



Stedenbouw & Multifunctionele waterkeringen

Afsluitbaar Open Rijnmond
een eerste integrale verkenning

augustus 2010

Stedenbouw & Multifunctionele waterkeringen

Projectgroep Afsluitbaar Open Rijnmond

Auteurs:

Maurits de Hoog (*TU Delft*)

Anne Loes Nillesen (*DEFACTO stedenbouw*)

Laura Kleerekoper (*TU Delft*)

Verena Balz (*TU Delft*)

Marco Gazzola (*DEFACTO stedenbouw*)

KvK-nummer : KvK029/2010-03

dit rapport is te downloaden op www.aor.tudelft.nl en www.kennisvoorklimaat.nl

Onderzoeksproject : “Afsluitbaar Open Rijnmond – een eerste integrale verkenning”, door de TU Delft

opdrachtgevers : Rotterdam Climate Proof en Kennis voor Klimaat
dit onderzoek wordt medegefinancierd door het Ministerie van VROM

Inhoudsopgave

	blz.
Samenvatting	5
Inleiding en onderzoeksofzet	11
Hoofdstuk 1. Verstedelijkte delta	13
a. Dynamiek in het mondingsgebied van Rijn, Maas en Schelde	17
b. Kengetallen studiegebied 2010 – inwoners, woningen, werkgelegenheid	19 21
c. Categorisering dijken	23
d. Categorisering buitendijks gebied	25
e. Plannen en beleid korte termijn 2010-2020	29
f. Plannen en beleid lange termijn 2020-2050	35
g. Plannen en beleid zeer lange termijn > 2050	37
h. Kansen voor natuurontwikkeling	
i. Kansen voor stedelijke ontwikkeling	39
Hoofdstuk 2 Effecten van zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren	41
a. EPK 100 - Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden in 2050 en 2100 bij handhaving situatie 2010 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015	48
b. EPK 1000 - Idem met zwaardere Maeslantkering faalkans 1:1000	62
c. EPK 1000 + RK 1000 - Idem met rivierkeringen cf. rapport Deltacommissie	70
d. Conclusies effecten op de dijken	79
e. Conclusies effecten op buitendijkse gebieden	85

	blz.
f. Effecten van optimalisering en wijziging uitgangspunten	87
Hoofdstuk 3 Ontwikkelingsperspectief	89
a. Principes voor bescherming van buitendijkse gebieden: kavel- en blokniveau, verplaatsen waterkering, afsluiten riviertakken	91
b. Principes voor regionale ontwikkeling (zeer) lange termijn	97
- Nuloptie: Open Rijnmond incl. verplaatsen waterkeringen	
- Verplaatsen dijkkring 14 naar Oude Maas en Beneden-Merwede	
- Verplaatsen dijkkring 14 naar Eiland van Dordrecht	
- Verplaatsen dijkkring 14 naar Haringvliet	
- Nieuwe Bernisse	
c. Tijdlijn	107
Hoofdstuk 4 Conclusies en aanbevelingen vervolgonderzoek	109
Literatuurverwijzing	117
Bijlagen	119
1. Kostenraming van hoogwaterkeringen	121
2. Kostenraming van dijkverhoging	123
3. Vergelijking van dijken die qua hoogte niet voldoen tussen verschillende varianten	127
4. Overstromingskaarten buitendijks gebied & dijken die qua hoogte niet voldoen	139
5. Publicatie overzicht multifunctionele dijken	169

Samenvatting

Dit rapport maakt onderdeel uit van een eerste integrale verkenning van de effecten van de klimaatverandering (stijgende zeespiegel en hogere rivierafvoeren) op de dijken en het buitendijks gebied in de Rijnmond en de Drechtsteden in 2050 en 2100: waar moeten dijken versterkt worden en waar zijn maatregelen nodig om de buitendijkse bebouwing te beschermen? Kan toepassing van flexibele rivierkeringen (Afsluitbaar Open Rijnmond – AOR) dergelijke maatregelen helpen voorkomen? In het verlengde van deze algemene vragen staat in dit deelrapport de onderzoeksvraag centraal: Wat zijn mogelijk positieve effecten van AOR voor de ruimtelijke ontwikkeling van de regio's Rijnmond en Drechtsteden op lange en zeer lange termijn?

Om hierover betrouwbare uitspraken te kunnen doen is diepgaand onderzoek nodig. In deze eerste verkenning zijn drie alternatieven vergeleken: de huidige situatie met een faalkans van de Maaslantkering van 1:100, idem 1:1000 en een variant met daarnaast ook rivierkeringen in de Nieuwe Merwede, de Noord en het Spui. De studie wijst uit dat bij een klimaatverandering conform de uitgangspunten van de Deltacommissie (2008) al in 2050 het overstromingsrisico van de dijken en het buitendijks gebied fors toeneemt. Het verkleinen van de faalkans van de Maaslantkering kan voor een betere bescherming van Rotterdam zorgen, maar heeft

weinig effect op de bescherming van de Rijnmond en de Drechtsteden als geheel. Rivierkeringen (AOR) beperken in 2050 de effecten op de Voorstraat en de buitendijkse binnenstad van Dordrecht, maar maken merkwaardig genoeg ingrijpendere maatregelen nodig rond Sliedrecht, Hardinxveld en Werkendam. Dit houdt verband met de faalkans van de Maeslantkering, respectievelijk het afvoeren van het 'extra' Lek-water via de Waal en de Nieuwe Merwede. In 2100 zijn ook voor Dordrecht zelf omvangrijke beschermingsmaatregelen nodig. Optimalisaties van AOR zullen wellicht tot een gunstiger beeld leiden (benutting bergingscapaciteit Volkerak en Grevelingen, floodplains, bypass Werkendam). Andere uitgangspunten zullen ook tot gunstiger uitkomsten kunnen leiden.

Ondanks de mogelijke optimalisering is het verstandig om ook andere alternatieven te verkennen voor de bescherming van de Rijnmond en de Drechtsteden dan de drie hier onderzochte. In de slotfase van deze studie is een aantal de revue gepasseerd, stuk voor stuk varianten van een open, dan wel een gesloten Rijnmond. Het open houden van de Rijnmond gecombineerd met het verhogen van de bestaande dijken is onaantrekkelijk. Kwaliteiten worden aangetast, maar – belangrijker – het buitendijks gebied met nu 60.000 en in 2030 mogelijk 80.000 inwoners

blijft onbeschermd. Het verleggen van de dijken naar de kades direct langs de rivieren beschermt het buitendijks gebied weliswaar, maar tast de kwaliteit radicaal aan. De aantrekkelijke overgangen van land naar water, bv. in de Dordtse binnenstad, verdwijnen goeddeels. Het afsluiten van de Rijnmond biedt een heel ander perspectief. Door het in meer of mindere mate naar het zuiden verschuiven van dijkkring 14 wordt het verstedelijkt gebied van Rijnmond en de Drechtsteden onderdeel van de goed beschermde Randstad. Doorgaand scheepvaartverkeer naar het achterland wordt dan echter minder goed gefaciliteerd. Een belangrijke keuze in een dergelijk perspectief betreft de vraag of het eiland van Dordrecht binnen de 'nieuwe dijkkring 14' gebracht zou moeten worden.

Voor het bepalen van de meest wenselijke beschermingsstrategie is het tot slot van belang om de tijdlijn nadrukkelijk in de overwegingen te betrekken: wanneer zijn waar welke maatregelen nodig? Dit biedt aanknopingspunten voor een afgewogen strategie met uitvoering van no-regret- maatregelen, gekoppeld aan een zorgvuldige monitoring van de daadwerkelijke effecten van klimaatverandering.

Aanbevolen wordt deze alternatieven en varianten nadrukkelijk in vervolgonderzoek te betrekken.

Inleiding en onderzoeksopzet

Met het oog op een klimaatbestendige toekomst van de regio's Rijnmond en Drechtsteden wordt in het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat de z.g. Hotspot Rotterdam verkend. In deze hotspot worden de effecten van klimaatverandering (waaronder zeespiegelrijzing en hogere rivierafvoeren) op de ontwikkeling van de betreffende regio's in kaart gebracht. Bestudeerd wordt hoe met deze effecten omgegaan kan worden, zowel vanuit het perspectief van waterveiligheid, als vanuit het perspectief van een aantrekkelijk woon- en werkmilieu. Het garanderen van de waterveiligheid in de Rijnmond op lange termijn noodzaakt tot forse ingrepen in dijken en kunstwerken en beperkt de ontwikkelingsmogelijkheden in het buitendijks gebied. In het Rapport van de Deltacommissie (2008) is voorgesteld om onderzoek te doen naar alternatieven voor dijkversterking, zoals de toepassing van het innovatieve concept van flexibele keringen. Verwacht wordt dat dit concept allerlei maatschappelijke voordelen heeft, zowel vanuit (water)technisch en financieel perspectief als vanuit ruimtelijk-economisch perspectief.

In het onderzoek Afsluitbaar Open Rijnmond (AOR) wordt dit concept nader onderzocht. Dit

deelrapport maakt onderdeel uit van fase 2 van het onderzoek AOR en richt zich op de effecten van toepassing van flexibele keringen op de ruimtelijk-economische ontwikkeling van de regio's Rijnmond en Drechtsteden.

Het deelrapport is opgesteld door een samenwerkingsverband van medewerkers van de afdeling Stedebouw van de Faculteit Bouwkunde van de TU-Delft en Defacto, bureau voor stedenbouw en architectuur, uit Amsterdam. In de bijlagen is het materiaal opgenomen van de door de faculteit CiTG van de TU-Delft verrichte deelstudie naar de kosten van de nieuwe keringen en naar de kosten van de noodzakelijke verzwarende van de dijken.

Probleemstelling

Fase 1 van AOR had wat betreft de ruimtelijk-economische ontwikkeling van de regio's Rijnmond en Drechtsteden een sterk inventariserend karakter. Grondgebruik, verwachte ontwikkelingen en beleid zijn in kaart gebracht. Daardoor is het speelveld scherper geworden.

In fase 2 staat wat betreft de ruimtelijk-economische

ontwikkeling de vraag centraal: Wat zijn mogelijk positieve effecten van AOR voor de ruimtelijk-economische ontwikkeling van de regio's Rijnmond en Drechtsteden op lange en zeer lange termijn?

Onderzoeksvragen

Dijkkring 14 is de belangrijkste waterverdedigingslijn in West-Nederland. Daarbinnen geldt een overstromingsnorm van 1 op 10.000 jaar. De dijkkring valt samen met de 'historische' waterkeringen, die sinds de 12de eeuw het kerngebied van Holland vrijwaren van wateroverlast. Aan de zuidzijde is dit de Schielandse Hoge Zeedijk langs de Nieuwe Maas en de Hollandse IJssel. Op en rond deze dijk liggen ook de belangrijkste verstedelijkingskernen: Maassluis, Vlaardingen, Schiedam, Rotterdam en verder naar het oosten Gouda. Met het graven van de Nieuwe Waterweg parallel aan de historische waterkering werd het kerngebied van Holland in de 19de eeuw bestendigd. Ook de 19de eeuwse verstedelijking vond voornamelijk aan de noordzijde van de Nieuwe Maas en de Hollandse IJssel plaats. De verstedelijkingsband op en rond de historische dijk vormt één van de 'randen' van de Randstad.

Alleen Dordrecht – op het gelijknamige ‘eiland’ – is van oudsher een belangrijke verstedelijkingskern in de delta zelf. In de loop van de 20ste eeuw zijn echter grote wijzigingen opgetreden, zowel in het beloop van de hoofdwaterafvoer als in de vorm van verstedelijking.

De hoofdwaterafvoeren van Rijn en Maas zijn naar het Zuiden verschoven. De Waal – de belangrijkste Rijntak – mondt via Nieuwe Merwede, Hollands Diep en Haringvliet uit in zee. De verstedelijking volgde deze verschuiving. De stad sprong over de rivier; eerst met de havens, later ook met omvangrijke woningbouw. Het gebied tussen de Nieuwe Maas en de nieuwe zuidelijker gelegen hoofdafvoeren van de rivieren omvat inmiddels 346.000 woningen, 780.000 inwoners en 329.000 arbeidsplaatsen. In de Botlek, Europoort, op IJsselmonde en op het Eiland van Dordrecht wordt bovendien een fors deel van de toegevoegde waarde in de Nederlandse economie gerealiseerd en ligt vitale haven-, spoor-, weg-, drinkwater- en energie-infrastructuur.

Het laat zich aanzien dat het – bij een voortgaande zeespiegelrijzing en extreem hoge rivierafvoeren – op enig moment onvermijdelijk zal zijn om de Rijnmond en de Drechtsteden volledig af te sluiten

van rivier- en zee-invloed. Tot die tijd kan een flexibele oplossing wellicht soelaas bieden. Flexibele keringen kunnen het stedelijk gebied bij extreme omstandigheden vrijwaren van overstromingen, maar hebben naar verwachting vanuit ruimtelijk-economisch perspectief ook andere voordelen, zoals het kunnen continueren van het scheepvaartverkeer en het vermijden van ingrijpende dijkversterking in kwetsbaar stedelijk gebied. Daarnaast biedt het herontwikkelingsmogelijkheden van vrijkomende buitendijks gelegen gebieden met een sterke identiteit en gewaardeerd historisch erfgoed en kunnen nieuwe iconen in het rivierenlandschap ontstaan.

De onderzoeksvragen sluiten hier op aan:

1. Wat zijn de effecten van het MHW (maatgevend hoogwater) in 2050 en 2100 op de dijken bij verschillende alternatieven?

Inventarisatie van de noodzakelijke dijkversterkingen bij een keuze voor het gedeeltelijk open houden van de rivieren in de Rijnmond en de Drechtsteden (met Maeslantkering en Europoortkering) én bij toepassing van flexibele keringen conform het concept van de Deltacommissie: kwantitatieve

en kwalitatieve effecten op dijken, dijkzones en kunstwerken (sluizen, bruggen etc.).

2. Wat zijn de effecten van het MHW in 2050 en 2100 op het buitendijks gebied?

Inventarisatie van de overstromingshoogten bij een keuze voor het open houden van de rivieren in de Rijnmond en de Drechtsteden én bij toepassing van flexibele keringen conform het concept van de Deltacommissie: kwantitatieve en kwalitatieve effecten op bestaand en mogelijk te transformeren buitendijks gebied.

3. Wat is het ontwikkelingsperspectief van het buitendijkse gebied?

a. Inventarisatie/analyse/vergelijking van identiteit en kwaliteit van de huidige binnen- en buitendijkse riviertrajecten: erfgoed, natuurwaarden, kunstwerken, transportstromen, ruimtelijke opbouw, voor zover deze een relatie hebben met de veranderende MHW's.

b. Analyse van plannen en ontwerpvoorstellen voor de ontwikkeling van het studiegebied (waaronder de inzendingen voor de Eo Wijers-prijsvraag).

c. Ontwerpverkenning naar ontwikkelingsmogeli-

ijkheden van stedelijke functies in het buitendijkse gebied in een regio met een forse ruimtedruk en een relatief eenzijdige economisch structuur.

d. Ontwerpverkenning naar ontwikkelingsmogelijkheden van natuur en recreatie als onderdeel van een stelsel van metropolitane parken en landschappen.

4. *Hoe kunnen de nieuwe iconen er uit zien?*

Ontwerponderzoek naar ligging, inpassing en vorm van de nieuwe deltadijk, de nieuwe beweegbare keringen (en evt. de nieuwe rivier tussen Lek en Merwede).

Onderzoeksopzet - fasering

Om een betrouwbaar antwoord te kunnen geven op deze vier onderzoeksvragen is een strak gestructureerd en diepgaand onderzoekstraject nodig. Dat vergt tijd en gedetailleerde gegevens. Omdat deze nog goeddeels ontbreken is gekozen voor een verkennend onderzoek, waarin tussentijdse resultaten de aanpak van vervolgfases kunnen beïnvloeden.

Fase 1 – inventarisatie en analyse huidige situatie

Allereerst is het inventarisatiemateriaal uit fase 1 opnieuw gegroepeerd en geïnterpreteerd en uitgebreid met kwantitatieve gegevens over het studiegebied: waar liggen de dijken precies, wat is de situatie buitendijks, hoe heeft het studiegebied zich ontwikkeld - in de afgelopen eeuwen en in de afgelopen decennia. Vervolgens zijn de dijken gecategoriseerd volgens een betrekkelijk eenvoudig onderscheid tussen onbebouwde en bebouwde dijken. Onbebouwde dijken zijn nader uitgesplitst in grasdijken, verharde dijken en infradijken; bebouwde dijken zijn uitgesplitst in een- en tweezijdig bebouwde dijken, kantoordijken en dijken met historisch waardevolle bebouwing. Verondersteld is dat dit kwalitatieve onderscheid ook bruikbaar is bij het berekenen van de kosten van dijkverzwaring en dijkverhoging. Ook het buitendijks gebied is gecategoriseerd. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen gemengd stedelijk gebied, industriegebied en recreatie/natuurgebied. Tot slot is in kaart gebracht wat plannen en beleid zijn voor korte (2010-2020), lange (2020-2050) en zeer lange termijn (> 2050). Op basis van het beleid voor de lange en zeer lange termijn zijn kansen aangegeven voor natuurontwikkeling en stedelijke ontwikkeling in het buitendijks gebied.

Fase 2 – effectenstudie

Als tweede stap is nagegaan wat de effecten zijn van de verwachte zeespiegelrijzing en hogere rivierafvoeren in 2050 en 2100 op de huidige dijken (welke dijken voldoen niet en tot welk type behoren deze?) en op het huidige buitendijks gebied (welke terreinen en bestaande gebouwencomplexen moeten beschermd worden?). Hierbij zijn de volgende uitgangspunten en basisgegevens gehanteerd:

- De klimaatscenario's 2050 (is feitelijk KNMIG+ 2100) en 2100 (Veerman 2100) uit het rapport van de Deltacommissie Samen Werken met Water, zoals bewerkt in deelrapport Waterstanden (HKV, 2010);
- Uitvoering voor 2050 van de maatregelen uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma en uit het Programma Ruimte voor de Rivier;
- Meetpunten dijken, dijkhoogten, terreinhoogten zoals geleverd in deelrapport waterstanden (HKV, 2010);
- Maatgevend Hoog Waterpeil conform deelrapport waterstanden (HKV, 2010);
- Overstromingsrisico dijken: kruinhoogte dijken minus 50 cm (als waakhoogte) – MHW ;
- Overstromingsrisico buitendijks gebied in intervallen van 50 cm.

In de effectenstudie zijn drie alternatieven bekeken:

A. Huidige situatie dijken met Maeslantkering faalkans 1:100;

B. Idem met Maeslantkering 1:1000;

C. Idem met Maeslantkering 1:1000 plus Rivierkeringen 1:1000 Lek/Nederrijn, Nieuwe Merwede, Noord en Spui.

Tot slot is in kaart gebracht tot welke categorieën de dijken behoren die zeker niet voldoen, welke categorieën buitendijkse gebieden bedreigd worden en welke effecten te verwachten zijn voor de scheepvaart.

Met deze effectanalyses kan een eerste antwoord gegeven worden op de onderzoeksvragen 1 en 2. De gehanteerde dijkhoogtes vormen maar één van de aspecten die overstromingsrisico's bepalen (naast bv. stabiliteit). Andere faalkansen van keringen en andere uitgangspunten ten aanzien van de aanvaardbaarheid van overstroming in het buitendijks gebied leiden ongetwijfeld tot andere uitkomsten.

Fase 3 – perspectieven

In de aanpak van fase 3 is in de loop van het onderzoek een wijziging doorgevoerd onder invloed van de uitkomsten van fase 2. Alternatief C met rivierkeringen bleek een minder sterk reducerend effect op het MHW-peil te hebben dan aanvankelijk verwacht. De faalkansen van de Maeslantkering en de rivierkeringen impliceren dat op lange en zeer lange termijn een omvangrijk aantal dijkvakken niet zal voldoen. Belangrijker is dat grote delen van het buitendijks gebied bedreigd blijven. De keringen zullen daarnaast zo vaak moeten sluiten dat deze een ernstige belemmering zullen vormen voor de scheepvaart naar Antwerpen en het achterland. Dit noodzaakt ertoe het ontwikkelingsperspectief te herijken, zowel wat betreft de vorm van hoogwaterbescherming als wat betreft de tijdslijn. In de gewijzigde opzet wordt dan ook minder aandacht besteed aan de stedenbouwkundige kwaliteit van mogelijk te herontwikkelen buitendijkse gebieden. Het accent is verschoven naar ontwikkelingsperspectieven voor de regio als geheel en de fasering van uitvoering.

Fase 3 richtte zich in de gewijzigde opzet allereerst op het in kaart brengen en ontwerpen van mogelijke oplossingen voor het beschermen van de huidige buitendijkse bebouwing in de Rijnmond en de Drechtsteden bij uiteenlopende overstromingshoogten: technieken op kavel- en blokniveau, op het niveau van eilanden (ophogen) en van riviertrajecten (verschuiven dijken), dan wel op het niveau van complete riviersystemen (keringen).

Dit leverde de basis voor het ontwerpen van (vooralsnog) vier regionale ontwikkelingsperspectieven. De perspectieven verschillen in de mate waarin ongehinderd scheepvaartverkeer over de verschillende rivieren in de Rijnmond mogelijk blijft (en daarmee riviergebonden bedrijvigheid onder de huidige bereikbaarheidscondities). De analyse van de inzendingen voor de Eo Wijersprijsvraag bewees hierbij goede diensten.

Per perspectief is vervolgens globaal nagegaan welke ingrepen nodig zijn om overstromingsrisico's in het buitendijks gebied in 2050 en 2100 te reduceren. Ook de ruimtelijk-economische effecten van de vier perspectieven zijn globaal verkend (met name wat betreft watergebonden bedrijvigheid),

evenals de herontwikkelingsmogelijkheden die de perspectieven bieden zowel voor stedelijke functies als voor natuur en recreatie. Wat betreft de iconen van het nieuwe rivierenlandschap is niet zozeer aandacht besteed aan de vorm van deze iconen, maar vooral aan de plaats: waar liggen de nieuwe (klimaat)dijken en keringen en hoe beïnvloeden deze het ruimtelijk beeld van de regio? Met dit materiaal kunnen de onderzoeksvragen 3 en 4 deels beantwoord worden.

Fase 4 – conclusies en aanbevelingen

In de laatste fase van het onderzoek is veel aandacht besteed aan conclusies en aan aanbevelingen voor vervolgonderzoek. Het onderzoek is een buitengewoon leerzaam proces geweest, dat veel materiaal levert voor gericht vervolgonderzoek.

Opbouw rapportage

Hoofdstuk 1 bevat de informatie uit de inventarisatie en analyse van dynamiek en beleid en schetst de kansen voor stedelijke en natuurontwikkeling.

Hoofdstuk 2 schetst de effecten van de verwachte MHW's in de uiteenlopende scenario's op de dijken en op het buitendijks gebied.

Hoofdstuk 3 zoomt nader in op het ontwikkelingsperspectief voor de regio's Rijnmond en Drechtsteden.

Hoofdstuk 4 bevat de conclusies en aanbevelingen. In de bijlagen is het materiaal opgenomen van de studies van de kosten van rivierkeringen en dijkversterking. Ook wordt hier een meer gedetailleerd beeld gegeven van de verschillende dijkvakken in het studiegebied.





Hoofdstuk 1

Verstedelijkte delta



Rotterdam in de Delta 1320
 (bron: *Catalogus Manifestatie Stadstimmeren*, Gemeente Rotterdam 1990; kaarten: Villanova, Maurits de Hoog - ism. Gemeentewerken Rotterdam, afd. Kartografie)



Rotterdam in de Delta 1700
(bron: *Catalogus Manifestatie Stadstimmeren*, Gemeente Rotterdam 1990;
Villanova, Maurits de Hoog - ism. Gemeentewerken Rotterdam, afd. Kartografie)



Rotterdam in de Delta 1900
(bron: *Catalogus Manifestatie Stadstimmeren*, Gemeente Rotterdam 1990;
Villanova, Maurits de Hoog - ism. Gemeentewerken Rotterdam, afd. Kartografie)



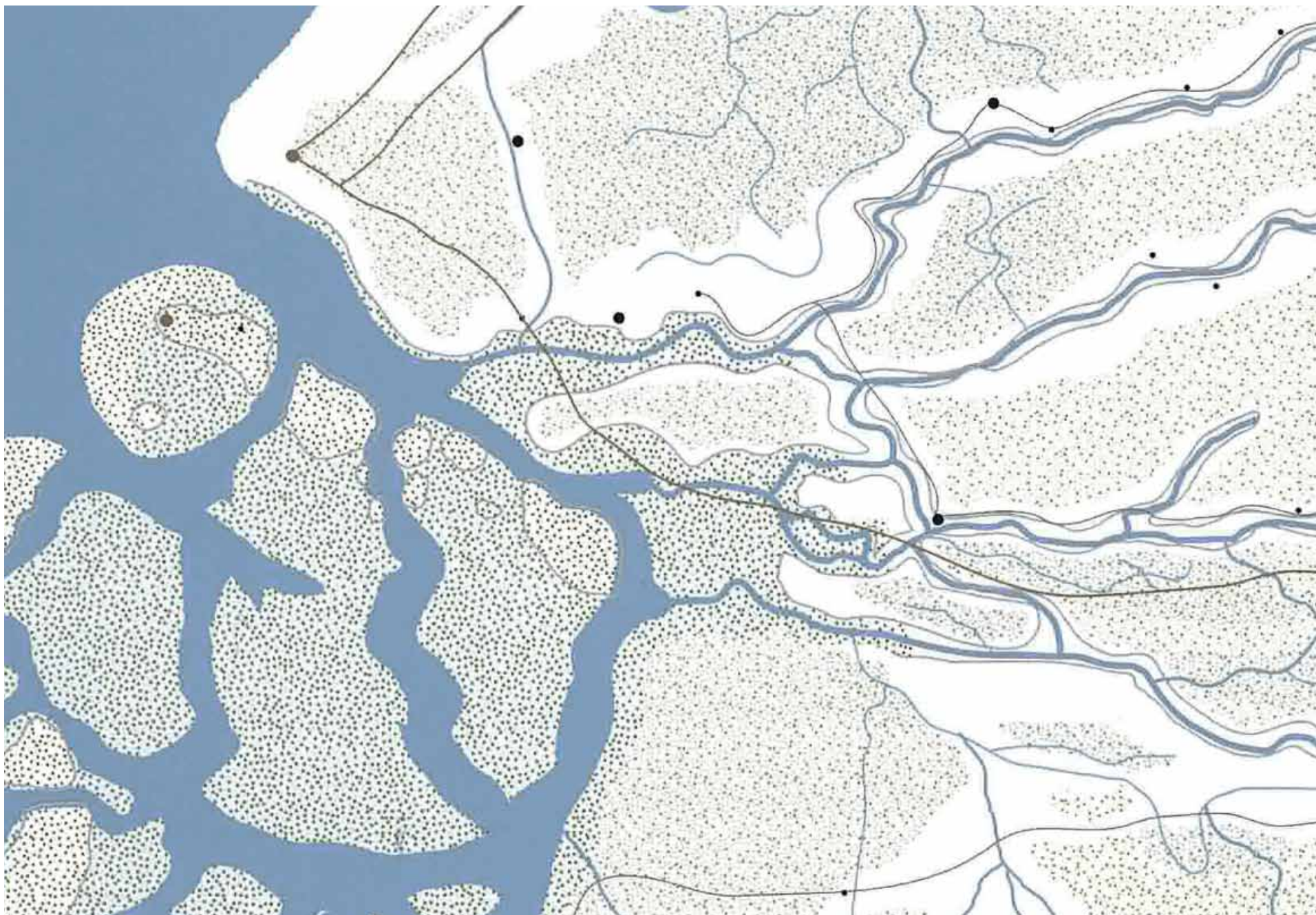
Rotterdam in de Delta 1990
(bron: *Catalogus Manifestatie Stadstimmeren*, Gemeente Rotterdam 1990;
Villanova, Maurits de Hoog - ism. Gemeentewerken Rotterdam, afd. Kartografie)

Dynamiek in het mondingsgebied van Rijn, Maas en Schelde

In het huidige spraakgebruik duiden wij met het begrip 'delta' vooral Zeeland en delen van Zuid-Holland aan; het complex van open en gesloten estuaria, eilanden, bruggen en dammen in Zuidwest-Nederland, waarin Rijn, Maas en Schelde uitmonden. Dit is een beperkt delta-begrip. In feite vormen de Lage Landen als geheel de delta van de grote Noordwest-Europese rivieren. Het is een bij uitstek verstedelijkte delta. De geomorfologische ontwikkelingen in het Pleistoceen en het vroege Holoceen schiepen daarvoor de basiscondities. Sinds het begin van de jaartelling (en de actieve bewoning) zijn het geleidelijke proces van zeespiegelstijging en de geschiedenis van de Lage Landen nauw verknoopt. De geomorfologische ontwikkeling van het mondingsgebied van Rijn, Maas en Schelde in het Pleistoceen had geresulteerd in de kenmerkende kustvorm met een reeks barrier islands met daarachter een uitgestrekte lagune met moerassen, veenkussens, meren en een netwerk van riviertakken (Zagwijn, Zonneveld). Waar sprake was van bewoning bouwden de vroegste bewoners terpen of burgen om zich bij hoog water op terug te trekken. Het proces van geleidelijke zeespiegelstijging had twee gevolgen. Allereerst kozen de rivieren door een sterkere invloed van de eb- en vloedbeweging via Het Kanaal een steeds zuidelijker tracé. Het Oer-IJ met de monding bij Bergen en de Oude Rijn

met de monding bij Katwijk verzandden dan ook en de Rijn ging veel zuidelijker afwateren via oude Maastakken. Ook de Schelde verlegde de hoofdstroom naar het zuiden, van de Oosterschelde naar de Westerschelde. Er ontstond zo een aaneengesloten duinenkust van de Maasmonding tot aan het Zijpe. Achter de gesloten kust kon een omvangrijk veenpakket groeien. Tegelijkertijd 'vernatte' de lagune en werden omvangrijke veengebieden in het noordelijke en het zuidelijk deel van de delta weggeslagen.

Vanaf het jaar 1000 – in een relatief warme en droge periode met een terugtrekkende zee- invloed – startte vanuit de hogere gronden de ontginning van de veenkussens. Enige eeuwen later trad opnieuw een stijging van de zeespiegel op. In plaats van de traditionele terpen werd gekozen voor de bouw van dijken langs de grote waterelementen om zich te verdedigen tegen het water, zoals de Westfriese Omringdijk, dijken langs het IJ, de Schielandse Hoge Zeedijk langs de Nieuwe Maas en de Hollandse IJssel. Door sluizen te bouwen op de plaats waar veenstroompjes uit het achterland in de grote rivieren uitmonden konden waterpeilen gecontroleerd worden. Ook het rivierengebied werd in de loop der tijd bedijkt. Hier ontstonden polders zoals Krimpenerwaard, Alblasserwaard en Grote Waard. Op en rond de dijken en bij de sluizen waar veenstroompjes afwateren in de grote rivieren liggen ook de belangrijkste



Rotterdam en Dordrecht in de Delta 1200
(bron: *Limes Atlas*, Uitgeverij 010, Rotterdam 2005)



Rotterdam en Dordrecht in de Delta 1650
(bron: *Limes Atlas*, Uitgeverij 010, Rotterdam 2005)



Rotterdam en Dordrecht in de Delta 1900
(bron: *Limes Atlas*, Uitgeverij 010, Rotterdam 2005)



Rotterdam en Dordrecht in de Delta 2000
(bron: *Limes Atlas*, Uitgeverij 010, Rotterdam 2005)

verstedelijkingskernen. Rond de Schielandse Hoge Zeedijk langs de Nieuwe Maas zijn dat van west naar oost: Maassluis, Vlaardingen, Schiedam, Rotterdam en verder naar het oosten Gouda. Stormen leidden er toe dat het Almere in het noordelijk deel van de delta onder invloed van het getij kwam en uitgroeide tot de latere Zuiderzee. De dijken rond de Grote Waard werden na doorbraken in het begin van de 15de eeuw niet hersteld. Hierdoor ontstond de Biesbosch. Dordrecht kwam op een 'eiland' te liggen.

In de delta als geheel ontstond zo een driedeling:

- een noordelijk deel met 'losse' barrier islands en een uitgestrekt wadden- en merencomplex dat gevoed wordt door de IJssel – de meest noordelijke Rijntak – en de Overijsselse Vecht,
- een door dijken verdedigd en sterk gecontroleerd middendeel van ontgonnen veenkussens achter een aaneengesloten duinenkust,
- een wild en beweeglijk zuidelijk deel met barrier islands rond de kustlijn, de estuaria van de grote rivieren en bewoningskernen op hogere gronden en bedijkte platen.

Het studiegebied van AOR bevindt zich in het overgangsgebied tussen het bedijkte middendeel en het wilde zuidelijk deel van de delta. De beide kaartseries laten zien hoe dit overgangsgebied zich in de afgelopen eeuwen ontwikkelde. Duidelijk is te zien hoe de enorme Maasmonding in de loop der eeuwen verzandde en hoe de rivieren hun loop zuidelijk verlegden. Met het graven van de Nieuwe Waterweg parallel aan de historische waterkering werd de zuidelijke grens van het kerngebied van Holland in de 19de eeuw vastgelegd. Ook de 19de

eeuwse verstedelijking vond voornamelijk aan de noordzijde van de Nieuwe Maas en de Hollandse IJssel plaats. De verstedelijkingsband op en rond de historische dijk vormt één van de 'randen' van de latere Randstad. Tegelijkertijd markeerde het graven van de Nieuwe Merwede (1861-1874) dwars door de Biesbosch de bestendiging van de verdere verschuiving van de riviermondingen naar het zuiden.

De Waal – de belangrijkste Rijntak – mondt via Nieuwe Merwede, Hollands Diep en Haringvliet uit in zee. Er ontstond zo een overgangsgebied tussen het kerngebied van Holland – ten Noorden van de Nieuwe Maas en de Schielandse Hoge Zeedijk – en de hoofdrivierafvoer, met de eilanden van IJsselmonde, Voorne-Putten, de Hoekse Waard en het eiland van Dordrecht. In de loop van de 20ste eeuw is dit overgangsgebied radicaal veranderd. De verstedelijking volgde de verschuiving van de riviermonding.

De stad sprong over de rivier; eerst met de havens, later ook met omvangrijke woningbouw. De Botlek, Europoort en de Maasvlakte met de voor de Nederlandse economie vitale haven-, spoor-, weg- en energie-infrastructuur liggen in feite in de oude Maasmonding. Op de eilanden IJsselmonde, Hoekse Waard en Voorne-Putten en op het Eiland van Dordrecht strekt zich een intensief verstedelijkt gebied uit met uitgestrekte voor- en naoorlogse woonwijken (Rotterdam-Zuid, Ridderkerk, Dordrecht), new towns en groeikernen (Hoogvliet, Spijkenisse, Hellevoetsluis), Vinexlocaties (Barendrecht, Volgerlanden), glastuinbouwgebieden en bedrijventerreinen.

Kenmerken buitendijks gebied

	Woningen #	Inwoners #	Arbeidsplaatsen #	Hectaren #	Huishoudens #	Inwoners #	Arbeidsplaatsen #	Hectaren #
Drechtsteden	6444	13338	24277	4219	117760	279440	114393	18752
Rijnmond	23155	47139	88791	14784	579850	1257920	530333	96718
Totaal	29599	60477	113068	19003	697610	1537360	644726	115469



Bestaand Bebouwd Gebied

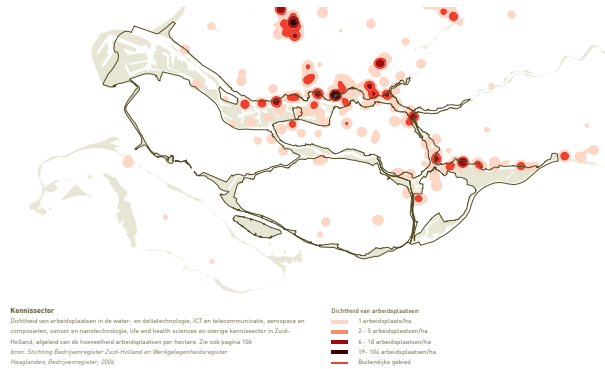
In provinciaal beleid wordt per saldo gestreefd naar het realiseren van 80% van de woningbouwopgave binnen bestaand bebouwd gebied (BBG). In de regio Rijnmond vallen rond 50% van het buitendijks gebied binnen verstedelijkingscontouren. In de regio Drechtsteden zijn dat rond 25% van het buitendijks gebied.

bron: Verstedelijkingscontouren: Zuidvleugelpartners - werkgroep Programmeringsafspraken, Woonmilieubalans Zuidvleugel, 2008

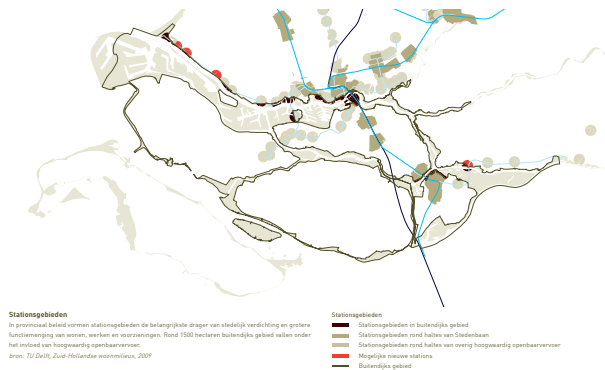
Gebied

- Binnen verstedelijkingscontouren
- Buitendijks gebied binnen verstedelijkingscontouren
- Buitendijks gebied

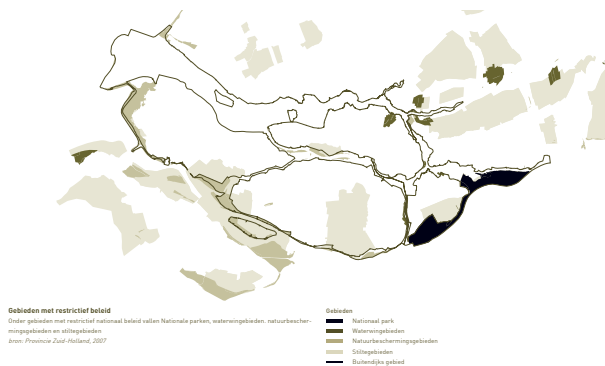
Kennissector



Stationsgebieden



Gebieden met restrictief beleid



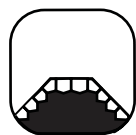
Kengetallen studiegebied 2010 inwoners, woningen, werkgelegenheid

Rijnmond en de Drechtsteden behoren tot de meest intensief verstedelijkte gebieden van Nederland. Zij kennen in totaal 1.537.660 inwoners en 644.726 arbeidsplaatsen (januari 2009). Het studiegebied tussen de Nieuwe Maas en de zuidelijker gelegen hoofdafvoeren van de rivieren omvat meer dan de helft van het totaal: 780.000 inwoners en 329.000 arbeidsplaatsen. Het buitendijks gebied neemt hierin slechts een geringe plaats in, maar heeft desondanks 60.477 inwoners en 113.068 arbeidsplaatsen. Het aantal buitendijks gelegen woningen in Rijnmond is 23.155 en in de Drechtsteden 6.444 (bron: Provincie Zuid-Holland).

Het buitendijkse gebied meet totaal 19.000 hectare.



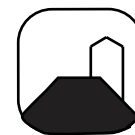
**open dijk
gras**
6 mljE/km verhoging



**open dijk
verhard**
12 mljE/km verhoging



**open dijk
infrastructuur**
15 mljE/km verhoging



**bebouwde dijk
wonen**
21 mljE/km verhoging



**bebouwde dijk
tweezijdig**
36 mljE/km verhoging





**bebouwde dijk
historisch**
24 mljE/km verhoging



**bebouwde dijk
kantoren**
18 mljE/km verhoging



**bebouwde dijk
tweezijdig**
36 mljE/km verhoging



**bebouwde dijk
tweezijdig**
36 mljE/km verhoging



Categorisering dijken

De lengte van de primaire waterkeringen (de dijkringen) in de Rijnmond en de Drechtsteden is 516 km.

Een hoger MHW noodzaakt tot dijkversterking. Om de effecten inzichtelijk te maken is allereerst een onderscheid gemaakt tussen onbebouwde en bebouwde dijken.

De onbebouwde dijken hebben een lengte van 405 km en kunnen nader uitgesplitst worden in grasdijken, parkdijken, verharde dijken en infradijken. Het onderscheid tussen grasdijken en parkdijken is de aanwezigheid van beplanting en paden; onder infradijken worden dijken verstaan met bovenlokale ontsluitingswegen.

De bebouwde dijken hebben een lengte van 111 km en kunnen uitgesplitst worden in één- en tweezijdig bebouwde dijken, kantoordijken en dijken met historisch waardevolle bebouwing. Deze laatste categorie is bepaald aan de hand van de aanwezigheid van monumenten en beschermde dorps- en stadsgezichten.

Het kwalitatieve onderscheid is ook relevant voor het berekenen van de kosten van dijkverzwaring en dijkverhoging. Onbebouwde dijken kunnen gemakkelijker opgehoogd worden dan bebouwde dijken. Bij verhoging van tweezijdig bebouwde dijken met historische bebouwing – zoals de Voorstraat in Dordrecht – zijn complexe en dure constructies nodig. De hier weergegeven kosten zijn de civiele kosten zoals ook aangegeven in de bijlage verhoogd met extra kosten omtrend stedenbouwkundige ingrepen (zoals deze ook zijn meegenomen in het integratierapport).

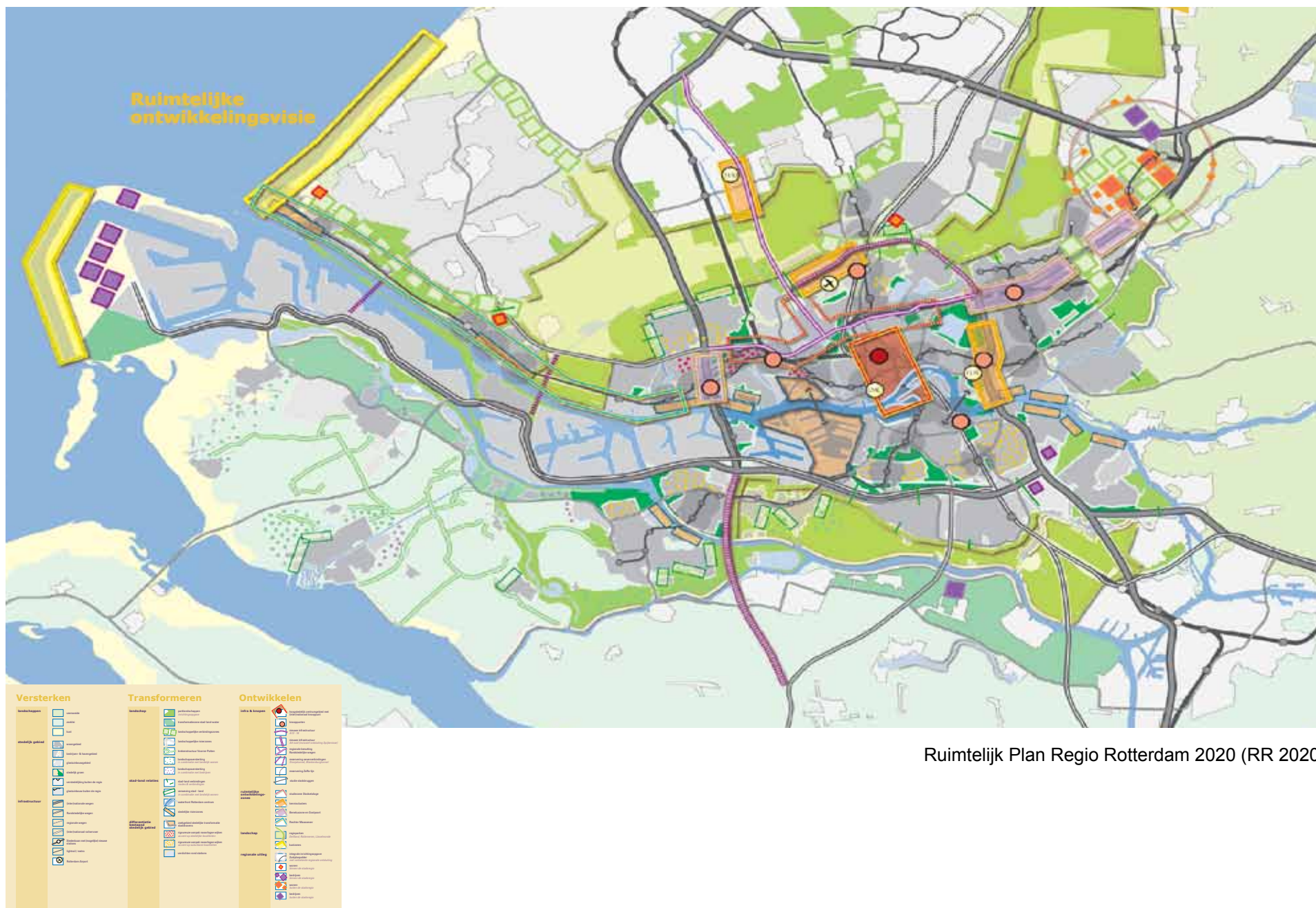


Categorisering buitendijks gebied

Het buitendijks gebied in het studiegebied heeft een omvang van 19.000 ha, bijna 15.000 ha in de Rijnmond en iets meer dan 4.000 ha in de Drechtsteden.

Ook het buitendijks gebied is gecategoriseerd. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen woongebied, industrie/bedrijfsgebied, kantoorgebied en recreatie/natuurgebied.





Ruimtelijk Plan Regio Rotterdam 2020 (RR 2020)



RR indicatief programma 2005-2010



RR Uitvoeringsprogramma (RR 2020)



RR indicatief programma 2010-2015



Drechtsteden 2008 Uitvoeringsprogramma Groen Blauw Netwerk projecten natuur en landschap



RR indicatief programma 2015-2020



Drechtsteden 2008 Uitvoeringsprogramma Groen Blauw Netwerk visie

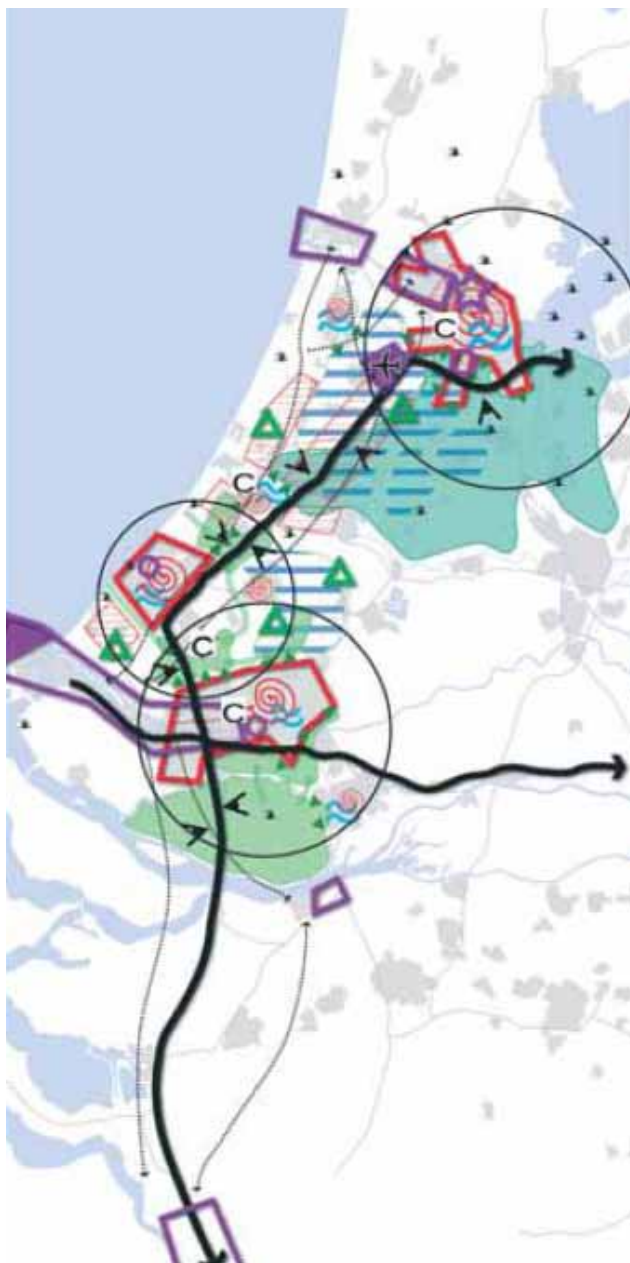
Plannen en beleid korte termijn 2010-2020

Het Ruimtelijk Plan Regio Rotterdam 2010-2020 (Rotterdam, 2006) bevat het regionale ontwikkelingsbeleid op korte termijn. Het uitvoeringsprogramma 2020 noemt belangrijke projecten, zoals:

- Aanleg 2de Maasvlakte,
- A4 Midden-Delfland en A4 IJsselmonde-Hoekse Waard,
- Verbreding A15,
- Ridderkerklijn, Hoekse lijn,
- Uitbouw Railservice Centre Maasvlakte,
- Woningbouwprogramma's van 20.000 woningen/5 jaar, waaronder transformatie Stadshavens Rotterdam (Vierhavengebied) en Stadswerven Dordrecht,
- Regiopark IJsselmonde,
- Uitvoering Ecologische Hoofdstructuur (EHS).

Het buitendijks gebied heeft geen aparte plaats in het beleid. Ontwikkeling van de zeehaven, de achterlandverbindingen en de daaraan gerelateerde bedrijventerreinen hebben echter wel een grote invloed op het buitendijks gebied. Hetzelfde geldt voor natuurontwikkelingsprojecten, behorend bij de EHS.

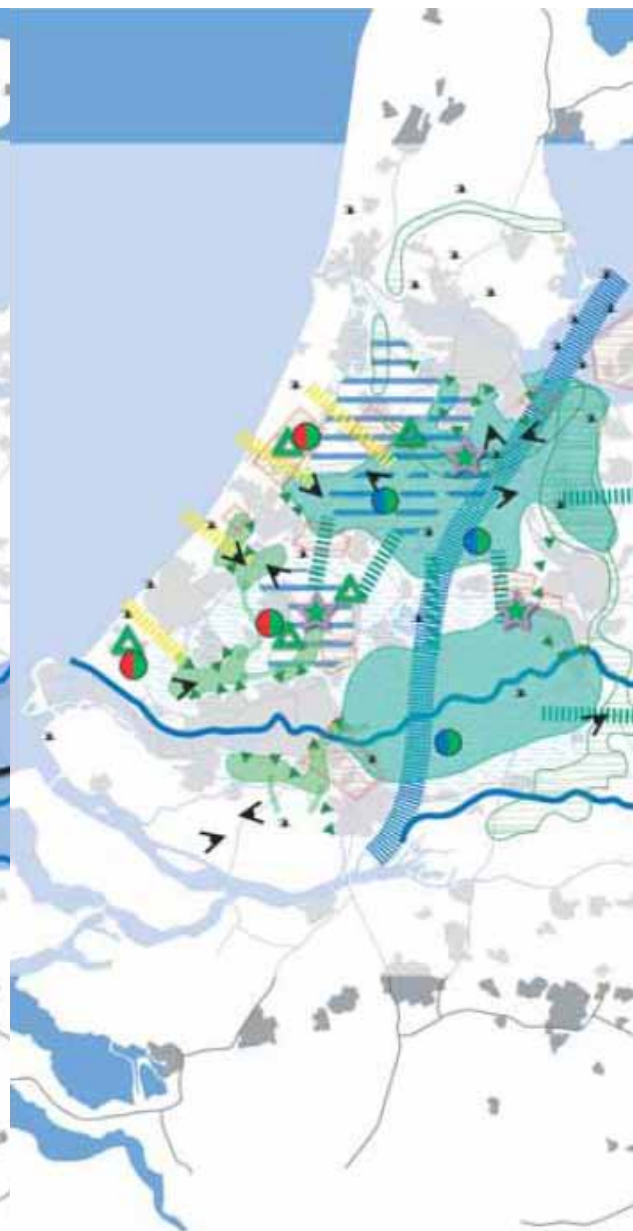
Opvallend is dat niet verwezen wordt naar het Rijkswaterstaat-project Ruimte voor de Rivier. Voor 2015 moeten de rivieren en de dijken geschikt gemaakt worden voor piekafvoeren van 16.000 m³/sec bij Lobith. Hiertoe worden in het rivierengebied allerlei projecten uitgevoerd, o.a. ontpolderingsprojecten in de Noordwaard van de Biesbosch en dijkverzwaringen rond de Lek.



WESTFLANK



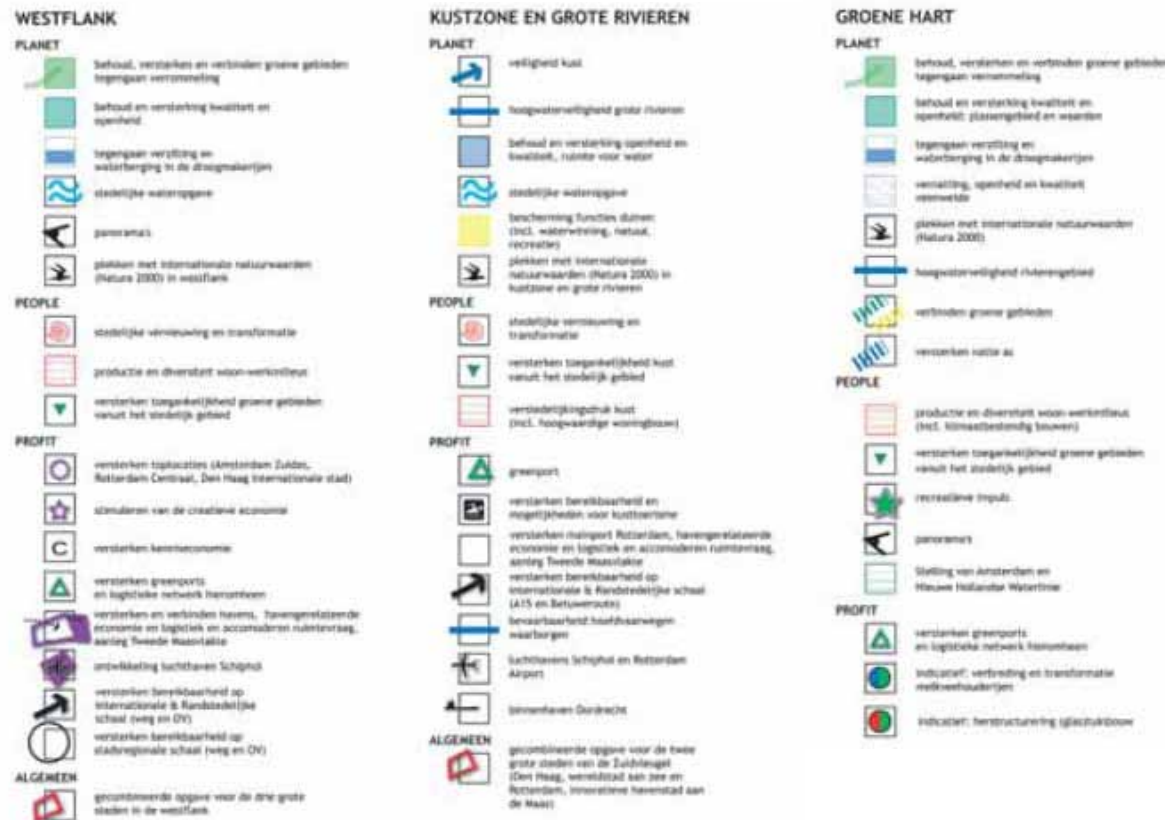
KUSTZONE EN GROTE RIVIEREN



GROENE HART

Plannen en beleid lange termijn 2020-2050

Randstad Structuurvisie 2040 Ministerie van VROM



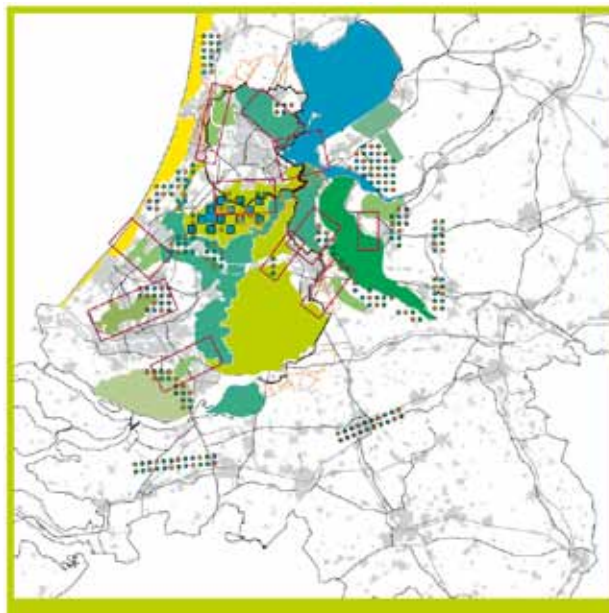
In de Nota Randstad 2040 (Den Haag, 2008) heeft het Rijk zijn visie neergelegd voor de lange termijnontwikkeling van West-Nederland. Het kabinet spreekt zijn zorgen uit over de effecten van de zeespiegelstijging en de hoge piekafvoeren van de rivieren met name ten aanzien van de veiligheid van Rotterdam en de Drechtsteden. Voor concrete maatregelen wordt verwezen naar het advies van de Deltacommissie (zie paragraaf zeer lange termijn).

Wat betreft de economische structuur van de regio constateert de Nota dat “de Rotterdamse haven tussen 1999 en 2005 groeide met gemiddeld 3,4 procent. De internationalisering van de economie leidt tot een groei van de internationale handel en een verschuiving naar hoogwaardigere activiteiten. Deze activiteiten zijn het gevolg van verdergaande specialisatie, waardoor het internationaal goederenverkeer zal intensiveren, met name het containervervoer.(...) De mainports zijn belangrijke fundamentele onder de internationale economische positie en aantrekkingskracht van de Randstad.” Voor de toekomst wordt ingezet op het “uitbouwen van de toppositie van de Rotterdamse haven door innovatie, transformatie en ontwikkeling van het havennetwerk.”

Wat betreft verstedelijking zet de Nota in op bundeling en verdichting. Deze zijn nodig om “een concurrerend voorzieningenniveau (op alle schaalniveaus) aan te kunnen bieden, om een extra impuls te kunnen geven aan de bereikbaarheid per OV en voor de bescherming



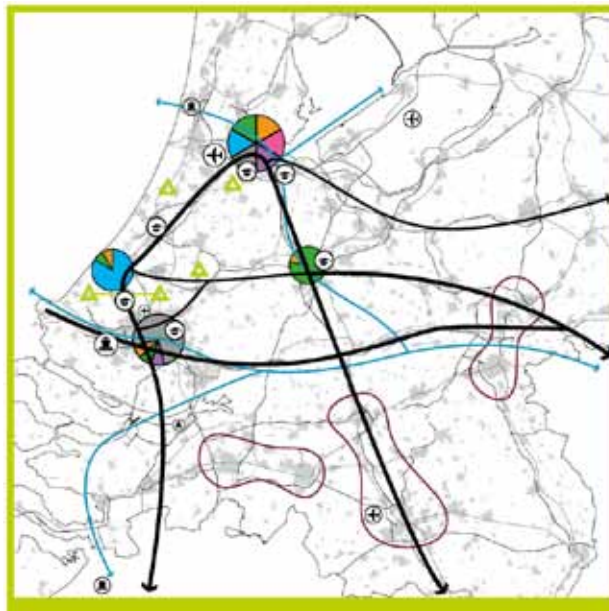
Leven in een veilige, klimaatbestendige en groenblauwe delta



Kwaliteit maken door sterkere wisselwerking groen, blauw en rood



Krachtige, duurzame steden en regionale bereikbaarheid



Wat internationaal sterk is, sterker maken

van (inter)nationale natuur- en landschapswaarden van de Randstad.” Dit betekent een verschuiving van uitleg van de stad naar transformatie van bestaand stedelijk gebied. Het Rotterdamse Stadshavensproject wordt gezien als een kansrijk project voor het ontwikkelen van nieuwe, gemengde stedelijke gebieden.

Speciale aandacht wordt besteed aan Deltapoort, het gebied tussen Rotterdam en de Drechtsteden. “In het advies van de VROM-raad, Raad voor Verkeer en Waterstaat en Raad voor het Landelijk Gebied wordt Deltapoort genoemd als een relatief zwakke regio in de zuidelijke Randstad. Het gebied kampt met de gevolgen van de industrialisatie en scoort benedengemiddeld op enkele sociaal-economische indicatoren. Ook de woon- en leefomgeving is op onderdelen onvoldoende aantrekkelijk. Mede daardoor dreigt ook een negatieve ontwikkeling voor hoogwaardige, kennisintensieve activiteiten. Tegelijkertijd beschikt de regio ook over kansen en intrinsieke kwaliteiten. De kansen die voortvloeien uit de ligging langs de hoofdroutes van wegen (A15, A16, N3), water en spoor, de nabijheid van de Rotterdamse haven en de unieke ligging in de Deltalandschappen van de Hoeksche Waard en de Biesbosch, kunnen bijvoorbeeld optimaler worden benut. Datzelfde geldt mogelijk voor de toeristische potenties van Dordrecht.

Een betere bereikbaarheid van Deltapoort en de doorstroming via spoor, weg en water naar

de Rotterdamse haven en het achterland dragen bij aan de vitaliteit van de regio. Ook is het aantrekkelijk als rijk en regio samen duurzame oplossingen bedenken en uitvoeren voor een betere externe veiligheid in relatie tot de verkeers- en vervoersinfrastructuur. Op economisch gebied kent de regio een grote diversiteit aan havengerelateerde sectoren: distributie, logistiek, (fijn-)chemie, energie, handel, baggeraars, offshore en scheepsbouw. Deze sectoren worden gekenmerkt door een sterke internationale oriëntatie, innovaties en een hoog kennisniveau. De regio is een wereldspeler op het gebied van deltatechnologie. Rondom het cluster van water en deltakunde in Delft, Rotterdam en de Drechtsteden kan een internationaal kenniscentrum voor deltatechnologie en -design ontstaan. De regio zelf kan een proeftuin worden voor nieuwe diensten, producten en concepten voor wonen en werken in kwetsbare delta's, zoals 'floodproof bouwen' en 'urban flood management'. Een Internationale Wateracademie kan hiervoor een aanjager zijn. Daarnaast kan Deltapoort zich onderscheiden door een innovatief agrologistiek cluster als brandpunt van de nationale en internationale handel in groente en fruit. Als de kansen en kwaliteiten kunnen worden benut, gloort er een toekomst voor Deltapoort waarin de dynamiek van de bedrijvigheid op een kwalitatieve manier in het landschap is ingepast waardoor er geen sprake meer is van 'verrommeling'. Door herstructurering van bestaande bedrijventerreinen,

aanleg van nieuwe terreinen en duurzaam en intensief ruimtegebruik, is er voldoende ruimte voor droge en natte bedrijvigheid.

Er is een verkenning gedaan naar een metropolaan park in de Deltapoort. Dat park kan mogelijk ook de deltalandschappen van Biesbosch, Groene Hart en Hoeksche Waard met elkaar verbinden en aansluiten op het recreatiegebied van Oost-IJsselmonde. Het park kan van grote waarde zijn voor dagrecreatie van bewoners van de Drechtsteden en de Rotterdamse regio. Door investeringen in de groenblauwe kwaliteit en de ruimtelijke kwaliteit van de regio is er een sterk woon- en leefklimaat ontstaan waarbij op innovatieve wijze is ingespeeld op de gevolgen van klimaatverandering met voldoende ruimte voor berging van water van de grote rivieren richting zee. Zo is een nieuw beleefbaar deltalandschap ontstaan, van de Biesbosch tot het Haringvliet.”



Blauw bloed
(ontwerp: KuiperCompagnons, 2008)

Plannen en beleid zeer lange termijn > 2050

De zeer lange termijn is in de ruimtelijke ordening geen alledaags object van onderzoek. Wel in het waterbeleid. De Deltacommissie onder leiding van oud-minister Veerman heeft in 2008 het rapport Samen werken met water uitgebracht, waarin een perspectief geschetst wordt voor onderzoek en maatregelen met het oog op de te verwachten zeespiegelrijzing en hogere rivierafvoeren op zeer lange termijn - 2100.

Onderdeel van het rapport is het voorstel voor de realisering van flexibele rivierkeringen in het Rijnmondgebied, dat aanleiding was voor deze studie. *“Een ‘afsluitbaar open’ Rijnmond biedt goede vooruitzichten voor de combinatie van de functies veiligheid, zoetwatervoorziening, stedelijke ontwikkeling en natuur. De extreme afvoeren van de Rijn en Maas moeten dan via de Zuidwestelijke delta worden afgevoerd.”*

Voor buitendijkse gebieden geldt dat *“de overheid er in principe geen bescherming tegen overstromingen kan geven. Het gaat hier immers om terreinen die, buitendijs, onder de directe invloed van rivierafvoer, meerpeil of zeespiegel staan. Voor de kustplaatsen zijn veiligheidsniveaus afgesproken voor de delen die buitendijs zijn gelegen. Deze worden door de overheid gehandhaafd. In buitendijkse gebieden in het rivieren- en merengebied zijn geen beschermingsniveaus vastgesteld. Bewoners en gebruikers hebben hier een eigen verantwoordelijkheid voor het treffen van gevolgbeperkende maatregelen. De commissie*

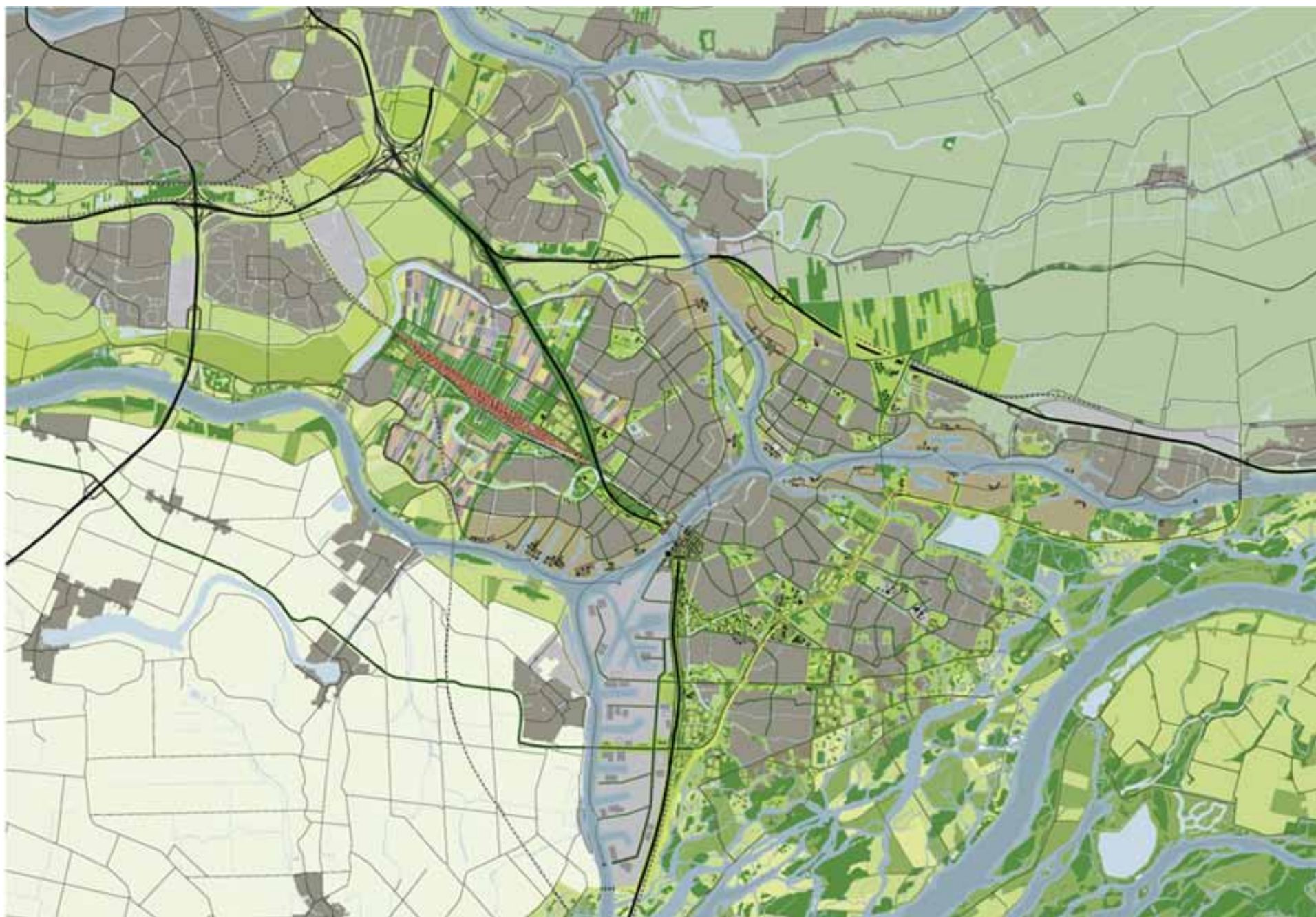
vindt dat dit in ieder geval voor alle nieuwe ontwikkelingen moet gelden. De overheid informeert, adviseert, alarmeert en (eventueel) evacueert en kan eisen stellen aan de aanleg, zoals bijvoorbeeld bij de Maasvlakte is gedaan. Vanwege de waterstaatsfunctie van deze gebieden, zijn activiteiten en ontwikkelingen er onderworpen aan eisen vanuit het waterbeheer, zoals de Beleidslijn voor de Rivier: de afvoercapaciteit van de rivier (of een eventuele toekomstige meerpeilstijging) mag niet belemmerd worden. Binnen deze kaders kunnen in het buitendijkse gebied allerlei verschillende woon- en werkmilieus ontstaan. Terpen in stroomluwe delen zijn een beproefde optie; deze kunnen ook goed worden aangelegd met baggerspecie die vrijkomt bij het op peil houden van vaargeulen en uiterwaarden. Andere mogelijkheden zijn drijvend wonen of woningen op palen. Bij relatief geringe maar wel frequent voorkomende overstromingen, kunnen woningen waterproof worden gebouwd zodat het water niet in de woning kan komen.”

De ontwikkelingen op zeer lange termijn zijn recent ook aan de orde gesteld in enkele inzendingen voor de door de Eo Wijersstichting in 2008 uitgeschreven prijsvraag voor het eiland IJsselmonde: Deltapoort genoemd. De vraagstelling van de prijsvraag was ingegeven door de constatering (uit de Nota Randstad 2040, zie de vorige paragraaf) dat *“het gebied tussen*

Rotterdam en de Drechtsteden wordt gedomineerd door zeer drukke auto-, spoor- en waterwegen en woonmilieus van matige kwaliteit. Dit gebied heeft dringend behoefte aan een sterke kwaliteitsimpuls. De opgave is om met het regionale ontwerp een antwoord te geven op verschillende soorten ruimtelijke dynamiek en een nieuw evenwicht te scheppen met bestaande en nieuw te ontwikkelen gebiedskwaliteiten.

De meeste prijswinnende plannen combineerden oplossingen op middellange termijn voor nieuwe groene en rode gebiedskwaliteiten met oplossingen voor de lan ge en zeer lange termijn voor de wateropgave en het scheepvaartverkeer naar het achterland.

Een interessant voorbeeld is het plan Blauw Bloed van bureau Kuiper Compagnons. Het voorstel combineert een aantal grote ingrepen in de regio. Het scheepvaartverkeer vanuit de Maasvlakte en Europoort naar het achterland wordt afgewikkeld via een nieuw kanaal van het Hartelkanaal bij het dorp Heenvliet naar het Haringvliet. Wij stellen voor dit kanaal de Nieuwe Bernisse te noemen. Langs de Nieuwe Bernisse wordt aan de noordzijde een klimaatdijk gerealiseerd. Deze loopt door langs het Haringvliet en aan de zuidzijde van het Eiland van Dordrecht. Dit is in feite de nieuwe dijkkring 14, die de regio's Rijnmond en Drechtsteden beschermt tegen wateroverlast. In de dijk wordt nieuwe infrastructuur opgenomen, waaronder een



Kerend tij

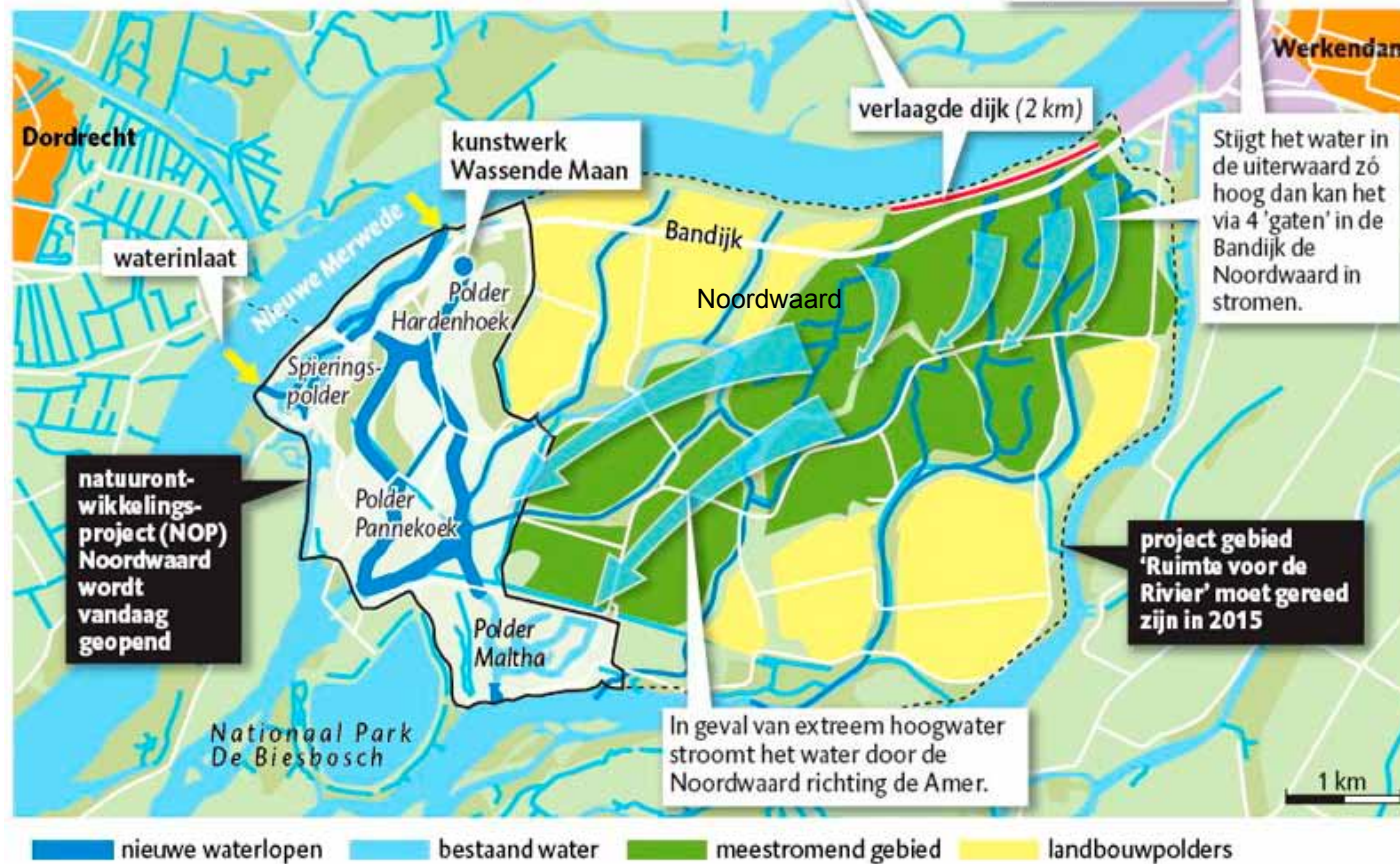
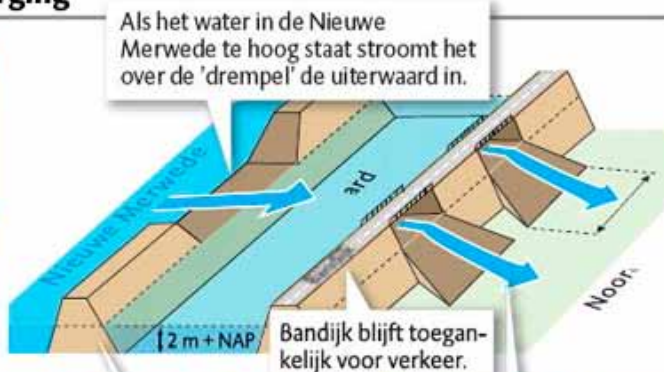
(ontwerp: Enno Zuidema Stedebouw, DHV en Espresso Publishing, 2008)

(goederen)spoorlijn en een autosnelweg. De autosnelweg vervangt de geprojecteerde A4 op het eiland van IJsselmonde en in de Hoekse Waard. Via een tunnel onder de Nieuwe Maas bij Roozenburg is de nieuwe weg verbonden met de A20 aan de noordzijde van Rotterdam. De tunnel wordt gecombineerd met een nieuwe kering in de Nieuwe Maas. Bij de brug over het Haringvliet (naar het Hellegatsplein) is een aansluiting geprojecteerd op de A59 richting Antwerpen. Havens, industrie en emplacementen (waaronder Kijfhoek) worden verplaatst naar de 2de (en 3de) Maasvlakte. Voor IJsselmonde betekent dit voorstel dat veel van de huidige druk (A15, Kijfhoek, hinder- en risicocontouren) vervalt. De bestaande rivieren (Oude en Nieuwe Maas, Spui, Noord) krijgen vooral een recreatieve functie. Buitendijkse gebieden kunnen transformeren tot gemengd stedelijk gebied of natuurgebied. Hoewel de adviserende streekjury zeer enthousiast was over dit voorstel, gaf de vakjury het niet de eerste prijs. Reden hiervoor was vooral de uitvoeringsfasering. Het doortrekken van de A4 is al op relatief korte termijn aan de orde, terwijl de (beslissing tot) realisering van klimaatdijken en een nieuwe scheepvaartroute pas op lange tot zeer lange termijn aan de orde zijn; zo deze al gewenst zijn. Ook verplaatsing van havens, industrie en emplacementen is pas op langere termijn eventueel een – overigens kostbare – optie. De vakjury kende de eerste prijs toe aan het plan

Kerend Tij van een consortium rond het bureau Enno Zuidema Stedebouw. Ook hier wordt een klimaatdijk voorgesteld, maar in dit geval in combinatie met flexibele keringen conform het voorstel van de Deltacommissie. De uitwerkingen voor het eiland van Dordrecht en IJsselmonde zijn bovendien een stuk concreter en gemakkelijker uitvoerbaar. Opvallend is dat in Kerend Tij de klimaatdijk op het Eiland van Dordrecht gesitueerd is langs de N3, de ringweg van Dordrecht. Dat maakt het mogelijk de Biesbosch aan de Dordtse zijde uit te breiden. Tegelijkertijd komen echter veel bestaande woongebieden in Dordrecht-Zuid 'buitendijks' te liggen.

Noordwaard, van landbouw naar natuur en waterberging

In twintig jaar tijd ondergaat de polder Noordwaard een complete metamorfose. Landbouwgebied is al opgeofferd aan natuur in het noordwestelijk deel. Een veel groter stuk gaat tot 2015 op de schop. Het wordt deels 'meestromend': bij hoogwater in de Merwede loopt het onder.



infographic: JW / bronnen: Rijkswaterstaat, Dienst Landelijk Gebied

Kansen voor natuurontwikkeling



Deltapoort natuur- en recreatieontwikkeling



Kerend tij

Het estuarium van Rijn en Maas omvat de zoetwatergetijdenrivieren Lek, Oude en Nieuwe Maas, Noord, Spui, Dordtsche Kil en de Sliedrechtsche Biesbosch en de gegraven sterk gekanaliseerde getijdenrivieren met een zoet-zoutgradiënt Nieuwe Waterweg en Hartelkanaal. Grote buitendijkse natuurgebieden in het studiegebied zijn geconcentreerd in De Biesbosch, in en langs het Haringvliet en rond de Oude Maas. In de Noord ligt de recent tot natuurgebied aangewezen Sophiapolder (compensatieproject Betuwelijn). Verspreid in het studiegebied liggen buitendijks veel kleinere natuurgebieden. Natuurgebieden beslaan in totaal een klein deel van het buitendijkse gebied.

De rivieren met hun oevers spelen een hoofdrol in de Ecologische Hoofdstructuur van Nederland. Wat betreft flora en fauna vallen in de zoutere delen van de havengebieden vooral de harde oevers op met hun bijbehorende hardsubstraatlevensgemeenschappen met Blaaswier en Zeepokken. In totaal zijn er tot nu toe 20 soorten wieren en zo'n 160 macrofaunasoorten in het litoraal aangetroffen. Meer naar het oosten neemt het zoutgehalte af en dit weerspiegelt zich in het aantal soorten dat men aantreft. In het zwak brakke deel worden maar weinig soorten op en in de substraten gevonden. Dit vindt zijn oorsprong in het feit dat maar weinig organismen zich onder de daar heersende omstandigheden handhaven. Kansen voor natuurontwikkeling liggen vooral

rond Nieuwe Merwede, Haringvliet en Oude Maas. Rond de Nieuwe Merwede kunnen aansluitend bij de plannen voor de Noordwaard in het kader van Ruimte voor de Rivier ook aan de Dordtse zijde van de Nieuwe Merwede omvangrijke nieuwe buitendijkse natuurgebieden aangelegd worden. De dijk rond de Polder de Biesbosch zal hiertoe teruggelegd moeten worden naar de Zuidbuitenpolderse Kade en de Wieldrechtse Zeedijk. Aansluitend bij de natuurontwikkeling op het eiland Tiengemeten zijn er ook rond het Haringvliet grote kansen voor natuurontwikkeling. Dit geldt voor alle bestaande buitendijkse gebieden, maar ook voor de langgerekte polders ten noorden van de huidige Haringvlietdijk. Door de dijken hier incidenteel terug te leggen of binnendijks natuur te ontwikkelen kan een uiterst gevarieerde gradiënt tussen de Hoekse Waard en het Haringvliet ontstaan, een verlengstuk van de Biesbosch, dat naar zee steeds sterker onder invloed van de zee en het getij staat. Rond de Oude Maas kan het huidige beleid gericht op natuurontwikkeling doorgezet worden. Het is interessant om ook de nu nog agrarische buitendijkse gebieden aan te kopen en geschikt te maken voor nieuwe natuur. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Polder Buitenzomerlanden bij Heinenoord, nu al Natura 2000-gebied. Rond de Sophiapolder, maar bijvoorbeeld ook bij Sliedrecht, Krimpen en Brienenoord liggen interessante mogelijkheden om rond nevengeulen vloedbossen te realiseren (cq. te herstellen).



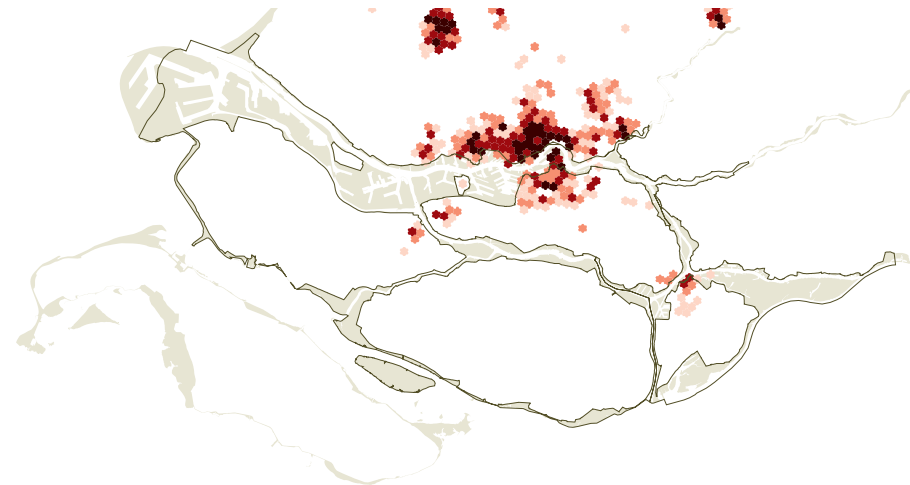
Gebieden met woningbouwplannen

Plangebieden zijn bestemmingsplangebieden met woningbouwplannen voor de periode tot 2020 binnen verstedelijkingscontouren. De plannen zijn geïnventariseerd door de provincie Zuid-Holland, Bureau Wonen. Gebieden met woningbouwplannen in buitendijks gebied vallen geheel of gedeeltelijk in buitendijks gebied of tangeren dijken.

Bron: Zuidvleugelpartners - werkgroep Programmeringsafspraken, 2008

Gebieden

- Met woningbouwplannen binnen buitendijks gebied
- Met woningbouwplannen langs buitendijks gebied
- Met woningbouwplannen
- Buitendijks gebied



Kansen voor stedelijke woonmilieus, regionaal, OV

Kansen ontstaan in gebieden die aan de volgende criteria voldoen:

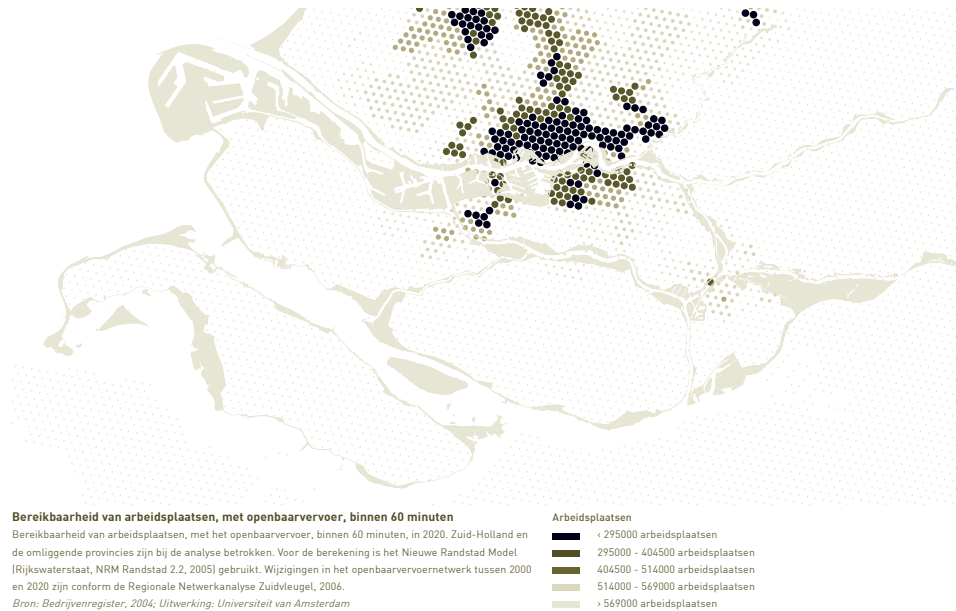
- Hoge inwoner- en werknemersdichtheid
- Hoge mengingsintensiteit tussen inwoners en werknemers
- Hoge voorzieningendichtheid
- Goede bereikbaarheid van werkgelegenheid met OV, 60 min

bron: Balt, V., Zuid-Hollandse Woonmilieus, TU Delft, 2009

Kansen (max score 10)

- 9-10
- 8
- 7
- 6
- Buitendijks gebied
- Onderzoeksgebied

Kansen voor stedelijke ontwikkeling

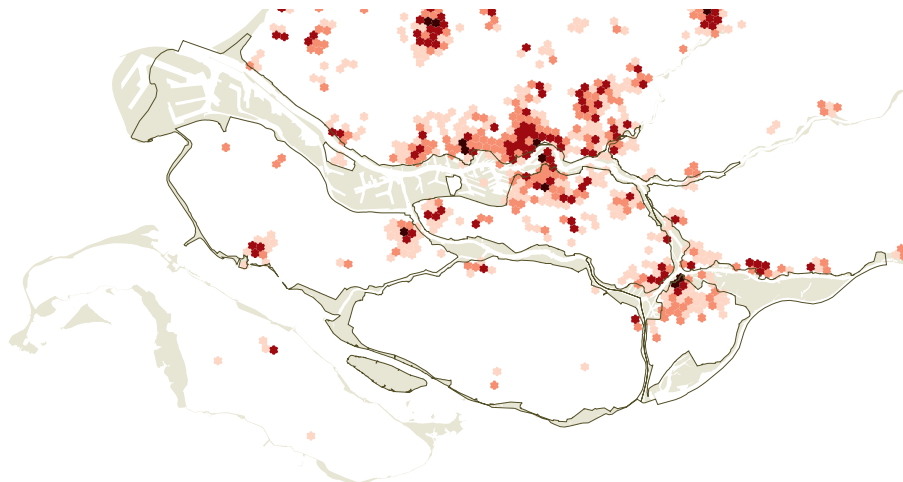


In de afgelopen decennia is in het studiegebied een groot aantal projecten gerealiseerd voor transformatie van industriegebied in gemengd stedelijk gebied. Scheepswerven, opslagloodsen, talloze industriecomplexen en sloperijen maakten plaats voor woningbouw, kantoren en een breed palet stedelijke voorzieningen. Hetzelfde gold voor 19de eeuwse infrastructuur als rangeerterreinen en drinkwaterleidingterreinen. Elektriciteitscentrales zijn omgebouwd. Verschillende havenbekkens zijn gedempt. Gemengd stedelijk gebied heeft echter nog steeds een klein aandeel in het totaal van het buitendijks gebied. Het overgrote deel bestaat uit haven- en industriegebied.

In het transformatieproces wordt de ombouw van de Nederlandse economie van een industriële naar een kenniseconomie goed zichtbaar.

In de Rijnmond is het aantal banen in de kennissector sterk toegenomen. Opvallend is dat de werkgelegenheid in de kennissector (water- en deltatechnologie, ICT en telecommunicatie, aerospace en composieten, sensor en nanotechnologie, life and health sciences en overige kennis) met uitzondering van Delft geconcentreerd is rond de rivieren. Het vestigingspatroon van de nieuwe economie volgt het vestigingspatroon van de oude economie.

Verwacht mag worden dat het transformatieproces van haven- en industriegebied naar gemengd stedelijk gebied in de komende eeuw door zal gaan, mede door het beschikbaar komen van



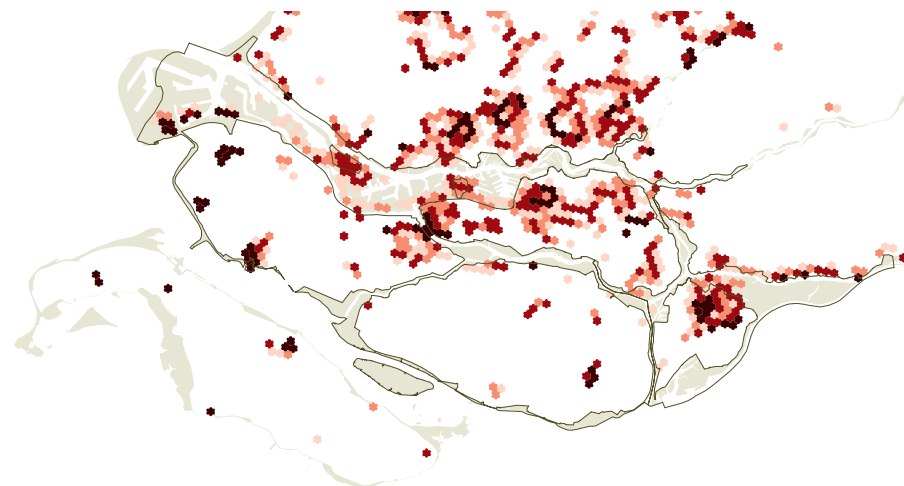
Kansen voor stedelijke woonmilieus, lokaal

Kansen ontstaan in gebieden die aan de volgende criteria voldoen:

- Hoge inwoner- en werknemersdichtheid
- Hoge mengingsintensiteit tussen inwoners en werknemers
- Hoge voorzieningendichtheid

bron: Balz, V., Zuid-Hollandse Woonmilieus, TU Delft, 2009

Kansen (max score 5)



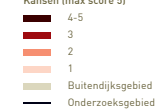
Kansen voor lichtstedelijke woonmilieus, lokaal

Kansen ontstaan in gebieden die aan het volgende criterium voldoen:

- Goede nabijheid van recreatiegebieden

bron: Balz, V., Zuid-Hollandse Woonmilieus, TU Delft, 2009

Kansen (max score 5)



expansieruimte op de Tweede Maasvlakte. Er staan allereerst veel nieuwe transformatieprojecten op stapel, zoals voor het Stadshavensgebied in Rotterdam (Maashaven, Rijnhaven, Vierhaven), voor het Stadionpark en het Brienenoordeiland in Rotterdam, voor verschillende werven in Alblasserdam, voor de Noordoever in Zwijndrecht en Ridderkerk, voor de Stadswerven en de Merwedehavens in Dordrecht en voor het Watertoreneiland in Sliedrecht. Het aantal inwoners en arbeidsplaatsen buitendijks zal fors toenemen. Ook het transformatieproces van bedrijven in de haven- en industriesector naar bedrijven in de kennissector zal doorgaan. Op vrijwel alle haven- en industrieterreinen is daarnaast een proces van intensivering gaande. Voor veel industriegebieden buitendijks, waarvan de functie in de komende decennia behouden blijft, worden plannen gemaakt. De lay-out en ontsluiting worden geoptimaliseerd, het grondgebruik wordt geïntensiveerd en in veel gevallen wordt ook ruimte gemaakt voor nieuwe stedelijke functies, die minder te duchten hebben van de omvangrijke hinder van industrielawaai en risico's (Waalhaven, Heyplaat, RDM-campus, Stormpolder in Krimpen, Zeehavens Dordrecht, Kooyhaven en Ketelhaven in Papendrecht, Molendijk Sliedrecht). Te verwachten valt echter dat ook veel van deze haven- en industriegebieden ergens in de komende eeuw een ingrijpende transformatieproces zullen doormaken. Dat geldt voor de bovengenoemde,

maar wellicht ook voor de overige haven- en industriegebieden op de noordelijke, rechter Maasoever in Maassluis, Vlaardingen en Schiedam, voor de 1ste en 2de Petroleumhaven in Rotterdam en voor de chemische industrie van Du Pont in Dordrecht. De aard en het moment van transformatie zullen sterk verschillen en samenhangen met de positie, die de terreinen innemen in de regio.

Een eerste verkenning van potenties is ontleend aan het Stedenbaanproject in Zuid-Holland. In het beleid wordt sterk ingezoomd op het benutten van locaties voor een gemengde stedelijke ontwikkeling rond bestaande (en te verbeteren) openbaar vervoerlijnen. Introductie van viersporigheid en ombouw van heavy rail naar lichtere vormen van openbaar vervoer (Randstadrail: metro, lightrail, tram) maakt het mogelijk de ov-infrastructuur intensiever te gebruiken en nieuwe stations en haltes te openen. De kaart hiernaast laat zien waar 'onderbenutte' trajecten liggen:

- het gebied rond de spoorlijn Rotterdam-Hoek van Holland en de Beneluxlijn in Maassluis, Vlaardingen en Schiedam,
- het havengebied rond de Beneluxlijn nabij Pernis,
- het havengebied rond de lijn naar Hoogvliet en Spijkenisse bij het knooppunt van A15 en Groene Kruisweg,

- de omgeving van Baanhoek en Merwedehavens rond de spoorlijn Dordrecht-Gorinchem.

In Rotterdam wordt daarnaast gestudeerd op nieuwe railverbindingen, die het Stadionpark, Zuid en het Stadshavensgebied sterker verankeren in de regio. Stadionpark en Brienenoordeiland, maar vooral de Waalhaven en het Vierhavengebied komen hierdoor op een nieuwe manier op de kaart en zullen zich lenen voor transformatie tot gemengd stedelijk gebied. Al enige jaren is daarnaast sprake van verbetering van railinfrastructuur vanuit Rotterdam-Zuid richting Ridderkerk, Hendrik-Ido-Ambacht en Zwijndrecht. Hiermee worden locaties in en rond het buitendijks gebied langs de Nieuwe Maas en de Noord beter ontsloten.

Voor alle buitendijkse locaties geldt dat experimenten met openbaar vervoer over water interessant zijn. De succesvolle snelle ferry Rotterdam-Dordrecht en het interne ferrysysteem in de Drechtstedenregio kennen nu nog een beperkt aantal stops. Beide systemen kunnen eenvoudig uitgebouwd worden en maken locaties op de oevers veel beter bereikbaar en daardoor interessant voor herontwikkeling tot gemengd stedelijk gebied, cq. toeristische bestemming.





Hoofdstuk 2

Effecten van zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren

Afsluitbaar Open Rijnmond
EPK 100
Variant A



Afsluitbaar Open Rijnmond
EPK 1000
Variant B



Afsluitbaar Open Rijnmond
EPK 1000 + RK 1000
Variant C



In dit hoofdstuk komen de effecten aan de orde van de hogere MHW's in 2050 en 2100 onder invloed van zeespiegelrijzing en hogere rivierafvoeren. Eerst wordt een beeld gegeven van de huidige veiligheidssituatie bij een terugkeertijd van 1:100 en 1:1000. Vervolgens komen de drie alternatieven aan bod, waarbij steeds is uitgegaan van een terugkeertijd van 1:1000:

- A. de effecten bij huidige dijken en een faalkans van de Maeslantkering 1:100
- B. idem met een zwaardere Maeslantkering faalkans 1:1000
- C. idem met rivierkeringen cf. het rapport van de Deltacommissie.

Per alternatief wordt een reeks kaarten gepresenteerd:

- de situatie rond de dijken in 2050
- de situatie in het buitendijks gebied in 2050 met details van Rotterdam en de Drechtsteden
- de situatie rond de dijken in 2100
- de situatie in het buitendijks gebied in 2100 met details van Rotterdam en de Drechtsteden

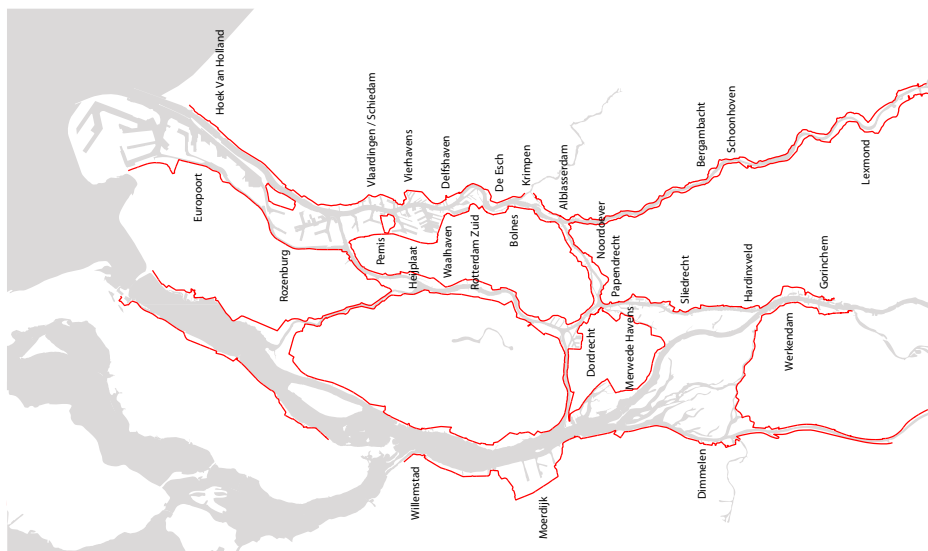
Daarna worden conclusies getrokken met betrekking tot de effecten op de dijken respectievelijk het buitendijks gebied. Tot slot wordt stil gestaan bij mogelijke optimaliseringen en effecten van berekeningen met andere faalkansen en terugkeertijden.



Informatiegebied hoogten buitendijks gebied.
(Hoofdstuk 2 & Bijlage)



Informatiegebied kengetallen Rijnmond
(Hoofdstuk 1)

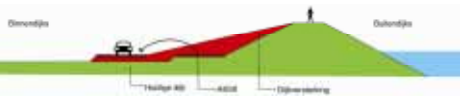
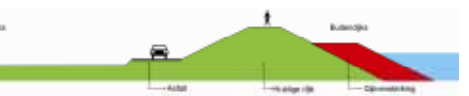
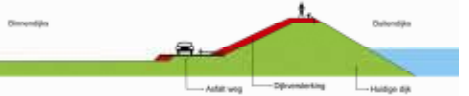
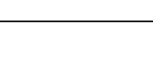
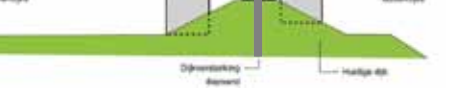
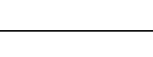


Informatiegebied hoogten dijken.
(Hoofdstuk 2 & Bijlage)

Uitgangspunten Regio & Scenario

De gebieden waarover informatie aanwezig is voor de gemaakte kaarten en berekeningen in dit rapport zijn niet bij iedere kaartenset gelijk. Om inzicht te geven in de informatiegebieden die zijn gebruikt hiernaast een overzicht van de informatiegrens van enkele thema's. De afwisseling in de grens zit hem in het al dan niet meenemen van Goeree Overflakkee en de provincie Noord-Brabant.

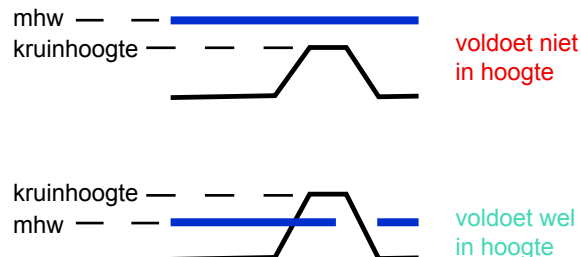
De gegevens met betrekking tot waterstanden en toetspeilen zijn overgenomen uit het deelrapport van HKV lijn in water: AOR01 Eerste verkenning waterveiligheid Rijnmond-Drechtsteden

Verzwarend binnenberm			Macro-stabiliteit binnenwaarts
Verzwarend binnenberm bij bebouwing Berm met damwand			Macro-stabiliteit binnenwaarts
Verflauwing binnentalud			Macro-stabiliteit binnenwaarts
Verflauwing buitentalud		 	Macro-stabiliteit buitenwaarts Hoogte (overloop / golfverslag)
Aanleg buitenberm			Macro-stabiliteit buitenwaarts
Kruinverhoging			Hoogte (overloop / golfverslag)
Damwand			Macro-stabiliteit binnenwaarts
Diepwand		 	Macro-stabiliteit binnenwaarts Macro-stabiliteit buitenwaarts
Kistdam		 	Macro-stabiliteit binnenwaarts Macro-stabiliteit buitenwaarts

Principes voor dijkversterking



Note: in de kaarten met dijken die niet voldoen is in deze rapportage alleen de hoogte meegenomen. Al dan niet voldoen is gedefinieerd door de kruinhoogte minus een gemiddelde waakhoogte van 0,5 meter te vergelijken met het maatgevend hoogwaterpeil. Is het maatgevend hoogwaterpeil (uit de analyse van HKV lijn in water: zie deelrapport AOR01 Eerste verkenning waterveiligheid Rijnmond-Drechtsteden) hoger dan voldoet de dijk in deze studie niet, is deze lager dan voldoet de dijk wel. Deze indeling is dus niet gebaseerd op actuele metingen.



In de afgelopen decennia is in het rivierengebied veel ervaring opgedaan met meer 'subtiële' vormen van dijkversterking. Afhankelijk van de reden van dijkversterking (hoogte, stabiliteit) kunnen uiteenlopende vormen van dijkversterking toegepast worden. Het schema geeft een overzicht van mogelijkheden. De kosten van de maatregelen lopen flink uiteen, afhankelijk van het type dijk en de aanwezigheid van bebouwing (zie bijlage 2). Het is bij recente dijkversterkingen alleen in uitzonderlijke gevallen nodig gebleken om bebouwing te slopen. Om waardevolle bebouwing te ontzien zijn uiteenlopende technische constructies toegepast, zoals keermuren, schotbalken, damwanden, erosie- en stabiliteitsschermen, dijkvernageling en dijkdeuvels. Bij forse dijkverhogingen verandert het ruimtelijk beeld ingrijpend. Dan is dijkverlegging in veel gevallen een betere oplossing.

Een recent voorbeeld van een dijkverlegging betreft dijkvak 14 langs de Beneden-Merwede bij Baanhoek. Hier was sprake van een tot bij de Raad van State uitgevochten conflict tussen Rijkswaterstaat en belanghebbenden. Hoewel de Raad van State na jaren van procederen de bezwaren niet gegrond verklaarde, is uiteindelijk een dijkverlegging toegepast die de huidige tweezijdige bebouwing en het uitzicht grotendeels in stand houdt en tegelijkertijd de veiligheid garandeert.

EPK 100

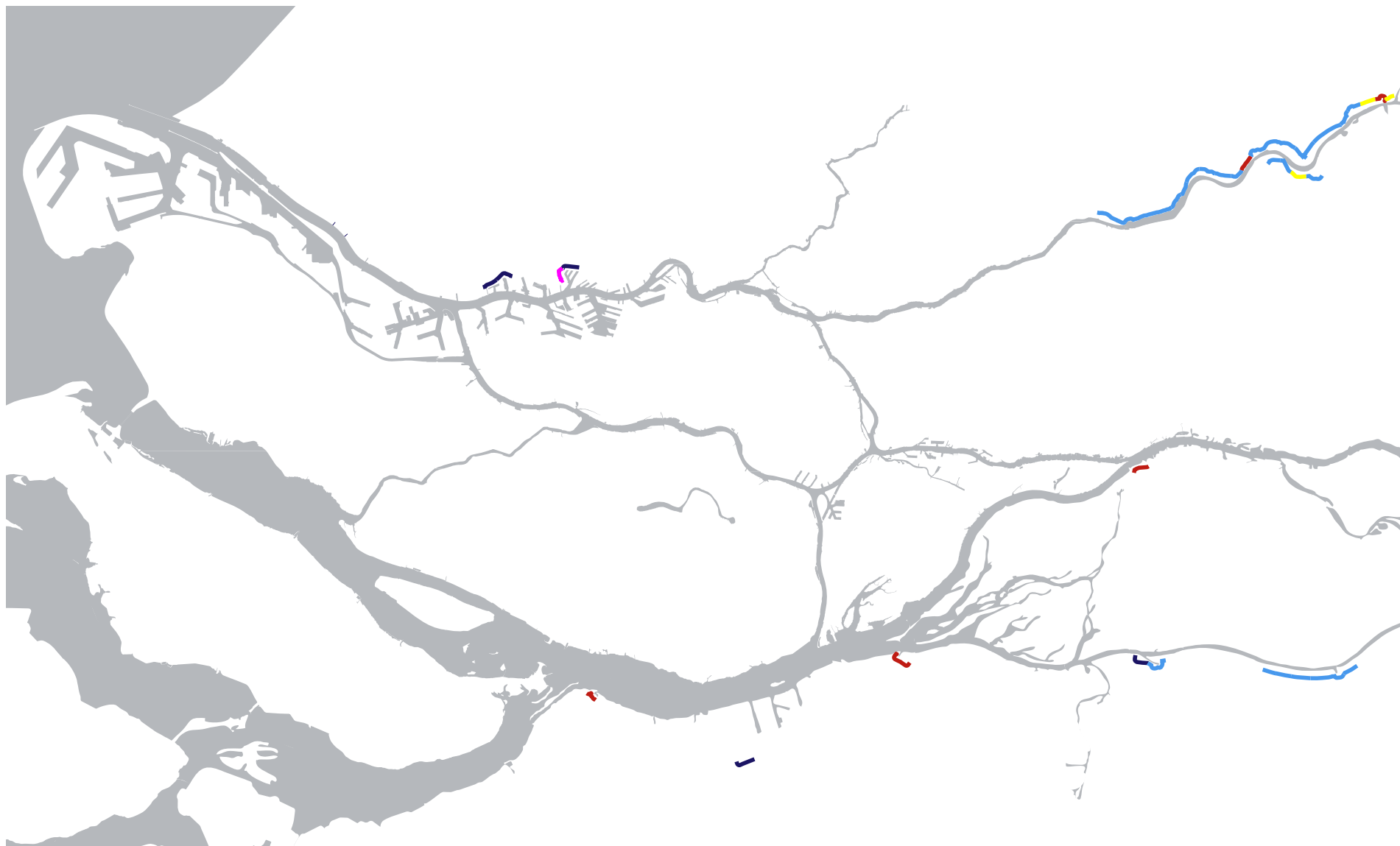
Rijnmond (dijken)

Huidige situatie 2010

Dijken die qua hoogte niet voldoen bij handhaving huidige situatie 2010 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

DIJKEN DIE NIET VOLDOEN QUA HOOGTE

- | | |
|------------|-----------------------|
| gras dijk | bedrijfs bebouwing |
| infradijk | historische bebouwing |
| harde dijk | bebouwing woningen |
| | tweezijdig bebouwd |



EPK 100

Rijnmond (buitendijks gebied)

Huidige Situatie 2010

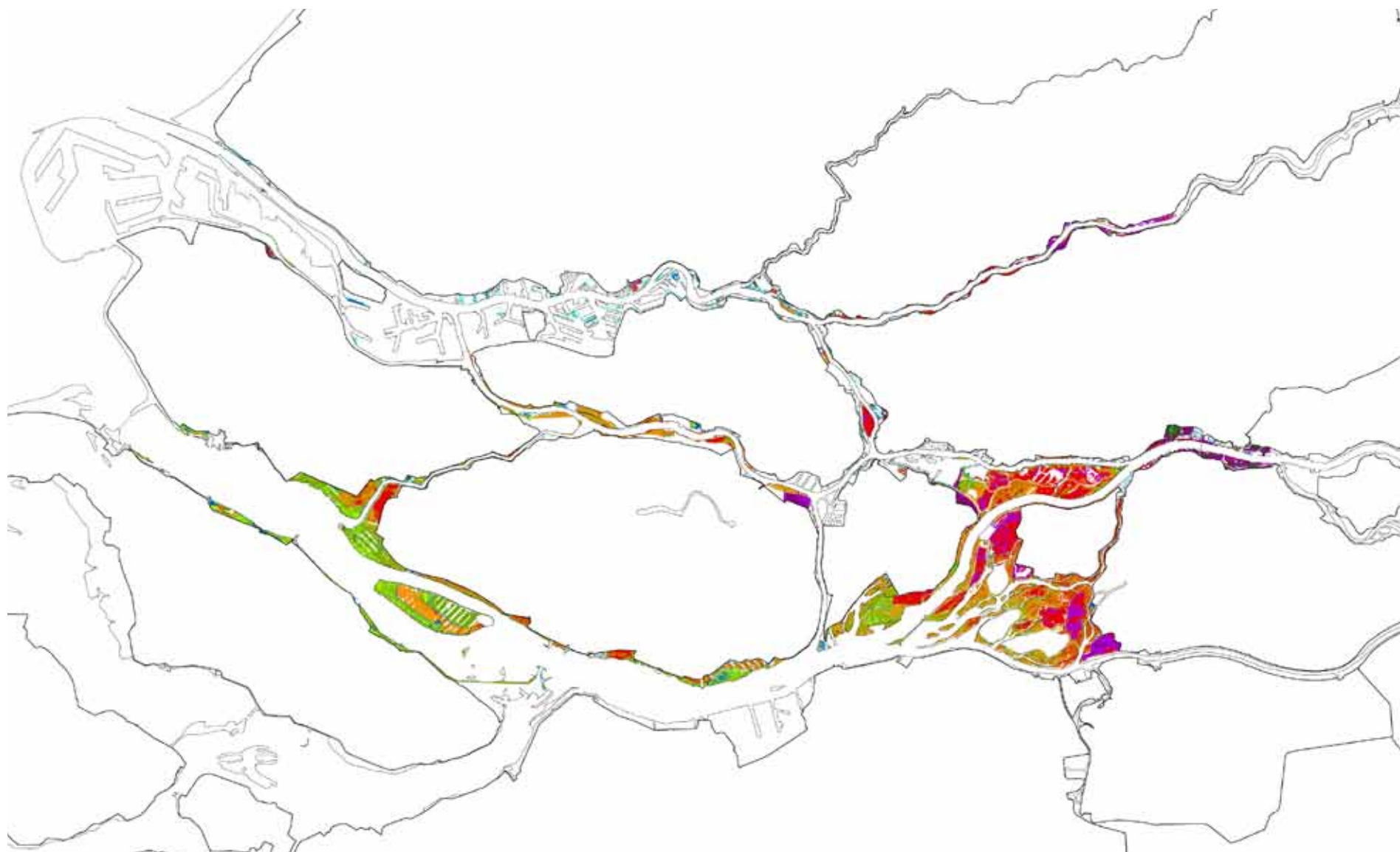
Bedreigde buitendijkse gebieden bij handhaving huidige situatie 2010 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]

1 - 50	200 - 250	400 - 450
50 - 100	250 - 300	450 - 500
100 - 150	300 - 350	500 - 550
150 - 200	350 - 400	550 - 600

DIJKEN

—	buitendijks
—	dijkkringen



EPK 100 Rotterdam

Huidige situatie 2010

terugkeertijd 1 x per 100 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden bij handhaving huidige situatie 2010 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015

WATER DIEPTE [cm]

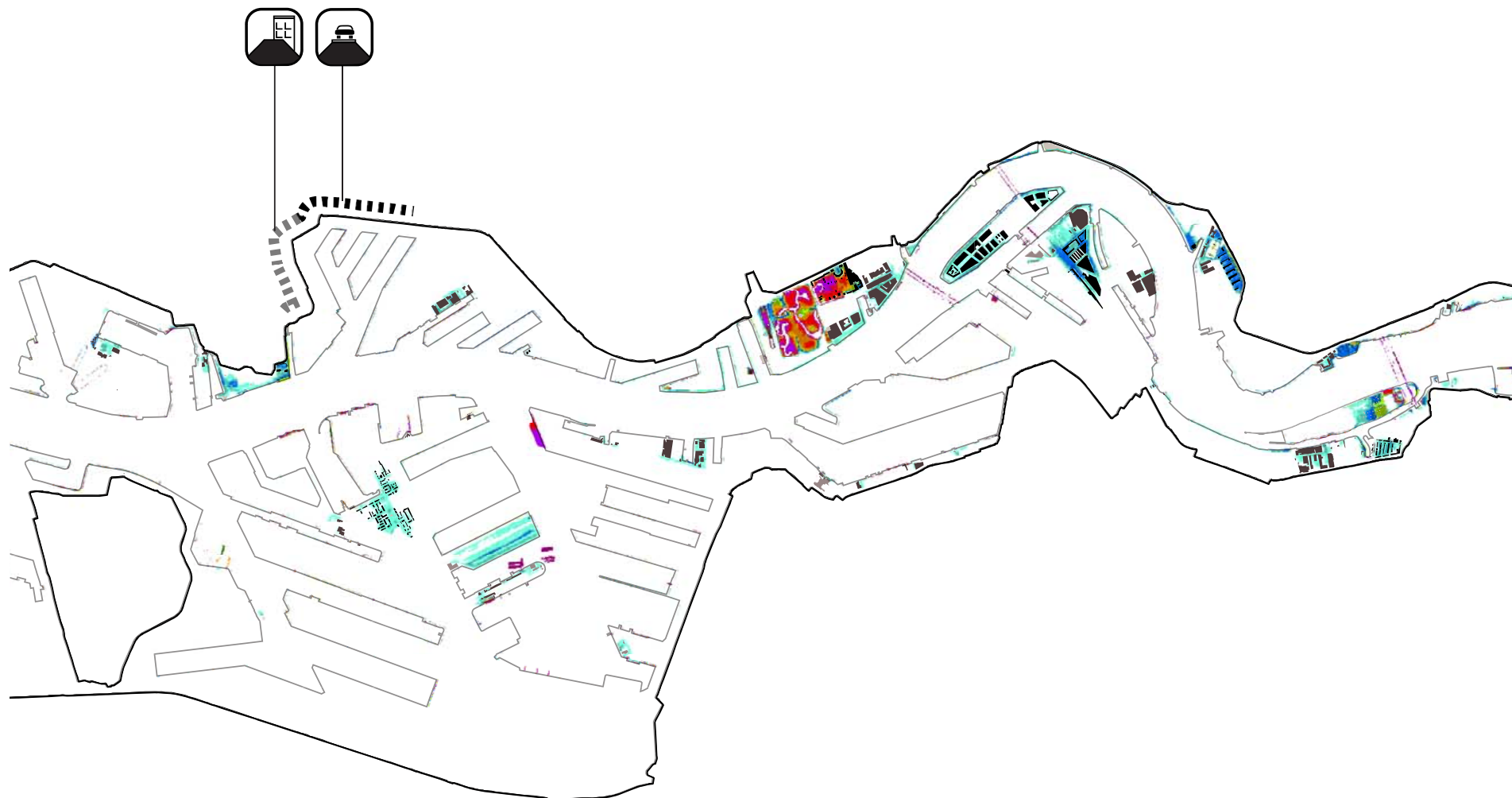
1 - 50	200 - 250	400 - 450
50 - 100	250 - 300	450 - 500
100 - 150	300 - 350	500 - 550
150 - 200	350 - 400	550 - 600

BEBOUWING BUITENDIJKS

wonen
industrie-bedrijven
kantoren
recreatie

DIJKEN

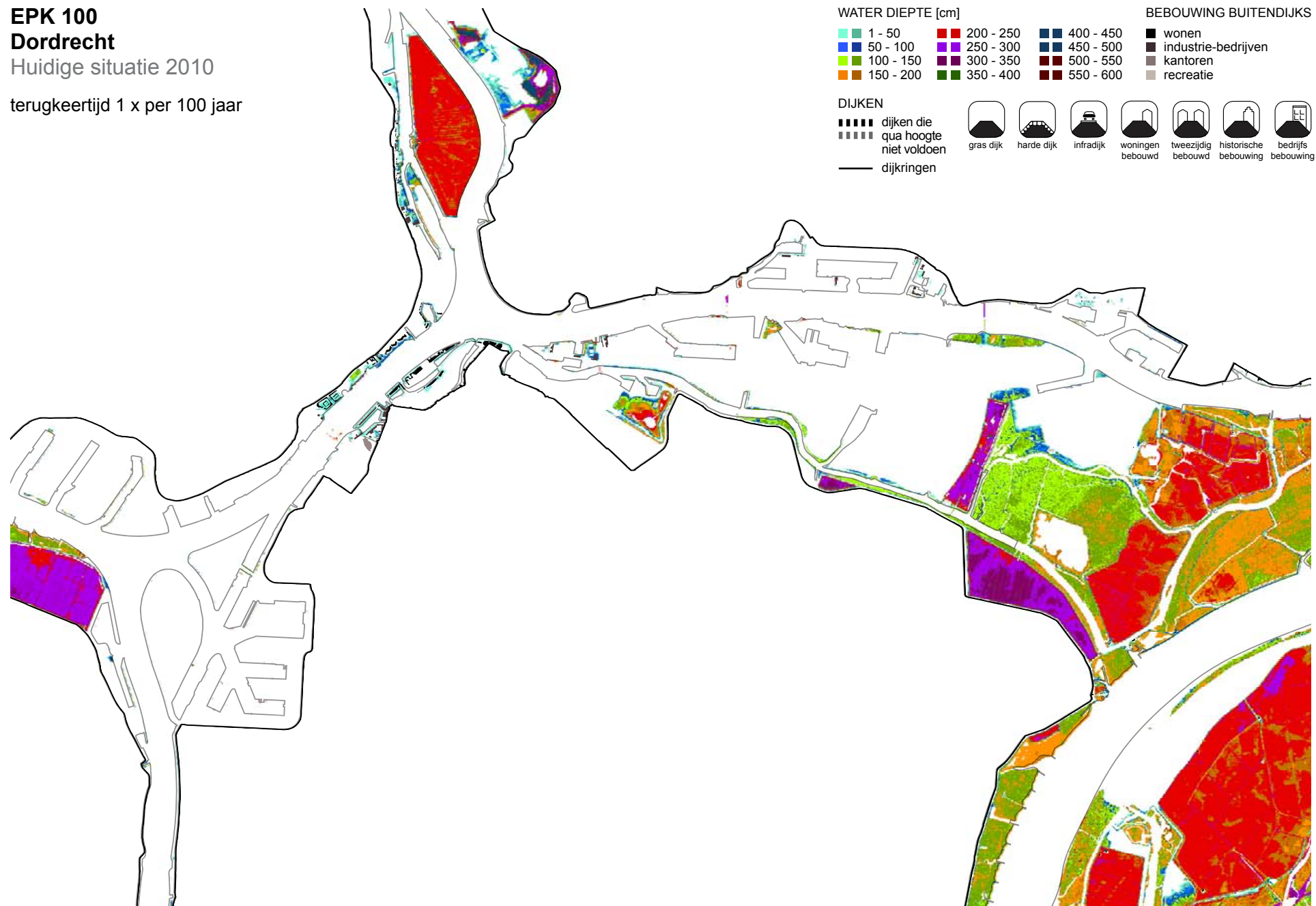
- dijken die qua hoogte niet voldoen
- dijkkringen



EPK 100 Dordrecht

Huidige situatie 2010

terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 100 Rotterdam

Huidige situatie 2010

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden bij handhaving huidige situatie 2010 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]

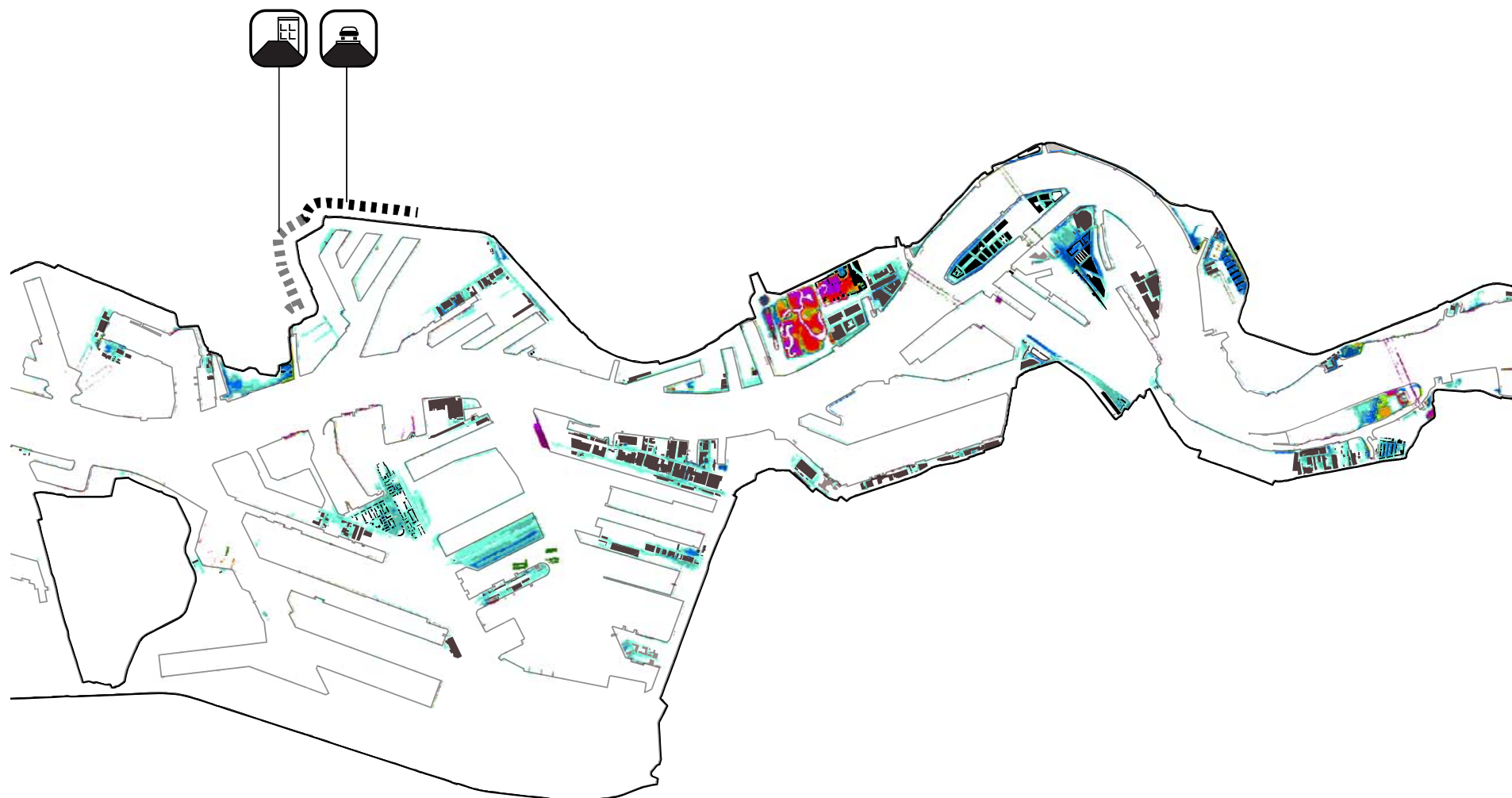
1 - 50	200 - 250	400 - 450
50 - 100	250 - 300	450 - 500
100 - 150	300 - 350	500 - 550
150 - 200	350 - 400	550 - 600

BEBOUWING BUITENDIJKS

wonen
industrie-bedrijven
kantoren
recreatie

DIJKEN

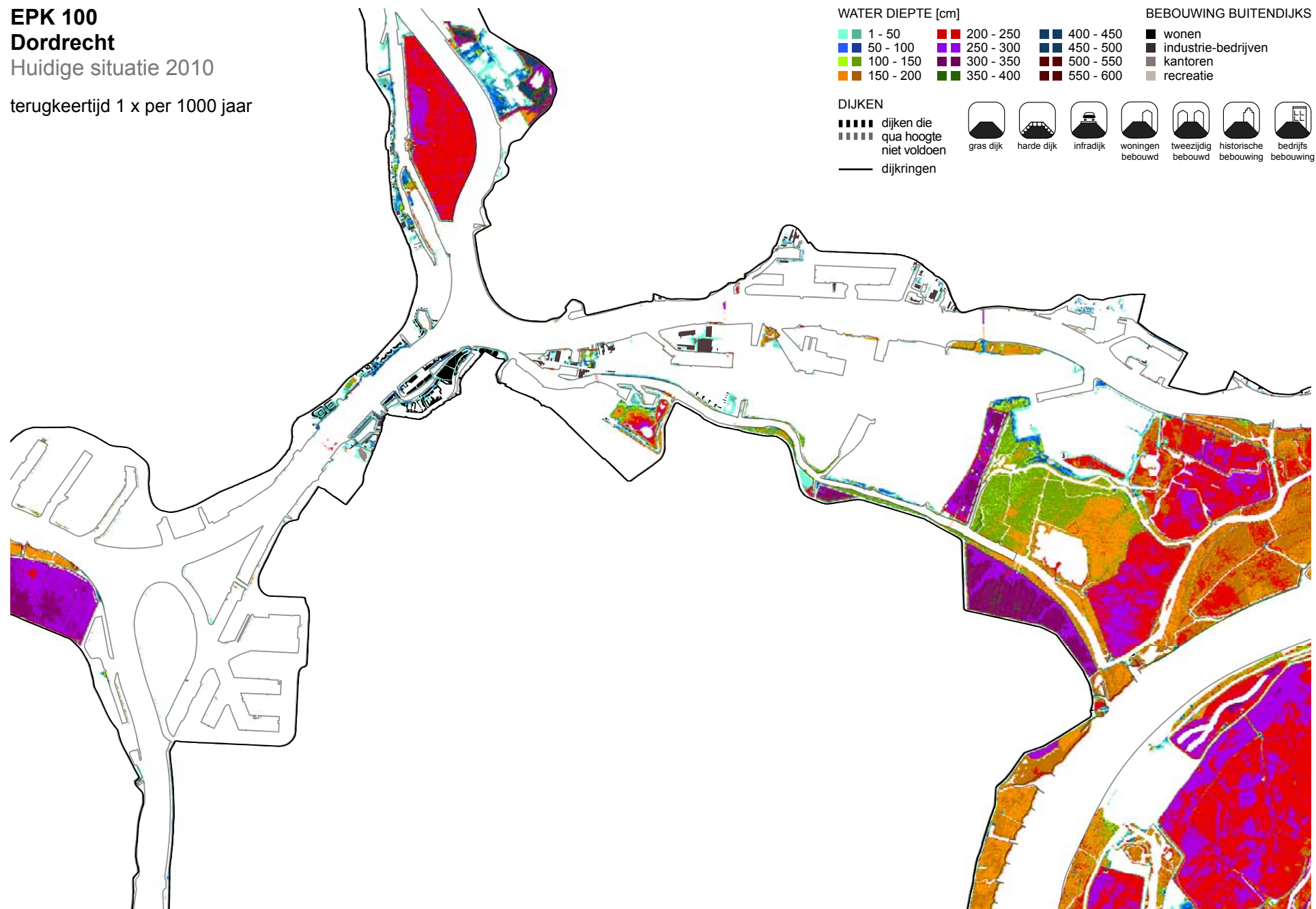
■■■■■ dijken die qua hoogte niet voldoen
■■■■■ dijkringen
— dijkringen



EPK 100 Dordrecht

Huidige situatie 2010

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 100

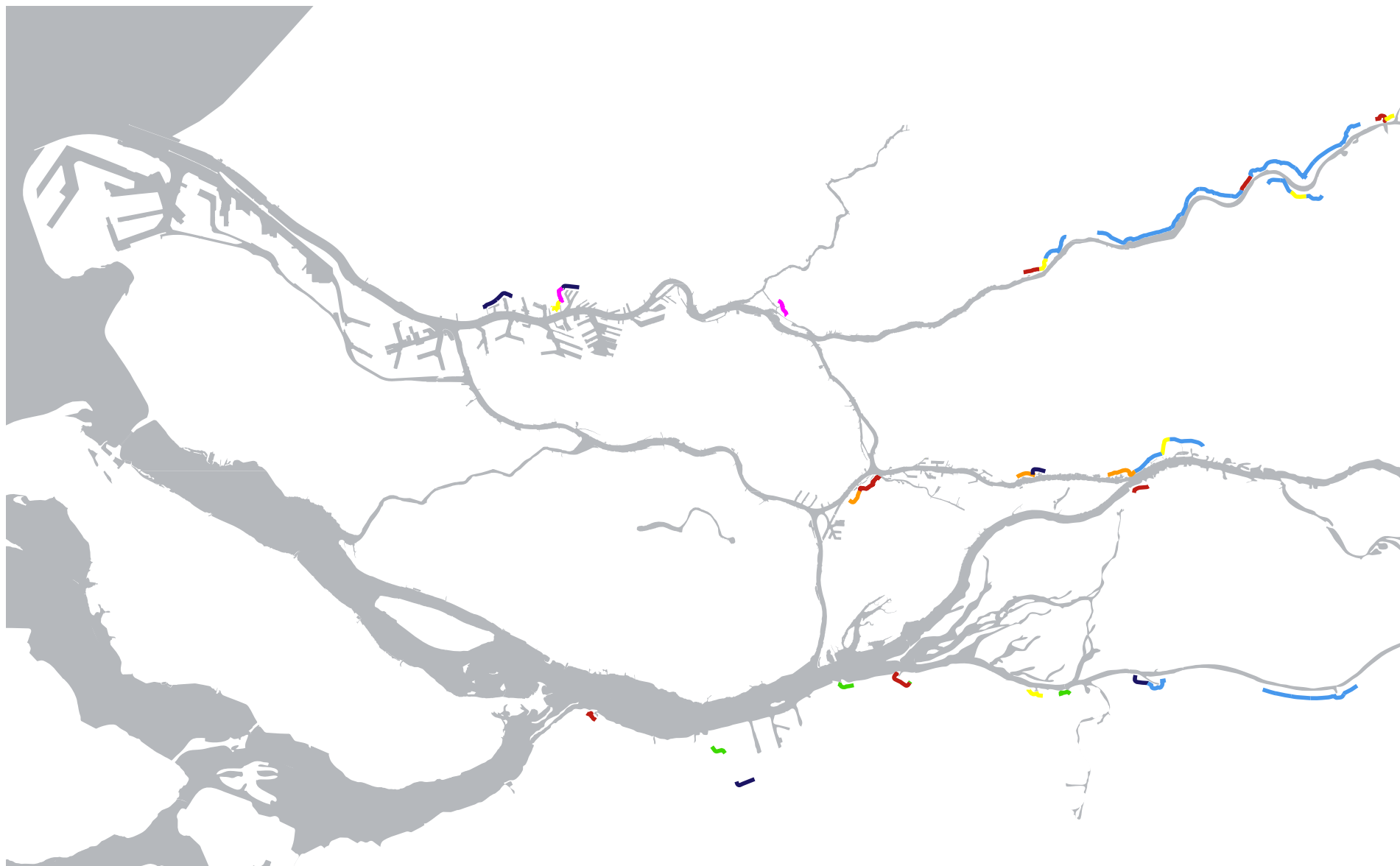
Rijnmond (dijken)

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

Dijken die qua hoogte niet voldoen bij Veerman 2050 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

DIJKEN DIE NIET VOLDOEN QUA HOOGTE

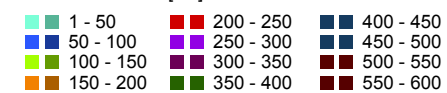
- | | |
|------------|-----------------------|
| gras dijk | bedrijfs bebouwing |
| infradijk | historische bebouwing |
| harde dijk | bebouwing woningen |
| | tweezijdig bebouwd |



EPK 100
Rijnmond (buitendijks gebied)
 KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

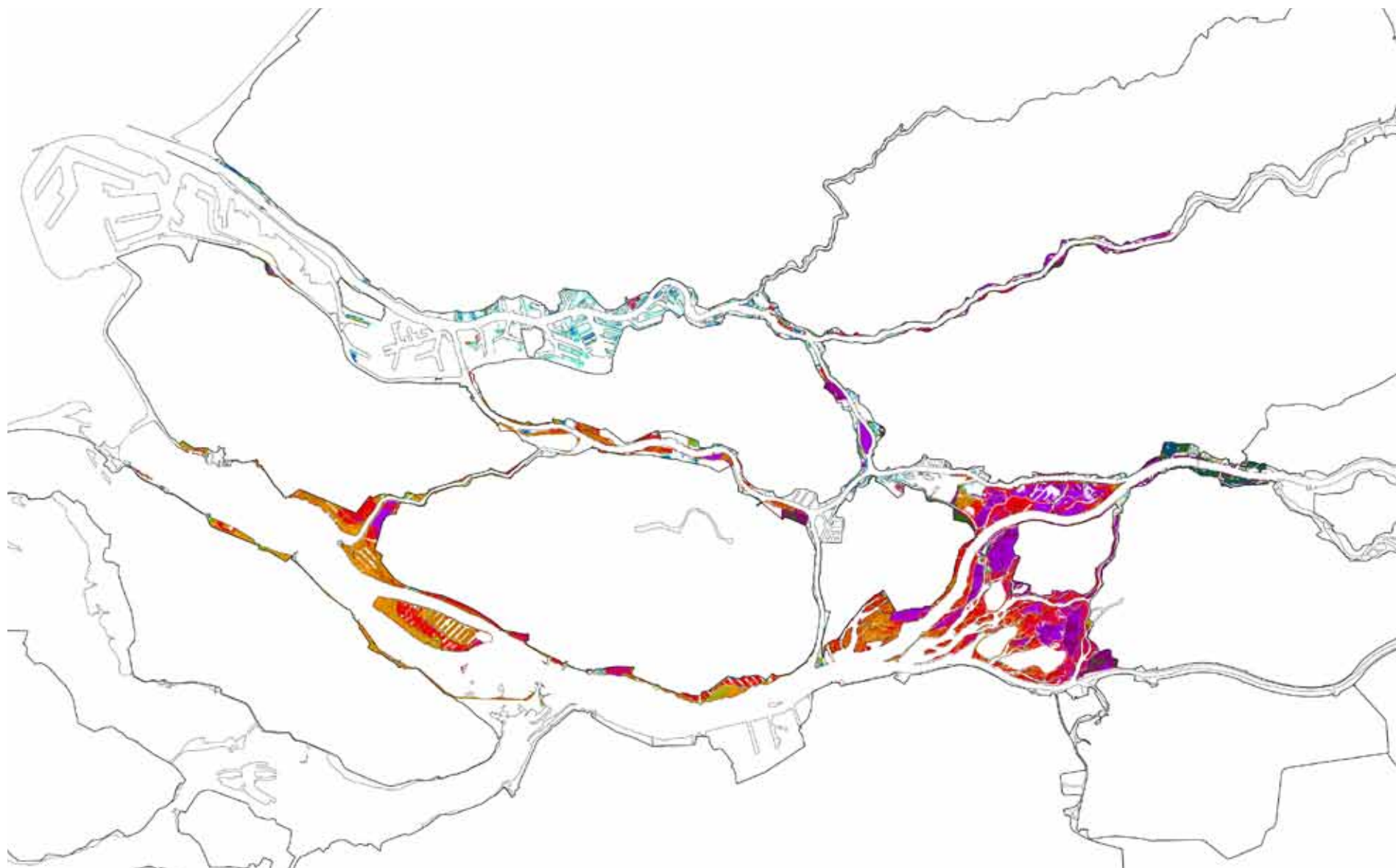
Bedreigde buitendijkse gebieden bij
 Veerman 2050 en uitvoering Hoogwater-
 beschermingsprogramma en maatregelen Ruimte
 voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]



DIJKEN

— buitendijks
 — dijkeringen



EPK 100 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden bij Veerman 2050 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]

1 - 50	200 - 250	400 - 450
50 - 100	250 - 300	450 - 500
100 - 150	300 - 350	500 - 550
150 - 200	350 - 400	550 - 600

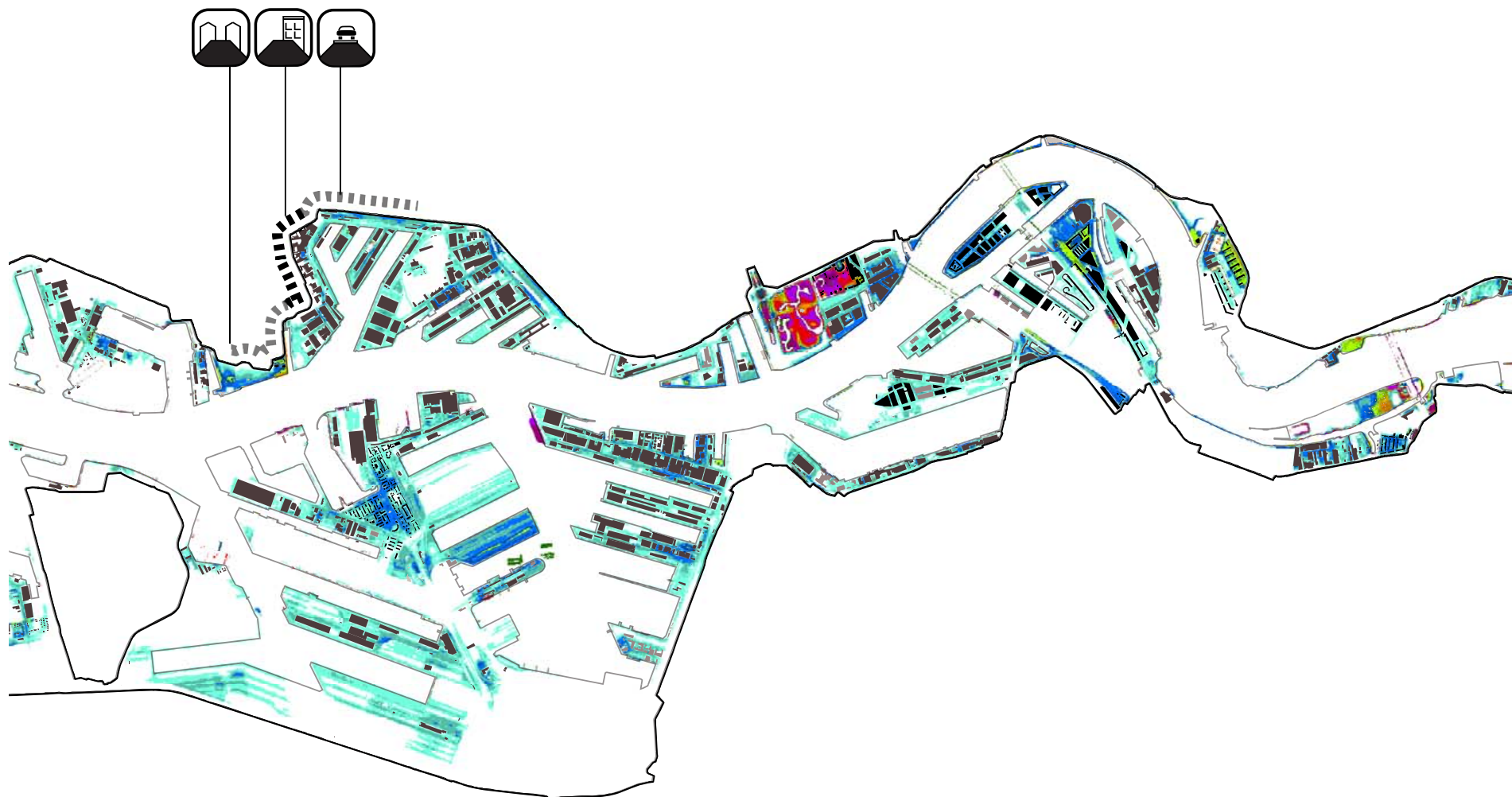
BEBOUWING BUITENDIJKS

wonen
industrie-bedrijven
kantoren
recreatie

DIJKEN

■■■■■	dijken die qua hoogte niet voldoen
—	dijkkringen

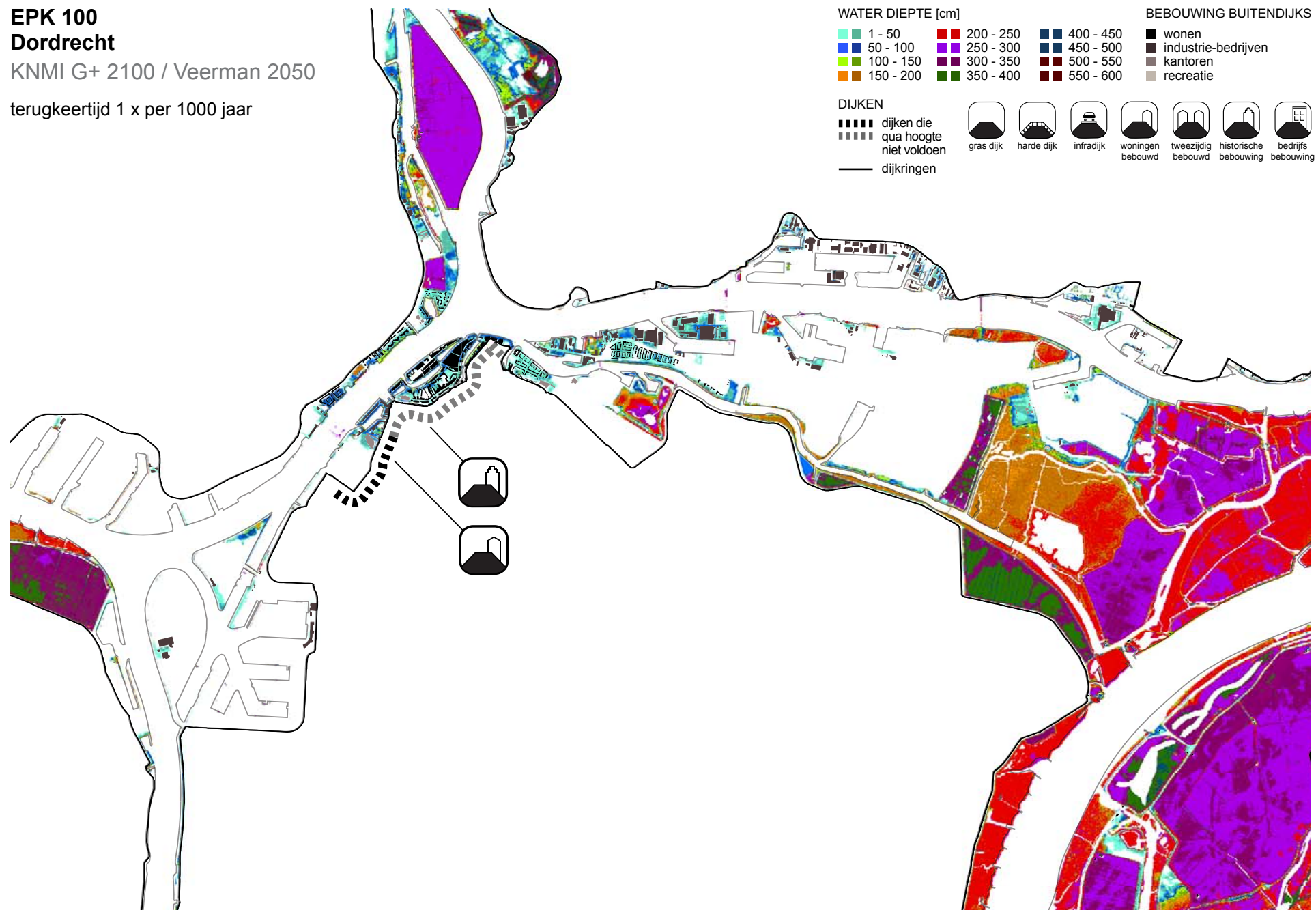
	gras dijk		harde dijk		infradijk		woningen bebouwd		tweezijdig bebouwd		historische bebouwing		bedrijfs bebouwing
--	-----------	--	------------	--	-----------	--	------------------	--	--------------------	--	-----------------------	--	--------------------



EPK 100 Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

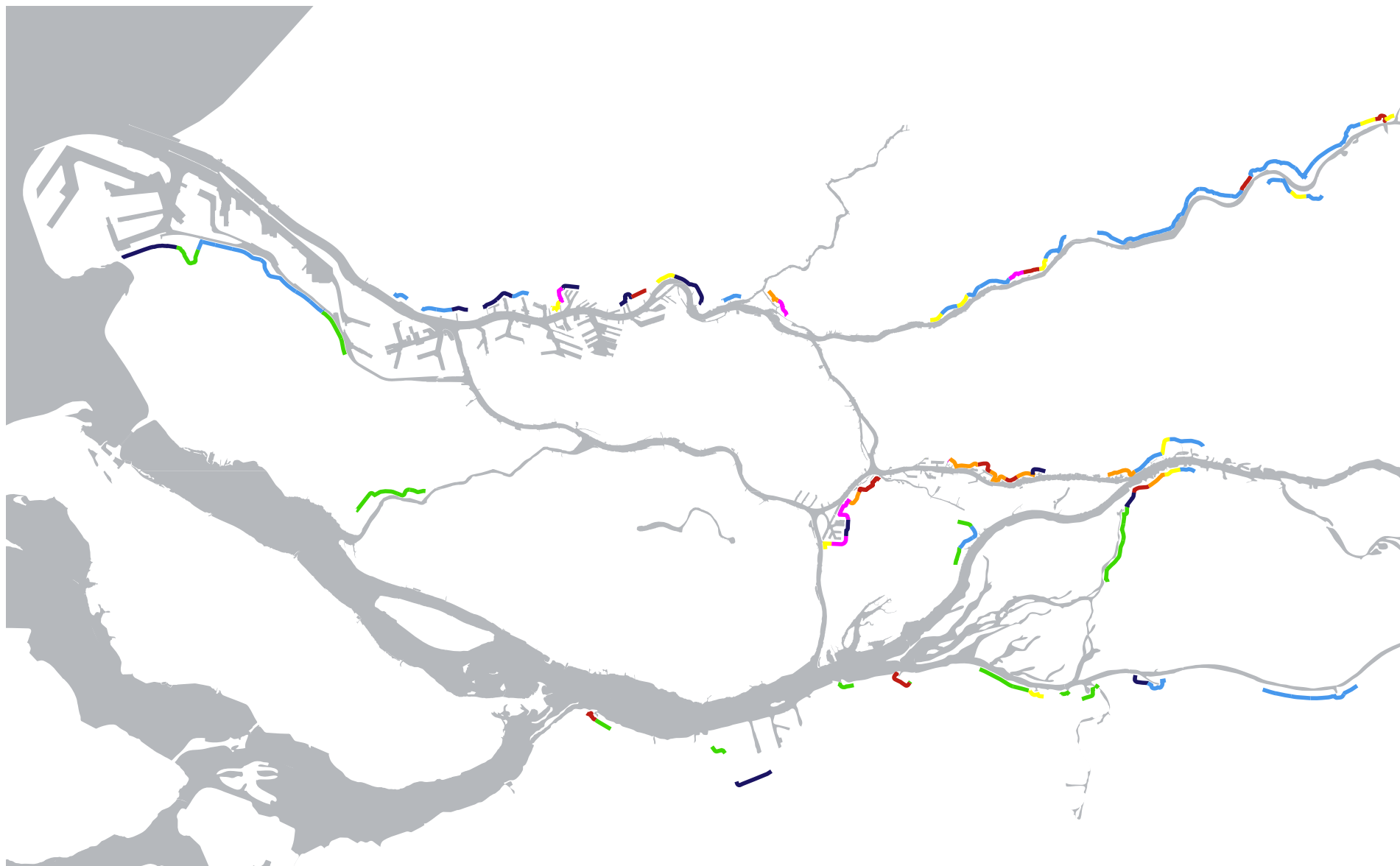


EPK 100
Rijnmond (dijken)
Veerman 2100

Dijken die qua hoogte niet voldoen bij Veerman 2100
en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en
maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

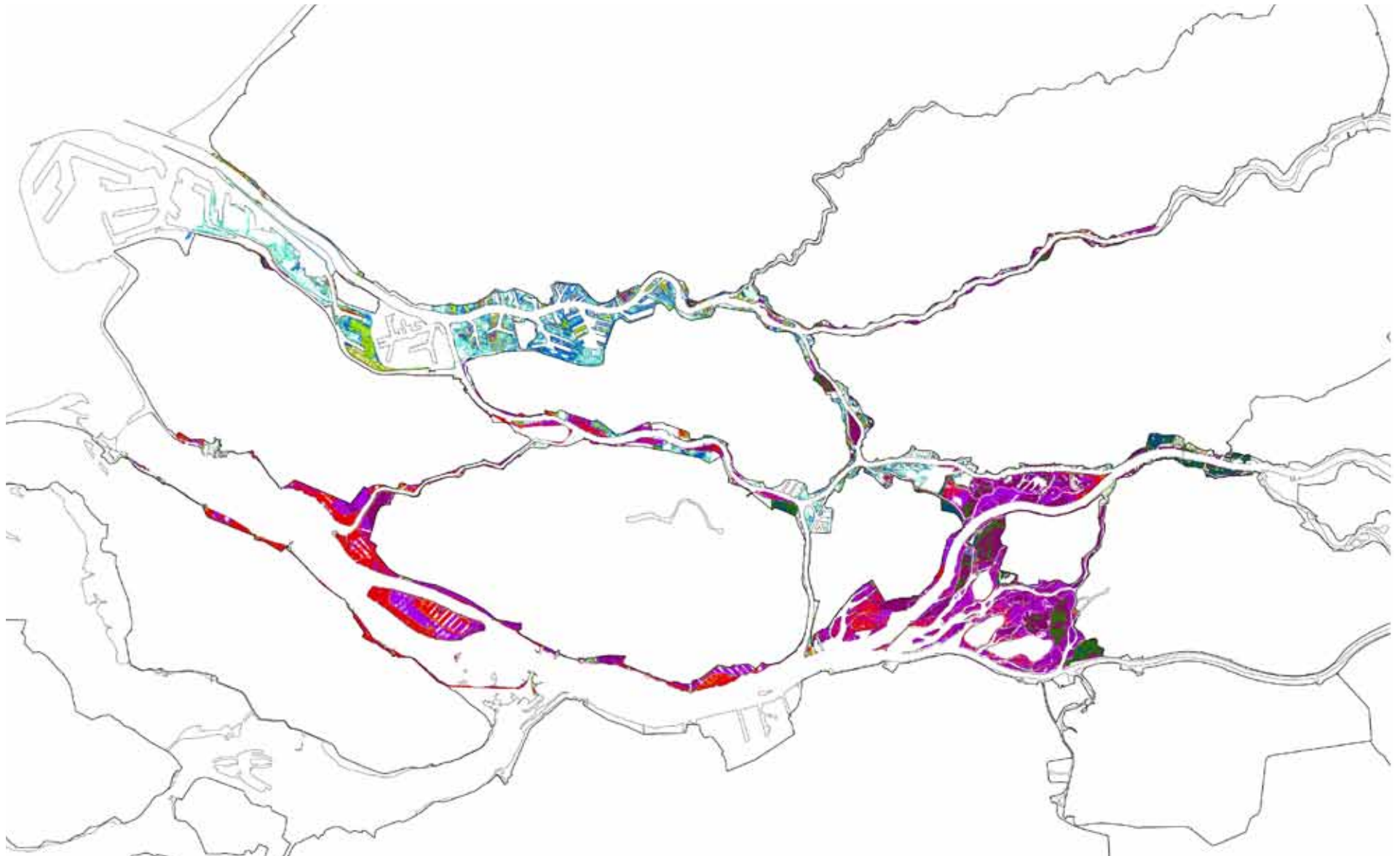
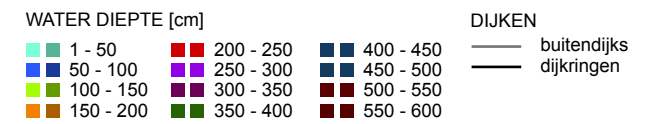
DIJKEN DIE NIET VOLDOEN QUA HOOGTE

gras dijk	bedrijfs bebouwing
infradijk	historische bebouwing
harde dijk	bebouwing woningen
	tweezijdig bebouwd



EPK 100
Rijnmond (buitendijks gebied)
 Veerman 2100

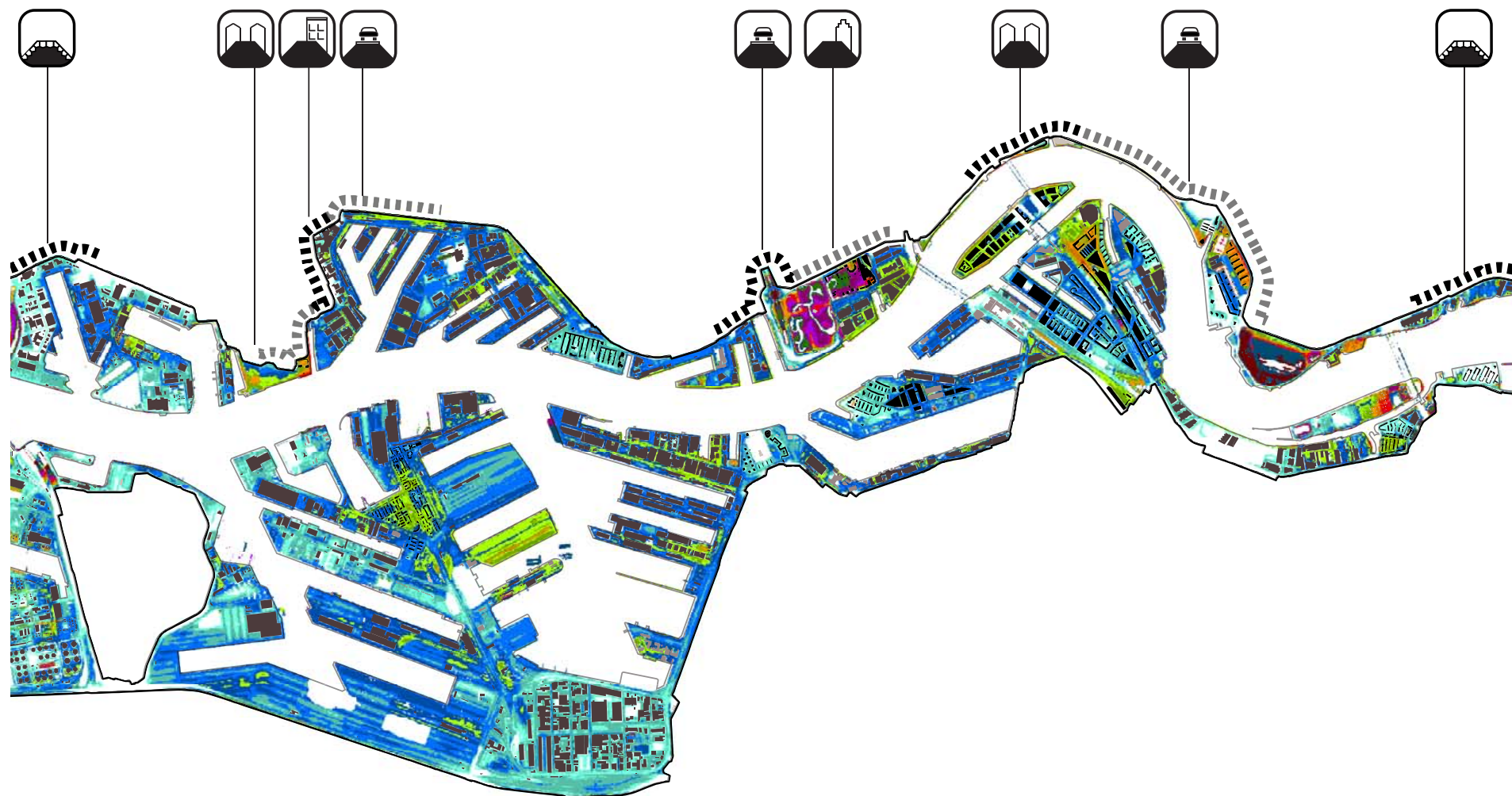
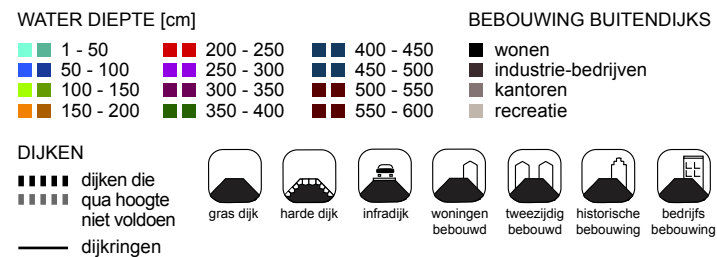
Bedreigde buitendijkse gebieden bij
 Veerman 2100 en uitvoering Hoogwater-
 beschermingsprogramma en maatregelen Ruimte
 voor de Rivier 2015.



EPK 100 Rotterdam Veerman 2100

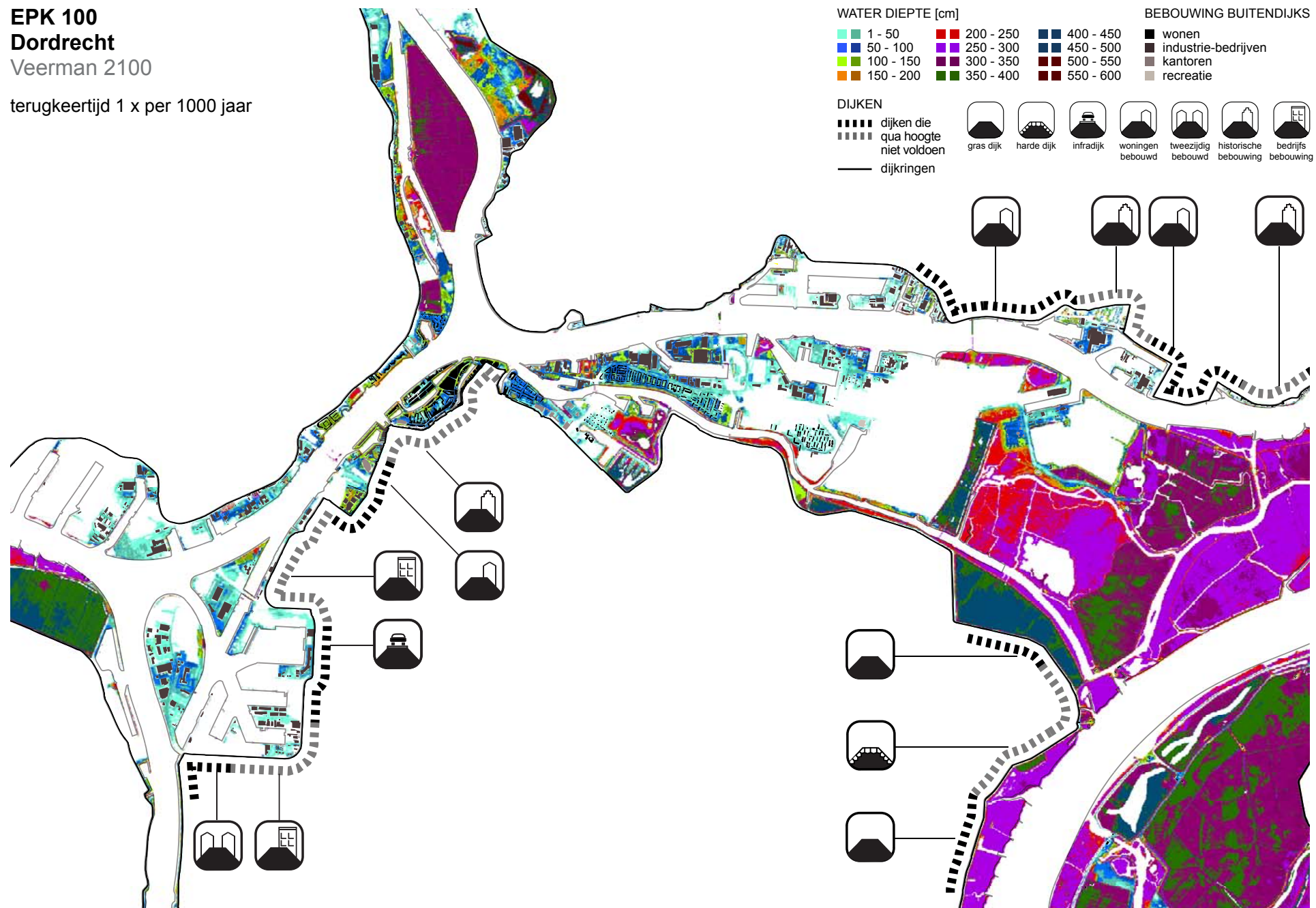
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden bij Veerman 2100 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.



EPK 100
Dordrecht
 Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000

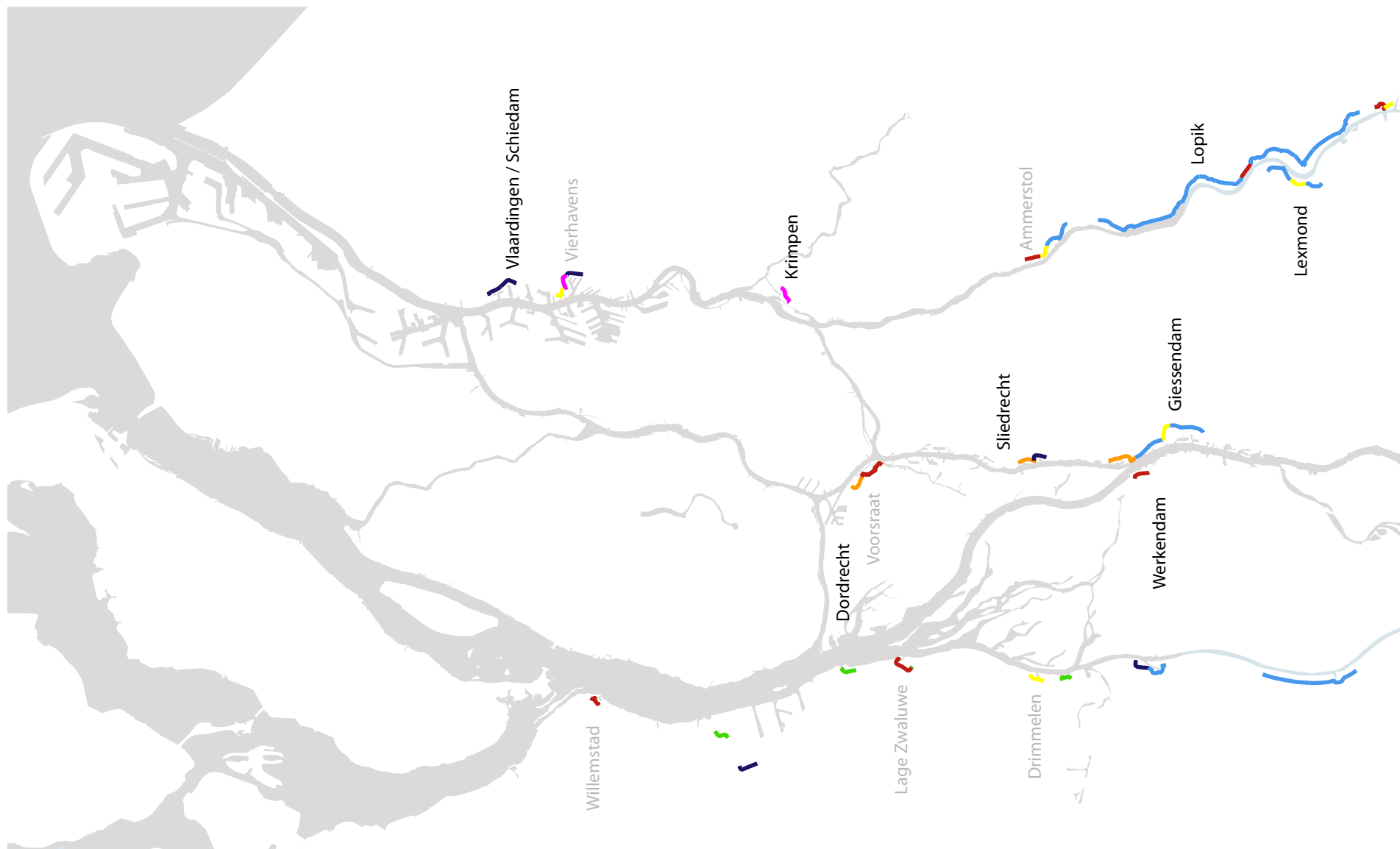
Rijnmond (dijken)

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

Dijken die qua hoogte niet voldoen bij Veerman 2050 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

DIJKEN DIE NIET VOLDOEN QUA HOOGTE

- | | |
|------------|-----------------------|
| gras dijk | bedrijfs bebouwing |
| infradijk | historische bebouwing |
| harde dijk | bebouwing woningen |
| | tweezijdig bebouwd |



Rijnmond (buitendijks gebied)
EPK 1000
 KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

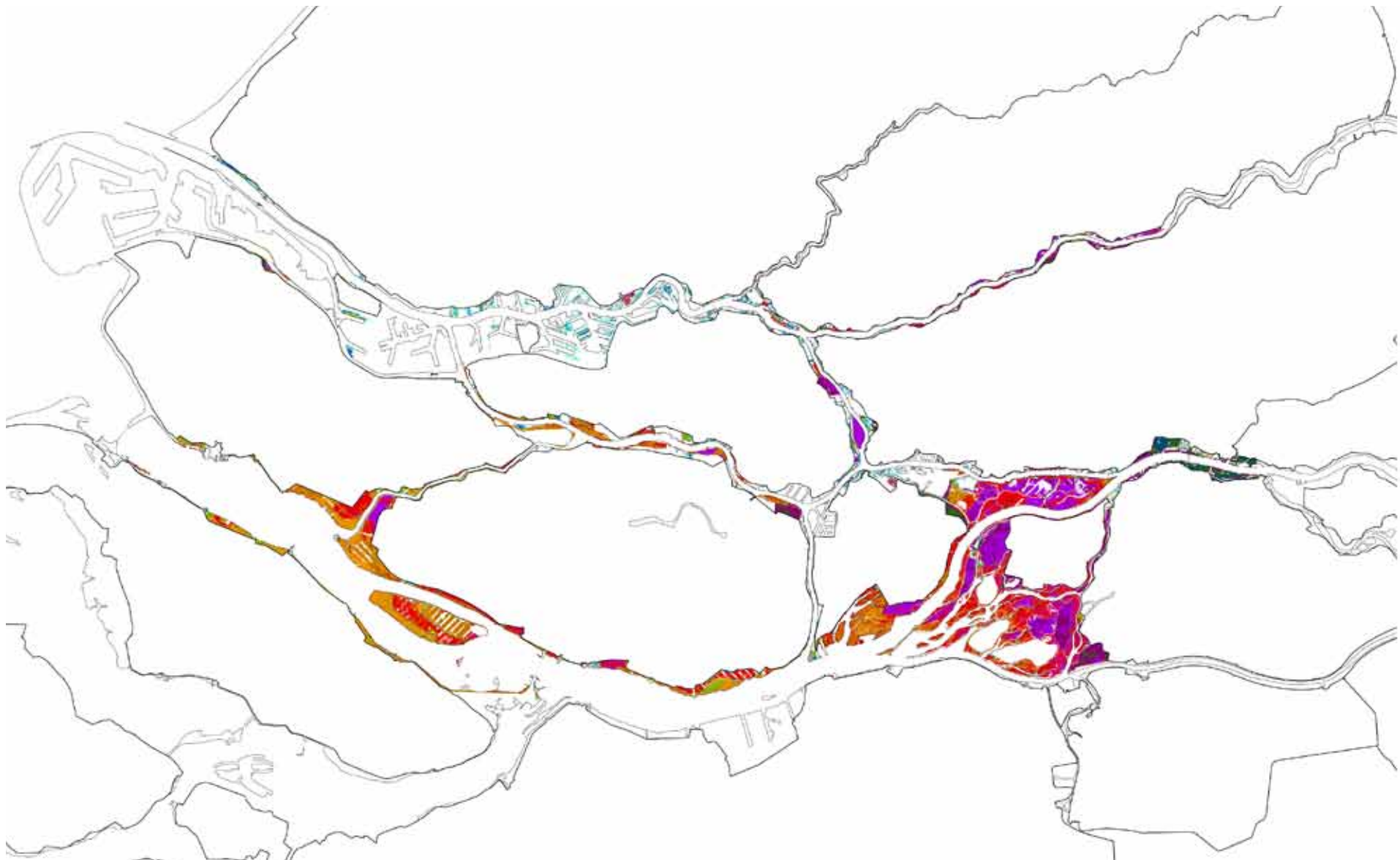
Bedreigde buitendijkse gebieden bij
 Veerman 2050 en uitvoering Hoogwater-
 beschermingsprogramma en maatregelen Ruimte
 voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]



DIJKEN

— buitendijks
 — dijkeringen



EPK 1000 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen
en bedreigde buitendijkse gebieden
bij Veerman 2050 en uitvoering
Hoogwaterbeschermingsprogramma en
maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]

1 - 50	200 - 250	400 - 450
50 - 100	250 - 300	450 - 500
100 - 150	300 - 350	500 - 550
150 - 200	350 - 400	550 - 600

BEBOUWING BUITENDIJKS

wonen
industrie-bedrijven
kantoren
recreatie

DIJKEN

■■■■■ dijken die qua hoogte niet voldoen
— dijkringen

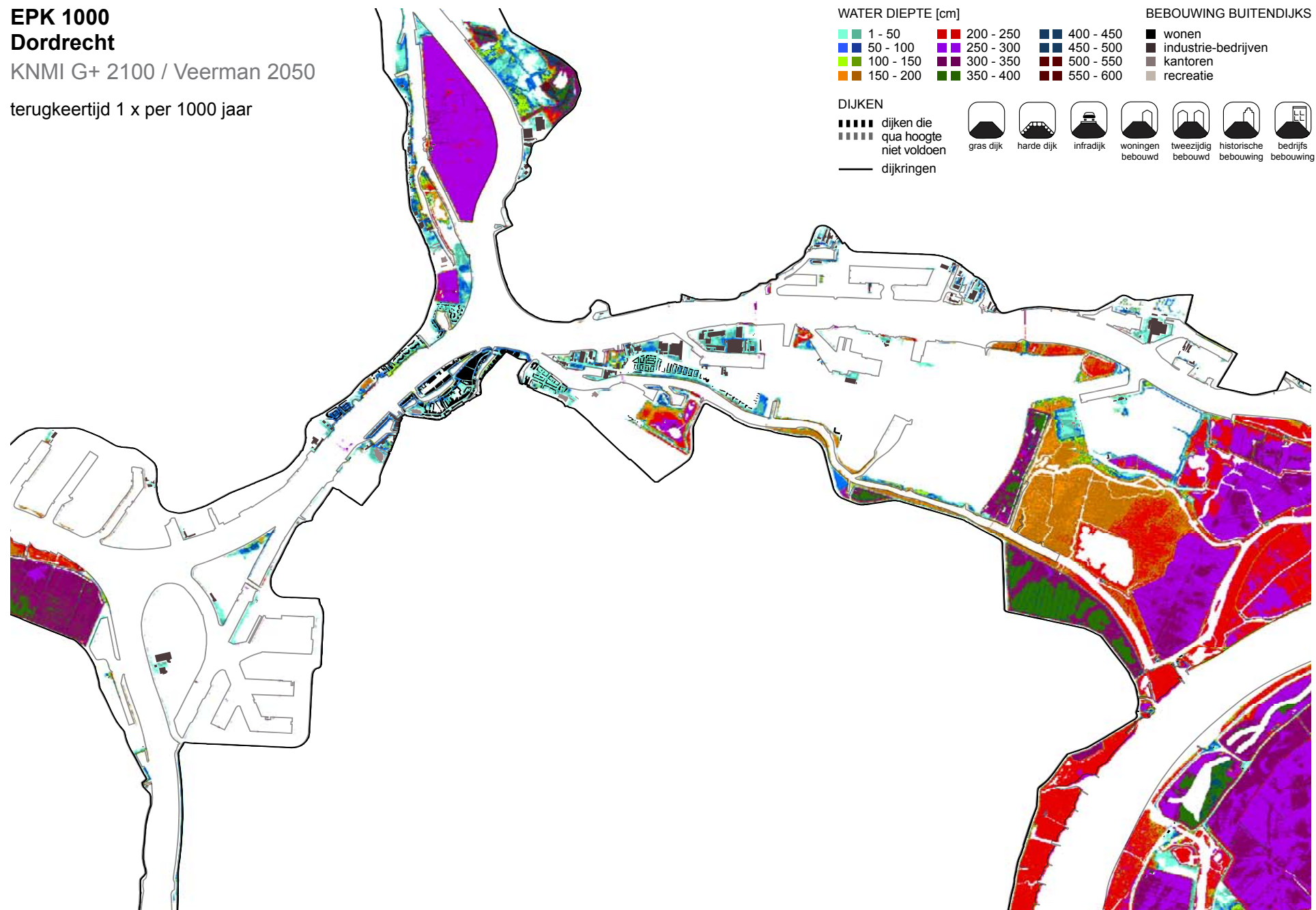
gras dijk	harde dijk	infradijk	woningen bebouwd	tweezijdig bebouwd	historische bebouwing	bedrijfs bebouwing
-----------	------------	-----------	---------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------



EPK 1000 Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000

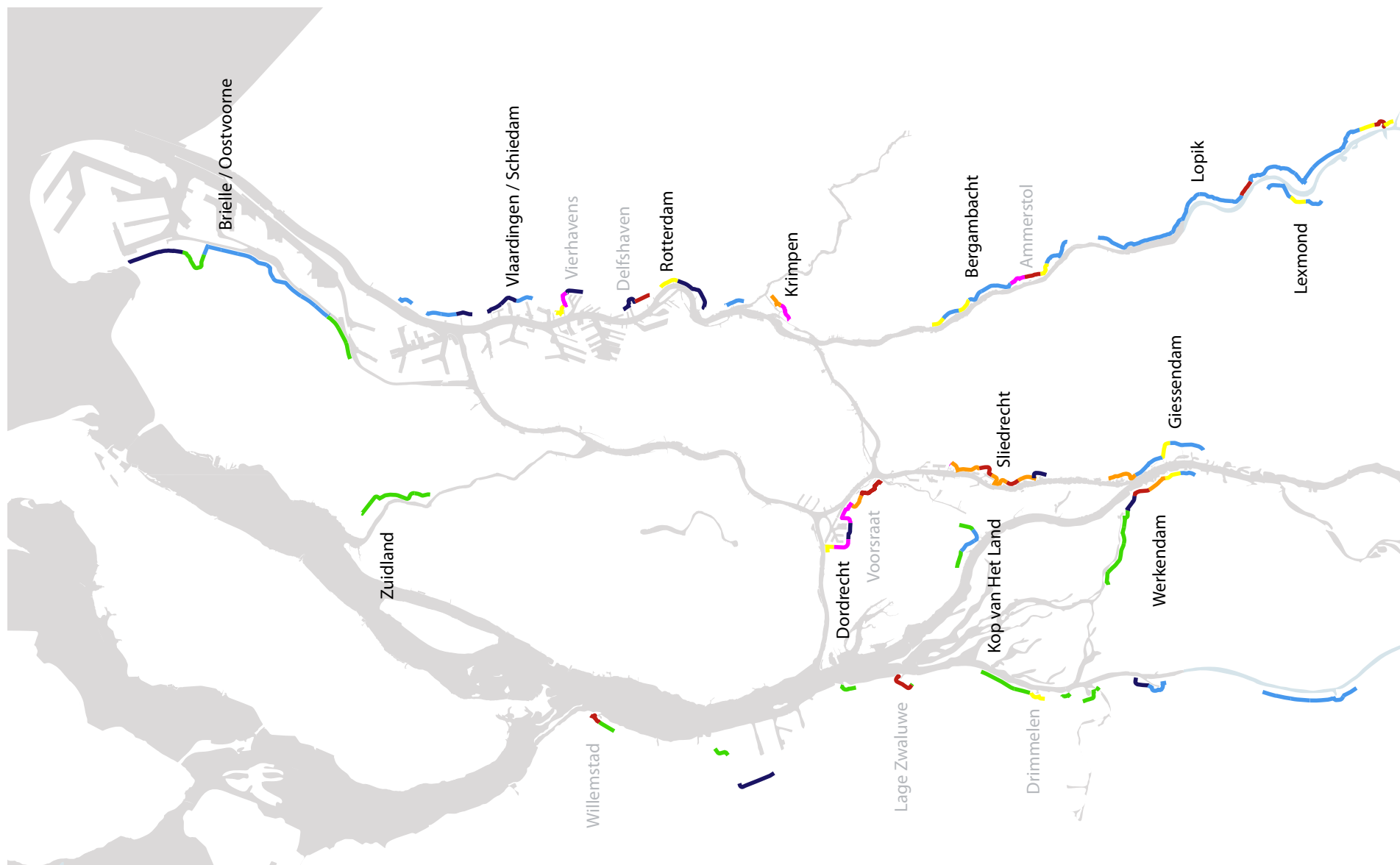
Rijnmond (dijken)

Veerman 2100

Dijken die qua hoogte niet voldoen bij Veerman 2100 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

DIJKEN DIE NIET VOLDOEN QUA HOOGTE

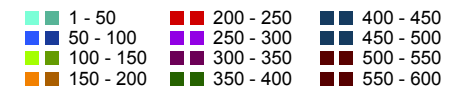
- | | |
|------------|-----------------------|
| gras dijk | bedrijfs bebouwing |
| infradijk | historische bebouwing |
| harde dijk | bebouwing woningen |
| | tweezijdig bebouwd |



EPK 1000
Rijnmond (buitendijks gebied)
 Veerman 2100

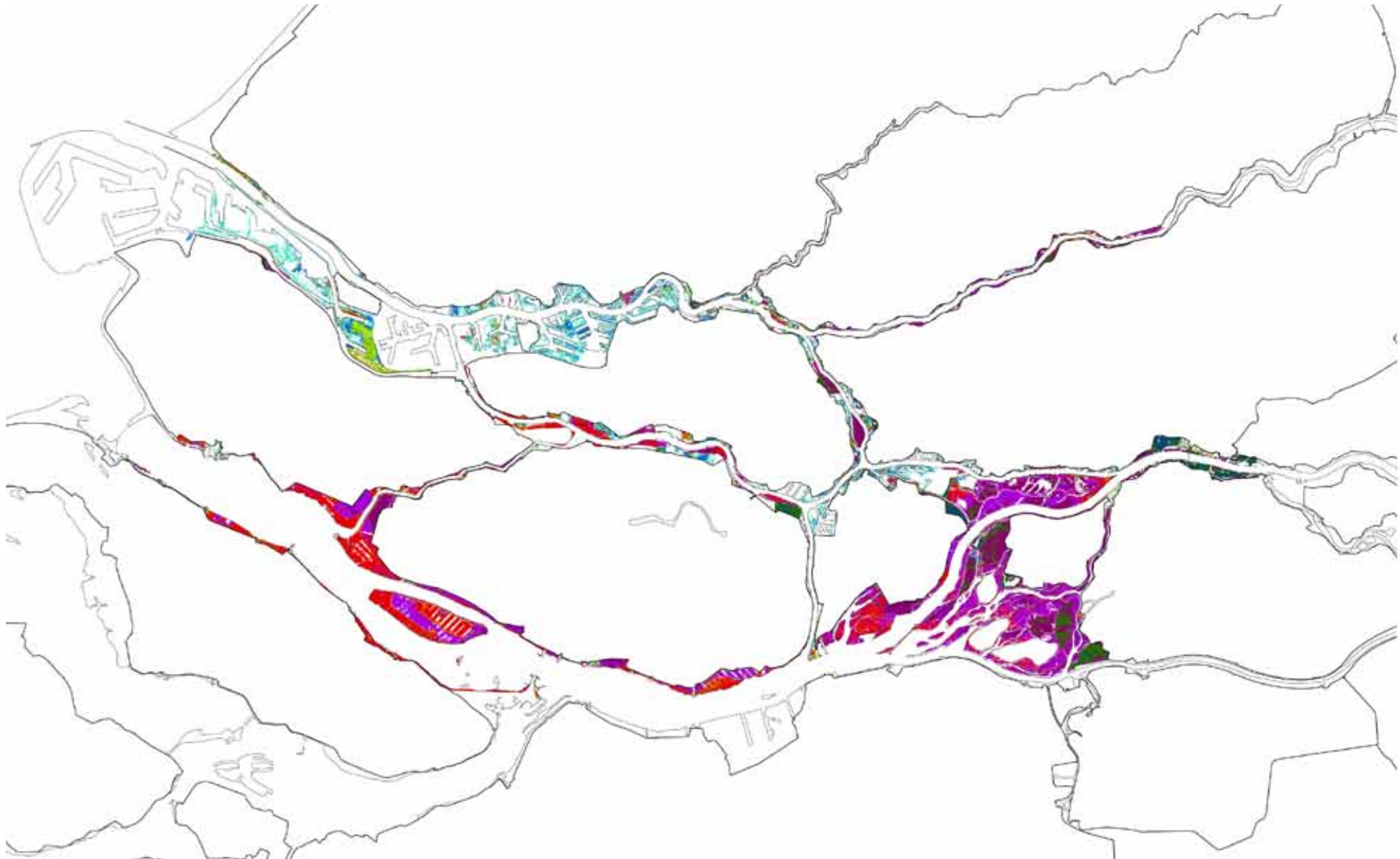
Bedreigde buitendijkse gebieden bij
 Veerman 2100 en uitvoering Hoogwater-
 beschermingsprogramma en maatregelen Ruimte
 voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]



DIJKEN

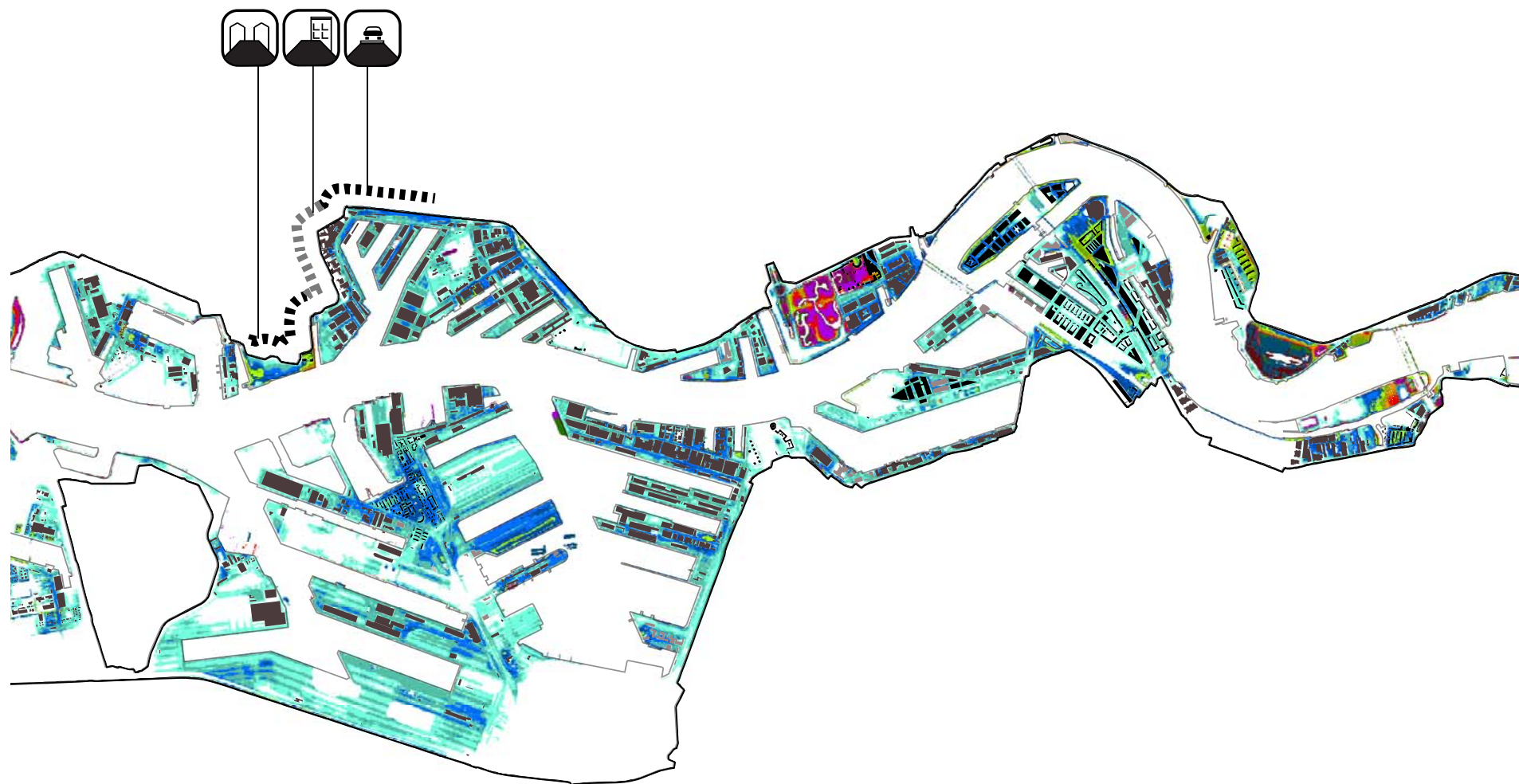
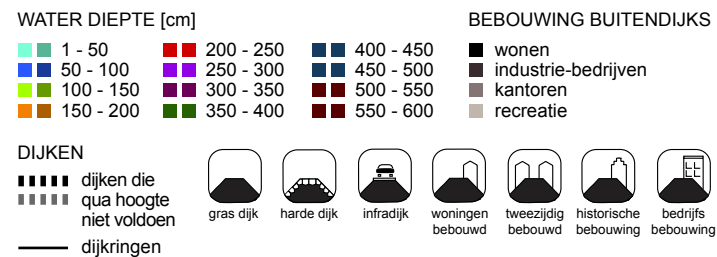
— buitendijks
 — dijkeringen



EPK 1000 Rotterdam Veerman 2100

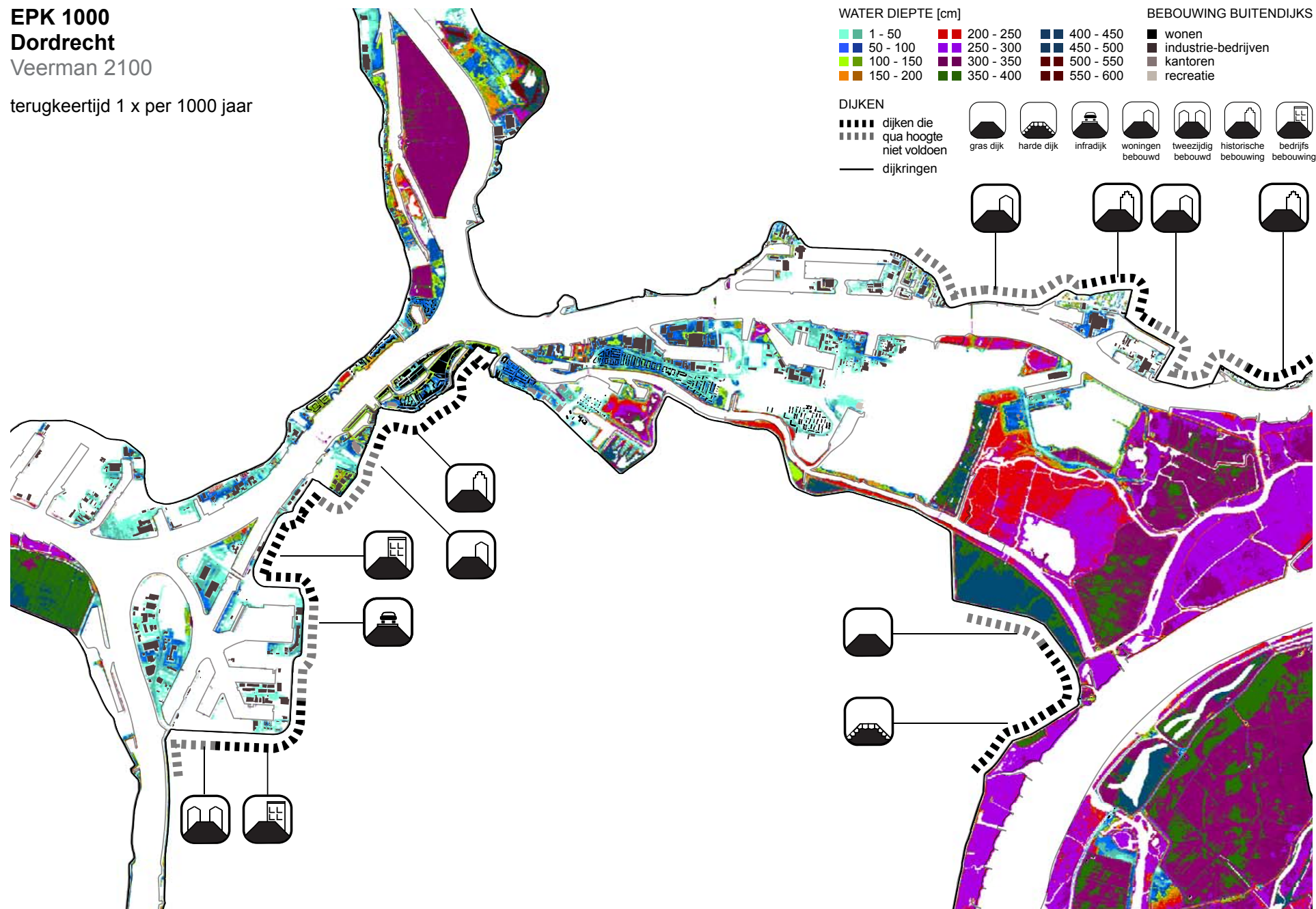
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden bij Veerman 2100 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.



EPK 1000
Dordrecht
 Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000 + RK 1000

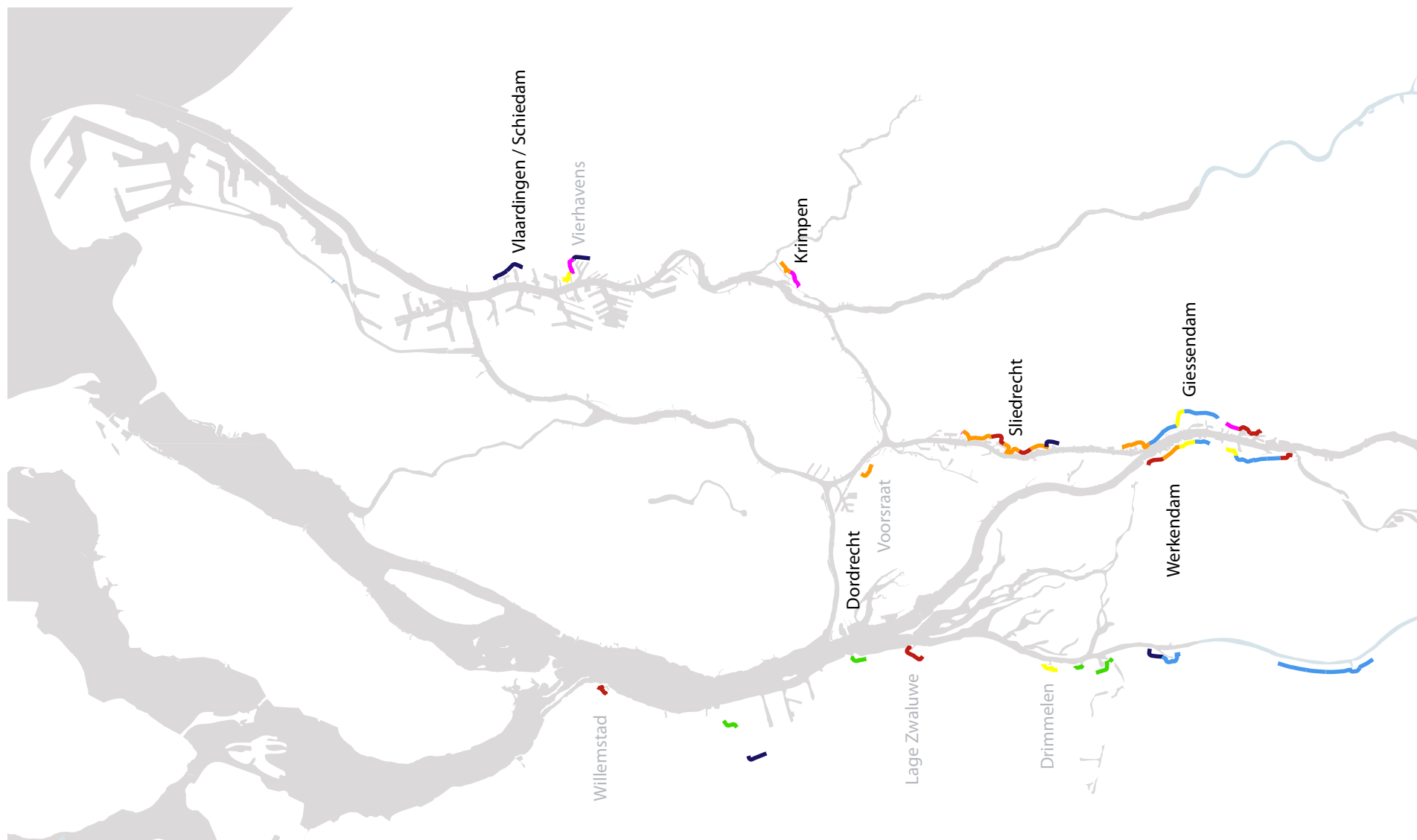
Rijnmond (dijken)

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

Dijken die qua hoogte niet voldoen bij Veerman 2050 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

DIJKEN DIE NIET VOLDOEN QUA HOOGTE

- | | |
|------------|-----------------------|
| gras dijk | bedrijfs bebouwing |
| infradijk | historische bebouwing |
| harde dijk | bebouwing woningen |
| | tweezijdig bebouwd |



EPK 1000 + RK 1000
Rijnmond (buitendijks gebied)
 KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

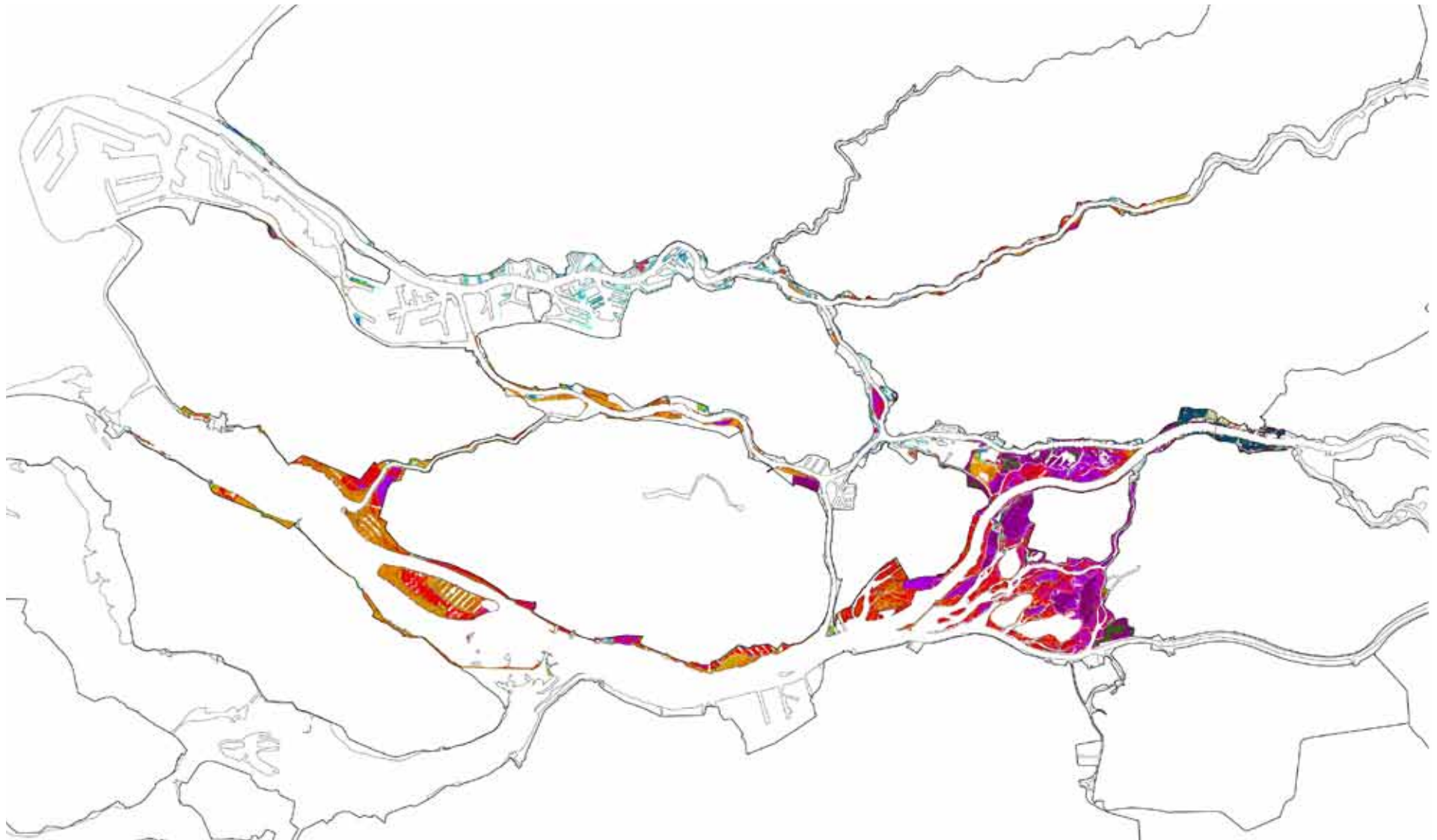
Bedreigde buitendijkse gebieden bij
 Veerman 2050 en uitvoering Hoogwater-
 beschermingsprogramma en maatregelen Ruimte
 voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]



DIJKEN

— buitendijks
 — dijkeringen



EPK 1000 + RK 1000 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden bij Veerman 2050 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]

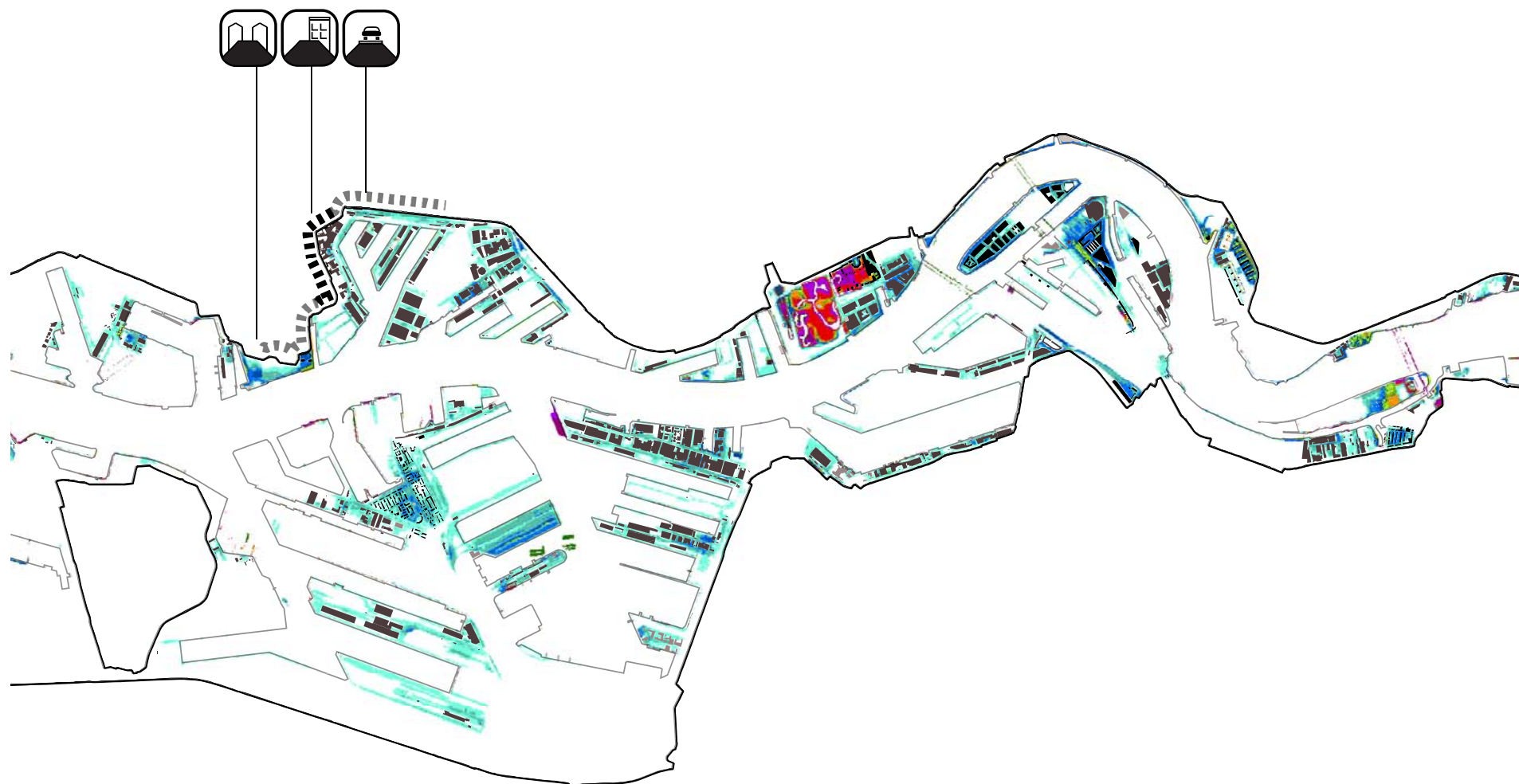
1 - 50	200 - 250	400 - 450
50 - 100	250 - 300	450 - 500
100 - 150	300 - 350	500 - 550
150 - 200	350 - 400	550 - 600

BEBOUWING BUITENDIJKS

wonen
industrie-bedrijven
kantoren
recreatie

DIJKEN

■■■■■ dijken die qua hoogte niet voldoen
■■■■■ dijkringen
— dijkringen

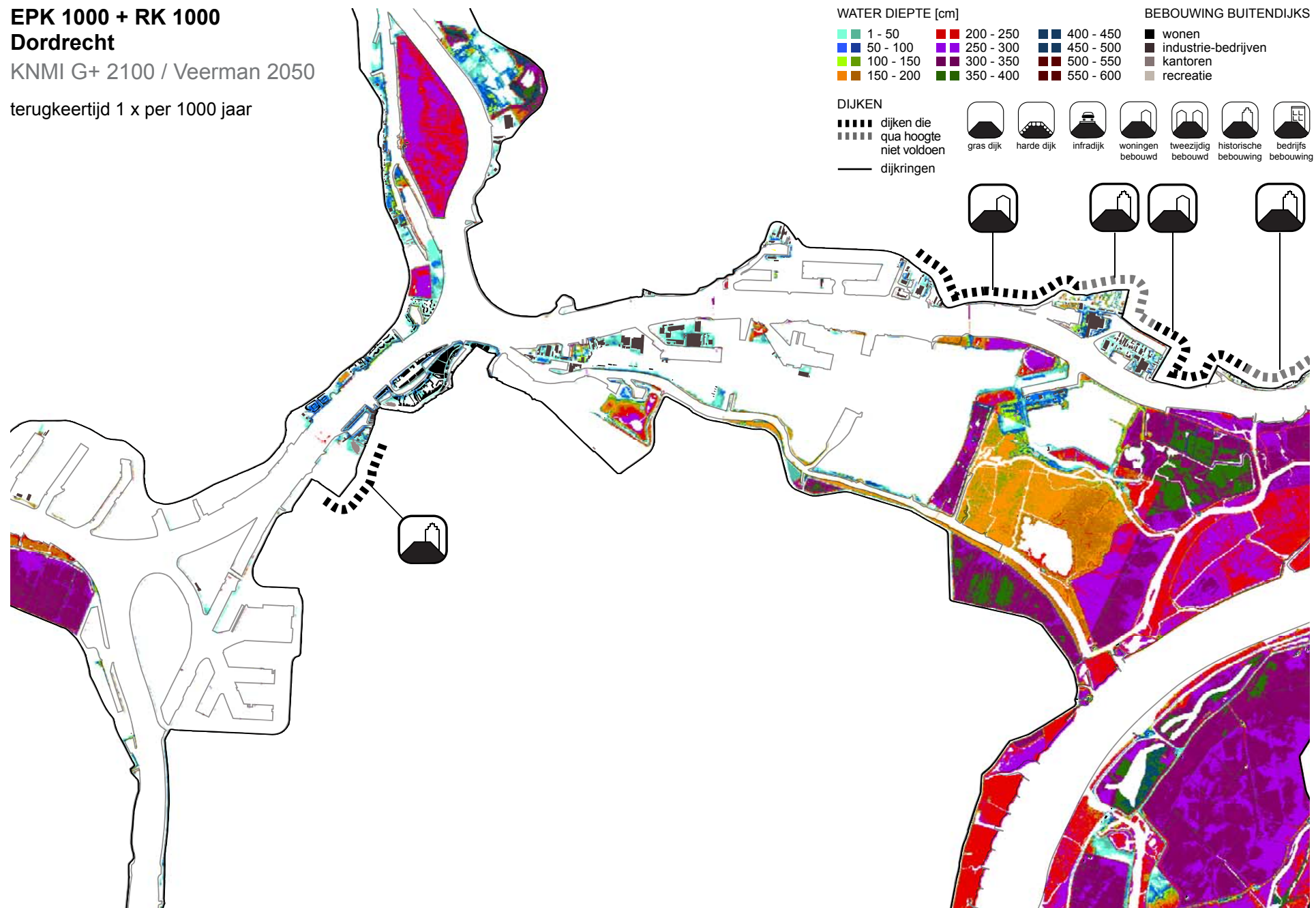


EPK 1000 + RK 1000

Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



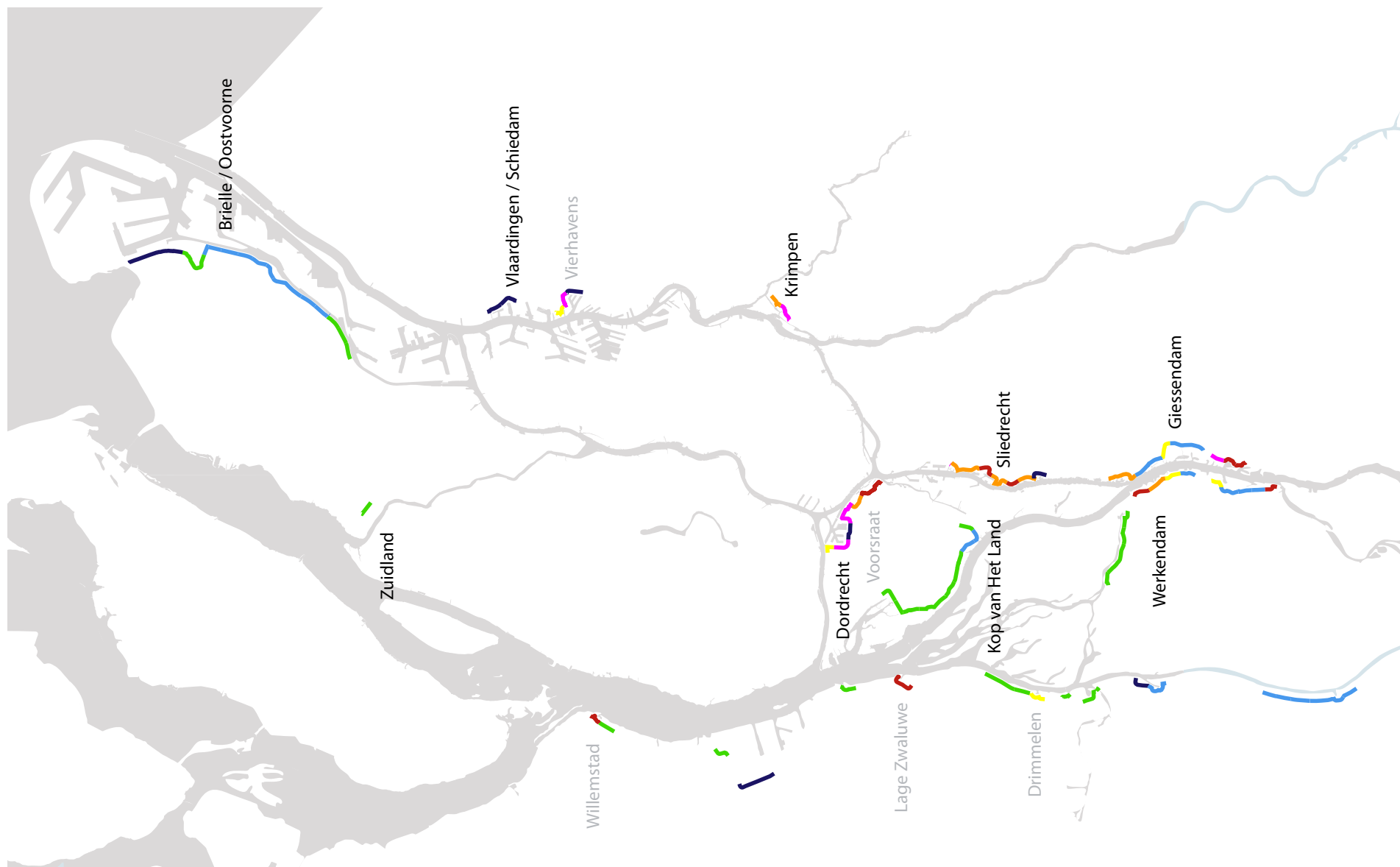
EPK 1000 + RK 1000

Rijnmond (dijken)

Veerman 2100

Dijken die qua hoogte niet voldoen bij Veerman 2100 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

- DIJKEN DIE NIET VOLDOEN QUA HOOGTE**
- | | |
|------------|-----------------------|
| gras dijk | bedrijfs bebouwing |
| infradijk | historische bebouwing |
| harde dijk | bebouwing woningen |
| | tweezijdig bebouwd |



EPK 1000 + RK 1000
Rijnmond (buitendijks gebied)
 Veerman 2100

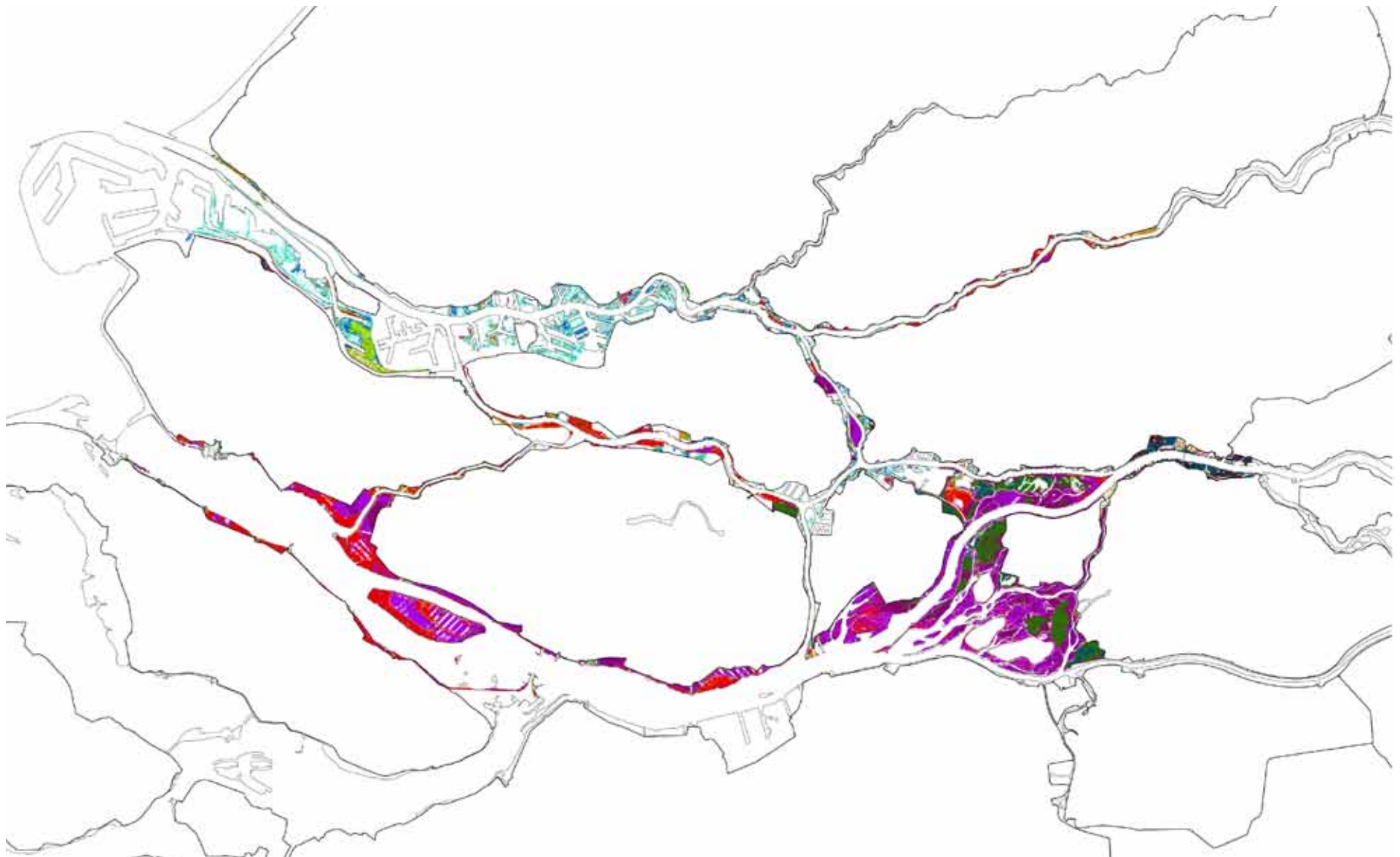
Bedreigde buitendijkse gebieden bij
 Veerman 2100 en uitvoering Hoogwater-
 beschermingsprogramma en maatregelen Ruimte
 voor de Rivier 2015.

WATER DIEPTE [cm]

1 - 50	200 - 250	400 - 450
50 - 100	250 - 300	450 - 500
100 - 150	300 - 350	500 - 550
150 - 200	350 - 400	550 - 600

DIJKEN

—	buitendijks
—	dijkringen



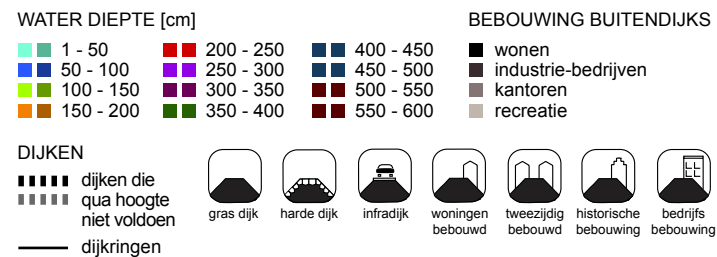
EPK 1000 + RK 1000

Rotterdam

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

Dijken die qua hoogte niet voldoen en bedreigde buitendijkse gebieden bij Veerman 2100 en uitvoering Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen Ruimte voor de Rivier 2015.

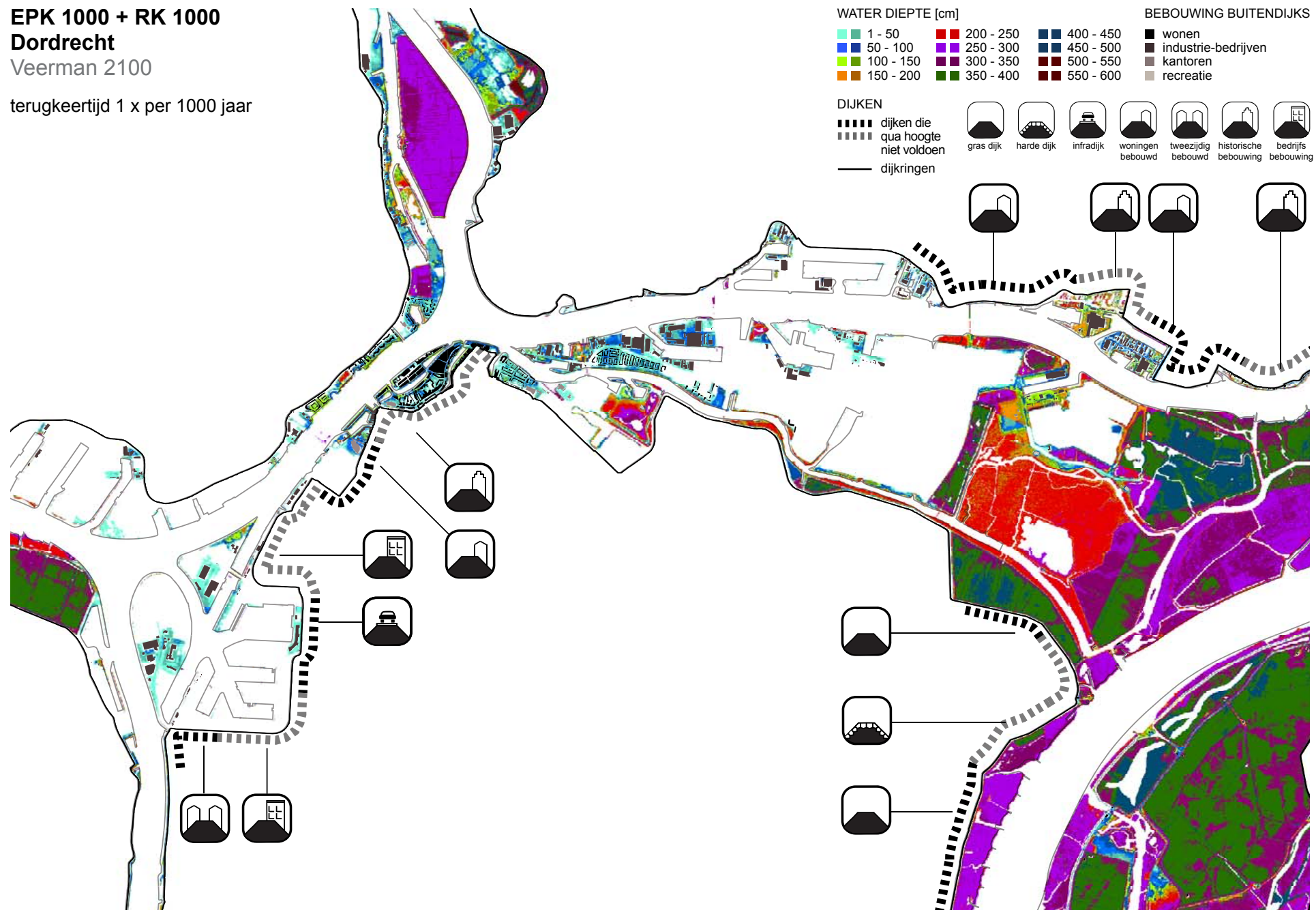


EPK 1000 + RK 1000

Dordrecht

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



Dijkbeschermingsprojecten nodig (op basis van hoogte)

EPK 100

Veerman 2100

Dijken die qua hoogte niet voldoen
bij Veerman 2100 en uitvoering
Hoogwaterbeschermingsprogramma en maatregelen
Ruimte voor de Rivier 2015 (zie p46-47).

 nieuw project
 lokatie valt binnen huidig uitvoeringsprogramma



Conclusies effecten op de dijken

2050

Alternatief EPK 100

Uitgaande van een faalkans van de Maeslantkering van 1:100 voldoen in 2050 in de regio's Rijnmond en Drechtsteden 54 km dijken niet wat betreft de hoogte; ca. 10 % van het totaal. Hiervan zijn 72% onbebouwde en 28% bebouwde dijken. Dijkvakken die niet voldoen zijn onder andere de dijken langs het Vierhavengebied in Schiedam en Rotterdam en de dijk in de Voorstraat in Dordrecht.

Alternatief EPK 1000

Wordt de faalkans verkleind tot 1:1000 dan voldoen in 2050 in de Rijnmond en Drechtsteden 51 km dijken niet aan het criterium, nagenoeg gelijk aan alternatief A. Verkleining van de faalkans heeft dan ook nauwelijks effect op de dijken.

Alternatief EPK + RK 1000

Het plaatsen van flexibele rivierkeringen conform het voorstel van de Deltacommissie heeft op het voldoen van de dijken in Rotterdam en de Rijnmond in 2050 nauwelijks effect. Het plaatsen van flexibele keringen heeft op het voldoen van de dijken in de Drechtsteden een positief effect wat betreft de Voorstraat in Dordrecht en een negatief effect wat betreft dijkvakken in Sliedrecht, op het traject Giessendam-Gorinchem en rond Werkendam.

In totaal dient 37 km dijk opgehoogd te worden. De keringen zijn ca. 10 x per jaar gesloten.

2100

Alternatief EPK 100

Als uitgegaan wordt van een faalkans van de Maeslantkering van 1:100 dan voldoen in 2100 in de regio's Rijnmond en Drechtsteden 124 km niet wat betreft de hoogte. In Rotterdam gaat het hierbij om grote delen van de dijken op de noordelijke, rechter Maasoever: naast de dijken bij het Vierhavengebied ook de Westzeedijk en de dijken ter plaatse van de Boompjes en de Maasboulevard. In Dordrecht voldoen naast de dijk ter plaatse van de Voorstraat ook alle meer naar de Dordtse Kil gelegen dijken niet. Ook een groot deel van de dijken in Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam voldoet niet.

Alternatief EPK 1000

Wordt de faalkans verkleind tot 1:1000 dan voldoen in 2100 in de Rijnmond en Drechtsteden 114 km niet aan het criterium. Waarvan 72% onbebouwde en 28% bebouwde dijken. Het belangrijkste verschil betreft de dijken op de Rechter Maasoever in Rotterdam: Westzeedijk, Boompjes en Maasboulevard voldoen.

Alternatief EPK + RK 1000

Het plaatsen van flexibele rivierkeringen conform het voorstel van de Deltacommissie heeft op het voldoen van de dijken in Rotterdam en de Rijnmond in 2100 nauwelijks effect. In de Drechtsteden treedt nauwelijks verbetering op.

Om de hogere rivierafvoeren over de Waal en de Nieuwe Merwede te kunnen verwerken zijn aanvullende maatregelen nodig rond dijken op het traject Giessendam-Gorinchem, langs de Nieuwe Merwede op het eiland van Dordrecht en nabij Werkendam.

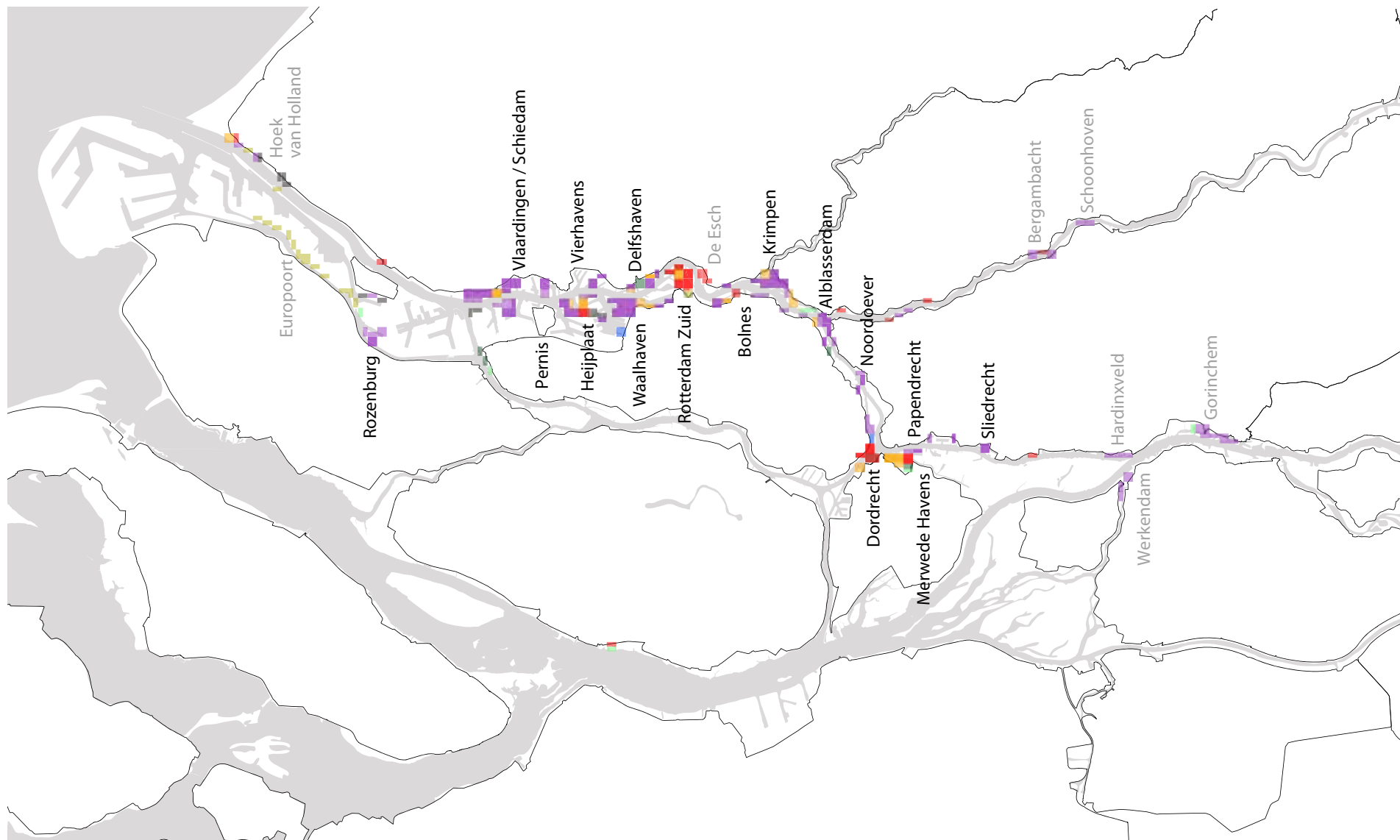
In totaal dient 86 km dijk opgehoogd te worden. De keringen zijn ca. 30 x per jaar gesloten.

Buitendijkse gebieden onder water

EPK 100

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

- | | |
|---|---|
| ■ Wonen (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Verhard oppervlak |
| ■ Historisch (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Infrastructuur |
| ■ Kantoor (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Open gebied (groen) |
| ■ Industrie en Bedrijven (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Open gebied (agrarisch) |
| ■ Gemengd stedelijk (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Aangelegde open ruimte |

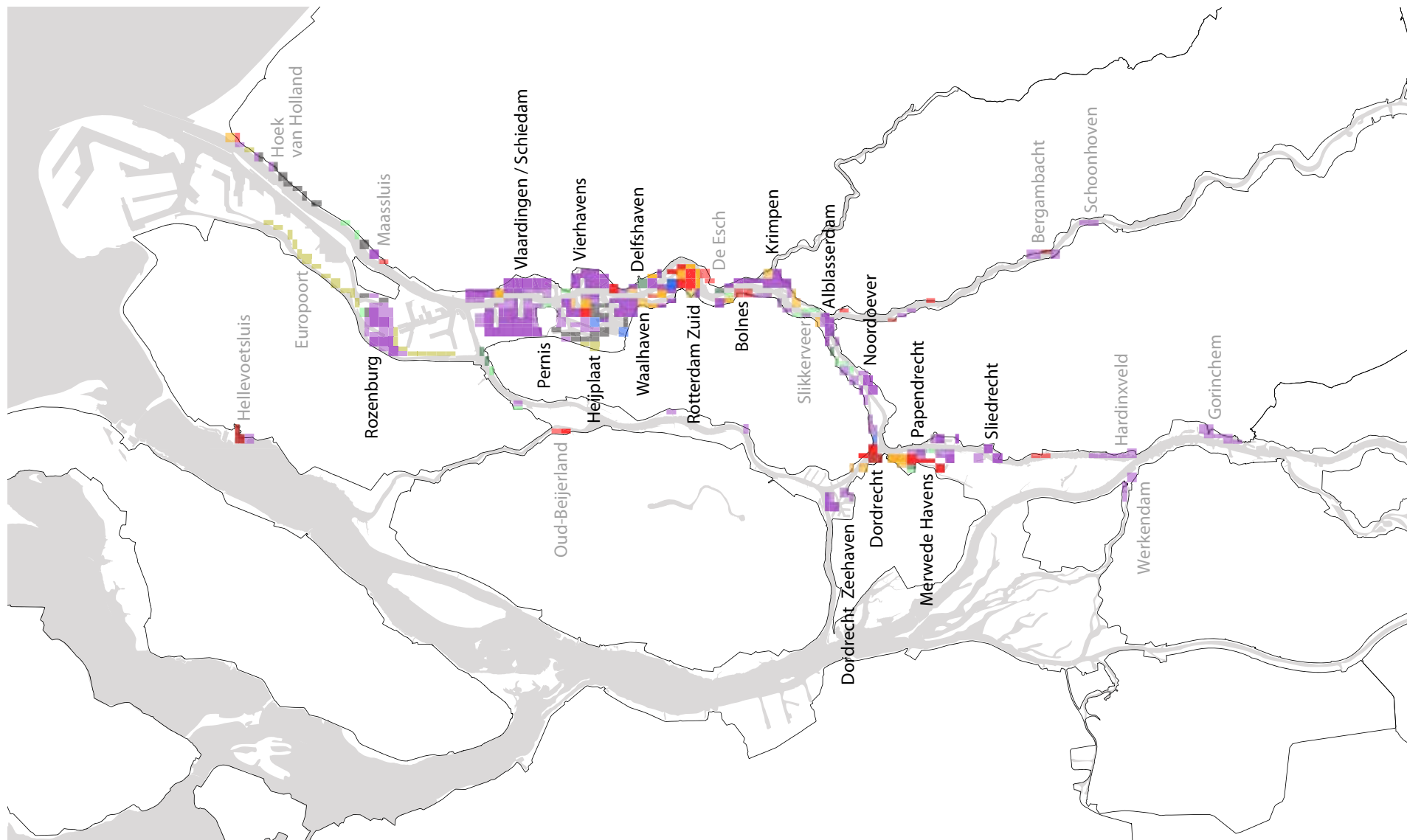


Buitendijkse gebieden onder water

EPK 100

Veerman 2100

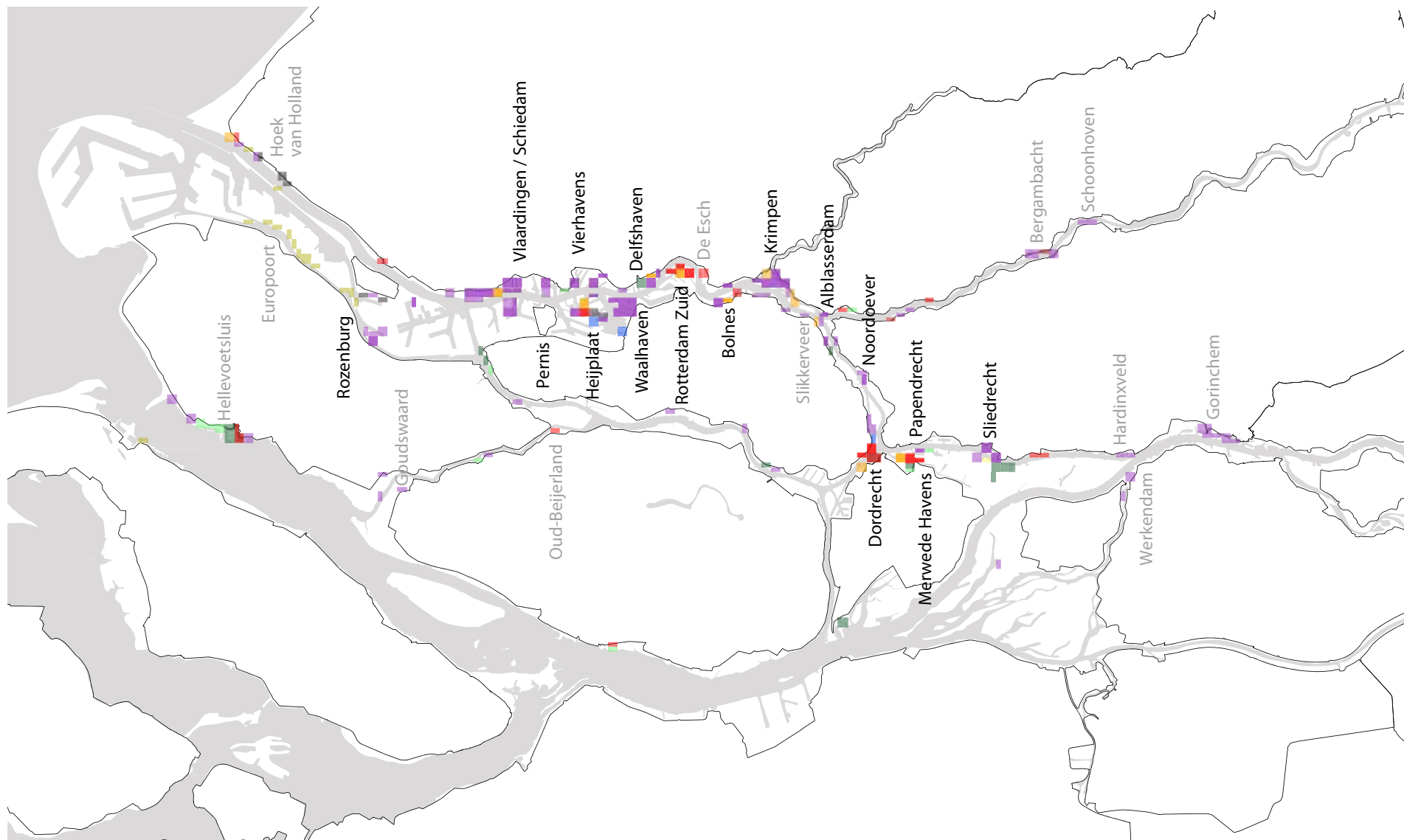
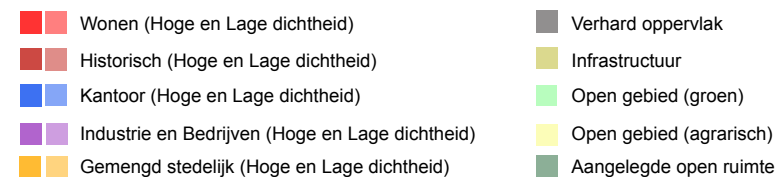
- | | |
|---|---|
| ■ Wonen (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Verhard oppervlak |
| ■ Historisch (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Infrastructuur |
| ■ Kantoor (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Open gebied (groen) |
| ■ Industrie en Bedrijven (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Open gebied (agrarisch) |
| ■ Gemengd stedelijk (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Aangelegde open ruimte |



Buitendijkse gebieden onder water

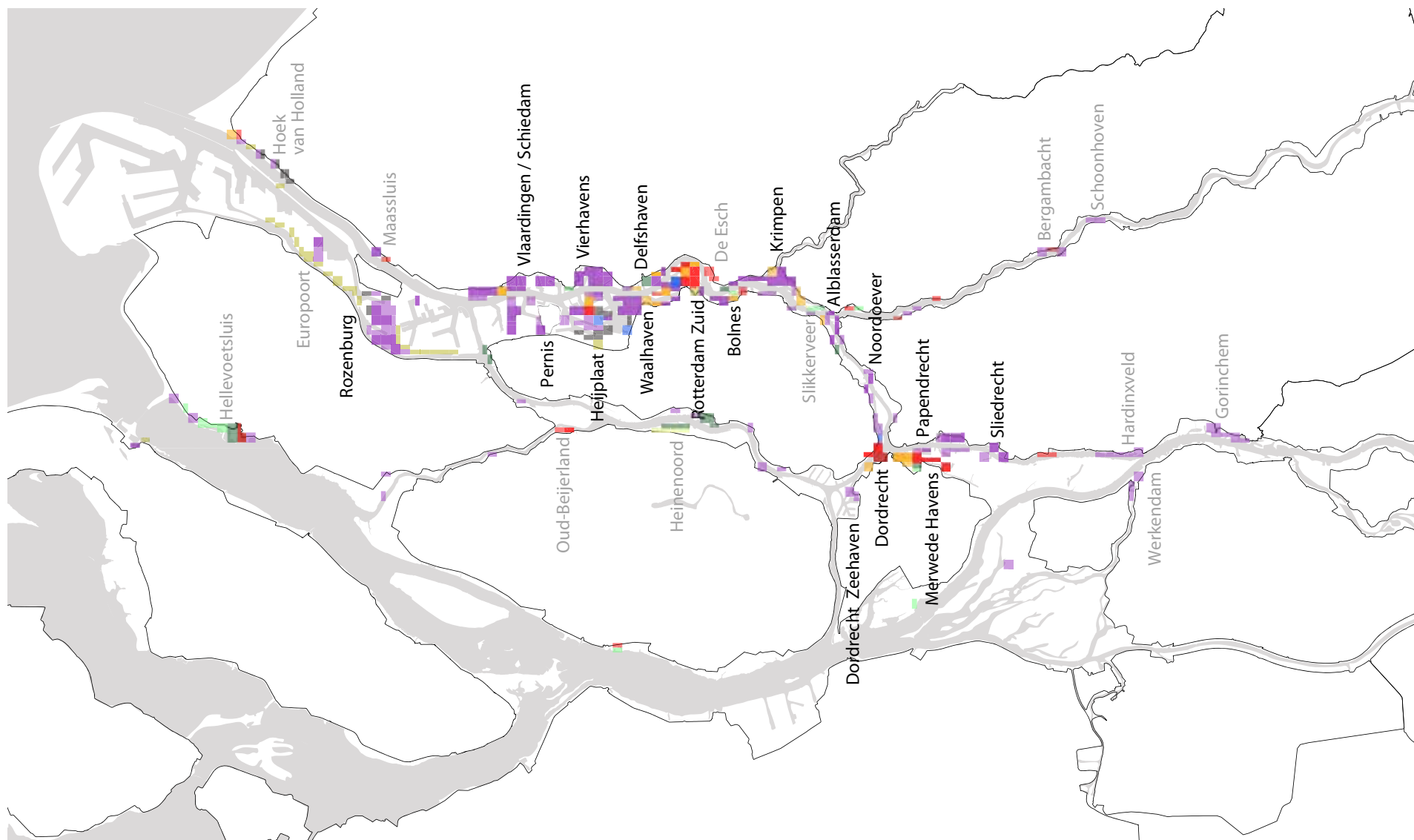
EPK 1000+RK 1000

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050



Buitendijkse gebieden onder water
 EPK 1000+RK1000
 Veerman 2100

- | | |
|---|---|
| ■ Wonen (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Verhard oppervlak |
| ■ Historisch (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Infrastructuur |
| ■ Kantoor (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Open gebied (groen) |
| ■ Industrie en Bedrijven (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Open gebied (agrarisch) |
| ■ Gemengd stedelijk (Hoge en Lage dichtheid) | ■ Aangelegde open ruimte |

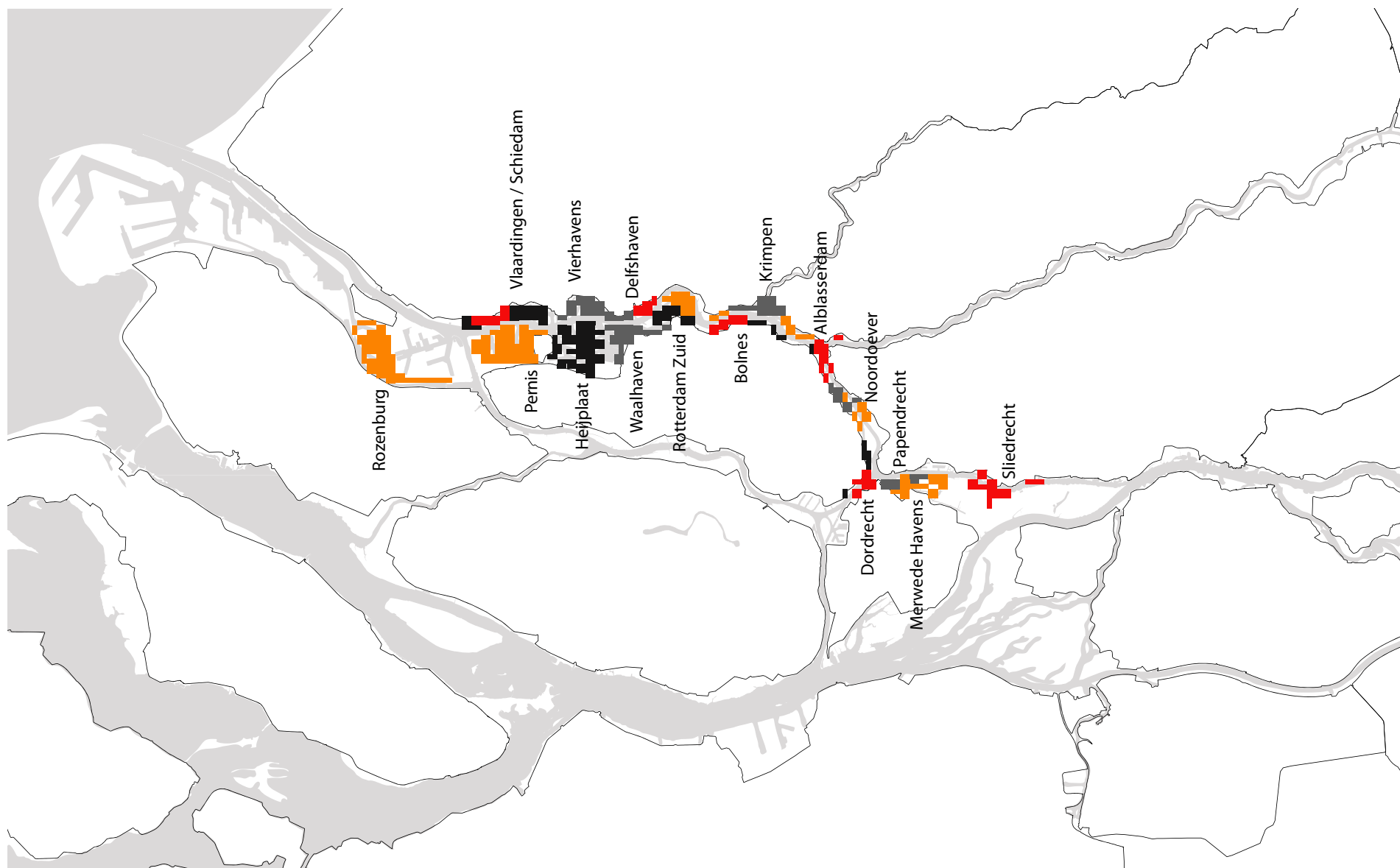


Beschermingsprojecten buitendijks gebied nodig

EPK 100

Veerman 2100

-  nieuw project
-  lokatie valt binnen huidig uitvoeringsprogramma



Conclusies effecten op buitendijkse gebieden

2050

Alternatief EPK 100

Uitgaande van een faalkans van de Maeslantkering van 1:100 (en met een terugkeertijd van 1000 jaar) zullen in 2050 in Rotterdam een fors aantal hectares buitendijks gebied tot ca. 50 cm overstroomd. In delen van het Veerhavenkwartier, op het Noordereiland en op Feyenoord kan dit oplopen tot 1 m. Het DWL-terrein kan tot 1.50 m overstroomd. Het Park en de binnenterreinen in het noordelijk deel van het Veerhavenkwartier kunnen zelfs tot 2.50 en 3.50 m overstroomd.

In de Drechtsteden is eveneens sprake van uiteenlopende overstromingskansen: het buitendijkse deel van de binnenstad van Dordrecht en grote delen van de Staart krijgen te maken met 50 cm tot 1 meter water. In het Wantijpark is tot 3 m water te verwachten. In het buitendijkse deel van Zwijndrecht loopt de wateroverlast sterk uiteen; van 50 cm tot 3 meter. In Papendrecht en Sliedrecht is de wateroverlast beperkt tot enkele plekken waar 50 cm water te verwachten valt.

Alternatief EPK 1000

De verkleining van de faalkans van de Maeslantkering (van 1:100 naar 1:1000) heeft een dempend effect op de overstromingsrisico's in Rotterdam. In het algemeen geldt dat zo'n 50 cm water minder te verwachten valt. In de Drechtsteden treden geen noemenswaardige verbeteringen op.

Alternatief EPK + RK 1000

De rivierkeringen hebben in Rotterdam ten opzichte van alternatief B nauwelijks effect. In Dordrecht neemt de omvang van het overstromingsgebied af en is de overstromingshoogte ook geringer. Delen van het buitendijks gebied in de binnenstad en De Staart blijven nu droog. In Sliedrecht neemt de wateroverlast in het buitendijks gebied echter juist toe.

2100

Alternatief EPK 100

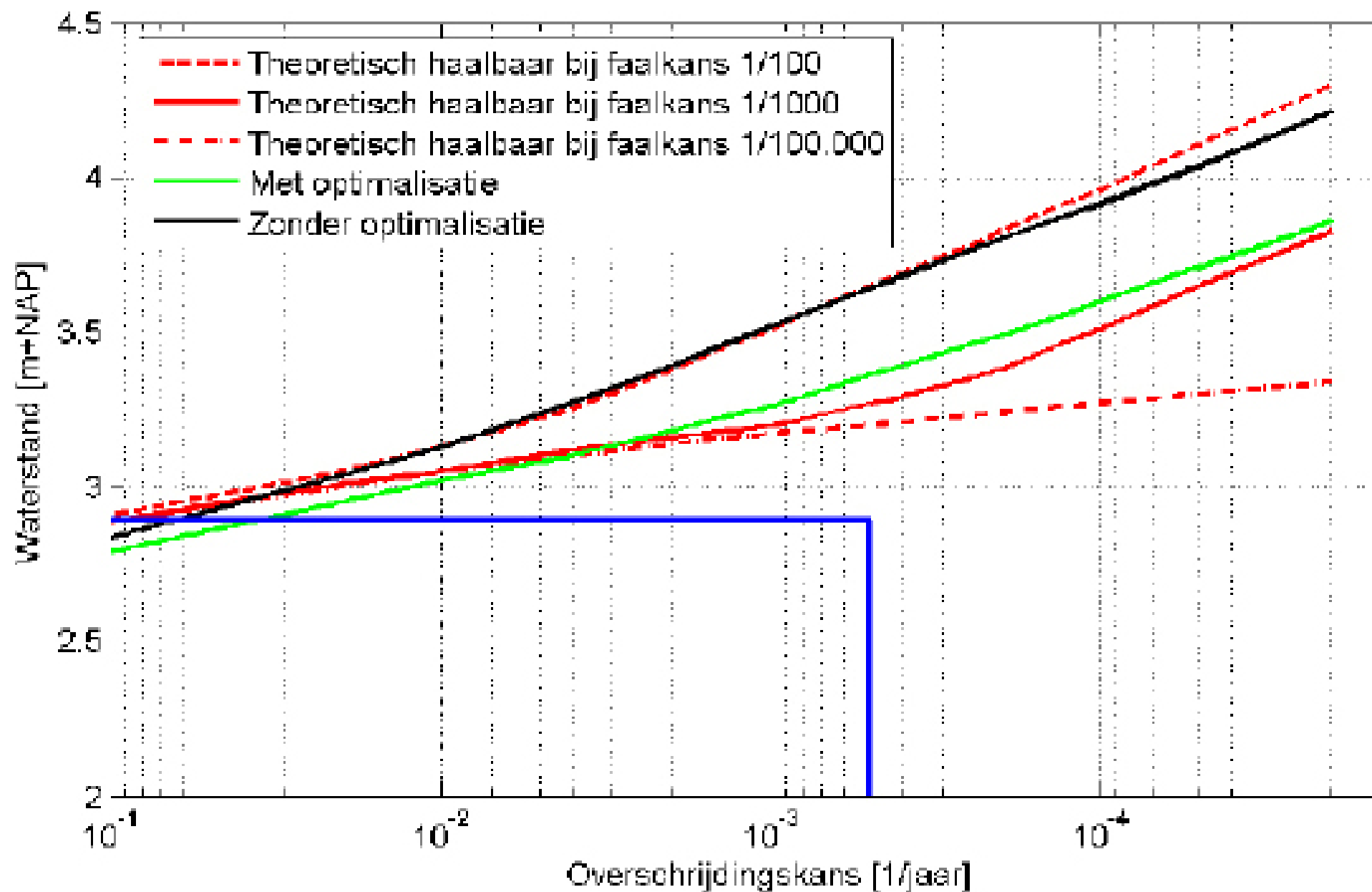
Uitgaande van een faalkans van de Maeslantkering van 1:100 (en met een terugkeertijd van 1000 jaar) zullen in 2100 in Rotterdam alle buitendijks gebieden met zeker 0,5 tot 1 m overstroomd. Veerhavenkwartier, Noordereiland, Feyenoord en delen van de Waalhaven krijgen te maken met 1 tot 1,5 meter; het DWL-terrein tot 2.50 m. Laaggelegen buitendijkse poldertjes zoals de binnenterreinen in het Veerhavenkwartier en polder de Esch lopen vol tot 3 resp. 4 meter. Ook in de Drechtsteden krijgen alle buitendijkse gebieden met wateroverlast te maken, variërend van 50 cm tot 3,5 m (in de polder Noordpark ter plaatse van de sportvelden bij Zwijndrecht). Ten opzichte van de situatie in 2050 is ca. 75 cm meer water te verwachten.

Alternatief EPK 1000

De verkleining van de faalkans van de Maeslantkering (van 1:100 naar 1:1000) heeft een dempend effect op de overstromingsrisico's in Rotterdam. In het algemeen geldt dat zo'n 50 cm water minder te verwachten valt. In de Drechtsteden treden geen noemenswaardige verbeteringen op.

Alternatief EPK + RK 1000

De rivierkeringen hebben in Rotterdam ten opzichte van alternatief B nauwelijks effect. In de Drechtsteden neemt de wateroverlast in geringe mate af in overstromingshoogte. Enkele industriegebieden blijven droog. In Sliedrecht neemt de overlast fors toe ten opzichte van de alternatieven A en B.



Effecten van optimaliseringen en andere uitgangspunten

De geschetste effecten zijn de uitkomsten van eerste exercities. Op tal van punten zijn optimaliseringen van het AOR-model denkbaar. Dat geldt bv. voor het beter benutten van de bergingscapaciteit in de delta. De grafiek hiernaast laat zien dat al snel een halve meter waterstandsverlaging denkbaar is. Ook het introduceren van floodplains of het sleutelen aan knelpunten zoals bij Gorinchem kan tot andere resultaten leiden. De 'boeggolf' die optreedt bij het falen van de keringen kan afgedempt of afgeleid worden.

Ook andere uitgangspunten zullen tot andere resultaten leiden. Zo kan men genoeg nemen met een hogere overstromingsfrequentie van het buitendijks gebied. Dan zijn minder ingrijpende maatregelen nodig voor bescherming van buitendijks gebied. Anderzijds valt te verwachten dat een nauwkeuriger analyse van de staat van de dijken zal leiden tot het aanwijzen van meer dijkvakken waar vanwege bv. stabiliteitsproblemen maatregelen nodig zijn.

Nu is bovendien gerekend met vrij 'heftige' klimaatscenario's voor zowel 2050 als 2100. Het daadwerkelijk optreden van deze scenario's is onzeker.

In vervolgonderzoek zal het complete spectrum aan de orde moeten komen en zal per variant aan een optimum gewerkt moeten worden.



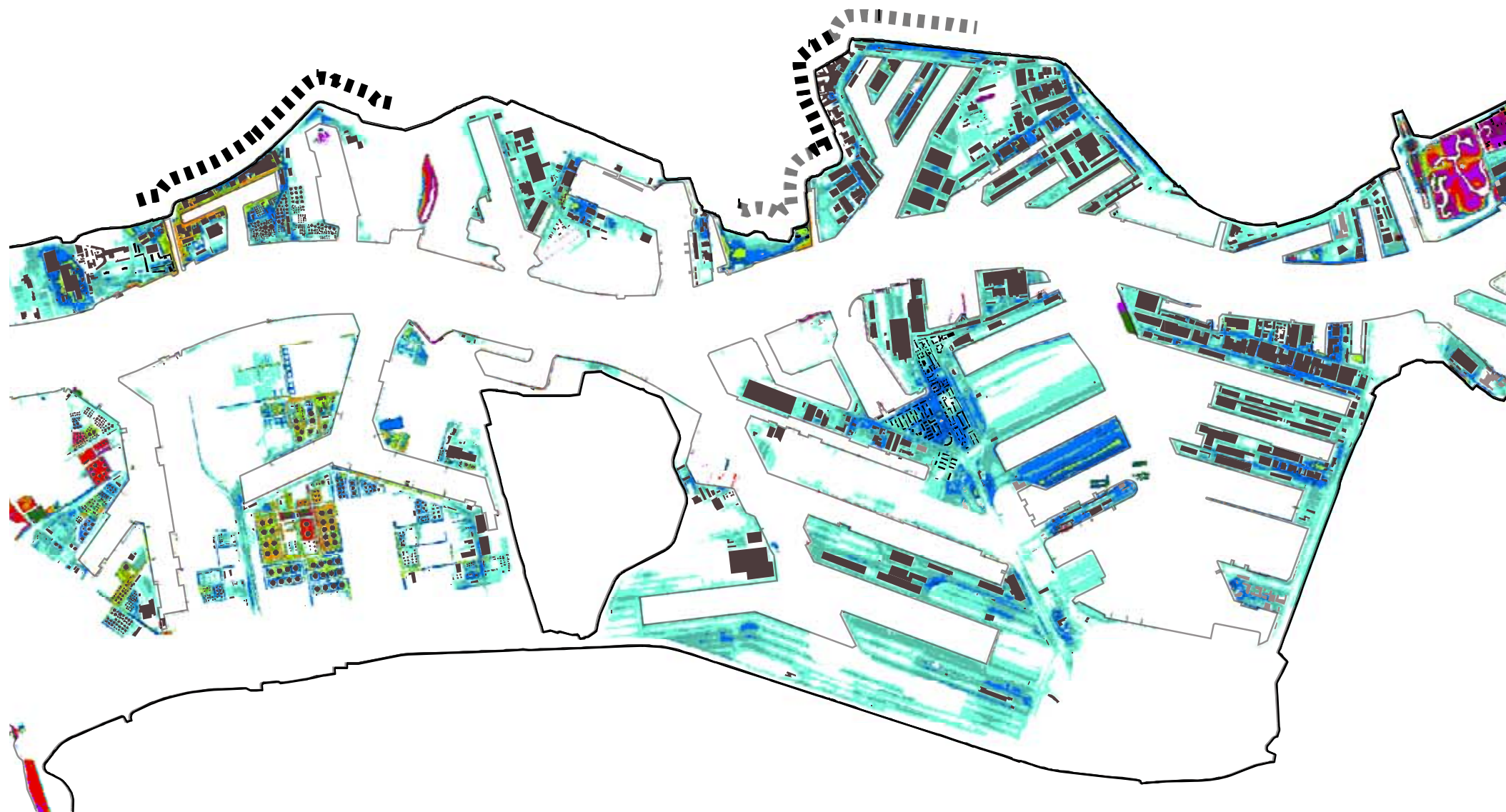


Hoofdstuk 3

Ontwikkelingsperspectief

In dit hoofdstuk worden – tegen de achtergrond van de eerste conclusies over de effectiviteit van rivierkeringen uit hoofdstuk 2 – mogelijke perspectieven geschetst voor de ontwikkeling van de dijkzones en de buitendijkse gebieden in de regio's Rijnmond en Drechtsteden.

Eerst komen principes voor dijkversterking en bescherming van buitendijkse gebieden aan de orde. Vervolgens wordt ingegaan op de perspectieven en op de ontwikkeling in de tijd.



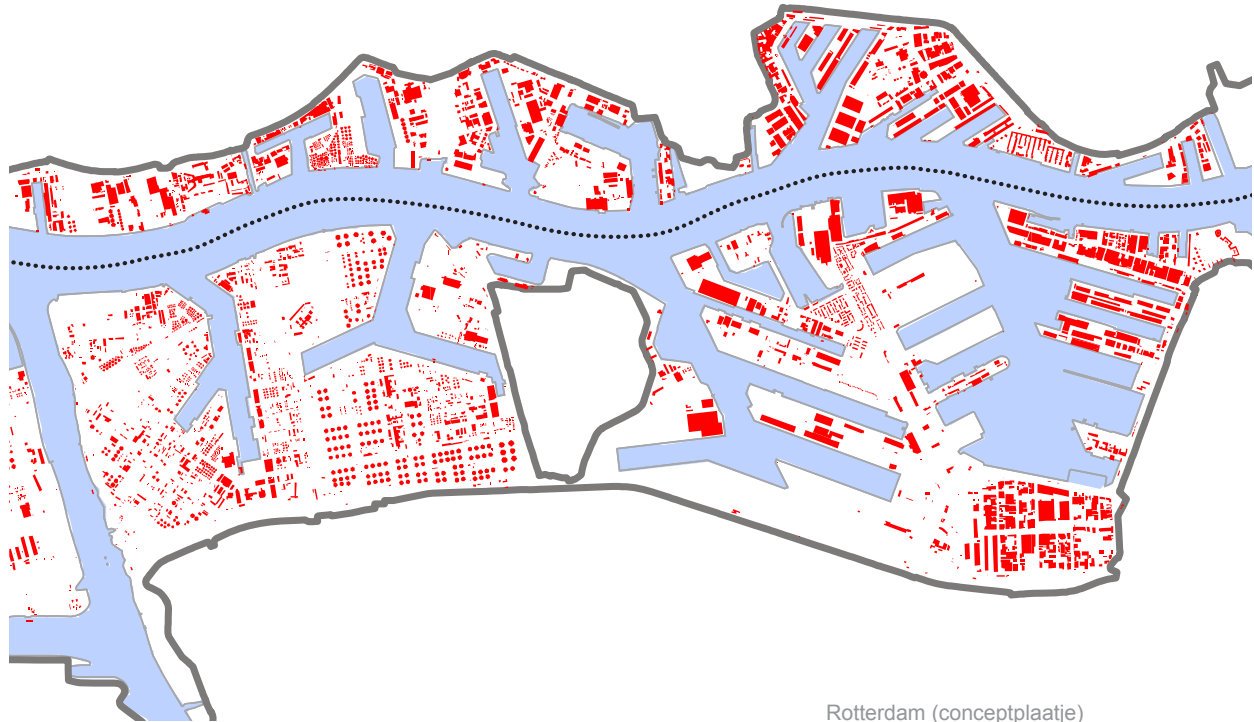


Principes voor bescherming van bedreigde buitendijkse gebieden

Voor een adequate bescherming van buitendijks gelegen gebouwen tegen overstromingen zijn eveneens allerlei technieken mogelijk. Met deze technieken is in Nederland nog minder ervaring opgedaan dan met slimme dijkversterkingen. Hier wordt een onderscheid gemaakt naar schaalniveau: woning en blok, kade, riviertak, riviersysteem.

Maatregelen op kavel- en blokniveau

Op allerlei manieren kan bij nieuwbouw geanticipeerd worden op mogelijke overstromingen: door toepassing van drijvende woningen, vloeddeuren, overstromingsvrije plinten, waterdichte deuren of handige plattegronden. Deze adaptieve oplossingen zijn bij bestaande bebouwing echter slechts toepasbaar bij ingrijpende en kostbare renovatie en beperkte overstromingshoogten. Ook het compleet opvijzelen van bebouwing is buitengewoon kostbaar.

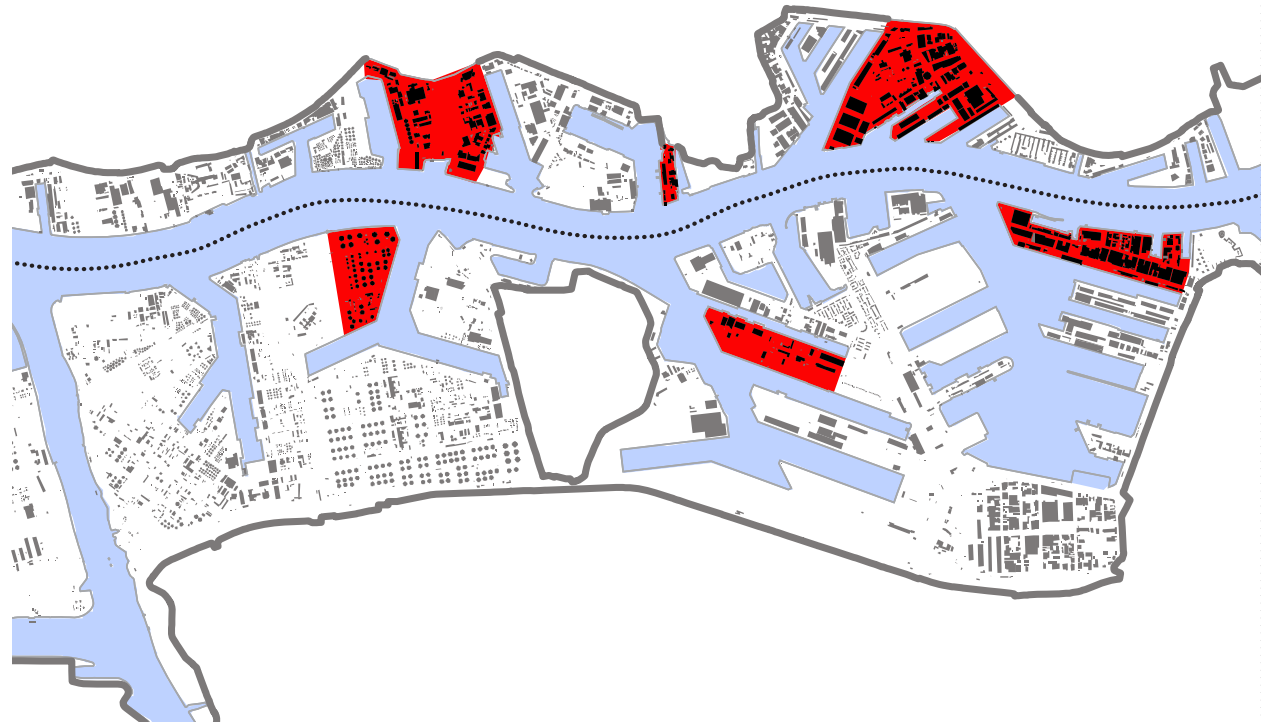


Rotterdam (conceptplaatje)



Verhogen kades

Voor het beschermen van bestaande bebouwing bij geringe overstromingshoogten (tot 0.80 - 1 m?) zijn maatregelen aan kades te prefereren. Vooral bij brede kades kunnen nieuwe constructies gecombineerd worden met banken en zit- en wandelelementen. Er zijn talloze geslaagde voorbeelden van fraai ingerichte kades met uiteenlopende niveaus. Deze maatregel is goed voorstelbaar in het Veerhavenkwartier en op het Noordereiland.

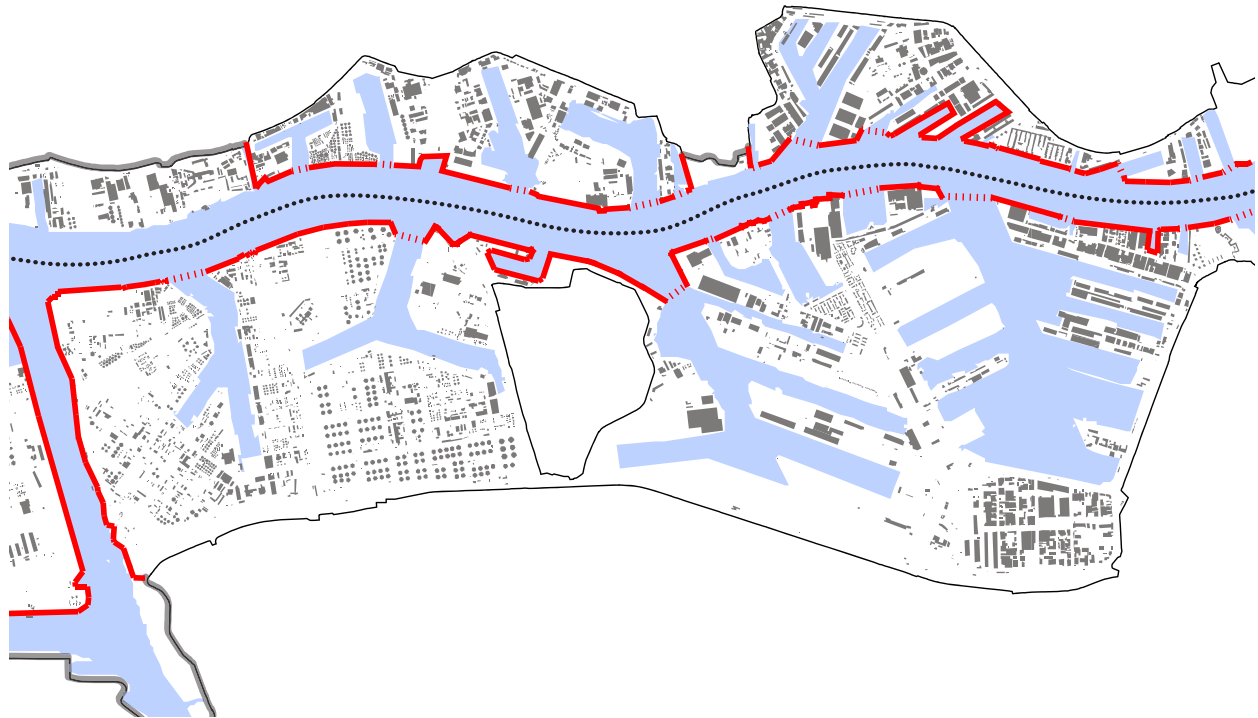


Rotterdam (conceptplaatje)



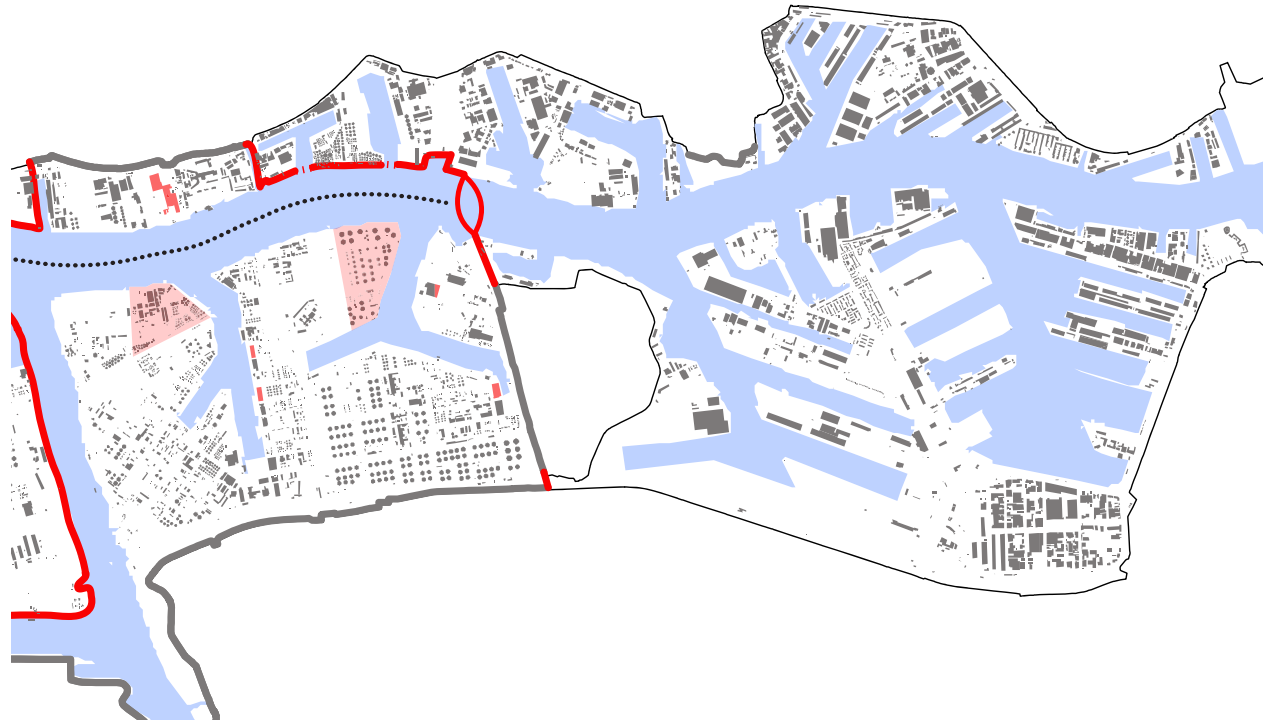
Verplaatsen waterkering

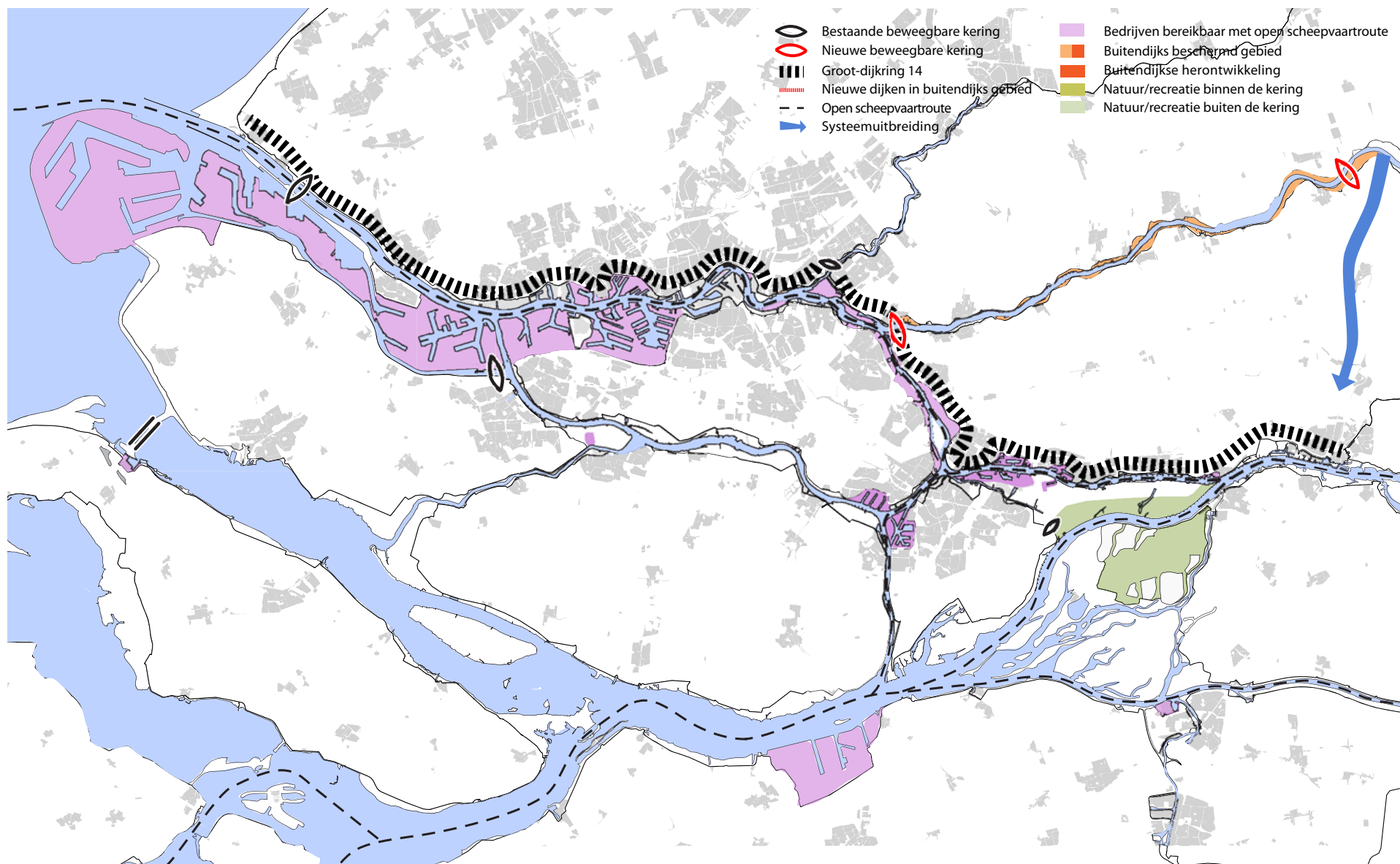
Als sprake is van diepe insteekhavens is een slimmere strategie om de waterkering naar de rivier te verplaatsen en de insteekhavens van de rivier af te sluiten door sluizen of (balg)stuwen. De lengte van de ingreep kan daarmee flink gereduceerd worden. Bij zware storm en/of hoge rivierafvoeren kunnen de sluizen of stuwen gesloten worden. Daarmee wordt in feite een situatie gecreëerd die lijkt op die in Antwerpen of Londen en dichterbij huis op die in de Leuvehaven en het Haringvliet in Rotterdam. Na de Tweede Wereldoorlog is de waterkering van de oude dijk (de Hoogstraat) naar de rivier (de Boompjes) verschoven. De oude Waterstad kwam binnen de nieuwe waterkering te liggen! Deze oplossing is goed voorstelbaar in het Vierhavengebied en op Feyenoord. Zou het ook een model kunnen zijn voor het overstromingsvrij maken van de binnenstad van Dordrecht en de woongebieden rond het Wantij?



Afsluiten riviertakken

De meest vergaande maatregel is het afsluiten van riviertakken. Met behulp van flexibele keringen zoals de Algera-kering bij Capelle en de Maeslantkering kunnen riviertakken afgesloten worden bij storm en extreem hoge rivierafvoeren. Ongehinderde scheepvaart blijft dan bij normale omstandigheden mogelijk. De analyse van de alternatieven in hoofdstuk 2 maakt duidelijk dat de faalkans van deze flexibele keringen het waarschijnlijk noodzakelijk maakt om de dijken 'binnen de keringen' alsnog flink op te hogen. Het buitendijks gebied is dan bovendien nog niet adequaat beschermd. Er komt dus een moment dat minder flexibele keringen toegepast zullen moeten worden. Het regime draait dan om: een sluitingsregime wordt een openingsregime. De plaats waar deze harde keringen gesitueerd worden is sterk bepalend voor het kunnen continueren van het scheepvaartverkeer en van de watergebonden bedrijvigheid in het buitendijks gebied.





Principes voor regionale ontwikkeling (zeer) lange termijn

De mogelijke omvang van de waterproblematiek in het buitendijkse gebied van de regio's Rijnmond en Drechtsteden – ook bij verkleining van de faalkans van de Maeslantkering en ook bij realisering van rivierkeringen – noodzaakt er toe het regionale ontwikkelingsperspectief scherper te doordenken. Dit wordt versterkt door het gegeven dat de Maeslantkering en de rivierkeringen in 2050 wellicht 10 x per jaar en in 2100 30 x per jaar zouden moeten sluiten. Dat maakt het scheepvaartverkeer naar het achterland en Antwerpen al in 2050 minder betrouwbaar. De sluitingsfrequentie in 2100 is niet acceptabel. Andere opties dan het verkleinen van de faalkans van de Maeslantkering en het realiseren van traditionele rivierkeringen dienen daarom overwogen te worden.

Nul-optie

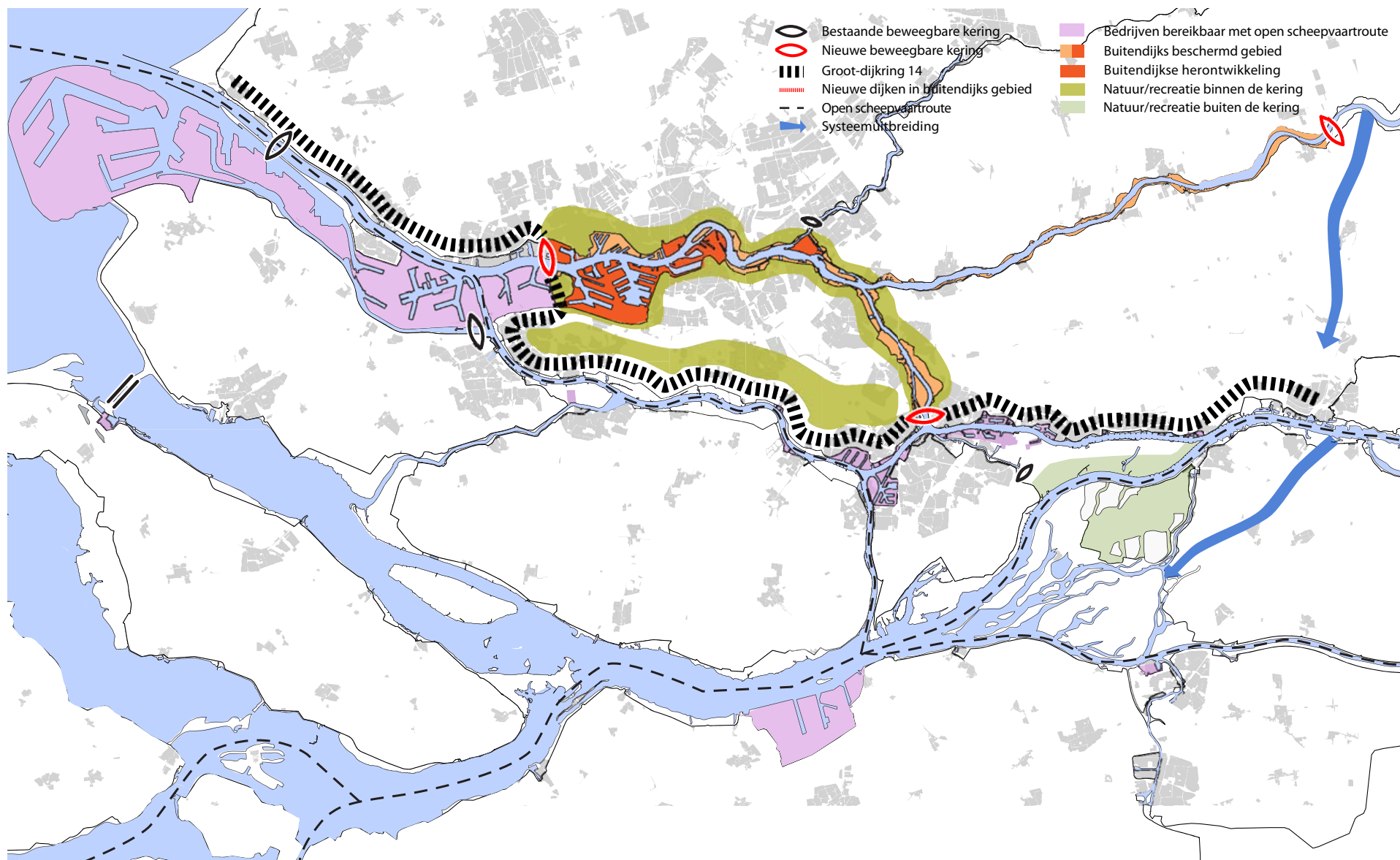
Wordt gekoerst op een onbelemmerde toegang en doorgang voor de scheepvaart op alle riviertakken in het studiegebied, ook op zeer lange termijn, dan is het verplaatsen van de waterkeringen naar de rivieren de enige afdoende maatregel om het buitendijkse gebied ook op langere termijn te beschermen tegen overstromingen. Na WO II werd de waterkering in de binnenstad van Rotterdam verplaatst van de dijk ter plaatse van de Hoogstraat naar een nieuwe dijk bij de Boompjes. Toepassing van deze strategie in de Rijnmond als geheel noodzaakt al in 2050 tot het verhogen van

kades langs de Nieuwe Maas (1-1,5 meter boven het huidige maaiveld) in het Veerhavenkwartier, op het Noordereiland, Feyenoord en het DWL-terrein. Insteekhovens worden in dit geval afgesloten van de rivieren door sluizen of (balg) stuwen. In de Drechtsteden is in 2050 de situatie in Dordrecht zodanig dat verschuiving van de waterkering naar de rivier overwogen moet worden. Dit is een complexe operatie: er zijn dan ingrepen nodig in de bestaande bebouwing langs de rivier, in combinatie met sluizen op de 'koppen' van de insteekhovens en het verhogen van de kades. Wordt voor dit principe gekozen dan is het verstandig de maatregelen over te dimensioneren zodat na 25 jaar niet opnieuw een mega-operatie hoeft te worden uitgevoerd. Een 'Wantijsluis/stuw' beschermt de Staart. In Zwijndrecht is de situatie heel gedifferentieerd. Hier kan wellicht volstaan worden met maatregelen op gebouw- en blokniveau en zijn slechts incidenteel maatregelen op kadeniveau nodig. In Sliedrecht en delen van Hardinxveld-Giessendam is verhoging en gedeeltelijke verplaatsing van de waterkering waarschijnlijk nodig over de hele lengte van het rivierfront. Ook op een groot aantal haven- en industrieterreinen kunnen rond 2050 problemen optreden. Bij handhaving van het huidige gebruik zullen deze omdijk moeten worden. Bij het herontwikkelen van buitendijkse haven- en industrieterreinen tot gemengd stedelijk gebied zijn forse maatregelen nodig. In lijn met de algemene strategie is verplaatsing van de waterkering en

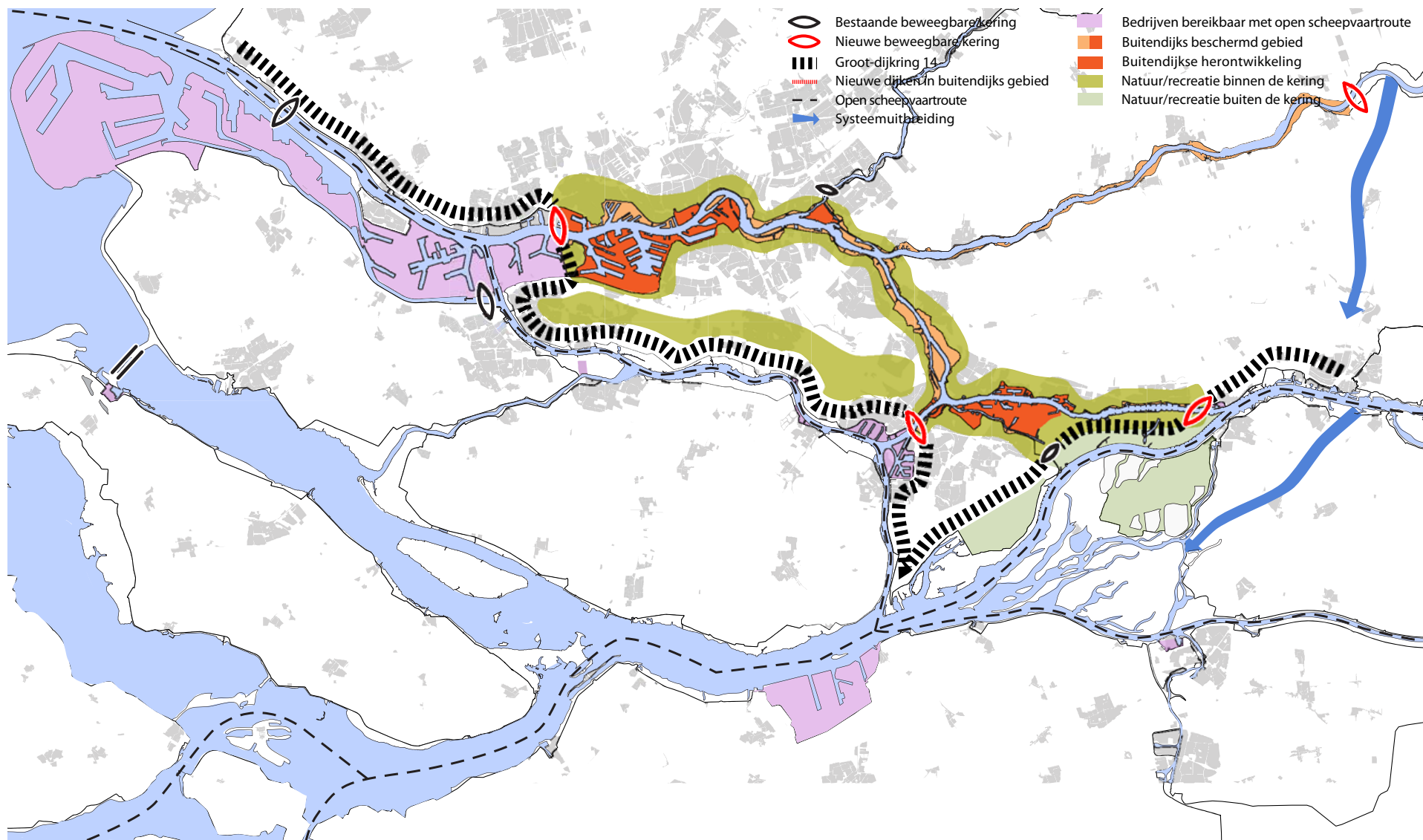
afsluiting van insteekhovens de meest voor de hand liggende oplossing. Dit geldt bijvoorbeeld voor het Vierhavengebied in Rotterdam. In 2100 zullen alle genoemde kades opnieuw verhoogd moeten zijn en zal de waterkering ook op andere locaties verplaatst moeten worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor het Binnenhaven-Spoorweghavengebied, voor de Wilhelminapier en Katendrecht en voor de bebouwing van de Rijnhaven-zuidzijde. Hier kan lang volstaan worden met beperkte maatregelen op kavel- en blokniveau, maar op een bepaald moment zijn ingrijpender maatregelen nodig, bijvoorbeeld in de vorm van een afsluiting van Rijnhaven en Maashaven dmv. sluizen of (balg) stuwen.

Voor de ruimtelijke kwaliteit van de regio's is deze nul-optie onaantrekkelijk. De historische relaties van het buitendijks gebied met de rivieren worden sterk aangetast. Mogelijke andere opties zijn:

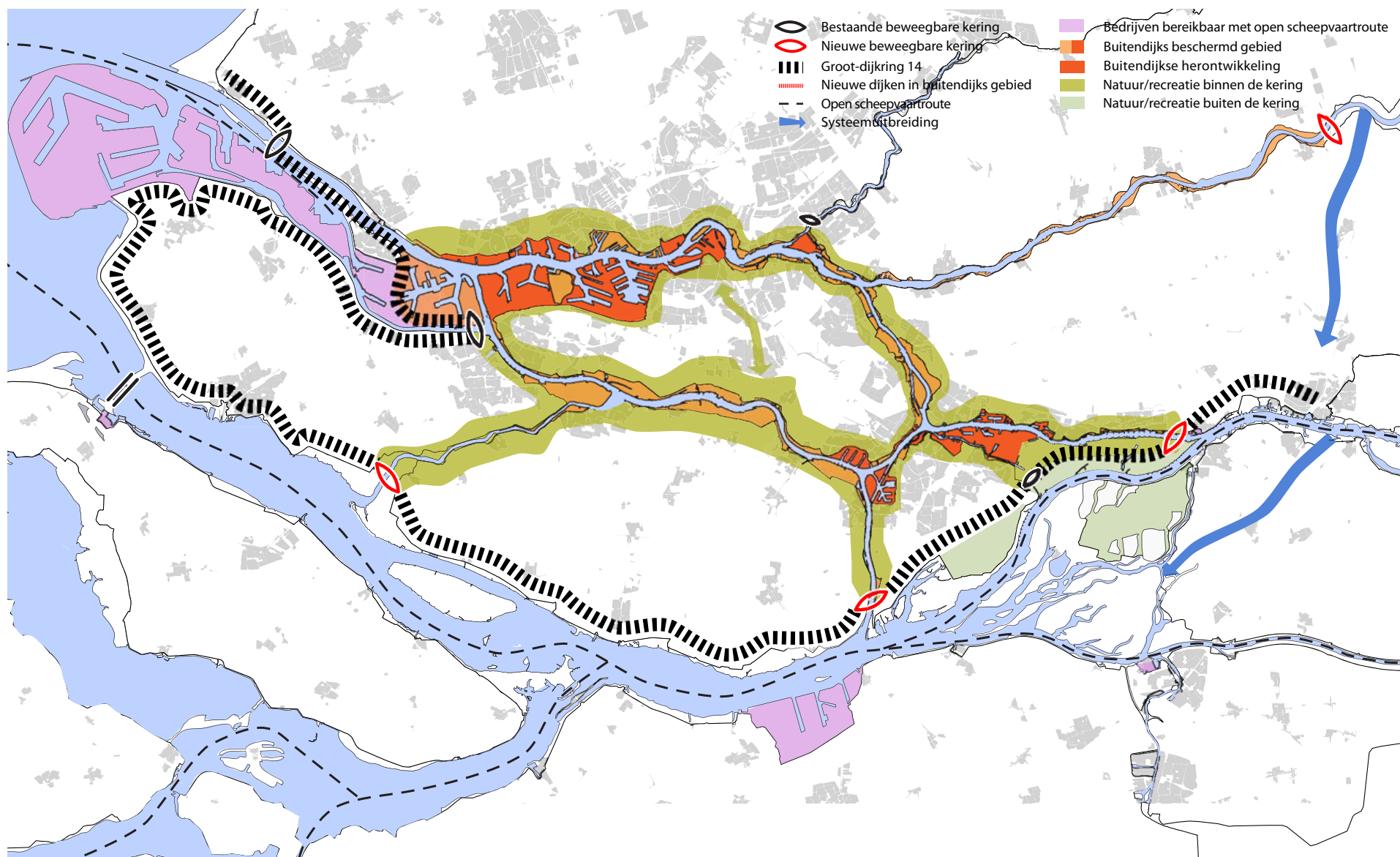
- Verplaatsing van dijkkring 14 naar de dijken langs Oude Maas en Beneden-Merwede
- Verplaatsing van dijkkring 14 naar de dijken langs Oude Maas, Dordtse Kil en Nieuwe Merwede
- Verplaatsing dijkkring 14 naar de dijken langs het Haringvliet
- Verplaatsing van dijkkring 14 naar een tracé langs Haringvliet en de te graven Nieuwe Bernisse



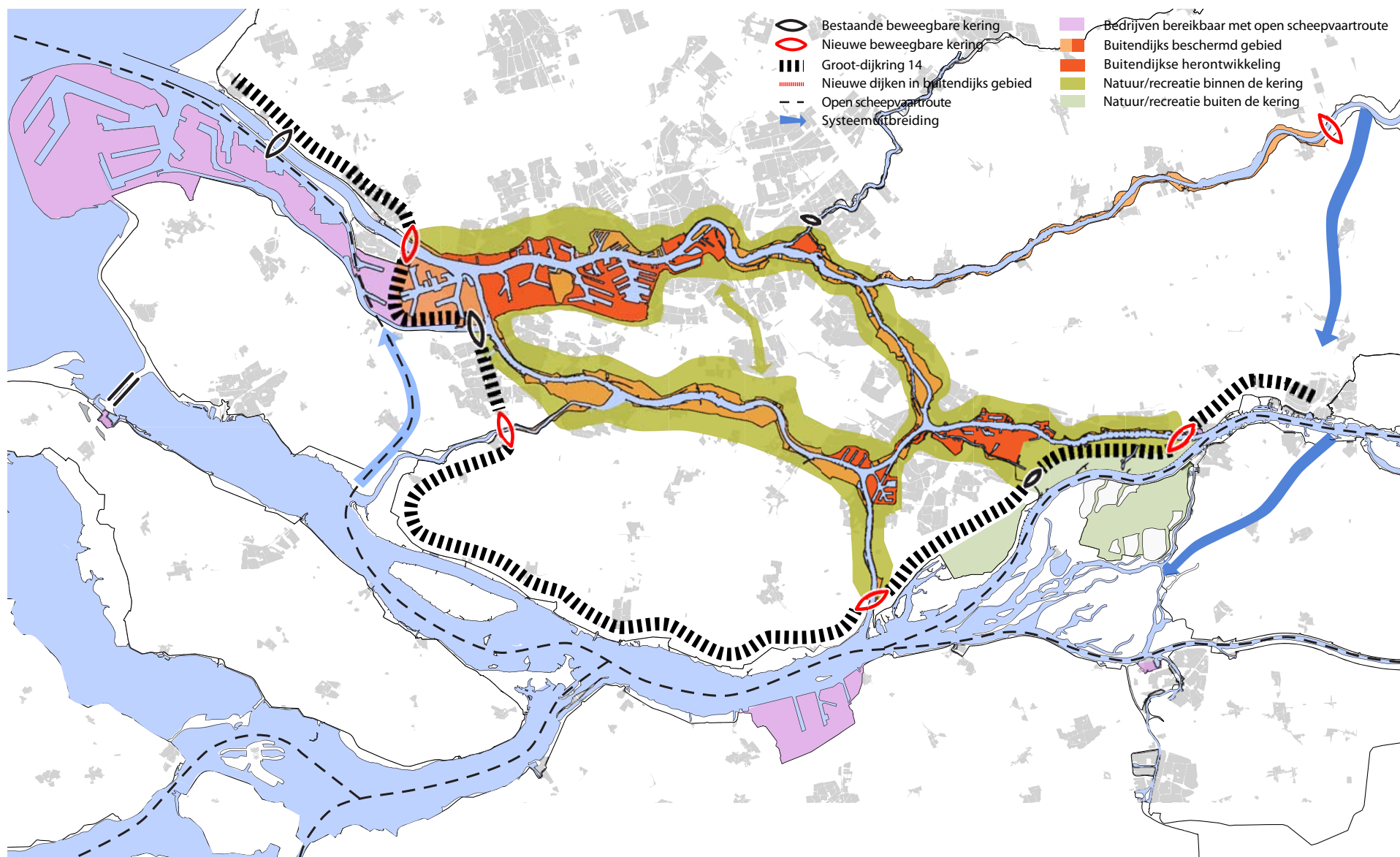
- Ad a. Verplaatsing van dijkkring 14 naar de dijken langs Oude Maas en Beneden-Merwede** met keringen in de omgeving van de Beneluxtunnel/Pernis en in de Noord (bv. bij Alblasserdam). Deze optie beschermt de Rijnmond en biedt sterke ontwikkelings-mogelijkheden voor het buitendijkse gebied, maakt dijkverzwaring en allerlei beschermingsmaatregelen in het buitendijkse gebied van Rotterdam onnodig, houdt een snelle achterlandverbinding in stand en maakt continuïteit mogelijk in de watergebonden bedrijvigheid in de Zeehavens en Merwedehavens van Dordrecht en de baggerhavens van Papendrecht en Sliedrecht. Ook het nieuwe watergebonden bedrijventerrein Nieuwland kan blijven functioneren.
- Deze optie maakt rond 2050 wel ingrijpende maatregelen nodig in het buitendijkse gebied in de Drechtsteden, met name in het buitendijkse deel van de binnenstad van Dordrecht en rond het Wantij. Ook verschuiving van de dijken in Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam is dan waarschijnlijk noodzakelijk. De Lek verliest zijn functie voor de afvoer van rivierwater en moet omgeleid worden. Hiervoor zijn uiteenlopende opties denkbaar: kostbare opties zoals een Nieuwe Lek van Vianen naar Gorinchem of ter hoogte van de Diefdijk, dan wel afsluiting bij Arnhem. De hogere rivierafvoeren via de Waal en de Merwede noodzaken tot dijkversterking op het traject Gorinchem-Giessendam en bij Werkendam. Een alternatief om deze dijkversterkingen te kunnen minimaliseren en toch een forse waterstandsverlaging bij Gorinchem te bereiken is de aanleg van een bypass 'onder' Werkendam: de Nieuwste Merwede.



Ad b. Verplaatsing van dijkkring 14 naar de dijken langs Oude Maas, Dordtse Kil en Nieuwe Merwede
met keringen bij de Beneluxtunnel/Pernis, bij de spoorbrug/A16-tunnel bij Dordrecht en in de Beneden-Merwede bij Hardinxveld-Giessendam. Hierdoor ontstaat weliswaar een minder 'gestrekte' scheepvaartroute naar Duitsland en verliezen veel watergebonden haven- en industriegebieden een onbelemmerde toegang vanaf de rivier, maar is wel een effectieve bescherming mogelijk van de Drechtsteden, met name van het buitendijkse deel van de binnenstad van Dordrecht en De Staart. De Zeehavens van Dordrecht kunnen in stand worden gehouden.
Wat betreft de Lek gelden dezelfde maatregelen als in optie a.



Ad c. Verplaatsing dijkkring 14 naar de dijken langs het Haringvliet met keringen in Nieuwe Waterweg, Spui, Dordtse Kil en Beneden-Merwede. Deze optie lijkt op het voorstel van de Deltacommissie, maar veronderstelt een hoger beschermingsniveau c.q. een lagere faalkans van de rivierkeringen. Duidelijk is dat deze optie ingrijpende consequenties zal hebben voor de achterlandverbindingen over water. Bij hoge rivierafvoeren zal gebruik gemaakt moeten worden van sluizen dan wel zal moeten worden omgevaren. Zeehavens Dordrecht dienen verplaatst te worden. Spijkenisse ligt binnen de nieuwe kering en krijgt zo hetzelfde beschermingsniveau als de rest van de Rijnmond. De Oude Maas ligt geheel binnendijks en kan een belangrijker rol gaan spelen als recreatiegebied. Wat betreft de Lek gelden dezelfde maatregelen als in optie a.



Ad d. Verplaatsing van dijkkring 14 naar een tracé langs Haringvliet en de te graven Nieuwe Bernisse met keringen in Nieuwe Waterweg, Spui, Dordtse Kil en Beneden-Merwede. Deze optie is een bewerking van de inzending Blauw Bloed voor de Eo Wijersprijsvraag 2008. Een nieuwe, maar kostbare scheepvaartroute naar het achterland gaat gepaard met uitgelezen kansen voor recreatieve ontwikkeling rond de Oude Maas, natuurontwikkeling rond het Haringvliet en een heldere markering van de overgang van het verstedelijkt gebied van de Randstad naar de Zuidwestelijke delta. Spijkenisse ligt ook hier binnen de nieuwe kering. Wat betreft de Lek gelden dezelfde maatregelen als in optie a.

overstromingsrisico neemt toe



tussendijks ophogen kade: preferentie



Tijdlijn

keringen sluiten rivier af: toenadering richting water wordt mogelijk



Voor het bepalen van een wenselijk ontwikkelingsperspectief is het noodzakelijk meer inzicht te hebben in de ontwikkeling in de tijd, met name wat betreft het moment dat meer ingrijpende maatregelen aan het hoofdwatersysteem nodig zijn. Naast factoren als de afschrijvingstermijn van de Maeslantkering, de ontwikkeling van de zoet-zoutgradient en de ontwikkeling van het goederenvervoer over water spelen drie factoren een belangrijke rol:

1. Het 'kantel'-moment wordt allereerst bepaald door de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt en de rivierafvoeren hoger worden. Monitoring is van groot belang.

2. Daarnaast is van belang wanneer maatregelen op woning-, blok- en kadeniveau niet langer effectief zijn, vanuit kwalitatieve overwegingen en/of vanuit kostenoverwegingen. Waar ligt het omslagpunt? Welke gebieden zijn het meest kritisch? Is dat het buitendijkse deel van de Dordtse binnenstad?

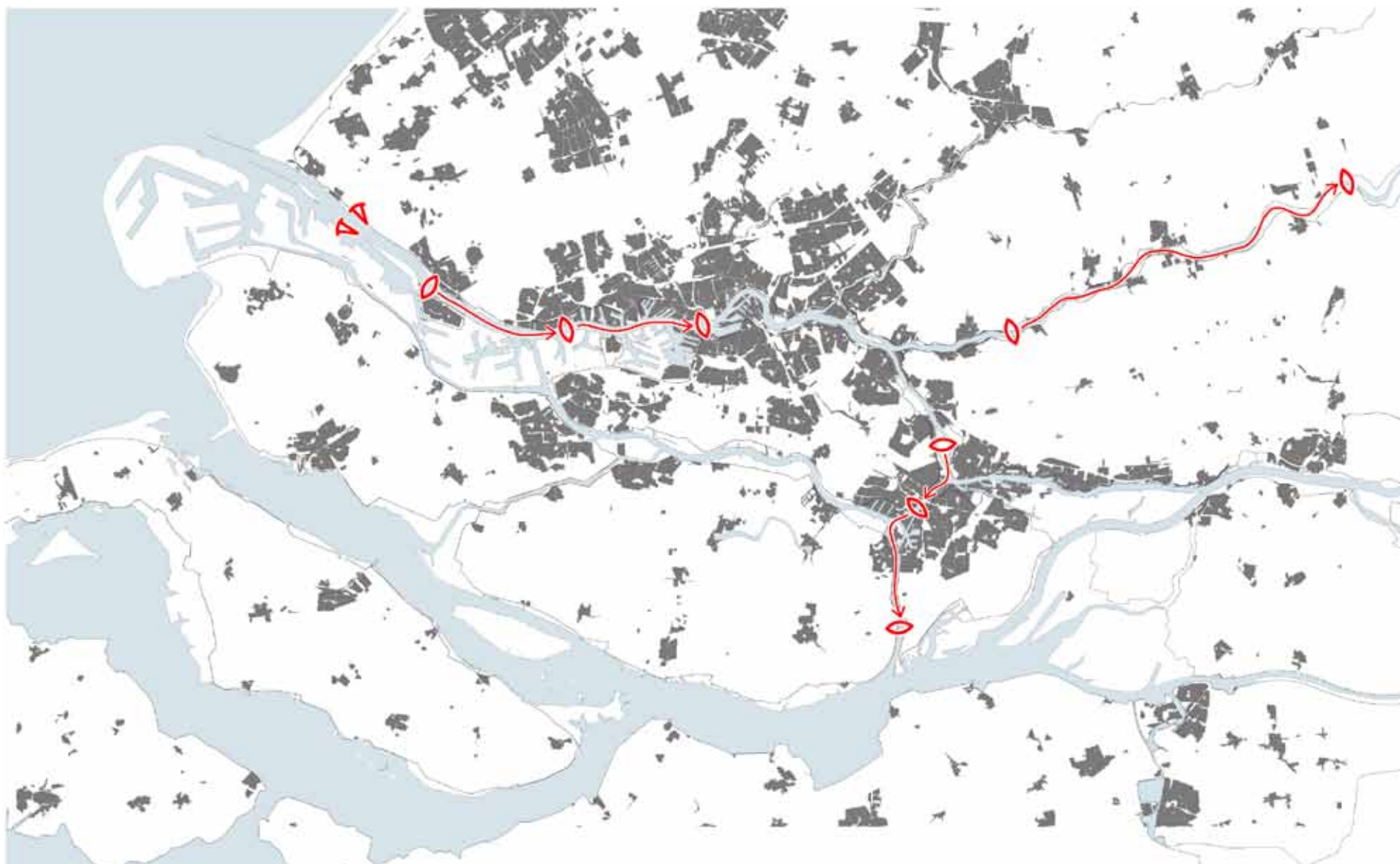
3. Het kantelmoment wordt tot slot bepaald door ontwikkelingen op buitendijkse haven- en industriegebieden en de mate waarin een onbelemmerde toegang vanaf de rivieren nodig blijft. De huidige buitendijkse bedrijvigheid zal in de komende decennia van karakter veranderen, of het nu gaat om scheepsbouw, chemie of olieopslag en -verwerking. Door een slimme situering van keringen kunnen vitale/cruciale buitendijkse haven- en industrie functies in sommige opties buiten de keringen blijven, in andere zullen zij verplaatst moeten worden.





Hoofdstuk 4

Conclusies en aanbevelingen vervolgonderzoek



Conclusies onderzoeksvraag 1

Effecten op de dijken

Wat zijn de effecten van het MHW (maatgevend hoogwater-peil) in 2050 en 2100 op de dijken?

Van de huidige dijken in de regio's Rijnmond en Drechtsteden voldoen in 2050 bij de hier gehanteerde uitgangspunten en berekeningswijze 53 km dijken niet aan het te verwachten MHW, waaronder de dijk in de Voorstraat in Dordrecht. Verkleining van de faalkans van de Maeslantkering (van 1:100 naar 1:1000) heeft ook nauwelijks effect op het MHW bij Dordrecht. Door het realiseren van flexibele rivierkeringen neemt het aantal te verhogen dijken af. Onder andere de dijk in de Voorstraat lijkt te voldoen. Door mogelijke opstuwing van water bij het falen van de Maeslantkering zal het wel nodig zijn een fors aantal dijken in Sliedrecht en/of Hardinxveld-Giessendam te verhogen, afhankelijk van de situering van de kering. Ook op trajecten buiten het studiegebied (richting Gorinchem en rond Werkendam) zijn aanvullende dijkversterkingen nodig. In totaal zal minimaal 44 kilometer voor verhoging/versterking in aanmerking komen. Door verschillen in de mate van dijkverhoging/versterking levert alternatief C - AOR waarschijnlijk geen besparing op de kosten van dijkverhoging. De keringen zullen, indien het huidige sluitingspeil gehandhaafd wordt, ca. 10 x per jaar moeten sluiten.

Conclusie: Rivierkeringen lijken in 2050 dijkverzwaring van o.a. de Voorstraat te kunnen voorkomen, maar noodzaken tot dijkverzwaring op

een groot aantal andere dijkvakken.

Van de huidige dijken in de regio's Rijnmond en Drechtsteden voldoen in 2100 bij de hier gehanteerde uitgangspunten en berekeningswijze 123 km dijken niet aan het te verwachten MHW, waaronder grote delen van de dijken op de noordelijke, Rechter Maasoever in Rotterdam: naast de dijken bij het Vierhavengebied ook de Westzeedijk en de dijken ter plaatse van de Boompjes en de Maasboulevard. Naast de dijk in de Voorstraat in Dordrecht dienen ook alle meer naar de Dordtse Kil gelegen dijken verzwakt te worden, plus een groot deel van de dijken in Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam. Verkleining van de faalkans van de Maeslantkering (van 1:100 naar 1:1000) heeft tot effect dat ca. 10 km dijken op de Rechter Maasoever niet versterkt hoeven te worden. Het plaatsen van flexibele rivierkeringen conform het voorstel van de Deltacommissie heeft op het voldoen van de dijken in Rotterdam en de Rijnmond in 2100 een gering effect. Naar verwachting zijn echter omvangrijke aanvullende maatregelen nodig rond de Waal en de Nieuwe Merwede. In totaal dient minimaal 88 km dijk opgehoogd te worden. Alternatief C levert een besparing op de kosten van dijkverhoging van mogelijk 60 – 120 miljoen

euro. De keringen zullen, indien het huidige sluitingspeil gehandhaafd wordt, mogelijk ca. 30 x per jaar moeten sluiten.

Conclusie: Verkleining van de faalkans van de Maeslantkering reduceert het aantal te versterken dijken in Rotterdam in 2100. Rivierkeringen lijken niet het gewenste effect te hebben op de noodzaak tot dijkversterking in de Drechtsteden. Bovendien zijn bij toepassing van flexibele keringen omvangrijke dijkversterkingen nodig rond de Waal en de Nieuwe Merwede.

Conclusies onderzoeksvraag 2

Effecten op buitendijkse gebieden

Wat zijn de effecten van het MHW in 2050 en 2100 op het buitendijks gelegen stedelijk gebied?

30.000 woningen in de regio's Rijnmond en Drechtsteden liggen in buitendijks stedelijk gebied. Anders dan de Deltacommissie stelt, is het verstandig hiervoor een vorm van bescherming te overwegen. Hier is uitgegaan van een acceptabele terugkeertijd van overstromingen van 1:1000 jaar. Dat is weliswaar een hoog beschermingsniveau, maar het is ons inziens goed om in dit stadium van onderzoek extremen te verkennen.

In dat geval zal immers al in 2050 een omvangrijk deel van het buitendijks gelegen stedelijk gebied in Rotterdam tot 50 cm of meer kunnen overstromen. In delen van het Veerhavenkwartier, op het Noordereiland en op Feyenoord kan dit oplopen tot 1 m. Het DWL-terrein kan tot 1.50 m overstromen. Het Park en de binnenterreinen in het noordelijk deel van het Veerhavenkwartier kunnen zelfs tot 2.50 en 3.00 m overstromen.

In de Drechtsteden is eveneens sprake van uiteenlopende overstromingskansen: het buitendijkse deel van de binnenstad van Dordrecht en grote delen van de Staart krijgen te maken met 50 cm tot 1 meter water. Nabij het Wantijpark is 2 m water te verwachten. In het buitendijkse deel van Zwijndrecht loopt de wateroverlast sterk uiteen; van 50 cm tot 3 meter. In Papendrecht en Sliedrecht is de wateroverlast beperkt tot enkele plekken waar 50 cm water te verwachten valt. De verkleining van de faalkans van

de Maeslantkering (van 1:100 naar 1:1000) heeft een dempend effect op de overstromingsrisico's in Rotterdam. In het algemeen geldt dat zo'n 50 cm water minder te verwachten valt. In de Drechtsteden treden geen noemenswaardige verbeteringen op. De rivierkeringen van AOR hebben in Rotterdam ten opzichte van alternatief B nauwelijks effect. In Dordrecht neemt de omvang van het overstromingsgebied wel af en is de overstromingshoogte ook geringer. Delen van het buitendijks gebied in de binnenstad en De Staart blijven nu droog. In Sliedrecht neemt de wateroverlast in het buitendijks gebied echter juist toe.

Conclusie: bij een relatief hoog beschermingsniveau kunnen in 2050 veel buitendijkse gebieden te maken krijgen met wateroverlast, in de Rijnmond vooral het Veerhavenkwartier, het Noordereiland, Feyenoord en het DWL-terrein, in de Drechtsteden vooral het buitendijkse deel van de binnenstad van Dordrecht, delen van De Staart en het buitendijkse deel van Zwijndrecht. Verkleining van de faalkans van de Maeslantkering dempt dit effect enigszins af in Rotterdam. Hetzelfde geldt voor het effect van rivierkeringen in Dordrecht. In Sliedrecht en/of Hardinxveld werken keringen averechts, afhankelijk van de situering van de kering in de Beneden-Merwede.

In 2100 zullen in Rotterdam zonder maatregelen alle

buitendijks gebieden met minimaal 1 m overstromen met een terugkeertijd van 1:1000 jaar. Veerhavenkwartier, Noordereiland, Feyenoord en delen van de Waalhaven kunnen dan te maken krijgen met 1,5 tot 2 meter; het DWL-terrein tot 2.50 m. Laaggelegen buitendijkse polders lopen vol tot 3-4 meter. Ook in de Drechtsteden krijgen alle buitendijkse gebieden met wateroverlast te maken, variërend van 50 cm tot 3 m. Ten opzichte van de situatie in 2050 is 50-75 cm meer water te verwachten. De verkleining van de faalkans van de Maeslantkering heeft een dempend effect op de overstromingsrisico's in Rotterdam. Daar geldt dat zo'n 50 cm water minder te verwachten valt. In de Drechtsteden treden echter geen noemenswaardige verbeteringen op. De rivierkeringen hebben in Rotterdam ten opzichte van alternatief B nauwelijks effect. In de Drechtsteden neemt de wateroverlast in geringe mate af in overstromingshoogte. Enkele industriegebieden blijven droog. In Sliedrecht neemt de overlast fors toe ten opzichte van de alternatieven A en B.

Conclusie: de analyse wijst uit dat - bij de gehanteerde uitgangspunten - in 2100 in de regio's Rijnmond en Drechtsteden rekening gehouden moet worden met forse wateroverlast in het buitendijkse stedelijk gebied, ook bij het verkleinen van de faalkans van de Maeslantkering. Realisering van rivierkeringen lijkt dit probleem niet op te lossen; in Sliedrecht en/

Conclusies onderzoeksvraag 3 en 4

Regionale ontwikkelingsperspectieven

Wat is het ontwikkelingsperspectief van het buitendijkse gebied?

De mogelijke omvang van de waterproblematiek in het buitendijkse gebied van de regio's Rijnmond en Drechtsteden – ook bij verkleining van de faalkans van de Maeslantkering en ook bij realisering van rivierkeringen – noodzaakt er toe het regionale ontwikkelingsperspectief scherper te doordenken. Dit wordt versterkt door de verwachting dat de Maeslantkering en de rivierkeringen in 2050 10 x per jaar en in 2100 30 x per jaar zouden moeten sluiten. Dat maakt het scheepvaartverkeer naar het achterland en Antwerpen al in 2050 minder betrouwbaar. Een sluitingsfrequentie van 30 x per jaar in 2100 is voor het scheepvaartverkeer niet acceptabel.

Andere opties dan het verkleinen van de faalkans van de Maeslantkering en het realiseren van traditionele rivierkeringen dienen daarom overwogen te worden.

Na WO II werd de waterkering in de binnenstad van Rotterdam verplaatst van de dijk ter plaatse van de Hoogstraat naar een nieuwe dijk bij de Boompjes. Toepassing van deze strategie in de Rijnmond als geheel lijkt al in 2050 te noodzaken tot het realiseren van hoge kades langs de Nieuwe Maas (1-1,5 meter boven het huidige maaiveld) in het Veerhavenkwartier, Noordereiland, Feyenoord en het DWL-terrein. Ook in Dordrecht en de andere

Drechtsteden zijn forse operaties nodig, met name om het buitendijkse deel van de Dordtse binnenstad en de omgeving van het Wantij te kunnen beschermen. Om later niet opnieuw in de problemen te komen, lijkt het onvermijdelijk om deze maatregelen te overdimensioneren. In 2100 zullen alle genoemde kades opnieuw verhoogd moeten zijn en lijkt de waterkering ook in andere gebieden verplaatst te moeten worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor het Binnenhaven-Spoorweghavengebied, voor de Wilhelminapier en Katendrecht en voor de bebouwing van de Rijnhaven-zuidzijde. Hier kan lang volstaan worden met beperkte maatregelen op kavel- en blokniveau, maar op een bepaald moment zijn ingrijpender maatregelen nodig, bijvoorbeeld in de vorm van een afsluiting van Rijnhaven en Maashaven dmv. sluizen of (balg)stuwen.

Voor de ruimtelijke kwaliteit van de regio's werkt deze nul-optie averechts. De historische relaties van het buitendijks gebied met de rivieren worden sterk aangetast. Mogelijke andere opties zijn:

a. *Verplaatsing van dijkkring 14 naar de dijken langs Oude Maas en Beneden-Merwede* met keringen in de omgeving van de Beneluxtunnel/Pernis en in de Noord. Deze optie beschermt de Rijnmond en biedt sterke

ontwikkelingsmogelijkheden voor het buitendijkse gebied, maakt dijkverzwaring en allerlei beschermingsmaatregelen in het buitendijkse gebied van Rotterdam onnodig, houdt een snelle achterlandverbinding in stand en maakt continuïteit mogelijk in de watergebonden bedrijvigheid in de Zeehavens van Dordrecht en de baggerhavens van Papendrecht en Sliedrecht. Deze optie maakt wel ingrijpende maatregelen nodig in het buitendijkse gebied in de Drechtsteden, met name in het buitendijkse deel van de binnenstad van Dordrecht en rond het Wantij. Ook verschuiving van de dijken in Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam is noodzakelijk.

b. *Verplaatsing van dijkkring 14 naar de dijken langs Oude Maas, Dordtse Kil en Nieuwe Merwede* met keringen bij de Beneluxtunnel/Pernis, in de Oude Maas bij de A16-tunnel en in de Beneden-Merwede. Hierdoor ontstaat weliswaar een minder 'gestrekte' scheepvaartroute, maar is wel een effectieve bescherming mogelijk van de Drechtsteden, met name van het buitendijkse deel van de binnenstad van Dordrecht en De Staart. De Zeehavens van Dordrecht kunnen bovendien in stand worden gehouden.

c. *Verplaatsing dijkkring 14 naar de dijken langs het Haringvliet* met keringen in de Nieuwe

Waterweg, Spui, Dordtse Kil en Beneden-Merwede. Deze optie lijkt op het voorstel van de Deltacommissie, maar veronderstelt een hoger beschemingsniveau c.q. een lagere faalkans van de rivierkeringen. Duidelijk is dat deze optie ingrijpende consequenties zal hebben voor de achterlandverbindingen over water. Bij hoge rivierafvoeren zal gebruik gemaakt moeten worden van sluizen dan wel zal moeten worden omgevaren. Zeehavens Dordrecht dienen verplaatst te worden.

d. *Verplaatsing van dijkkring 14 naar een tracé langs Haringvliet en de te graven Nieuwe Bernisse* met keringen in de Nieuwe Waterweg, het Spui, de Dordtse Kil en de Beneden-Merwede. Deze optie is een bewerking van de inzending Blauw Bloed voor de Eo Wijersprijsvraag 2008. Een nieuwe, maar kostbare scheepvaartroute naar het achterland gaat gepaard met uitgelezen kansen voor natuurontwikkeling rond het Haringvliet en een heldere markering van de overgang van het verstedelijkt gebied van de Randstad naar de delta.

Conclusie: De mogelijke omvang van de waterproblematiek in het buitendijkse gebied van de regio's Rijnmond en Drechtsteden in de bestudeerde alternatieven noodzaakt tot het verkennen van andere regionale ontwikkelingsperspectieven dan het toepassen van flexibele rivierkeringen en het ophogen (cq. naar de rivieren verschuiven) van de bestaande dijken.

In een eerste globale verkenning komen perspectieven waarin (optie a) dijkkring 14 verplaatst wordt naar de dijken langs de Oude Maas en Beneden-Merwede respectievelijk (optie b) dijkkring 14 verplaatst wordt naar de dijken langs Oude Maas, Dordtse Kil en Nieuwe Merwede als het meest kansrijk naar voren – gestrekte scheepvaartroute, relatief gunstige kosten-batenverhouding. Onderscheidend is de aanpak voor het beschermen van het buitendijkse deel van de Dordtse binnenstad en het buitendijkse stedelijk gebied rond de Beneden-Merwede. Optie b lijkt voor deze gebieden op langere termijn aantrekkelijker herontwikkelingsmogelijkheden te bieden.

Aanbevelingen vervolgonderzoek

1. Kritische analyse uitgangspunten

In het voorliggende onderzoek zijn uitgangspunten gehanteerd, waarop een kritische reflectie nodig is:

- de definitie van het klimaatscenario 2050,
- de berekening van de robuustheid van de dijken (kruinhoogte versus stabiliteit),
- acceptabele terugkeertijd van overstromingen in het buitendijks gebied (1:1000; of volstaat 1:100, of wellicht nog minder?),
- optimalisering van de rivierafvoeren (verwijderen obstakels, terugleggen dijken Eiland van Dordrecht en Haringvliet, bypass Werkendam, berging Volkerak-Zoommeer),
- faalkans rivierkeringen (max 1:1000 of is 1:10.000 denkbaar?).

Andere uitgangspunten leiden mogelijk tot andere resultaten en andere conclusies.

2. Analyse regionale ontwikkelingsperspectieven

Analyse van MHW en MHW-effecten en vergelijking van kosten en baten in de geschetste vier (of vijf) regionale ontwikkelingsperspectieven, toegespitst op de vergelijking van optie a en b, kan helpen om een scherpere koers te varen. Wegen de kosten van bescherming van de buitendijkse gebieden in Dordrecht en Sliedrecht in optie a op tegen de voordelen van optie a, een ongestoorde scheepvaartroute en continuering van de watergebonden bedrijvigheid langs de Beneden-Merwede? Is de aantasting van de ruimtelijke kwaliteit in het buitendijkse deel van de Dordtse binnenstad in optie a verdedigbaar? Voor het doen van uitspraken over de situering van keringen is het noodzakelijk meer inzicht te hebben in de relatie van verschillende bedrijvengebieden met het water en in de termijn waarop transitie te verwachten zijn in bedrijfsvoering en locatievoorkeur. Dit geldt o.a. voor de olieterminals in de 1ste en 2de petroleumhaven in Rotterdam, voor de overslag in de Eemhaven, voor de Zeehavens in Dordrecht, voor de chemische industrie bij de Merwedehaven in Dordrecht en voor de baggerhavens in Papendrecht en Sliedrecht.

3. Analyse tijdslijn

Als blijkt dat effectievere keringen alleen mogelijk zijn door dammen met sluizen te realiseren, dan wordt een belangrijke afweging wanneer verschuiving van dijkkring 14 onvermijdelijk is. In combinatie met monitoring van de daadwerkelijke klimaatontwikkeling (zeespiegelrijzing en omvang rivierafvoeren) kan wellicht in aanvang volstaan worden met het verkleinen van de faalkans van de Maeslantkering en met beperkte maatregelen op kavel- en blokniveau of verhoging van kades. Daarna kunnen dan zo nodig meer ingrijpende maatregelen volgen. Cruciaal is te analyseren wanneer welke beslissingen nodig zijn. Met het oog op de beperkte levensduur van keringen is ook een fasering in realisatie denkbaar: een eerste keringenronde in de komende decennia, gevolgd door realisering van nieuwe keringen op andere plaatsen in een later stadium.

Literatuurverwijzing

Zagwijn W.H. (1986): *Nederland in het Holoceen*, 's Gravenhage.

Zonneveld J.J.S. (1985, 1987): *Levend land, de geografie van het Nederlandse landschap*, Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen.

Samen Werken met Water (2009) rapport Deltacommissie

Hot spot Rotterdam HSRR03b, HSRR02

Stadsvisie Rotterdam 2030 - Gemeente Rotterdam

Nationaal waterplan 2009-2015 - Nederland leeft met water





Bijlagen

	Name barrier	Type	Year	Width [m]	Height [m]	Head [m]	Constr. Cost [Euro]	Present Constr. Cost [Euro]	PCost per cubic meter [Euro / m.m.m]	Opmerking
1	Maeslant barrier	Floating sector gate (2)	1991	360	22	5	450.000.000	945.000.000	23864	strong competition
2	Hartel barrier	Vertical lifting gates (2)	1991	170	9,3	5,5	140.000.000	294.000.000	33811	one big span (~100m)
3	Easternscheldt bar.	Vertical lifting gate (60)	1986	2400	14	5	1.136.000.000	2.910.000.000	17321	sterk repeterend!
4	Rampspol	Bellow barrier (2)	1996	240	9	3,2	100.000.000	173.000.000	25029	
5	Ems-barrier	Sector gate + 2 other	1998	360	8,5	3,8	290.000.000	464.000.000	39904	3 typen gates
6	Thames-barrier	Sector gates + other	1980	530	17	7,2	800.000.000	2.600.000.000	40079	2 typen gates
7	Nakdong-river	Vertical lifting gates (2)	2010	200	10	2	125.000.000	125.000.000	31250	
8	New Orleans	?								
9	Venice Mose-project	Flap gates 78 * 20m	2014?	1560	15 ?	2 ?	3.000.000.000	5E9 ?	~100.000?	zeer grote flap gates!
								Cost-index (mean):	30.180	[Euro / m.m.m]
1	Spui barrier	Lifting gate?	?	100	10	4	120.000.000		30000	
2	Drecht barrier	Lifting gate?	?	240	10	4	290.000.000		30000	
3	Merwede barrier	Lifting gate?	?	210	10	4,5	280.000.000		30000	
4	Lexmond barrier	Lifting gate?	?	120	10	4,5	160.000.000		30000	
							Total estimated costs	850.000.000		

Bijlage 1

Kostenraming van hoogwaterkeringen op basis van kengetallen

Deelrapportage bij KvK-AOR-rapport

Versie: 11-4-2010

Door: Ad van der Toorn

De kosten van de vier nieuw te bouwen hoogwaterkeringen uit het plan AOR zullen worden geraamd door eerst een kostenkengetal af te leiden uit een aantal bekende hoogwaterkeringen en door vervolgens dit kengetal toe te passen op de kenmerkende grootheden van de vier nieuw te bouwen keringen.

Een vergelijkbare exercitie is eerder bij Rijkswaterstaat gedaan voor objecten als viaducten, tunnels en sluizen [...] en bij het Havenbedrijf van Rotterdam B.V. voor kademuren [...]. Het kengetal dat hier wordt afgeleid, is gebaseerd op de overweging dat de sterkte en dus ook de kosten van een kering sterk bepaald worden door zijn breedte, zijn kerende hoogte en het maximale waterstandsverschil over de kering. Het kengetal heeft dus de dimensie [Euro/m³] en is het gemiddelde van de waarden zoals berekend voor de afzonderlijke bekende keringen.

Dat dit een redelijk kengetal is, kan o.a. blijken uit de beperkte spreiding van de afzonderlijke waarden t.o.v. dit gemiddelde kengetal en dat voor de afzonderlijke afwijkingen t.o.v. dit gemiddelde ook redelijke verklaringen zijn (bijvoorbeeld veel repeterende elementen zoals bij de Oosterschelde kering of juist veel verschillende typen en afmetingen, zoals bij de Ems-kering of Theems-barrier).

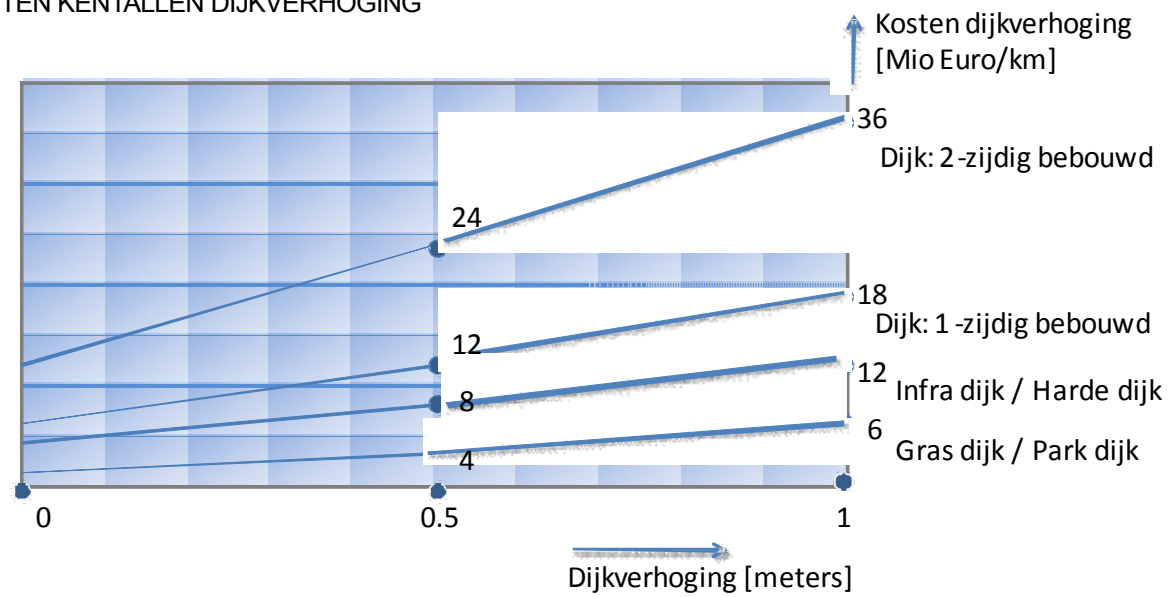
Uit de analyse van de bekende hoogwaterkeringen (zie spreadsheet) blijkt dat het kengetal gebaseerd op de gemiddelde waarde afgerond neerkomt op kgt= 30.000 Euro/m³.

Wanneer vervolgens de waarde van dit kengetal wordt vermenigvuldigd met de tot nu toe beste schattingen voor de breedte, kerende hoogte en het waterstandsverschil van de vier nog te bouwen keringen (zie o.a. het afstudeerwerk van F.v.d.Ziel en T.Wijdenes [...]), dan komt men na sommatie tot een gezamenlijke kostenraming van Euro 850.000.000 (zie spreadsheet). Dat bedrag komt redelijk overeen met, of beter, komt als nauwkeuriger schatting in de plaats van de 1 miljard Euro, zoals die eerder is genoemd in een rapportage aan de Delta-cie-2.

Bij het hier afgeleide kengetal zijn nog de volgende kanttekeningen te plaatsen:

- Bij de bestaande hoogwaterkeringen gaat het veelal om keringen aan of nabij zee, waar ook sprake is van een negatief verval over de kering en een redelijke golfbelasting, die feitelijk ook een extra verval over de kering geven. Het hier afgeleide kengetal zal daardoor aan de hoge kant zijn.
- Vaak is onduidelijk of in de kosten van de bestaande keringen ook nog andere kosten voor aanvullende werken, zoals aansluiting op bestaande dijken, etc. zijn opgenomen of omgekeerd of "natte" onderdelen van zo'n kering, zoals bodembeschermingen, er wel in zitten. Dat geeft dus een bijdrage aan de onzekerheid, dus spreiding in het kengetal.

KOSTEN KENTALLEN DIJKVERHOOGING



Ad van der Toorn / 308-2010

Bijlage 2

Kostenraming van dijkverhoging op basis van kengetallen

Deelrapportage bij KvK-AOR-rapport

Versie: 11-4-2010

Door: Ad van der Toorn

Ook bij het ramen van de kosten voor de te verwachten dijkverhogingen binnen het plan AOR kan men gebruik maken van kengetallen afgeleid uit een redelijk homogene groep van vergelijkbare reeds uitgevoerde projecten. In zijn simpelste vorm wordt dus gezocht naar de kosten van dijkverhoging per kilometer lengte en per meter verhoging. Voor dijkverzwaring kan men o.a. gebruik maken van de gegevens zoals die door Eigenraam [...] reeds zijn verzameld in tabellen. Daarin is al onderscheid gemaakt naar dijkverzwaring in het beneden rivieren gebied (met bredere wateren, meer golfslag en enig getij), en dijken meer in de bovenloop. Verder is al onderscheid gemaakt in 3 klassen dijkverhogingen, namelijk per 0.5 – 0.75 – 1,0 meter. Wat allereerst opvalt in deze (deel)tabel met 6 referentie projecten is de vrij grote spreiding van 4,3 tot 13,3 mio Euro/km.m dijkverhoging. Een vergelijkbare grote spreiding, maar dan op een wat lager kosten niveau: 2,1 tot 7,0 mio Euro/km.m is ook aanwezig in de veel grotere dataset (16 referentie projecten) voor dijkverhoging in het bovenrivieren gebied. Die grote spreiding van een factor 3 duidt erop dat er in dit (te) simpele kengetal blijkbaar nog een onderscheidend criterium ontbreekt. Dat zou het verschil tussen dijkverhoging en dijkverzwaring kunnen zijn, waarbij in het laatste geval ook de dijkbekleding aan de waterzijde wordt aangepast. Ook zou men kunnen denken aan dure ingrepen aan de binnenzijde t.p.v. bebouwing, waardoor deze projecten per saldo duurder zijn uitgevallen. Maar

het blijft gissen, omdat die informatie ontbreekt. In het plan AOR is het echter wel essentieel om onderscheid te maken in categorieën dijkverhoging, omdat nu al duidelijk is dat een aantal verhogingen zich in stedelijk gebied zal afspelen. Binnen dit project is daarom onderscheid gemaakt in een zestal categorieën, oplopend van een landelijke grasdijk tot een binnenstedelijke verhoging met aan twee zijden (historische) bebouwing. Denk bij die laatste bijvoorbeeld aan de Voorstraat in Dordrecht. Bij dijkverhoging in stedelijke gebieden wordt bij een-zijdige bebouwing vaak gebruik gemaakt van een damwand-achtige oplossing en bij twee-zijdige bebouwing van een zgn. kistdam-oplossing, dat zijn feitelijk twee gekoppelde damwanden. Om aan kengetallen voor deze categorieën dijkverhogingen in stedelijke gebieden te komen zou men op dezelfde wijze te werk kunnen gaan als bij de eerder genoemde kengetallen, maar wat ontbreekt is een dataset met voldoende uniforme projecten. Omdat er wel redelijk betrouwbare kengetallen zijn voor grondkerende constructies zoals kademuren [...] bestaande uit stalen damwanden, etc. en een kistdam gezien kan worden als een combinatie van 1,5 tot 2 kademuren, is er hier voor gekozen langs deze weg een grove schatting te maken. Voor grondkerende constructies, zoals kademuren, wordt wel een eenheidsprijs aangehouden van orde 1200 – 1500 Euro/m², dus 1,2 -1,5 mio Euro/km.m.

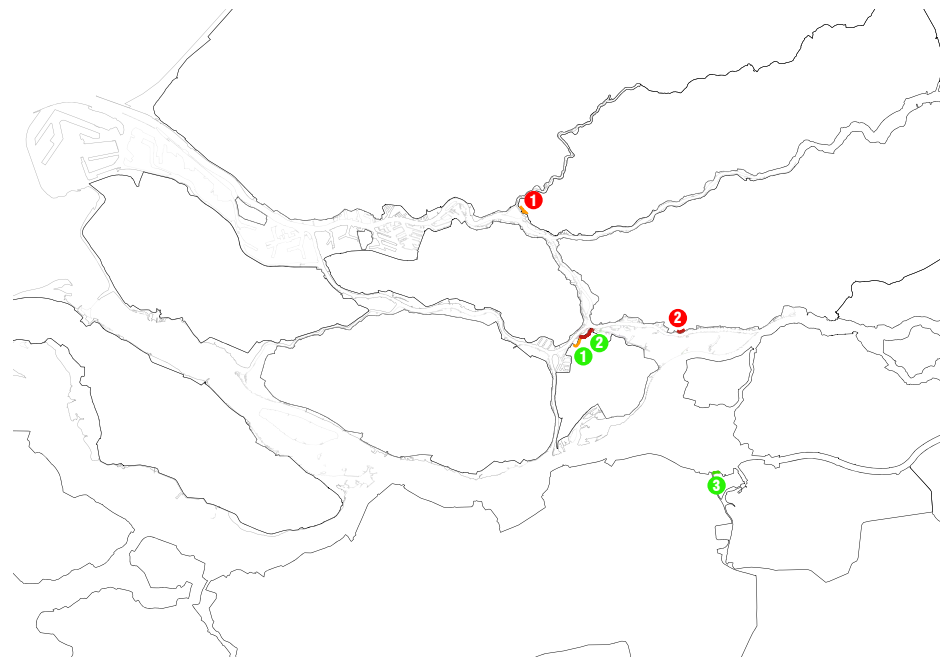
Bedacht moet echter worden dat bij een dijkverhoging van bijvoorbeeld 1 meter in stedelijk gebied er meer nodig is dan een damwand met een kerende hoogte van 1 meter hoog, immers die damwand moet bij belasting passieve grond weerstand kunnen ontwikkelen aan de lage zijde. Voorlopig wordt aangenomen dat voor 1 meter dijkverhoging ca. 4 meter kerende hoogte van de damwand nodig is. Daarnaast wordt aangenomen dat in ieder pand met een gevelbreedte van ~10 m een extra aanpassing van ca. Euro 100.000 nodig zal zijn. Dat brengt het kengetal voor eenzijdige bebouwing incl. enige indexering (factor 1,5) en afronding op $Kgt(1\text{-zijdig}) = 4 \cdot 1,5 \cdot 1,35E6 + 100 \cdot 100.000 \sim 18$ mio Euro/km.m. Voor dijkverhoging met twee-zijdige bebouwing wordt vooralsnog $Kgt(2\text{-zijdig}) \sim 36$ mio Euro/km.m, dus het dubbele aangehouden. Zonder nadere uitwerking wordt voorlopig voor verhoging van de grasdijk en parkdijk eenzelfde waarde aangehouden: $Kgt(\text{gras of park}) \sim 6$ mio Euro/km.m. Gebaseerd op de waarden van Eigenraam. Voor de harde dijk of infra dijk geldt voorlopig een zelfde redenatie, maar wel met dubbele kosten vanwege de bekleding: $Kgt(\text{hard of infra}) \sim 12$ mio Euro/km.m. Het geheel van deze kosten-kengetallen is na afronding ondergebracht in de onderstaande grafiek.

Alternatieven:	A 2010	A G2050	A V2100	B1 G2050	B1 V2100	B2 G2050	B2 V2100
Soort dijk:	Aantal km op te hogen dijk per alternatief en categorie/ soort dijk:						
1-zijdig bb	4	5	12	5	11	6	7
2-zijdig bb	0	2	9	1	9	5	7
historisch bb	5	7	10	6	9	7	7
Bedrijfsbb	1	2	3	1	3	2	4
grasdijk	1	3	22	3	22	3	27
parkdijk	0	0	0	0	0	0	0
infradijk	3	4	12	4	10	4	10
harde dijk	28	32	56	32	51	13	26
Totaal km ophoging:	42	55	124	52	115	40	88
Soort dijk:	Aantal meters te laag per alternatief en per categorie / soort dijk:						
1-zijdig bb	0.21	0.46	0.39	0.41	0.38	0.58	0.74
2-zijdig bb	0.0	0.08	0.37	0.14	0.29	0.64	0.82
historisch bb	0.40	0.44	0.57	0.47	0.57	0.66	0.94
Bedrijfsbb	0.50	0.70	0.91	0.55	0.71	0.34	0.46
grasdijk	0.10	0.23	0.31	0.21	0.29	0.26	0.31
parkdijk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
infradijk	0.25	0.48	0.66	0.30	0.63	0.34	0.61
harde dijk	0.18	0.27	0.42	0.27	0.43	0.57	0.66

Soort dijk:	Aantal meters op te hogen per alternatief en per categorie / soort dijk:						
1-zijdig bb	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
2-zijdig bb	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
historisch bb	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0
Bedrijfsbb	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5
grasdijk	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
parkdijk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
infradijk	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
harde dijk	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
Soort dijk:	Kosten ophoging per alternatief en per categorie / soort dijk [mio Euro]:						
1-zijdig bb	48	60	144	60	132	108	126
2-zijdig bb	0	48	216	24	216	180	252
historisch bb	120	168	360	144	324	252	252
Bedrijfsbb	12	36	54	18	54	24	48
grasdijk	4	12	88	12	88	12	108
parkdijk	0	0	0	0	0	0	0
infradijk	24	32	144	32	120	32	120
harde dijk	224	258	448	256	408	156	312
Totaal kosten per alt.	432	614	1454	546	1342	764	1218
verdisconteringsfactor	1.0	0.60	0.51	0.60	0.51	0.60	0.51
Totaal kosten na verdisc.	432	368	741	327	684	458	621

kosten kengetal: mio Euro/km

bij 0.5m	bij 1.0m	
12	18	
24	36	
24	36	
12	18	
4	6	
4	6	
8	12	
8	12	



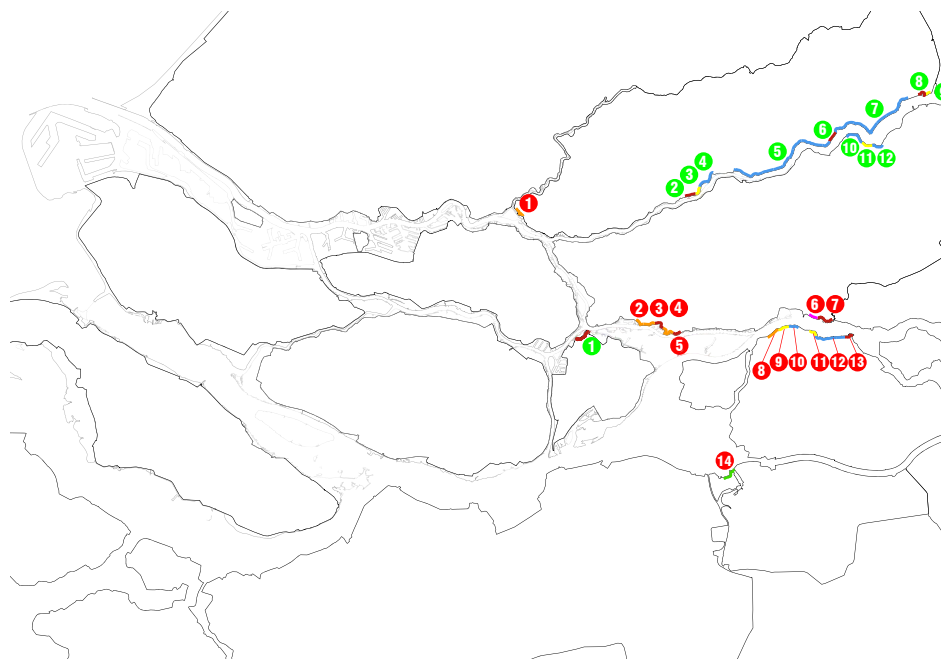
KNMI G+ 2100 / Veerman 2050
map EPK 100 vs map EPK 1000

- ① dijken die qua hoogte niet voldoen
- ② dijken die qua hoogte voldoen
- dijkkringen
- gras dijk
- infradijk
- harde dijk
- bedrijfs bebouwing
- historische bebouwing
- bebouwing woningen
- tweezijdig bebouwd



Bijlage 3

Vergelijking van dijken die qua hoogte niet voldoen tussen de verschillende varianten

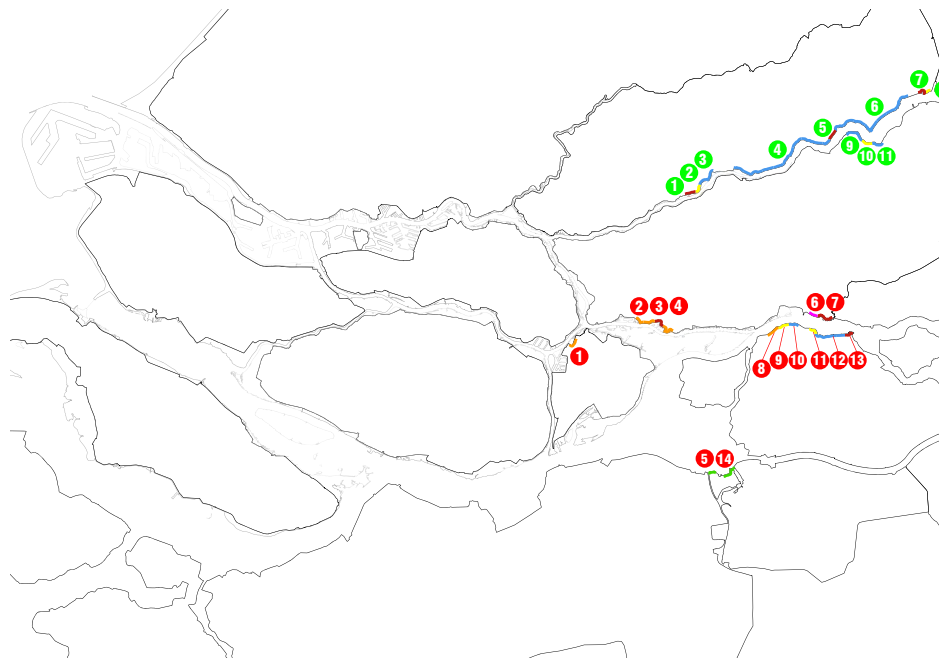


KNMI G+ 2100 / Veerman 2050
map EPK 100 vs map EPK 1000 + RK 1000

- 1 dijen die qua hoogte niet voldoen
- 1 dijen die qua hoogte voldoen
- dijkkringen
- gras dijk
- infradijk
- harde dijk
- bedrijfs bebouwing
- historische bebouwing
- bebouwing woningen
- tweezijdig bebouwd





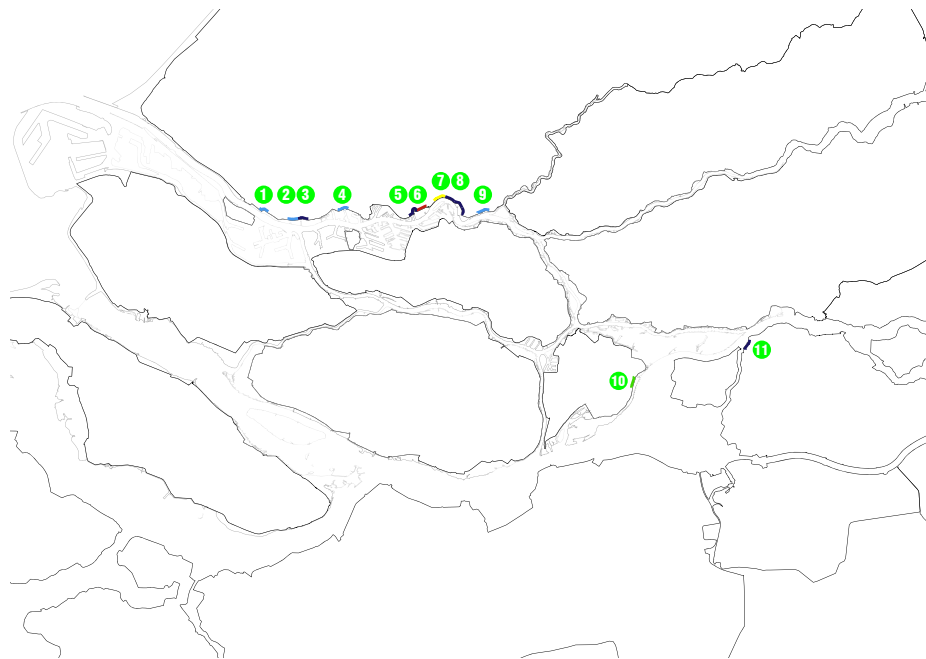


KNMI G+ 2100 / Veerman 2050
map EPK 1000 vs map EPK 1000 + RK 1000

- 1 dijken die qua hoogte niet voldoen
- 1 dijken die qua hoogte voldoen
- dijkringen
- gras dijk
- infradijk
- harde dijk
- bedrijfs bebouwing
- historische bebouwing
- bebouwing woningen
- tweezijdig bebouwd





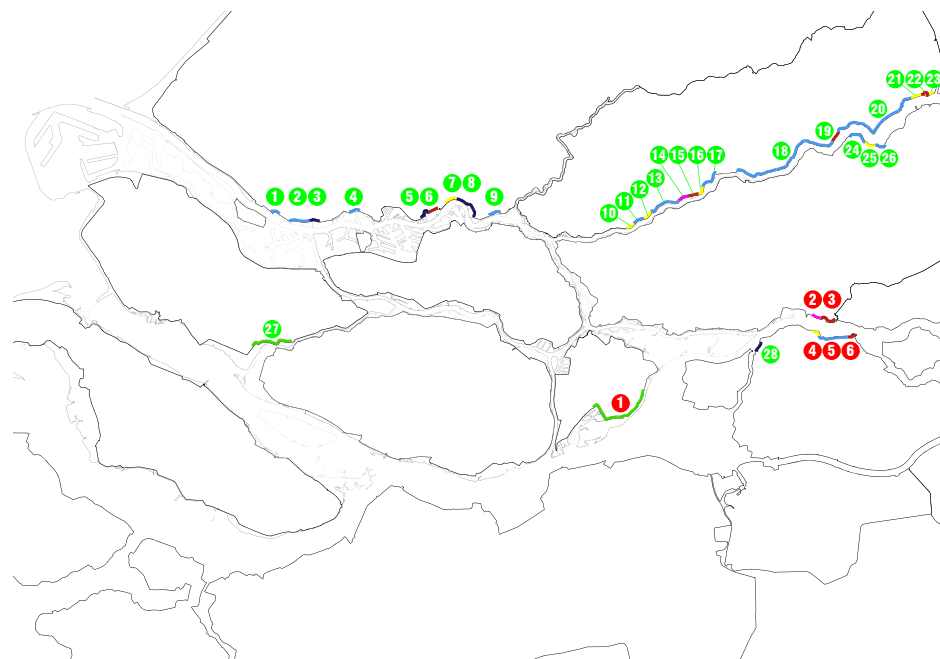


Veerman 2100 map EPK 100 vs map EPK 1000

- 1 dijken die qua hoogte niet voldoen
- 1 dijken die qua hoogte voldoen
- dijkringen
- gras dijk
- infradijk
- harde dijk
- bedrijfs bebouwing
- historische bebouwing
- bebouwing woningen
- tweezijdig bebouwd







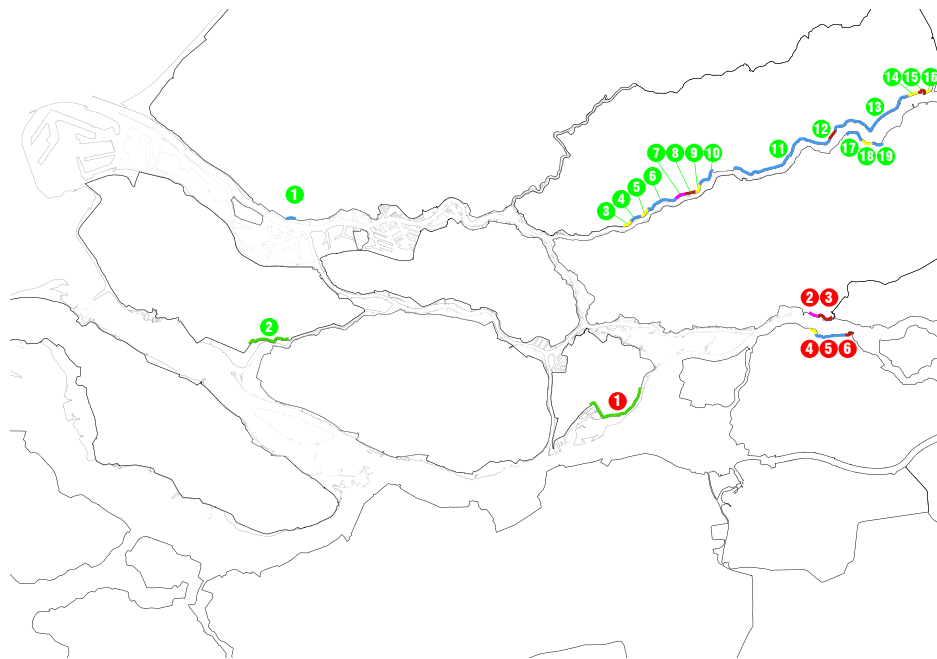
Scenario 2100

map EPK 100 vs map EPK 1000 + RK 1000

- 1 dijken die qua hoogte niet voldoen
- 1 dijken die qua hoogte voldoen
- dijkkringen
- gras dijk
- infradijk
- harde dijk
- bedrijfs bebouwing
- historische bebouwing
- bebouwing woningen
- tweezijdig bebouwd







Veerman 2100

map EPK 1000 vs map EPK 1000 + RK 1000

- 1 (red circle) dijken die qua hoogte niet voldoen
- 1 (green circle) dijken die qua hoogte voldoen
- dijkringen
- gras dijk
- infradijk
- harde dijk
- bedrijfs bebouwing
- historische bebouwing
- bebouwing woningen
- tweezijdig bebouwd





Bijlage 4

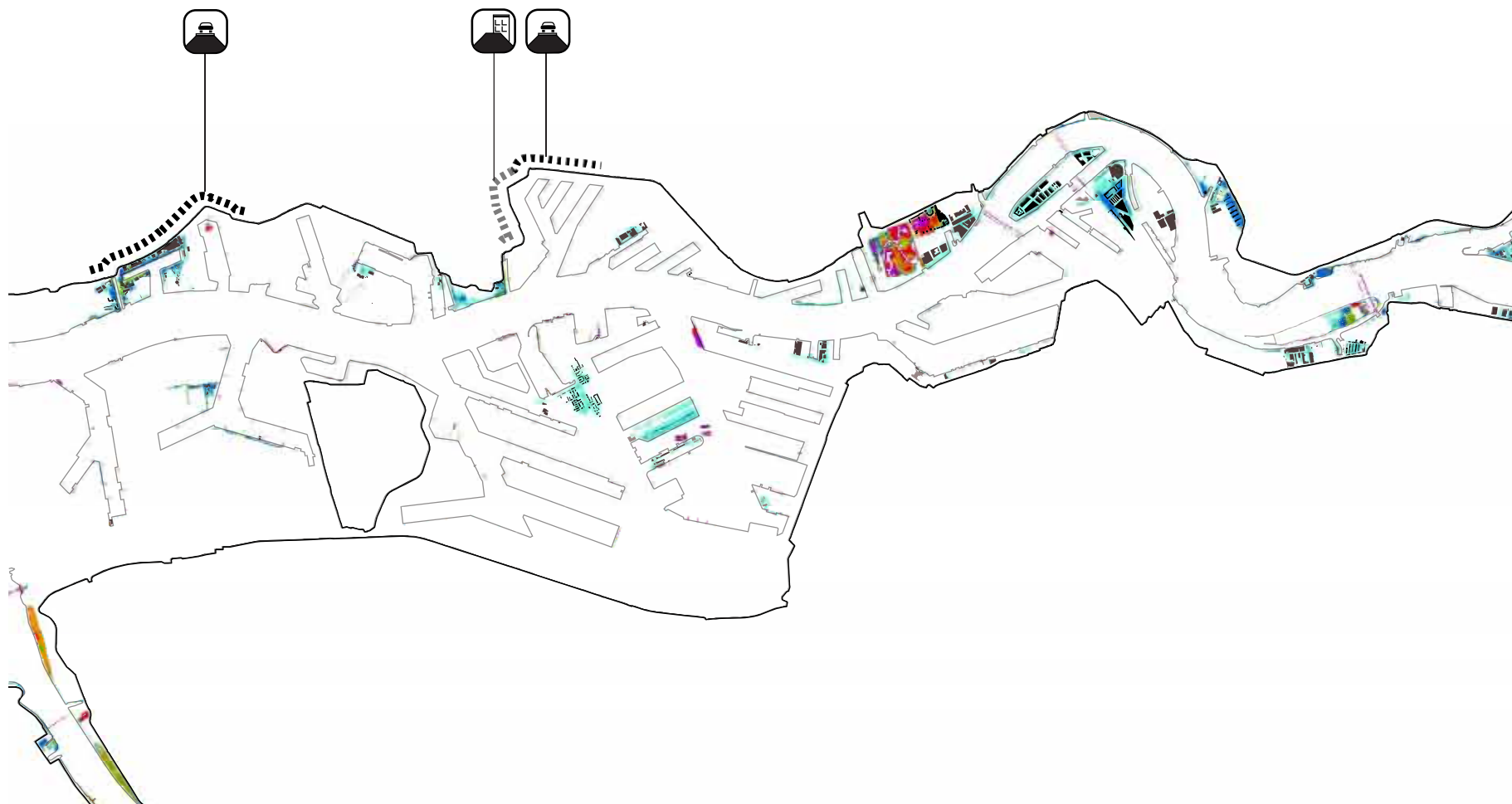
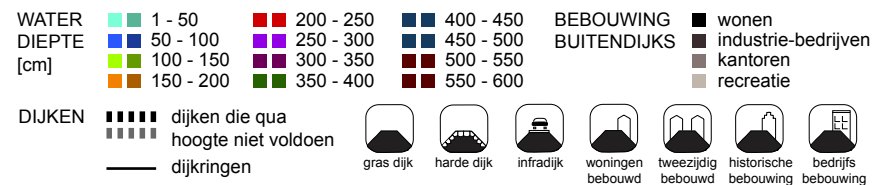
Overstromingskaarten buitendijks gebied & dijken die qua hoogte niet voldoen

Gebaseerd op gegevens uit het deelrapport Waterstanden van HKV lijn in water

EPK 100 Rotterdam

Huidige situatie 2010

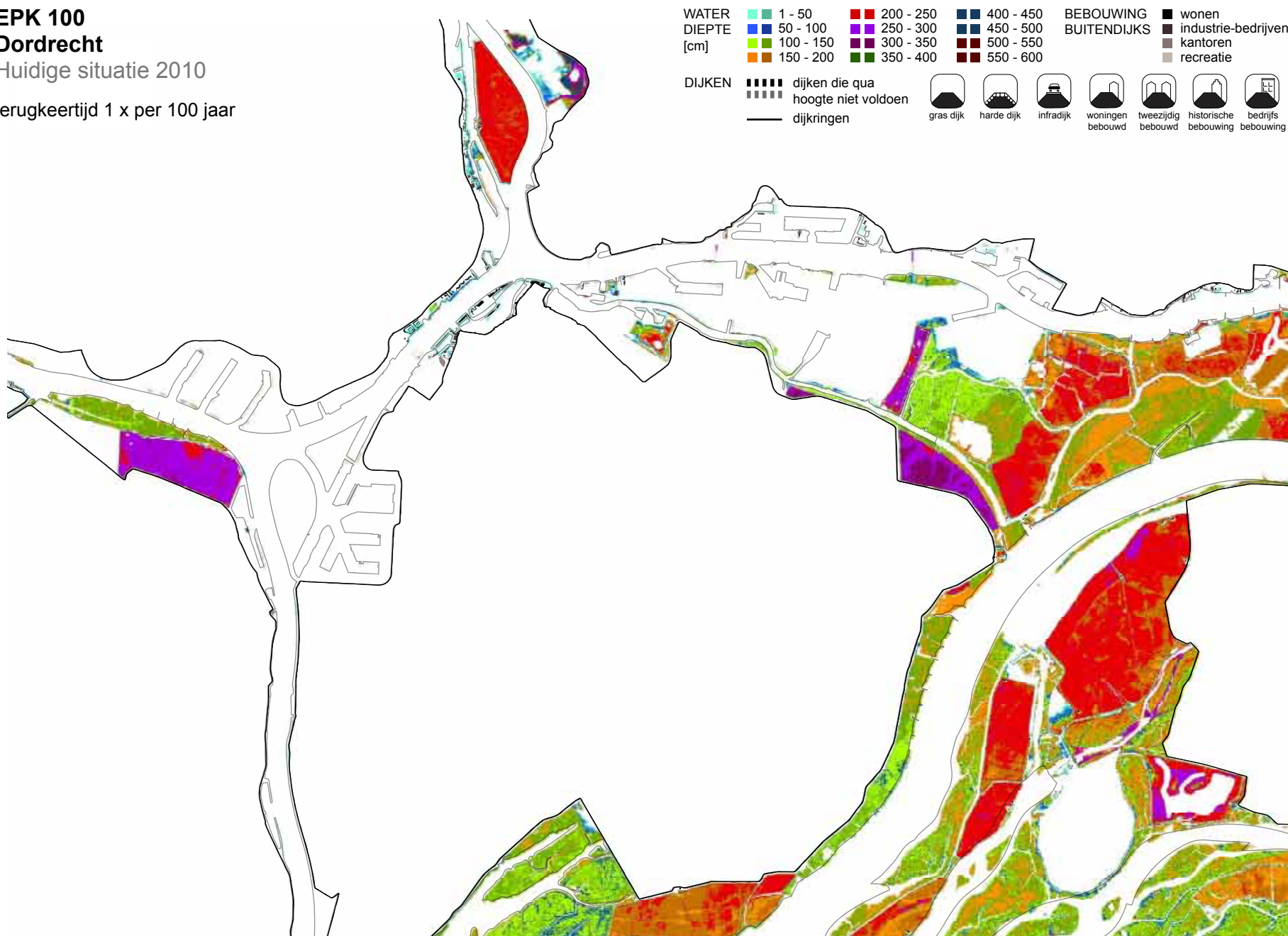
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 100 Dordrecht

Huidige situatie 2010

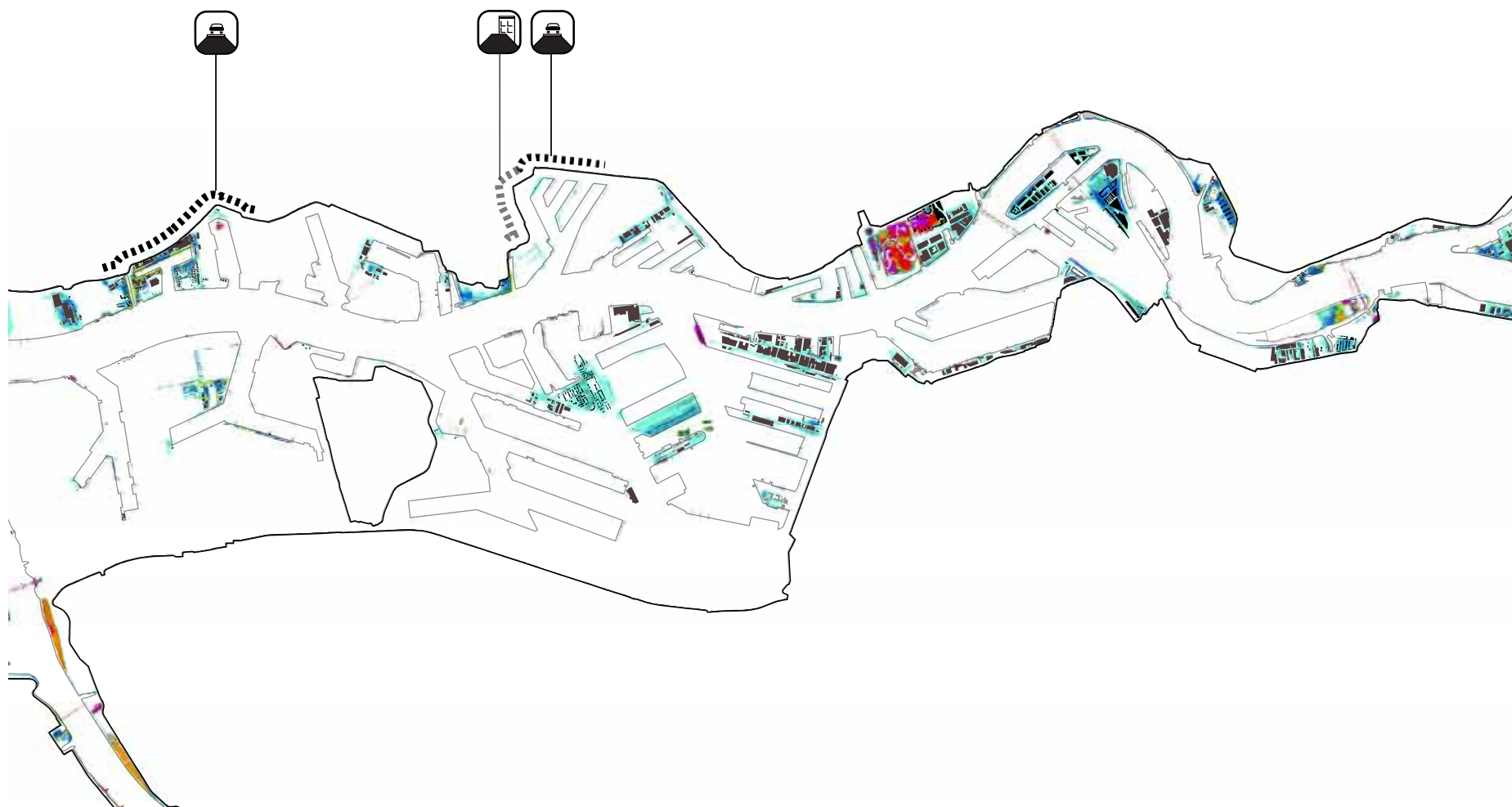
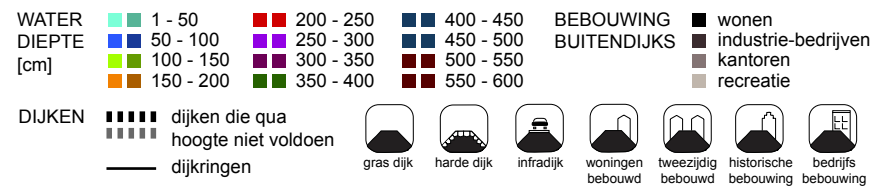
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 100 Rotterdam

Huidige situatie 2010

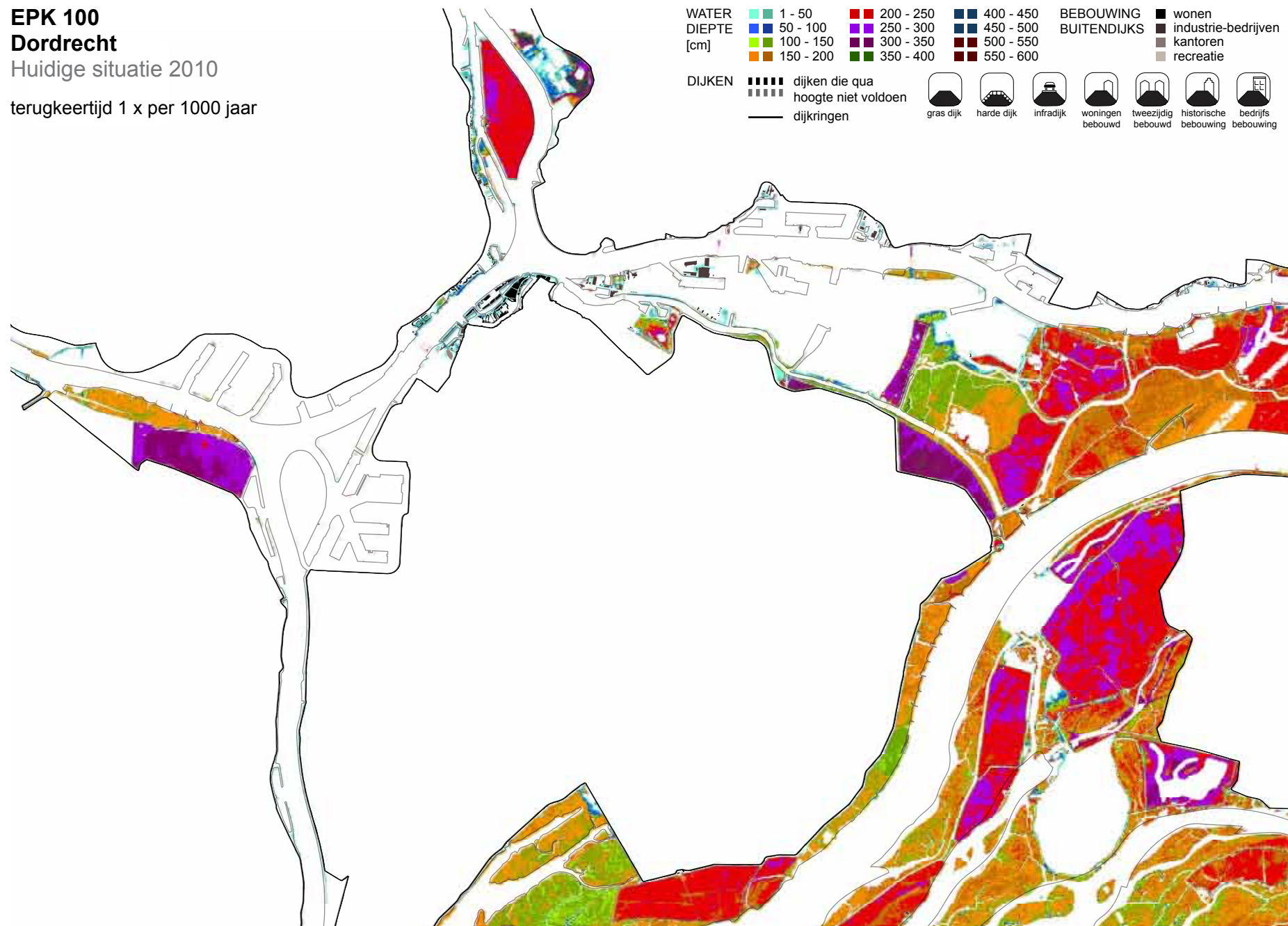
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 100 Dordrecht

Huidige situatie 2010

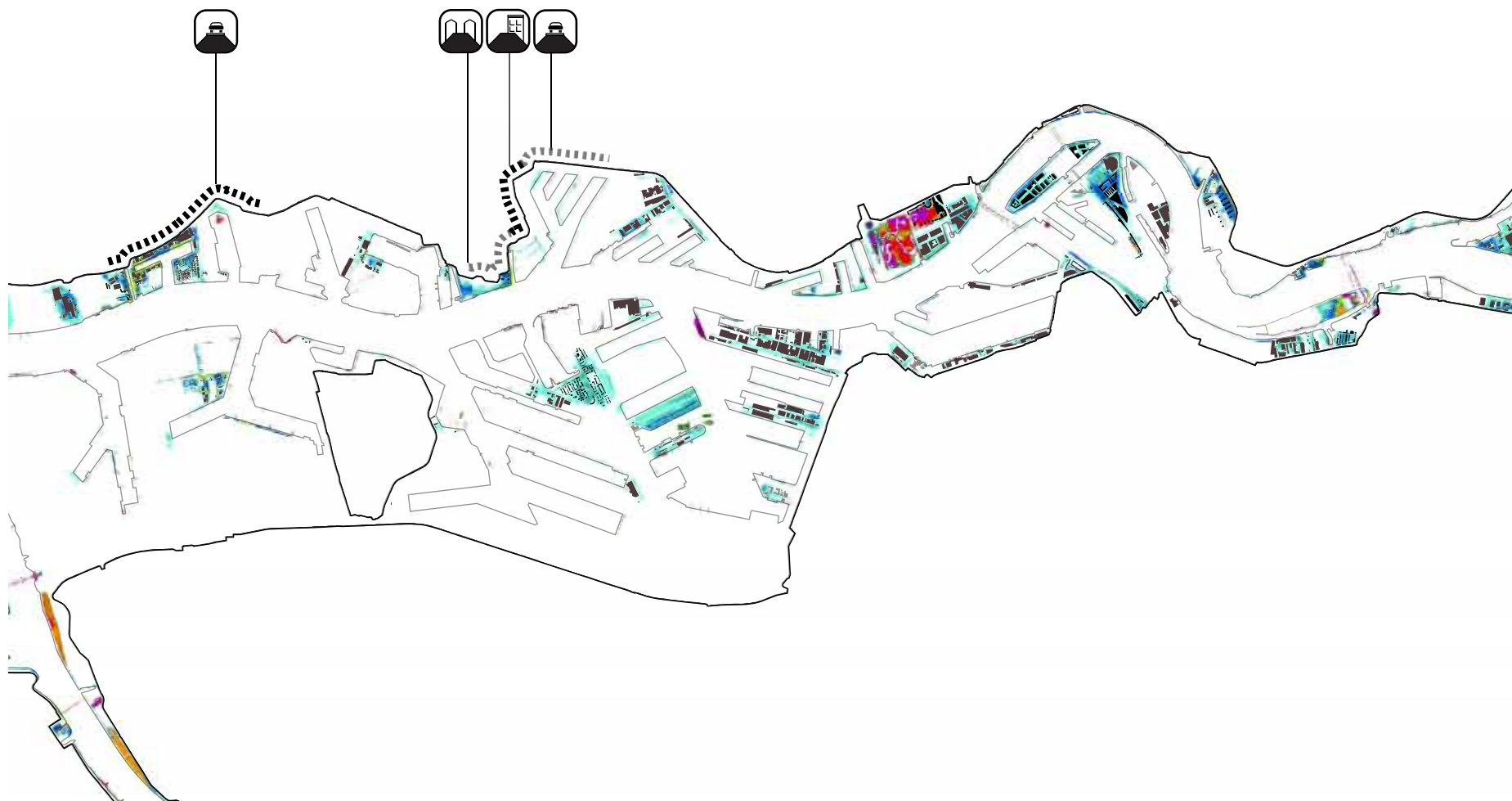
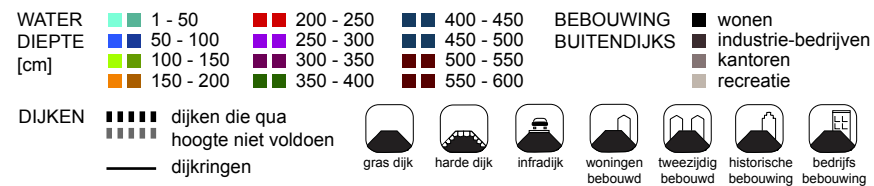
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 100 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

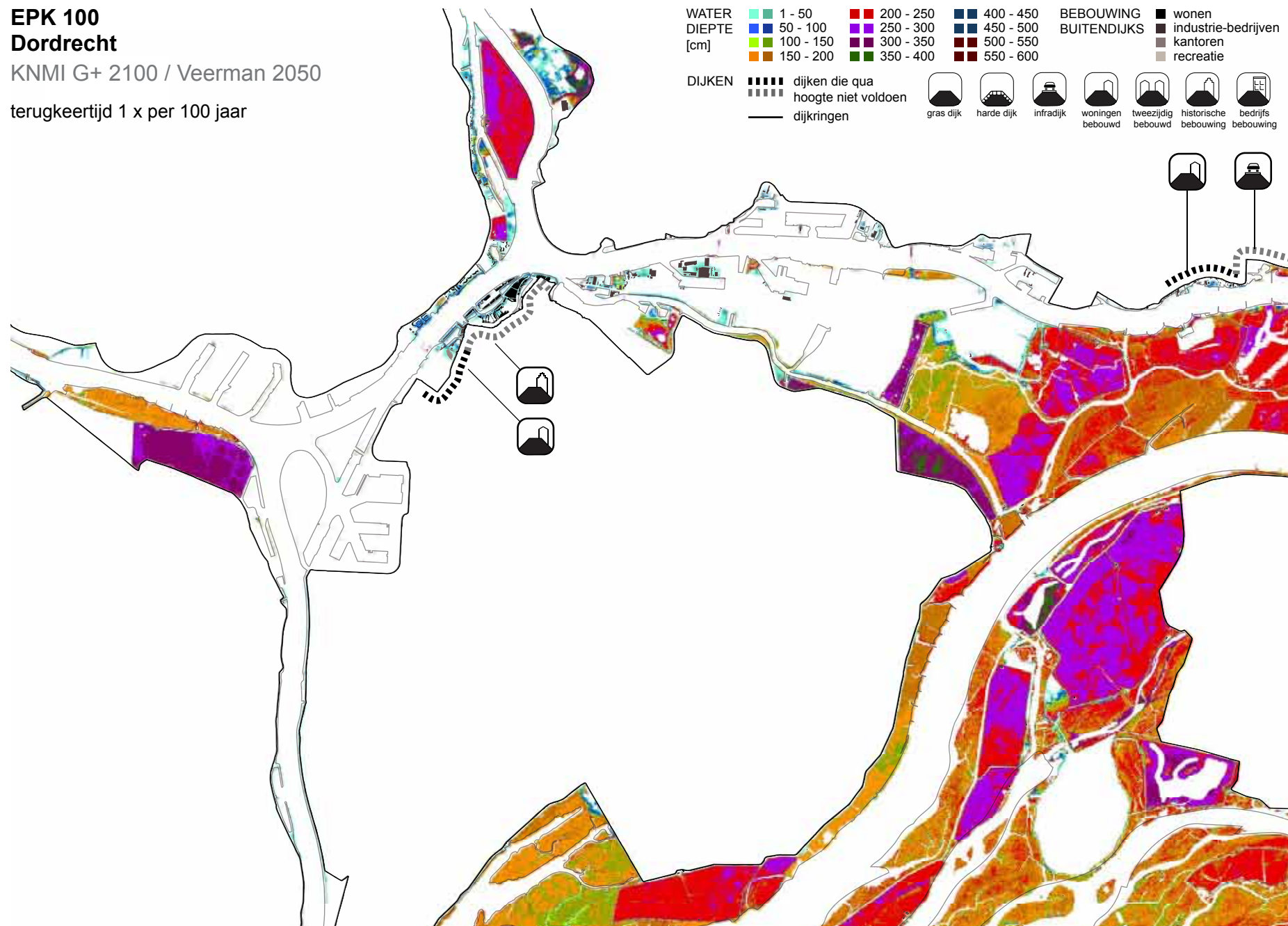
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 100 Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

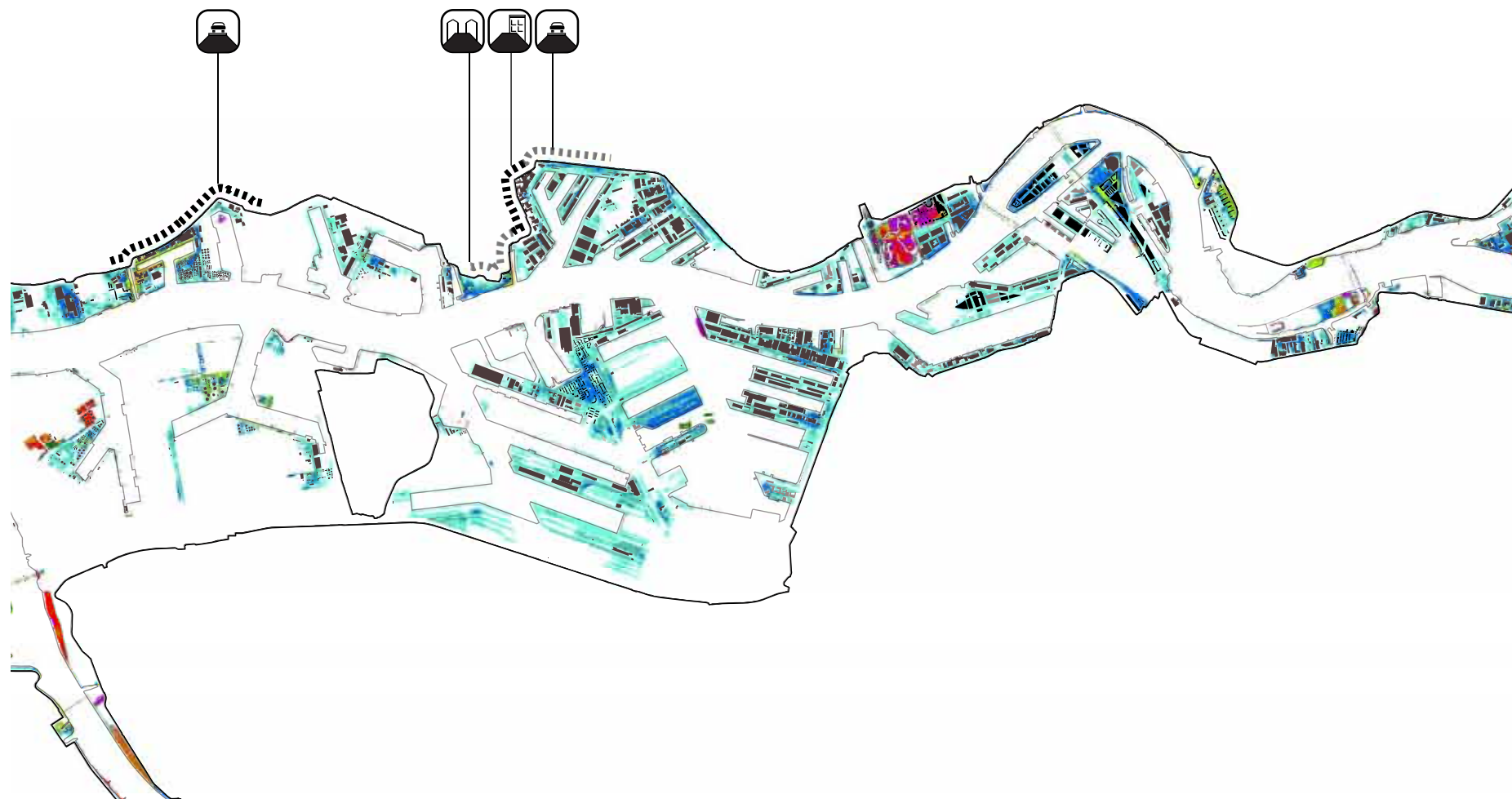
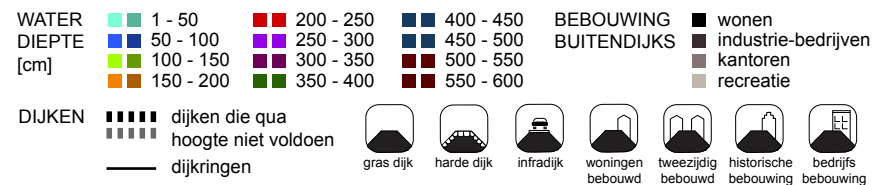
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 100 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

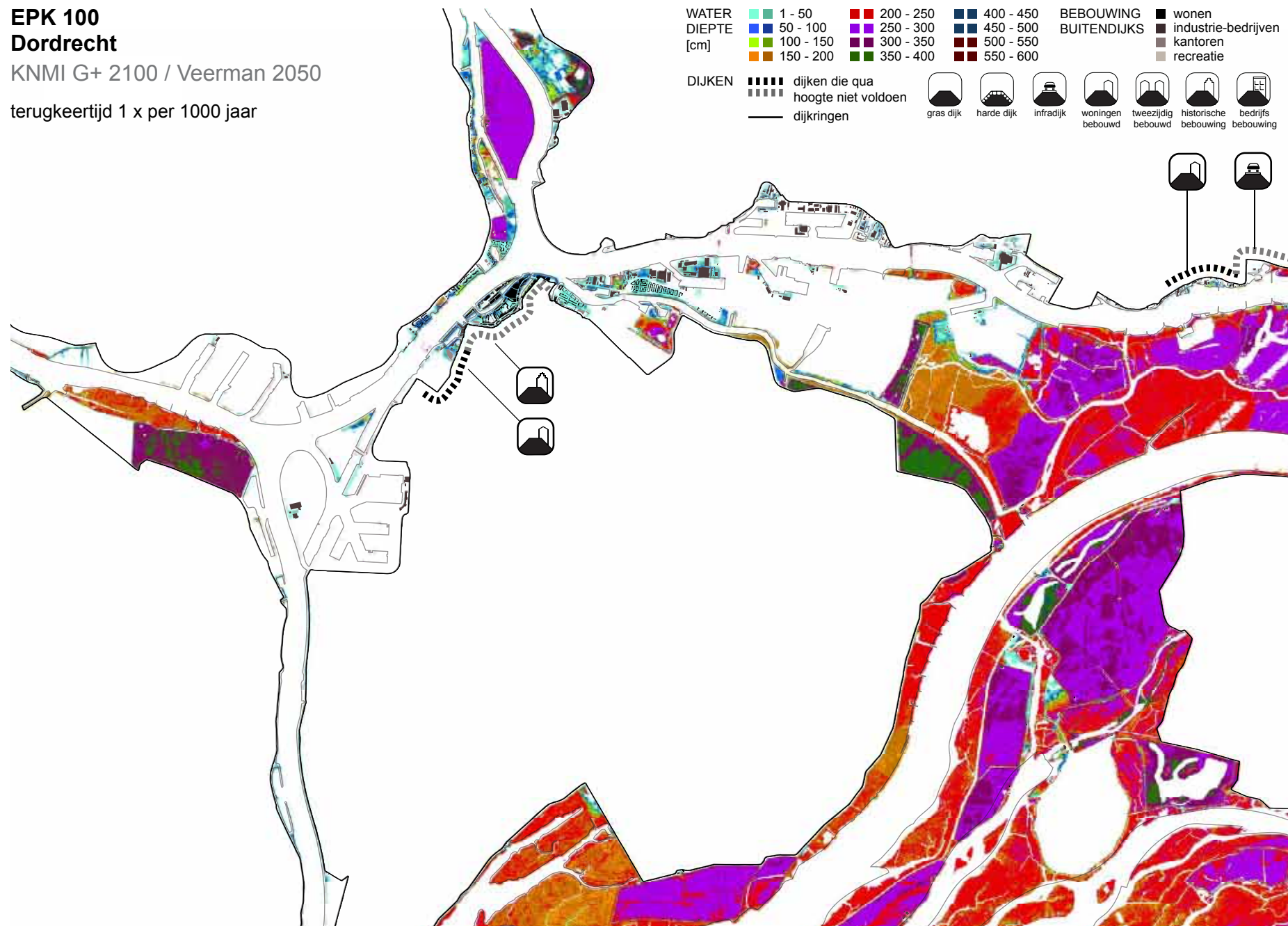
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 100 Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

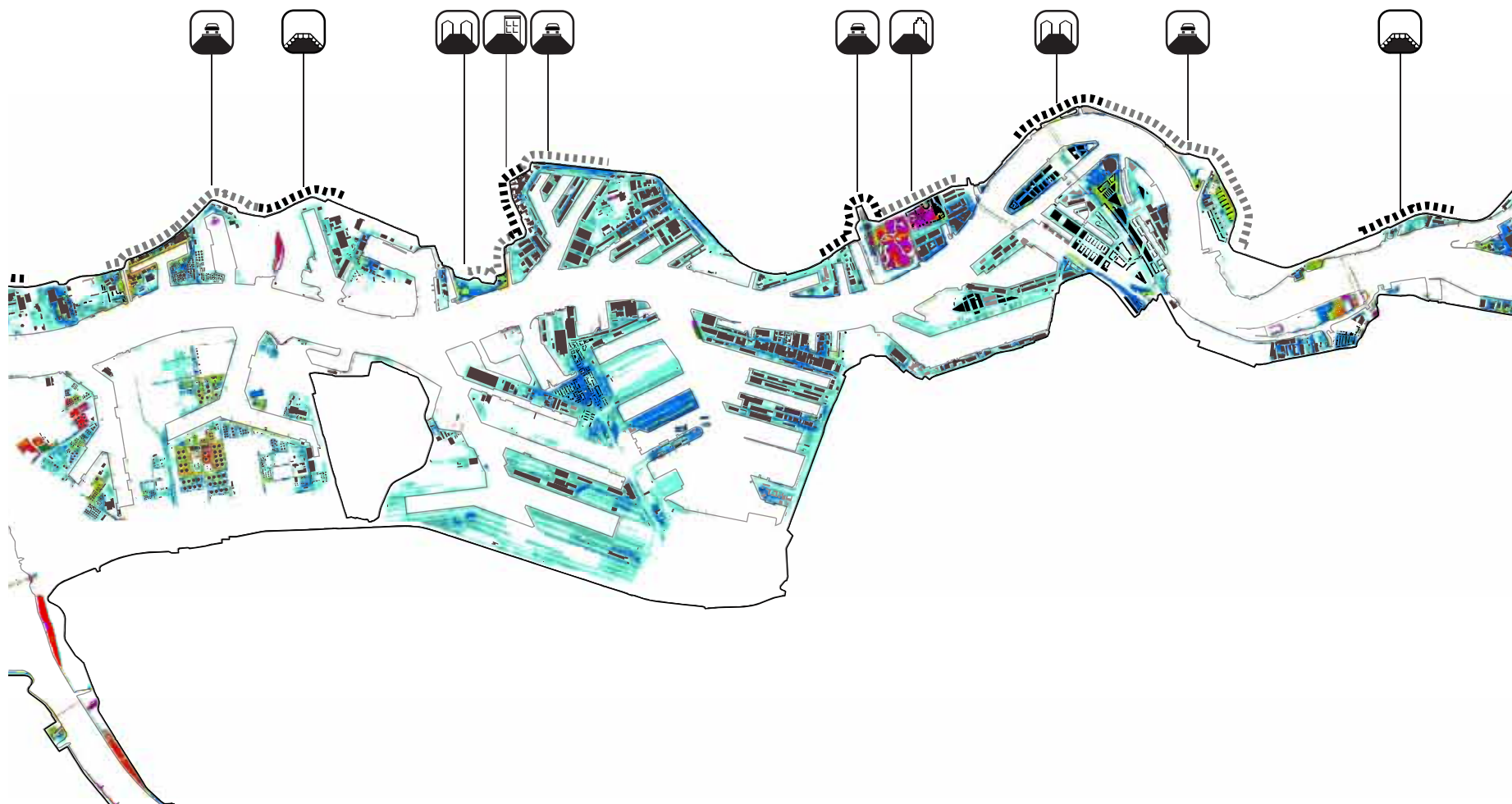
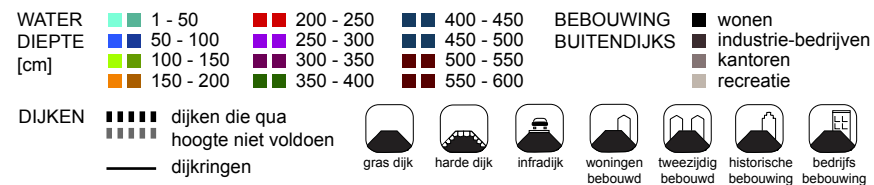
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 100 Rotterdam

Veerman 2100

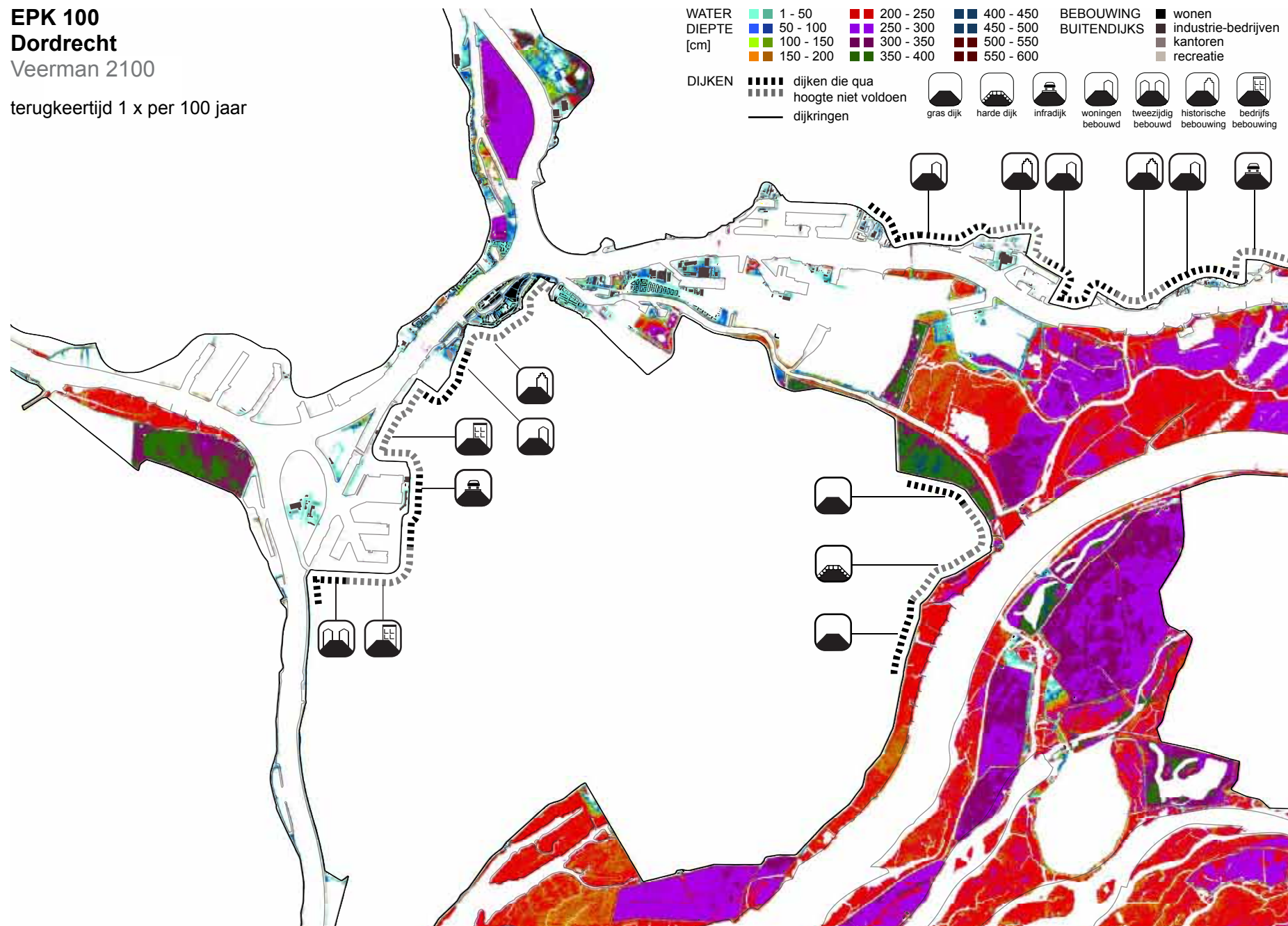
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 100 Dordrecht

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 100 jaar

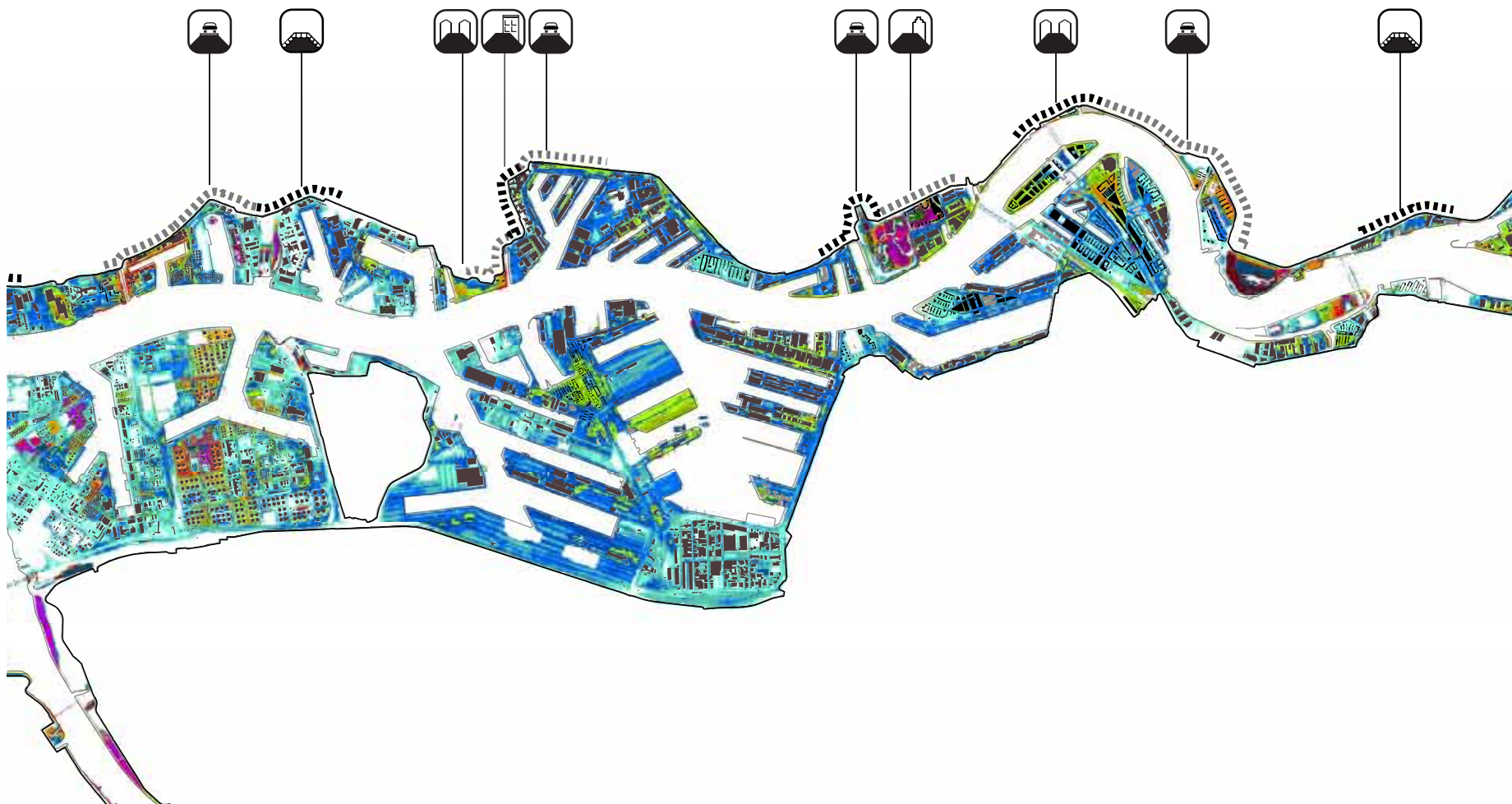
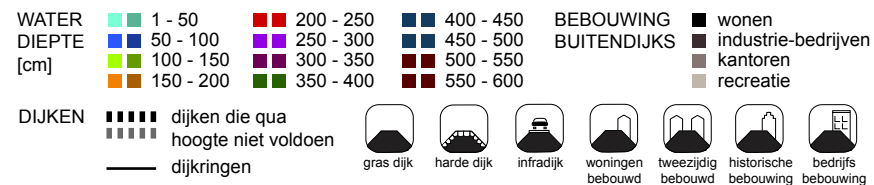


EPK 100

Rotterdam

Veerman 2100

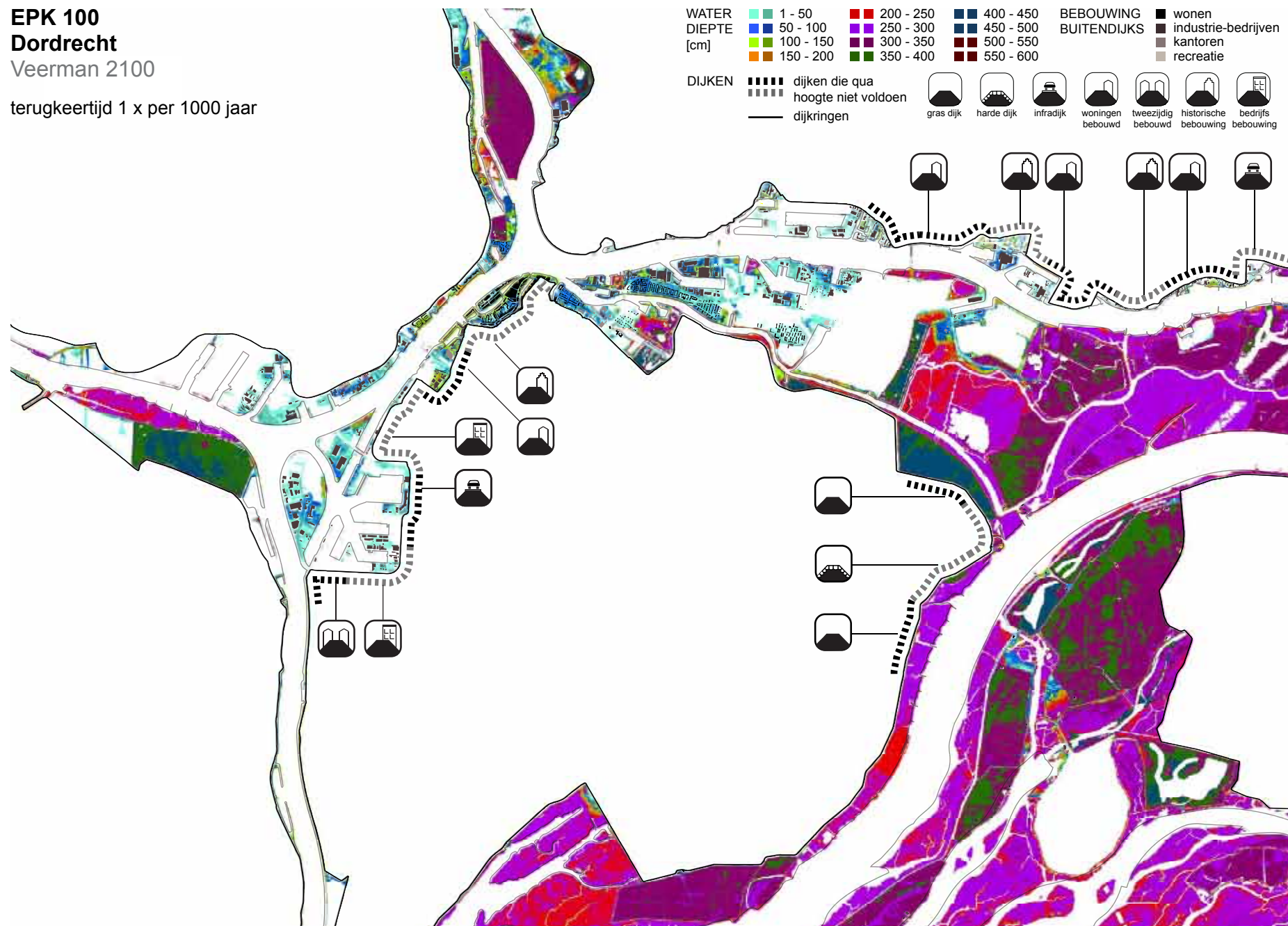
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 100 Dordrecht

Veerman 2100

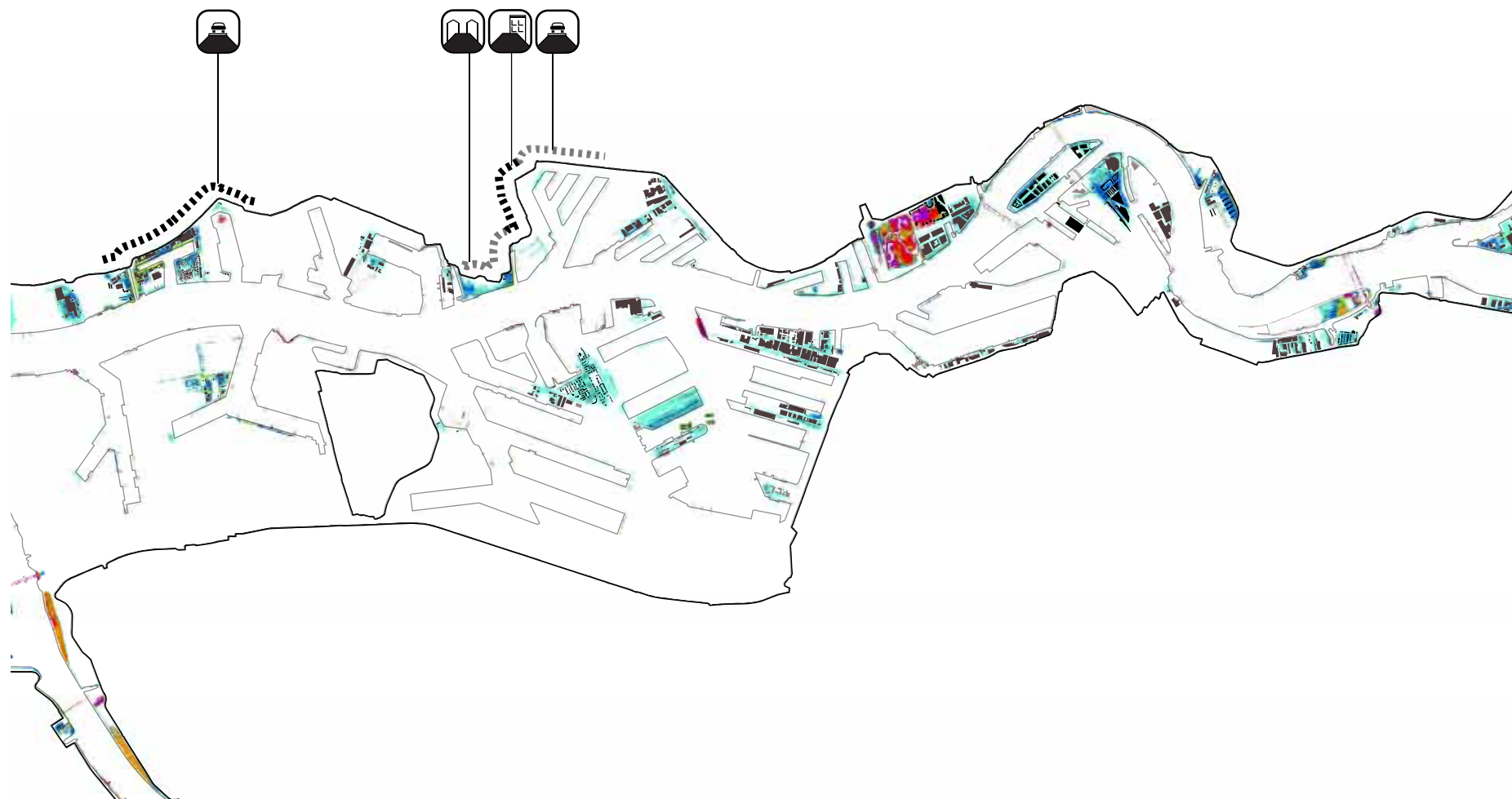
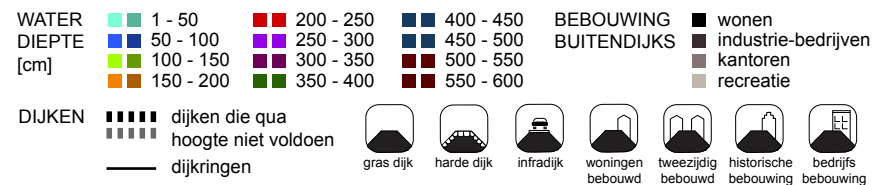
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

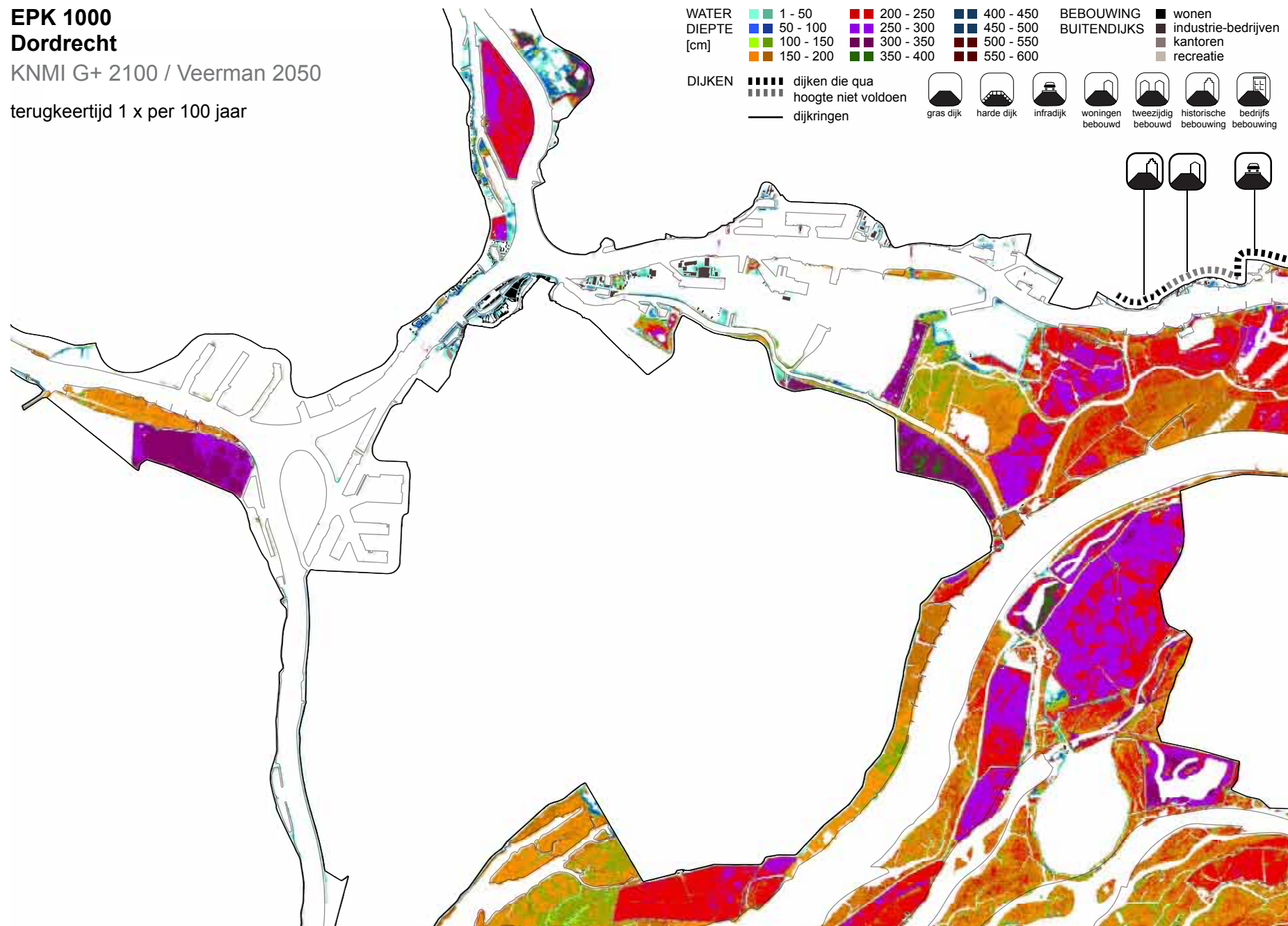
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 1000 Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

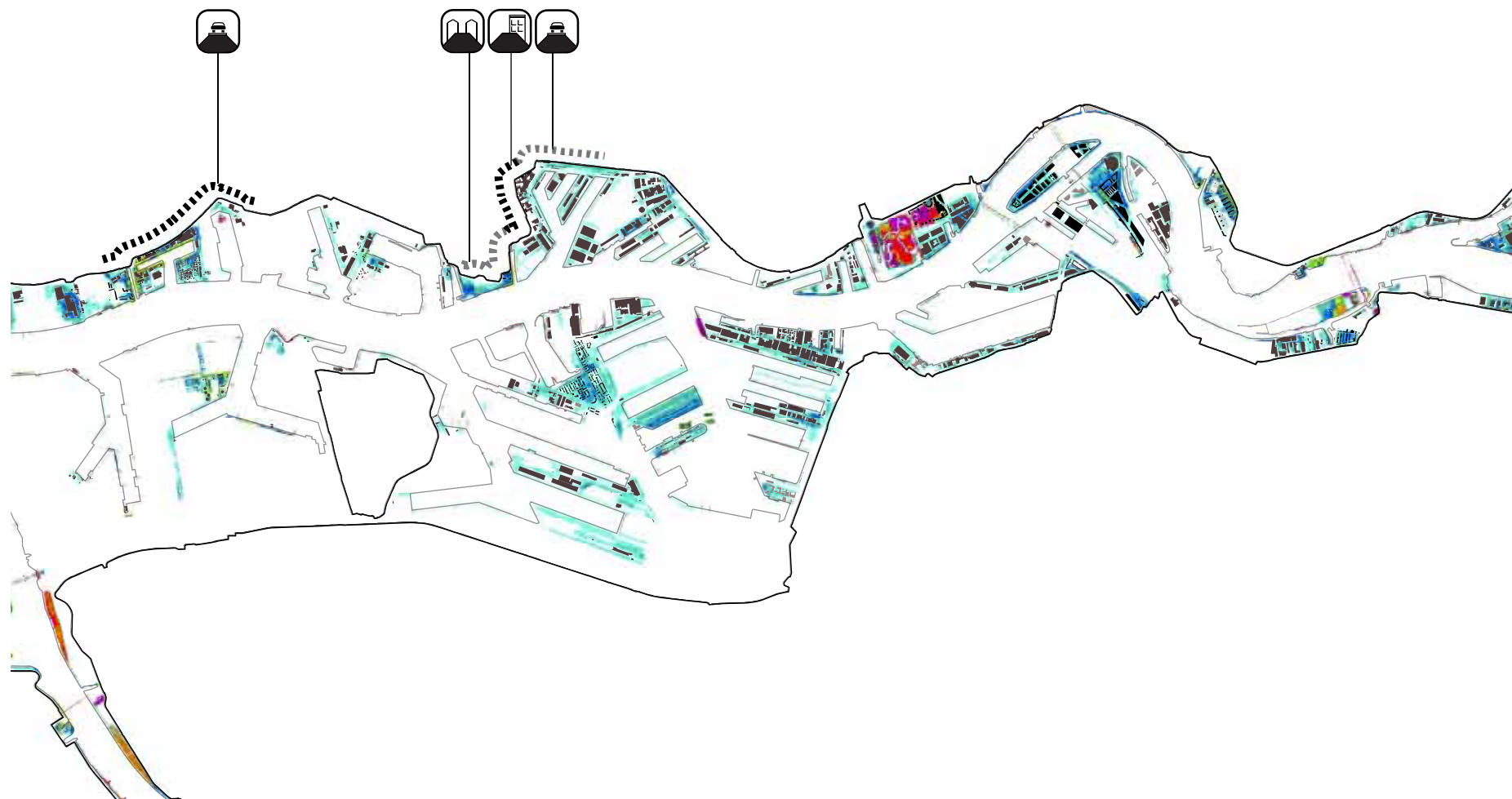
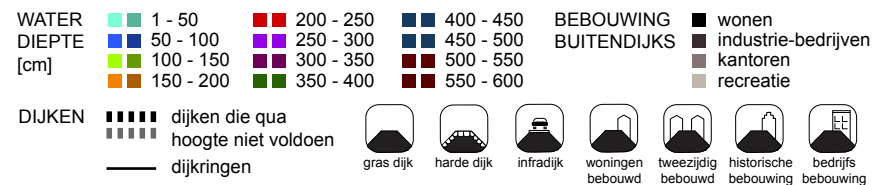
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 1000 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

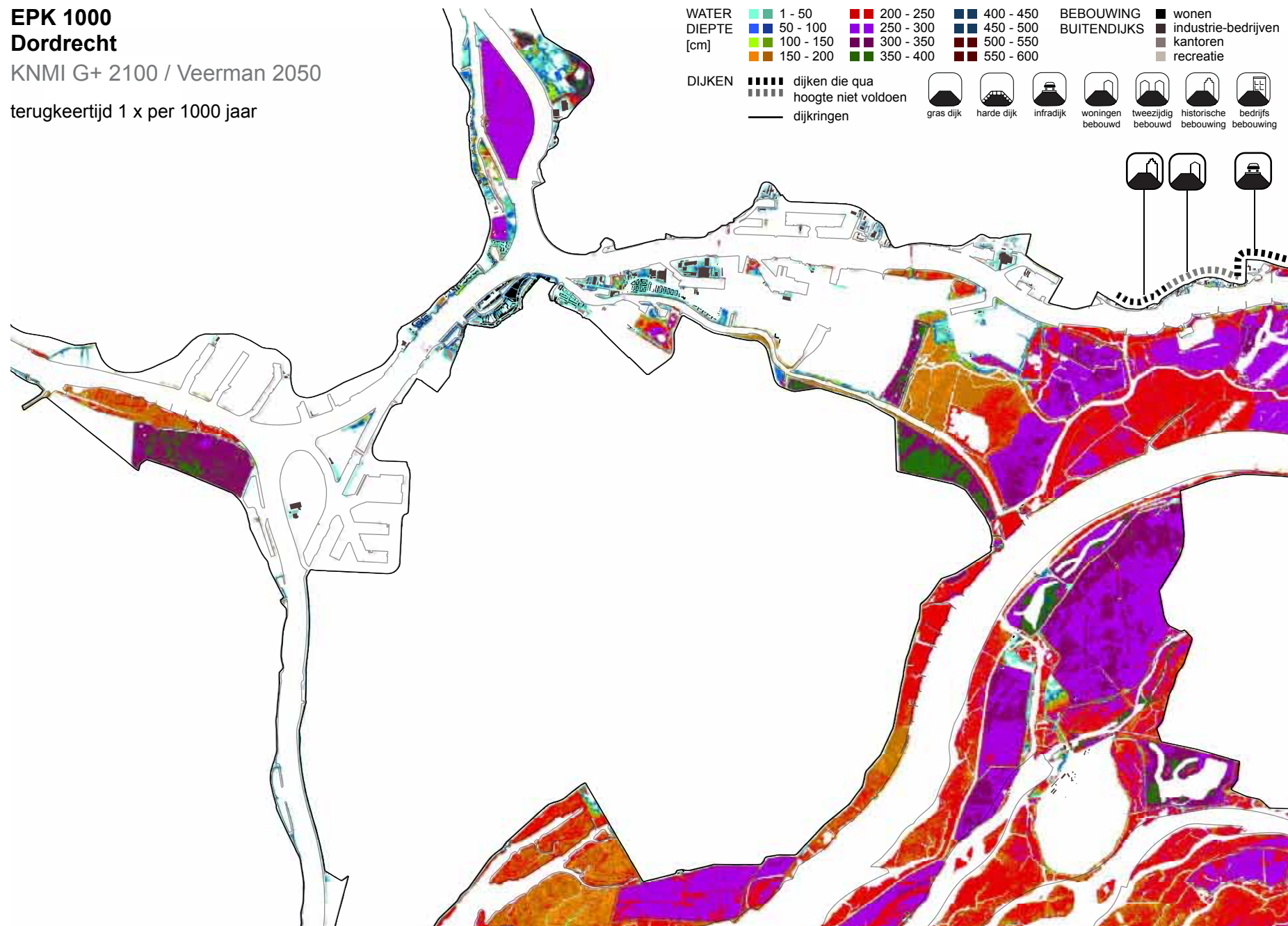
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000 Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

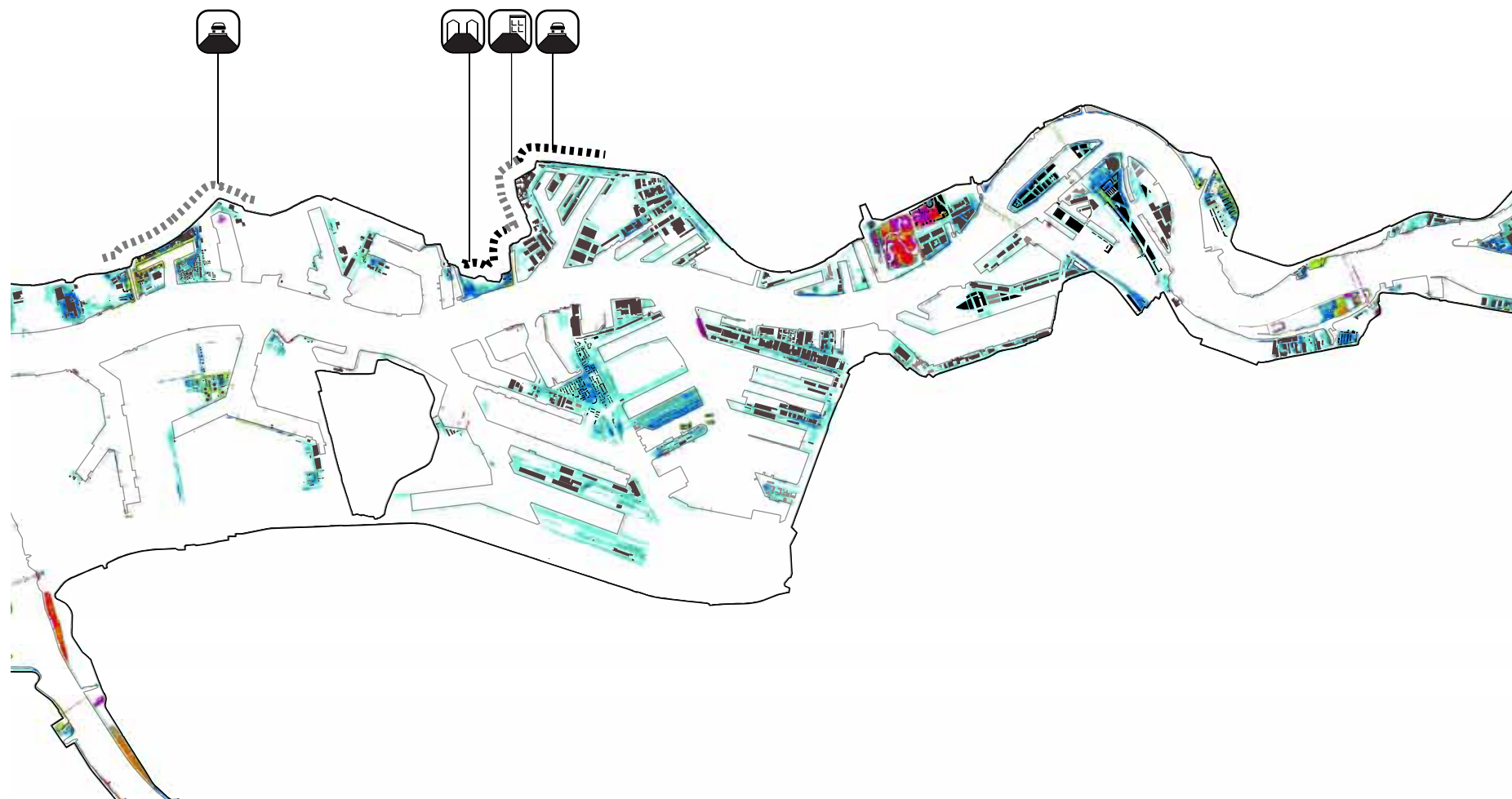
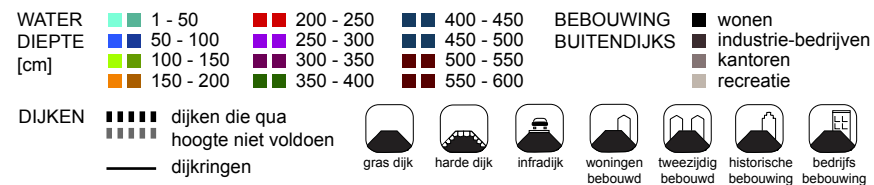
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000 Rotterdam

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 100 jaar

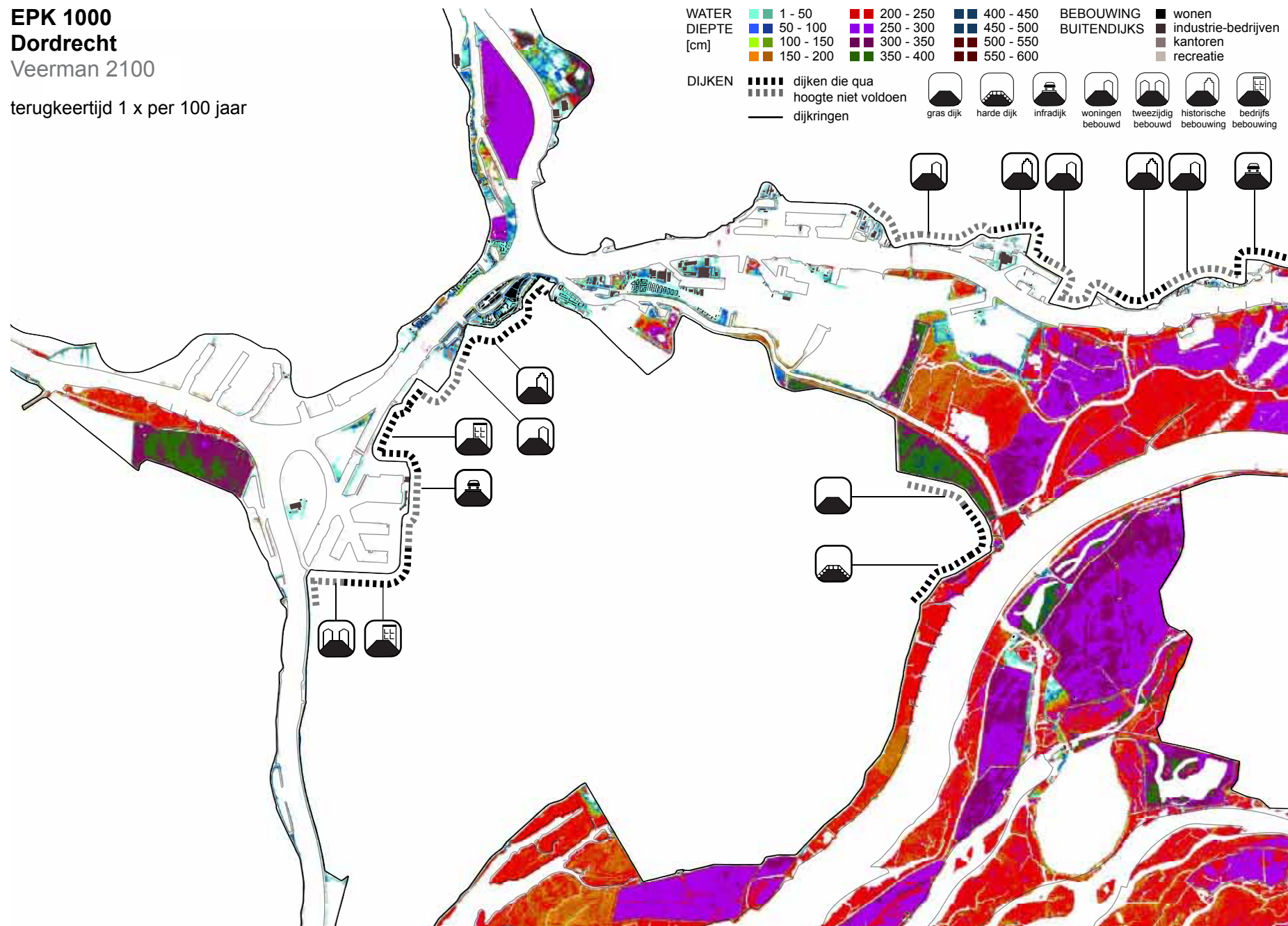


EPK 1000

Dordrecht

Veerman 2100

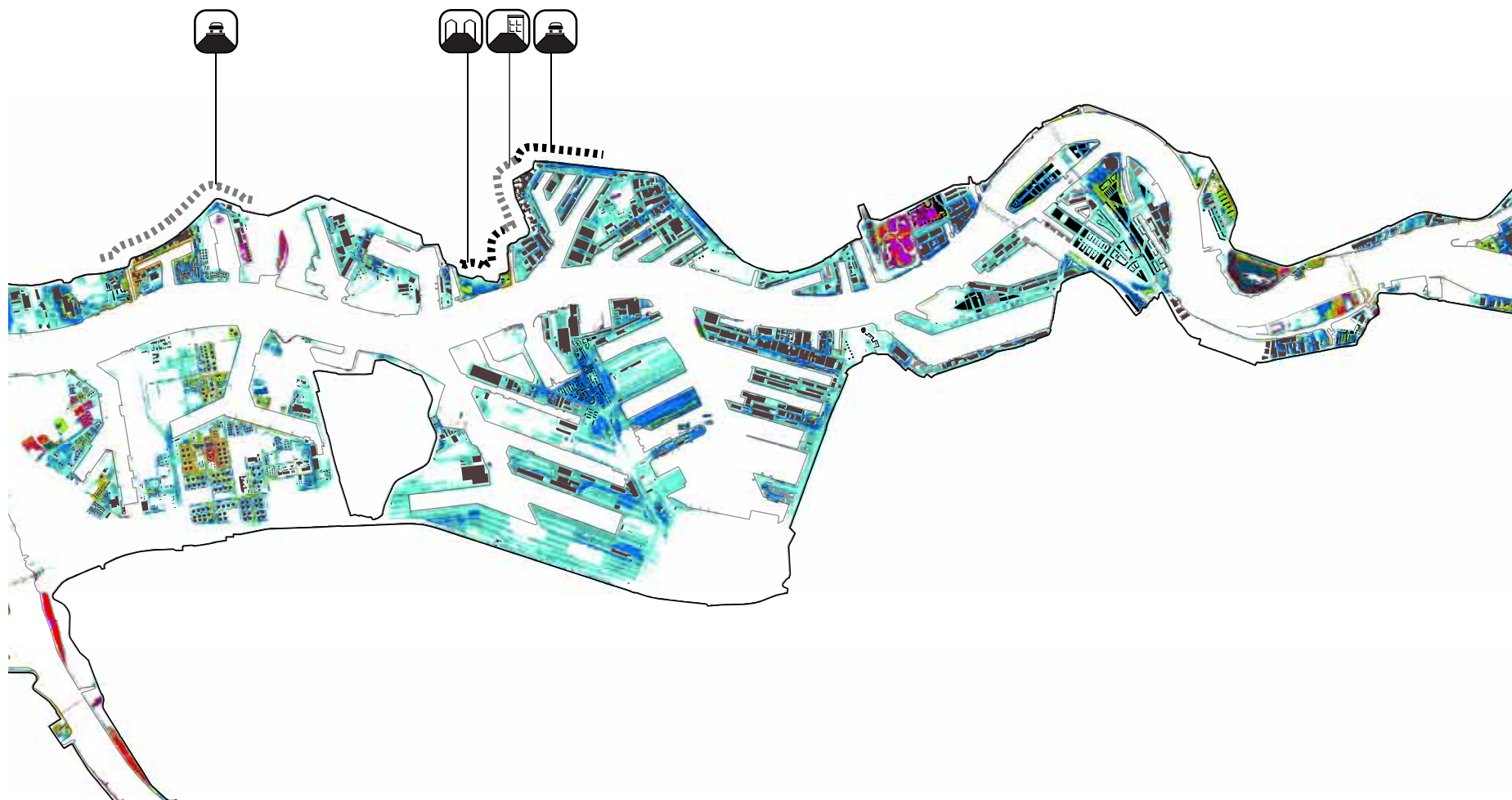
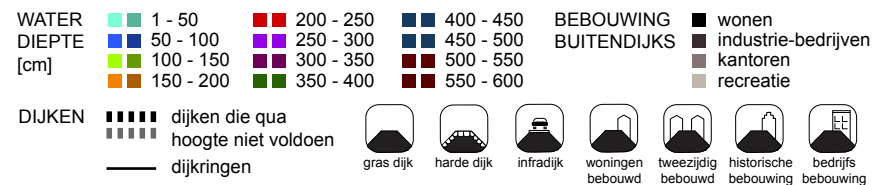
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 1000 Rotterdam

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

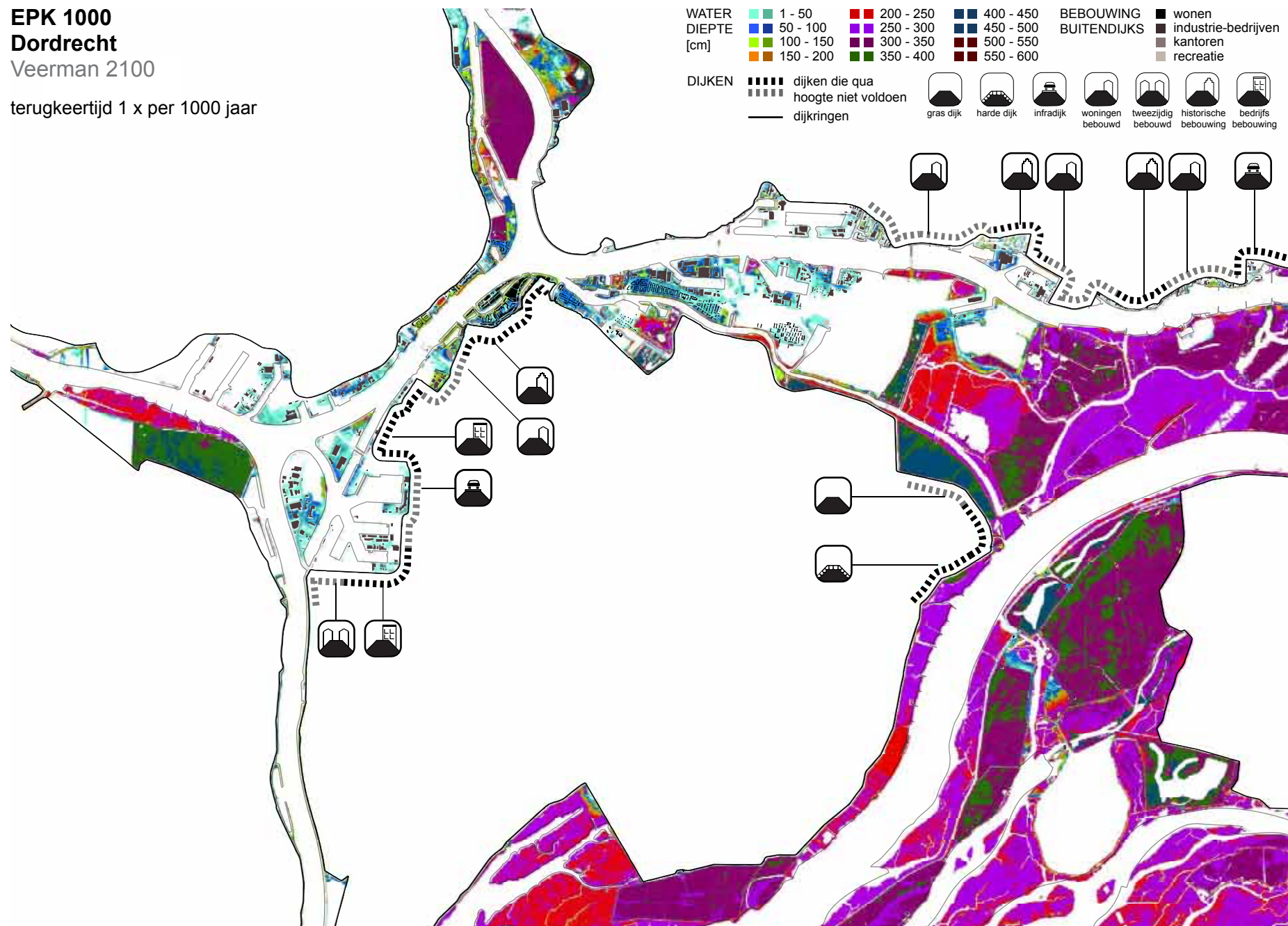


EPK 1000

Dordrecht

Veerman 2100

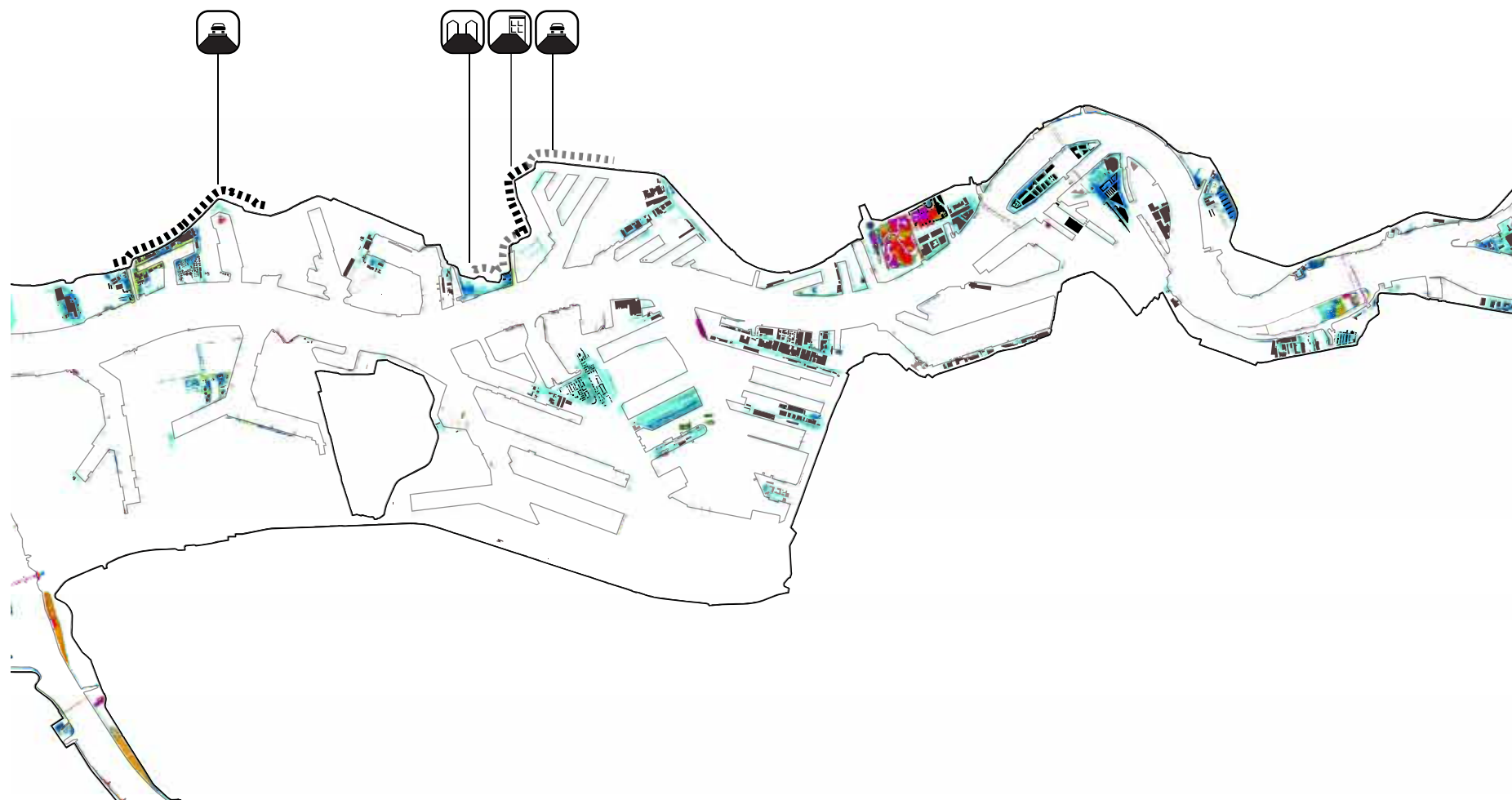
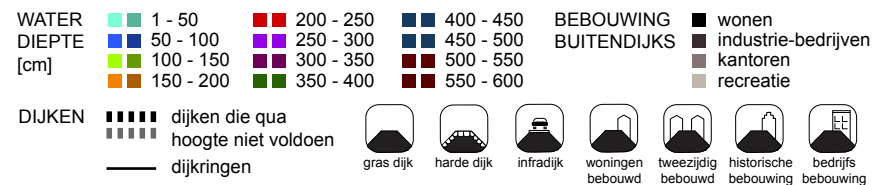
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000 + RK 1000 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 100 jaar

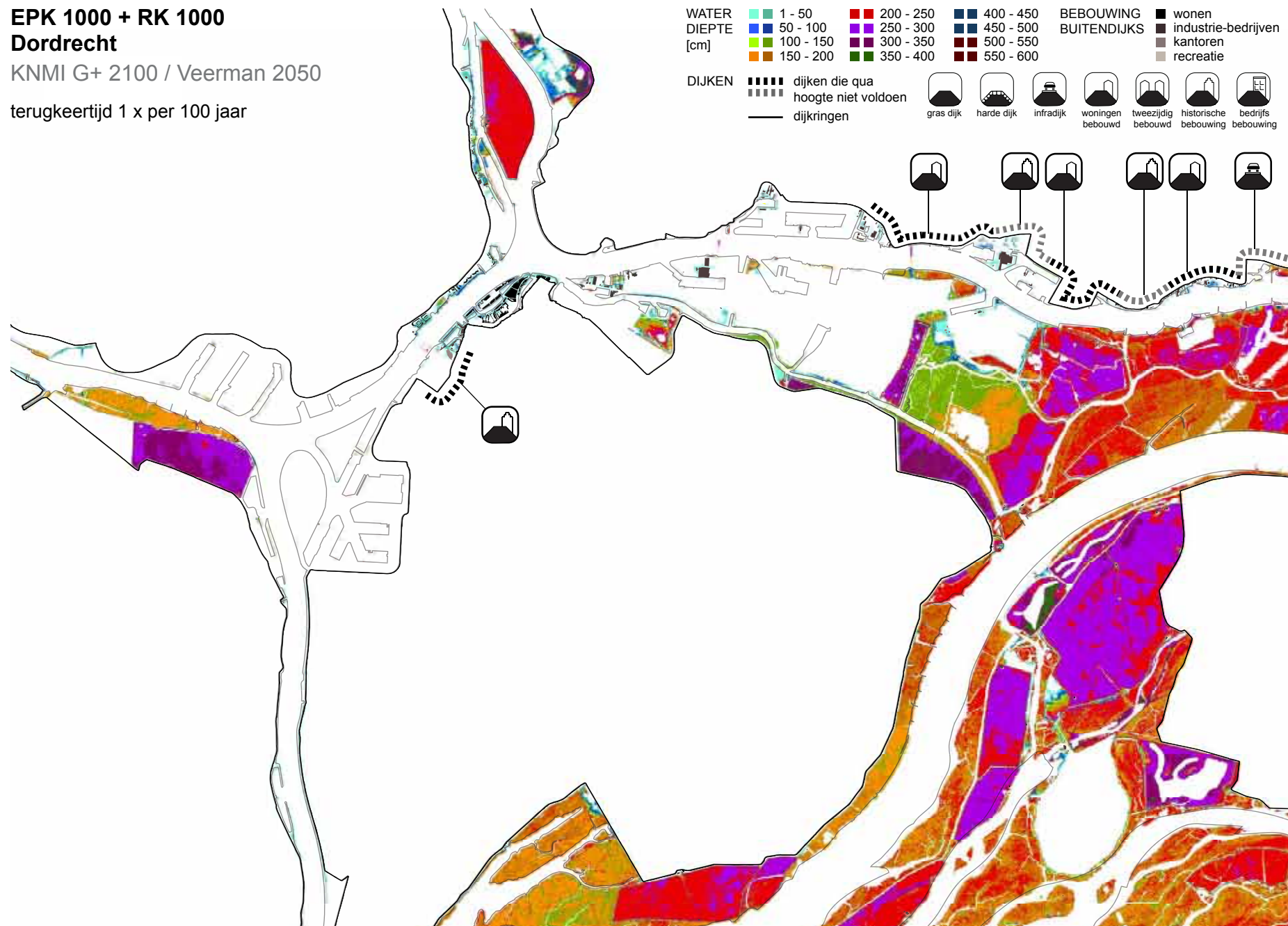


EPK 1000 + RK 1000

Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

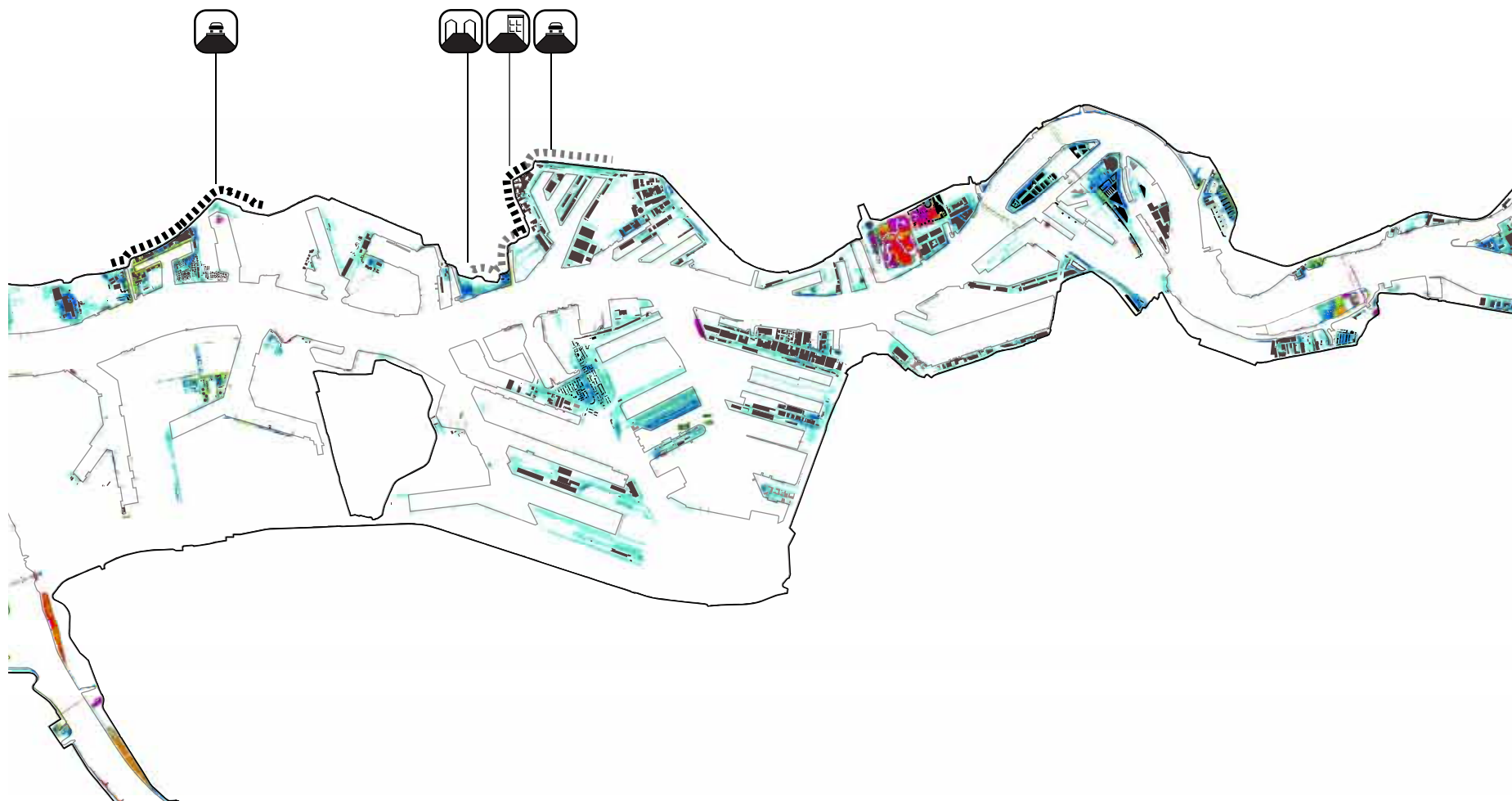
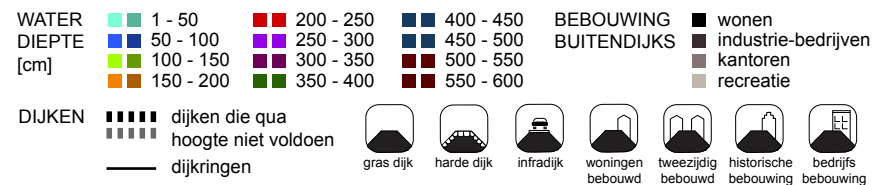
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 1000 + RK 1000 Rotterdam

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

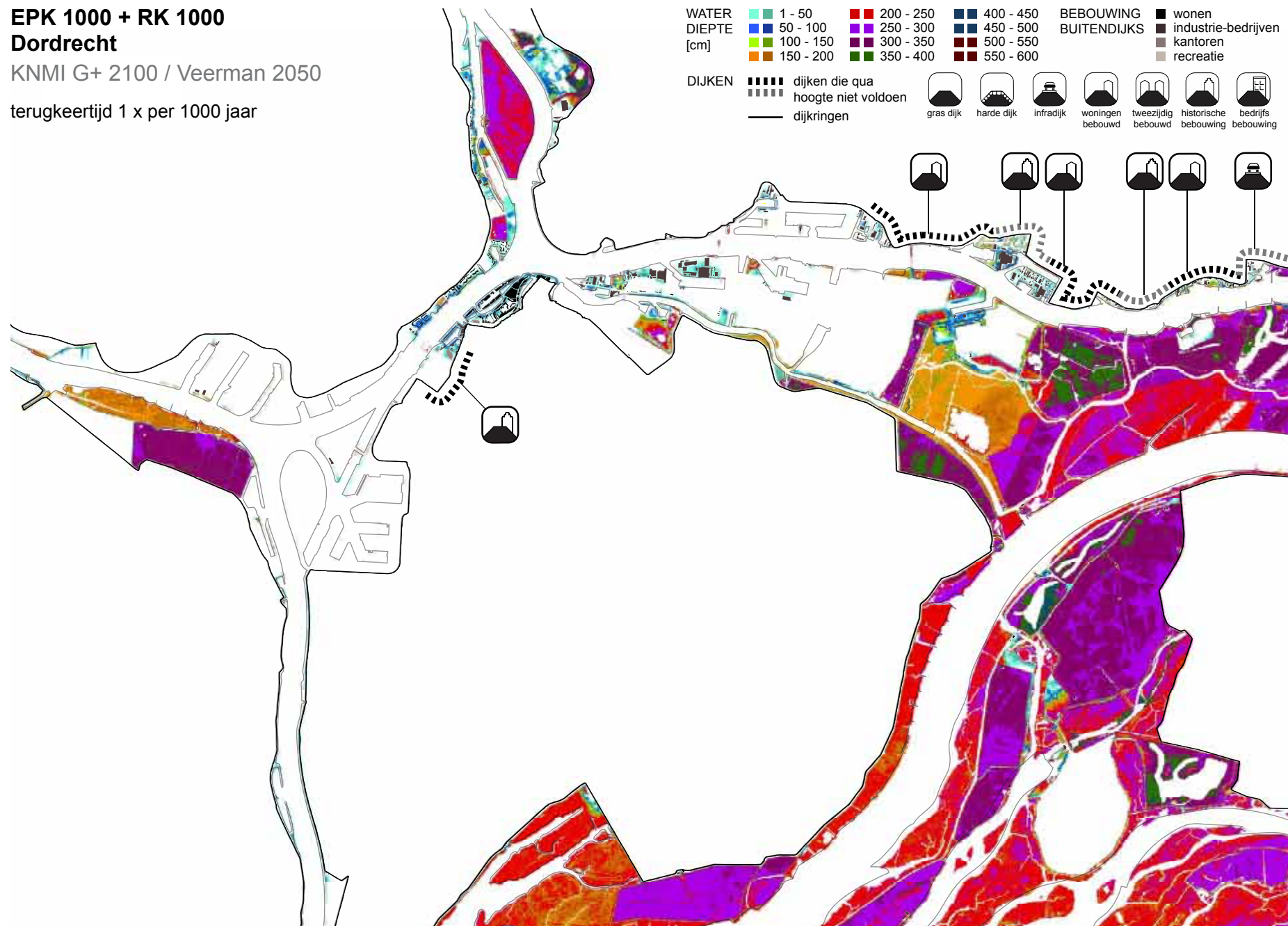


EPK 1000 + RK 1000

Dordrecht

KNMI G+ 2100 / Veerman 2050

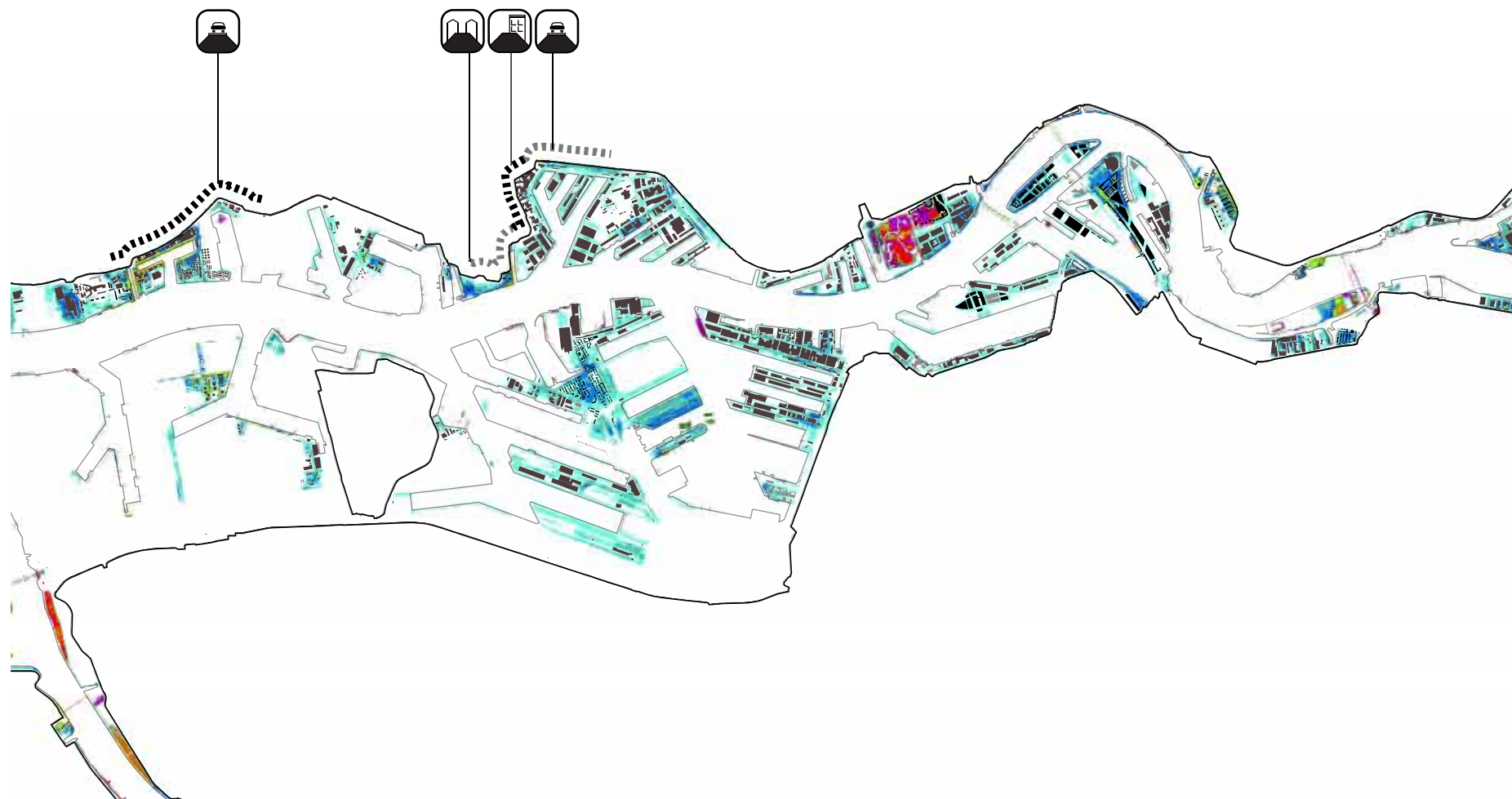
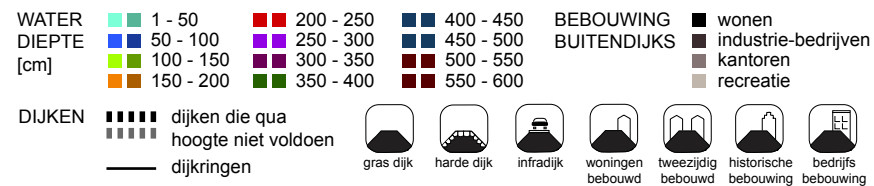
terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



EPK 1000 + RK 1000 Rotterdam

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 100 jaar

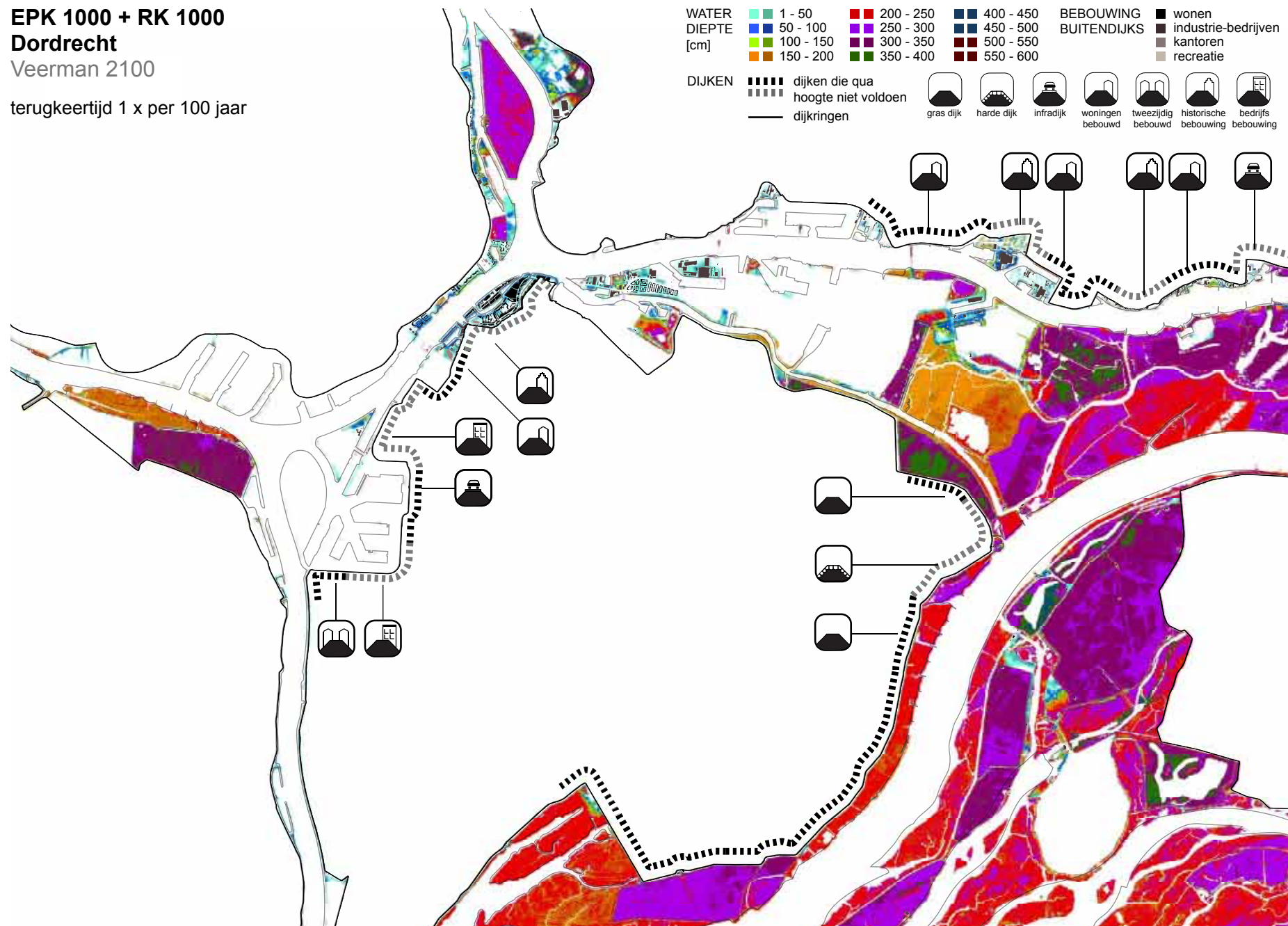


EPK 1000 + RK 1000

Dordrecht

Veerman 2100

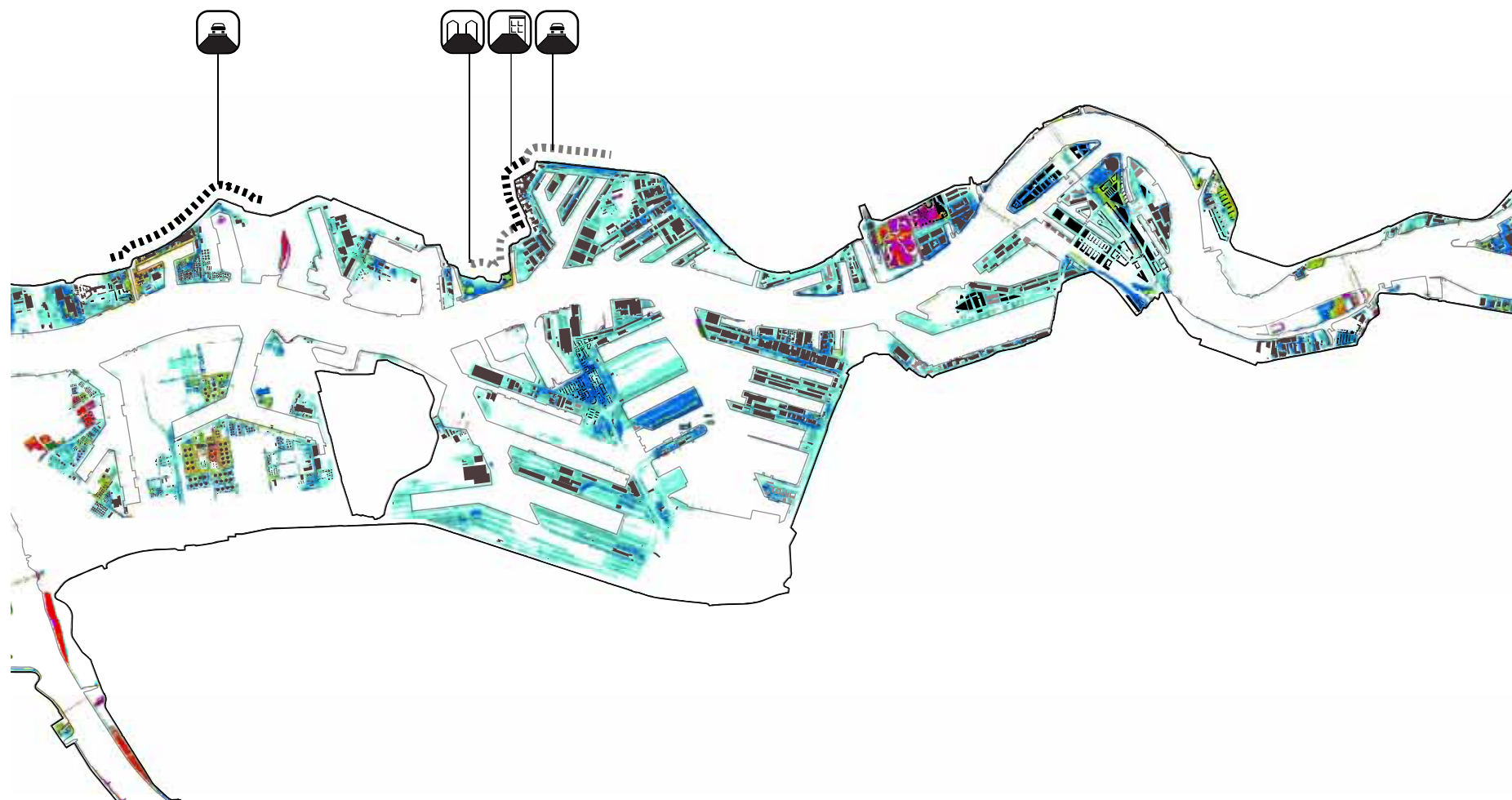
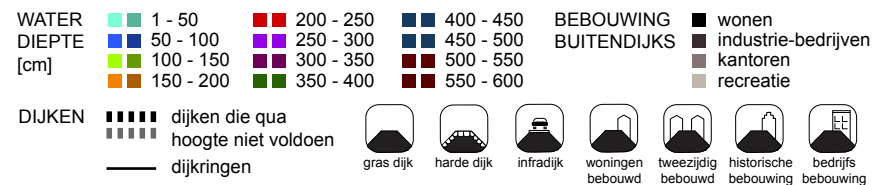
terugkeertijd 1 x per 100 jaar



EPK 1000 + RK 1000 Rotterdam

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar

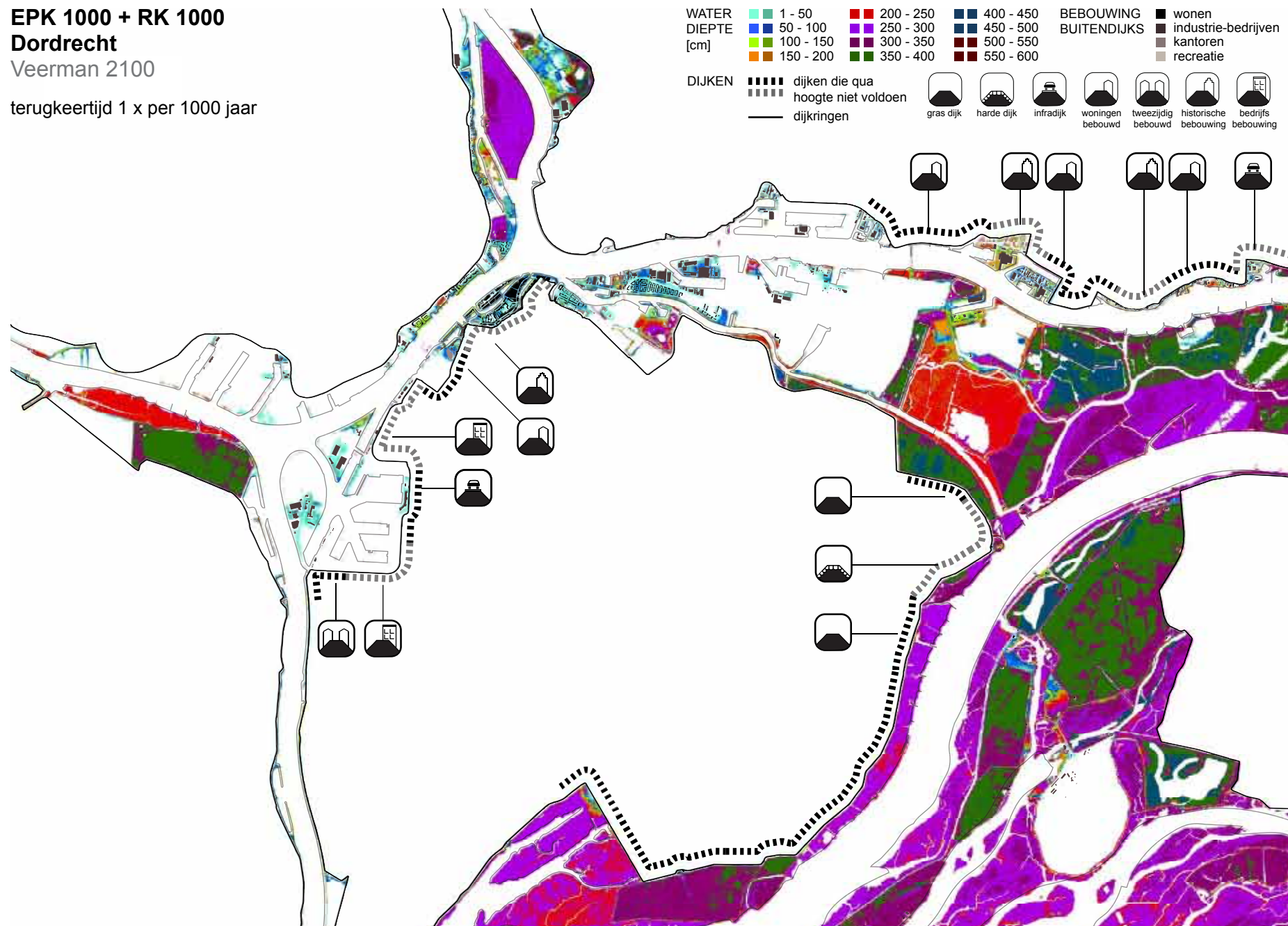


EPK 1000 + RK 1000

Dordrecht

Veerman 2100

terugkeertijd 1 x per 1000 jaar



Bijlage 5

Publicatie overzicht multifunctionele dijken

Literatuurstudie naar multifunctionele en 'doorbraakvrije' dijken

In de afweging tussen verschillende alternatieven voor de hoogwaterveiligheid in de Rijnmond spelen de kansen, problemen en kosten van dijken die afwijken van het 'standaard' dijkenprofiel een grote rol. Een studie naar 64 publicaties over de multifunctionele dijk, klimaatdijk, adaptieve dijk, superdijk, doorbraakvrije dijk, overloopdijk, wijk op de dijk, trapdijk, terpendijk en trippeldijk, in onder andere de steden Rotterdam, Vlissingen, Tiel, Katwijk, Scheveningen, Noordwijk, Delfzijl, Nijmegen, Kampen, Almere, Sliedrecht, Tokyo, Dhaka, Dordrecht en Deventer, van 1745 tot 2009, levert de volgende inzichten op, concluderend met de relevantie voor de afweging tussen de alternatieven voor een afsluitbaar open Rijnmond. Een aanzienlijk deel van de huidige dijken is al jaren, zelfs eeuwen, multifunctioneel. Vooral in stedelijk gebied, maar ook in landelijk gebied. Immers: zodra de dijk openbaar toegankelijk is, voegt de functie 'recreatie' zich bij 'waterkeren'. De vraag is minder óf een dijk multifunctioneel moet zijn, maar eerder met welke functies het geïntegreerd kan worden, en vooral of die functies openbaar zijn, of privaat. Multifunctionaliteit en bescherming tegen bezwijken zijn twee verschillende aspecten van een dijk, die vaak door elkaar worden gebruikt omdat ze een sterke relatie met elkaar hebben. Enerzijds

verzwakt multifunctionaliteit de dijk doordat de dijk extra belast wordt en controle op de waterkerende functie lastiger is, anderzijds levert multifunctionaliteit meer budget op, waardoor overdimensionering van de waterkering haalbaar is. De hydraulische randvoorwaarden waaraan een dijk moet voldoen, zijn wettelijk vastgelegd, maar de wijze waarop de dijk daaraan dient te voldoen, is dat niet; dit wordt overgelaten aan de lokale ontwerpers. Een dijkbouwer dient de dijk zo sterk mogelijk te maken binnen het beschikbare budget (dikwijls kiest hij voor het verhogen van de kruinhoogte van de dijk omdat overslag de dijk aanzienlijk verzwakt, of uit gemak). De vraag is niet of dijken verhoogd of doorbraakvrij moeten worden, maar 'hoe de kans op bezwijken optimaal te verkleinen is gegeven bepaalde hydraulische randvoorwaarden, het bestaande profiel, een gewenste functiecombinatie en een bepaald budget'. De mogelijkheden voor dijkversterking en multifunctionaliteit zijn dus eigenlijk alleen lokaal te bepalen. De Rijnmond afweging geldt echter voor het gehele gebied. De grote vraag is 'op welke manier verschillende veranderingen in hydraulische randvoorwaarden de lokale dijkentransformaties zullen beïnvloeden, en hoe dit doorwerkt in de alternatieven afweging'. Uit de literatuurstudie blijkt dat dijkversterking altijd mogelijk is als er

genoeg noodzaak is, en dat multifunctionele dijken haalbaar zijn als de druk van de bijkomende functie groot genoeg is. Wat de literatuur niet biedt, is een maat voor 'weerstand tegen veranderende hydraulische randvoorwaarden' per dijktype en voor verschillende soorten bijkomende (bestaande of gewenste) functiecombinaties. Deze maat is te construeren door een significant aantal lokale situaties te analyseren en die te extrapoleren naar min-of-meer algemeen geldende verhoudingen voor verschillende klassen dijken. Dat is onderwerp voor een vervolgstudie, waarbij dit literatuuronderzoek goed van pas zal komen.

Titel Document	Bestandsnaam	Auteur	Organisatie auteur	Jaar	Opdrachtgever / Evenement
Waterfronten Vlissingen	2009 Waterfronten Vlissingen - Gemeente Vlissingen - Crusio	W. Crusio	Gemeente Vlissingen	2009	Nationaal WaterWonen Congres 2009
Trapdijk - dé multifunctionele stadsdijk	2009 Trapdijk De multifunctionele stadsdijk - Rotterdam	Kennis voor Klimaat	hotspot Rotterdam	2009	Gemeente Rotterdam Gemeentewerken, Rotterdam Climate Initiative
Trapdijk - Multifunctionele, verstevigde waterkering zonder taluds	2009 Trapdijk - gem Rotterdam - van Leeuwen	Joep van Leeuwen	MRO, IGWR, Gemeente Rotterdam Gemeentewerken	2009	Gemeente Rotterdam, Hoogheemraadschap Delfland en DURA Vermeer.
The concept of adaptable flood defeses as a synergic and sustainable solution for the flood issues in the city of Nijmegen (NL)	2009 The concept of adaptable flood defeses as a synergic and sustainable solution for the flood issues in the city of Nijmegen (NL) - SASBE2009 - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2009	Proceedings SASBE 2009
The Battle of Tokyo and Dhaka Against Floods	2009 The Battle of Tokyo and Dhaka Against Floods - Built Environment VOL 35 NO 4 - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2009	Journal Built Environment on climate change, flood risk and spatial planning; volume 35, number 4
Pilot Waterfronten Walcheren - Kustversterking als gebiedsontwikkeling	2009 Pilot Waterfronten Walcheren - Kustversterking als gebiedsontwikkeling - Arcadis		Arcadis	2009	Gemeente Veere, Gemeente Vlissingen, Prov. Zeeland, waterschap Zeeuwse Eilanden
Ontwerpen op het raakvlak van water en ruimte - Handreiking en voorbeelden	2009 Ontwerpen op het raakvlak van water en ruimte - VROM	H. Bouwmeester, J. Elsinga, M. Hendrich, O. Lagendijk, H. der Nederlanden	VROM	2009	Ministerie van VROM in samenwerking met VenW, LNV en OCW
Ontwerp(en) van een Superdijk	2009 Ontwerp(en) van een Superdijk - Arcadis - van der Sande	C. van der Sande	TU Delft	2009	Arcadis
Multifunctionele Waterkeringen in stedelijke gebied - Uitdagingen en Casestudies	2009 Multifunctionele Waterkeringen in stedelijke gebied - TU Delft - Zevenbergen	C. Zevenbergen	TU Delft	2009	TU Delft, AT Osborne, Rijkswaterstaat, Ballast Nedam, Deltares, HKV, Dura Vermeer, Klimaatdijk, UNESCO-IHE, ABL2
Multifunctionele dijken - Enkele potentiële locaties	2009 Multifunctionele dijken - TU Delft - Meyer	Han Meyer	TU Delft	2009	TU Delft

Type Dijk	Type Document	Samenvatting	tekst, foto's, schetsen	aantal pagina's	Bron:
bebouwde dijk	presentatie	Een presentatie, in navolging van het rapport <i>Pilot Waterfronten Walcheren - Kustversterking als gebiedsontwikkeling</i> (2009), over de ontwikkeling van Vlissingen, toen, nu, ooit en straks. Er worden stedelijke ontwikkelingsplannen gepresenteerd voor 't Eiland, Boulevard de Ruyter, Boulevard Bankert en Boulevard Evertsen. Motto: Kustverdediging is gebiedsontwikkeling, Wijken op de Dijken!	tekst, foto's, schema's en illustraties	53	
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Informatieflyer	Gemeentewerken Rotterdam ontwikkelt de Trapdijk. Dit is een trapsgewijze dijk, waarvan de 'treden' gebruikt kunnen worden voor wegen, groen, bebouwing, parkeren, waterberging of andere functies. Omdat de Trapdijk geen talud heeft, kan alle ruimte optimaal benut worden. Het principe van de Trapdijk kan wereldwijd worden toegepast op nieuwe en bestaande dijken.	Tekst en plaatjes	2	www.Klimaatdijk.nl
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Presentatie	De trapdijk, meer ruimte voor waterveiligheid. Wat is de oplossing met de stijgende zeespiegel, onveilige waterkeringen en beperkte ruimte: De trapdijk. Tevens komt aan de orde hoe deze wordt geconstrueerd.	tekst, plaatjes, illustraties	15	www.Klimaatdijk.nl
bebouwde dijk	Paper	The concept of adaptable flood defenses (AFD) at the riverfront of Nijmegen	tekst, illustraties, foto's, schema's	8	TU Delft
	Paper	A comparison between Dhaka and Tokyo in flood management. This paper shows that both cities use similar flood protection structures, such as flood walls and embankments.	tekst en foto's van 'flood wall' en 'super levee'	21	TU Delft
bebouwde dijk	Rapport	Een project waarin antwoord is gegeven op de vraag hoe creatief en innovatief denken gecombineerd kan worden met robuuste en duurzame kustverdediging. De waterfronten van Westkapelle, Zoutelande en Vlissingen zijn onderwerp. De tijdshorizon daarbij ligt over minimaal 100 jaar. Hierbij wordt de stedelijke ontwikkeling i.c.m. de waterkering voor de komende 100 jaar in stappen doorgenomen.	tekst, schema's en illustraties	28	
	rapport	Voor de actie 'ruimtelijk ontwerpen met water' zijn 7 pilotprojecten opgezet bij verschillende watersystemen in Nederland. Per project zijn gemeenten, waterschappen, provincies en andere partijen aan de slag gegaan. Op het raakvlak van ruimte en water hebben zij ontwerp en ontwerpend onderzoek als instrumenten ingezet om tot plannen te komen die recht doen aan de ruimtelijke kwaliteit en de culturele eigenheid van de gebieden.	tekst, foto's, schema's en illustraties	80	
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Presentatie (afstuderen)	Proces voor het opzetten van een ontwerp voor een superdijk. Gekeken naar de waterveiligheid (Analyse, Ontwikkeling, Visie) en Functie Stedelijke ontwikkeling (Analyse, Ontwikkeling, Visie).	tekst, schema's, illustraties	21	www.Klimaatdijk.nl
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Informatie boekje	Verdere verstedelijking en klimaatverandering hebben de komende decennia grote invloed op de stedelijke waterkeringen en daarmee op de ruimtelijke kwaliteit van stad en landschap. Een discussie opgang brengen omtrent multifunctionele waterkeringen in stedelijk gebied langs de Hollandse rivieren, grenzend aan zee en in de polder.	tekst, foto's, illustraties, schema's	24	www.Klimaatdijk.nl
bebouwde dijk	Rapport	Vier mogelijke lokaties voor multifunctioneel gebruik van dijken: Den Helder, Vlissingen, Rotterdam-Boompjes en Rotterdam-Stadshavens.	Tekst, foto's, schema's	6	TU Delft

Startnotie/MER - Kustversterking Katwijk	2009 Kustversterking Katwijk - Hoogheemraadschap Rijnland	J. Remijn, E. Faassen, J. Doornekamp, J. Koopman, J. Vessies, S. Plate, E. van Essen, I. de Groot, A. Koopal, H. Oerlemans, M. Onderwater	Gemeente Katwijk, Prov. ZH, RWS, Arcadis, Okra, Alkyon	2009	Hoogheemraadschap Rijnland
Klimaatdijk - Een verkenning	2009 Klimaatdijk een verkenning - KvK - Hartog, van Loon-Steensma, Schelfhout, Slim, Zantinge	M. Hartog, J.M. van Loon-Steensma, H. Schelfhout, P.A. Slim, A. Zantinge	Grontmij Nederland bv, Wageningen UR, Deltares, Wageningen UR, Alterra	2009	Kennis voor Klimaat
Dordrecht - presentatie Stadswerven	2009 Dordrecht - presentatie Stadswerven - gemeente Dordrecht		Gemeente Dordrecht	2009	Gemeente Dordrecht
Dike relocation Nijmegen-lent: example of adaptive water management?	2009 Dike relocation Nijmegen-lent: example of adaptive water management - NIG - Cuppen, Redeker, Stalenberg	M.E. Cuppen, C. Redeker, B. Stalenberg	TU Delft	2009	Proceedings of NIG Workconference 2009
Dijk en Meer - Eindrapportage verkenning Toekomst Afsluitdijk	2009 Dijk en Meer - RWS		RWS	2009	RWS, Provincie Friesland, Provincie Noord-Holland
Dakpark Vierhavenstrip - Multifunctionele waterkering in Rotterdam	2009 Dakpark Vierhavenstrip - gem Rotterdam - van Leeuwen	Joep van Leeuwen	Gemeente Rotterdam Gemeentewerken	2009	Gemeente Rotterdam, Hoogheemraadschap Delfland en DURA Vermeer.
Jansen (SP): alle waterschappen moeten beleid voor bouwen bij dijken uitstippelen	2009 alle waterschappen moeten beleid voor bouwen bij dijken uitstippelen - WaterForum Online	WaterForum Online	WaterForum Online	2009	
Waterveiligheid 21e eeuw, Kengetallen Kosten-ba tenanalyse	2008 Waterveiligheid 21e eeuw - Kind	Jarl Kind	RWS/Waterdienst, Ministerie van Verkeer en Waterstaat	2008	Directoraat - Generaal Water
Visiebeeldboek 02 - Klimaatdijk	2008 Visiebeeldboek 02 Klimaatdijk - Klimaatdijk - van Duijvenbode	JD. Van Duijvenbode, T. Siemerink	Rijkswaterstaat, CUR Bouw & Infra	2008	Klimaatdijk, Rijkswaterstaat, Kennis voor Klimaat, CUR Bouw & Infra
Visiebeeld Klimaatdijk - de mooiste, veiligste en duurzaamste delta - 1e Versie	2008 Visiebeeld Klimaatdijk versie 1 - klimaatdijk - van Duijvenbode	B. van den Reek, F. Braaksma, JD. Van Duijvenbode, M. Leewis, P. Bernardini	Rijkswaterstaat, CUR Bouw & Infra	2008	Klimaatdijk
Urban Flood Protection Chart (UFPC)	2008 Urban Flood Protection Chart - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2008	Proceedings of the international urban water conference on 15-19 September 2008

	rapport	De voornaamste reden voor het uitvoeren van de planstudie 'Kustversterking Katwijk' is de veiligheid van het achterland te waarborgen. Dat houdt in dat de waterkering bestand moet zijn tegen maatgevende waterstand met een kans op voorkomen van 1/10.000 per jaar. De waterkering in Katwijk voldoet niet aan die norm. Daarnaast is er de wens bij betrokken partijen voor het versterken van de ruimtelijke kwaliteit van Katwijk.	tekst, illustraties en schema's	70	
	Paper	Het concept van de Klimaatdijk richt zich op een dijk waarover enige golfoverslag en zelfs beperkte overstroming mogelijk is, maar waarbij oncontroleerbare dijkdoorbraken met allesverwoestende overstromingen van het achterland wordt uitgesloten. Een ander kenmerk van de Klimaatdijk is het integrale multifunctionele karakter.	tekst, foto's, illustraties, schema's	88	www.Klimaatdijk.nl
bebouwde dijk	presentatie	Een project voor de stadswerven van Dordrecht. Dordrecht heeft te kampen met waterproblemen. In het centrum dient de Voorstraat als primaire waterkering en wordt het water tegengehouden door <i>floodboards</i> . Voor stedelijke uitbreiding gaat Dordrecht naar de stadswerven, ook wel de punt genoemd. Daarvoor moet de lokatie opgehoogd en afgegraven worden.	tekst, foto's, schema's en illustraties	38	
	Paper	This paper will provide an evaluation of the dike relocation plan, based on a number of adaptive water management criteria, both from a technical/ spatial point of view and from a more process orientated point of view.	tekst	22	TU Delft
	rapport	In de verkenning ontwikkelden vier consortia van marktpartijen hun visie op de benodigde renovatie van de Afsluitdijk. Aanvankelijk zijn acht consortia uitgenodigd een visie op de toekomst van de Afsluitdijk op te stellen. Vier daarvan zijn op basis van een eerste ontwerp gevraagd deze verder uit te werken, met als resultaat de vier visies die in deze rapportage worden besproken.	tekst, foto's, schema's en illustraties	110	
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Presentatie	Combineren van functies in stedelijk gebied t.h.v. Vierhavenstraat Rotterdam.	tekst, plaatjes, illustraties	8	www.Klimaatdijk.nl
	Nieuwsbericht	Bouwen in de buurt van waterkeringen zou verboden moeten worden omdat het het onderhoud van de keringen lastig maakt en later ook niet uit te breiden meer zijn.	tekst	2	www.waterforum.net
	onderzoeksrapport	Wat zijn de kosten en baten van de optimale veiligheidsniveaus per dijkkring doordat de economische waarde en bevolking achter de dijken is toegenomen.	tekst	148	
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk		Via het concept Klimaatdijk beogen de initiatiefnemers op het raakvlak water/landschap nieuwe oplossingen te ontwikkelen die, met de water-veiligheidseisen als absolute randvoorwaarde, perspectief te bieden voor inpassingvraagstukken die de noodzakelijke dijkversterkingen met zich meebrengen. Overlooptdijk, Terpendijk, Trippeldijk	tekst, foto's, illustraties, schema's	60	www.Klimaatdijk.nl
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Visiebeeld Rapport	Met de veranderingen in het klimaat wordt het tijd voor een dijk die klimaatbestendig is, de klimaatdijk. Een duurzame klimaatdijk die op de zeer lange termijn, ook wanneer de klimaatverandering een onverwachte wending neemt, nog voldoende veiligheid kan bieden. De klimaatdijk, een dijk waarbij meerdere functies en innovatieve oplossingen worden gecombineerd met drie thema's: veilig, duurzaam en mooi.	tekst, foto's, illustraties, schema's	62	www.Klimaatdijk.nl
bebouwde dijk	Paper	Urban types in combination with flood retaining structures. Decision tool; flood protection; river cities; urban planning	tekst, illustraties, foto's	8	TU Delft

Tiel Oost, Droger en mooier. Voorkeursscenario voor het bestrijden van wateroverlast	2008 Tiel Oost, Droger en mooier - Gemeente Tiel	Gemeente Tiel, Waterschap Rivierenland.	Gemeente Tiel	2008	Gemeente Tiel
Overview of Flood Retaining Structures in the Netherlands	2008 Overview of Flood Retaining Structures in the Netherlands - ISFD4 - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2008	4th International Symposium on Flood Defence: Managing Flood Risk, Reliability and Vulnerability Toronto, Ontario, Canada, May 6-8, 2008
Japanese lessons for Dutch urban flood management	2008 Japanese lessons for Dutch urban flood management - WDU - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2008	Proceeding of Water Down Under 2008
Informatieavond kustversterking Katwijk	2008 Informatieavond kustversterking Katwijk - Hoogheemraadschap Rijnland	P. Groen, E. van Essen, J. Remijn	Hoogheemraad Rijnland, Arcadis, Rijnland	2008	Hoogheemraadschap Rijnland
Folder Klimaatdijk Japans	2008 Folder Klimaatdijk Japans	Japan	Japan	2008	Japan
De dijk van de toekomst? Quick scan Doorbraakvrije dijken	2008 De dijk van de toekomst - VenW - Silva, van Velzen	Wim Silva, Emiel van Velzen	Rijkswaterstaat Waterdienst, Deltares	2008	Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Water
Urban Flood Protection: Two Strategies	2007 Urban Flood Protection: Two Strategies - ICWFM-2007 - Redeker, Stalenberg	C. Redeker, B. Stalenberg	TU Delft	2007	International Conference on Water & Flood Management (ICWFM-2007), 12 - 14 March 2007, Dhaka, Bangladesh
Urban Flood Protection Strategies	2007 Urban Flood Protection Strategies - NCR - Redeker, Stalenberg	C. Redeker, B. Stalenberg	TU Delft	2007	Proceedings NCR-days 2006
Tokyo and Dhaka: their battle against floods	2007 Tokyo and Dhaka their battle against floods - NCR - Stalenberg	B. Stalenberg	TU Delft	2007	Proceedings NRC-days 2007
Super Levees Guidebook, Living with Nature	2007 Super Levees Guidebook, Living with Nature - Arakawa-Kayru River Office	Arakawa-Kayru River Office	Arakawa-Kayru River Office	2007	Ministry of Land, Infrastructure and Transport
River Basin Management	2007 River Basin Management - Stalenberg	B. Stalenberg	TU Delft	2007	Symposium Urban Water Management; Japanese State of the Art
Integrated Coastal Zone Development - A process approach based on ComCoast experiences	2007 Integrated Coastal Zone Development - ComCoast	Stefan Nijwening, Sander de Vuyst	Royal Hansconing	2007	ComCoast
Creative Flood Protection Designs in an Urban Environment	2007 Creative Flood Protection Designs in an Urban Environment - IAHR - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2007	32nd congress of IAHR: Harmonizing the demands of art and nature in hydraulics

Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	rapport	De klimaatdijk is een van de oplossingen voor het waterprobleem van Tiel. Door de dijk aan weerszijden te verbreden, wordt deze stabiel en dat biedt nieuwe mogelijkheden: een hooggelegen wandelgebied met uitzicht over de rivier, woningen langs de dijk en bouwen in de Kleine Willemspolder.	tekst, foto's, illustraties, schema's	50	www.Klimaatdijk.nl
bebouwde dijk	Paper	fluvial floods, urban areas, flood retaining structures, classification. Flood retaining structures in urbanized areas.	tekst, foto's, illustraties, schema's	8	TU Delft
	Paper	Flood control in the Netherlands and in Japan	tekst	10	TU Delft
	presentatie	De problemen van de huidige waterkering van Katwijk en drie mogelijke oplossingen: zeewaarts, landwaarts en consolideren. Alles met oog op veiligheid en ruimtelijke kwaliteit.	tekst, foto's en schema's	25	
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Folder	De klimaatdijk, brede dijk of superdijk als oplossing voor de waterproblematiek in Tokio, Japan.	Tekst (Japans), foto's, illustraties, schema's	20	www.Klimaatdijk.nl
	Rapport	Een verkenning of doorbraakvrije dijken in Nederland haalbaar en betaalbaar zijn. Gekeken is naar dijken langs de zee, in het rivierenlandschap en historische IJsselmeerdijken om die goed in te passen in het landschap.	tekst, foto's, illustraties, schema's	85	www.Klimaatdijk.nl
	Paper	This is a research of urban flood protection strategies capable of creating a surplus value for the affected cities. The demand for improved flood protection can be approached in two ways - via river containment, or - via river expansion.	tekst	8	TU Delft
bebouwde dijk, verharde dijk	Paper	Flood protection for urbanised areas can be developed in two ways: river expansion strategies in an urban context and adaptable flood defences for urban areas	tekst en images	2	TU Delft
	Paper	Tokyo and Dhaka. Both cities use similar flood protection structures, such as floodwalls and embankments. There are also differences in flood control. Aesthetics and an appealing waterfront are in Bangladesh of less importance than in the more developed Japan.	tekst en foto's	2	TU Delft
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Folder	Floodings in the Arakawa River (Tokio, Japan), its history, the flood control and the introduction of super levees. What affect will the introduction of the super levee have on the city, safety, restrictions, work, money, etc?	tekst, foto's, illustraties, schema's	35	www.Klimaatdijk.nl
bebouwde dijk	Presentatie	Plan voor een superlevee in Japan. In de presentatie wordt de traditionele dijk vergeleken met de superlevee	tekst, foto's, plaatjes, illustraties	52	TU Delft
	Rapport	In this booklet, the ComCoast ideas and concepts on flood management, related with the development of a multifunctional coastal zone are described. The concept of integrated coastal zone development will be introduced as well as the need for a process approach. Further on a process model for integrated coastal zone development processes will be presented. This model provides a framework. It should act as a source of inspiration for all parties involved in flood management and planning in the coastal zone. The last part is more practical. It focuses on several challenges for the implementation of more ComCoast-like developments in the future.	tekst, foto's schema's	27	www.ComCoast.org
bebouwde dijk, open groene dijk	Paper	developing creative designs which combine the technical function of flood protection with urban functions	tekst, foto's en schetsen van multifunctionele dijken	10	TU Delft

Beleidslijn Kust + Beleidslijn Kust Toelichting	2007 Beleidslijn Kust - VenW, VROM		Ministerie van VenW en VROM	2007	Ministerie van VenW en VROM
Primaire waterkeringen getoetst, Landelijke Rapportage Toetsing 2006	2006 Primaire waterkeringen getoetst - MinV&W	Min. V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat	2006	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Interaction between Dutch flood protection and Urbanisation	2006 Interaction between Dutch flood protection and Urbanisation - ISLT - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2006	International Symposium of Lowland Technology September 14-16 2006 in Saga, Japan
Innovative flood management solutions and spatial development - A wider approach in coastal management	2006 Innovative flood management solutions and spatial development - ComCoast	ComCoast	Rijkswaterstaat, Provincie Zeeland, Provincie Groningen, University of Oldenburg, Environment Agency, Waterways & Seacanal NV, Danish Coastal Authority, Hulst, Waterboard Zeeuwse Eilanden, Waterboard Zeeuws Vlaanderen	2006	ComCoast
Innovatieve Wateroplossingen voor Japan	2006 Innovatieve Wateroplossingen voor Japan - de Graaf	Rutger de Graaf	TU Delft	2006	Indrukken van het bezoek aan Japan, 6 tot 18 september 2006. Stedelijk Waterbeheer
Adaptable Flood Defences	2006 Adaptable Flood Defences - WCAEBE - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2006	CD-ROM for World Conference on Accelerating Excellence in the Built Environment 2006
Veiligheid Nederland in kaart, Hoofdrapport onderzoek overstromingsrisico's	2005 Veiligheid Nederland in kaart - RWS - van Westen	C.J. van Westen	VNK	2005	Rijkswaterstaat, ministerie van Verkeer en Waterstaat
Urban flood control in the Netherlands	2005 Urban flood control in the Netherlands - URRC - Stalenberg, Vrijling	B. Stalenberg, J.K. Vrijling	TU Delft	2005	Urban River Rehabilitation proceedings for International Conference on Urban River Rehabilitation URRC 2005
Time scales: key role in flood control and development of the urban river landscape	2005 Time scales - NCR - Nienhuis, Muller, Stalenberg	A.J. Nienhuis, M. Muller, B. Stalenberg	TU Delft	2005	NCR-days 2005, Research on River Dynamics from geological to operational time scales
Optimal design of multifunctional flood defences in urban areas: Case study Deventer (NL)	2005 Optimal design of multifunctional flood defences in urban areas - ISSH - Stalenberg	B. Stalenberg	TU Delft	2005	ISSH - Stochastic Hydraulics 2005 - 23 and 24 May 2005 - Nijmegen - The Netherlands
Holle Volle Dijk, bouwstenen voor Wonen en Waterberging in de Haarlemmermeer.	2005 Holle Volle Dijk - Dura Vermeer	Bouwen met Water, Leven met Water	Advin, Bureau Middelkoop, Bouwfonds MAB ontwikkeling, Dura Vermeer, EIB, OK Architecten, Royal Haskoning, Ymere ontwikkeling	2005	Gemeente Haarlemmermeer, Hoogheemraadschap Rijnland, Houwing, Provincie Noord Holland
ComCoast Facts, wat is ComCoast	2005 ComCoast Facts - ComCoast	ComCoast	ComCoast	2005	ComCoast

	rapport	Deze beleidslijn is van toepassing in het kustfundament en de primaire waterkeringen van de Waddenzee en de Eems-Dollard. De kust is onderdeel van de nationale Ruimtelijke Hoofd structuur. Het Rijk heeft voor de kust de volgende doelstelling: waarborging van de veiligheid tegen overstromingen vanuit zee met behoud van de (inter)nationale ruimtelijke waarden waarbij de gebiedspecifieke identiteit een belangrijke kernkwaliteit is.	tekst, foto's, schema's en illustraties	86	
	rapport	Een rapport t.a.v. de tweede toetsing m.b.t. de veiligheid aan de primaire waterkeringen. Om de veiligheid te vergroten zijn een aantal rollen aangewezen aan betrokken partijen en instanties.	tekst, illustraties en foto's	16	min. V&W
	Paper	Analysis about the history of flood protection related to the history of the city's along the Rhine branches.	tekst, foto's	6	TU Delft
	Rapport	ComCoast is a European project which develops and demonstrates innovative solutions for flood risk management in coastal areas. In this report there has been dealt with <i>Foreshore solutions</i> and <i>Landward solutions</i> in coastal zones. Also several ComCoast projects in practise are shown in Denmark, Germany, The Netherlands and the UK.	tekst, foto's en illustraties	14	www.ComCoast.org
Infradijk, bebouwde dijk, park dijk, open groene dijk, verharde dijk	Presentatie	Innovaties in Japan, met oa de super levee Arakawa	tekst, foto's	15	www.Klimaatdijk.nl
bebouwde dijk	Paper	Adaptable flood defenses, ie adaptable building as flood defense	tekst, foto's, schema's	8	TU Delft
	rapport	Dit rapport bevat de uitkomsten van het onderzoek naar de overstromingsrisico's in de 16 dijkkringgebieden in Nederland. In dit rapport worden zowel de methode als ook de uitkomsten weergegeven.	tekst, schema's, foto's	141	
bebouwde dijk	Paper	Flood defenses in urban areas	tekst, foto's	6	TU Delft
	Paper	How to protect river cities now and in the future from flooding, maintaining and developing an attractive landscape, and meeting the wishes of different stakeholders at the same time?	tekst	2	TU Delft
bebouwde dijk, verharde dijk	Paper	Multifunctioneel gebruik van een waterkering in stedelijk gebied (Deventer thv de IJssel)	tekst, foto's, illustraties, schema's	9	TU Delft
	rapport	Waterberging mbv volle en holle dijken in de Haarlemmermeerpolder.	tekst, foto's, plaatjes, illustraties	36	Dura Vermeer
	Infosheet	ComCoast is een Europees project dat innovatieve oplossingen ontwikkelt en presenteert om kustgebieden te beschermen tegen overstromingen. ComCoast richt zich op het ontwikkelen van multifunctionele waterkeringszones langs de kust die een geleidelijker overgang bieden van zee naar land, die de bevolking en het milieu in de kuststreken ten goede komen en die economisch haalbaar zijn.	tekst	2	www.ComCoast.org

Optimal design of multifunctional flood defences in urbanized areas	2004 Optimal design of multifunctional flood defences in urbanized areas - NCR2004 - Stalenberg, Nienhuis	B. Stalenberg, A. Nienhuis	TU Delft	2004	Poster-presentation NCR-days 2004 in Wageningen
Optimal design of multifunctional flood defences in urbanized areas	2004 Optimal design of multifunctional flood defences in urbanized areas - NCR - Nienhuis, Stalenberg	A.J. Nienhuis, B. Stalenberg	TU Delft	2004	NCR-days 2004: Research for managing rivers: present and future issues
Combikering Den Helder? - Een verkenning naar zeeweringen in de toekomst. Een pilot van het WINN-thema Kust	2004 Combikering Den Helder - WINN - Löffler	M. Löffler	Rijkswaterstaat-RIKZ	2004	Directoraat-Generaal Water van het ministerie van Verkeer en Waterstaat uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Kust en Zee van Rijkswaterstaat
Waterkering in de stad - IJsselzone binnenstad - Deventer	2003 Waterkeringen in de stad - Stalenberg	B. Stalenberg	TU Delft	2003	TU Delft, Afstudeeronderzoek
De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland - Hoofdrapport - Resultaten van de eerste toetsronde van 1996 - 2001	2003 De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland - MinV&W	Min. V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat	2003	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Tekst Wet op de waterkering	2002 Tekst Wet op de waterkering - Beatrix	Beatrix		2002	
Waterkering Dordrecht Bijlage B: Ontwerpfase	1998 Waterkering Dordrecht Bijlage B Ontwerpfase - TU Delft - van't Verlaat	Sjaak van't Verlaat	TU Delft	1998	TU Delft, Afstudeeronderzoek
Waterkering Dordrecht	1998 Waterkering Dordrecht - TU Delft - van't Verlaat	Sjaak van't Verlaat	TU Delft	1998	TU Delft, Afstudeeronderzoek
Grondslagen voor Waterkeren	1998 Grondslagen voor Waterkeren - RWS - van der Kleij	W. van der Kleij	Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen	1998	Rijkswaterstaat, ministerie van Verkeer en Waterstaat
ontwerpfilosofie bij waterkeringen	1991 Ontwerpfilosofie bij waterkeringen - Land+water - Verhagen	H.J. Verhagen	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft	1991	Land+Water
Proefproject Dijkverbetering Sliedrecht - eindrapportage projectgroep Proefproject Dijkverbetering Sliedrecht	1986 Proefproject Dijkverbetering Sliedrecht - RWS	projectgroep Proefproject Dijkverbetering Sliedrecht	Rijkswaterstaat - Directie Sluizen & Stuwen	1986	Rijkswaterstaat - Directie Sluizen & Stuwen

	Poster	Research goal is to find a method which can help to design multifunctional flood defences in urban areas. The research focuses on the design of new flood defences in new water management systems which have a surplus value to the spatial structure of city and landscape.	tekst en foto's	1	TU Delft
bebouwde dijk	Paper	Zoeken van een methode voor het opzetten van multifunctionele waterkeringen in stedelijk gebied.	tekst, foto's	2	TU Delft
bebouwde dijk	Rapport (Samenvatting)	Een aantal ideeën om de zeekering bij Den Helder te combineren met andere functies wordt onderzocht, conclusies worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan.	Tekst, illustraties, schema's	8	Rijkswaterstaat
bebouwde dijk, verharde dijk	Rapport (Afstudeerrapport)	Multifunctioneel gebruik van een waterkering in stedelijk gebied (Deventer thv de IJssel)	tekst, foto's, illustraties, schema's	432	TU Delft
	rapport	Een rapport t.a.v de veiligheid en de veiligheidsnormen van de bestaande waterkeringen. Op 1 januari 2002 voldoet 50% van de primaire waterkeringen aan de wettelijke veiligheidsnormen.	tekst en kaart van NL	24	min. V&W
	wet	Wetten mbt de dijken en de vastgestelde wettelijke veiligheidsnormen.	tekst	14	
	Rapport	Berekeningen met betrekking tot de geïntegreerde keermuur in de buitendijkse huizen van de Voorstraat in Dordrecht.	tekst en berekeningen	168	TU Delft
	Rapport (Afstudeerrapport)	Een keermuur geïntegreerd in de buitendijkse huizen van de Voorstraat is het meest veelbelovende alternatief om het beschermde stadsgebied van Dordrecht watervrij te houden.	tekst, foto's, schema's	72	TU Delft
	rapport	Dit document van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW), beschrijft (1) de systemen die leiden tot de noodzaak van waterkeren, (2) de systemen die de functie hebben om het water te keren of die daaraan gebonden zijn en waaraan ook een functie wordt toegekend, en (3) de besluitvormingssystemen.	tekst, schema's, foto's	167	
	Artikel Tijdschrift	De ontwerpfilosofie voor dijkverhoging door bepaalde kunstwerken. Oplossingen zijn zeer kostbaar en te weinig wordt de levensduur en bijzondere aard van de waterkering in acht genomen. Er moet meer gekeken worden naar de verre toekomst en niet meer "wie dan leeft, die dan zorgt."	tekst	7	TU Delft
bebouwde dijk	Rapport	Zeven verschillende alternatieven voor dijkverbetering in Sliedrecht met elk alternatief verschillende varianten. De alternatieven worden beschreven en vergeleken. Alternatieven variëren van beweegbare constructies tot dijke verzwaring en verlegging.	tekst, foto's, illustraties, schema's	82	TU Delft

Doorbraakvrije Zeedijken	1955 Doorbraakvrije Zeedijken - Edelman	T. Edelman	RWS	1955
Natuur- en wiskundige verhandeling over het aanleggen en versterken der dyken	1745 Het aanleggen en versterken der dyken - van Bleiswyk	Pieter van Bleiswyk	Leiden University	1745
Thames Estuary Masterplan 2050, Offshore Living - Re-used Marine Structures	Thames Estuary Masterplan 2050, Offshore Living - Re-used Marine Structures - RIBA London	RIBA London		
Gebundelde innovaties	Gebundelde innovaties - Deltares		Deltares	Deltares
Design Principles Defense systems	Design Principles Defense systems - Dijkman	M. Dijkman		
De Waterkering Kampen-Midden	De Waterkering Kampen-Midden		Waterschap Groot Salland	Waterschap Groot Salland

Notitie	In December 1954 Edelman (an engineer of Rijkswaterstaat) wrote a internal memorandum on "unbreachable sea dikes", where he advocated that dikes should not be constructed to such a height that overtopping becomes zero, but only to a height to prevent regular overflow. This will lower the costs, and gives a better benefit/cost ratio. He states that in order to achieve this, more attention has to be paid to the quality of the inner slope of the dike (slope 1:3, and good quality grass). In a reply his colleague Wemelsfelder argues that it is also necessary to make a threshold level to prevent overflow, in order to make clear to the public that they will not suffer from the inconveniences of overflowing water on a regular basis.	tekst	13	classic publications waterbouw.tudelft.nl
Proefschrift	Mr. Pieter van Bleiswyk wrote his dissertation at Leiden University in 1745 in Latin language (its original title was "Specimen Physico Mathematicum inauguralis de Aggeribus"), which is the first dissertation that we know of that treats the design of dikes on basis of a scientific approach. This work was of high importance to the awareness of the people involved in the design and maintenance of dikes.	tekst	159	classic publications waterbouw.tudelft.nl
Poster	In een overstroomd toekomstbeeld van Londen worden 'Marine structures' hergebruikt om bebouwing op te plaatsen.	tekst, illustraties, foto's, schema's	1	
Informatieboek	Alle innovaties op een rij mbt waterkeringen. Inclusief de Rijke Dijk en de IJkdijk.	tekst. Illustraties en foto's	27	
Presentatie	Innovative defense strategies and solutions to strengthen the water defenses	tekst en illustraties	16	
informatieblad	Feiten mbt de waterkering van Kampen-Midden, een waterkering van bijna 2km lang waarbij de oude stadsmuur een groot deel van de waterkering vormt.	tekst	1	

Rapport is product van:



Projectgroep Afsluitbaar Open Rijnmond



Gemeente Rotterdam



Hoogheemraadschap van
Schieland en de Krimpenerwaard



Hoogheemraadschap van Delfland



Ministerie van Volksgezondheid,
Ruimtelijke Ordening en
Milieubeheer



waterschap
Hollandse
Delta



D.EFAC.TO
architectuur, stedenbouw & research



rivm

