terras wordt nog versterkt met breuksteenbestorting en is onderaan opgebouwd uit een dubbele rij perkoenpalen waartussen bussels wilgentenen gefixeerd worden. Tussen de palenrijen worden op regelmatige afstanden dwarsrijen gemaakt, eveneens opgebouwd uit dubbele palenrijen met wilgenteenbussels ertussen. Zo ontstaan terrassen met langwerpige cellen die als slibvang kunnen fungeren. Riviersediment slibt hierin op en er ontstaan terrassen die op termijn de vestiging van typische slikkoloniserende planten en schorvegetaties toelaten en een geleidelijke overgang vormen tussen het land en het water (Figuur 2-5b; Figuur 2-7).
- In meer erosiegevoelige gebieden en waar de nodige ruimte kon gecreeërd worden werd voorgesteld de palen en het vlechtwerk te vervangen door hellende steenbestorting, met horizontale onbestorte slikplateaus ertussen (Figuur 2-5c).
- Benedenstrooms werd brede terrasbouw met een getrappt dijktaaldud voorgesteld, zoals die reeds uitgevoerd werd stroomopwaarts Antwerpen op linker- en rechteroever (Figuur 2-5d). De breuksteenbestorting met gelijkmatige helling wordt onderbroken door een horizontaal plateau op 4 à 4,5 m T.A.W. Hierdoor ontstaan slikterrassen die belangrijk zijn voor watervogels. Naargelang de hoogteligging kunnen zich op termijn ook verschillende macrofytenvegetaties vestigen die elk hun floristische en faunistische elementen herbergen.

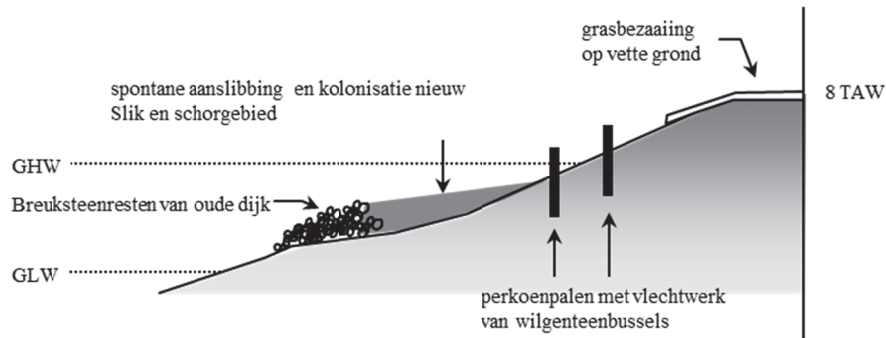
Over lange trajecten toegepast zouden deze uitvoeringsalternatieven een grote oppervlakte intergetijdengebied kunnen vormen. De dijken zouden op die manier naast de hoofdfunctie waterkering ook nog een rol bij erosiewering, als landschapsvormende elementen, bij natuurbeleving, en als verblijfplaats en migratieroute voor organismen kunnen vervullen.

Heibaum & Pleischer (2015) bespreken nog enkele andere natuurtechnische alternatieven. Het plaatsen van rietmatten en wilgenmatrassen zijn twee uitvoeringsalternatieven waar goede resultaten mee bekomen werden mits de structuren goed bevestigd werden. Dergelijke natuurtechnische alternatieven verhinderen een natuurlijke successie van slik opbouw naar schor met de verschillende vegetatietypes die zich achtereenvolgens vestigen op de oevers. In deze optiek zijn ze minder te verkiezen dan de natuurtechnische varianten die trachten de helling te beïnvloeden en een natuurlijke successie beogen op de oever. Anderzijds kunnen het wel groene inrichtingsvarianten van zijn op smalle oeverstroken waar terrasbouw niet mogelijk is.



Figuur 2-5. Dijkdwarsprofielen. (a) typedwarsprofiel volgens het oorspronkelijke Sigmaplan; (b) voorgesteld uitvoeringsalternatief met perkoenpalen en vlechtwerk van wilgenteenbussels; (c) voorgesteld uitvoeringsalternatief met terrasbou en breuksteen bestorting; (d) gerealiseerde alternatieve uitvoering met getrapt talud.

In de Boven Zeeschelde werd slecht bij twee projecten met een zachtere variant afgeweken van het het typedwarsprofiel: langs het traject Heusden-Melle en aan de dijkverlegging van Paddebeek tot Schoonaardebrug. In het traject Melle-Heusden, waar geen scheepvaart was, werd bij wijze van proef geen enkele verdediging of aanplanting aangebracht en ontwikkelden de oevers succesvol tot functionele slikken en schorren. Aan de dijkherlegging van Paddebeek werd het dijklichaam achter het nieuw gerealiseerde slik en schorgebied niet met breuksteen maar met perkoenpalen en wilgenteenbussels verstevigd (Figuur 2-6).



Figuur 2-6. Dijkherlegging aan Paddebeek met alternatieve verdediging van het dijklichaam met perkoenpalen en wilgenteenbussels. De helling van het nieuwe slik en schorgebied is verdedigd met restanten van het oude dijklichaam (maart 2004).



Figuur 2-7. De vegetatie in het nieuw aangelegde gebied Paddebeek buffert de hydraulische druk op het dijklichaam (september 2006).

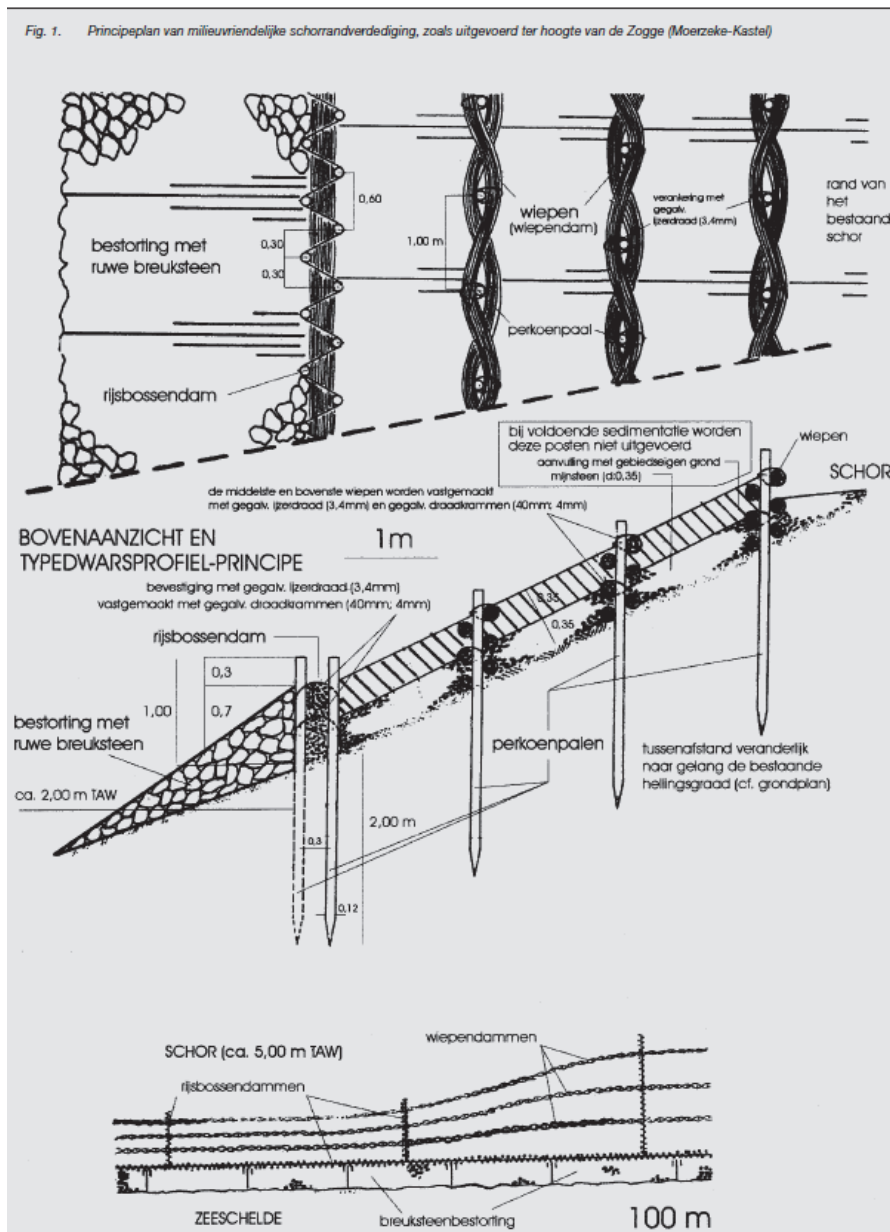
Op de reeds gerealiseerde dijken worden bij onderhoudswerken regelmatig breukstenen en schanskorven bijgestort. Vooral in het stroomopwaartse deel tussen Gent en Dendermonde zou het onderbreken van de bestorting door horizontale slikplateaus (Figuur 2-5c) of de uitvoering met perkoenpalen en wilgenteenbussels (Figuur 2-5b), naargelang de haalbaarheid, een ecologische verbetering kunnen realiseren.

2.3.2 Verdediging van slikken en schorren

De aanwezige slikken en schorren kunnen aan erosie onderhevig zijn. Van nature hoeft dit geen probleem te zijn, door sedimentatie worden elders en/of op een ander tijdstip opnieuw gebieden hoog genoeg opgeslibd zodat zich nieuwe slikken en schorren kunnen ontwikkelen. Doordat de rivierloop volledig binnen dijken wordt gedwongen zijn de mogelijkheden voor nieuwe slik- en schorvorming echter beperkt. Bovendien wordt willekeurige erosie of sedimentatie niet overal geduld omwille van de scheepvaartfunctie. Langs de steile schorkliffen worden wilgen of aangeplante populieren door erosie ondergraven en tenslotte ontworteld waarna ze meegevoerd worden door de rivier en een gevaar opleveren voor de scheepvaart. Sedimentatie kan op sommige plaatsen een probleem vormen voor de passeerbaarheid van de schepen. De plaatsen waar slikken en schorren mogen/kunnen blijven bestaan of vrij ontwikkelen zijn dan ook beperkt en er wordt zoveel mogelijk naar gestreefd deze plaatsen vast te leggen.

2.3.2.1 Schorrandverdediging

Breuksteenbestorting is de gebruikelijke methode om een schorklif te fixeren. De laatste decennia kwam hierin kentering en werd er ook soms geopteerd voor meer milieuvriendelijke schorrandverdediging. De opbouw is in principe dezelfde als het voorgestelde dijkuitvoeringsalternatief met perkoenpalen en wilgenteenbussels (Figuur 2-5b). De bedoeling is een geleidelijker overgang te creëren tussen het slik en de hoge schorren. Deze alternatieve schorrandverdediging werd op veel plaatsen toegepast voor de zoetwaterschorren in de Omes segmenten 15 en 16, tussen de Durmemonding en het Denderkanaal.



Figuur 2-7: schorrandverdediging op basis perkoenpalen met daartussen gevlochten wiepen (Hoffmann & Meire, 1997).



Figuur 2-8: alternatieve schorrand verdediging aan het Groot Schoor van Hamme.

2.3.2.2 Slikfixatie

Indien het slik voor het schor voldoende breed is kan overwogen worden om in eerste instantie enkel een breuksteen verdediging aan de slikrand aan te brengen en de sedimentatievakken van wiepen en wijmen achterwege te laten. Indien blijkt dat deze maatregel niet het verhoopte resultaat oplevert kunnen deze alsnog aangebracht worden.

2.3.2.3 Slikfixatie met biezten

Biezen kwamen vroeger algemeen voor langsheen de Zeeschelde. Van nature zijn ze de eerste kolonisatoren van onbegroeid slik: door hun dicht wortel- en rhizomennet zijn ze in staat het slik te fixeren en tevens bevorderen ze opslibbing zodat ze het milieu voorbereiden voor andere schorsoorten. Daar waar de overgang slik-schor geleidelijk is kan biezenaanplant een alternatieve methode zijn om de erosie van slikken tegen te gaan en de vorming van jong schor te bevorderen. Een aantal experimenten werden uitgevoerd aan het schor van Appels en aan het schor van Vlassenbroek. In de Schelde kunnen biezten slechts over een smalle strook, net onder GHW standhouden. Deze beperking in ruimte heeft te maken met de grote getij amplitude en de steile helling van de oevers. In de lagere zone is de overspoelingsduur te lang, hogerop worden ze weggeconcurrerd door Riet en andere competitieve plantensoorten. Op deze hoogte is er spontane vestiging tussen breukstenen, op de slikken is spontane vestiging uit zaad of aangespoelde wortelstokken niet mogelijk doordat de overstromingsdynamiek te groot is. Ook de aanplanten overleven niet daar waar de helling te steil en de dynamiek te groot is. Bijdragen die biezten kunnen leveren aan slik- of schorrandverdediging in de Zeeschelde zijn dan ook beperkt tot de schaarse gebieden met een flauwe helling en een minder sterke stroming. Het verdient aanbeveling om te onderzoeken welke mogelijkheden de combinatie van biezenaanplant met houten beschoeiingen in terrasbouw kan bieden.



Figuur 2-9. Biezenaanplant te Appels

3 Het vaststellen van de onderhoudsneed

Het vaststellen van de onderhoudsneed aan een oeverzone is de eerste stap in een functioneel oeverbeheerplan. In de onderstaande bespreking wordt eerst het ruimtelijk en temporele kader geschetst waarbinnen een oeverinspectie dient te worden uitgevoerd. We zoomen in op de welke zones van de Boven-Zeeschelde met welke frequentie zouden moeten gemonitord worden om een veilig oeverbeheer te implementeren. Hoe moet de oeverinspectie uitgevoerd worden en welke hulpmiddelen kunnen gebruikt worden om de onderhoudsneed te bepalen.

Indien een onderhoudsneed vastgesteld wordt moet de, in hoofdstuk 4, opgestelde oeververdedigingskaart geraadpleegd om de voor die specifieke locatie de meest aangewezen oeververdediging te bepalen.

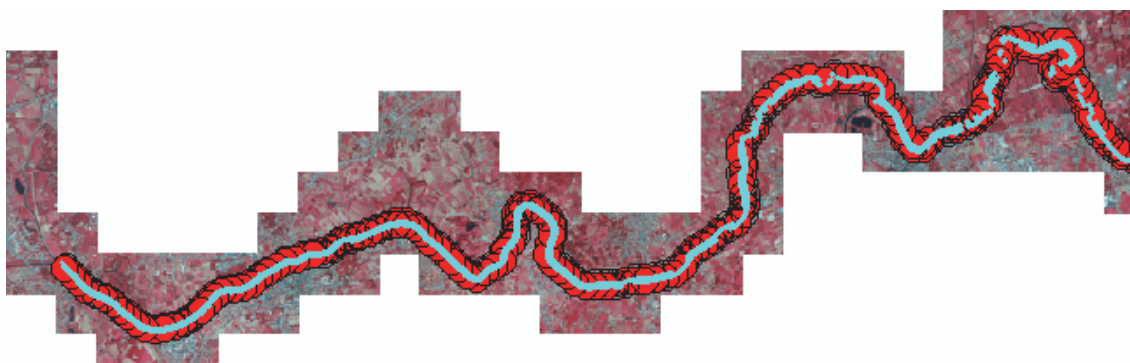
3.1 Oeverinspectie

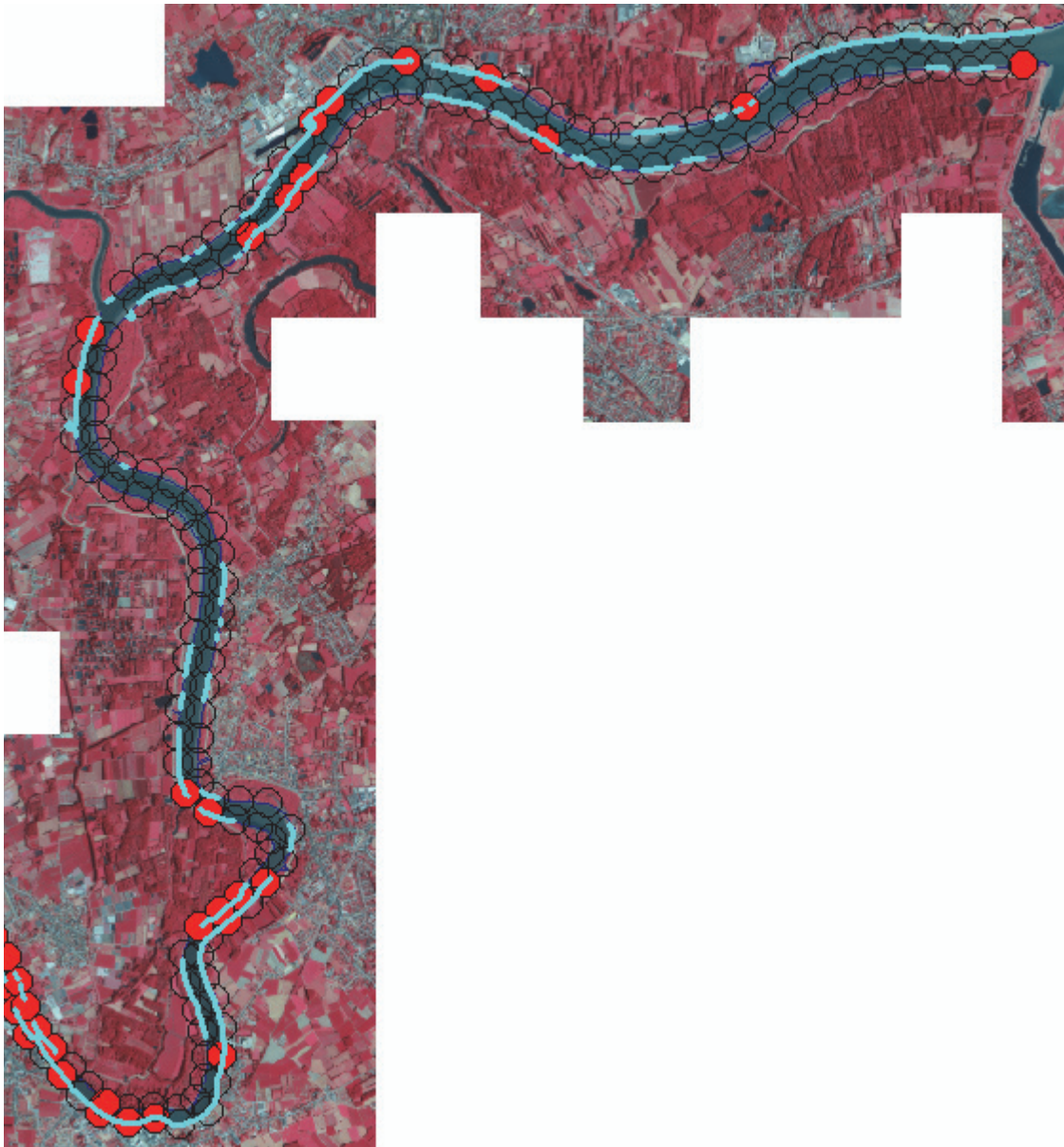
3.1.1 Ruimtelijk en temporeel kader

Er wordt onderscheid gemaakt tussen zones met verhoogde inspectie-need en zones met minder frequente inspectie-need. Het criterium om deze zones af te bakenen is gebaseerd op de erosierisico indexkaart (ERI) (Michels et al., 2014) en de kritische schorbreedte voor veiligheid (15m) (zie 4.3.1).

3.1.1.1 Zones met jaarlijkse inspectie

De zones met verhoogde inspectie-need worden gedefinieerd als zones waar de ERI waarde hoger is dan 7 en de kritische schorbreedte smaller dan 15m.





Figuur 3-1. Zones met frequent onderhoud: combinatie van erosiegevoelige zones $ERI > 7$ = rood en opgelichte oeverzones – schorbreedte $< 15m$.

De zones zijn:

- Gent tot Sint-Amands: linker- en rechteroever
- Lippenbroek tot Durmemonding: linkeroever
- Stort Van Weert tot Temse brug: rechteroever

De inspectieronde wordt ondersteund door een bathymetrische verschilkaart. Zones waar er erosie werd vastgesteld moeten bij de oeverinspectiezone nauwkeurig bekeken worden op mogelijk risico.

3.1.1.2 Zones met zesjaarlijkse inspectie

De overige oevers behoeven een zesjaarlijkse controle. Een inspectievaart na stormen is wel nodig als extra inspectieronde. De oeverinspectie wordt het best vanop een boot uitgevoerd. De inspectie wordt ondersteund door kaartmateriaal dat voorafgaand de inspectieronde wordt voorbereid.

Deze kaarten moeten zones met oevererosie en toegenomen erosierisico aanduiden en dienen als 'knipperlicht' voor de terreininspectie zodat de inspectie kan focussen op mogelijke onderhoudszones. Zonder deze hulpmiddelen is het immers niet vanzelfsprekend om het onderscheid te maken tussen structurele oevererosie en cyclische oeverprocessen (3.1.4).

De oeverinspectie identificeert ook mogelijke risicobomen: bomen die dreigen in de vaarweg terecht te komen (zie hoofdstuk 6 voor de criteria).

3.1.2 Inspectie: ondersteuning door kaartmateriaal

Volgende kaarten worden voorbereid:

1. Jaarlijks: bathymetrische verschilkaarten voor het vaststellen van erosie/sedimentatie op slikhoogte gebaseerd op de jaarlijkse bathymetrische opnames. De kritische erosie/sedimentatiewaarde wordt gelegd op de D50 (mediane diameter, bv. 30cm) van de gestorte breukstenen. (Zie monitoring Duurzame bathymetrie). Deze verschilkaarten zijn in eerste instantie een hulpmiddel voor het signaleren van erosieve slikken waar de schorbreedte kleiner is dan 15m of daar waar de slikken momenteel bestort zijn met breuksteen. Deze kaart dient als hulpmiddel bij de jaarlijkse oeverinspectie.
2. 6-jaarlijks: Ecotoopverschilkaarten voor het vaststellen van erosie van schorren op basis van de 6-jaarlijkse update van de ecotopenkaarten. De kritische erosie waarde wordt op 2m gelegd.
3. 6-jaarlijks: ERI verschilkaarten op basis van voorgaande laten toe om zones met verhoogd erosierisico te identificeren.

3.1.3 Breuksteen-erosie

Bovenstaande hulpmiddelen moeten het recurrent terugstorten van ondergesedimenteerde breuksteen verhinderen. In de zones die boven de bathymetrische opnames gelegen zijn en waar op basis van ERI, de bathymetrische verschilkaart van voorliggend slik en de ecotoopverschilkaarten eerder sedimentatie dan erosie verwacht wordt, is minstens verder onderzoek nodig alvorens breuksteen te storten (bv. prikken naar de breuksteen onder het slik).

3.1.4 Schorrand-erosie

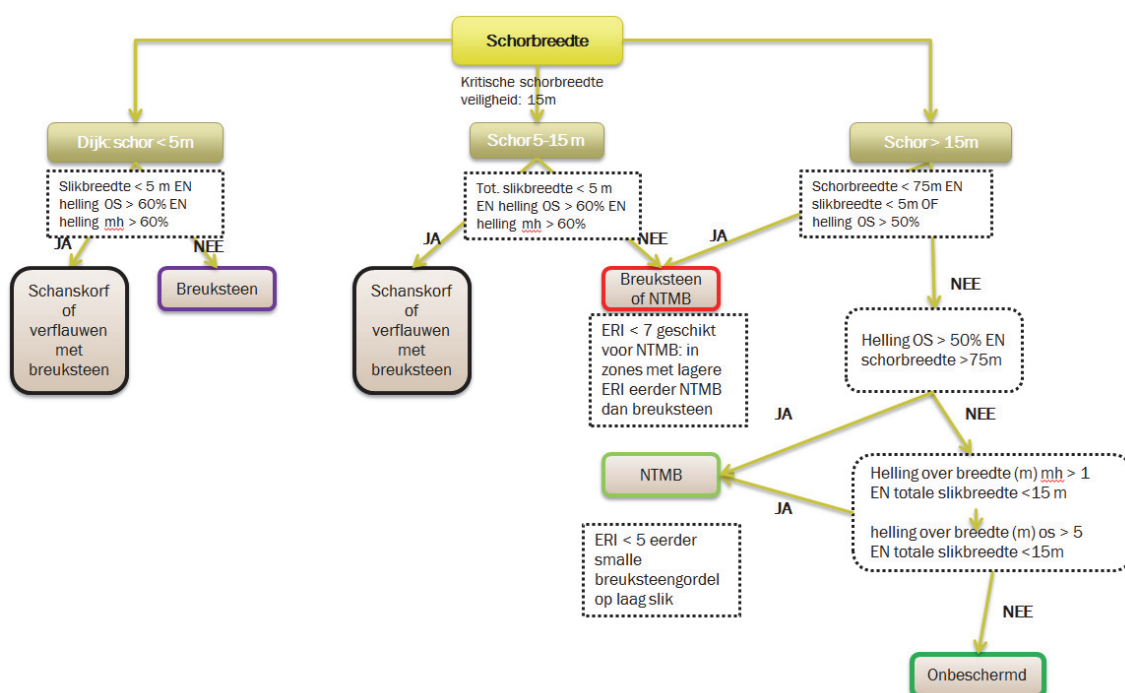
Ongewenste schorrand-erosie wordt gedefinieerd als structurele en niet cyclische erosie (zie natuurlijk patroon 2.1.1). Cyclische evolutie van de schorklif (cyclisch eroderen van de schorklif met daarna opnieuw sedimentatie) en aangroei van slik op de aanwezige breuksteen dienen niet als ongewenste schade te worden aanzien en vergen geen onderhoudsmaatregelen. ERI, bathymetrische en ecotoopverschilkaarten kunnen als hulpmiddel worden gebruikt om eventuele schade en onderhoudsnood te definiëren en localiseren. Zo is schade in een zone waar het schor in het recente verleden niet is verkleind en waar een zeer lage waarde voor erosieindex is, mogelijk maar niet waarschijnlijk.

4 De keuze van het type oeververdediging.

Het duurzaam beheerplan Boven-Zeeschelde beschouwt het toekomstig onderhoud van de oevers. Dit beheer vertrekt vanuit de huidige toestand en de recente evolutie en wenst een objectieve en gefundeerde beslissing te nemen inzake het type oeververdediging bij elk toekomstig onderhoudswerk.

De nood tot onderhoud vloeit voort uit de vaststelling van schade of erosie (§ 3). Het aan te bevelen type van oeververdediging op een specifieke locatie hangt af van twee motieven: garantie op veiligheid en ecologische wenselijkheid.

4.1 Beslissingboom duurzaam oeverbeheer



Figuur 4-1: Voorgesteld stroomschema ter bepaling van het type oeververdediging.

De voorgestelde beslissingsboom wil antwoord bieden op volgende vragen: Onder welke omstandigheden moet een oever(deel) verstevigd worden en welke verdedigingsmethode is aan te bevelen onder welke omstandigheden?

De beslissingboom treedt pas in voege wanneer schade aan de oever is vastgesteld. Deze vaststelling volgt uit de inspectie zoals voorzien in het monitoringsplan (zie boven hoofdstuk 3).

Het oeverbeheer zal worden opgesteld op basis van onderstaande criteria. Het vaststellen van de grenswaarden voor deze criteria wordt toegelicht in paragraaf 4.3. Volgende stappen worden hierbij gevolgd:

Indien **geen schor** aanwezig is, wordt een *klassieke Sigmadijk* voorgesteld (zie paragraaf 2.2). Het slikgedeelte van de bekleding bestaat dan uit breuksteen. Als grenswaarde wordt een

minimale schorbreedte van 5m vooropgesteld, d.w.z. dat als het schor¹ minder breed is dan 5m een klassieke Sigmadijk bekleding onderhouden wordt.

Voor elk type van oeververdediging is er een maximale helling waarboven ze niet meer kunnen toegepast worden. Deze maximale hellingspercentages werden op basis van de huidige situatie bepaald (zie 4.3.2 & 4.3.3). In de zones waar de helling te steil is voor breuksteenbekleding zijn zijn volgende beheeropties mogelijk:

- Het toepassen van een andere verdediging die zich wel onder steilere hellingen kan handhaven zoals schanskorven, damwanden,...
- Het verflauwen van de helling van het slik indien de ruimte voorhanden is.

Omwille van de vele nadelen van de eerste oplossing (duur, moeilijk te inspecteren/onderhouden), geniet de 2^{de} optie steeds de voorkeur op voorwaarde dat de nodige ruimte voorhanden is tussen de vaarweg en de schorhoogte. Een meer duurzame maar ook duurdere optie is het landwaarts verleggen van de dijk zodat de volledige helling kan verflauwen.

Als het **schor breder dan 5m** is, dan dient te worden ingeschat of dit schor op zich de achterliggende dijk voldoende buffert. We gaan uit van vaststelling van de schorbreedte ééns om de 6 jaar, de frequentie waarmee de ecotopenkaarten in dit deel van de Zeeschelde worden opgemaakt (zie ook monitoringsplan, hoofdstuk 3). D.w.z. dat het schor voldoende robuust moet zijn om binnen deze periode niet weggeslagen te worden. De kritische schorbreedte wordt bepaald in paragraaf 4.3.1. Indien het schor smaller is dan dient de schorrand te worden verdedigd. Daarbij moet een keuze worden gemaakt tussen natuurtechnische oeververdediging en breuksteen. De keuze tussen deze twee oeververdedigingstypes wordt ondersteund door de erosierisico index. Indien deze lager is dan 7 is een natuurtechnische oever te verkiezen op deze locaties (zie 4.3.5).

Als het **schor wel breed genoeg is uit veiligheidsoverwegingen**, dient te worden bepaald of er reden is om het schor te verdedigen vanuit ecologisch standpunt. Een schorverdediging kan wenselijk worden indien significante schorerosie gecombineerd met erosie van het voorliggende slik wordt vastgesteld. In deze situatie wordt er op korte tot middellange termijn geen potentie verwacht voor schoraangroei (zie 2.1.1).

Om het wenselijke type oeververdediging bij schade in zones met bredere schorren te adviseren worden een aantal beslissingscriteria doorlopen. Een eerste criterium is opnieuw de schorbreedte en de slikbreedte (zie 4.3.4).

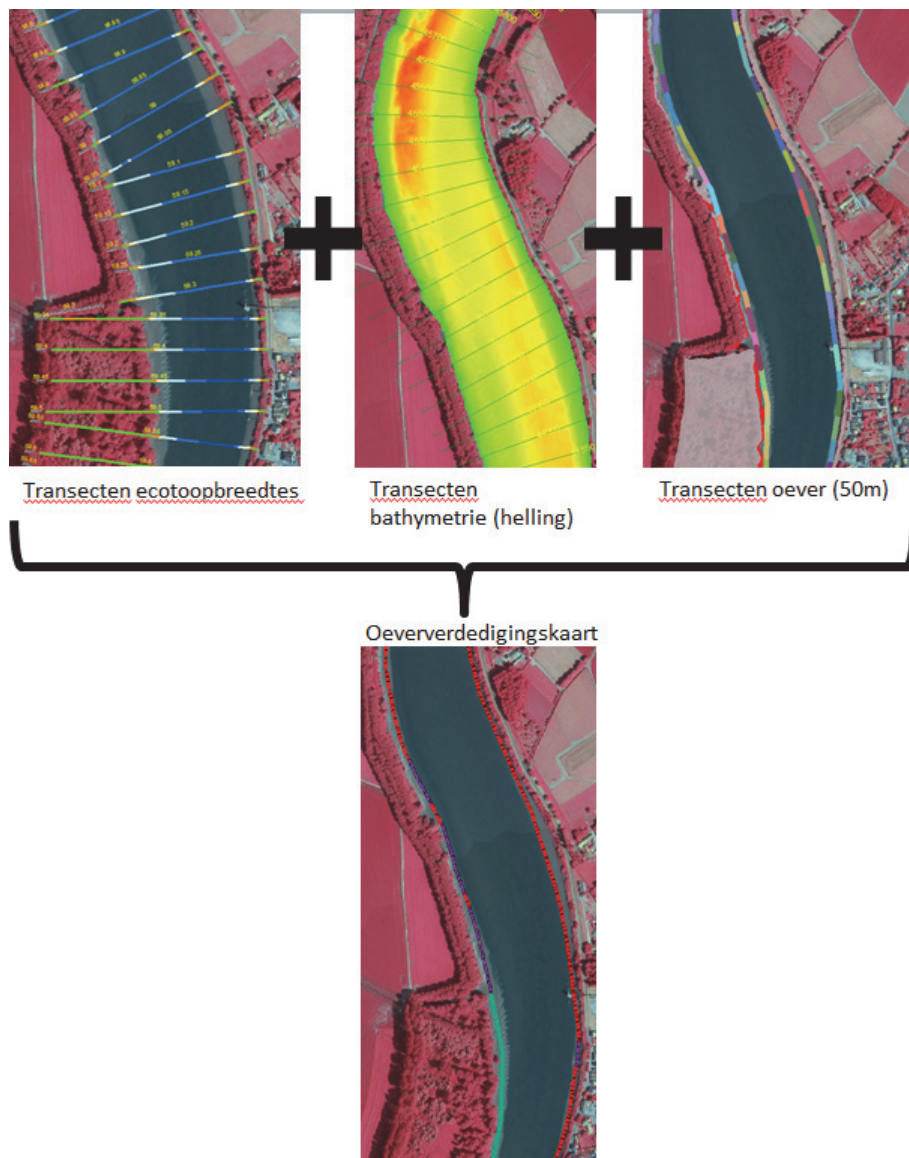
Indien de slikbreedte zeer smal is, het schor smaller is dan de optimale ecologische breedte (zie 4.3.4) en de helling van het ondiep subtidaal zeer steil is, wordt beslist dat een oeverbescherming bij schade wenselijk is. De keuze tussen natuurtechnische vooroevers of breuksteen wordt ondersteund door de erosierisico index (ERI). Indien deze voldoende laag is dan is een natuurtechnische oever te verkiezen op deze locaties (zie 4.3.5). Bredere schorren met een steil ondiep subtidaal en smal slik wijzen op oeverzones onder sterke erosieve druk waardoor er natuurtechnische oeverbescherming geadviseerd wordt bij schade. Vervolgens worden alle oeverzones met schorren breder dan 15m geklasseerd op basis van criteria voor de slikbreedte en de verhouding van helling over breedte van het middelhoog slik en ondiep subtidaal. Steile smalle slikken of smalle slikken gecombineerd met steil ondiep subtidaal wijzen op oeverzones onder sterkere erosieve druk. Voor deze oeverzones wordt geadviseerd om natuurtechnische oeverbescherming te voorzien bij schade. De overige zones hoeven niet beschermd te worden vanuit ecologisch oogpunt.

¹ De bodem van het afgebakende schor kan zowel opgebouwd zijn uit een dijkvoet als uit een effectief voorliggend schorplateau.

Het beheer van de hoge bomen aan de schorrand is ook een belangrijk aspect van het oeveronderhoud. Dit aspect is van belang om het risico op invallende bomen te verkleinen en mogelijke schade aan schepen te beperken door potentiële aanvaring met drijfhout. Dit wordt besproken in hoofdstuk 6.

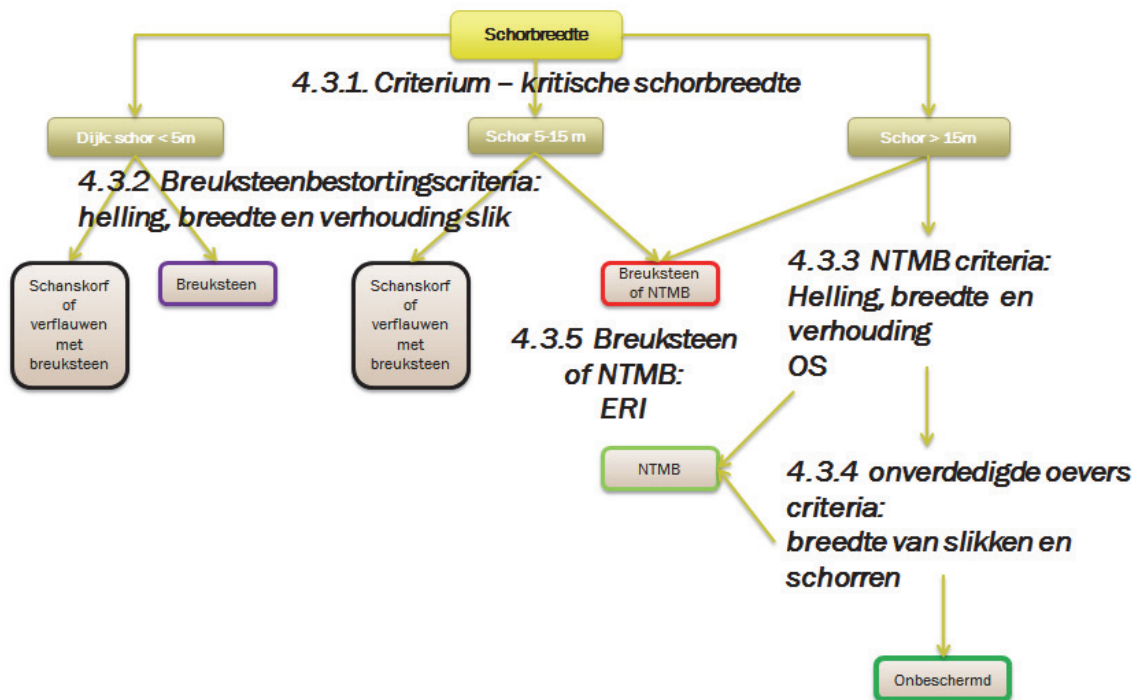
4.2 Methode opmaak oeververdedigingskaart

Om de beslisboom te kunnen automatiseren werden grenswaarden voor de criteria bepaald en de informatie over deze criteria werd in verschillende datalagen, aangemaakt in een geografisch informatie systeem (ArcGis 10) samengebracht.



4.3 Grenswaarden voor de criteria

In deze paragraaf worden in detail de verschillende criteria toegelicht in deelparagrafen.



4.3.1 Criterium – kritische schorbreedte

Voor de berekening van de kritische schorbreedte gaan we uit van een monitoringscontrole van de schorbreedte (zie 3.1) één om de 6 jaar. Dit betekent dat de sterkte van het schor breed genoeg moet zijn om niet weggeslagen te worden binnen deze periode.

Voor de bepaling van de kritische oeverbreedte werd door IMDC een inschatting gemaakt van de potentiële erosiesnelheid van een onbegroeide klei-oever. Deze oefening is een benadering waarbij bijvoorbeeld geen rekening kon worden gehouden met het effect van doorworteling van de bodem.

De erosiesnelheid van klei onder invloed van een golfbelasting kan worden uitgerekend met volgende formule (sterktebepaling van dijktaluds – Waterloopkundig laboratorium, 1994):

$$E_{klei} = \frac{H_s^2}{0.4 \cdot c_{RK}} \cdot t_s$$

Hierin zijn

- t_s de duur van de belasting (s)
- H_s de significante golfhoogte (m)
- c_{RK} maat voor de erosiebestendigheid van klei (ms)

Gezien bij natuurlijke verdedigingen (en dus ook bij onverdedigde slikken en schorranden) vooral de duur van de belasting een rol speelt zijn secundaire golven hier maatgevend. De primaire golven hebben immers een korte belastingduur (het betreft immers slechts 1 golfperiode), terwijl de belasting door secundaire golven langere tijd aanhoudt.

De secundaire golven lopen evenwijdig en zo wordt de oever over een afstand gelijk aan de lengte van het schip door secundaire golven belast. De belastingduur wordt dan:

$$t_s = \frac{L_{\text{schip}}}{v_s}$$

Met

L_{schip} de lengte van het schip [m] (80m)
 V_s de vaarsnelheid van het schip [m/s] (5.5 m/s)

Op basis van de gemiddelde waarden van schepen komen we tot een belastingduur van 14,5 s.

Voor de significante golfhoogte H_s wordt de gemiddelde significante golfhoogte van de secundaire golven aangenomen, deze bedraagt 0,35 m.

Grondsoort	Waarde voor c_{RK} [ms]
Zeer goede klei	54 000
Goede klei	34 000
Gestructureerde klei	16 000
Matige klei	7 000
Zand	0

De bodems van de schorren zullen divers zijn met een relatief lange vormingstijd. Uit Mikkelsen et al. 2011 en Van Braeckel et al. 2009 blijkt dat schorren in de Boven-Zeeschelde voornamelijk uit kleibodems bestaan tov brakke schorren waar groter aandeel aan zand in de bodems zit. Er is een gemiddelde voorzichtige aanname gedaan van $c_{RK} = 16000$ ms.

Het aantal scheepspassages wordt bepaald aan de hand van de meldingen aan de sluizen van Merelbeke en Dendermonde en bedroeg in 2007 (een jaar voor het begin van de economische crisis) 9115. De potentiële horizontale erosie op 6 jaar bedraagt dan:

$6 \text{ (jaar)} \times 9115 \text{ (scheepspassages/jaar)} \times E_{\text{klei}} \text{ (m)}$

$$E_{\text{klei}} = 6 \cdot 9115 \cdot \frac{H_s^2}{0,4c_{RK}} t_s = 6 \cdot 9115 \cdot \frac{0,35^2}{0,4 \cdot 16000} \cdot 14,51 = 14,82 \text{ m}$$

15 m is op basis van bovenstaande gedachtengang gehanteerd als minimaal criterium van de schorbreedte voor de garantie van de veiligheid.

4.3.2 Stortcriteria breuksteen

Er bestaan stabiliteitsformules voor het berekenen van stortdiameters van breuksteen op specifieke locaties met tal van afhankelijkheden zoals stroomsnelheid, helling, golfhoogtes, diepte van de waterkolom, dichtheid etc.. Bovendien bestaan er grote verschillen tussen de berekeningsmethodes (bv. NCHRP, 2006). De meest directe manier om criteria te bepalen is het nagaan van de stabiliteit van breuksteen op het terrein. Dit kan aan de hand van een beschrijving van de oevers waar breuksteen ligt en waar bv. regelmatig moet gestort worden. Het effectief voorkomen van breuksteen op het terrein heeft een idee bij welke hellingen de breuksteen voorkomt en proefondervindelijk (met de huidige stortdiameter) ook stabiel is.

4.3.2.1 Oeverhelling in relatie tot aanwezigheid van breuksteen

Het afleiden van de criteria gebeurt op basis van aanwezigheid van breuksteen in het middelhoog en hoog slik van de Boven-Zeeschelde.

Methode: uit de ecotopenkaart worden de zones geselecteerd met hard antropogeen op het slik op basis van een 50 meter transectenkaart. Voor elk van deze zones werd op basis van het gecombineerd 1mx1m grid bestaande uit de bathymetrie en dtm 2009 de maximale en gemiddelde helling berekend (ARCGIS Spatial Analyst – Slope functie). Merk op dat een helling hier slaat op een gridhelling wat een soort uitgemiddelde helling over 2m vormt. Op microschaal kunnen in werkelijkheid steilere of flauwere hellingen mogelijk zijn.

In de onderwater zone grenzend aan het slik - ondiep subtidaal - en voor de breedste slikzone –middelhoog slik wordt onderzocht bij welke huidige hellingen momenteel breuksteen ligt op de oevers van de Zeeschelde. Omdat de oeververdedigingskaart moet toegepast worden op de Boven-Zeeschelde focussen we voor de afleiding van criteria op de spreiding in de zoete zones.

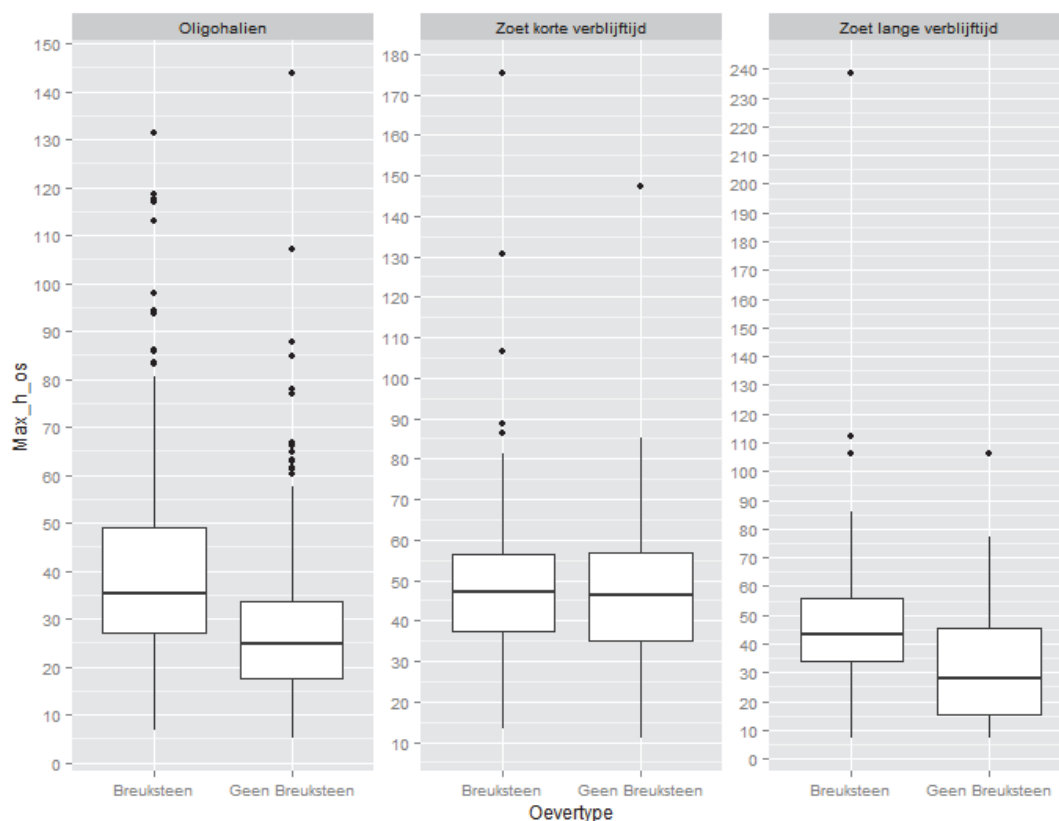
Helling ondiep subtidaal

In de ecozone zoet lang zijn de zones zonder breuksteen gekenmerkt door flauwere helling in het ondiep subtidaal. Onbeschermd oevers komen zelden voor bij een helling steiler dan 50%. Breuksteen komt zelden voor bij hellingen van het ondiep subtidaal die steiler zijn dan 60%. Dit hellingscriterium voor het ondiep subtidaal wordt beschouwd als maximale helling voor breuksteen.

Criterium

Onbeschermd ondiep subtidaal < 50%

Schanskorf maximale helling van ondiep subtidaal > 60%



Figuur 4-2. Maximale helling ondiep subtidaal per ecozone opgedeeld in oevers met en zonder breuksteen.

Helling middelhoog slik

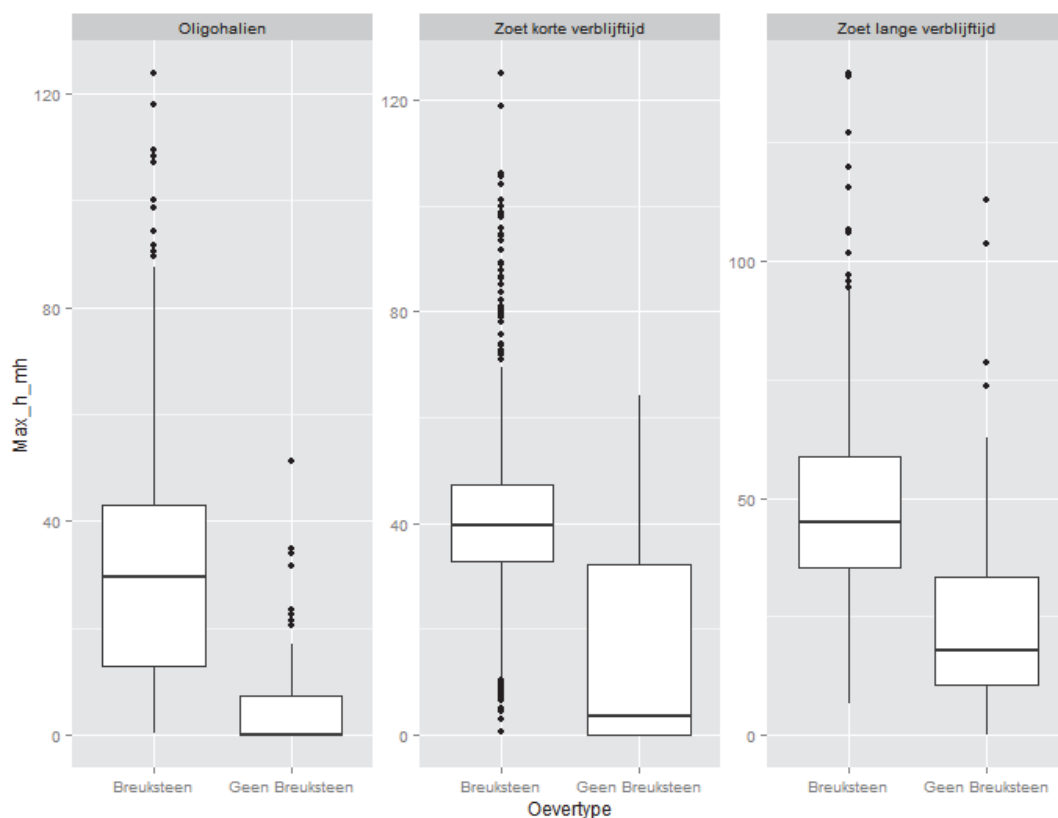
Slikken die niet bestort zijn met breuksteen zijn significant minder steil dan oevers die bestort zijn. Er vanuit gaande dat de huidige oeververdediging representatief ("proefondervindelijk") is voor de criteria van onbeschermden oevers wordt een scheiding gelegd op maximale slikhelling van 35%. Breuksteen wordt zelden gelegd bij hellingen steiler dan 60%. Steilere helling geven indicatie dat andere types van oeververdediging gebruikt worden.

Criterium

Onbeschermd: maximale helling < 35%

Breuksteen/NTMB: maximaal helling 35-60%

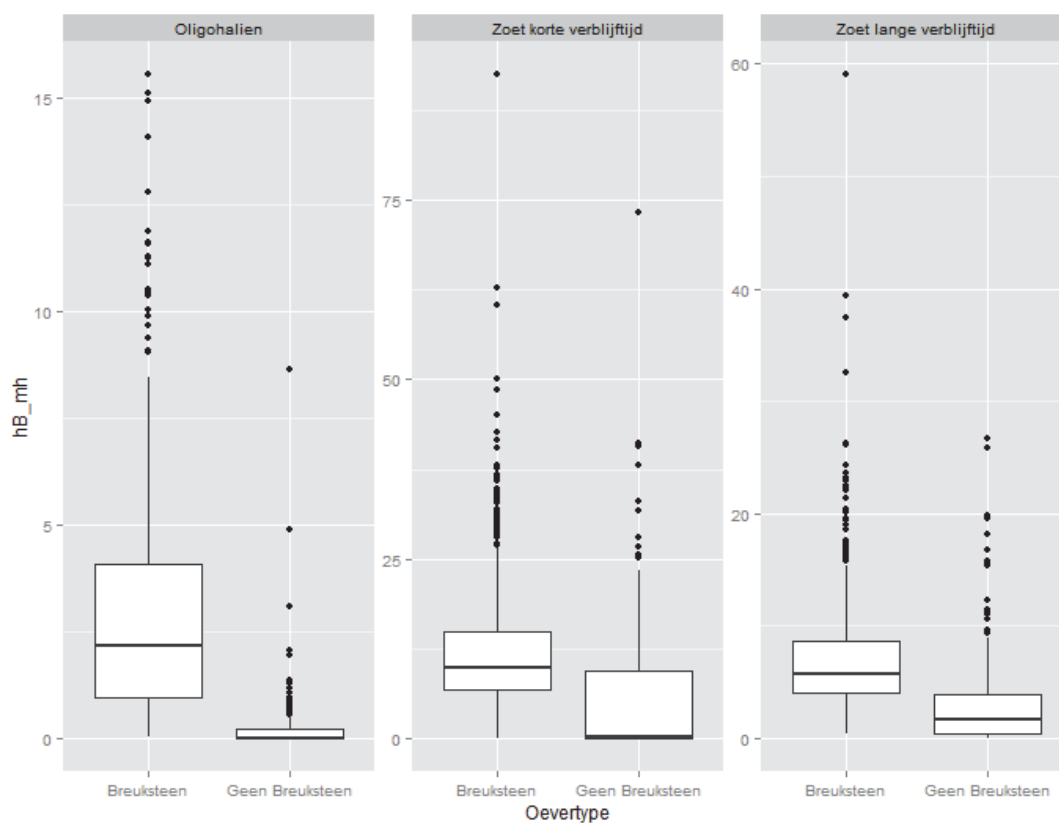
Crit Schanskorf: maximaal helling > 60%



Figuur 4-3. Maximale helling in de zone middelhoog slik per oevertype met en zonder breuksteen.

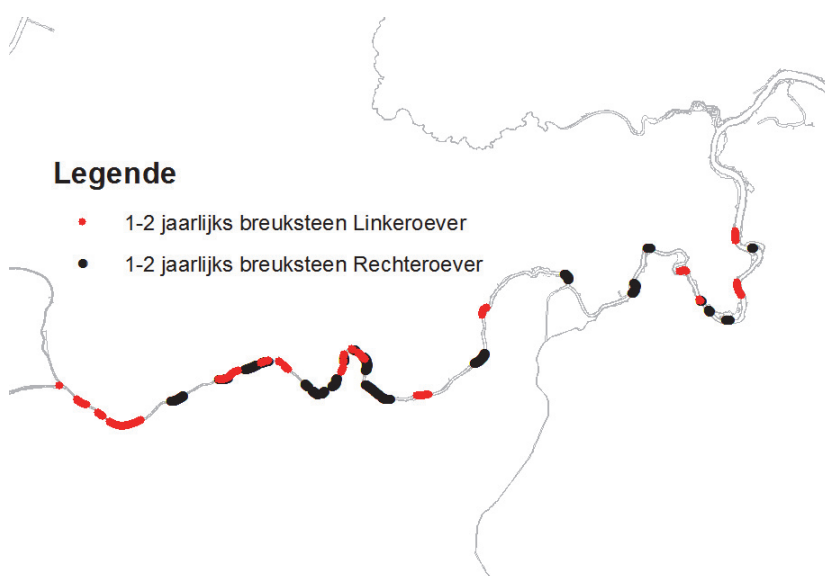
Verhouding helling over breedte middelhoog slik

Maximale helling is een belangrijk criterium voor de stabiele aanleg van breuksteenzones. Is het middelhoog slik voldoende breed en is de totale breedte ook voldoende breed dan kan de zone in aanmerking komen om niet verdedigd te worden. Verdediging komt momenteel zelden voor in zones met verhouding helling over breedte kleiner dan 1. Zones waar er toch nood is om te verdedigen bij schade zijn relatief smallere zones waar de totale slikbreedte klein is.



Figuur 4-4. Helling % over breedte (m) voor het middelhoog slik voor oeverzones met en zonder breuksteen

4.3.2.2 Helling van zones waar volgens het huidige beheer breuksteen regelmatig moet bijgestort worden

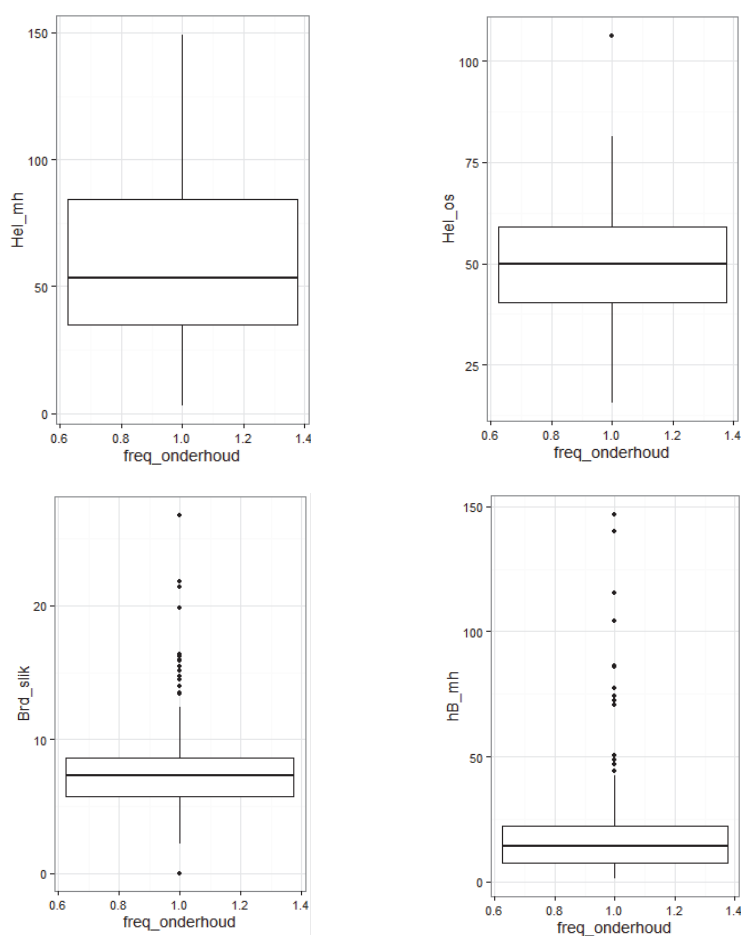


Figuur 4-5. Zones met frequent onderhoud – huidige situatie (data IMDC, 2014b).

Methode:

In de inventarisatie rapportage (IMDC, 2014b) werden de zones gekarteerd waar momenteel regelmatig (minstens 1 à 2 jaarlijks) breuksteen moet gestort worden (Figuur 4-5). Specifiek voor deze zones werden de oeverkenmerken geïnventariseerd (Figuur 4-6).

De oevers in deze zones zijn gekenmerkt door smal steil slik en steil ondiep subtidaal. Het mediane hellingspercentage van de zones met frequent onderhoud liggen dicht bij de criteriumgrens geschikt geacht voor breuksteen (zie 4.3.2.1). Een frequent onderhoud in deze zones is niet verwonderlijk en heel wat van de zones zijn op basis van de criteria te steil voor duurzame breuksteenbestorting. De geadviseerde maatregel zal voor deze zones vaak verflauwen of een ander type oeververdediging zijn dat kan aangebracht worden op steilere hellingen (schanskorven, damwanden).



Figuur 4-6. Helling % middelhoog slik (Hel_mh), helling % ondiep subtidaal (Hel_os), totale breedte slik (m) (Brd_slik) en helling % over breedte (m) van het middelhoog slik voor de zones waar actueel frequent onderhoud nodig is.

4.3.3 Criteria – bescherming door natuurtechnische vooroevers

Methode:

17 alternatieve oeververdedigingsconstructies – Natuurtechnische milieubouw vooroevers (NTMB) – gelegen langs de Schelde tussen Antwerpen en Dendermonde werden in de

periode 2004-2009 jaarlijks geïnspecteerd. Ze werden opnieuw in 2013 geïnspecteerd. De inspectie van de oeververdedigingen gebeurt vanop een boot. De toestand van de vooroever werd beoordeeld op basis van de evolutie na de plaatsing van de perkoenpalen met de wijmenstructuur. Sedimentatie in de vakken en het fysisch intact blijven van de constructie worden als OK beoordeeld; erosie of wegslaan van de vooroevers is nt_OK beoordeeld (Michels et al., 2014).

Op basis van de informatie die gekoppeld is aan de berekening van de erosierisicoindex werd om de 250m een datapunt bekomen met informatie over de helling per fysiotoop, de breedte van de oever, de golfhoogte en de stroomsnelheid. Op deze manier werden 28 meetpunten bekomen in de dataset. Voor deze punten was het mogelijk om de toestand van de NTMB vooroevers te koppelen aan kenmerken van de vooroever. Of met andere woorden bij welke abiotische kenmerken was de vooroever effectief als oeververdediging en vanaf welke waardes bleek de oeverconstructie eerder onstabiel. Voor meer informatie over de variabelen wordt verwezen naar Michels et al. (2014).

Een analyse van de data resulteert in potentiëel interessante variabelen om de keuze tot het al dan niet aanleggen van NTMB vooroevers te onderbouwen. Scheepsgolfbelasting en maximale stroomsnelheden correleren ook goed met de toestand van de NTMB vooroevers. Deze variabelen worden echter voor deze doeleinden hier niet besproken omdat we focussen op variabelen die relatief eenvoudig af te leiden zijn uit de basisdata van de gevoerde monitoring.

1. maximale helling van het ondiep subtidaal

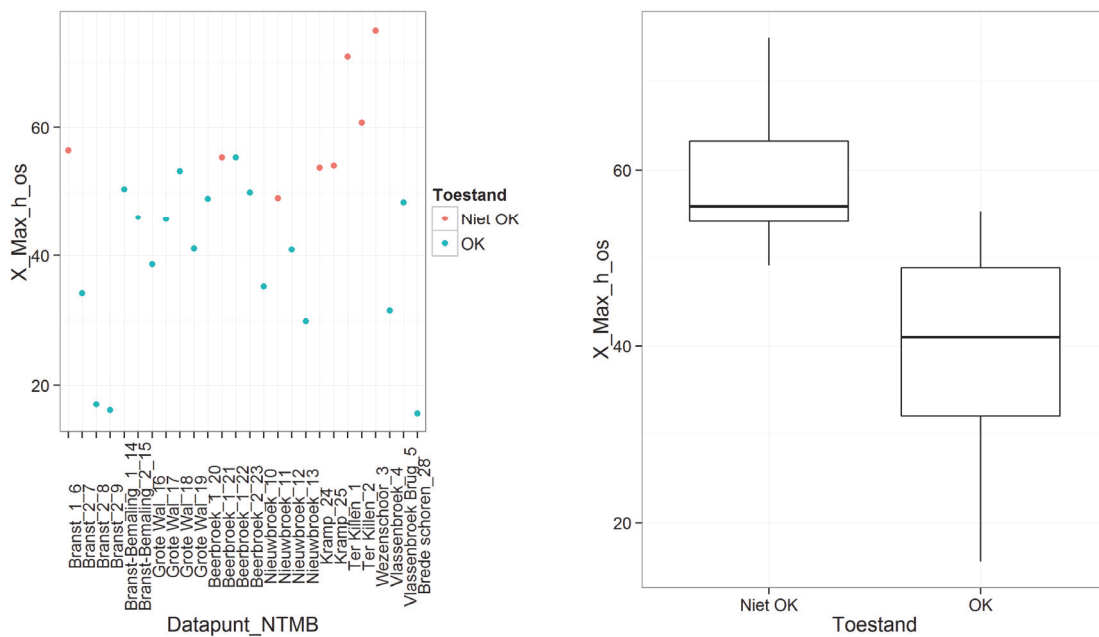
Er blijkt een goede correlatie met maximale helling van het ondiep subtidaal en de toestand van de vooroever: hoe steiler hoe minder stabiel. De kritische waarde wordt bepaald op ~50% (Figuur 4-7). De helling van het middelhoog slik vertoont een minder goede relatie met de toestand – in veel gevallen is deze oever bestort en de helling beïnvloedt door de constructie zelf. Voor de helling van het middelhoog slik criterium hanteren we de criteria van de bekomen waarden voor breuksteen (zie 4.3.2.1).

2. helling breedte verhouding van het ondiep subtidaal

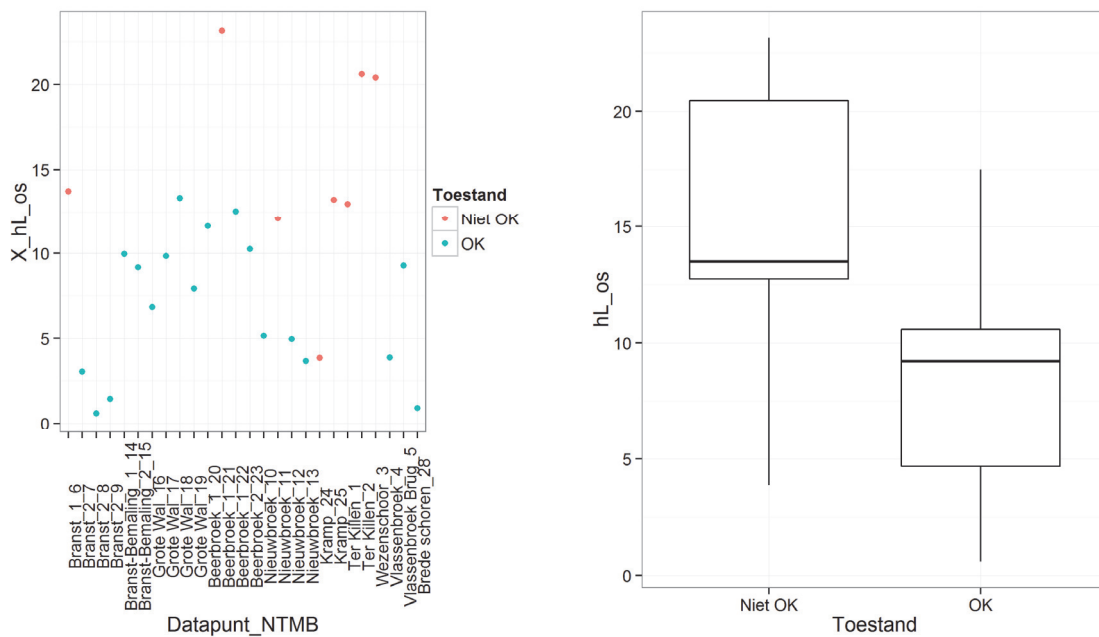
Er is ook een goede voorspelling op de toestand van de vooroever door de helling breedte verhouding van het ondiep subtidaal (Figuur 4-8). Steile smalle ondiep waterzones voorspellen onstabiele NTMB vooroever. De kritische waarde voor een NTMB oever in goede toestand ligt ongeveer op 12à13 %/m. Op basis van de criteria voor onverdedigde oevers (zie 4.3.4) wordt gekozen voor een NTMB indien de verhouding groter is dan 5.

3. helling breedte verhouding van het middelhoog slik

De verhouding verschilt in de dataset niet voor deze variabele tussen een goede of slechte toestand. Alle NTMB-vooroevers werden aangelegd of evoluerenden tot een verhouding van ongeveer 3-5 %/m.



Figuur 4-7. Maximale helling ondiep subtidaal zone en classificatie van de alternatieve oeververdediging volgens de toestand.



Figuur 4-8. Helling % over breedte (m) voor het ondiep subtidaal zone en classificatie van de alternatieve oeververdediging volgens de toestand.

4.3.4 Criteria – onverdedigde oevers

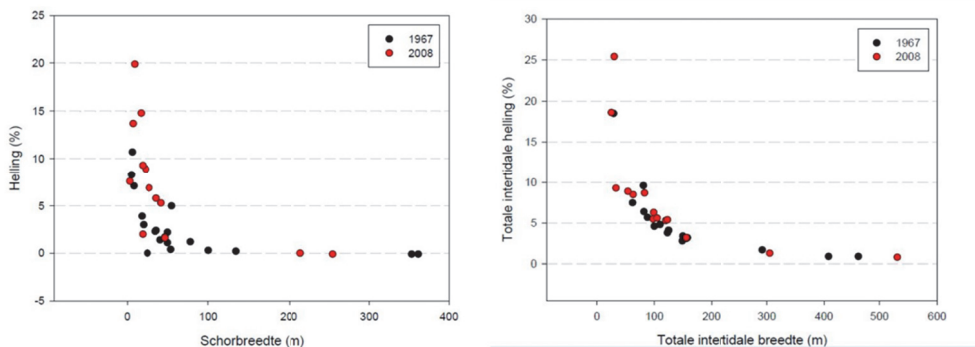
De criteria om zones onbeschermd te laten na het vaststellen van erosie zijn deze oeversecties waar potentieel een natuurlijke slik-schorcyclus zich kan voltooien (2.1.1). Het zijn zones waar de natuurlijke overgangen in het zacht substraat naar de schorrand en achterliggende schor bij voorkeur onverdedigd blijven. De selectie van deze zones is gebaseerd op een 'negatieve' selectie: het zijn deze zones waar de classificatie uitwijst dat

een verdediging niet nodig is omdat de hellingen flauw genoeg zijn of omdat de oeverzones breed genoeg.

De criteria zijn dan de volgende:

- Schorbreedte en totale intertidale breedte

Piesschaert et al., 2008 kwamen tot de bevinding dat er voor een schor en voor de totale intertidale breedte (schor plus voorliggend slik) in de Zeeschelde kritische breedtes bestaan waaronder de helling plots zeer snel boven de kritische hellingswaarde van 5% uitstijgt (Figuur 4-9). Voor een schor bedraagt deze breedte 50-75 m, voor de totale intertidale breedte 90-130m. De slikbreedte zal dus tussen de 15-80m liggen.



Figuur 4-9. Verband tussen helling en breedte van een schor (a) en van de totale intertidale breedte (b) (Piesschaert et al., 2008).

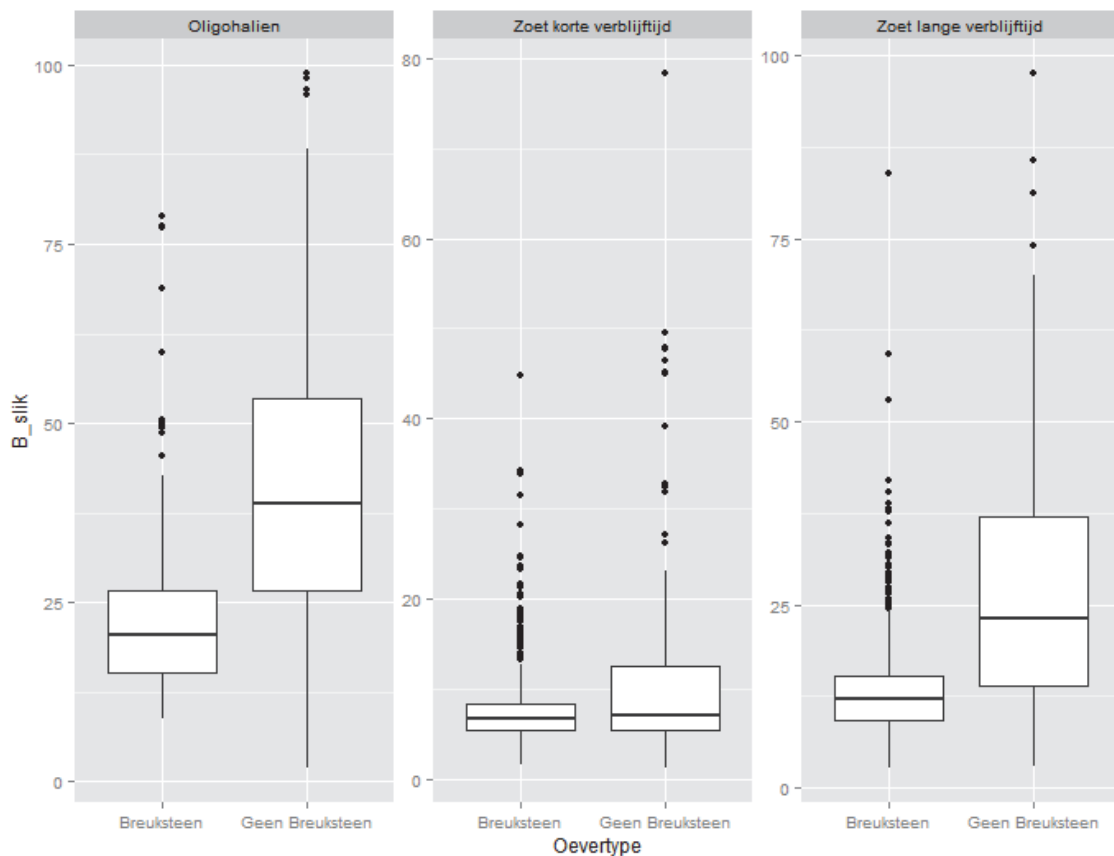
Volgende criteria worden hierdoor gesteld:

Een schorbreedte > 75m wordt beschouwd als voldoende breed (op voorwaarde er geen steil ondiep subtidaal aanwezig is)

en de slikbreedte > 15m voor een minimale uitgangssituatie van onverdedigd schor. Ook het slikbreedte criterium wordt in combinatie met andere morfologische kenmerken gebruikt.

Breedte slik in zones zonder breuksteen

De totale breedte van het slik is breder in zones zonder breuksteenverdediging. Zones smaller dan 15m zijn vaak verdedigd. Bredere zones zijn momenteel vaker onverdedigd. Deze breedte komt overeen met de gestelde minimale breedte van 15m slik om een oever onverdedigd te laten (zie boven).

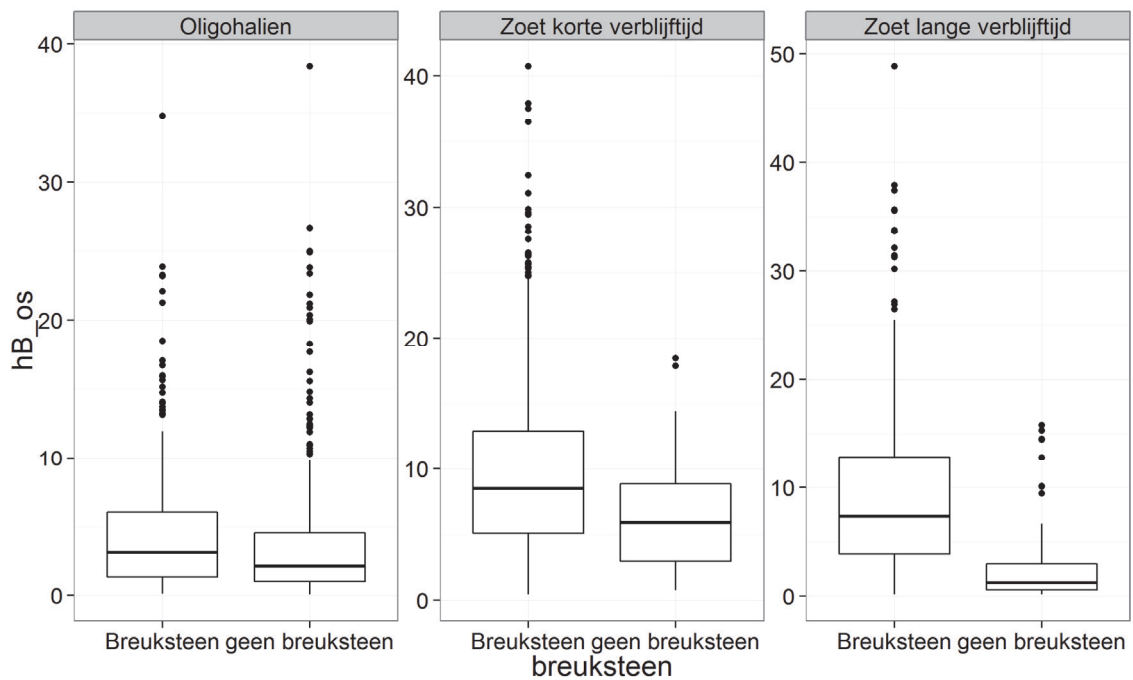


Figuur 4-10. Totale breedte (m) slik voor oeverzones met en zonder breuksteen

- Helling % over breedte (m) middelhoog slik < 1
- Helling % over breedte (m) ondiep subtidaal < 5

De criteria waarden kunnen afgelezen worden voor slikbreedte en helling % over breedte voor het middelhoog slik in Figuur 4-3 en Figuur 4-10.

In Figuur 4-11 is de verhouding van de maximale helling over de breedte van het ondiep subtidaal weergegeven voor de verschillende saliniteitszones. Hierbij is de verhouding vergeleken voor dwarssecties met en zonder breuksteen op het slik. De analyse toont dat de onverdedigde schorren momenteel lagere verhouding hebben: flauwere helling en bredere ondiep water zone. Het criterium van < 5 werd afgeleid uit de zone met 'zoet met lange verblijftijd'.



Figuur 4-11. Verhouding van de maximale helling over de breedte van het ondiep subtidaal (os) in zones met en zonder breuksteen in de saliniteitszones.

4.3.5 Erosieriscico index

De Erosieriscico index wordt enerzijds gebruikt als hulpmiddel bij de monitoring en anderzijds is de index ondersteunend bij de keuze voor het aanbrengen van breuksteen of het werken met natuurtechnische milieubouwoplossingen.

Michels et al. (2014) tonen dat natuurtechnische vooroevers in de Boven-Zeeschelde doorgaans in goede toestand zijn indien de ERI kleiner is dan 7. Dit criterium wordt voor het oeverbeheer naar voor geschoven als beslissingsondersteunend hulpmiddel voor de beheerder. Bij lagere ERI (<5) in zones die voldoen aan de NTMB criteria is een alternatieve oplossing het slik te fixeren met een breuksteengordel op laag slikniveau (2.3.2.2).

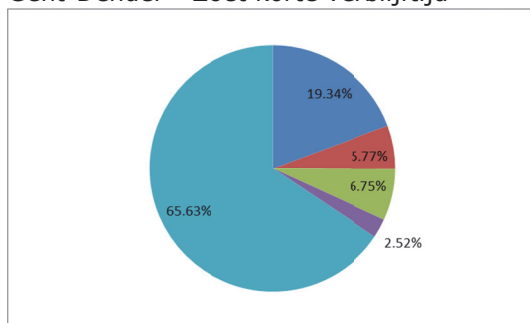
5 Bespreking Oeververdedigingskaart

In dit hoofdstuk worden per ecozone de resultaten van de beslisboom besproken. De ecozone 'zoet korte verblijftijd' situeert zich van Gent tot de dendermonding, 'zoet lange verblijftijd' van dendermonding tot durmemonding en 'oligohalien' van durmemonding tot Burcht. In bijlage (kaartenatlas) worden de resultaten getoond per deeltraject.

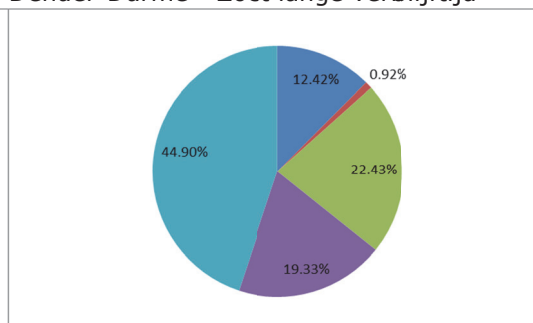
Tabel 5-1. Samenvattende tabel met de bepaalde oeververdedigingslengte (km) per ecozone en voor de Boven- Zeeschelde in totaal.

	ZOET KORTE VERBLIJFTIJD	ZOET LANGE VERBLIJFTIJD	OLIGOHALIEN	TOTAAL BOVEN ZEESCHELDE
Schanskorf/damwand of Verflauwen	3.28	0.40	0.91	4.60
Breuksteen	11.01	5.45	11.47	27.93
Breuksteen voor schor of NTMB	37.36	19.70	16.41	73.48
Breuksteengordel op laag slik of NTMB	3.84	9.84	1.70	15.39
Onbeschermd	1.43	8.48	12.67	22.59

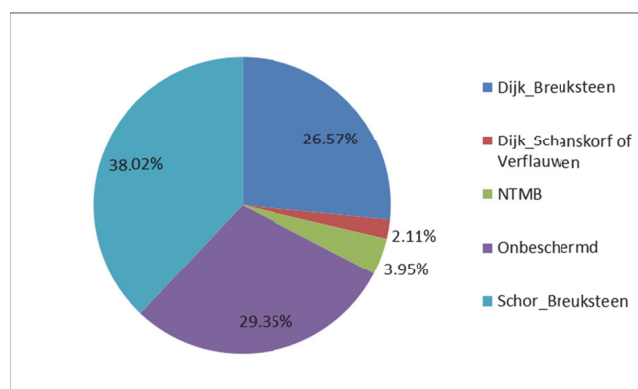
Gent-Dender - Zoet korte verblijftijd



Dender-Durme - Zoet lange verblijftijd



Durme tot Burcht - Oligohalien



Figuur 5-1. Procentueel aandeel van de oeververdedigingstypes voorgesteld in de oeververdedigingskaart per ecozone.

5.1 Gent – dendermondig: Zoet korte verblijftijd

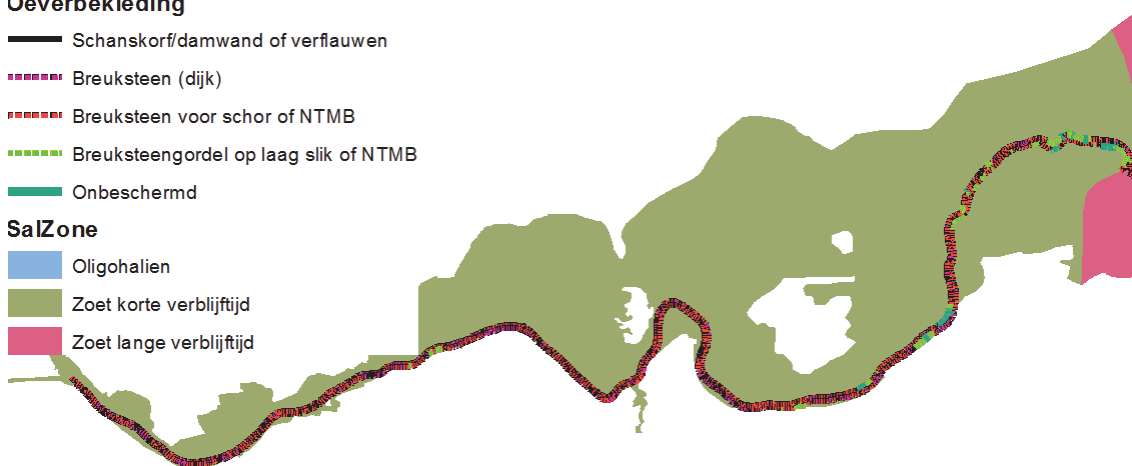
Legende

Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

SalZone

- Oligohalien
- Zoet korte verblijftijd
- Zoet lange verblijftijd



Figuur 5-2. Oeververdedigingskaart: zone Gent – Dendermondig (zoet korte verblijftijd).

De oeververdedigingskaart toont in de zone 'zoet met korte verblijftijd' oeversegmenten die niet geschikt zijn voor het storten van steenbestorting (6% van de oeverlengte). Momenteel worden deze oeversegmenten vaak frequent bijgestort (zie Figuur 4-5) of zijn het zones die als kaai zijn aangelegd. Deze kaart is hiermee een indicatie dat heel wat oeverzones in de meest stroomopwaartse zone op de grens liggen van wat met breuksteen stabiel kan worden gehouden. Of met andere woorden in deze zones is de Zeeschelde vaak te diep, met een te breed vaarprofiel (dubbelstrooks-krap), met als gevolg te steile oevers om duurzame stabiliteit te garanderen met de gangbare breuksteenbestorting.

Verschillende van de zones met huidig frequent onderhoud zijn zones waar de duurzame bathymetrie ingrepen voorziet. Deze ingrepen verbreden het vaarprofiel en zullen het erosierisico op de oever verder vergroten. Hiermee zal de beheerder rekening moeten houden.

De mogelijk 'harde' oeververdediging op deze locaties zijn schanskorven of damwanden. Deze zijn echter relatief duur in aanleg en ecologisch minder gewenst (THV Sigma Dijle, 2008). Indien mogelijk is het wenselijk om deze erosiegevoelige oeverzones te verflauwen. Deze verflauwing gebeurt door lokaal te verondiepen maar hiermee komt de beheerder vaak in conflict met de gestelde benodigde vaargeulbreedte en/of diepte. Indien er geen ruimte is tot het gedefinieerde vaarprofiel kan overwogen worden om de helling te verflauwen richting het (smalle) schor of door de dijk landwaarts te verschuiven. De helling van de oeverzone moet flauwer dan 60% aangelegd worden voor relatief stabiele steenbestorting mogelijk te maken.

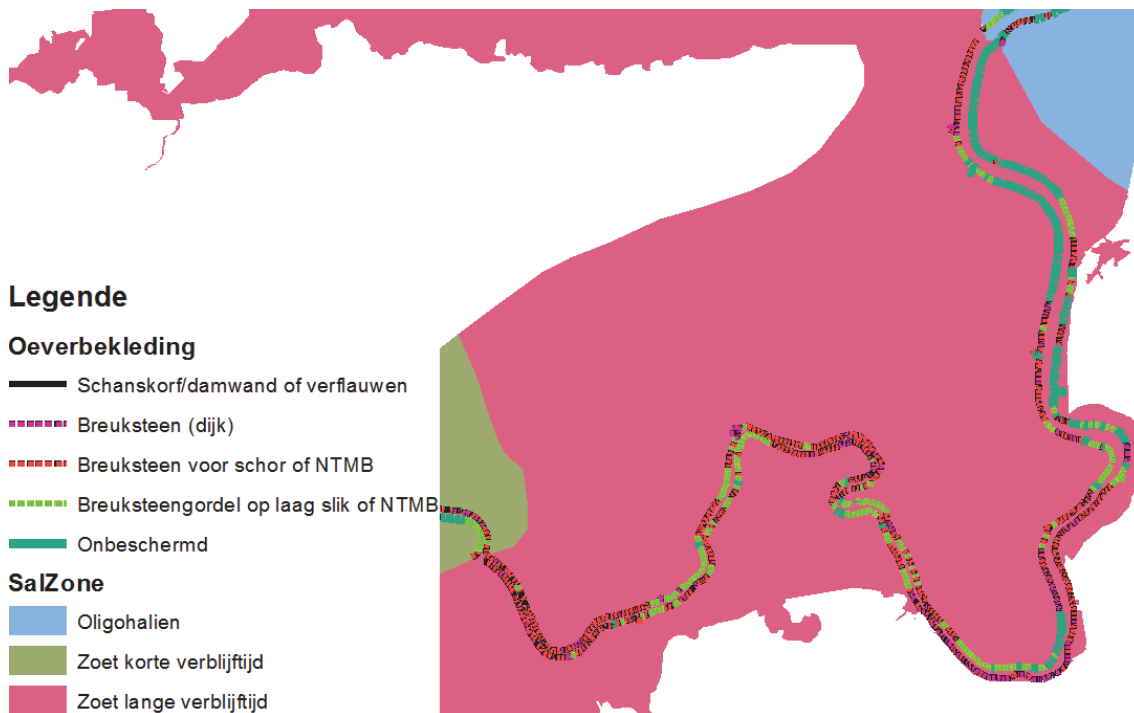
Voor 85% van de oeverlengte (ruim 38km) wordt een oeververdediging met breuksteen voorgesteld (zie 2.2). In de zone 'zoet met korte verblijftijd' wordt eerder gekozen voor een breuksteenbestorting omdat de erosierisicoindex voor de meeste oevers hoger is dan klasse 7 (zie kaartenatlas).

Voor een oeverlengte van bijna 4 km wordt een natuurtechnische oeververdediging (zie 2.2) voorgesteld. In deze zone is een breuksteengordel op het laag slik (zonder NTMB) minder te verkiezen gesteld het hoger erosierisico en de relatief smallere slikken.

Slechts 1,4 km van de oevers (2.5%) kan in de huidige hydromorfologische context onbeschermd gelaten worden bij het vaststellen van een onderhoudsnoed. In de huidige

context is de Boven-Zeeschelde in deze zone te smal voor de gegeven waterdiepte om oevers met een natuurlijke oevercyclus te hebben waar geen onderhoudskost nodig is.

5.2 Dendermondung tot durmemondung: Zoet lange verblijftijd

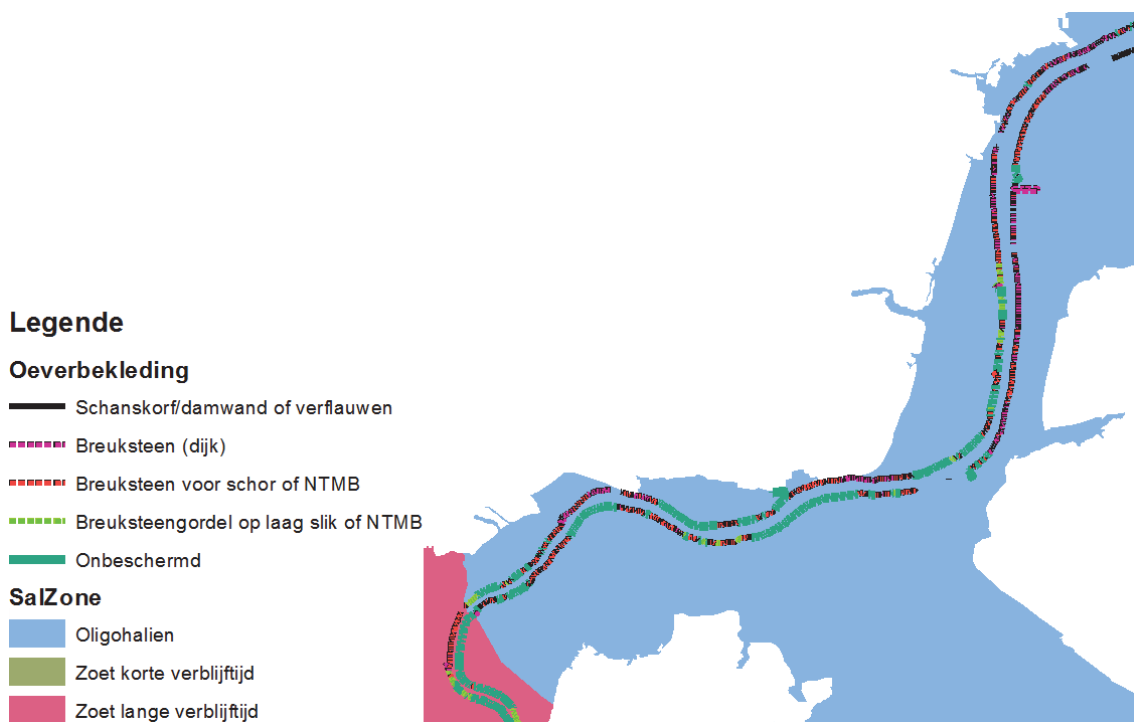


Figuur 5-3. Oeververdedigingskaart: zone Dendermondung tot Durmemondung.

De oeververdedigingskaart toont dat de rivier geleidelijk meer ruimte heeft waardoor de erosiedruk op de oevers kleiner wordt, in combinatie met bredere schorren is er een graduele toename in de zone merkbaar van onbeschermd zones of zones met een NTMB oever (40% van de oeverlengte). De langste oeverlengte aan NTMB is ook voorspelt in deze zone (bijna 10km). Momenteel is er in deze zone ongeveer 6km NTMB aanwezig, voornamelijk overlappend met de aangewezen NTMB zones of Schorbreuksteen_NTMB zones.

De grootste oeverlengte wordt beschouwd als een schorzone met een breuksteen verdediging of met een NTMB waar de ERI lager is dan 7 (19.7 km). In tegenstelling tot de stroomopwaartse zone zijn er in deze zone verschillende potentiële lokaties waar het wenselijk is een NTMB te voorzien in plaats van de slikzone te bestorten met breuksteen.

5.3 Durmemonding tot Burcht: Oligohalien



Figuur 5-4. Oeververdedigingskaart: zone durmemonding tot Burcht.

In deze zone zijn er grote contrasten tussen de oevers. De zone is gekenmerkt door proportioneel en in totaal aantal oeverkilometer het grootste aandeel aan smalle oeverzones met breuksteen (dijk_breuksteen). Deze laatste zone is grotendeels de rechteroever vanaf Hoboken stroomopwaarts tot aan de Rupelmonding. Anderzijds is het ook de zone met proportioneel en in totaal aantal oeverkilometer het grootste aandeel aan onbeschermd oeverzone. Er is slechts een klein aandeel van de oevers als NTMB geklasseerd. Er is echter wel potentie voor NTMB oevers in de zones die als Schor_breuksteen of NTMB zijn geklasseerd indien in de zone de ERI lager is dan 7.

5.4 Huidige breuksteenzones versus toekomstige breuksteenzones

In onderstaande bespreking bekijken we in detail hoe het voorgestelde oeververdedingstype verschilt van het huidige verdedingstype 'breuksteen'.

Om deze vergelijking te maken werden dezelfde dwarstransecten van de oeververdedigingskaart (zie 4.2) gelegd over van de breuksteenkaart van de Boven-Zeeschelde anno 2013 (Geomorfologische kaart 2013_BOZ_V2, data INBO). Zo kon om de 50m bepaald worden in welke oevertransecten zich breuksteen bevindt in de huidige situatie. De analyse betreft de Boven-Zeeschelde tot aan de Rupelmonding.

Over een lengte van bijna 4km stelt de oeververdedigingskaart voor om de oevers te verflauwen of met een ander type oeververdeding te werken (bv. schanskorven, damwanden). Op 90% van deze zones bevindt zich nu breuksteen. Deze zones zijn momenteel vaak kaaien of zones die frequent moeten bestort worden.

Er is een zeer hoog overeenkomstig percentage aan breuksteen in de zones waar breuksteen op de dijkvoet en breuksteen voor schor wordt voorgesteld. 91-95% van deze zones is

momenteel reeds verdedigd met breuksteen. De overige oevers zijn momenteel vaak constructies of in enkele gevallen momenteel onverdedigd (of zonder zichtbare breuksteen). In zones met lage ERI waarden is in de zones met Schor_breuksteen ook de aanleg van NTMB te overwegen.

Over de lengte van 13km waar een NTMB oever wordt voorgesteld is er momenteel ongeveer 89% van deze oevers bestort met breuksteen (een deel hiervan is nu reeds NTMB ~5km). 1,5 km is momenteel onbeschermd en zal bij een onderhoudsnood NTMB worden.

39% van de oevers die onbeschermd mogen blijven volgens de criteria van de oeververdedigingskaart zijn momenteel bestort met breuksteen (7km). Deze oeverlengte zou in de toekomst geen verder onderhoud vragen.

Tabel 5-2. Aantal km oever met breuksteen in de dwarssectie (2013), aantal km oever zonder breuksteen in de dwarssectie (2013) versus het voorgestelde type oeververdediging na het vaststellen van een onderhoudsnood op een oevertraject. Percentage overeenkomst tussen de huidige situatie met breuksteen versus voorgestelde oeververdedigingstype.

KM OEVER	IN 2013: BREUKSTEEN	IN 2013: GEEN BREUKSTEEN	% OVEREENKOMST
<u>Voorstel type oeververdediging</u>			in 2013 breuksteen = voorstel type oeververdediging
onstabiel voor breuksteen: Dijk_Schanskorf of Verflauwen	3.46	0.38#	90%
Breuksteen: Dijk_Breuksteen	17.54	1.76	91%
Breuksteen: Schor_Breuksteen of NTMB	62.39	3.40	95%
NTMB	12.87	1.55	89%
Onbeschermd	7.19	11.47	39%
Eindtotaal	103.47	18.56	85%

vooral kaaimuur in huidige situatie

6 Schorrandbeheer: risicobomen

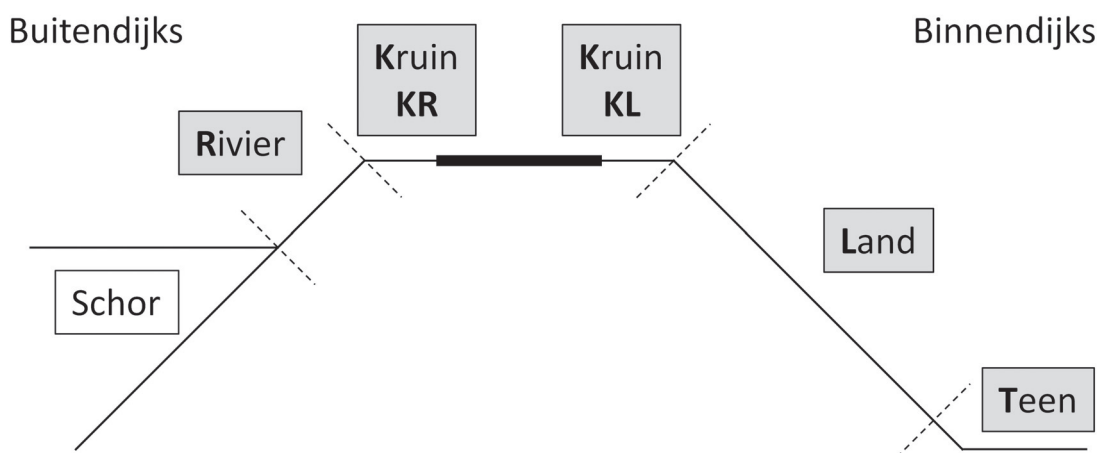
In dit hoofdstuk worden de principes toegelicht van het schorrandbeheer met betrekking tot potentiële risicobomen. Deze risicobomen kunnen bij erosie van het schor of na windval door storm in de vaarweg terecht komen en schade aan schepen veroorzaken. Op (zeer) smalle schorren kan door windval schade ontstaan aan de dijk door het ontstaan van de wortelkluitsgaten of eventueel door beschadiging van de bovenste toplaag van de dijk.

In de onderstaande bespreking maken we een onderscheid tussen struwelen en bosbomen/bossen (Vandevoorde et al., in prep.).

- Struweel: hoge en gesloten vegetatie gedomineerd door houtachtige soorten die meestal lager zijn dan 10 m en vaak sterk lateraal uitgroeien; een struik wordt beschouwd als een individueel houtachtige plant, lateraal vertakt en lager dan 10m.
- Bos: hoge en gesloten vegetatie gedomineerd door houtachtige soorten die meestal hoger zijn dan 10 m en vaak sterk verticaal uitgroeien.

6.1 Smalle schorren

Het beheer van de rivierwaartse zijde van de dijk ('R' in) wordt niet behandeld in deze rapportage. De zone die we rekenen tot de rivierwaartse zijde van de dijk omvat de helling van het dijktalud richting rivier tot en met de zone met zichtbare breuksteen. Het beheer van zeer smalle oeverzones (< 5m breed schor) met houtige schorvegetaties zal integraal dezelfde beheervorm voor houtige gewassen krijgen als de rivierwaartse zijde van de dijk. Het cyclisch beheer van deze zone wordt toegelicht in het dijkbeheerrapport (Vandevoorde et al., in prep.). Het beheer van het schor zal toegelicht worden in een schorbeheerrapport (Vandevoorde et al., in prep.)



Figuur 6-1. Schema van de verschillende delen van een dijk.

6.2 Brede schorren

In zones met een schorbreedte > 5m waar zich een schorplateau vormde tegen de dijk is een veel extensiever beheer gewenst van de struwelen en bossen. Struwelen langsheen de Boven-Zeeschelde behoren immers tot het Europees beschermde habiattypen 91E0 (subtype wilgenvloedbos) (Adriaensen et al., 2005). Deze vegetaties herbergen een specifieke biodiversiteit en zorgen onder andere voor beschutting en broedgelegendheid. Deze door verschillende soorten wilgen gedomineerde vegetaties kunnen erosie en wind zeer goed weerstaan door hun lagere structuur en laterale vertakkingen. Niet zelden gaan de lage

takken van deze struwelen wortelen waardoor dichte netwerken ontstaan die de oever stevig verankeren. Ze beschermen de achterliggende dijken bij hogere waterstanden en tegen golfwerking. Omwille van deze redenen wordt voor de struwelen een nulbeheer voorgesteld langsheen de schorren breder dan 5m.

Hoge opgaande bomen op de schorrand kunnen naar veiligheid voor de scheepvaart een probleem vormen. De hoogste bomen op de schorranden betreffen doorgaans aangeplante Canadese populieren. Deze bomen zijn relatief windgevoeliger en hebben een hoger risico op uitdrijven dan de wijdvertakte uitgegroeide wilgen. Hierdoor behoren ze tot de risicobomen indien ze dicht bij de vaarweg staan. Door hun lengte wordt in een smaller wordend estuarium ook het risico of de potentiële hinder van een invallende populier groter. Om deze meest risicovolle locaties te identificeren en met een gericht beheer aan te pakken wordt onderstaande eenmalige insteek tot een onderhoudsbestek voorgesteld.

6.2.1 Criteria voor het opstellen van een éénmalig onderhoudsbestek populier.

Het betreft preventieve kap, van kaprijpe² Canadese populier (*Populus x canadensis*) op minder dan 15m van de schorrand stroomopwaarts van Mariekerke (Figuur 6-3).

Stroomafwaarts Mariekerke is de afstand tussen de schorrand met populieren steeds groter dan 50m waardoor de directe hinder door een omvergevallen boom op de scheepvaart heel klein is. Bovendien is stroomafwaarts Mariekerke de kans dat een boom wordt uitgespoeld met de wortelkluit in zijn geheel klein omwille van de beperktere erosieve impact ($ERI < 7$) in de meeste schorzones met populier. Stroomopwaarts wordt de Zeeschelde smaller en komt de vaarweg dicht bij de oevers waardoor de potentiële hinder bij invallende populieren op de scheepvaart groter wordt. Ook het risico op losspoelende wortelkluit na windval is groter door de relatief hogere ERI waarden in deze zone van de Boven-Zeeschelde.

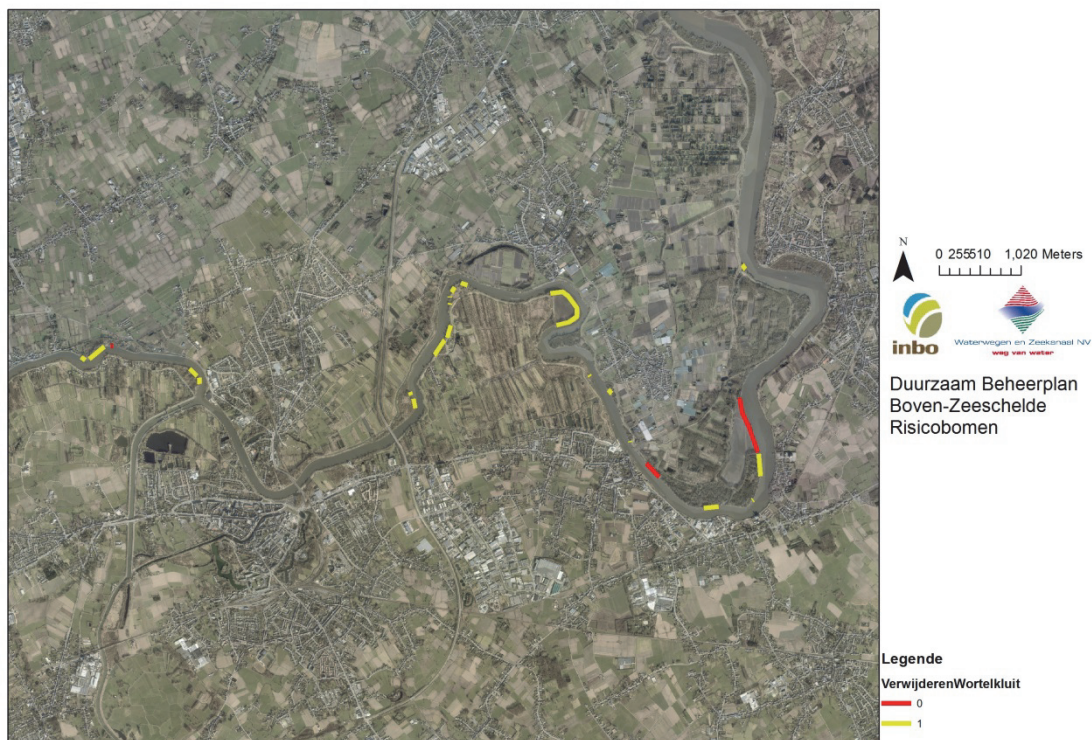
Op basis van de erosierisicoindex (ERI) wordt geadviseerd om, op locaties met een ERI hoger dan 7, niet alleen stam en kruinhout op te ruimen maar ook de wortelkluit uit te trekken of uit te frezen. Dit om te verhinderen dat de wortelkluit op kortere termijn uitspoelt en in de vaarweg terecht komt. Deze uitspoeling van wortelkluiten moet vermeden worden omwille van het grote risico op schade bij aanvaringen. Deze wortelkluiten zijn als drijvende ijsbergen moeilijk zichtbaar voor schippers (Figuur 6-2).

² vanaf een minimale stamomtrek van 135cm op borsthoogte gaan we uit van een kaprijpe populier



Figuur 6-2. Uitgespoelde wortelkluit na de kap van een boom.

Om de risicobomen te identificeren werden een selectie gemaakt van de populieren die op minder dan 15m van de schorrand staan. Dit in ArcGis een clip te maken van de vegetatiekaart met een buffer van de schorrand van 15m. De zones met populieren werden geselecteerd en gekoppeld aan de ERI waardes op weer te geven of het wenselijk is om de wortelkluit te verwijderen. Deze informatie werd verzameld in een kaartlaag 'Risicobomen' (Figuur 6-3).



Figuur 6-3. Voornaamste zones met risicobomen (populier) weergegeven.

Niet alle risicobomen staan op eigendom van Waterwegen en Zeekanaal. Hiermee moet uiteraard rekening gehouden worden.

6.2.2 Criteria kap van risicobomen geïdentificeerd bij oeverinspectie

- Het betreft een hoge boom > 10m
- Elke soort kan in aanmerking komen
- Bomen op < 15m van de schorrand
- Boom dreigt om te vallen of is reeds omgevallen richting vaargeul; bomen op het schor of bomen die dreigen om te vallen op het schor zijn geen risicobomen. De meeste soorten wilgen gaan na windval gewoon verder groeien met nieuwe verticale scheuten.
- Indien de ERI waarde groter is dan 7 wordt geadviseerd om ook de wortelkluit te verwijderen.

Deze onderhoudsactiviteit betreft het kappen van solitaire risicobomen (geen volledige bosbestanden, dergelijk omvangrijkere kap valt niet onder de reguliere onderhoudswerken en vergt specifieke vergunningen). Naar verwachting gaat dit slechts over enkele bomen per jaar, maar door events (stormen, windhozen) kan het bij uitzondering over een groter aantal bomen gaan.

7 Verder onderzoek

- Momenteel is het ondersteunend criterium van de erosierisico index – ERI voor het al dan niet aanleggen van een natuurtechnische oeververdediging maar uitgewerkt op een resolutie van 250m. Om het advies te verbeteren is het nodig om de ERI te verfijnen op een schaal van 50m. Deze berekening zou het mogelijk maken de ERI als criterium te integreren in het GISmodel en op deze manier het advies voor de natuurtechnische oever duidelijker te maken.
- Het zou interessant zijn om het oeververdedigingsadvies te berekenen voor de nieuwe duurzame bathymetrie.
- Gerichtte metingen om de stabiliteit van de oevers te bepalen kunnen de vastgelegde criteria toetsen, verfijnen en zorgen voor een verdere onderbouwing van de beslisboom.
- Onderzoeken naar welke mogelijkheden de combinatie van biezenaanplant met NTMB terrasbouw kan bieden

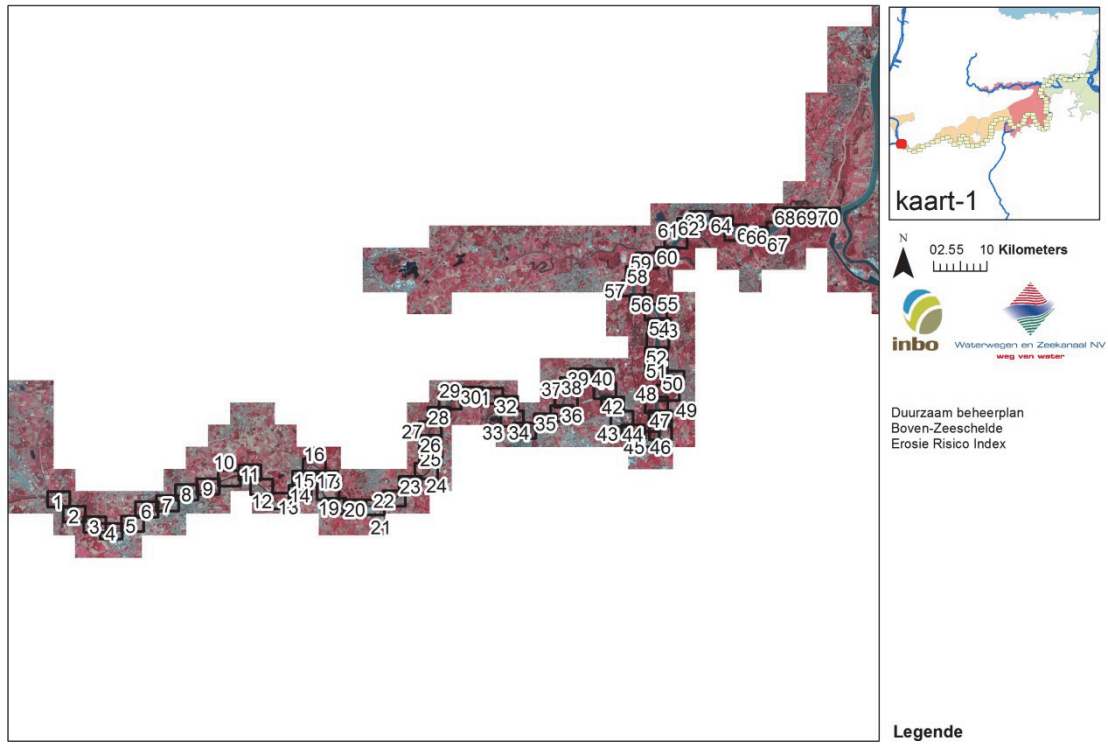
8 Referenties

- Broeren, R. (2013). Invasiveness of the exotic Chinese Mitten Crab (*Eriocheir sinensis*): an ecological threat to the Scheldt estuary? Temporal and spatial distribution and population structure along the Scheldt estuary, bioaccumulation of trace metals, soil preference for burrow placement. Master Thesis Report. ECOBE: Ecosystem management group. Universiteit Antwerpen.
- Brys, R., Ysebaert, T., Escaravage, V., Van Damme, S. Van Braeckel, A. Vandevoorde, B. & Van den Bergh, E. (2005) Afstemmen van referentiecondities en evaluatiesystemen in functie van de KRW: afleiden en beschrijven van typespecifieke referentieomstandigheden en/of MEP in elk Vlaams overgangswatertype vanuit de – overeenkomstig de KRW – ontwikkelde beoordelingssystemen voor biologische kwaliteitselementen. Eindrapport. VMM.AMO.KRW.REFCOND OW. Instituut voor natuurbehoud IN.O. 2005.7.
- CUR (1999). Natuurvriendelijke oevers: belasting en sterkte, stichting Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. Publicatie 201, Gouda.
- Depreiter D., Cleveringa J., Laan van der T., Maris T., Ysebaert T. & Wijnhoven, S. (2013). T2009 rapportage Schelde estuarium. IMDC, ARCADIS, Universiteit Antwerpen, IMARES, NIOZ.
- Dixon, A. M., D. J. Leggett, and R. C. Weight. 1998. Habitat Creation Opportunities for Landward Coastal Re-Alignment: Essex Case Studies. *Journal of the Chartered Institute of Water and Environmental Management* 12:107-112.
- Hoffmann, M. & Meire, P. (1997). De oevers langs de Zeeschelde: inventarisatie van de huidige oeverstructuren. *Water* 95: 131-137.
- IMDC (2014a). Inventarisatie bestaande gegevens. Duurzaam beheerplan Boven-Zeeschelde klasse IV. i.o. Waterwegen en Zeekanaal NV, afdeling Zeeschelde. Versie 1.0 (conceptversie).
- IMDC (2014b). Duurzame bathymetrie opgesteld in het kader van het duurzaam beheerplan Boven-Zeeschelde. i.o. Waterwegen en Zeekanaal NV, afdeling Zeeschelde. Versie 0.9 (conceptversie).
- Michels, H., Vanoverbeke, J., Van Braeckel, A., Van Ryckegem, G. & Van den Bergh, E. (2014). Optimalisatie van de oeververdediging: berekening van het erosierisico langsheen de Zeeschelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (1862628). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Moeller, I., Kudella, M., Rupprecht, F., Spencer, T., Paul, M., van Wesenbeeck, B. K., Wolters, G., Jensen, K., Bouma, T. J., Miranda-Lange, M., Schimmels, S. (2014). Wave attenuation over coastal salt marshes under storm surge conditions. *Nature Geoscience* 7: 727-731.
- NCHRP (2006). Riprap Design Criteria, Recommended specifications, and Quality control. NCHRP report 568.
- Piesschaert, F., Dillen, J., Van Braeckel, A. & Van den Bergh, E., (2008). Inventarisatie en historische analyse Zeescheldehabitats (vervolgstudie eerste jaar). INBO.IR.2008.29. Instituut voor Natuur en Bosonderzoek, Brussel, België.
- Rosgen, D.L. (2001). A practical method of computing streambank erosion rate. *Wildland Hydrology, Inc. Colorado*.
http://www.wildlandhydrology.com/assets/Streambank_erosion_paper.pdf.

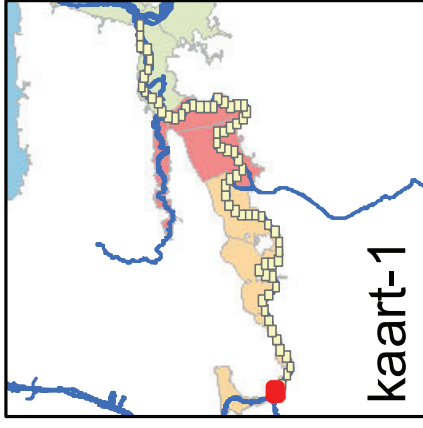
- Rudnick, D., Chan, V., & Resh, V. (2005). Morphology and impacts of the burrows of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* in South San Francisco Bay, California, U.S.A. *Crustaceana*, 787-807.
- Temmerman, S., Meire, P., Bouma, T.J., Herman, P.M.J., Ysebaert, T. & De Vriend, H.J. (2013). Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. *Nature* 504: 79-83.
- THV Sigma Dijle (2008). Sigmaplan, Deelopdracht 11 IMDC: Onderzoek bekleding van waterkeringen. I/RA/11305/08.032/RVL, Waterwegen en Zeekanaal NV, Berchem.
- Van Braeckel, A., Mikkelsen, J.H., Dillen, J., Piesschaert F., Van den Bergh, E., Coen. L., De Mulder, T., Ides S., Maximova, T., Peeters, P., Plancke, Y en Mostaert, F., (2009). Inventarisatie en historische analyse van Zeescheldehabitats- Vervolgstudie: resultaten van het tweede jaar. INBO.IR.2009.34. Instituut voor Natuur en Bosonderzoek & Waterbouwkundig Laboratorium, Brussel, België. 162 pp.
- Van Braeckel A., Elsen R. en Van den Bergh E. (2014). MONEOS – Geomorfologie. Hoogteraaian van slik en schor in de Zeeschelde. Evolutie tot begin 2013. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (1860252). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel
- Van Colen, C., Underwood, G.J.C., Serôdio, J. & Paterson, D.M. (2014). Ecology of intertidal microbial biofilms: mechanisms, patterns and future research needs. *J. Sea Research* 90:2-5.
- van de Koppel, J., van der Wal, D., Bakker, P.J. & Herman, P.M.J. (2005). Self-organization and vegetation collapse in salt marsh ecosystems. *The American Naturalist* 165:E1-E12.
- Vandevoorde B., Van Braeckel A., Mertens W., Piesschaert F. & Van den Bergh E. (in prep.). Schorvegetatiekartering in het Schelde-estuarium. Case Zeeschelde, Durme en Rupel anno 2003. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.15). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Waterloopkundig laboratorium (1994). Betrouwbaarheidsfuncties voor dijkbekleding, inclusief reststerkte. Case studie Noord Schuddeland. In opdracht Rijkswaterstaat, H1687.

9 Bijlage kaartenatlas

In bijgevoegde kaartenatlas wordt een oeverbeheer voorgesteld voor elke oeversectie van de Boven-Zeeschelde.



Figuur 9-1. Overzichtsk kaart van de kaartenatlas – 70 deelkaarten.



0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

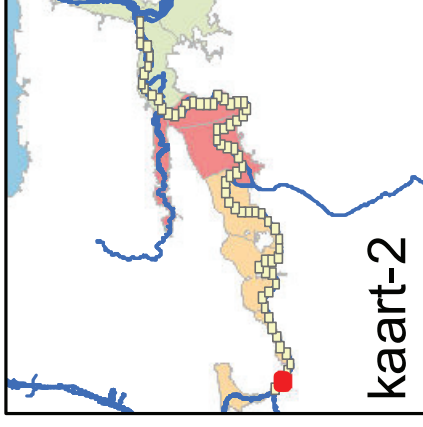
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

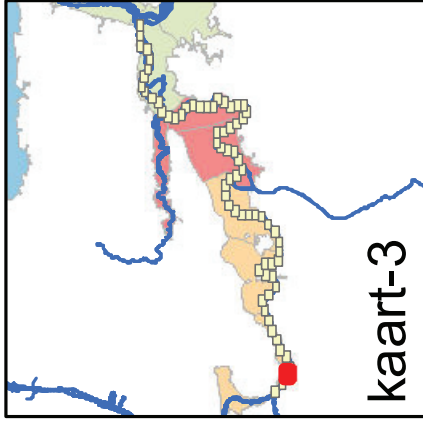
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Waterwerken in de Zeeskif NV
weg van water

Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

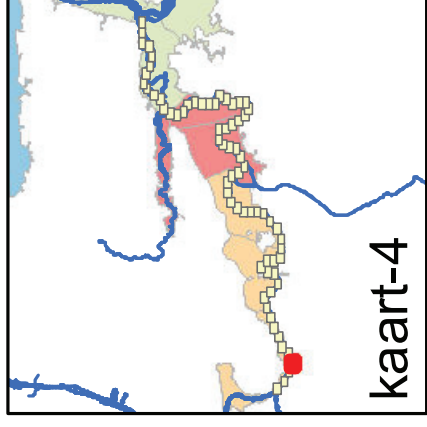
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters








Waterschap de Zeeskied NV
weg van water




Duurzaam Beheerplan Boven-Zeeschelde Oeverbeheerkaart

Legende

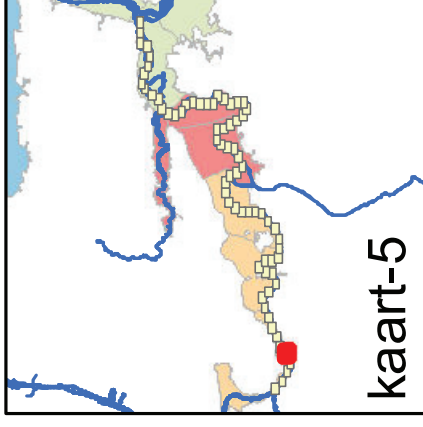
Oeverbekleding

-  Schanskorff/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slik of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





0 25 50 100 Meters



Waterschap de Zeeskuddel NV
weg van water

Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

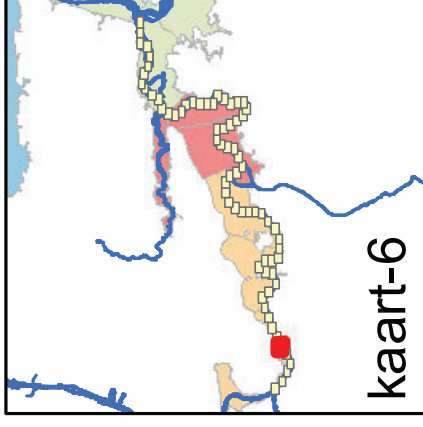
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

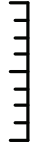
Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Waterschap in de Zeeskif
Weg van Water

Duurzaam Beheerplan Boven-Zeeschelde Oeverbeheerkaart

Legende

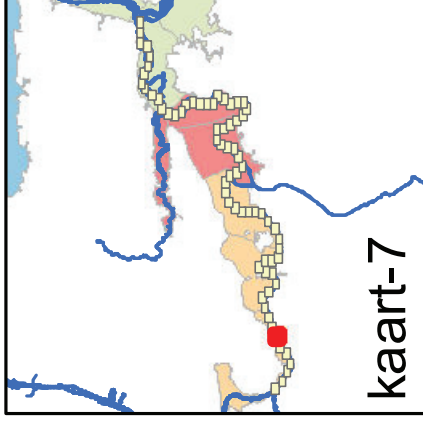
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

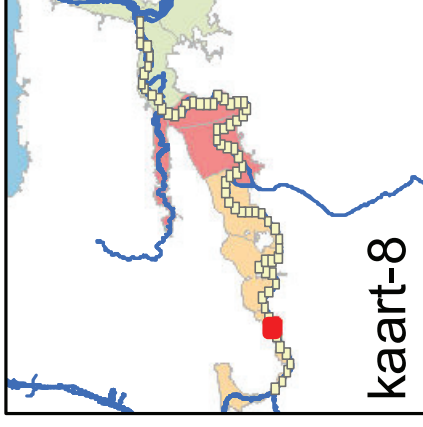
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters








Waterschap de Zeeskakiel NV
weg van water




Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

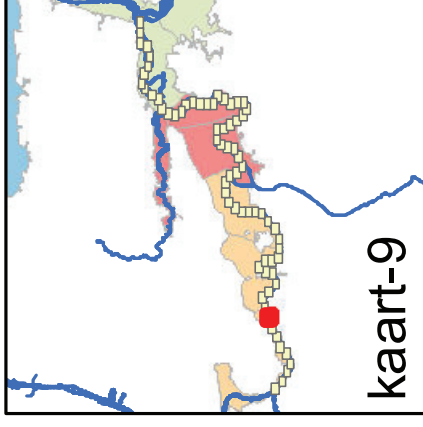
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slik of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





kaart-9



0 25 50 100 Meters








Waterschap de Zeeskans
Weg van Water






Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

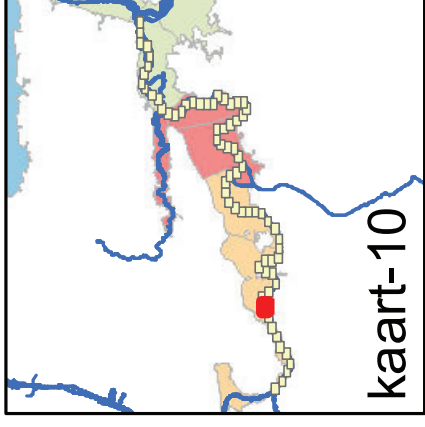
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slik of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

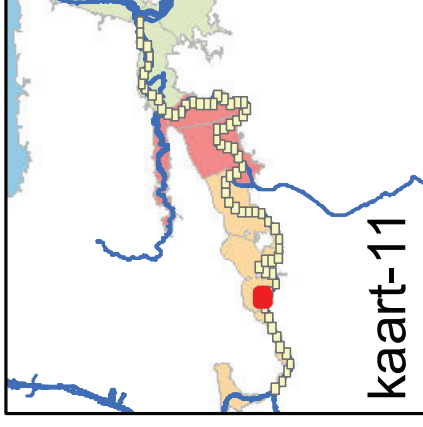
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





kaart-11



0 25 50 100 Meters



Waterschap de Zeeskans
weg van water

Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

Oeverbekleding

— Schanskorf/damwand of verflauwen

— Breuksteen (dijk)

— Breuksteen voor schor of NTMB

— Breuksteengordel op laag slik of NTMB

— Onbeschermd

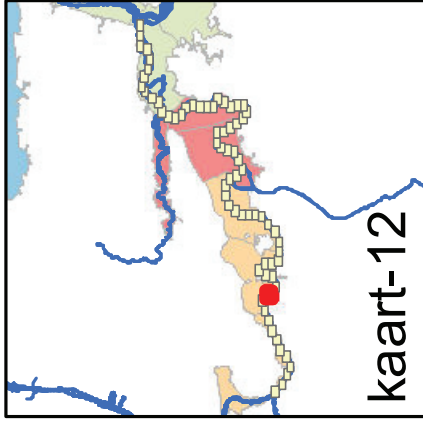
Erosie Risico Index (ERI)

1 - 3

4 - 6

7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

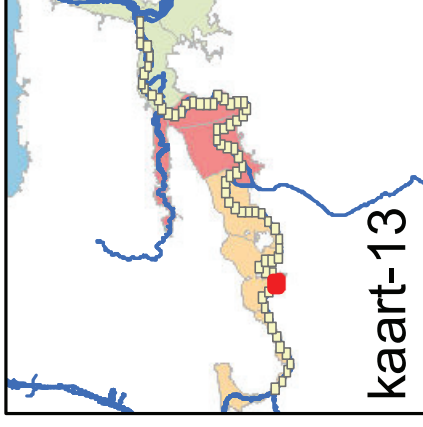
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

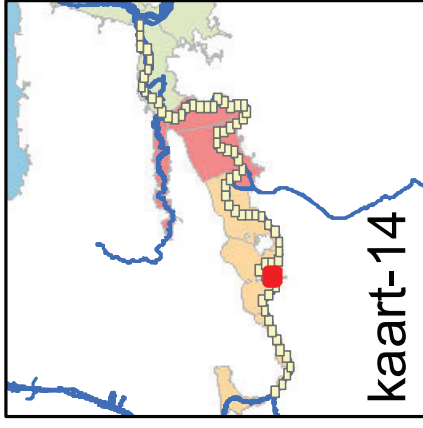
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10

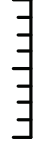




kaart-14



0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

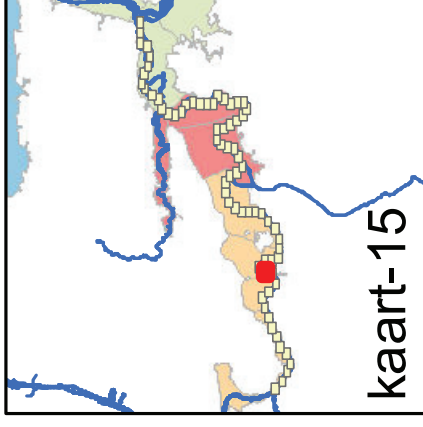
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10

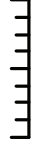




kaart-15








0 25 50 100 Meters






Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

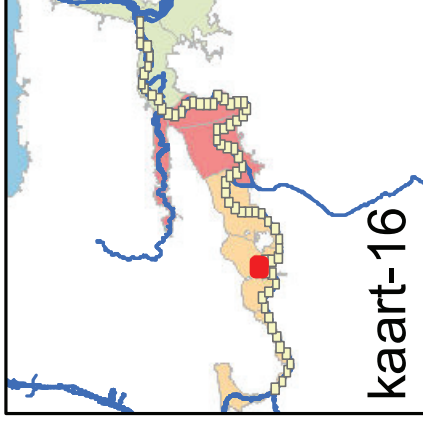
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

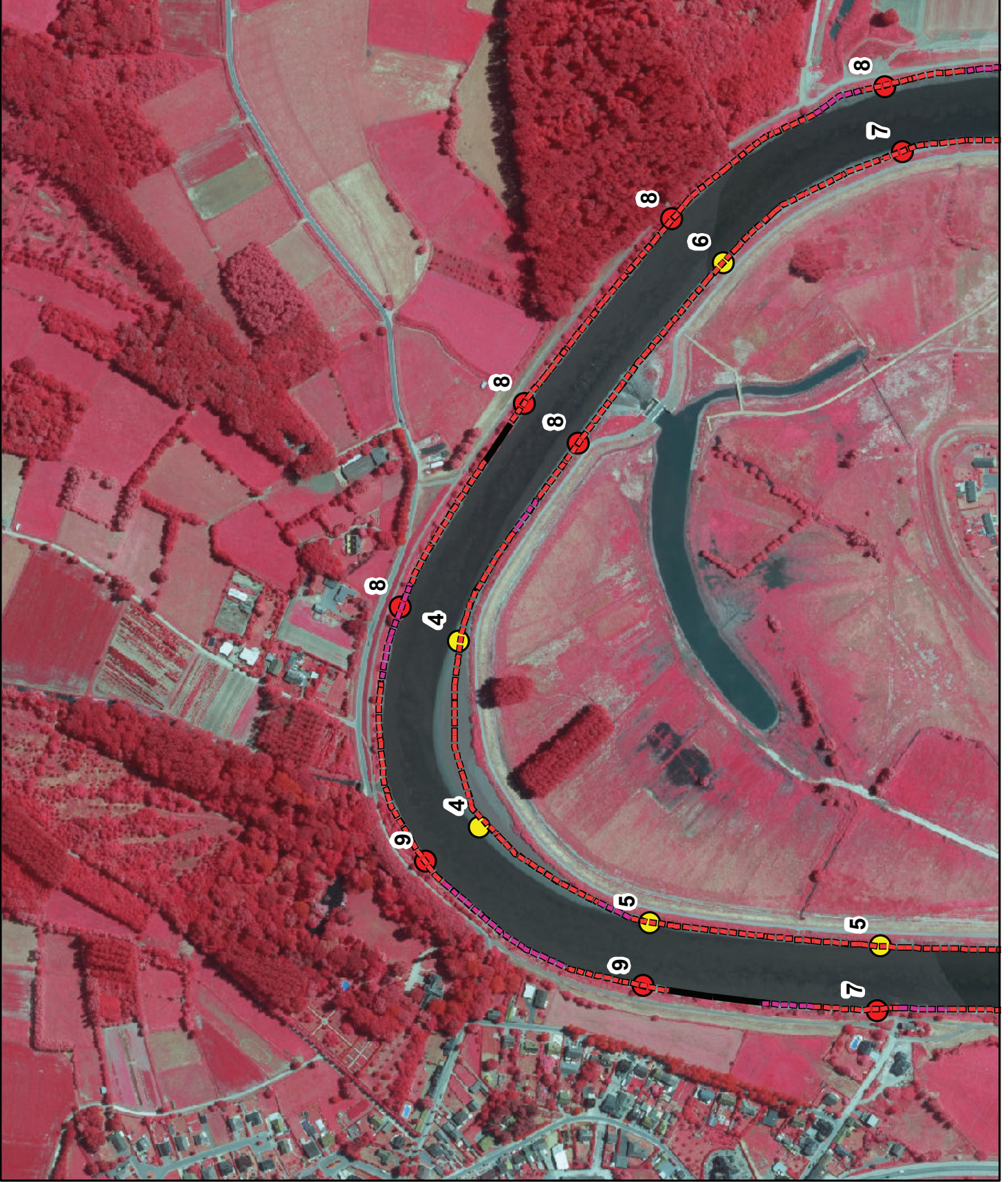
Legende

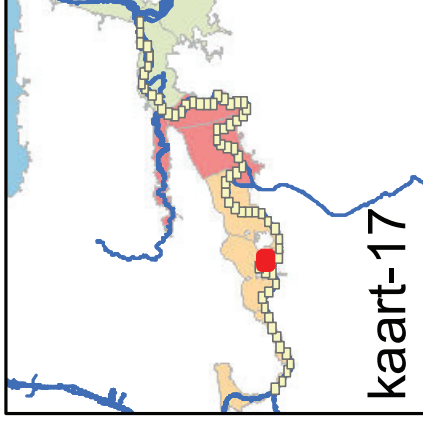
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





kaart-17



0 25 50 100 Meters








Waterschap de Zeeskansel NV
weg van water






Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

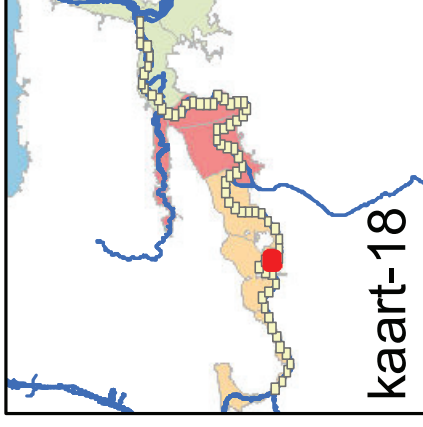
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slik of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeesheide Oeverbeheerkaart

Legende

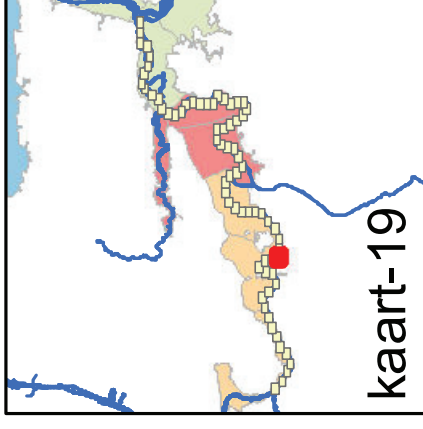
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeeselde Oeverbeheerkaart

Legende

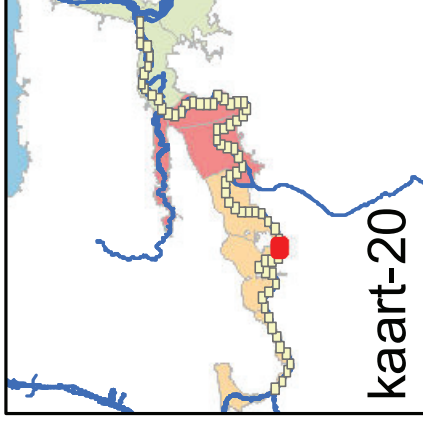
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

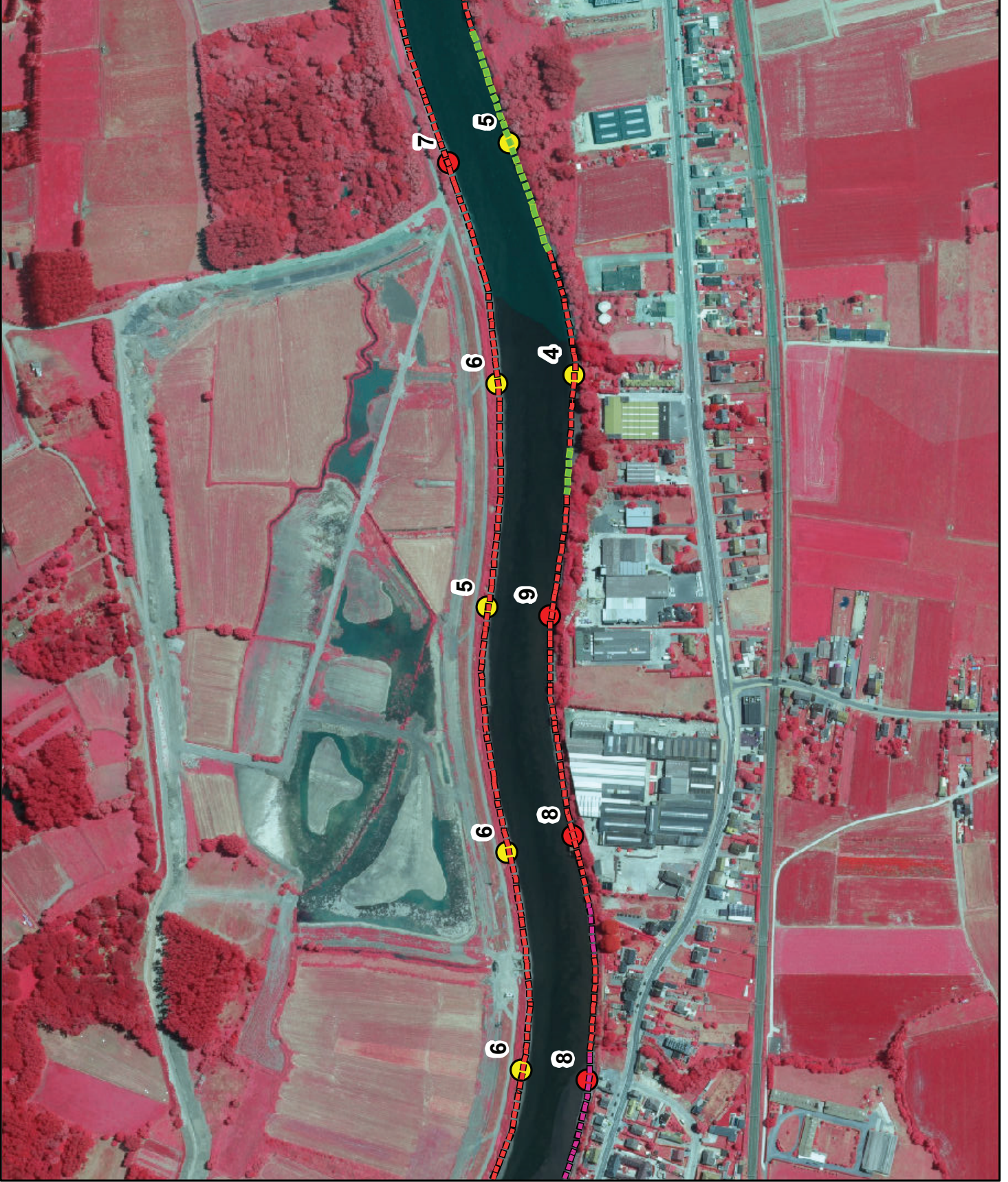
Legende

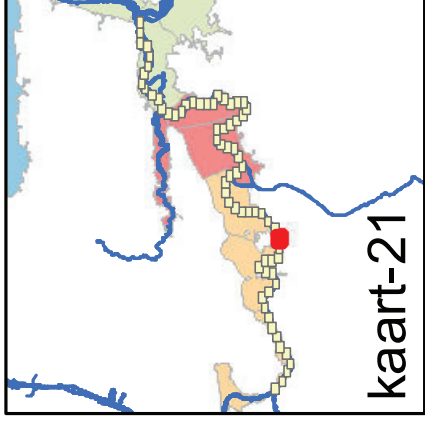
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





kaart-21



0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

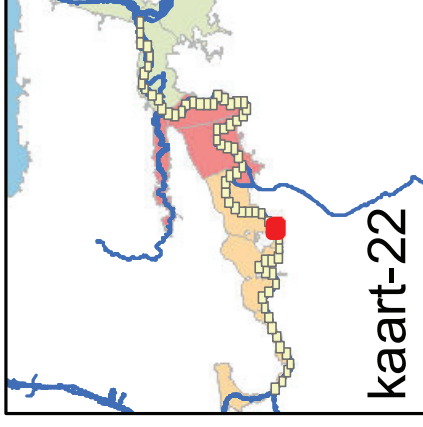
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

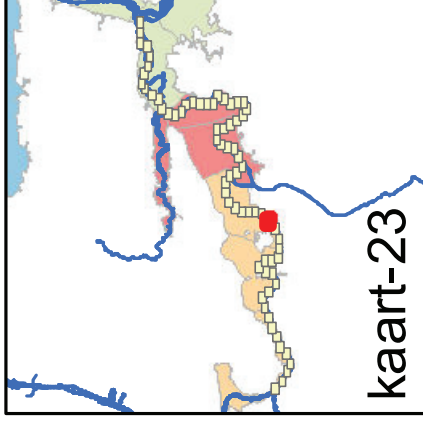
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

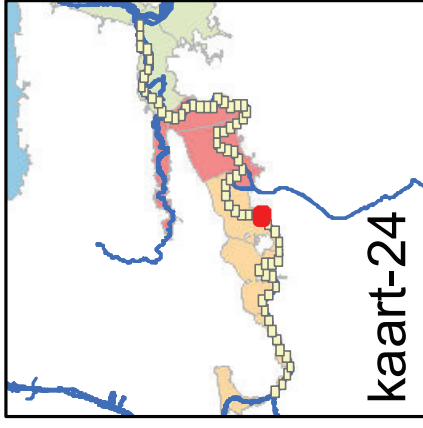
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

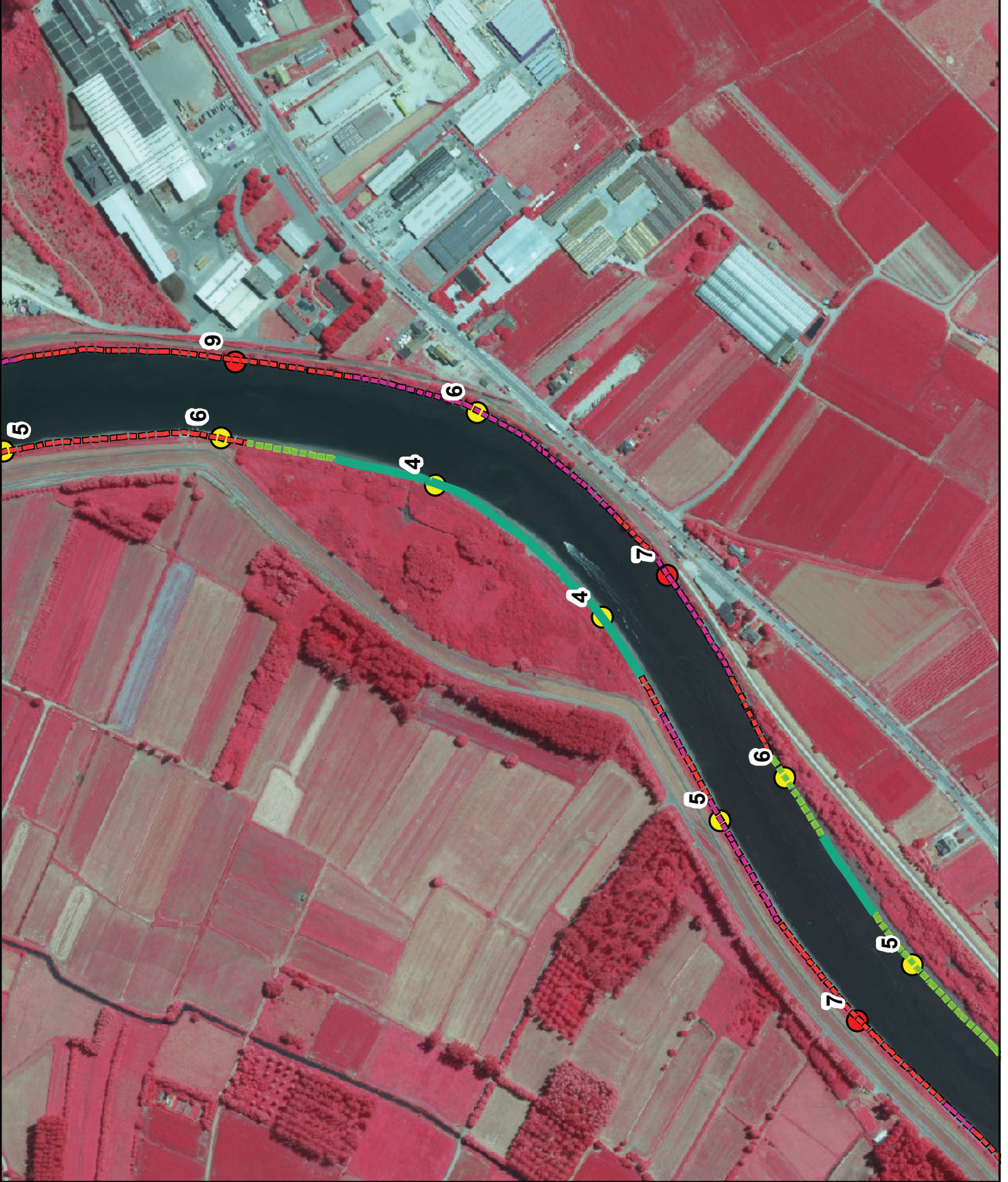
Legende

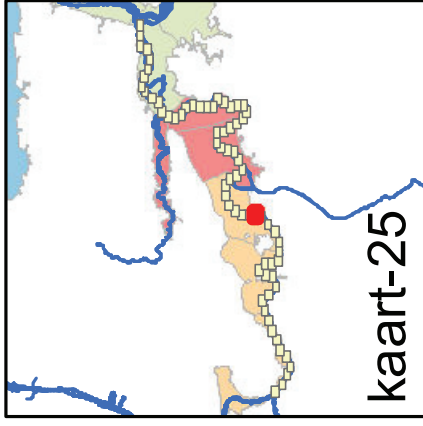
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters








Waternet
Waterschap in de Zeeskakiel NV
weg van water






Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

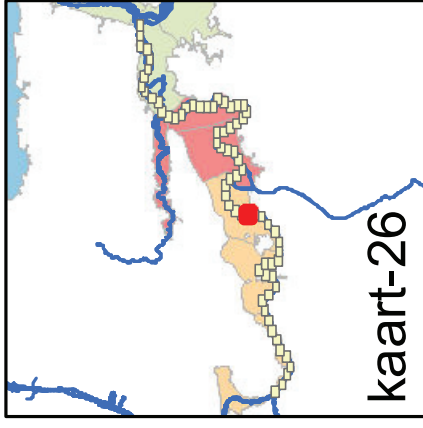
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slik of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

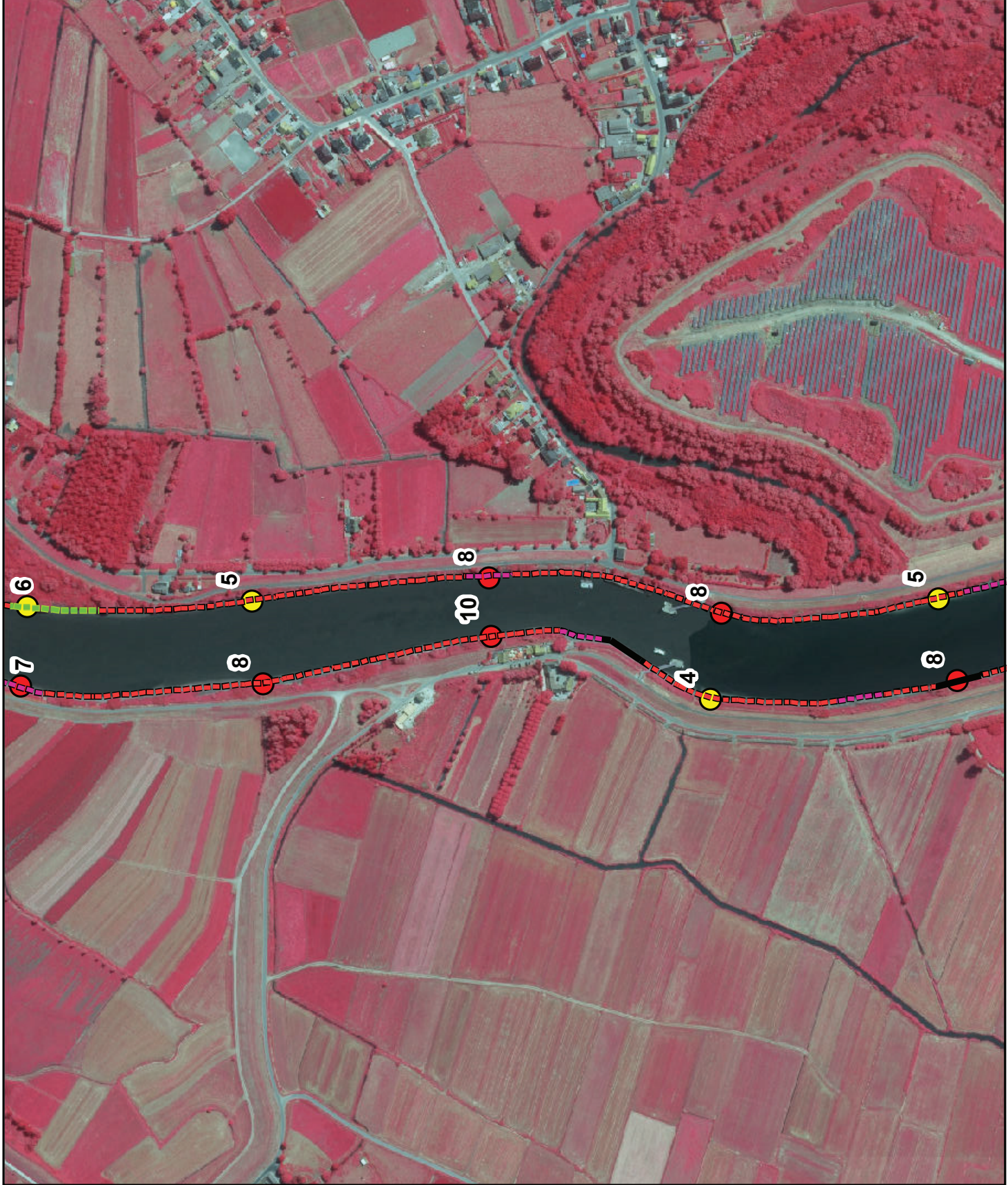
Legende

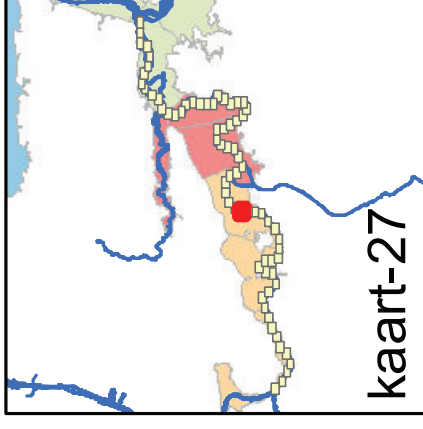
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





kaart-27



0 25 50 100 Meters








Waterschap de Zeeskakiel NV
weg van water






Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

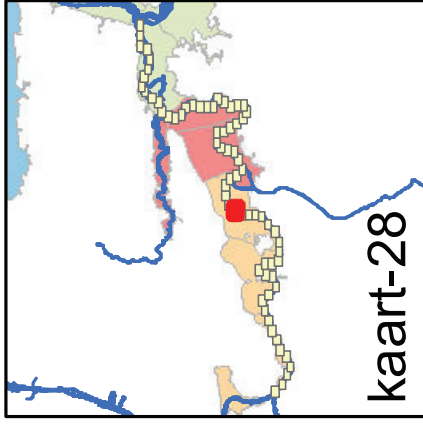
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slik of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeesheide Oeverbeheerkaart

Legende

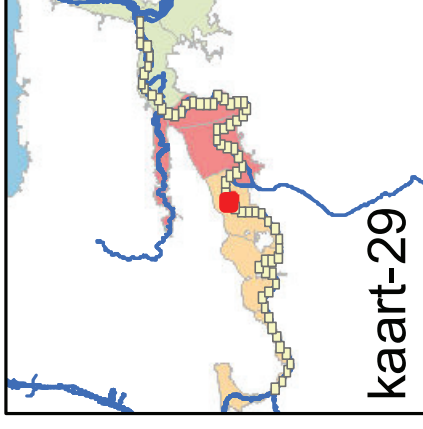
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeesheide Oeverbeheerkaart

Legende

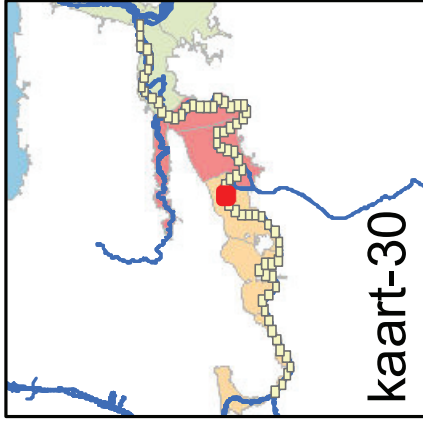
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

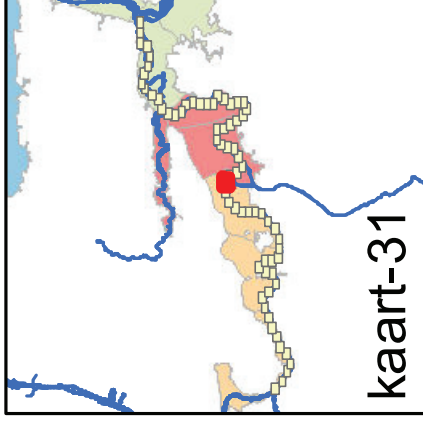
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

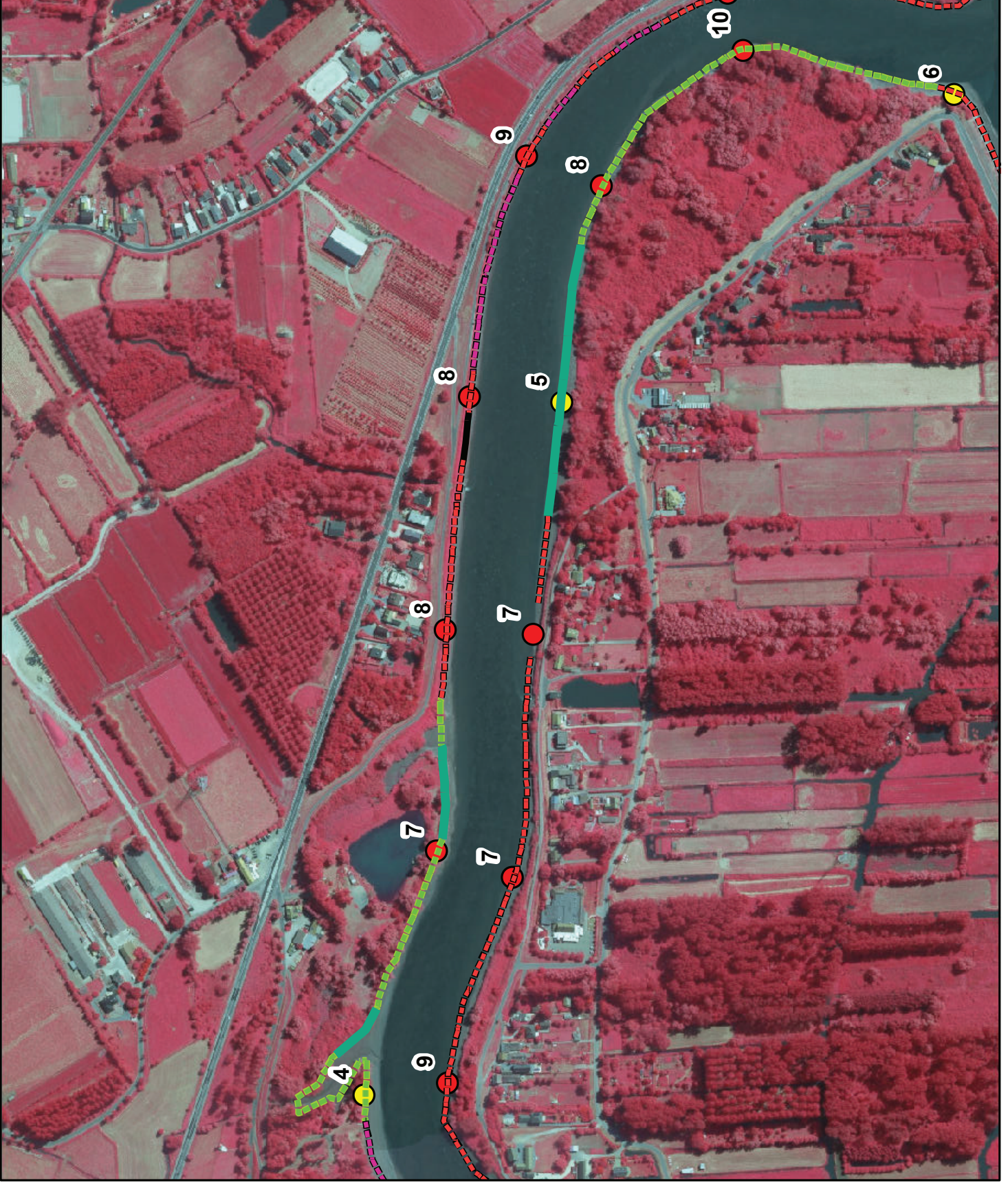
Legende

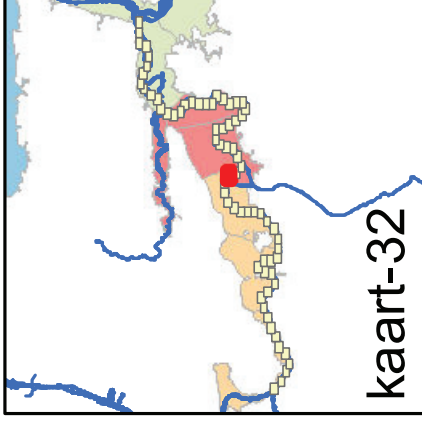
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

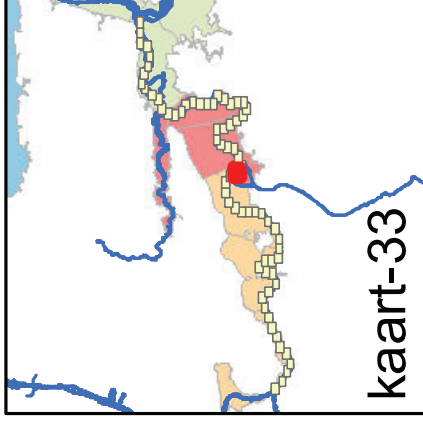
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeesheide Oeverbeheerkaart

Legende

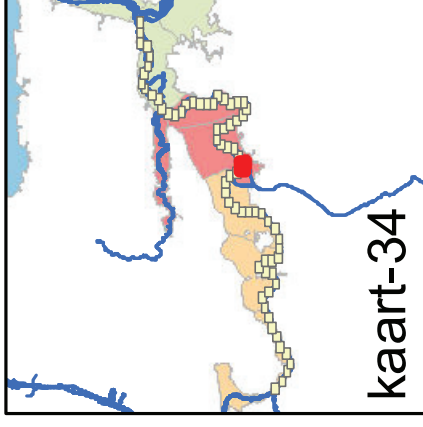
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10













Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

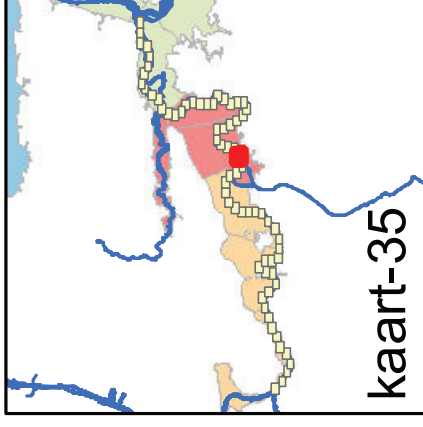
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slik of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

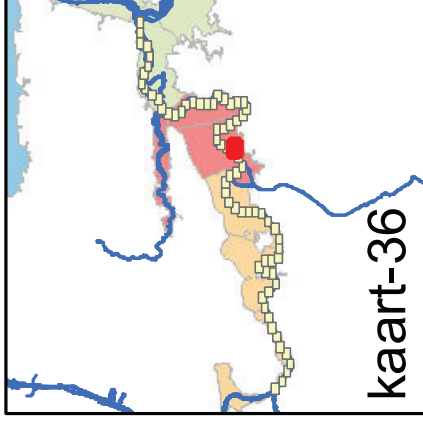
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

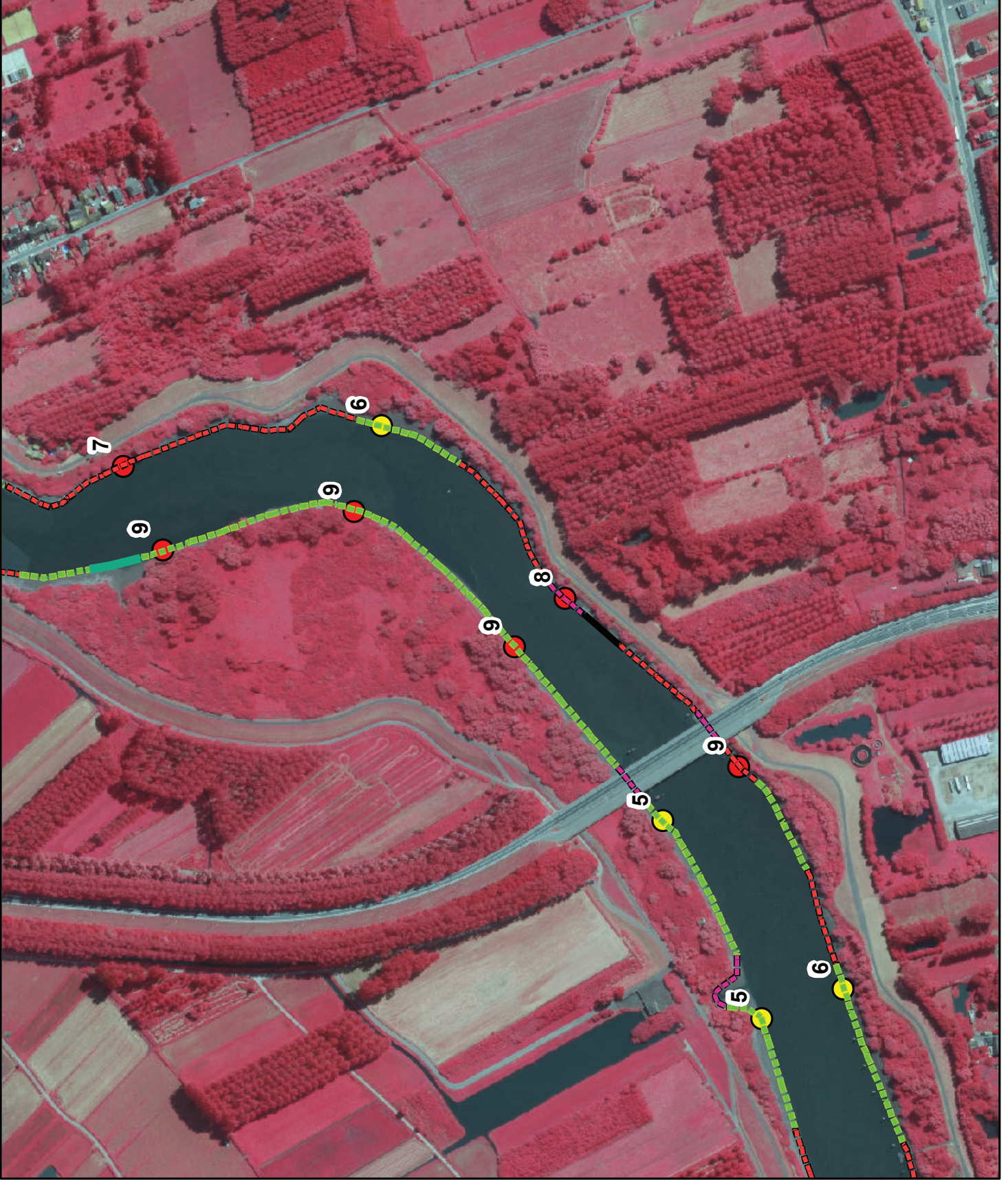
Legende

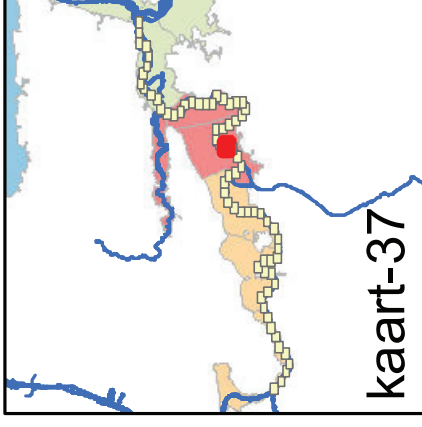
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

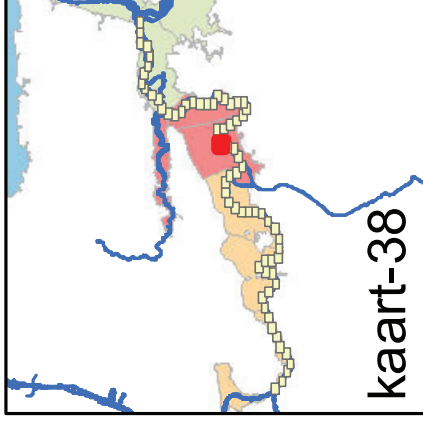
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

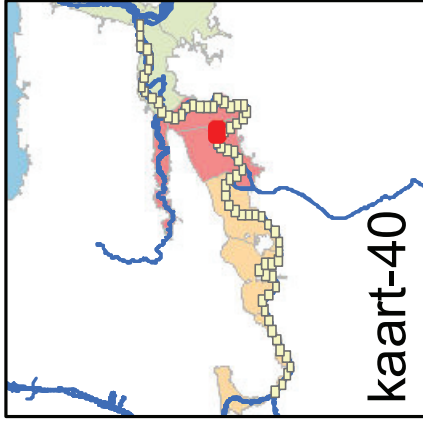
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10

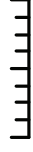




kaart-40








0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeesheide Oeverbeheerkaart

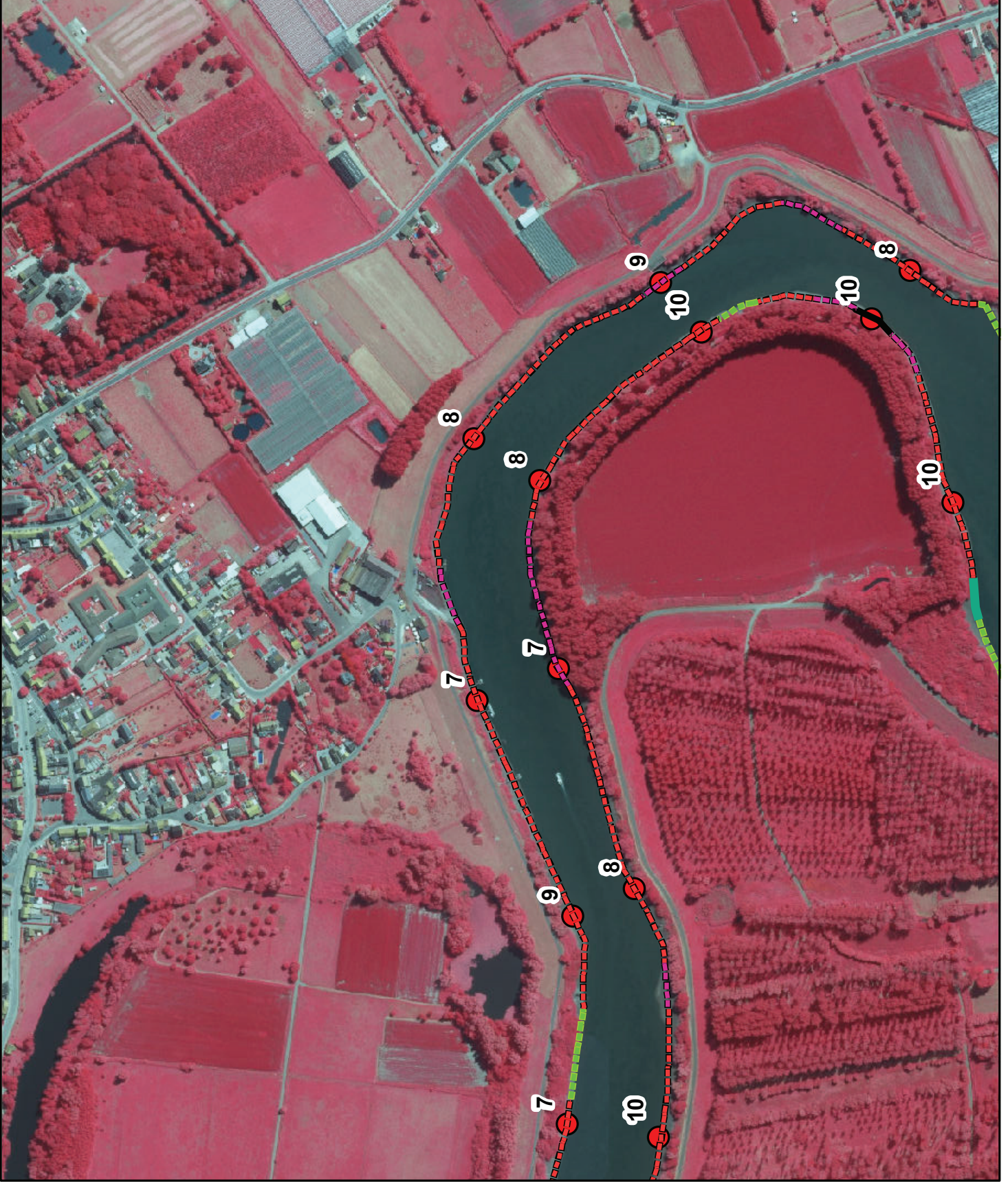
Legende

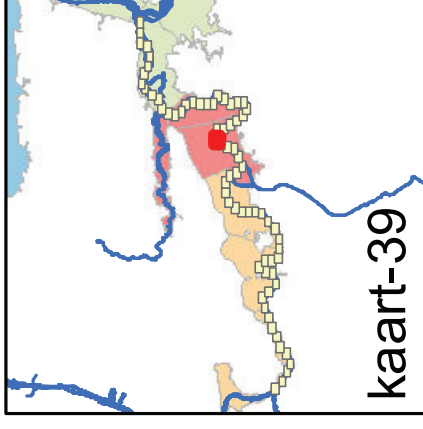
Oeverbekleding

-  Schanskorff/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

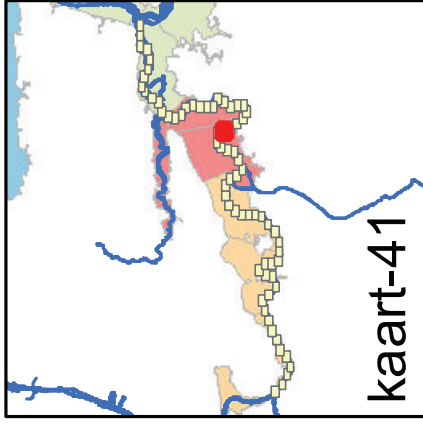
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

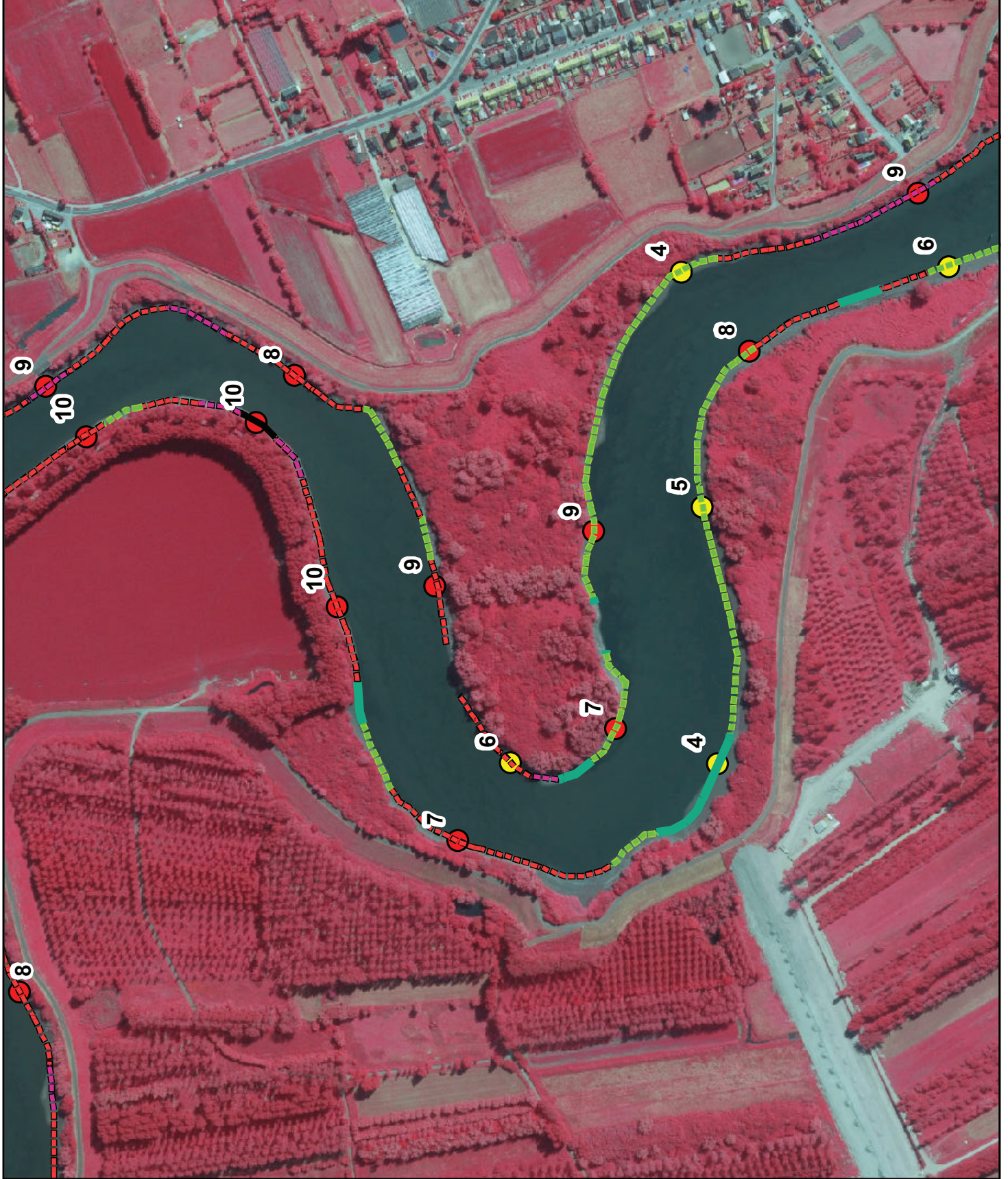
Legende

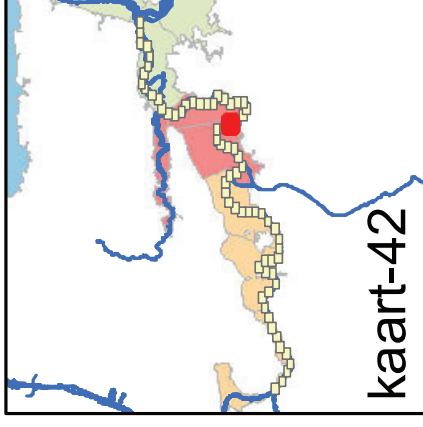
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

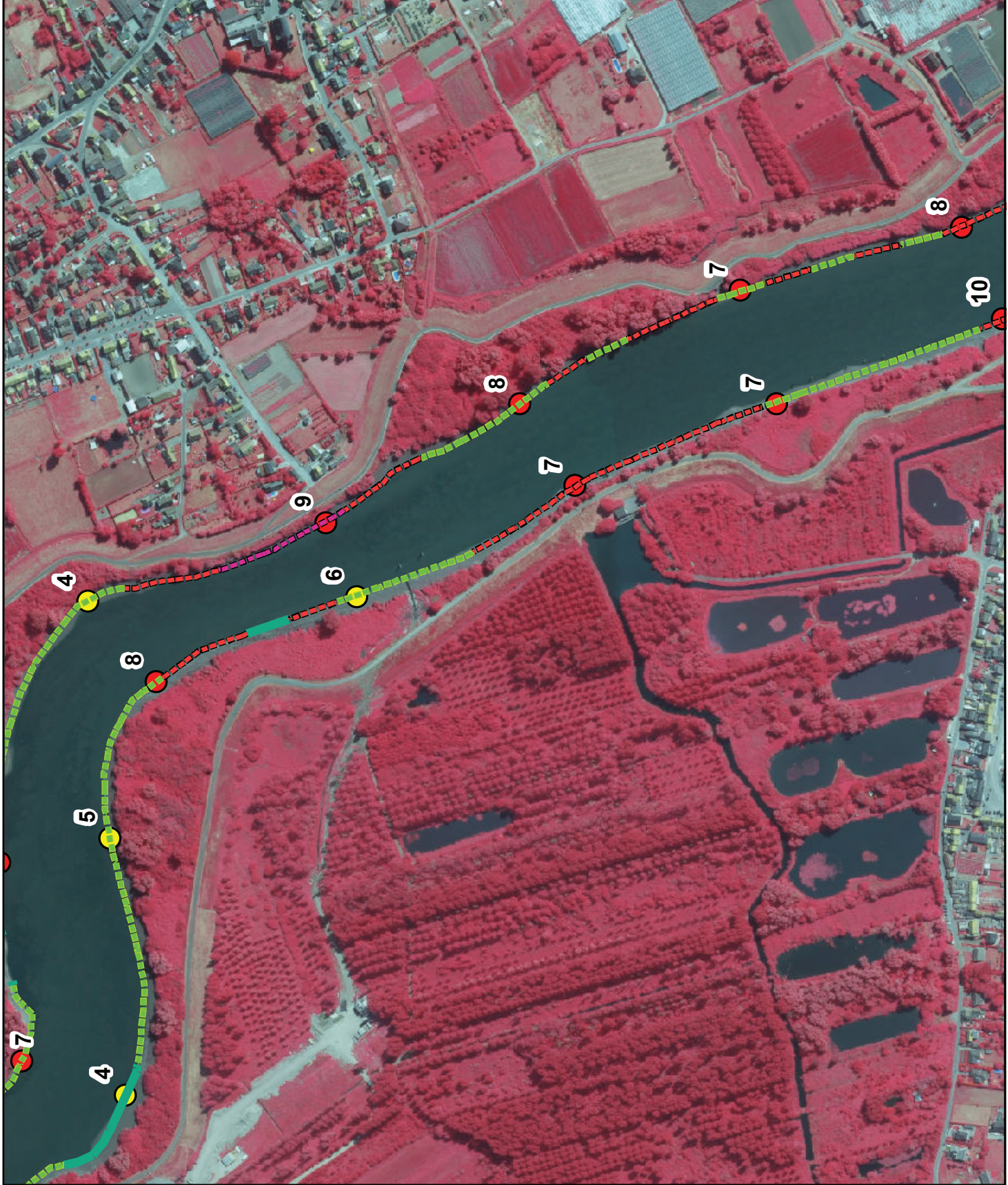
Legende

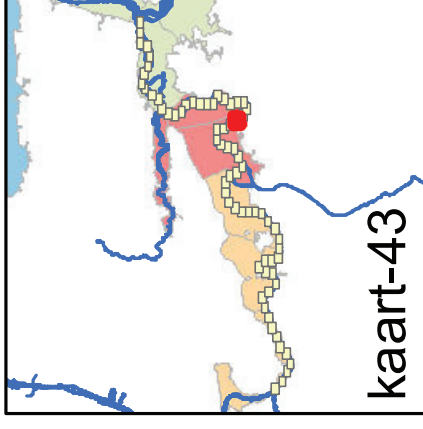
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10

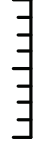




kaart-43



0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeesheide Oeverbeheerkaart

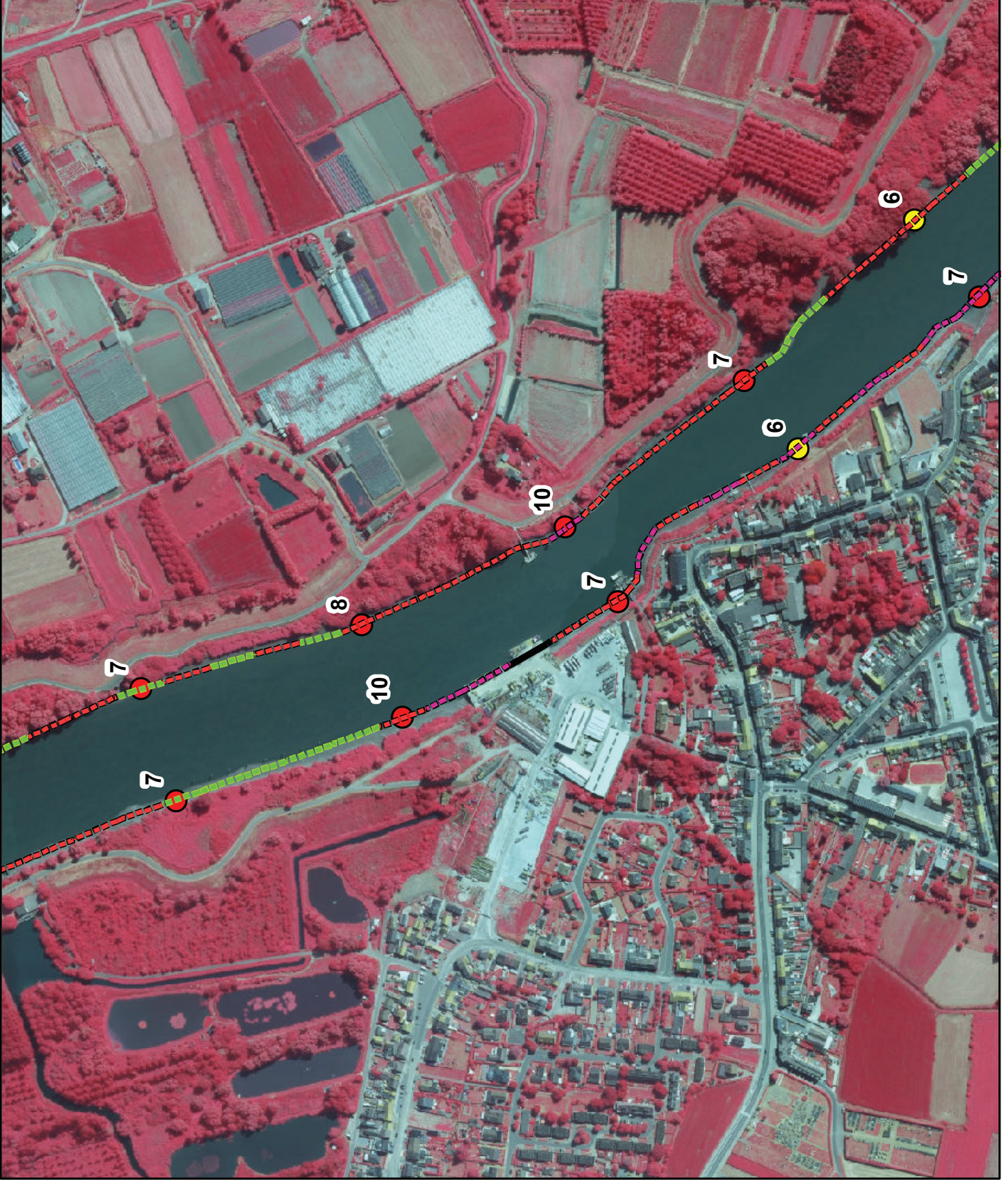
Legende

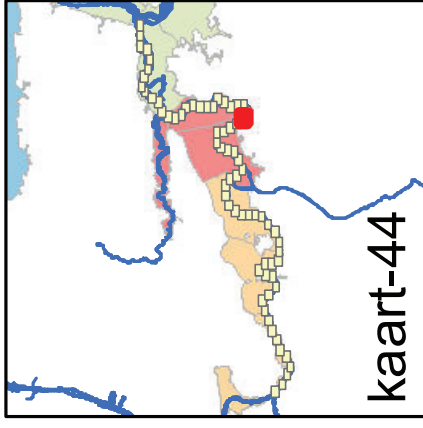
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeesheide Oeverbeheerkaart

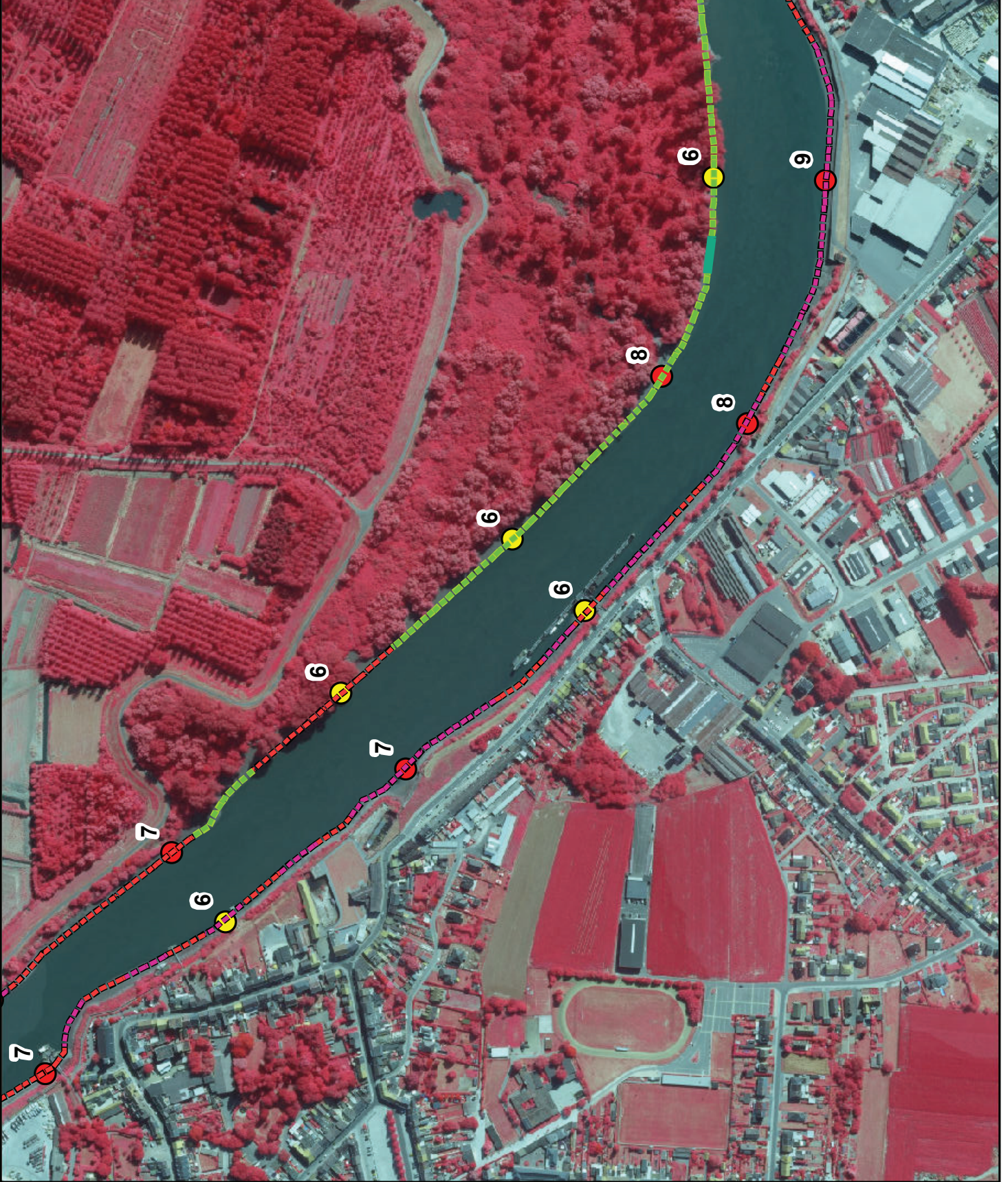
Legende

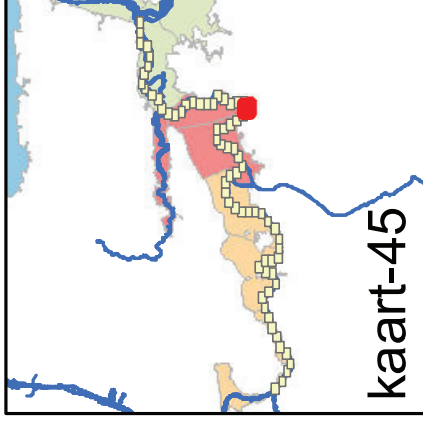
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

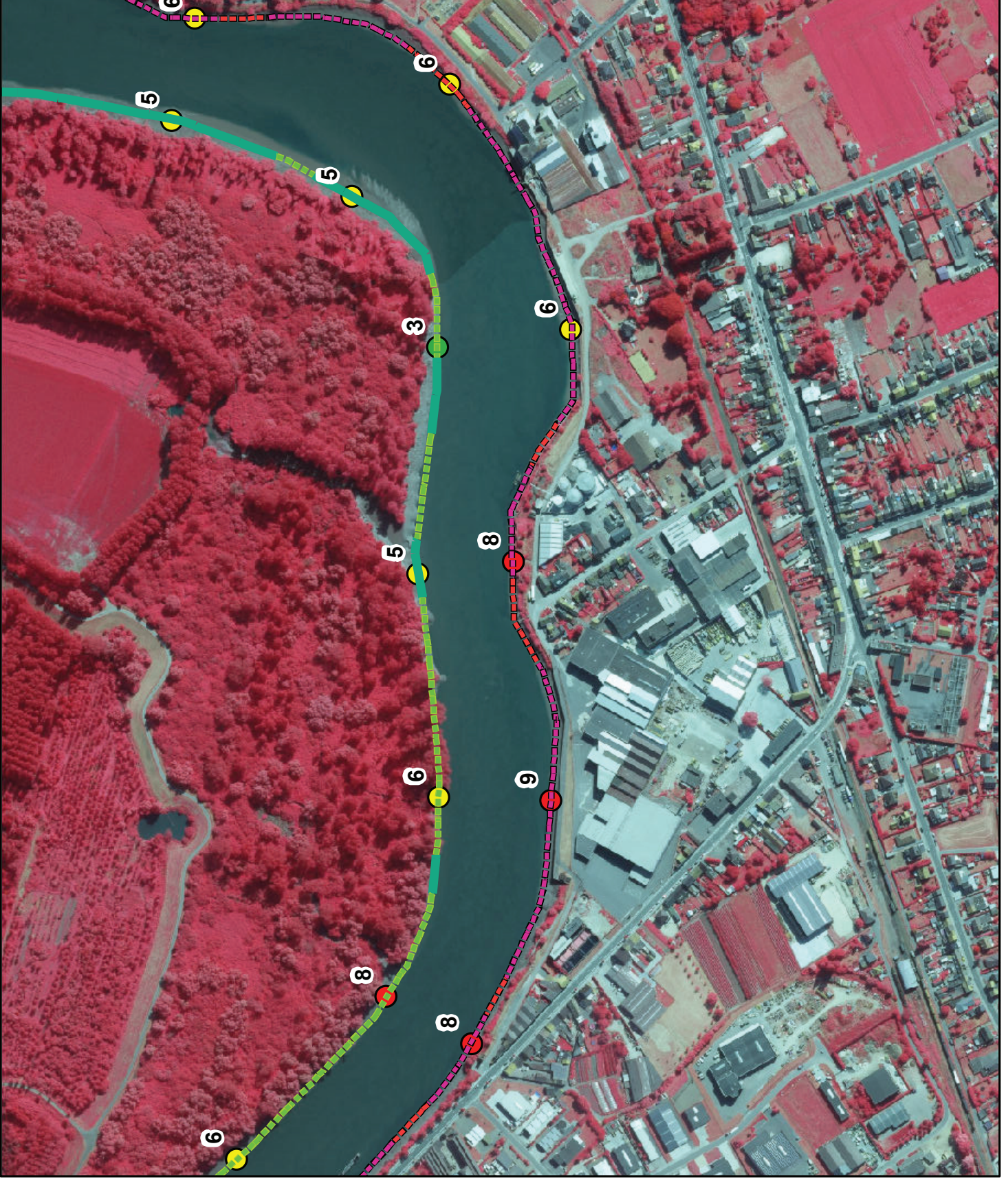
Legende

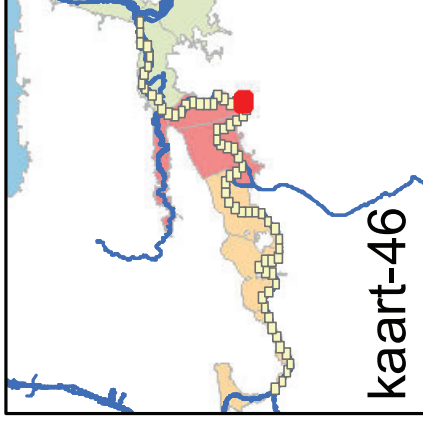
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

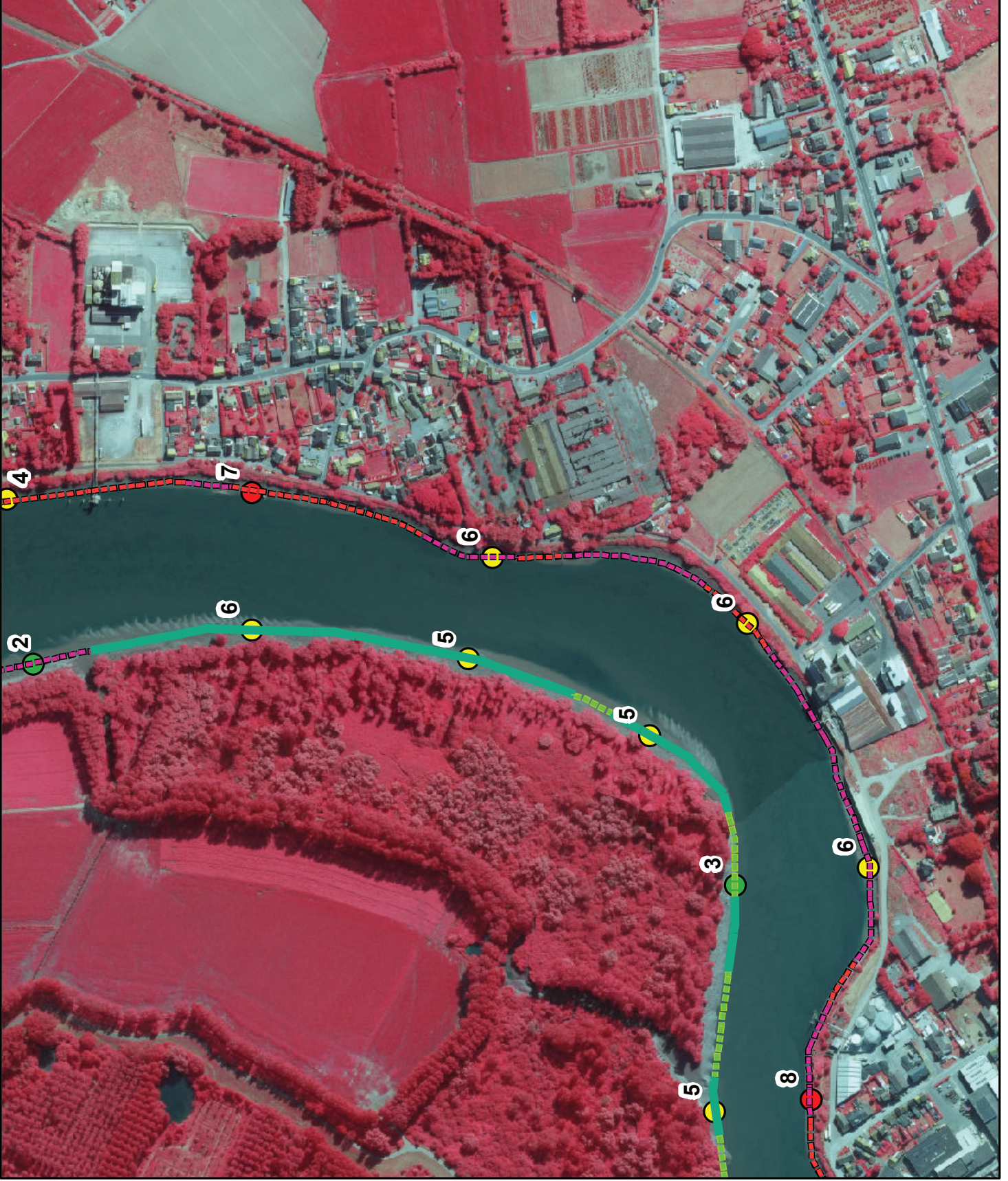
Legende

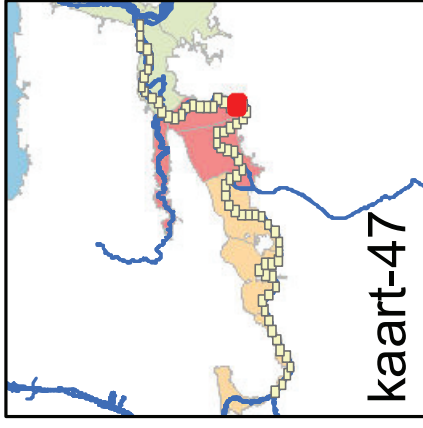
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeeschelde Oeverbeheerkaart

Legende

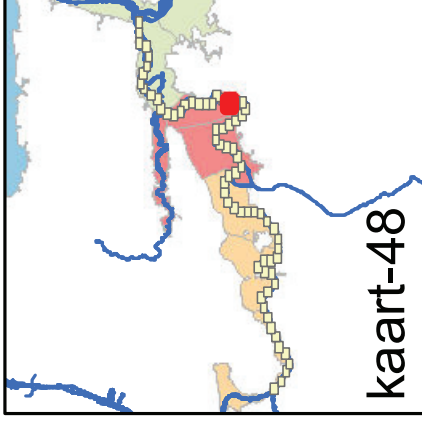
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

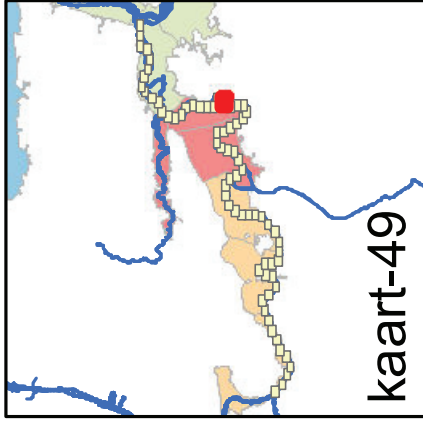
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

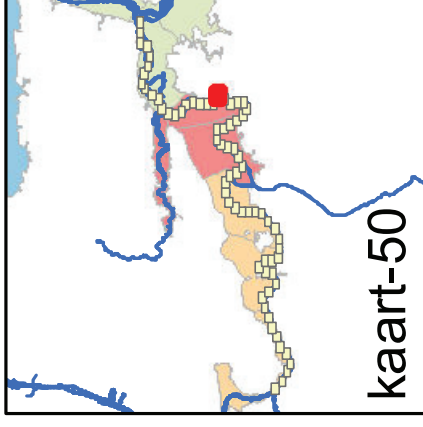
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

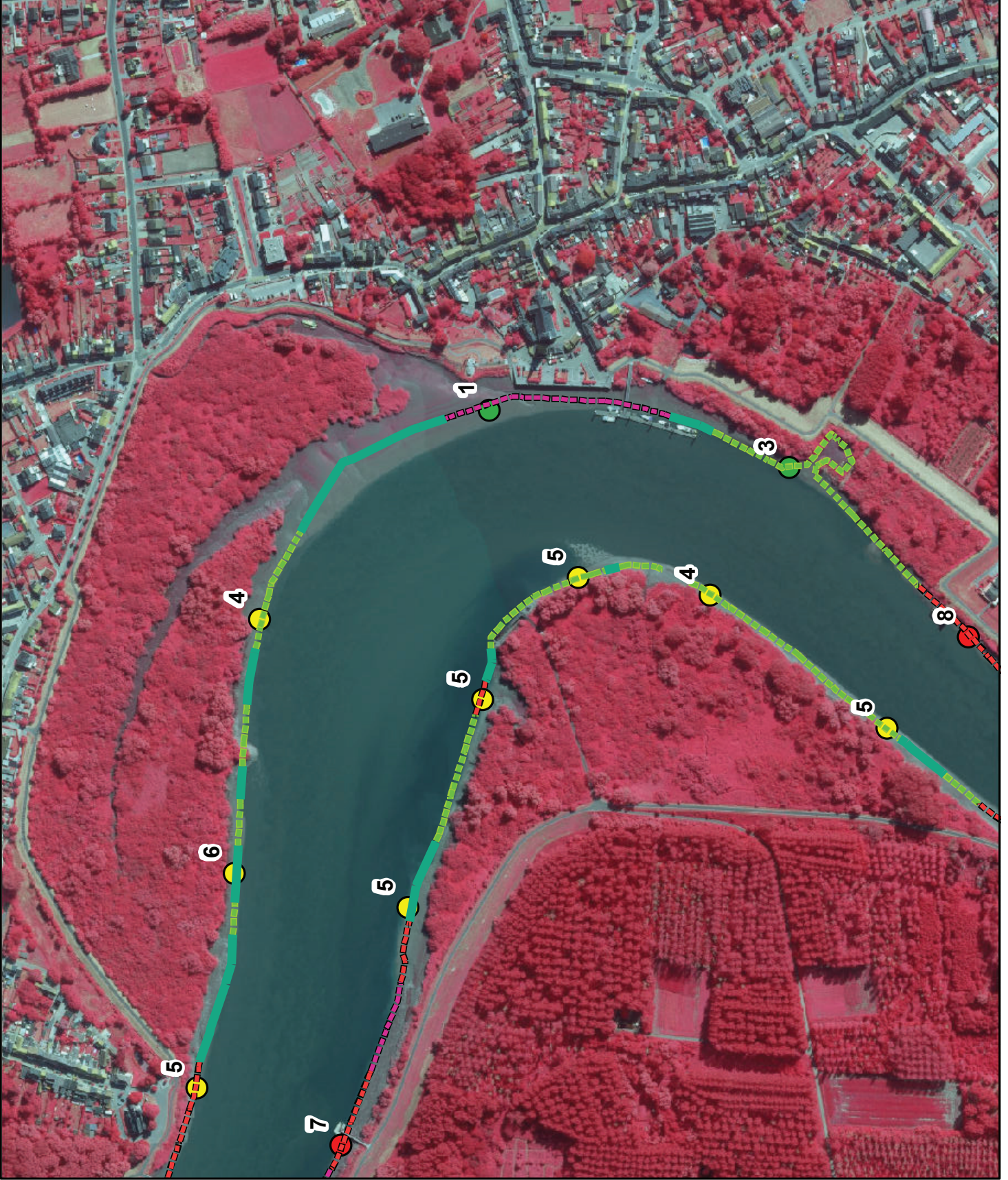
Legende

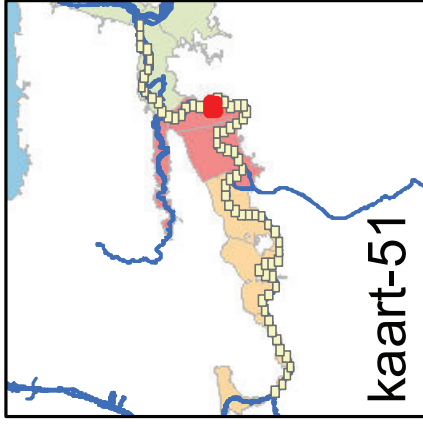
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

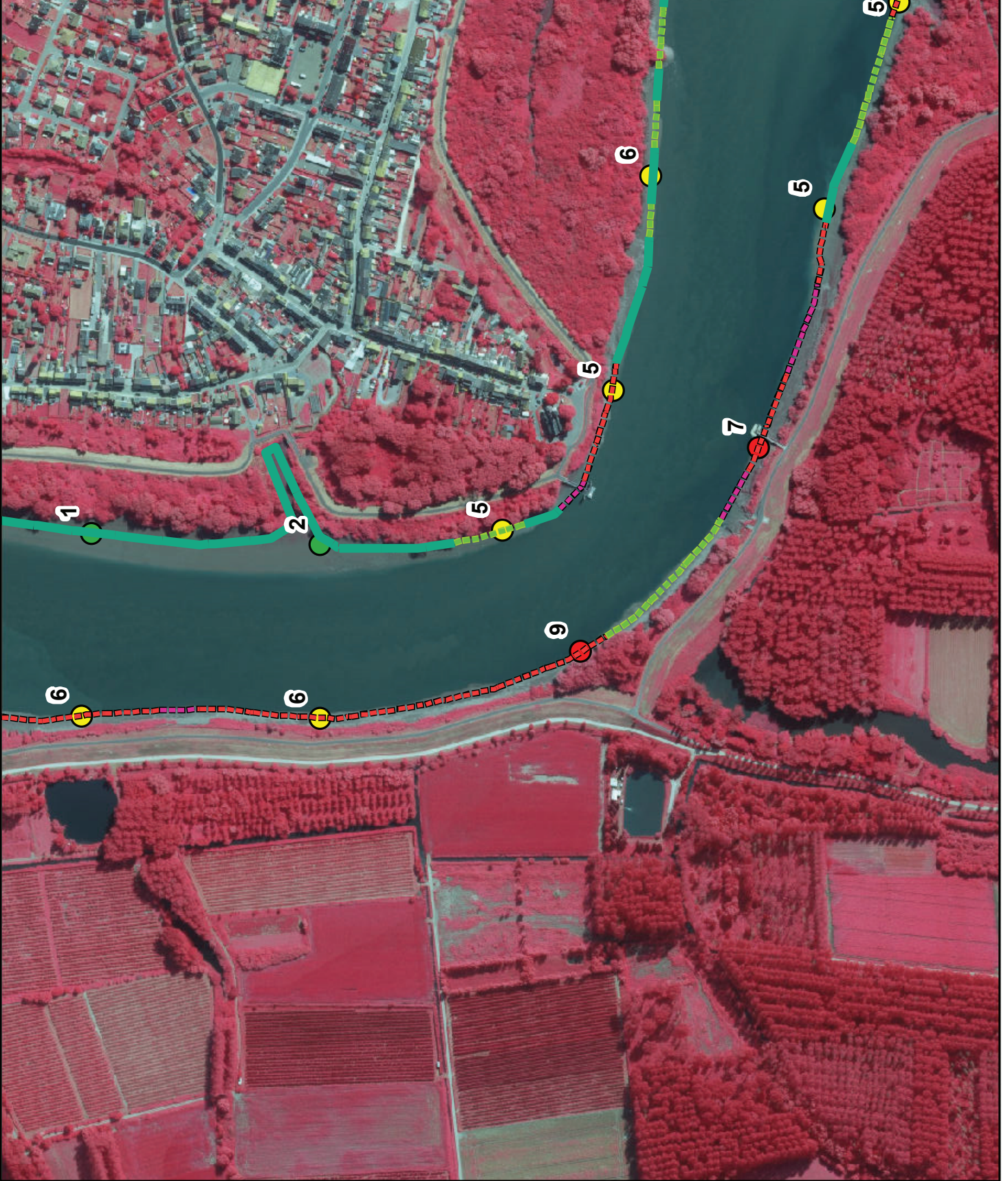
Legende

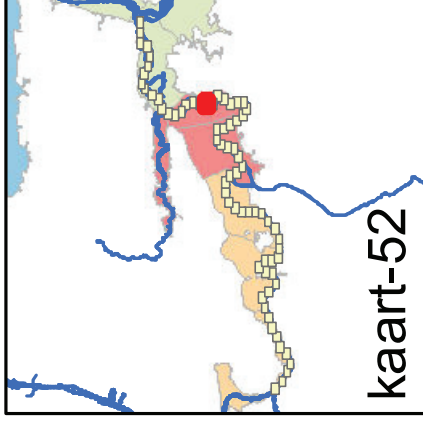
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

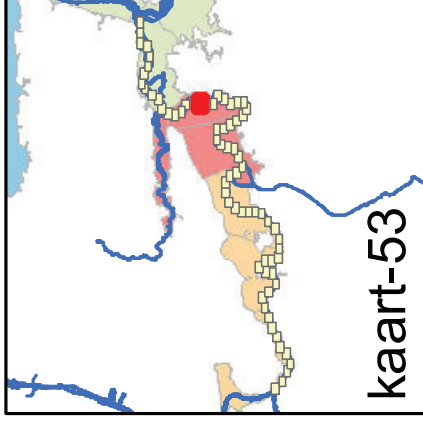
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

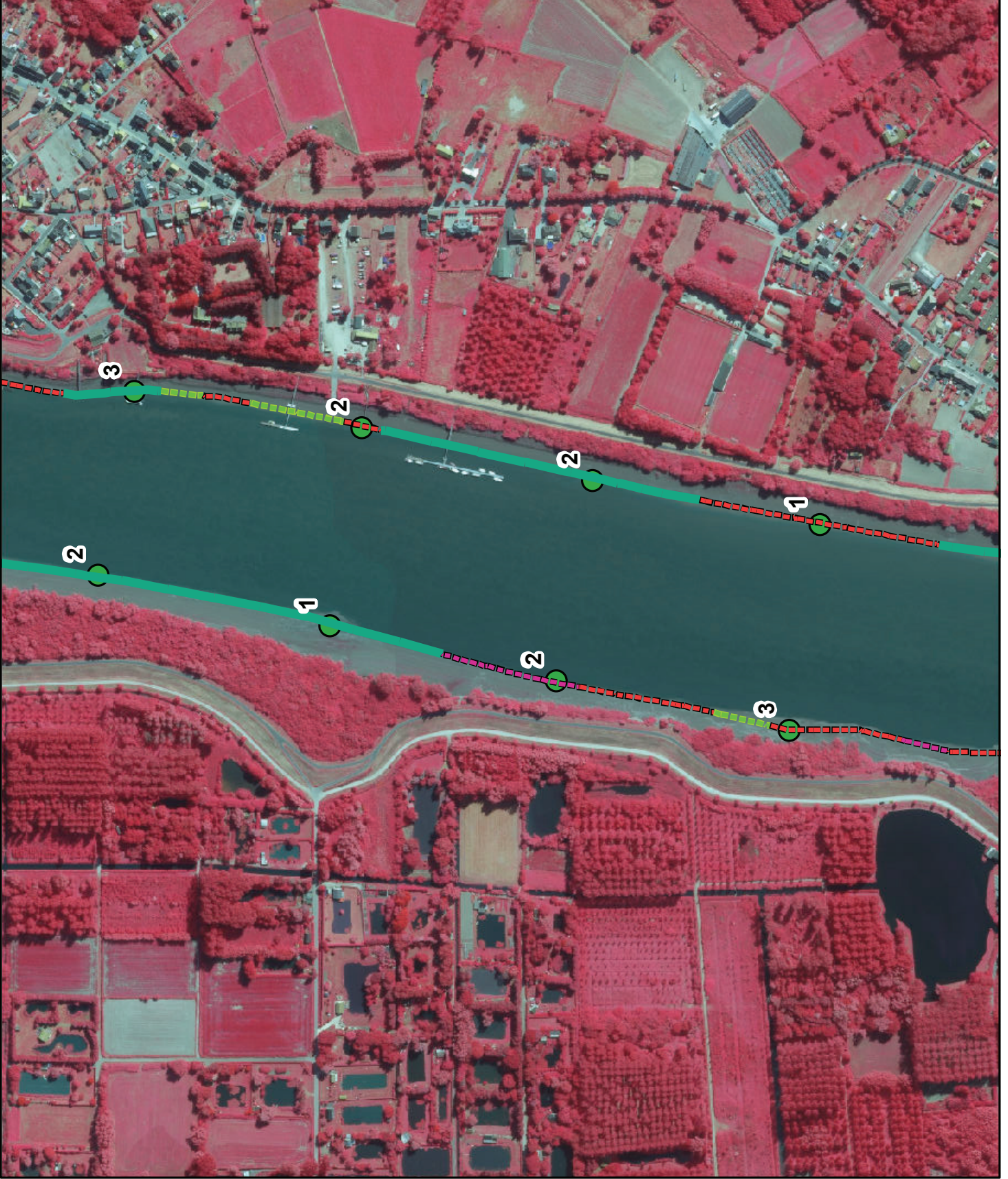
Legende

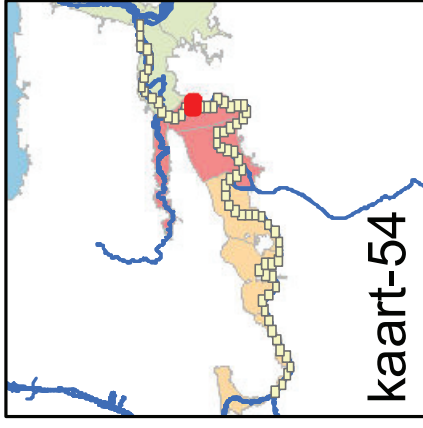
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

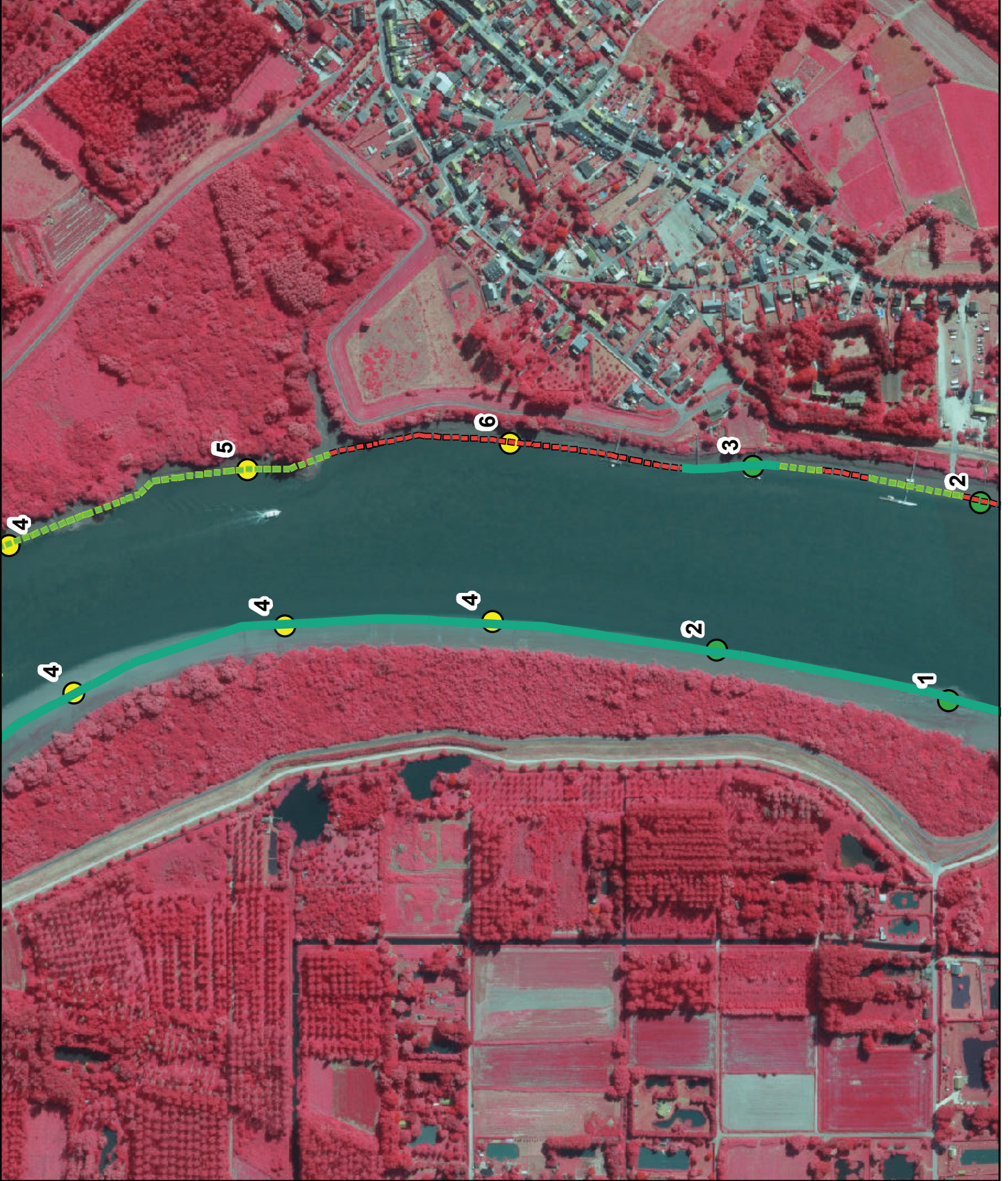
Legende

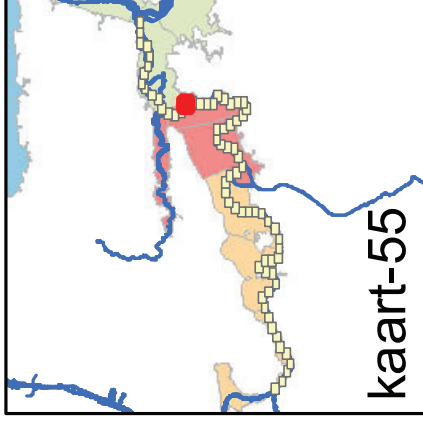
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

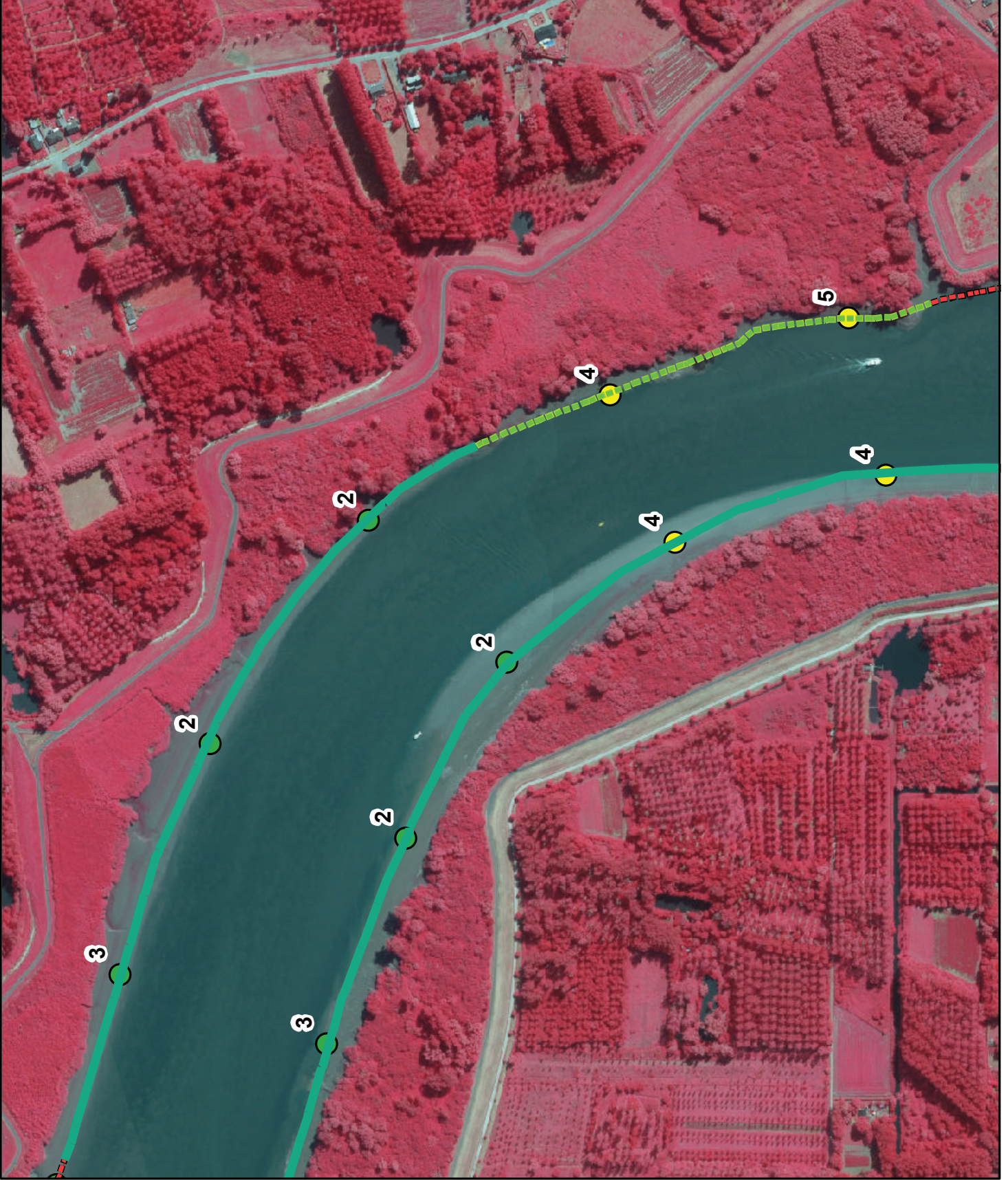
Legende

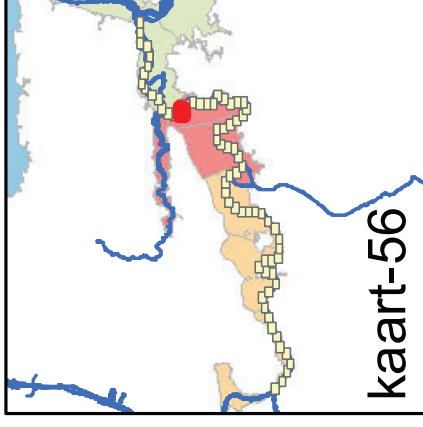
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

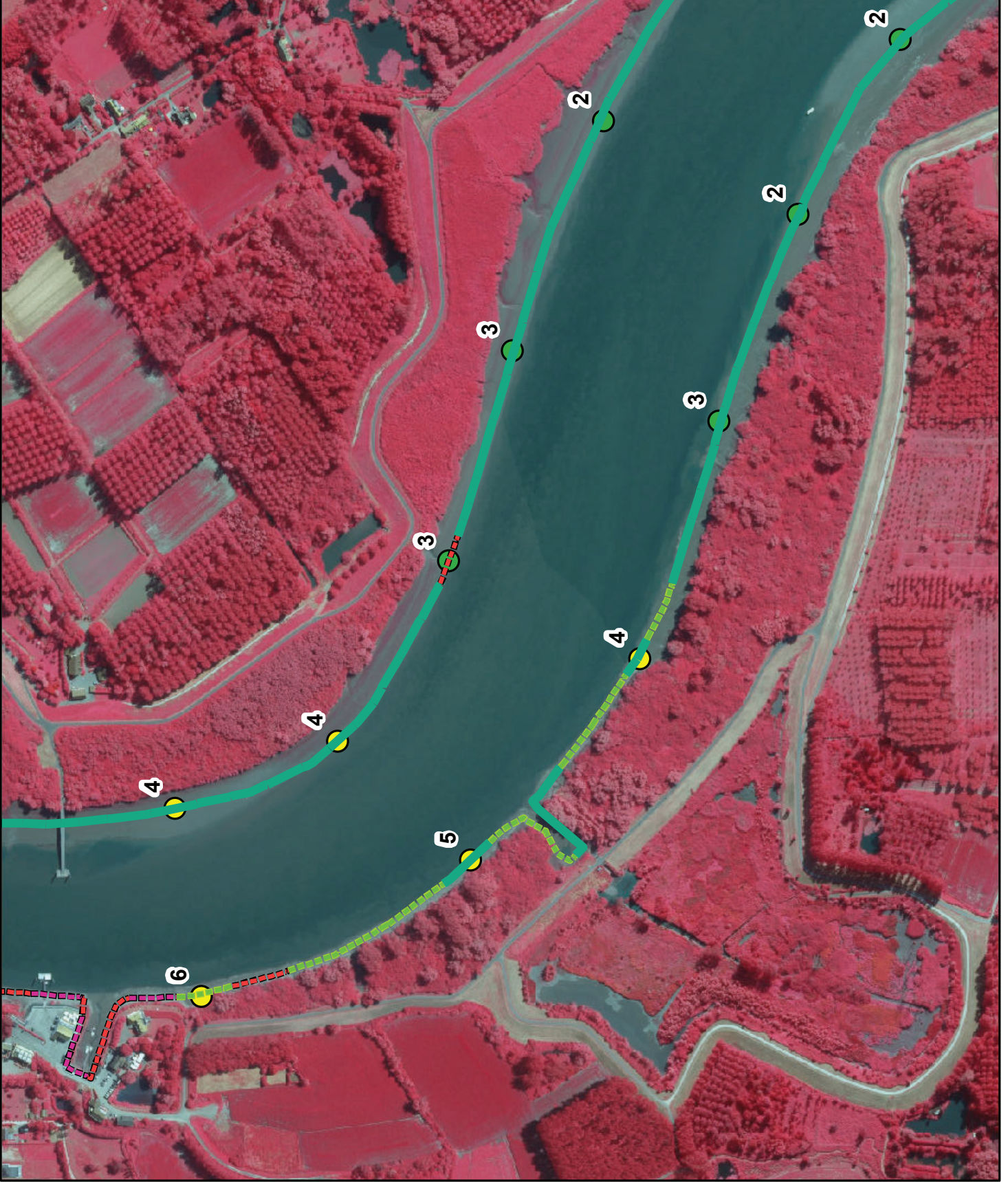
Legende

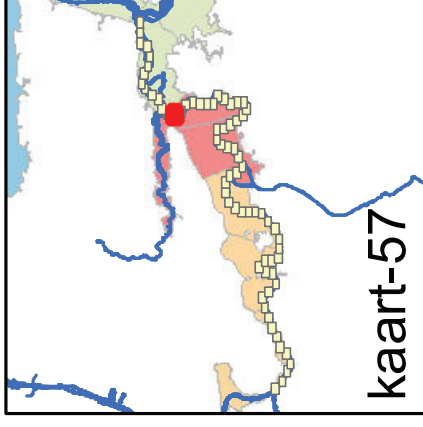
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10













Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

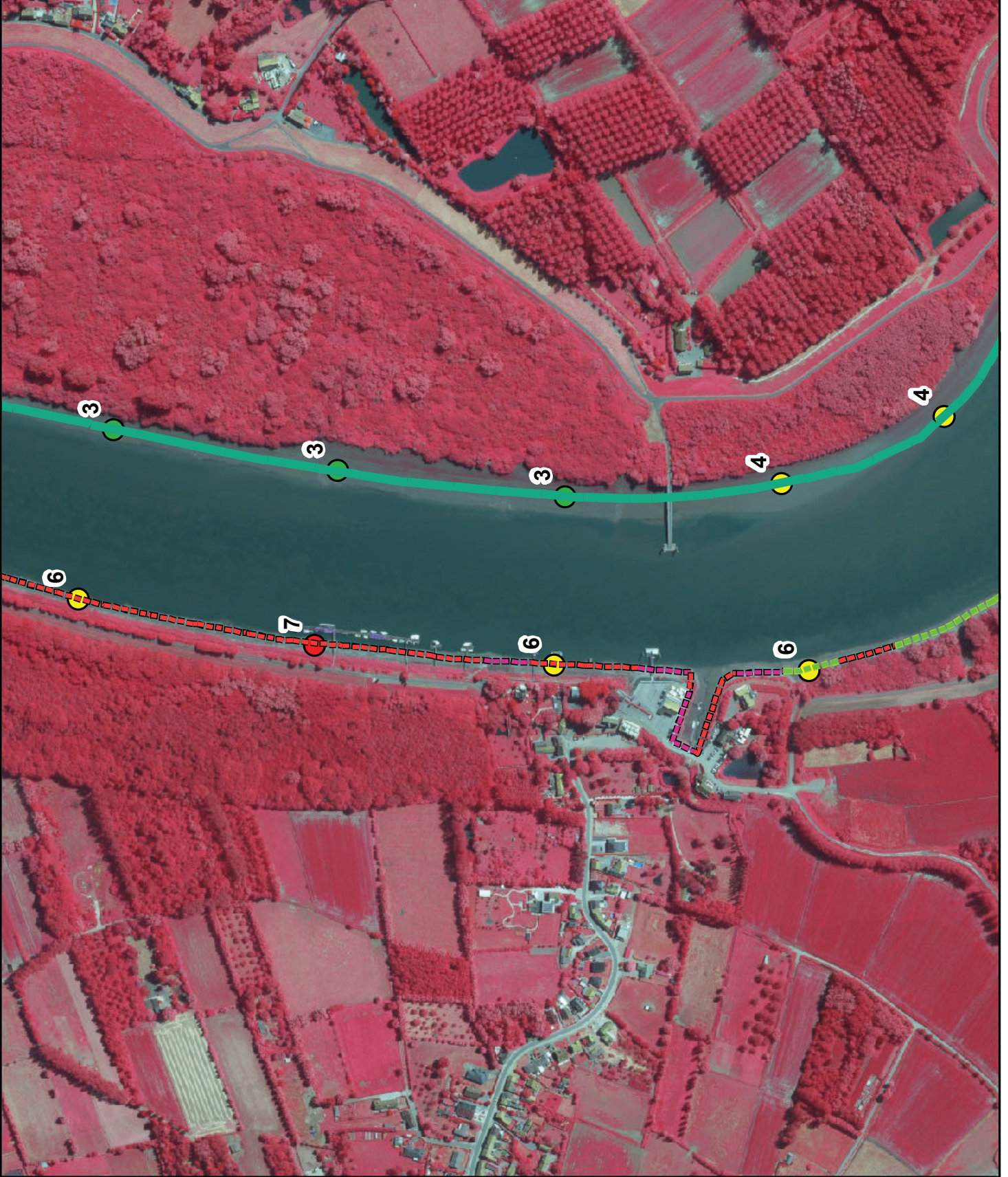
Legende

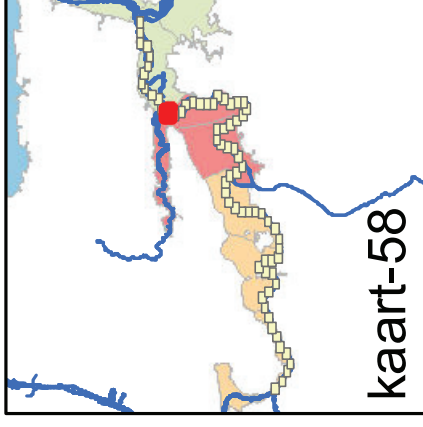
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

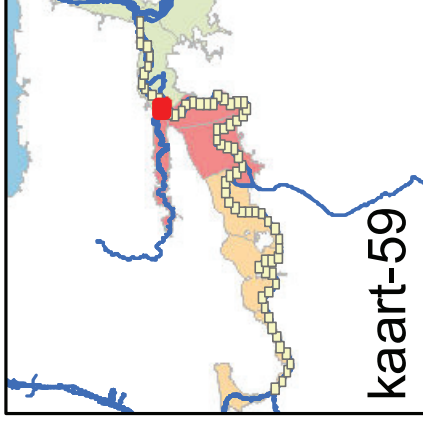
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

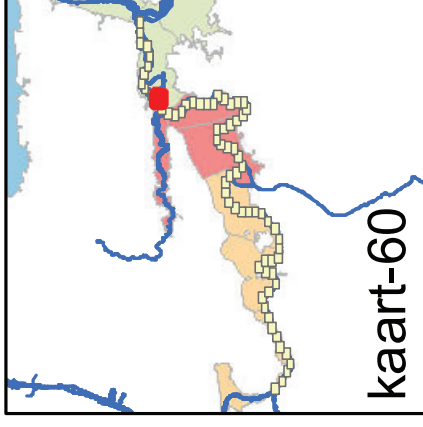
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

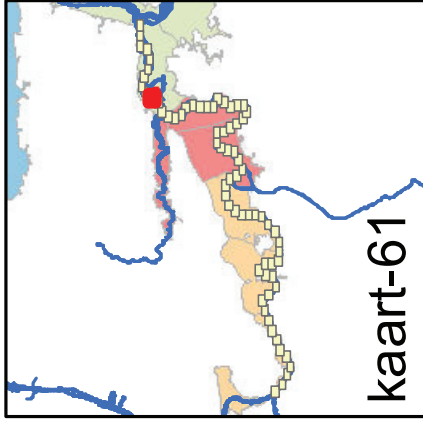
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

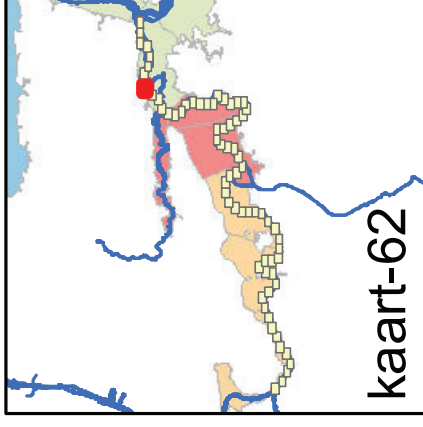
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

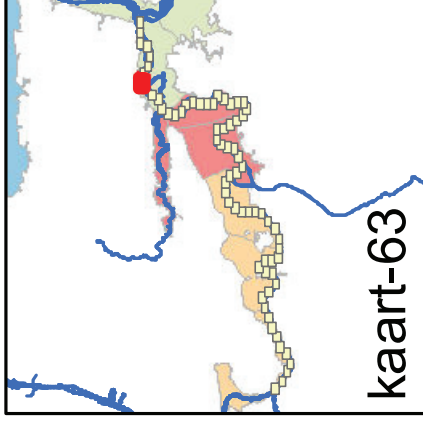
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





0 25 50 100 Meters



Waterschap de Zeeskakiel NV
weg van water



Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

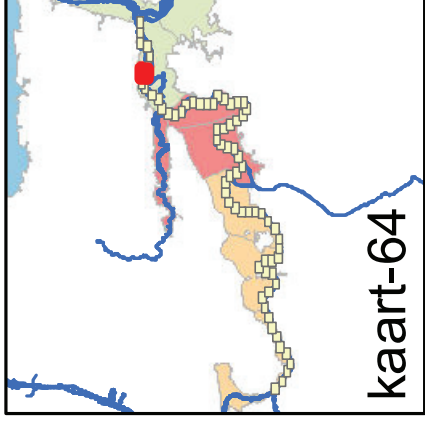
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

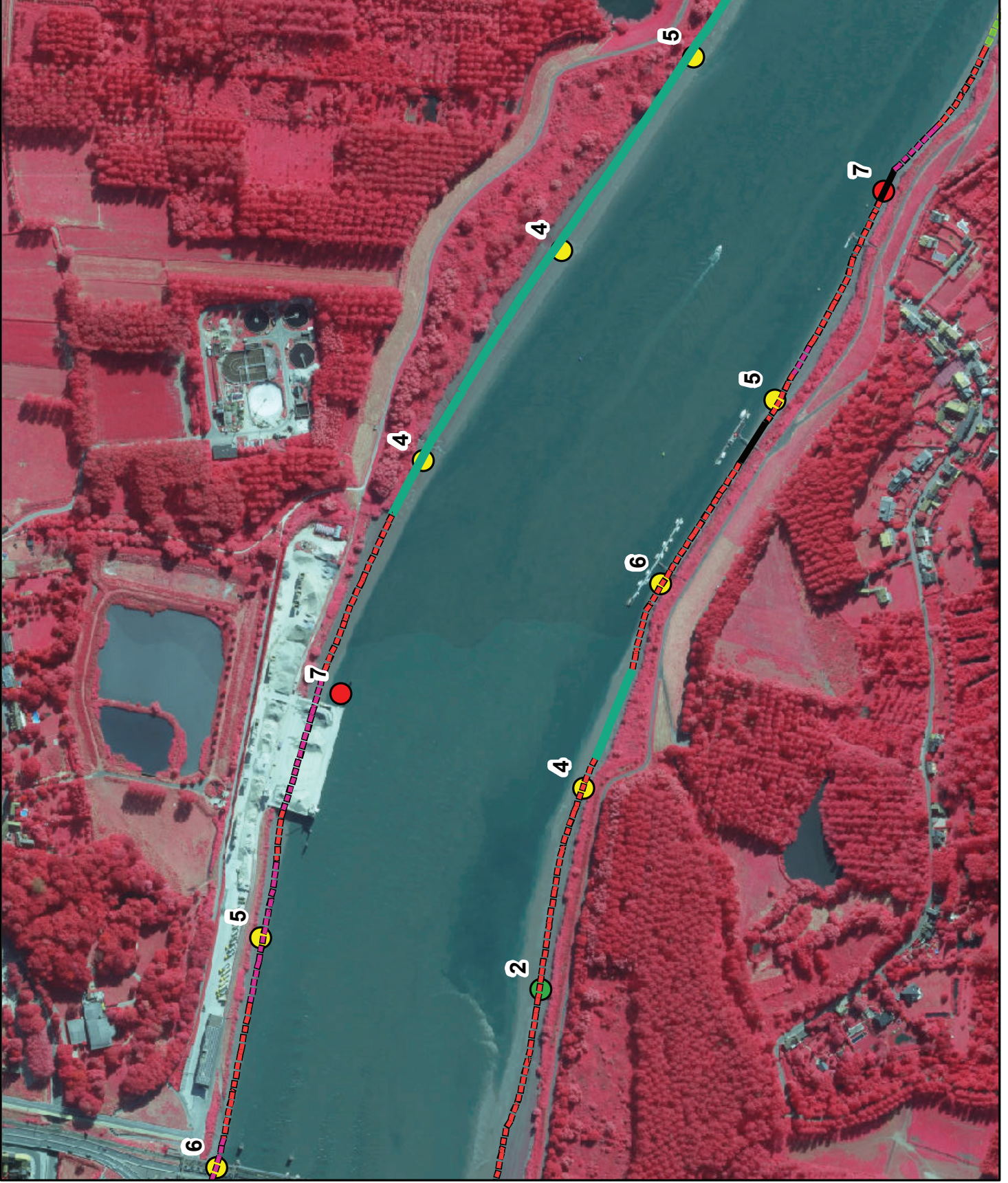
Legende

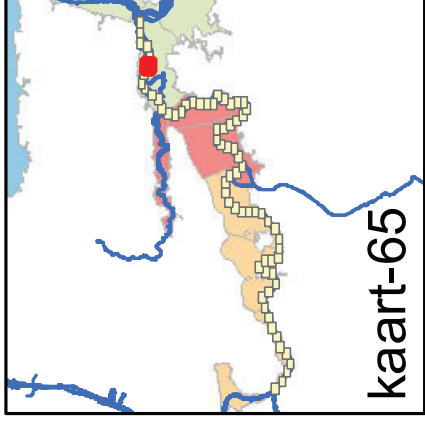
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

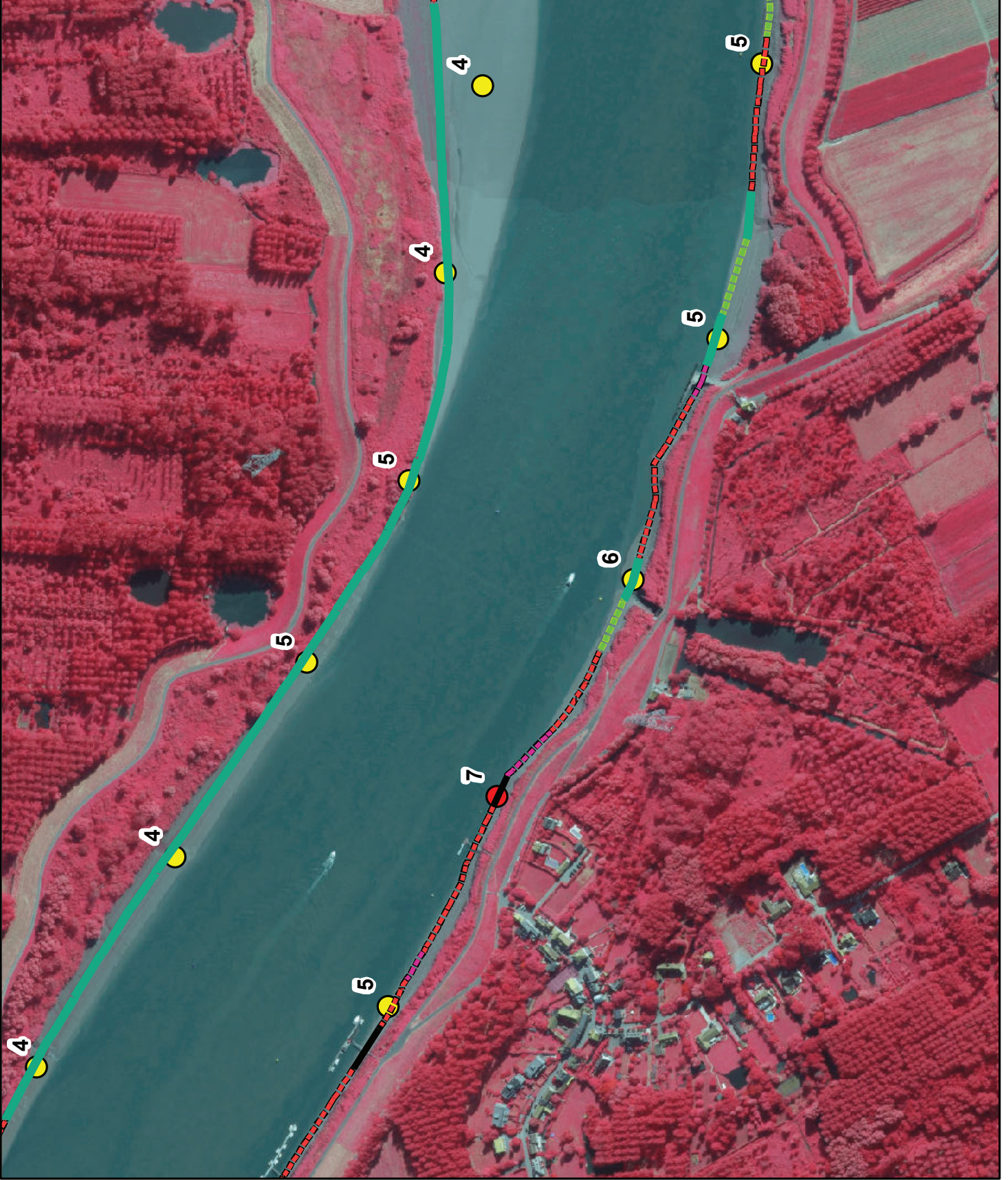
Legende

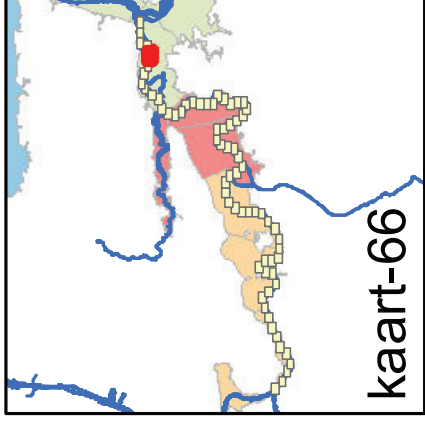
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10













Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

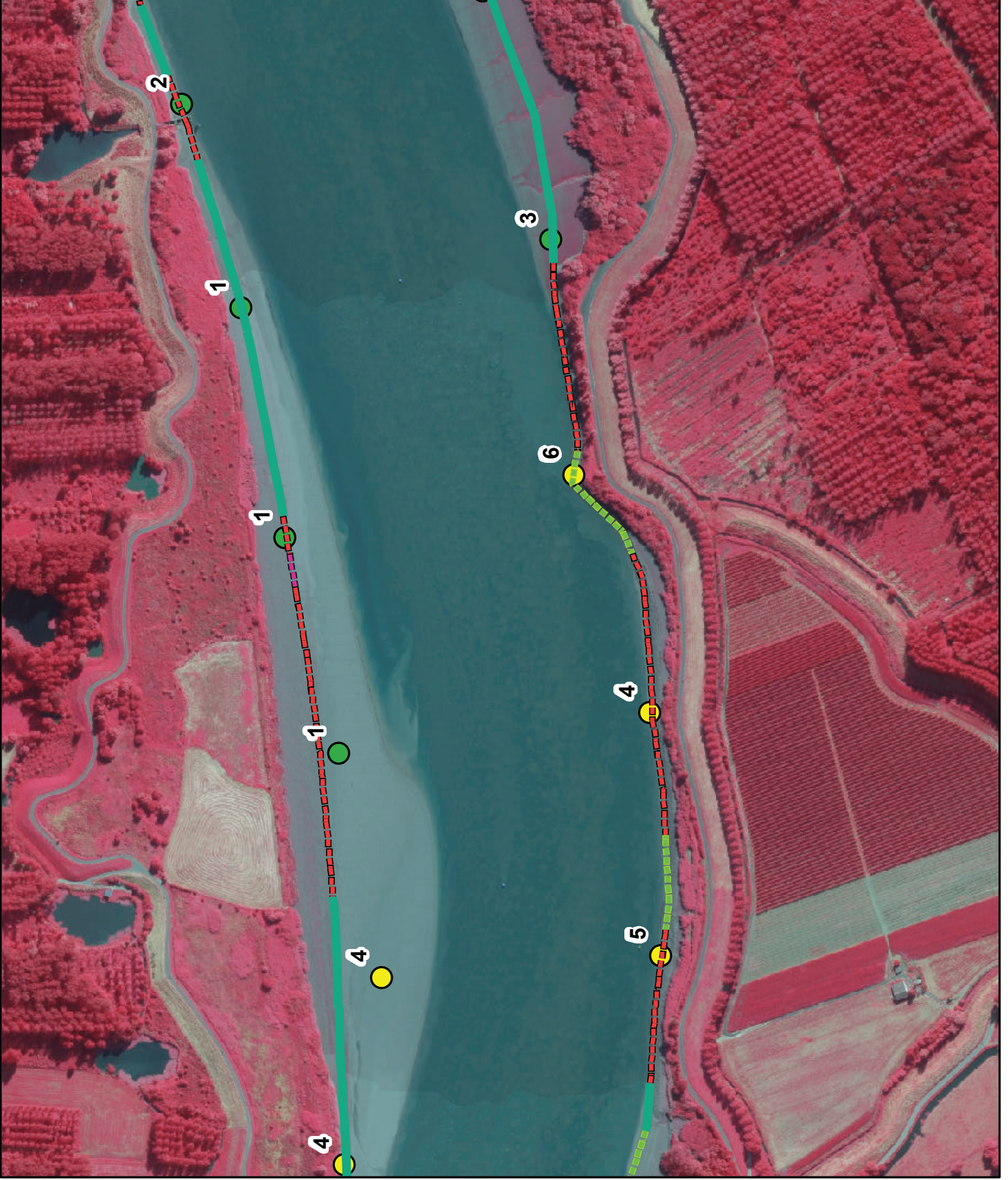
Legende

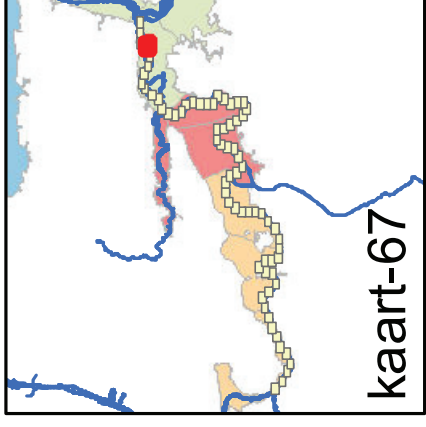
Oeverbekleding

-  Schanskorf/damwand of verflauwen
-  Breuksteen (dijk)
-  Breuksteen voor schor of NTMB
-  Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
-  Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

-  1 - 3
-  4 - 6
-  7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

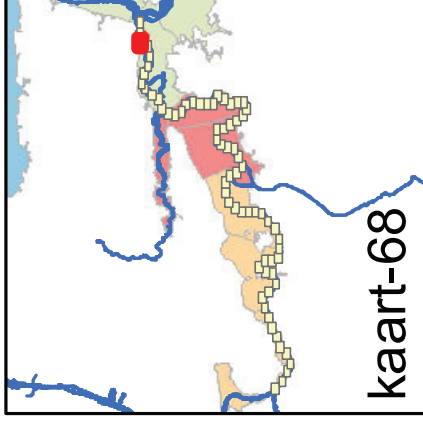
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

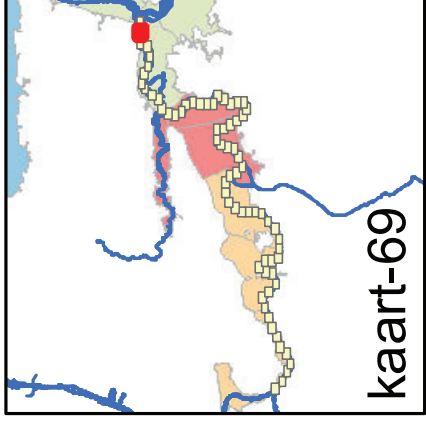
Oeverbekleding

- Schanskorff/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeeschelde Oeverbeheerkaart

Legende

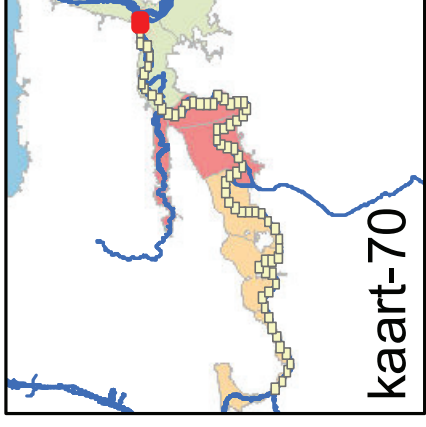
Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slik of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10





Duurzaam Beheerplan Boven-Zeescheide Oeverbeheerkaart

Legende

Oeverbekleding

- Schanskorf/damwand of verflauwen
- Breuksteen (dijk)
- Breuksteen voor schor of NTMB
- Breuksteengordel op laag slijk of NTMB
- Onbeschermd

Erosie Risico Index (ERI)

- 1 - 3
- 4 - 6
- 7 - 10

