

Resultaten stresstest provinciale infrastructuur Provincie Noord-Holland



Provincie Noord-Holland

7 februari 2020 - Versie 2.0

Autorisatieblad



	Naam	Akkoord	Datum
Opgesteld door	Vliet, M van	✓	7-02-2020
Gecontroleerd door	Hehenkamp, MJ	✓	7-02-2020
Vrijgegeven door	Hehenkamp, MJ	✓	7-02-2020

Op dit autorisatieblad ontbreken de handtekeningen wegens de digitale verwerking van ons vrijgaveproces. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Versie historie

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting
0.1	MvV	15-12-2019	concept
0.2	MvV	09-01-2020	Verwerking feedback PNH
1.0	MvV	28-01-2020	Vrijgegeven versie
2.0	MJH	07-02-2020	Vrijgegeven versie voor verspreiding, geen inhoudelijke wijzigingen.

Inhoudsopgave

1 Inleiding	2
1.1 Achtergrond en doel	2
1.2 Proces	2
1.3 Leeswijzer	3
2 Overzicht geïdentificeerde knelpunten	4
2.1 Knelpunten	4
2.2 Kostenkentalen	6
3 Klimaat en knelpuntkaarten	7
3.1 Bodemdaling	7
3.2 Droogte	9
3.3 Hitte	10
3.4 Overstromingen	11
3.5 Wateroverlast	12
3.6 Storm	13
3.7 Validatiesessie	13
4 Kwantificering knelpunten	14
4.1 Gehanteerd proces	14
5 Kwalificering knelpunten	15
5.1 Kansen- en risicodialoog 1	15
5.2 Kansen- en risicodialoog 2	18
6 Vervolgstappen	23
7 Bijlages	24
Bijlage 1. Overzicht knelpunten en kosten	25
Bijlage 2. Kansen en opgaves op kaart	43
Bijlage 3. Resultaten risicomatrix	50
Bijlage 4. Uitkomsten kosten-baten matrix	52
Colofon	56

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en doel

Het klimaat verandert en dat heeft gevolgen voor het beherend areaal van de provincie Noord-Holland; de wegen, vaarwegen, busbanen, fietspaden en bijbehorende kunstwerken (tunnels, bewegende bruggen, duikers, etc.) en bermen.

De provincie wil graag een beter beeld hebben wat de klimaatverandering voor invloed heeft op de provinciale infrastructuur en de verwachte beheer- en onderhoudskosten op de (middel)lange termijn.

Daarbij wordt gekeken naar 5 verschillende klimaatthema's:

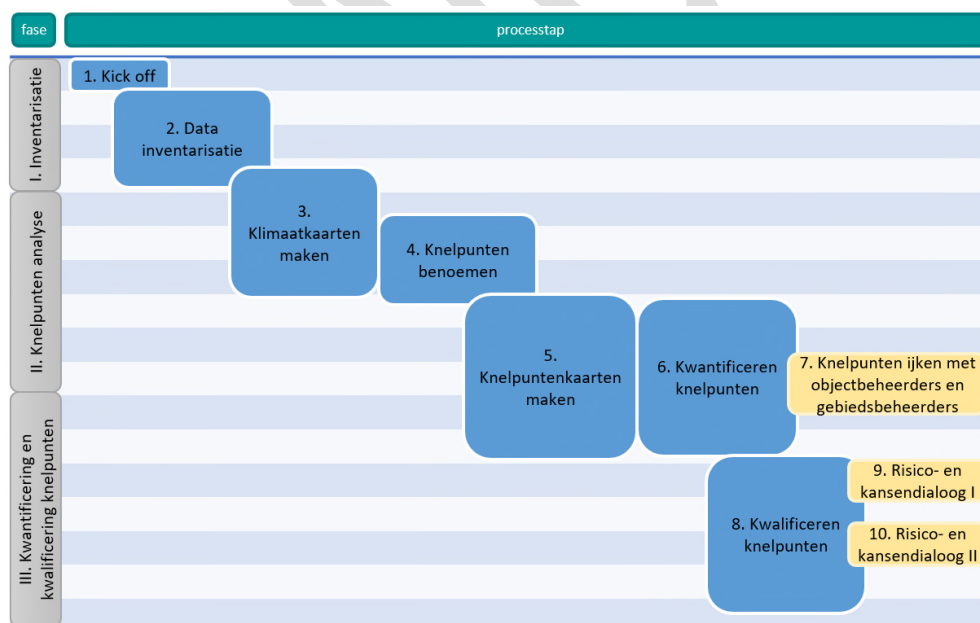
- Droogte en bodemdaling,
- Hittestress,
- Wateroverlast,
- Overstromingen, en
- Storm.



1.2 Proces

Het proces van de stresstest bestaat uit 2 fases. De eerste fase bestond uit 3 delen waarin verschillende processtappen doorlopen zijn. Deze projectdelen zijn:

- I. Inventarisatie: kick-off en verzamelen data en kengetallen
- II. Knelpunten analyse: in beeld brengen klimaateffecten, klimaatkaarten maken
- III. Kwantificering en kwalificering van de knelpunten: risicodialoog, kansendialoog, kosten in beeld.



Figuur 1: Processchema fase I, met in grijs de drie delen, in blauw de stappen en in geel de workshops

In de tweede fase zullen de uitkomsten verder worden geanalyseerd om gebruikt te worden in een pilot op regionaal niveau. Via deze pilot wordt een voorstel gedaan om klimaatadaptatie te implementeren/borgen in de provinciale organisatie.

1.2.1 Inventarisatie

Tijdens de inventarisatie zijn in een kick-off de laatste afspraken gemaakt, onder andere over welke klimaateffecten bekeken zullen worden en het aanleveren van gegevens. Vervolgens zijn de benodigde gegevens verzameld. Dit waren:

1. Data van de provincie: GIS-kaarten van wegen, vaarwegen, kunstwerken en ondergrondse infrastructuur zoals gasleidingen. Gegevens over de infrastructuur zoals verkeersintensiteit en de fundering van kunstwerken. (Voor de locatie bewegende bruggen is gebruik gemaakt van landelijke data.)
2. Klimaatdata: Deze data hebben we uit onze eigen database, de landelijke klimaateffectatlas, het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen en de KNMI-scenario's gehaald.
3. Kostenkennallen: Wat kost het bijvoorbeeld om een weggedeelte schoon te maken na een hoosbui, een brug nat te houden om te voorkomen dat deze klem komt te zitten, of een kade te herstellen bij droogtescheuren?

1.2.2 Knelpuntenanalyse

Tijdens de knelpuntenanalyse zijn de klimaat- en knelpuntkaarten gemaakt en de knelpunten benoemd en gekwantificeerd. De resultaten zijn geïkt middels een workshop met de provinciale object- en gebiedsbeheerders (gehouden op 24 september 2019).

1.2.3 Kwantificering en kwalificering van de knelpunten

Tijdens deze fase zijn de eerder opgestelde kostenkennallen gebruikt om tot een inschatting van de kosten te komen om deze knelpunten op te lossen. Daarnaast is in twee workshops onderzocht en bediscussieerd hoe acceptabel de verschillende knelpunten zijn en welke kansen gezien worden in het meekoppelen van andere aspecten als ecologie.

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op knelpunten die benoemd zijn en de kostenkennallen die zijn opgesteld. In hoofdstuk 3 worden de gemaakte kaarten beschreven (zowel de klimaat- als de daarvan afgeleide knelpuntkaarten) en wordt uitgelegd hoe die tot stand zijn gekomen. Hoofdstuk 4 beschrijft hoe de uitkomsten zijn gekwantificeerd. In hoofdstuk 5 worden de kansen- en risicodialoog workshops van 17 en 31 oktober beschreven. Hoofdstuk 6 sluit af met een beknopt vooruitzicht op de volgende fase.

2 Overzicht geïdentificeerde knelpunten

2.1 Knelpunten

Per klimaatthema (wateroverlast, hitte, droogte & bodemdaling, overstromingen en storm) is voor wegen, vaarwegen en kunstwerken gekeken welke mogelijke negatieve effecten kunnen optreden. Hierbij is gekeken naar de verschillende onderdelen van een (vaar)weg en kunstwerken, zoals de fundering, E-installaties, bermen en het wegdek.



Figuur 2: Voorbeelden van verschillende klimaateffecten op verschillende typen infrastructuur (van rechtsboven met de klok mee; water op straat door extreme neerslag, problemen bij beweegbare bruggen door hitte, verzakte kades door droogte/bodemdaling en uitgedroogde bermen door droogte).

Voor elk onderdeel is vervolgens aangegeven wat de mogelijke gevolgen zijn voor directe schade, de levensduur en verandering in onderhoud. Ook is gekeken met welke type bekende maatregelen het knelpunt kan worden opgelost, en wat de verwachte kosten hiervan zijn.

Het overzicht is gemaakt op basis van gesprekken met experts binnen Movares en feedback op de uitgangspuntennotitie vanuit de provincie Noord-Holland. Ook zijn uitkomsten van de eerste workshop (validatie, zie hoofdstuk 3) gebruikt.

Een beknopte samenvatting is te vinden in Tabel 1. De volledige resultaten zijn te vinden in Bijlage 1.

Tabel 1: Voorbeeld knelpuntenoverzicht

Thema	Type infra	Mogelijke problemen en oplossingen (selectie van het volledige overzicht, zie Bijlage 1)
Wateroverlast	Weg	Verbeteren afwatering door aanleg riool of aanpassen berm
Wateroverlast	Berm (weg)	Tegengaan erosie bij steile bermen door versterken berm en bermbegroeiing aanpassen
Wateroverlast	Fundering weg	Wegspoelen fundering weg: grote schade aan wegconstructie: reconstructie weg noodzakelijk
Wateroverlast	Vaarweg	Kade bezwijkt / vervormd door te hoge waterstanden: kade herstellen
Wateroverlast	Vaarweg	Oevers/aanlegvoorzieningen worden te nat: aanleg drainage
Wateroverlast	Onderdoorgang/ tunnel	Schade aan e-installaties bij ondergelopen tunnel: opnieuw aanleggen e-installaties in waterdichte constructie of op hogere plek
Wateroverlast	Onderdoorgang/ tunnel	Schoonmaken na onderlopen tunnel
Wateroverlast	Duikers etc.	Onderloopsheid bij (oude)duikers: nieuw onderloopsheidscherm plaatsen
Wateroverlast	Beweegbare bruggen	Vollopen technische ruimtes / brugkelders / apparaten-kasten: pompen verbeteren of verkleinen gebied dat op technische ruimte afwatert.
Hittestress	Betonwegen	Spatten betonwegen: vervangen wegdeel / opvullen gaten
Hittestress	Wegfundering	Spatten van gebonden funderingen: herstellen fundering
Hittestress	Weg	Vervorming asfalt: vervangen toplaag
Hittestress	Oever vaarweg	Oeverconstructies zetten te veel uit; schade aan constructie
Hittestress	Oever vaarweg	Natuurvriendelijke oevers sterven af: zorgen voor betere irrigatie
Hittestress	Kunstwerken	Uitval E-installaties door oververhitting en/of te weinig koelingscapaciteit technische ruimtes.
Hittestress	Beweegbare bruggen, sluizen	Brug / deur klemt door uitzetting hitte: koelen met water, gebruiken ander materialen, grotere uitzetting mogelijk maken
Droogte	Weg	Zettingsverschillen door indrogen veenlagen: reconstructie wegdeel
Droogte	Berm	Sterfte beplanting, bermbranden: irrigatie/blussen
Droogte	Kering vaarweg	Uitdrogen kade/dijk: besproeien keringen. Goede controle op scheurvorming
Droogte	Kunstwerken	Bij houten funderingen kans op paalrot/aantasting fundering.
Droogte	Sluizen	Scheepvaart kan drempel sluis vanwege lage waterstand niet passeren: stilleggen scheepvaart om schade aan sluis te voorkomen
Bodemdaling	Weg	Ongelijke zettingen, te grote zettingen: reconstructie nodig (lange termijn)
Bodemdaling	Vaarweg	Oevers zakken sneller, daardoor te laag: ophogen oevers noodzakelijk
Bodemdaling	Kleine kunstwerken / weg	Verhoogde slijtage door optredende ongelijkheid met weg.
Bodemdaling	Beweegbare brug	Kans op niet meer sluiten door verzakking: reconstructie kunstwerk.
Bodemdaling	Sluizen	Doorvaarbaarheid verminderd door te weinig diepgang. (daling maaiveld/oever). Drempel ligt op een vast niveau.
Overstroming	Weg	Verzakking of opdrijving weg: reconstructie weg
Overstroming	Oever	Oevers verzakken
Overstroming	Keringen	Verzakken kades omdat watergang leegstroomt: reconstructie nodig
Overstroming	Tunnels	Schade aan systemen in tunnel/onderdoorgang
Storm	Weg	Opruimen rommel na storm: schoonmaken
Storm	Kering	Omwaaien bomen, schade aan oever of kering: bomen preventief verwijderen.
Storm	Beweegbare brug	Brug kan niet open door windbelasting
Storm	Vaarweg	Schade aan oevers door golfslag

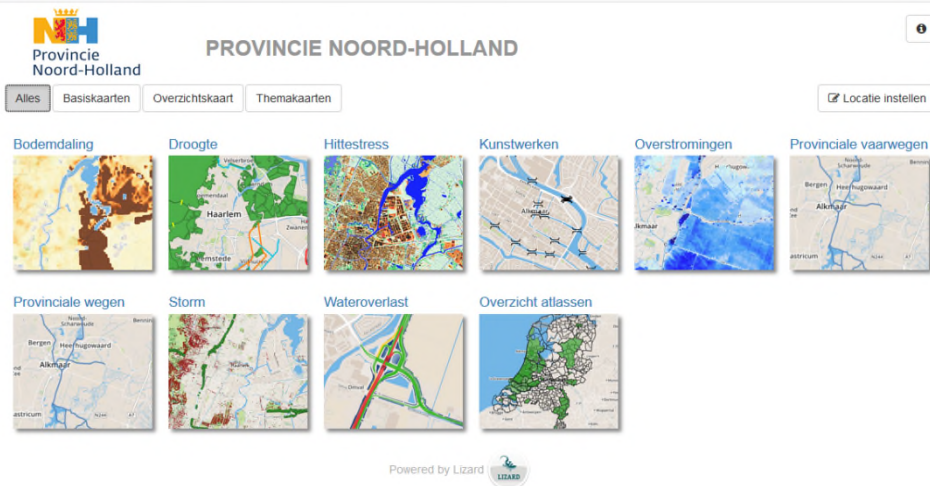
2.2 Kostenkentalen

De kostenkentalen uit bijlage 1 zijn opgesteld op basis van de daar genoemde maatregel. Deze schatting is nog grof, omdat dit nog mede afhangt van locatie en type weg. De kosten van het vervangen van een damwand zijn bijvoorbeeld afhankelijk van het type en lengte plank dat gebruikt moet worden. Dit hangt mede af van de grondsoort waarin gewerkt wordt en de diepte van de vaarweg. De reconstructie van een weg van bijvoorbeeld de breedte en het type fundering dat gebruikt moet worden. Daarom moeten de kosteninschattingen gezien worden als een indicatie van de ordergrootte van de kosten. Als bandbreedte zou aangehouden moeten worden een afwijking van -50% / + 100% bij 70% betrouwbaarheid. Tijdens de workshops is daarom ook wel gewerkt met verschillende kostenklassen.

3 Klimaat en knelpuntkaarten

Om te weten waar knelpunten waarschijnlijk optreden zijn klimaat- en knelpuntkaarten gemaakt. Op de klimaatkaarten is aangegeven waar een klimaateffect kan optreden. Op de knelpuntkaarten is vervolgens gekeken waar dit ook tot een knelpunt leidt (bijvoorbeeld de (on)begaanbaarheid van wegen bij overstromingen of de kwetsbaarheid voor hitte). De kaarten zijn te vinden via de provinciale website en via noord-holland.klimaatatlas.net.

<https://noord-holland.klimaatatlas.net>



Figuur 3: Screenshot van de website noord-holland.klimaatatlas.net

Hieronder zullen we per klimaatthema aangeven wat er op de klimaat- en knelpuntkaarten te zien is, en hoe ze zijn ontwikkeld. Waar gebruik is gemaakt van modellen is het goed om te realiseren dat deze altijd een interpretatie van de werkelijkheid weergeven. Het is daarom mogelijk dat de gepresenteerde schade of overlast niet altijd in de praktijk (in die mate) herkend wordt. Aan de absolute waarden kunnen dus geen rechten worden ontleend. De resultaten geven echter een goede indicatie van de te verwachten (overlast)locaties.

3.1 Bodemdaling

3.1.1 Klimaatkaart

Het aantal droge zomers neemt naar verwachting tot 2050 verder toe. Lokaal kan de grondwaterstand hierdoor uitzakken. In veen- en kleigebieden versnelt de uitdroging van de bodem het proces van bodemdaling. Bodemdaling ontstaat door krimp, oxidatie en samendrukken van grond. Het vindt nu ook al plaats en kan door de klimaat-verandering versneld optreden. Bodemdaling kan schade veroorzaken aan de (vaar)wegen en kunstwerken. Ook risico's op wateroverlast en overstroming nemen toe. Maar liefst 42 procent van het grondgebied van de provincie Noord-Holland bestaat uit slappe gronden. De bodemdalingskaart laat de verwachte bodemdaling zien in de periode 2016-2050 voor het huidige klimaat. De data is afkomstig uit de CAS Klimaateffectatlas, resultaten september 2017 (www.klimaateffectatlas.nl). De kaart is ruimtelijk geïnterpoleerd voor een verbeterde visualisatie en toont de geschatte bodemdaling tot 2050 uitgaande van het huidige klimaat.

3.1.2 Knelpuntenkaarten

Voor de knelpuntenkaarten is gekeken naar de kwetsbaarheid van wegen, kades en oevers en kunstwerken ten gevolge van bodemdaling.

Ongelijkmatige zettingen kunnen zorgen voor langsonvlakheid, dat wil zeggen hoogteafwijkingen in de lengterichting van het wegdek, zoals golvingen of ribbels.

Langsonvlakheid kan twee oorzaken hebben:

- 1) Ongelijkmatige zakkingen komen voor waar de ondergrond niet gelijkmatig is en er een overgang is van de ene bodemsoort naar de andere, bijvoorbeeld van veen naar zandgrond.
- 2) Bij sterke bodemdaling kunnen zakkingsverschillen ontstaan tussen een gefundeerd kunstwerk en het weglichaam.

De gebruikte bodemdalingskaart tot 2050 (CAS Klimateffectatlas) heeft een grove schaal, waardoor ongelijkmatige zettingen op lokale schaal niet in beeld kunnen worden gebracht. Een grove inschatting kan worden gemaakt door te kijken naar de grootste zetting die optreedt op de locatie van een bepaald object.

De legenda voor wegen is als volgt opgebouwd:

- Niet kwetsbaar: Bodemdaling van minder dan 2,5 mm/jaar ongeacht maximale snelheid weg
- Kwetsbaar: Bodemdaling tussen 2,5 en 5,0 mm/jaar ongeacht maximale snelheid weg en bodemdaling van meer dan 5 mm/jaar bij wegen met een maximale snelheid tot 50 km/uur.
- Extra kwetsbaar: Bodemdaling van meer dan 5 mm/jaar bij wegen met een maximale snelheid meer dan 50 km/uur.



Figuur 4: Bodemdalingskaart met de knelpuntenkaarten voor wegen, kunstwerken en kades en oevers (vaarwegen).

Als onderlegger kaarten zijn onder bodemdaling ook nog andere relevante kaarten opgenomen zoals de locatie van hoofdgasleidingen, de type kunstwerken, kades, en verharding wegen, verkeersintensiteit van de provinciale wegen en bomen.

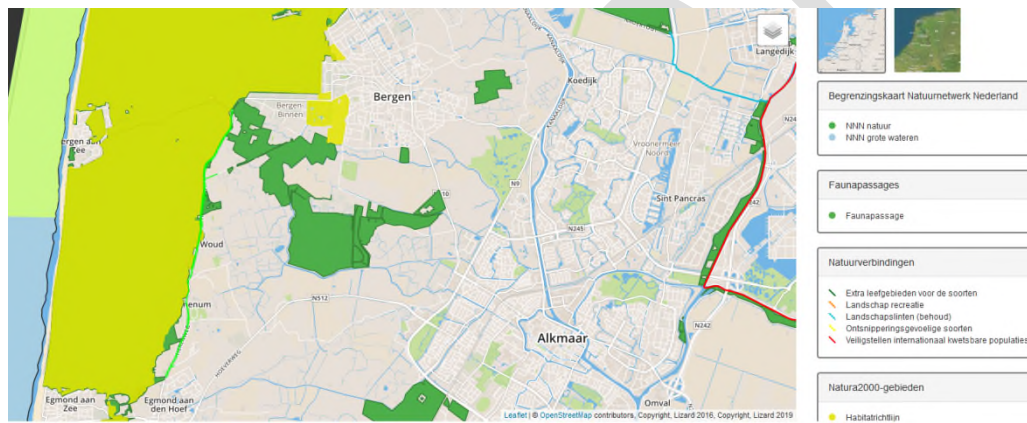


3.2 Droogte

Voor de provinciale infra is van belang dat droogte de kans op bermbranden verhoogd. Het risico op natuur en bermbranden is in Noord-Holland het grootst in de duingebieden en de hogere zandgronden in het Zuidwestelijke deel van de provincie. De kaart toont alle groene bermen van provinciale wegen in duingebieden en het Gooi, omdat deze gebieden het kwetsbaarst zijn voor droogte.

Daarnaast kan droogte zorgen voor extra bodemdaling. De gevolgen daarvan zijn onder het thema bodemdaling in kaart gebracht.

Onder het tabblad droogte zijn naast de kaart met bermen ook kaarten opgenomen met de begrenzing van het NatuurNetwerk Nederland, Natura2000 gebieden, natuurverbindingen en faunapassages. Veel natuurgebieden zijn kwetsbaar voor verdroging. De natuurgebieden in de provincie zijn te zien op de kaart. (Er wordt momenteel door de provincie een aparte studie uitgevoerd om de kwetsbaarheid van natuurgebieden in meer detail in kaart te brengen.)



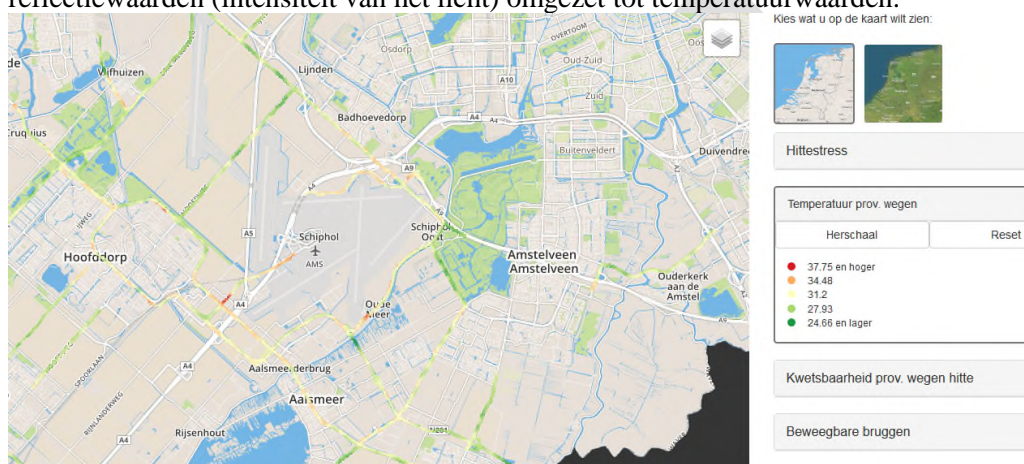
Figuur 5: Droogtekaart

3.3 Hitte

3.3.1 Klimaatkaart

De temperatuur ligt in stedelijk gebied vaak een stuk hoger dan in landelijke gebieden waar meer groen aanwezig is. Groen zorgt immers voor verdamping, wat de temperatuur verlaagd. Wegen en kunstwerken warmen ook op, wat tot schade aan asfalt en beton kan leiden. Er zijn twee hittekaarten beschikbaar. De eerste geeft op basis van modellering aan waar het (aanzienlijk) warmer is en waar koeler. Bij de totstandkoming van deze kaart spelen de volgende factoren een rol: de emissiviteit (de warmte-uitstraling van een oppervlak), en de schaduw.

De andere hittekaart geeft aan wat de temperatuur van de weg was op een bepaalde zomerse dag. Hiervoor is satelliet-data gebruikt (Landsat-8) van 10:38 op 1 juli 2018. Hierbij zijn reflectiewaarden (intensiteit van het licht) omgezet tot temperatuurwaarden.



Figuur 6: Hitte kaart met de temperatuur van de weg op 1 juli 2018

3.3.2 Knelpuntkaart

De knelpuntenkaart “kwetsbaarheid provinciale wegen hitte” toont de kwetsbaarheid van wegen voor hittestress. Hierbij is gekeken naar de temperatuur van het wegoppervlakte op de hittekaart op basis van satelliet-data (zie hierboven). Op 1 juli 2018 was de temperatuur gemiddeld 21,7 graden Celsius, met een maximum van 26,8 graden. (bron: KNMI, weerstation Schiphol). Omdat de satelliet rond half 11 overkwam, zal de temperatuur dus nog ruim onder de 26 graden zijn geweest. (In de zomer van 2018 en 2019 zijn ook hogere temperaturen voorgekomen, maar was de satelliet niet op de juiste plek of was er teveel bewolking.)

Als indicatie van de kans op schade aan het wegdek is de kaart als volgt opgebouwd:

- Niet kwetsbaar: wegtemperatuur blijft onder de 30 graden.
- Kwetsbaar: wegtemperatuur ligt tussen de 30 en 35 graden.
- Extra kwetsbaar: wegtemperatuur komt boven de 35 graden.

Als extra kaartlagen zijn onder meer beweegbare bruggen, type verharding en verkeersintensiteit provinciale wegen, bomen en bedieningskasten opgenomen.

3.4 Overstromingen

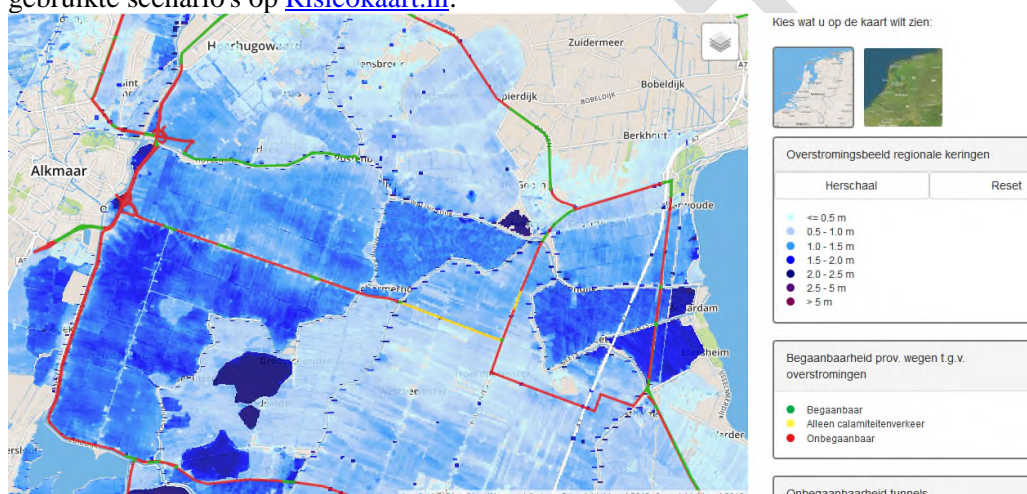
3.4.1 Klimaatkaart



Deze kaart geeft het overstroombaar gebied en maximale waterdieptes die kunnen optreden na een doorbraak van regionale waterkeringen weer.

Regionale waterkeringen zijn bijvoorbeeld boezemkaden, polderkaden, keringen langs regionale rivieren, kanalen en compartimenteringsdijken. Regionale keringen staan onder toezicht van de provincie. Omdat de gevolgen van een doorbraak van een regionale kering in het algemeen kleiner zijn, zijn ook de normen van regionale keringen lager. De aanwijzing en norm van regionale waterkeringen is de verantwoordelijkheid van de provincie en wordt vastgelegd in de Provinciale Verordening.

De kaart met het overstromingsbeeld na doorbraak van de regionale waterkeringen is gebaseerd op de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR) en is gelijk aan de gebruikte scenario's op Risicokaart.nl.



Figuur 7: Knelpuntenkaart voor overstromingen

3.4.2 Knelpuntenkaarten

Voor de knelpuntenkaarten is gekeken naar de begaanbaarheid van provinciale wegen en tunnels.

De classificatie van begaanbaarheid van de provinciale wegen en tunnels is als volgt opgebouwd:

- Begaanbaar: waterdieptes tot 10 cm.
- Begaanbaar voor calamiteitenverkeer: waterdieptes tussen de 10 en 30 cm.
- Onbegaanbaar: waterdieptes vanaf 30 cm.

Daarnaast zijn kaarten opgenomen met de locatie van hulpdiensten, bedieningskasten, kunstwerken en verkeersintensiteit.

3.5 Wateroverlast

3.5.1 Klimaatkaarten

Voor wateroverlast zijn kaarten gemaakt met behulp van het 3Di model. Dit is gedaan voor 3 verschillende kortdurende buien:

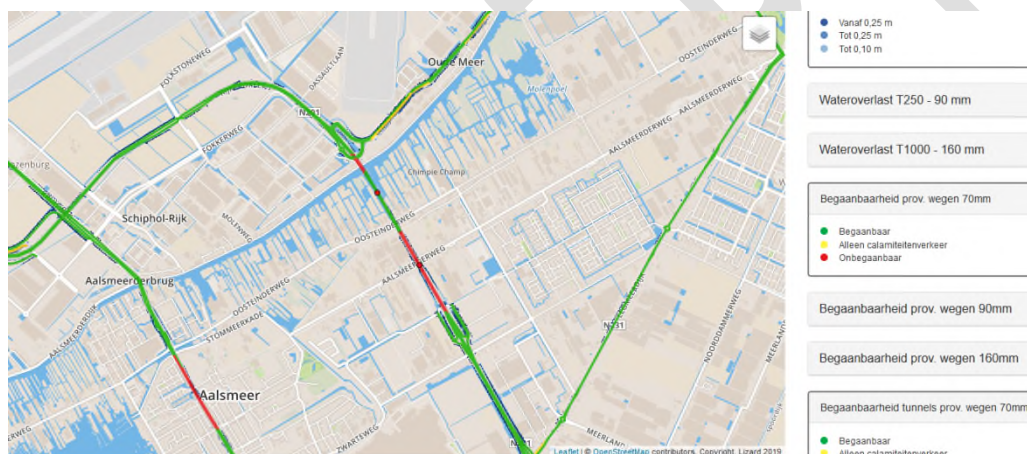
- 70 mm in 1 uur
- 90 mm in 1 uur
- 160mm in 2 uur

Op elke kaart is te zien waar wateroverlast op kan treden bij die verschillende buien. De kans dat deze relatief zeldzame buien vallen neemt toe door klimaatverandering.

Voor deze kaarten is gebruik gemaakt van:

- Actueel Hoogtebestand Nederland, versie 3 (AHN3);
- TOP10NL (het digitale topografische basisbestand van het Kadaster);
- Nationaal wegen bestand;
- 3Di (modelinstrumentarium voor waterberekeningen).

In de modellering is alleen de stroming over het maaiveld meegenomen rondom provinciale wegen; afvoer via de riolering en open water is niet opgenomen.



Figuur 8: Wateroverlastkaart met begaanbaarheid wegen en tunnels voor een bui van 70 mm.

3.5.2 Knelpuntenkaarten

Voor elk type bui is een losse knelpuntenkaart opgesteld. Hiervoor is aan de hand van de berekende maximale waterdieptebeeld (per bui) een doorvertaling gemaakt naar de begaanbaarheid van wegen. De classificatie van begaanbaarheid is als volgt opgebouwd:

- Begaanbaar: waterdieptes tot 10 cm.
- Begaanbaar voor calamiteitenverkeer: waterdieptes tussen de 10 en 30 cm.
- Onbegaanbaar: waterdieptes vanaf 30 cm.

Dezelfde classificatie is gebruikt voor de tunnels en onderdoorgangen.

Daarnaast zijn kaarten opgenomen met onder meer de locatie van hulpdiensten, bedieningskasten, kunstwerken, verkeersintensiteit.

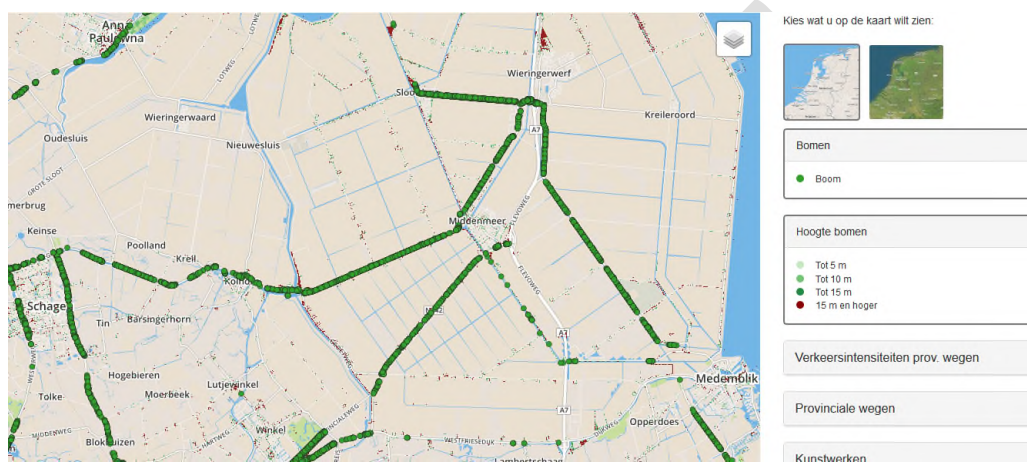


3.6 Storm

Bomen zorgen voor vergroening en verkoeling, zowel door de schaduw die ze bieden als via verdamping. Maar hoge bomen zijn ook kwetsbaarder voor stormschade en kunnen schade aanbrengen aan de provinciale (vaar)wegen. De kaart onder het kopje storm laat zien waar bomen staan en (waar dit mogelijk was) hoe hoog de bomen zijn.

De hoogte is afgeleid uit het ruwe AHN2. Er is op sommige plaatsen een mismatch met de bomenkaart zoals die bij de provincie bekend is (de punten op de kaart). Daarom is zowel de bomenkaart van de provincie, als die vanuit de ruwe AHN2 op de kaart zichtbaar.

Er is geen specifieke knelpuntkaart voor storm opgesteld, omdat de kans op het omwaaien van bomen van teveel zaken (waaronder beheer en onderhoud) afhankelijk is.

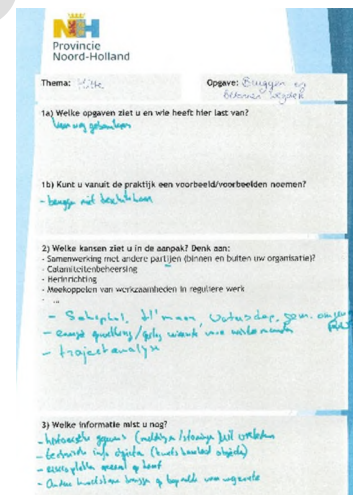


Figuur 9: Klimaatkaart voor storm met locatie en hoogte van bomen

3.7 Validatiesessie

Op 24 september is werksessie gehouden waarin bovenstaande kaarten zijn gepresenteerd en besproken. De deelnemers werd gevraagd om feedback te geven op de kaarten. Aan de hand van vijf casussen is zijn de verschillende klimaatthema's besproken in is gekeken of er nog aanvullende informatie nodig was om tot een goed oordeel te komen over de gevolgen van klimaatextremen. Concreet werd gevraagd welke opgaves de deelnemers zagen, welke kansen men zag en welke informatie nog miste.

De resultaten zijn gebruikt voor het finetunen van de informatie die in de Kansen- en risicodialogen (hoofdstuk 5) met de externe stakeholders werd gedeeld.



4 Kwantificering knelpunten

4.1 Gehanteerd proces

4.1.1 Kwetsbaarheden

Knelpunten en kostenkennallen zijn in het begin van het proces opgesteld door Movares (zie Hoofdstuk 2). Vervolgens zijn de klimaat en knelpuntkaarten opgesteld (zie hoofdstuk 3). In deze knelpuntkaarten is voor een aantal van de klimaatthema's per wegdeel aangegeven of ze (extra) kwetsbaar zijn of niet. In Tabel 2 is aangegeven welk percentage van de (vaar)wegen, tunnels en beweegbare bruggen kwetsbaar of extra kwetsbaar is. Deze kwetsbaarheid indicatie is afgegeven voor een wegdeel, dus van zijweg tot zijweg. Bij bijvoorbeeld wateroverlast zal meestal niet het hele wegdeel getroffen zijn, dus het gedeelte waar maatregelen getroffen moeten worden zal een kleiner percentage van het wegennet zijn. Tabel 2 geeft daarmee een bovengrens aan voor wateroverlast en overstromingen bij wegen. Bij hitte en bodemdaling is niet met wegdelen gewerkt.

Tabel 2: Percentage wegdelen of kunstwerken dat aangemerkt is als kwetsbaar of extra kwetsbaar op de knelpuntenkaarten.

	Basisdata	Bodemdaling	Wateroverlast [70 mm]	Overstromingen	Hitte
Wegen	1.505 km	16%	7%	35%	20%
Tunnels	12		58%	17%	
Vaarwegen	1.398 km	18%			
Beweegbare bruggen	639	12%			1%

4.1.2 Kosten

Zoals aangegeven in hoofdstuk 2.2 zijn er indicatieve kosten kennallen opgesteld voor verschillende maatregelen om de knelpunten op te lossen. Op basis van de nu uitgevoerde quick-scan hebben we een inzicht in het percentage van het gebied dat getroffen wordt. Zoals hierboven is aangegeven zegt de kwetsbaarheid nog niet direct iets over het oppervlak waar ook maatregelen genomen moeten worden. Bovendien verschillen de kosten per type maatregelen aanzienlijk (zie Bijlage 1). Bij wateroverlast van wegen maakt de aanpak van het probleem (reconstructie weg en riool versus aanpassen berm sloten) een factor 10 verschil. Het zelfde geldt bij vaarwegen. Daarom is het nu nog te vroeg om inschatting te maken van de totaal te verwachten kosten.

Wel valt op dat kosten bij hitte en droogte relatief beperkt zijn, net als het opruimen na een storm of wateroverlast. Het nemen van grotere ingrepen om problemen op te lossen kost al snel meer geld, maar die zijn makkelijk mee te nemen in toch al geplande herstructureringen van (vaar)wegen.

5 Kwalificering knelpunten

Om de uitkomsten te delen met interne en externe stakeholders, en om te bepalen hoe acceptabel bepaalde klimaateffecten en knelpunten worden gevonden zijn twee kansen- en risicodialoogsessies gehouden. De eerste vond plaats op 17 oktober, de tweede twee weken later op de 31^e. Beide sessies duurden een ochtend.

Voorafgaand aan deze bijeenkomsten is op 24 september ook een interne bijeenkomst gehouden, zie hoofdstuk 3.7.

5.1 Kansen- en risicodialoog 1

Het programma van de eerste dialoog bestond uit drie onderdelen;

- 1) een Lagerhuisdebat over stellingen, om een eerste inzicht te krijgen in hoe de aanwezigen over klimaatadaptatie en de nodige maatregelen denken.
- 2) Klimaatkwartet of risicomatrixspel, waarin per type knelpunt aangegeven kon worden hoe acceptabel die zijn, en
- 3) Ambities op de kaart, waarbij op kaarten de ergste knelpunten en kansen aangegeven konden worden.

5.1.1 Stellingenronde

Tijdens de stellingenronde bleken de verschillende aanwezigen het vaak met elkaar eens te zijn. Toch werd er veel kennis en argumenten uitgewisseld. Zo vinden voor en tegenstanders bij stelling 1 (zie hieronder) dat de provincie haar wegen niet altijd begaanbaar kan houden, maar in welke mate dit moet gebeuren en of gebruikers het *moeten* accepteren is nog onderwerp van discussie.

De meesten zijn het eens dat bermen cruciaal zijn voor klimaatadaptatie, maar een deel is van mening dat bermen over het algemeen al groen genoeg zijn en er dus geen extra budget nodig is, terwijl anderen inbrengen dat bermen vanuit verkeersveiligheid nu steeds meer verhard dreigen te worden en de biodiversiteit van bermen nog beter kan.

Bij stelling 3 wordt door de waterschappen aangegeven dat het aanpassen van de peilvakken rondom de provinciale wegen niet of weinig effect zal hebben op de bodemdaling onder wegen. Ook ander partijen vinden dat je dit probleem niet alleen bij waterschappen kunt leggen.

Besproken stellingen

- 1) Weggebruikers moeten leren accepteren dat provinciale wegen in de toekomst vaker onbegaanbaar zijn door wateroverlast.
- 2) De bermen langs (vaar)wegen zijn cruciaal voor klimaatadaptatie, daarom moet de provincie hier meer budget voor vrijmaken
- 3) Om schade aan wegen door bodemdaling te voorkomen is vooral het waterschap aan zet, door slimmere keuze van peilvakken
- 4) Overstromingsrisico's nemen toe. Om de calamiteitenbeheersing te waarborgen moet de Veiligheidsregio daarom amfibievoertuigen aanschaffen.
- 5) Ruim 30% van het vervoer van goederen in de provincie gaat over het water; goed functionerende bruggen bij hitte verdient daarom prioriteit.



De veiligheidsregio's geven aan dat evacuatie uit het gebied (stelling 4) hun taak te buiten gaat. Bij een overstroming is defensie aan zet. Er wordt bovendien ingezet op verticale evacuatie (dus naar hogere verdiepingen). Andere partijen lijkt het wel verstandig dat er amfibievoertuigen zijn voor hersteloperaties, dit is echter geen taak van de veiligheidsregio. De meeste zijn voor stelling 5, maar dan ook specifiek gezien vanuit het wegverkeer. Als de bruggen het blijven doen, kan ook het wegverkeer door. Daarnaast moet er wel een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende vaarwegen, waar vindt het transport van vitale goederen vooral plaats?

5.1.2 Risicomatrixspel

Het risicomatrixspel gaf ook weer veel voer voor discussie. Ook tussen de groepen zijn duidelijke verschillen zichtbaar. Maar er zijn ook overeenkomsten, zo zijn alle groepen het erover eens dat vervorming van asfalt verwaarloosbaar of licht ernstig is, terwijl gevolgen van een overstroming altijd in de linkerbovenhoek geplaatst worden (zie Figuur 10). Ook zaken die met hulpdiensten te maken hebben en het minder/niet functioneren daarvan worden als ernstig/catastrofaal aangemerkt.

Bermbranden daarentegen worden vrij verschillend ingeschat. Hier draait het deels ook om welke gevolgen worden meegenomen; hoeveel lang duurt de verwachte stremming, wat is de schade aan de natuur?

Voor schade aan gasleidingen geldt dat er met name verschillend wordt gedacht over de frequentie waarmee het fout mag gaan; tussen de eens in de tien jaar en eens in de 1000 jaar. Waarbij de ernst rondom de as van 'ernstig' wordt ingeschat. De stakeholders gaven aan dat het hierbij o.a. afhangt van om wat voor een leiding het gaat; een hoge druk hoofdtransport leiding of ook kleinere leidingen? En gaat het echt fout (bijv. met een explosie en veel vervolgschade) of niet?



Figuur 10: Overzicht uitkomsten risicomatrixspel.

5.1.3 Ambities op kaart

Vervolgens is de groep opgedeeld in zes groepjes die elk één deelgebied hebben bekeken. De groepen is gevraagd om, met de risicomatrix in het achterhoofd, de top 5 knelpunten en de top 5 kansen in het gebied in beeld te brengen. Zoals in Tabel 3 is te zien lag de nadruk op wegen en op wateroverlast knelpunten. Dit kan liggen aan de aanwezigheid, waarvan er veel een wegen of waterachtergrond hadden. Ook de provincie zelf lijkt als organisatie meer gericht op wegen dan op vaarwegen. Ook opvallend is dat veel kansen een integraal karakter hebben, en/of er samenwerking voor nodig is. Dit laat zien dat er ook duidelijk aandacht is voor het integrale karakter van klimaatadaptatie.

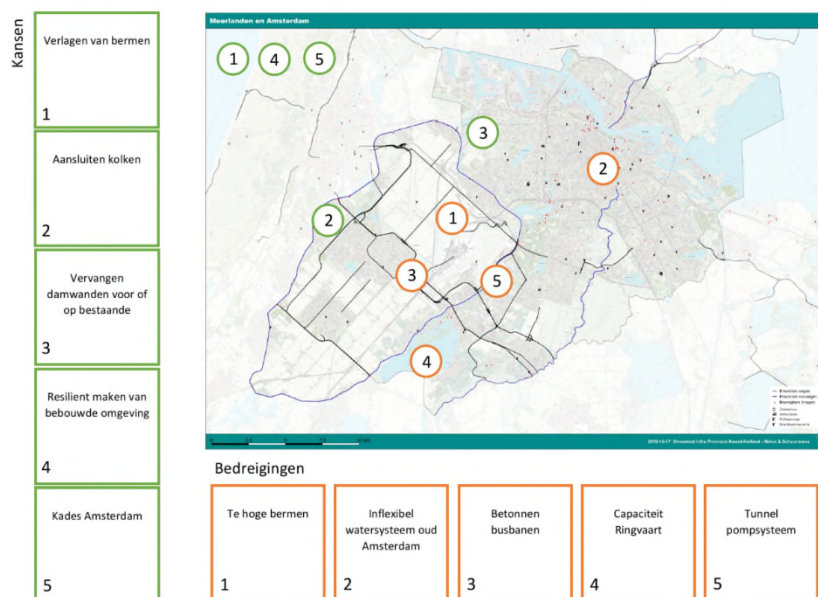
Het is daarnaast goed te realiseren dat de uitkomsten een momentopname zijn en de aanwezigen aangeven niet altijd over de nodige gebiedskennis te beschikken. Er werd gewerkt op een provinciaal niveau, terwijl veel knelpunten op lokale of regionale schaal optreden. De uitkomsten vormen daarom een goed startpunt voor een verdere regionale en lokale uitwerking. Het volledige overzicht van de kansen en opgaves staat in Bijlage 2.



Figuur 11: opgaves en kansen worden ingetekend op de kaart

Tabel 3: Overzicht van aantallen opgaves en kansen per type infra en klimaatthema (op basis van de workshop, en daarmee geen definitief oordeel).

	Type infra					Klimaatthema					
	Weg	Hitte	Droogte	Bodem-daling	Water-overlast	Storm	Over-stroming	overig	Vaarweg	Kunstwerk	Overig
Opgaves	17	2	2	6	10	2	7	4	5	4	7
Kansen	8	4	2	1	6	2	5	12	1	4	15



Figuur 12: Voorbeeld van de uitkomsten van een van de zes gebieden

5.2 Kansen- en risicodialoog 2

Het programma van de eerste dialoog bestond uit drie onderdelen;

- 1) een Lagerhuisdebat over stellingen, gebaseerd op de uitkomsten van de eerste kansen- en risicodialoog.
- 2) Kosten-batenmatrix, waarin per type knelpunt aangegeven kon worden wat de verwachte kosten en baten zullen zijn, en
- 3) Speeddating sessie, waarbij de partijen mogelijkheden tot samenwerking hebben verkend.

5.2.1 Lagerhuisdebat

Tijdens de stellingenronde werd weer veel kennis uitgewisseld door de deelnemers. Het merendeel was het eens met de stelling dat bomen moeten blijven staan omdat de voordelen (verkoeling) opwegen tegen de nadelen (risico bij storm). Naast verkoeling zijn ze goed voor de biodiversiteit, waaronder vleermuizen. Ook werd aangegeven dat ze kunnen helpen tegen verblinding door zonlicht. Andere gaven aan dat de specifiek genoemde bomen vooral populieren waren en het dus beter zou zijn om andere soorten te planten. Ook moet beter worden aangesloten bij het gebied (open of niet) in het besluit om bomen te planten.

Een krappe meerderheid was het eens met de stelling om water in tunnels aan te pakken met de nieuwste technische innovaties. De discussie spitte zich vooral toe op het al dan niet gebruiken van innovaties, of dat eerst de beproefde huidige oplossingen toegepast moeten worden.

Wat betreft de overstromingsgevoelige knelpunten werd aangedragen dat dit al is meegenomen in de normen van de waterkeringen. Anderen gaven aan dat het wel goed zou zijn om hier goed naar te kijken door de compartimentering die zo ontstaat en het langer mogelijk maken van evacuatie.

Naar aanleiding van stelling 4 (zie box hieronder) werd duidelijk dat de prioriteit bij de provincie inderdaad op wegen ligt. Maar dat dit ook van de specifieke functie van een kade afhankelijk is.

Besproken stellingen

- 1) Laat die bomen maar staan langs de N243 en N247 tussen Alkmaar en Edam! De risico's bij storm wegen ruimschoots op tegen de verkoeling voor de fietsers.
- 2) Hevige neerslag (70 mm/uur) leidt tot water in provinciale tunnels (o.a. in Haarlem en rondom Schiphol). We gaan voor de nieuwste technische innovaties om dit slim aan te pakken.
- 3) Bij overstromingsgevoelige knooppunten, zoals bij Alkmaar, zou het goed zijn als waterschap en provincie samen preventief waterkerende maatregelen nemen om calamiteitenverkeer mogelijk te houden.
- 4) Bodemdalingsgebied: kwetsbare provinciale wegen (links) verdienen prioriteit boven verzakkende kades (rechts). Dat is logisch, want wegen hebben de meeste gebruikers.

5.2.2 Kosten-baten matrix

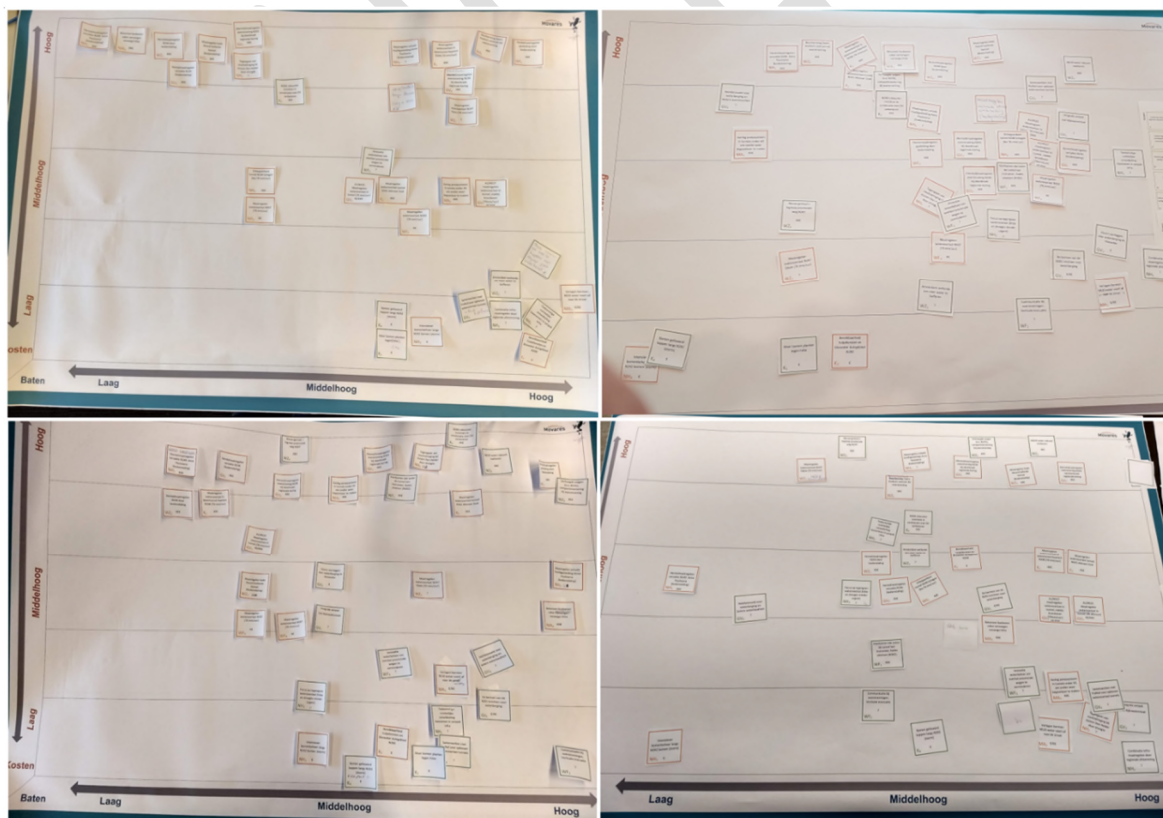
Het invullen van de kosten-baten matrix was een vrij moeilijke opgave. Op de kaartjes met opgaves was een indicatie gegeven van de kosten om het knelpunt op te lossen. Hier werd ook wel van afgeweken, als verwacht werd dat de kosten hoger of lager zouden zijn. Maar de meeste discussie ging over de te verwachte opbrengsten. Hier werd gesproken voor wie de baten waren. Bij het aanpassen van een weg werd bijvoorbeeld gekeken naar het aantal vervoersbewegingen, maar ook of het een evacuatie route was. Dit laatste zorgt er dan voor dat de baten toenemen.

Een paar opvallende zaken zijn dat het planten van bomen als een goedkope oplossing wordt gezien, maar dat de baten ook redelijk beperkt zijn. Het aanpassen of beschermen van hogedruk gasleidingen wordt gezien als erg kostbaar, maar gezien de grote gevolgen als het echt fout gaat zijn de baten ook groot.

Het aanpassen van tunnels en onderdoorgangen levert vaak meer baten op dan het aanpassen van wegen, mede ook omdat er vaak geen korte omrijd routes zijn. Daarmee zijn de potentiële gevolgen voor het verkeer groter. Bovendien is het lastiger om een tunnel weer droog te krijgen dan een (niet verdiept liggende) weg, waar het makkelijker is om het water weg te krijgen.

Van de klimaatthema's lijken overstromingen en bodemdaling tot de grootste kosten te leiden. Het voorkomen van bodemdaling heeft vrij lage baten. Dit komt deels omdat bodemdaling vaak niet geheel gestopt kan worden, terwijl de gevolgen in de vorige workshop regelmatig als vrij beperkt ingeschat werden.

Het oplossen van hitte (door meer groen) is vrij goedkoop. De baten voor het aanpakken van hitte liggen op een zelfde niveau als bij wateroverlast en overstromingen.



Figuur 13: Uitkomsten kosten-baten matrixen

De quick-win maatregelen (die volgens de deelnemers van de workshop lage kosten en hoge baten hebben) zijn weergegeven in Tabel 4, samen met de andere maatregelen met relatief lage kosten. Hierbij is gewerkt met de gemiddelden van de vier groepen. Afhankelijk van de specifiek lokale omstandigheden kunnen kosten en baten ook anders uitvallen dan door de deelnemers ingeschat werd.

Tabel 4: Overzicht van maatregelen met lage kosten en hoge (of lagere) baten, zoals die tijdens de workshop gescoord werden (zie ook Figuur 13).

Omschrijving		Regio
Meer bomen planten tegen hitte ()	Kans	Kennemerland
Combinatie infra- maatregelen door regionale afstemming	Kans	Kop van Noord-Holland
Communicatie bij overstromingen. Verticale evacuatie	Kans	West-Friesland
Bereikbaarheid hulpdiensten en bluswater duingebied N200	Opgave	Kennemerland
Verlagen berm N520 water voert af naar de straat	Opgave	Meerlanden & Amsterdam
<i>Lage kosten maar ook lagere baten:</i>		
Bomen gefaseerd kappen (en herplanten) langs N202 (storm)	Kans	Kennemerland
Intensiever bomenbeheer langs N242 bomen (storm)	opgave	Kop van Noord-Holland

5.2.3 Speeddating

Voor de speeddating mochten alle deelnemers die niet bij de provincie werkten een kans op opgave uitzoeken waarop ze graag met de provincie samen willen werken. Deze presenteerden ze vervolgens kort. Daarna konden de deelnemers van de provincie die partij uitzoeken met wie ze graag de samenwerking aan willen gaan.

- **HHNK:** Compartimenteringsstudie; welke lijnelementen kunnen een rol spelen bij een overstroming vanuit de buitenwateren (IJsselmeer, zee, etc). Kunnen we kerende elementen versterken/ophogen bij groot onderhoud?
- **Veiligheidsregio Zaanstreek Waterland :** De N247, hoe kun je de wateroverlast- en overstromingsmodellen die al bestaan en de verkeersmodellen integreren? Zodat je vanuit evacuatie kunt prioriteren en dit terug kunt laten komen in eventuele aanpassingen van de weg.
- **Veiligheidsregio Kennemerland:** Wij gaan af van het gebruik van drinkwater voor het blussen. Daarom is het aanleggen van (open) water voor ons erg belangrijk. Opvang hemelwater zo dat het gebruikt kan worden als bluswater.
- **GGD Kennemerland:** Meer bomen planten tegen hitte. Ze kunnen meedenken over de herplanting van bomen langs de wegen, zo dat er bijvoorbeeld minder kans is op plagen als de eikenprocessierups
- **HHNK:** Zoutindringing voorkomen bij Den Helder. Verziltingsbedreiging voorkomen. Hoe kan je dit beperken/verminderen?
- **Hoogheemraadschap van Rijnland:** Bij Amsterdam Wetlands meer water bufferen. N248 onbegaanbare tunnel, moeten we daar wel veel geld aan uitgeven als hij maar een paar uurtjes dicht is? Oftewel: hoe kunnen we daar meer acceptatie voor krijgen?

- **Veiligheidsregio Gooi en Vechtstreek:** Kritisch kijken naar de verschillende onderdoorgangen. Als we cluster buien gaan krijgen, wat is dan het effect? Op hulpdiensten, OV, etc.
 - Daarnaast combinatie van maatregelen bij aanpassing infra, door goede interactie met andere partijen.
- **Waternet:** waterkwaliteit is nog niet echt in beeld bij klimaatadaptie, maar verslechterd wel door overstorten, hitte en droogte.



Figuur 14: Externe deelnemers presenteren zichzelf en de kans op opgave waaraan ze samen met de provincie willen samenwerken.

Dit leidde tot veel geanimeerde gesprekken en resulteerde in veel vervolgspraken. Zo zullen de Veiligheidsregio Gooi en Vechtstreek en de provincie verder bestuderen hoe verschillende inzichten en modellen samen gebracht kunnen worden. Maar ook gebiedskennis van elkaar gebruiken. Rob Koeze van Waternet en Nirul Ramkisor (PNH) zullen als koppelaars optreden om mensen uit hun organisaties bij elkaar te brengen. Jenke Verhoef gaat het HHNK in contact brengen met de juiste persoon binnen de provincie om verder te spreken over de compartimentering van gebieden door hoger gelegen provinciale wegen. Rijnland en de provincie gaan verder in op de normering/acceptatie van wateroverlast op N-wegen en het omliggende gebied.



Figuur 15: Resultaten speeddating sessie

6 Vervolgstappen

In het vervolg van het proces zullen de uitkomsten gebruikt worden om klimaatadaptatie verder te implementeren. Hiervoor wordt een pilot gedraaid op regionaal niveau (Zaanstreek-Waterland). Onderdeel daarvan is het opstellen van een implementatieplan en uitvoeringsagenda voor deze regio. Daarbij wordt gekeken in welke processen en procedures klimaatadaptatie een rol moet krijgen om tot een klimaatadaptieve infrastructuur te komen in 2050.

Daarnaast zullen de resultaten worden vertaald tot input voor het INHI (Investeringsstrategie Noord-Hollandse Infrastructuur) model.

7 Bijlages

Bijlage 1. Overzicht knelpunten en grove inschatting kosten

Bijlage 2. Kansen en opgaves op kaart (risico- en kansendialoog 1)

Bijlage 3. Uitkomsten Riscomatrix (risico- en kansendialoog 1)

Bijlage 4. Uitkomsten kosten-baten matrix (risico- en kansendialoog 2)

Bijlage 1. Overzicht knelpunten en kosten

CONCEPT

Wateroverlast:

Water-overlast	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Weg</i>	<i>Onbegaanbaarheid wegen door wateroverlast</i>				
Asfalt	Geen (wel verkeershinder)	nihil	Vaker schoonmaken greppels, drains, kolken etc. (gebruikt materieel)	Dimensioneren afwatering op maatgevende neerslag. Groteren buizen en kleinere kolkafstand. Aanleg HWA riolering Ander asfalt voor betere waterafvoer	Riolering betreft alleen wegen binnen de bebouwde kom? Volledige reconstructie weg en riool: Schatting € 2,5 mio/km
Fundering weg	Opdrijven licht ophoogmateriaal zoals EPS bij langdurige neerlag/verhoging grondwaterpeil	Als het goed is, wordt rekening gehouden met een zekere waterhoogte.	Na opdrijven zal effectief correctief onderhoud nodig zijn of zal regelmatig klein herstel nodig zijn.	Bij het dimensioneren van constructies rekening houden met hoger water in de constructie, gebruikelijk is polderpeil met bijbehorende freatisch vlak	Meenemen in ontwerp, geen (extra) kosten. (Wel bij vervanging wanneer het mis gaat, sterk afhankelijk van schade)
Berm	Erosie bij steile bermen	Kan leiden tot ondergraving door uitspoeling van de fundering of het zandlichaam van de weg, wat levensduur verkort.	Inspecteren bermen op adequate bermbegroeiing en waar nodig deze herstellen. Waar nodig bermen versterken met erosiebeperkende maatregelen, zoals grasbetonstenen en doorwortelbare geotextielen. Bij nieuwbouw direct afdekken met ingezaaide jute matten o.i.d.	Duurzaam ontwerp Speelt waarschijnlijk vooral bij nieuwbouw.	Bestaand: versterken bermen, bermbegroeiing aanpassen Schatting € 0,5 mio/km Nieuw: meenemen in ontwerp, minimale (extra) kosten

Water-overlast	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
	Inundatie weg door verhoogde ligging berm/te lage capaciteit bermsloot	Dit geeft een verkorting van de levensduur doordat een “verzopen” weglichaam minder draagkracht heeft. Bij belasting treed versnelde veroudering op. Levensduurverkorting van 5 tot 10%	Verhoogde ligging berm actief voorkomen door adequaat correctief onderhoud uit te voeren. Bij te lage capaciteit bermsloot, extra goed onderhouden om optimale doorstroming veilig te stellen.	Aanleg/Verbreden bermsloten of aanleg van bufferplaatsen	Bestaand: aanpassen bermsloten / waterhuishouding (Geen vastgoed of K&L) Schatting € 0,25 mio/km Nieuw: meenemen in ontwerp, geen (extra) kosten.
	Uitspoeling, materiaalverlies wegconstructie en of fundatie door wegspoelen berm. door hoge waterafvoer	Forse degeneratie van de constructie door uitspoeling en materiaalverlies van de constructie. Dit vraagt om lokaal volledig herstel.	Dit vraagt om extra aandacht van de opbouw van het wegsysteem en om preventieve maatregelen op kritische plaatsen.	Extra aandacht in ontwerp voor grote concentraties van waterstromen, door toepassen van erosiebestendige materialen zoals grasbetonstenen en doorgroeibare geotextielen	Bestaand: volledige reconstructie weg en berm noodzakelijk. Schatting € 2,5 mio/km (indien 100% herstel nodig is)
	Uitspoeling van materiaal onder de betonplaat	Vervroegd einde levensduur door breuk van de plaat	Tussentijds vervangen van betonplaat. Dit kan lokaal, omdat een weg uit platen is opgebouwd. Door de benodigde verhardingstijd geeft dit veel overlast en kosten aan verkeersmaatregelen.	Een ontwerp maken waarbij uitspoeling onmogelijk is	Bestaand: volledige reconstructie weg en berm noodzakelijk. Schatting € 2,5 mio/km (indien 100% herstel nodig is)

Water-overlast	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
Vaarweg	<i>Ondoorvaarbaarheid waterwegen door hoge waterstanden (bruggen en instabiele kades)</i>				
Oever	Wanneer er niet meer gevaren wordt, zal de oever niet lijden. De oever kan wel bezwijken door overbelasting door te veel te keren water. Bij extra te keren water neemt de kans op piping toe hetgeen tot schade of het bezwijken van de dijk kan leiden.	Beëindigen van de levensduur, terwijl die in principe oneindig is.	Herstel van deformerende van de dijk. 'herstel van uitspoelgaten door piping.	Dimensioneren van oever op extreme waterhoogte.	Bestaand: maatregelen om piping tegen te gaan. Gehele lengte Schatting € 10 mio/km Bestaand: Herstel schade piping. Geen aanvullende maatregelen. Lokaal. Schatting € 1,0 mio/km
Oever	Overbelasting kades door hoog water aan oeverzijde	Vervorming/bezwijken oevers	Aandacht bij schouw en toets uitgangspunten in dossier	Verstevigen/vervangen daar waar de kade niet voldoet	Bestaand: Gehele lengte nieuwe kade Schatting € 10,0 mio/km
	Onbegaanbare kades	Beperking levensduur verharding kade (begroeiing of elementverharding)	Toets op afwatering en staat drainagevoorziening	Drainagevoorzieningen toe passen	Schatting € 1,0 mio/km
	Afloopvoorzieningen wachtplaatsen onbruikbaar	Beperking levensduur verharding kade (begroeiing of elementverharding)	Toets op afwatering en staat drainagevoorziening	Drainagevoorzieningen toe passen	Schatting € 1,0 mio/km
	Schade natuurlijke oevers door wateroverlast aan begroeiing.	Begroeiing sterft af	Toets werking afwatering, drainage	Drainage en/of afwatering aan passen. Andere types begroeiing.	Drainage/afwatering verbeteren: Schatting € 1,0 mio/km
	Beperking doorvaarthoogte bij lange buien	Geen	Geen	Afwatering verbeteren	Niet te schatten (indirecte schade aan beroepsvaart).
Kering	Overbelasting kades door hoog water aan oeverzijde	Vervorming/bezwijken oevers	Aandacht bij schouw en toets uitgangspunten in dossier	Verstevigen/vervangen daar waar de kade niet voldoet	Bestaand: Gehele lengte nieuwe kade Schatting € 10,0 mio/km

Water-overlast	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Kunstwerken Onbegaanbaarheid onderdoorgangen door wateroverlast</i>					
Tunnel	Onderlopen van de tunnel (schade aan pompkelder?)	Bij extreem hoog water kan de E-installatie defect raken. Einde levensduur bij nat worden van elektrische installatie	Bij onderhoud extra aandacht voor de reeds aanwezige (spat-) water afdichtingen.	Bij engineering robuust ontwerp maken: belangrijke watergevoelige onderdelen plaatsen waar water niet zal komen / onderdelen gebruiken die voldoende waterbestendig zijn.	Bestaand: bij gemiddelde onderdoorgang deels nieuwe installaties aanbrengen. Schatting € 0,5 mio
Vaste kunstwerk en zonder E-installatie	Tijdelijk onbegaanbaar door hoge waterstand. Sterke vervuiling na het zakken van het water: schoonmaakkosten Uit- /onder spoeling.	Geen bij op palen gefundeerde kunstwerken. Uitspoeling/ onder spoeling bij op "staal" gefundeerde kunstwerken.	Uitvoeren extra toestandsinspectie na extreme waterstanden. Toestand afhankelijk onderhoud.	Inventariseren en vastleggen welke kunstwerken een risico vormen.	Bestaand: schoonmaken Schatting € 0,05 mio
Kleine kunstwerk en (duikers ed)	Duikers kunnen uitspoelen wanneer deze meer water te verwerken krijgen dan waarop ze zijn gedimensioneerd door onder- en achterloopsheid. Bij op "staal" gefundeerde duikers.	De levensduur kan met tientallen procenten worden verkort	Goed onderhoud gericht op een schoon doorstroomprofiel en aan terrein rond duiker ter voorkomen van onder- en achterloopsheid. Uitvoeren extra toestandsinspectie na extreme waterstanden.	Maken van een ontwerp wat afdoende rekening houdt met genoemde faalmechanismen of het bestaande object opwaarderen. Inventariseren en vastleggen welke kunstwerken een risico vormen.	Als het goed is heeft elke duiker standaard een onderloopsheidscherm Bestaand: scherm toevoegen Schatting € 0,25 mio

Water-overlast	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
Beweegbare brug	zie ook vaste kunstwerken. Vollopen technische ruimtes / brugkelders / apparatenkasten. Gevolg: (langdurige) uitval en kostbare herstelacties	Mogelijk direct einde levensduur van E-installatie inclusief bediening / besturing / beveiliging.	Bij onderhoud extra aandacht voor de reeds aanwezige (spat-) water afdichtingen.	robuust ontwerp maken: belangrijke watergevoelige onderdelen plaatsen waar water niet zal komen / Waterbestendige onderdelen gebruiken Waar mogelijk al eenvoudige maatregelen treffen om grote gevolgschade te voorkomen.	Bestaand: bij gemiddelde brug deels nieuwe installaties aanbrengen. Schatting € 1,0 mio

Hittestress:

Hittestress	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
Weg	<i>Vervorming asfalt in bochten en kruisingen. Spattingen betonwegen</i>				
weg	Spatting van beton: reparatie nodig	Verloren gaan van functie	Lokaal herstel van schade	In ontwerp rekening houden met hogere optredende temperaturen. Aanbrengen extra dilatatie mogelijkheden. (waar mogelijk)	Bestaand: herstel betonschade, extra inzagen Schatting € 25.000,-
Weg fundering	spatten van gebonden funderingen, zoals slakkenfundering	Hiervoor zijn beperkte reparaties mogelijk (vervangen van een strook asfalt)	Regelmatig herstel van gesprongen verhardingen	Niet toepassen van funderingen die sterk hydraulische eigenschappen hebben.	Bestaand: vervangen van een strook asfalt Schatting € 0,5 mio/km
weg	kans op opdrukken voeg is erg klein. Wel bij aansluiting rotonde. betonspatting vooral bij platen met te kleine boogstraal.			Boogstralen niet te krap maken (fietspaden)	Vervangen voegen: Niet te schatten
weg	Vervorming asfalt	Vervorming asfalt: daardoor kortere levensduur (percentage?)	Lokaal repareren van de constructie	Toepassen van asfaltmengsels die beter bestand zijn tegen een grotere spreiding in temperatuur (minder dan 10% duurder, maar vraag innovatie of afstemming om tot deze mengsels te komen)	Bestaand: vervangen van de deklaag asfalt Schatting € 0,75 mio/km
Berm	Meer plagen	afsterven van gras doordat niet is gekozen voor droogte resistente graszaadmengsels	Kiezen voor graszaadmengsels met droogte resistente grassen.	Kiezen voor graszaadmengsels met droogte resistente grassen Meer overhangend groen Verhogen biodiversiteit.	Niet te schatten
Vaarweg	<i>Geen benoemd in offerte</i>				
Oever	Natuurvriendelijke oevers sterven af door uitdroging en/of verbranding	Einde/verkorting levensduur	Drainagevoorziening en onderhouden. Bijplanten/zaaien	Hittebestendige beplanting	Bestaand: aanpassen drainage / beplanting Schatting € 0,1 mio/km

Hittestress	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
Kering	Natuurvriendelijke oevers sterven af door uitdroging en/of verbranding	Einde/verkorting levensduur beplanting	Drainagevoorziening en onderhouden. Bijplanten/zaaien.	Hittebestendige beplanting	Bestaand: aanpassen drainage / beplanting Schatting € 0,1 mio/km
Vaarweg	Overconstructies (Deksloven damwanden, keerwanden, metselwerkmuren) zetten te veel uit waardoor schade ontstaat	Ja schade constructie	Aandachtspunt onderhoud	Dilatatievoegen aan brengen	Bestaand: aanpassen oeverconstructie, alleen afwerking (metselwerk) Schatting € 0,25 mio/km
	Overdadige plantengroei in water hinder scheepvaart	niet	Vaker maaien	Vaker maaien	Niet te schatten
Kunstwerken <i>Stremming bewegende bruggen door uitzetten</i>					
Tunnel	Verhoogde kans op storing aan systemen bij installaties buiten tunnel				Niet te schatten
	Wanneer kunstwerk rechtstreeks beschenen wordt, dan krijg je interne spanningsverschillen. Dit kan leiden tot scheuringen (wanneer het warmer wordt dan de norm of er minder grond boven zit dan gedacht.)			Wanneer kunstwerk rechtstreeks beschenen wordt, dan krijg je interne spanningsverschillen. Dit kan leiden tot scheuringen (wanneer het warmer wordt dan de norm of er minder grond boven zit dan gedacht.)	Niet te schatten
Kleine kunstwerken (duikers ed)	Spatten van gebonden funderingen, zoals slakkenfundering In de grond wordt geen overlast verwacht i.v.m. grondtemperatuur.	Voor betonnen constructies worden geen extra belastingen verwacht. Geen negatieve invloed op levensduur. Dit is ook geen kritisch ontwerp aspect. Mogelijk extra betononderhoud in enkele procenten.	Aandacht tijdens reguliere toestandsinspectie. Toestand afhankelijk onderhoud	Geen maatregel nodig	Niet te schatten

Hittestress	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
E-installaties kunstwerken	Uitval E-installaties door oververhitting en/of te weinig koelingscapaciteit technische ruimtes.	Door oververhitting kunnen installatie delen per direct einde levensduur zijn met grote gevolgschade, zowel financieel als beschikbaarheid objectfuncties.	Extra aandacht op E-installatie en wel/niet aanwezige koelcapaciteit.	Kritische installatiedelen onderbrengen in geconditioneerde ruimte.	Bestaand: bij gemiddelde kunstwerk deels nieuwe installaties aanbrengen. Schatting € 0,5 mio
Beweegbare brug	Sproeien met tijdelijke pompen. Mits goed ontwerp en (preventief) onderhoud zal er geen schade ontstaan door hitte aan de constructie. (kan ook komen door verzakking van landhoofd)	Geen	Vaste pomp installeren? -> zou ik niet doen voor incident bestrijding. Een extra installatie vraagt ook extra onderhoud en kosten. Preventief voegovergangen controleren/herstellen/ vervangen.	In het ontwerp rekening houden met een grotere spreiding van de in de brug optredende temperatuur. Dit kan door de dilataties te vergroten of materialen te kiezen die minder uitzetten of een koelsysteem in te bouwen, waardoor de temperatuurspreiding in de constructie kleiner is. Ander materiaal gebruiken in brug/vervangen onderdelen of gehele brug.	Schatting € 25.000,-/ keer
Schut-, keer-, en uitwateringsluisen	Deuren (en brug sluis) niet meer bedienbaar (koelen door te sproeien met water)	Beschadiging deuren en deurenkasten	Inspectiepunten	Toetsen op voorkomen	Schatting € 25.000,-/ keer

Droogte:

Droogte	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Weg</i>	<i>Overlast bermbranden. Verzakkingen door versnelde bodemdaling</i>				
weg	zettingsverschillen door indrogen veenlagen bij aanwezigheid boomwortels: meer afvrez en oplappen?	Daardoor sneller vervanging topklaag nodig?	Herstel van dwars- en langsonvlakheid van de weg, veelal door vervangen van deklaag en de laag daar onder met een uitvullaag. Omdat onder provinciale wegen vaak een gedegen fundering op een zandpakket ligt, zal dit mechanisme niet snel optreden.	Toepassen van gedegen funderingen en wegconstructie zodat deze gevoeligheid niet in de weg komt	Bestaand: volledige reconstructie weg noodzakelijk. Schatting € 2,5 mio/km
Berm	Sterfte bomen/ spontane takbreuk Bermbrand	Extra onderhoud door blussen en inzaaien		Zorgen voor voldoende water vasthoudende berm. Momenteel wordt echter gestuurd op een schrale berm omdat deze een hogere natuurwaarde heeft. In grasmengsels rekening houden met droogte resistente graszaden	Schatting € 0,1 mio/km
	Aanplant sterft af			Plantmateriaal kiezen dat bestand is tegen de optredende droogte	Schatting € 0,1 mio/km

Droogte	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Vaarweg</i>	<i>Ondoorvaarbaarheid door te weinig diepgang. Laad en los problemen door te laag water. Instabiele kades</i>				
Oever	Verzakking oever	Zie bodemdaling			
	Uitdroging natuurlijke oever	Oeverconstructie defect, afgestorven			
Kering	Verzakking kade	Zie bodemdaling			
	Uitdrogen kade/dijk	Voldoet niet meer	Drainage, nat houden	Drainage, nat houden, andere materialen toe passen. Afhankelijk van het type kade (veen/klei?)	Bestaand: nathouden Schatting € 0,1 mio/km
	Laad en los problemen door te laag water	idem		idem	
<i>Kunstwerken</i>	<i>Verzakking kunstwerken door aantasting funderingen</i>				
Tunnel					
Kleine kunstwerken (duikers ed)	Op staal gefundeerde duikers zouden kunnen zakken bij verlaagd grondwaterpeil				
Beweegbare brug	Bij houten funderingen kans op paalrot/aantasting fundering.	Lichte aantastingen werken door in levensduur		Funderingen vervangen.	Niet te schatten
Schut-, keer-, en uitwateringsluizen	Scheepvaart kan drempel sluis vanwege lage waterstand niet passeren	Beschadiging drempel	geen	herbouwen sluis	Niet te schatten

Bodemdaling:

Bodemdaling	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Weg</i>	<i>Zakkingsgevoelige wegvakken. Ongelijkmatige zakkingsen door ondergrondse infra en boomwortels</i>				
weg				Lichtere funderingen (EPS oid)	Bestaand: volledige reconstructie weg met EPS noodzakelijk. Schatting € 3,75 mio/km
Berm					
<i>Vaarweg</i>	<i>Ondoorvaarbaarheid door te weinig diepgang. Laad en los problemen door te laag water. Instabiele kades</i>				
Oever	Ophogen kades/oeveren daardoor extra belasting door ander ophoogmateriaal en extra belasting op ankers. Extra belasting door negatieve kleef (aanhangende grond)	Kades voldoen niet meer	Toetsen, aanvullen met geschikt (licht) aanvulmateriaal	Fundatie verzwaren.	Bestaand: fundaties verzwaren Schatting € 5,0 mio/km
	Ondoorvaarbaarheid door te weinig diepgang. (daling maaiveld/oever gaat sneller dan bodem vaarweg)	Vaarweg voldoet niet meer		Nieuwe verticale oevers aanbrengen, oevers ophogen	Bestaand: verticale oevers aanbrengen, oevers ophogen Schatting € 7,5 mio/km
	Laad en los problemen door te laag water	idem		idem	
Kering	Zie oever	Vaker ophogen van kades			

Bodemdaling	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Kunstwerken</i>					
Kleine kunstwerken (duikers ed)		Verhoogde slijtage door optredende ongelijkheid met weg Verzakkingen van de kunstwerken bij slechte fundatie, of noodzaak ophogen wegdek			Bestaand: overgangsconstructie vervangen Schatting € 0,1 mio/km
Beweegbare brug	Kans op niet meer sluiten door verzakking.			Bijplaatsen fundering om verzakking tegen te gaan (en aanpassen landhoofden)	Bestaand: overgangsconstructie vervangen Schatting € 2,5 mio/km
Stalen onderdelen onder de grond (damwand, paal)	MIC bacterie neemt toe; die staal aantast (ook van damwanden etc)		Kathodische bescherming		Niet te schatten
Schut-, keer-, en uitwateringsluizen	Onderloopsheid			Extra/zwaardere onderloopsheidschermen aan brengen	Bestaand: scherm toevoegen, injecteren Schatting € 2,5 mio
	Ondoorvaarbaarheid door te weinig diepgang. (daling maaiveld/oever. De drempel ligt op een vast niveau	Vaarweg voldoet niet meer		Nieuwe verticale oevers aanbrengen, oevers ophogen	Bestaand: verticale oevers aanbrengen, oevers ophogen Schatting € 7,5 mio/km

Overstromingen:

Overstromingen	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Weg: Onbegaanbaarheid wegen, verzakkingen weglichaam</i>					
weg	Verzakking of opdrijving weg	Afhankelijk van duur overstroming is vervanging nodig	Nvt?	Ophogen weg/verstevigen fundering	Volledige reconstructie weg en riool noodzakelijk. Schatting € 2,5 mio/km
	opdrijven licht ophoogmateriaal zoals EPS				Bestaand: volledige reconstructie weg met EPS noodzakelijk. Schatting € 3,75 mio/km
<i>Vaarweg: Instabiele kades. Leegstromen waterwegen bij boezemkadebreuk</i>					
Oever	Instabiele kades, constructie is niet berekend op leegstromen	Einde levensduur	Toets	Constructies versterken, vernieuwen.	Bestaand: oevers aanpassen, oevers ophogen Schatting € 2,5 mio/km
Kering	Instabiele kades, constructie is niet berekend op leegstromen	Einde levensduur			Bestaand: oevers aanpassen, oevers ophogen Schatting € 2,5 mio/km
	Leegstromen waterwegen bij boezemkadebreuk				

Overstromingen	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Kunstwerken: Verzakking kunstwerken. Onbegaanbaarheid onderdoorgangen</i>					
Tunnel	Schade aan systemen	Afhankelijk van duur overstroming is vervanging nodig	Extra aandacht voor waterafdichtingen van de installatie	Robuust ontwerp maken waarbij belangrijke watergevoelige onderdelen worden geplaatst op een plaats waar water niet zal komen of kiezen voor onderdelen die voldoende waterbestendig zijn.	Bestaand: bij gemiddelde onderdoorgang deels nieuwe installaties aanbrengen. Schatting € 0,25 mio
	Opdrijven van de constructie bij te hoge grondwaterstanden na overstroming	Ballasten om opdrijven tegen te gaan.			Schatting € 25.000,-/ keer
	Schade aan constructie door extra belasting van water in tunnel op fundering wanneer deze is volgelopen	Deformeren van de constructie = einde levensduur Nagaan of een tunnelfundering wordt uitgerekend op het volledig vol met water staan. Dan treed dit probleem niet op.	Volle aandacht voor onderhoud van het pomp en afvoersysteem	Redundanties overcapaciteit aanbrengen op de pompinstallatie. Zorgen door inrichting van omgeving van de tunnel dat overstromen niet snel zal plaats vinden. Bij voorbeeld door toepassing kanteldijk voor tunnel	Bestaand: bij gemiddelde onderdoorgang deels nieuwe (pomp)installaties aanbrengen. Schatting € 0,25 mio
Kleine kunstwerken		Afhankelijk van duur overstroming is vervanging nodig		Zo ontwerpen dat je hem bij onderhoud leeg kan pompen.	Niet te schatten

Overstromingen	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
Beweegbare brug	Uitspoeling bij bres nabij de brug	Afhankelijk van duur overstroming is vervanging nodig			Niet te schatten
Schut-, keer-, en uitwatering sluisen	Bediening/bereikbaarheid niet mogelijk				Niet te schatten

CONCEPT

Storm:

Storm	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
<i>Weg</i>	<i>Omwaaien van bomen en VRI</i>				
weg	Omwaaien VRI schoonvegen weg	Geen?		Verstevigen VRI?	Schatting € 25.000,-/ keer locatie
	Opwaaien bewegwijzering en bebording	Verkorting levensduur van tientallen procenten	Regelmatig inspectie op veroudering onderdelen Preventief onderhoud nalopen verbindingen. (zit alles nog goed vast)	In ontwerp rekening houden met grotere dynamische belastingen door wind. ; Preventief vervangen van windgevoelige objecten;	Niet te schatten
Berm	Omwaaien bomen, afbreken takken: inschakelen brandweer voor opruimen, schoonvegen weg	Boom kan omwaaien= einde levensduur	Bewaken groei van de boom door vormsnoei gericht op schade door wind.	Veel aandacht voor groeiplaats en wortelstelsel van boom Kiezen van minder windgevoelige boomsoorten	Schatting € 25.000,-/ keer / locatie
<i>Vaarweg</i>	<i>Niet open kunnen van beweegbare bruggen Omwaaien bomen</i>				
Oever	Omwaaien bomen, trekken oeverversteviging mee	Boom kan omwaaien= einde levensduur Beschadiging kade	Bewaken groei van de boom door vormsnoei gericht op schade door wind. Verwijderen risicovolle objecten	Veel aandacht voor groeiplaats en wortelstelsel van boom. Kiezen van minder windgevoelige boomsoorten Verwijderen risicovolle objecten	Niet te schatten

Storm	Directe schade	Impact op levensduur	Verandering in onderhoud	Oplossen knelpunt	Kosten (investeringskosten incl. Btw)
Kering	Schade aan kering door omwaaiende bomen	Toetsen op voorkomen	Bewaken groei van de boom door vormsnoei gericht op schade door wind.	Veel aandacht voor groeiplaats en wortelstelsel van boom Kiezen van minder windgevoelige boomsoorten Verwijderen bomen	Niet te schatten
Vaarweg	Scheepvaart niet mogelijk door wind	geen	geen	Beschermende objecten plaatsen (bomenrijen)	Schatting € 0,5 mio/km
	Scheepvaart kan elkaar niet passeren vanwege onvoldoende ruimte veiligheidsstrook			Vaarweg verbreden	Niet te schatten
	Niet of beperkt bevaarbaar door golfslag	Schade aan oevers		Oevers vervangen	Bestaand: oevers aanpassen, oevers ophogen Schatting € 2,5 mio/km
Kunstwerken	<i>Niet open kunnen van beweegbare bruggen</i>				
Tunnel	Een tunnel lijdt niet bij storm				
Kleine kunstwerken (duikers ed)	Een duiker lijdt niet bij storm				
Beweegbare brug	Is het niet acceptabel om bij heel harde wind een beweegbare brug niet te bedienen als dat kritisch zou zijn voor de constructie?			In ontwerp rekening houden met zwaardere windbelasting of kunstwerk hiervoor alsnog geschikt maken	Schatting € 0,5 mio/km

Bijlage 2. Kansen en opgaves op kaart

CONCEPT

Kansen

Combinatie door regionale afstemming

1

Toekomstige ontwikkeling meenemen

2

Hitte/droogte heeft weinig effect

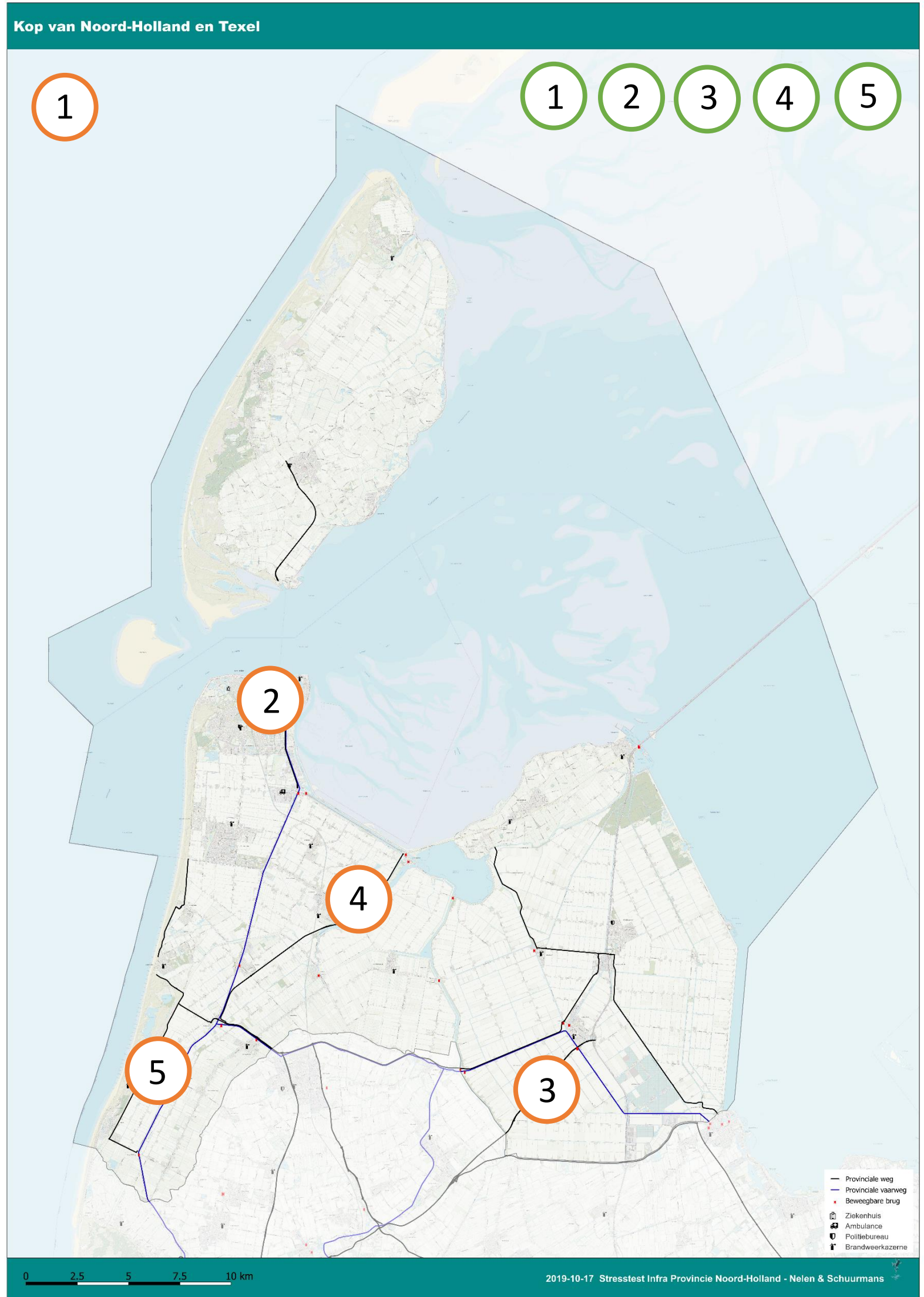
3

???

4

Rekening houden met aanliggende gebieden

5



Bodemdaling: situatie Anna Paulowna. Weg + eendjes

1

Zoutindringing bij sluizen

2

N242 bomen; storm

3

Kabels + leidingen bij vaarwegen → verzilting bijv. drainage

4

Wateroverlast div. plaatsen:
- Callantsoog, Den Burg en Wieringerwerf

5

Bedreigingen

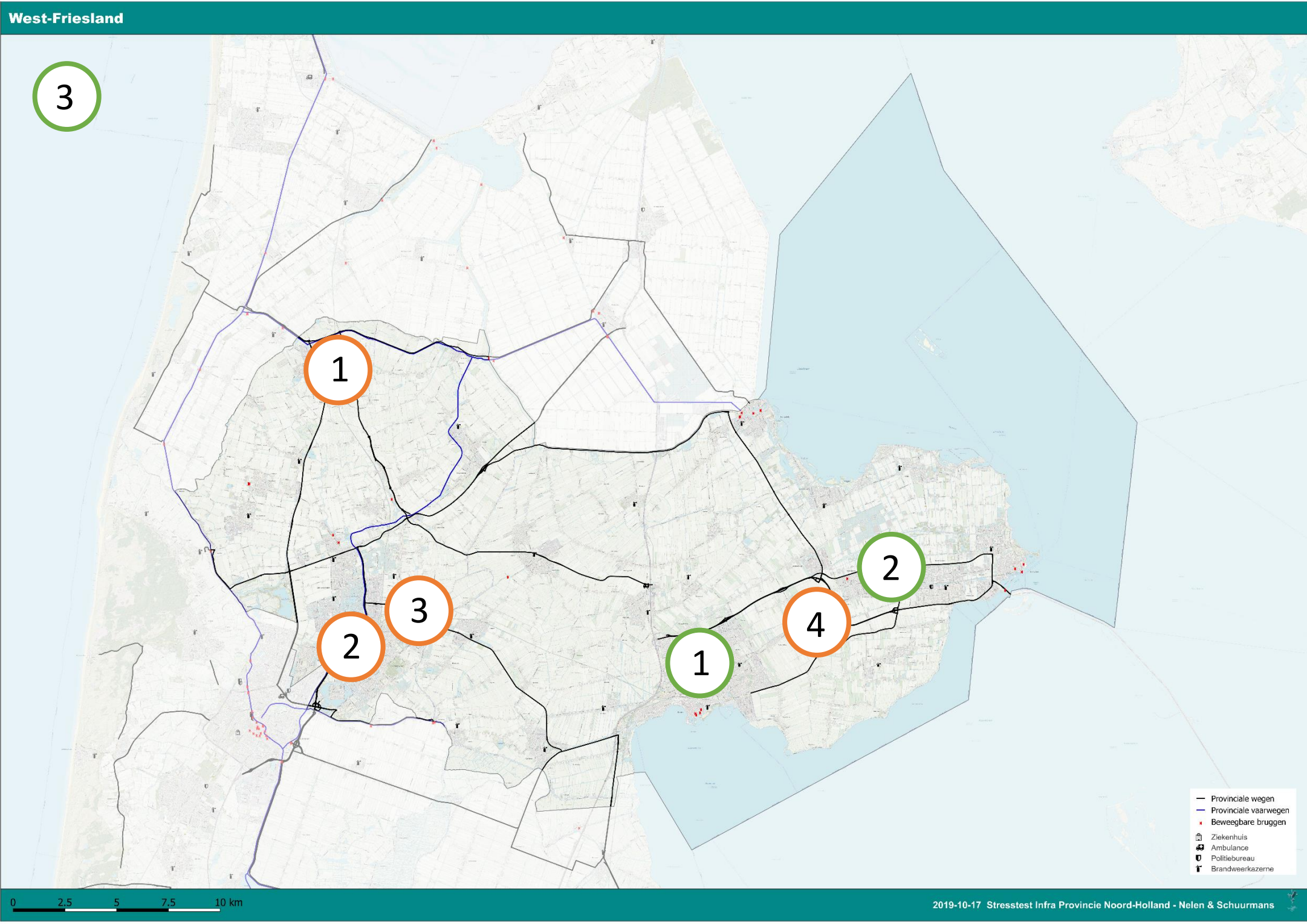
Voorkomen dat water de tunnel kan instromen. Kades plaatsen
1

Communicatie bij overstromingen. Verticale evacuatie
2

Innovatie waterbeheer
3

4

5



Bedreigingen

Weg kades/oevers Kunstwerken doorstroming
1

(Vaar)weg Gasleiding + veel kunstwerken Scheiding boezems
2

Wateroverlast N23
3

Overlast vluchtroutes
4

5

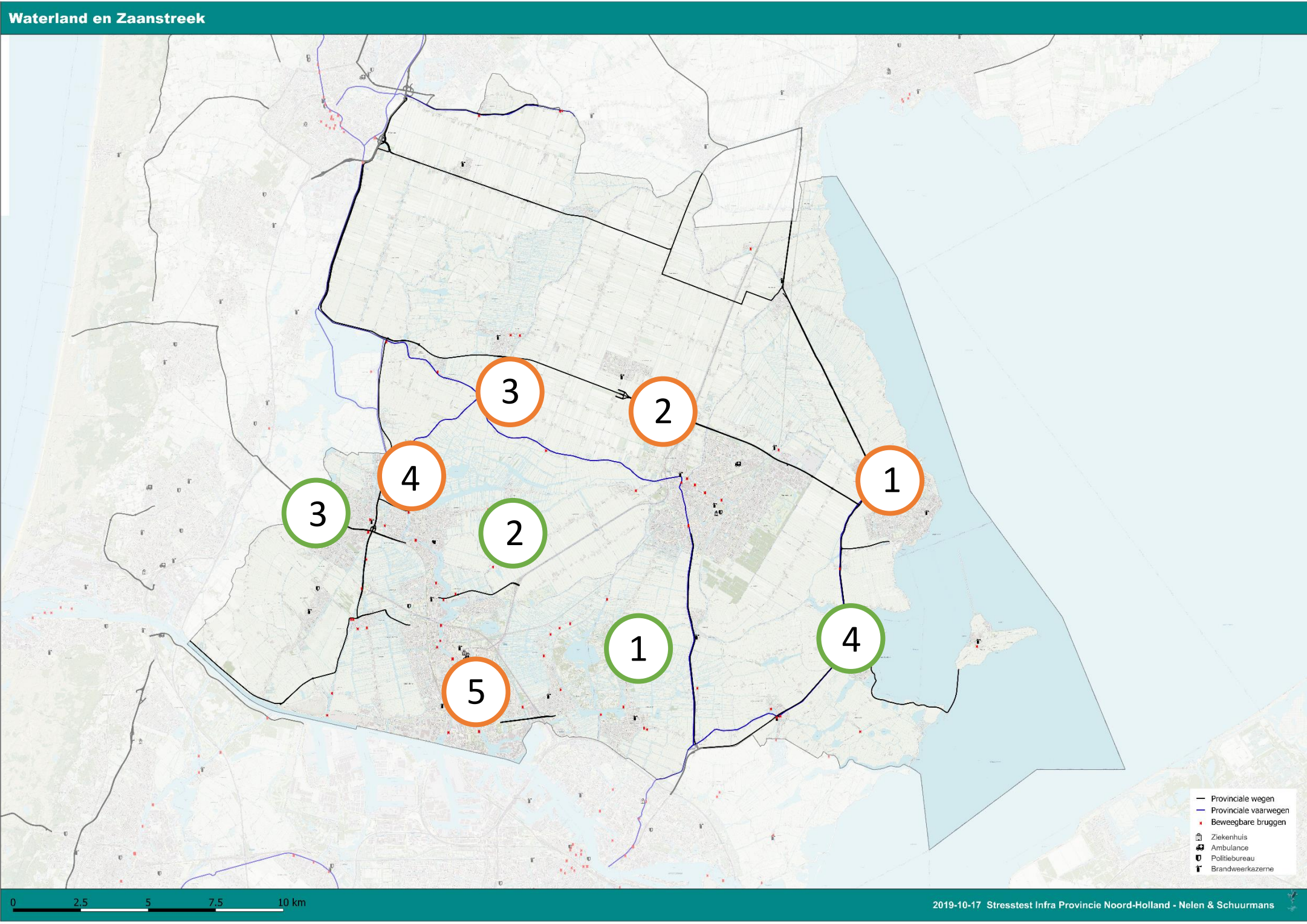
Amsterdam wetlands
1

Verhoogde wegen
compartimentering
bij overstrooming
2

A8/A9 water robuust
realiseren
3

Nieuw gemaal +
ingreep provinciale
weg
4

5



Bedreigingen

Edam: wegvak niet
beschikbaar
1

N244:
bodemdaling/
overstrooming
2

Activiteiten in
slappe ondergrond
3

Verziltling
4

Zaans medisch
centrum bij
overstrooming
5

Kansen

Meer bomen planten
(Bomen geven meer voordeel dan nadeel)

1

GO groot onderhoud
2023

2

Kans in onderhoud

3

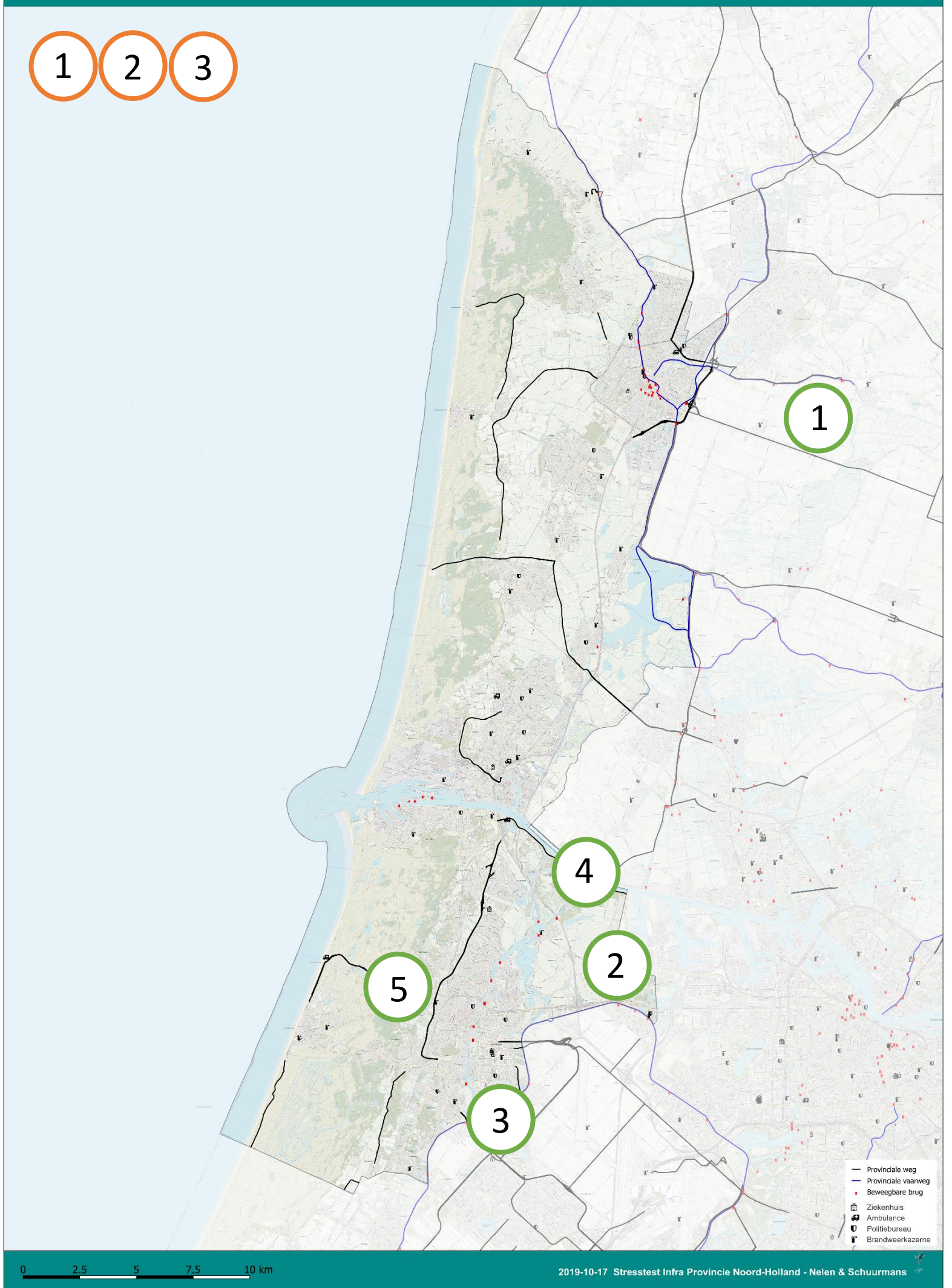
Bomen gefaseerd
gekapt

4

OV verbeteren

5

Kennemerland



Voorkomen schade
aardgas,
buisleidingen en
ondergrondse infra

1

Knelpunt weg
Alkmaar Zuid -
Heerhugowaard

2

Bereikbaarheid
hulpdiensten en
bluswater
duingebied/spoor
door duinen

3

4

5

Bedreigingen

Kansen

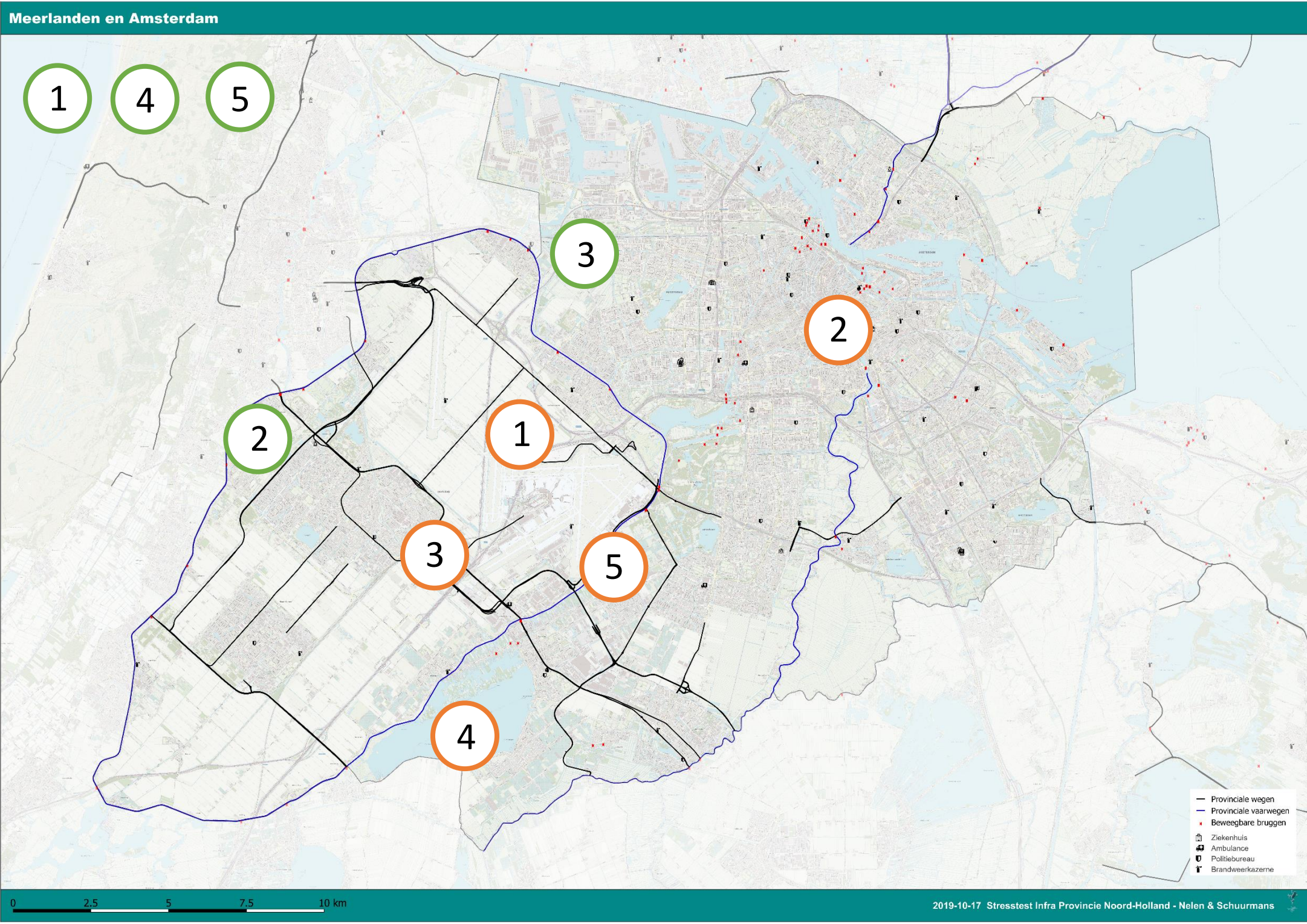
Verlagen van bermen
1

Aansluiten kolken
2

Vervangen
damwanden voor of
op bestaande
3

Resilient maken van
bebouwde omgeving
4

Kades Amsterdam
5



Bedreigingen

Te hoge bermen
1

Inflexibel
watersysteem oud
Amsterdam
2

Betonnen
busbanen
3

Capaciteit
Ringvaart
4

Tunnel
pompsysteem
5

Kansen

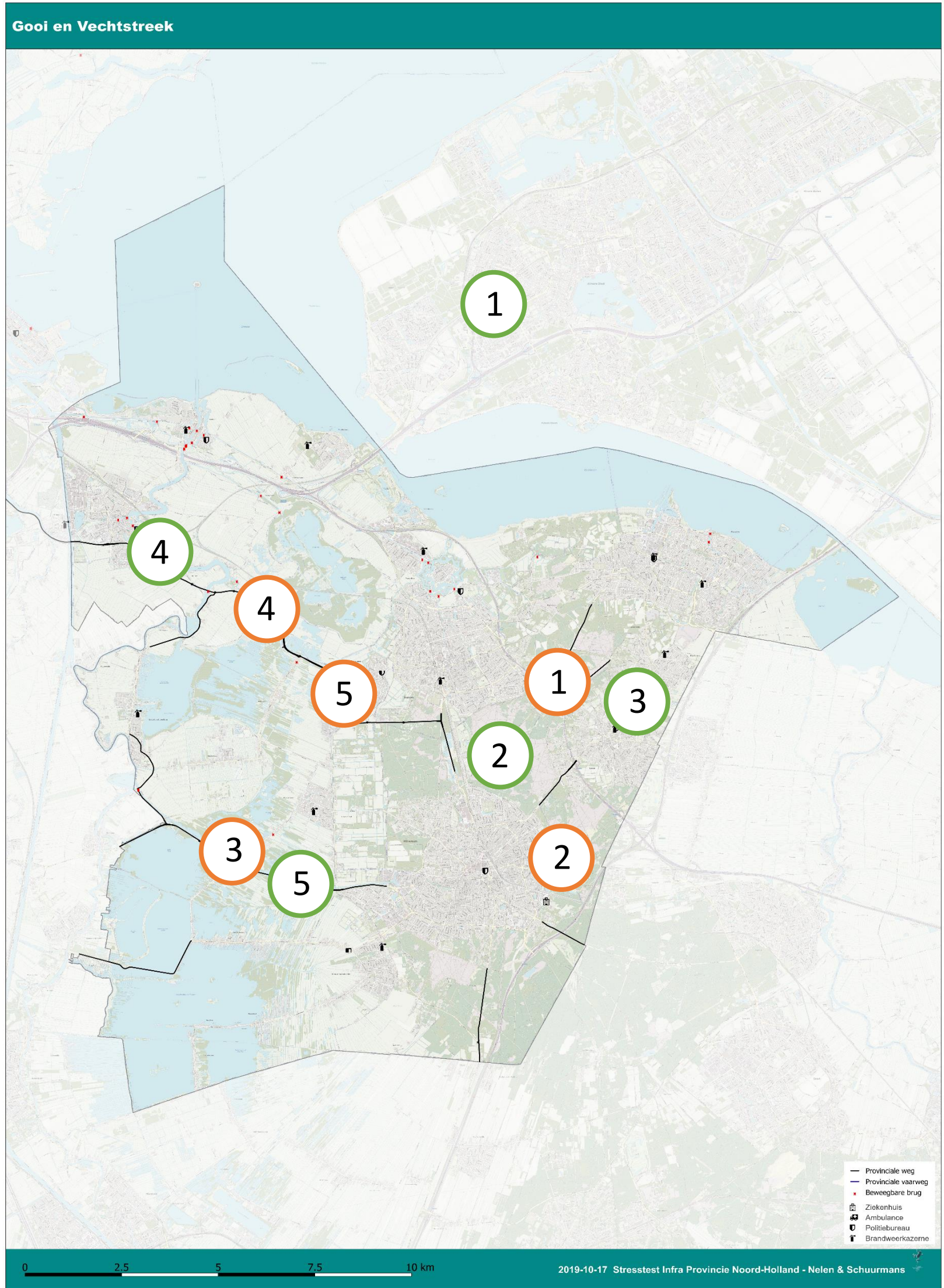
Integrale aanpak
(RWS)
Overkoepelend
1

Vijver voor
waterberging en
bluswater
2

Helofytenveld =
- waterberging
+ kwaliteit
3

Samenwerken met
ProRail
4

De bermen van de
N201
5



A1/X1527
wateroverlast
1

A1/N525
2

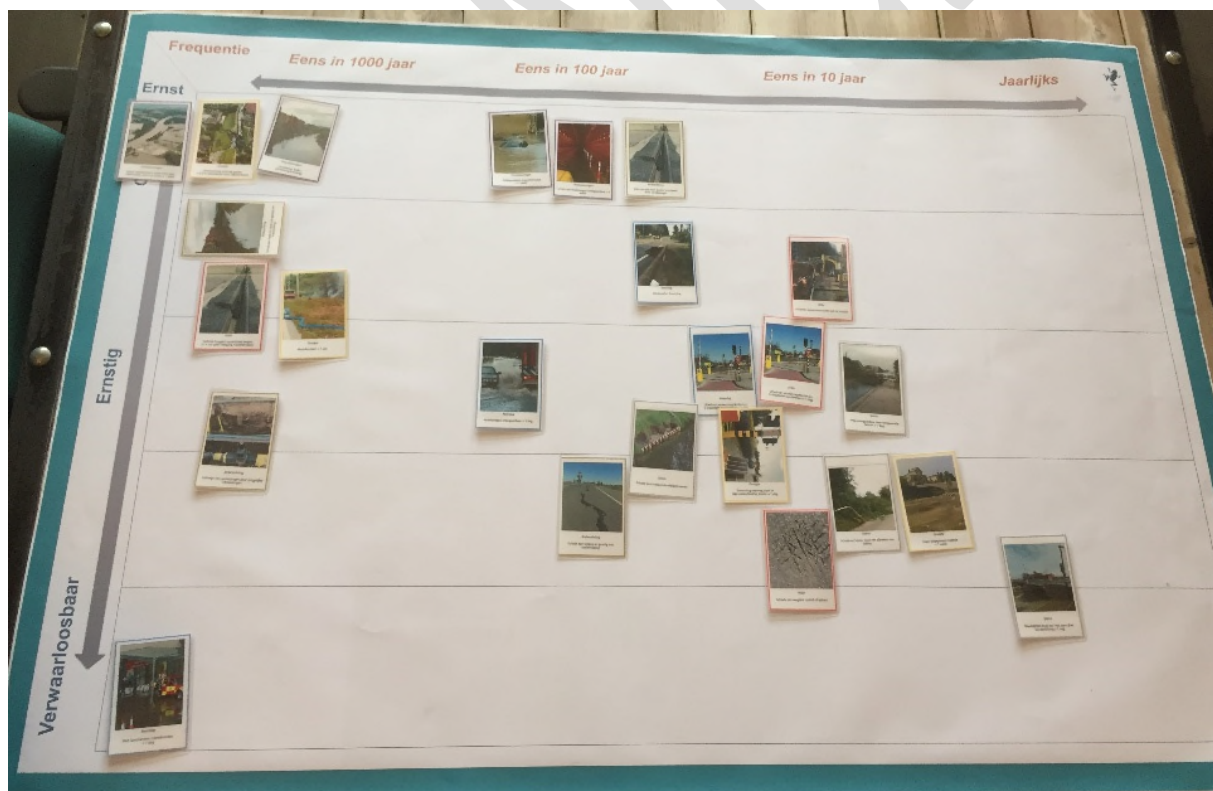
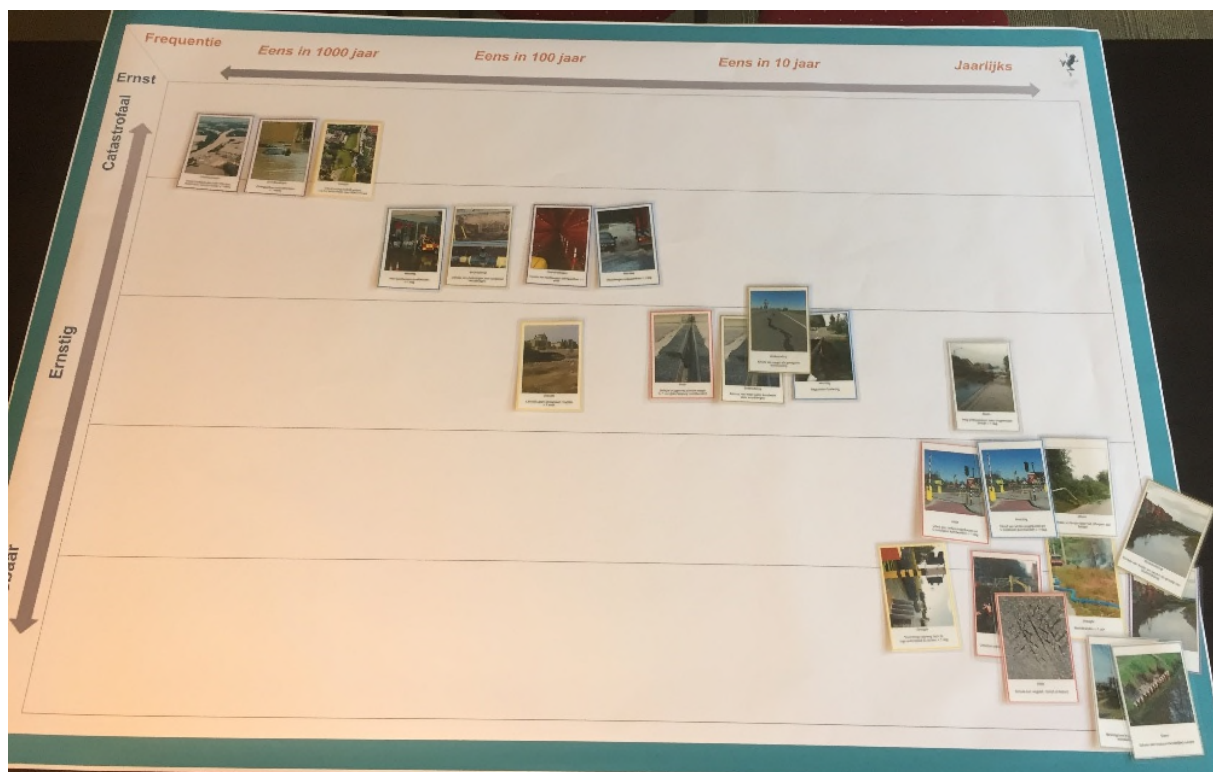
Overstroming N201
3

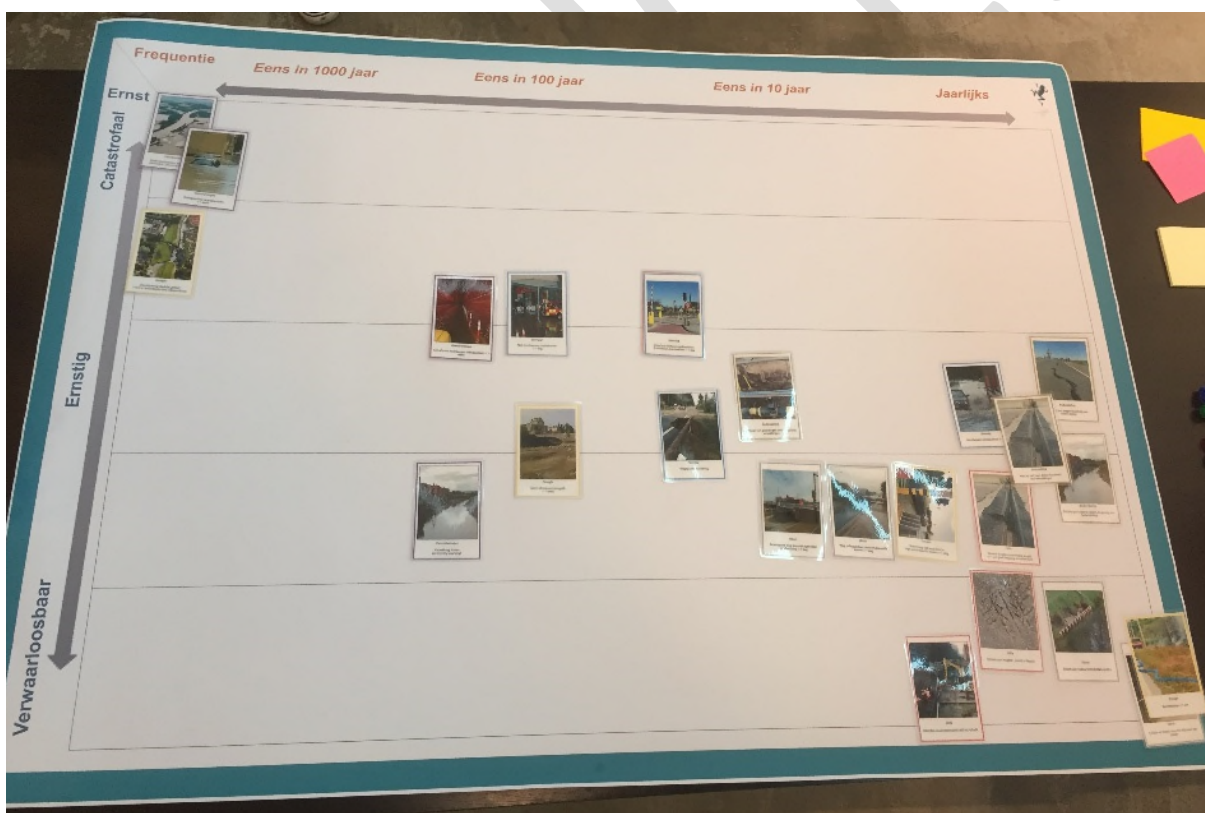
Overstroming N236
4

Bodemdaling N236
5

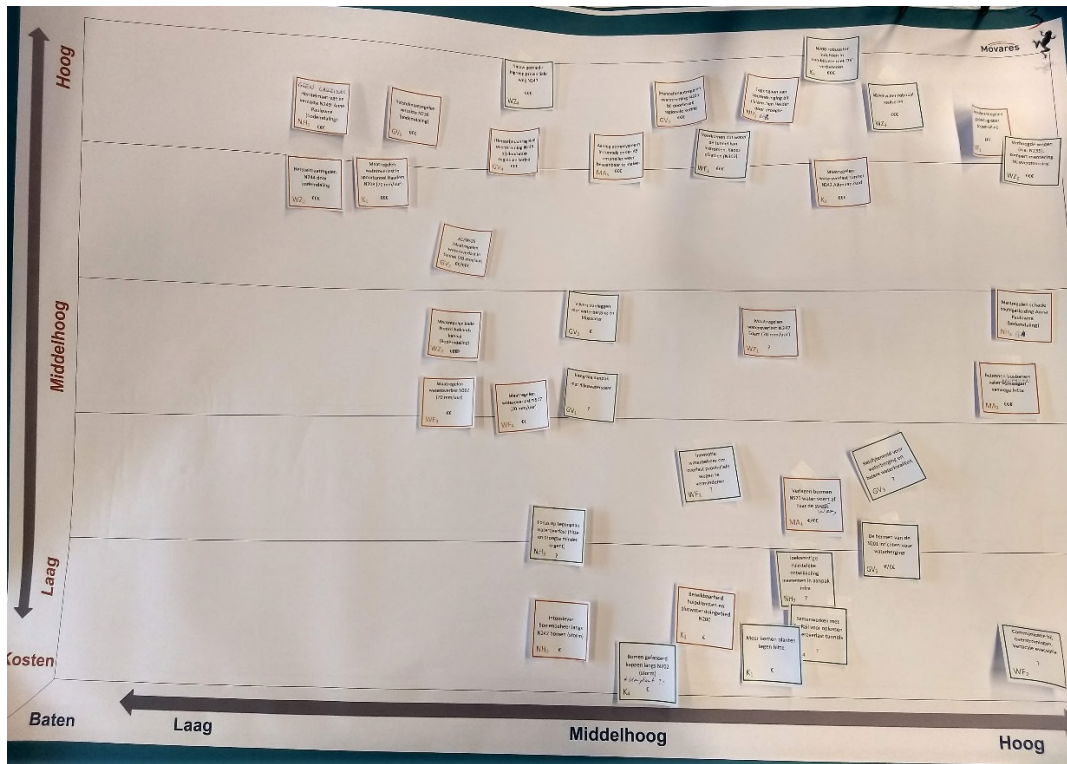
Bedreigingen

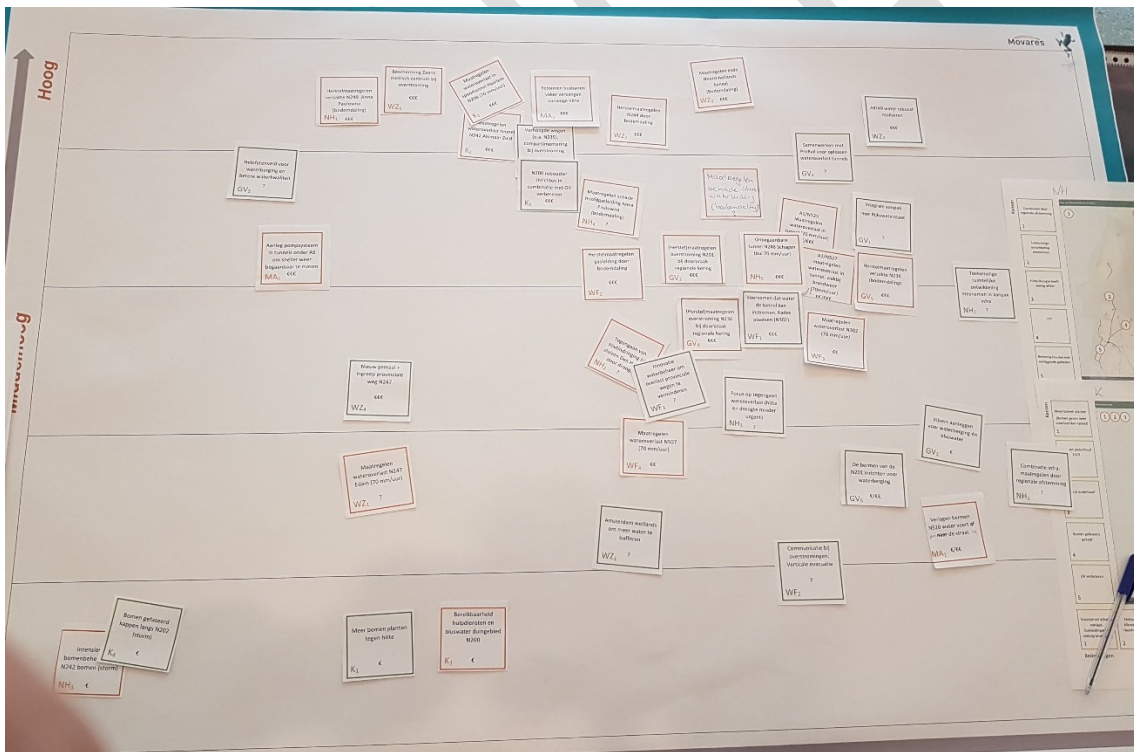
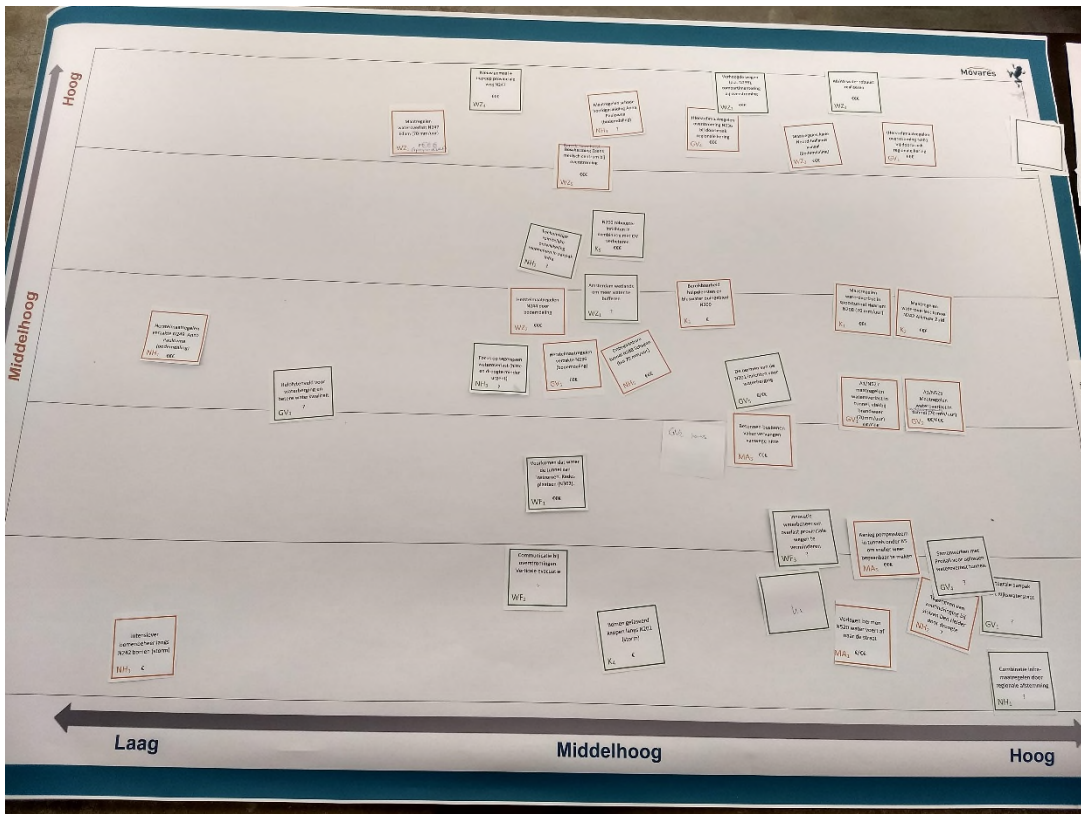
Bijlage 3. Resultaten risicomatrix

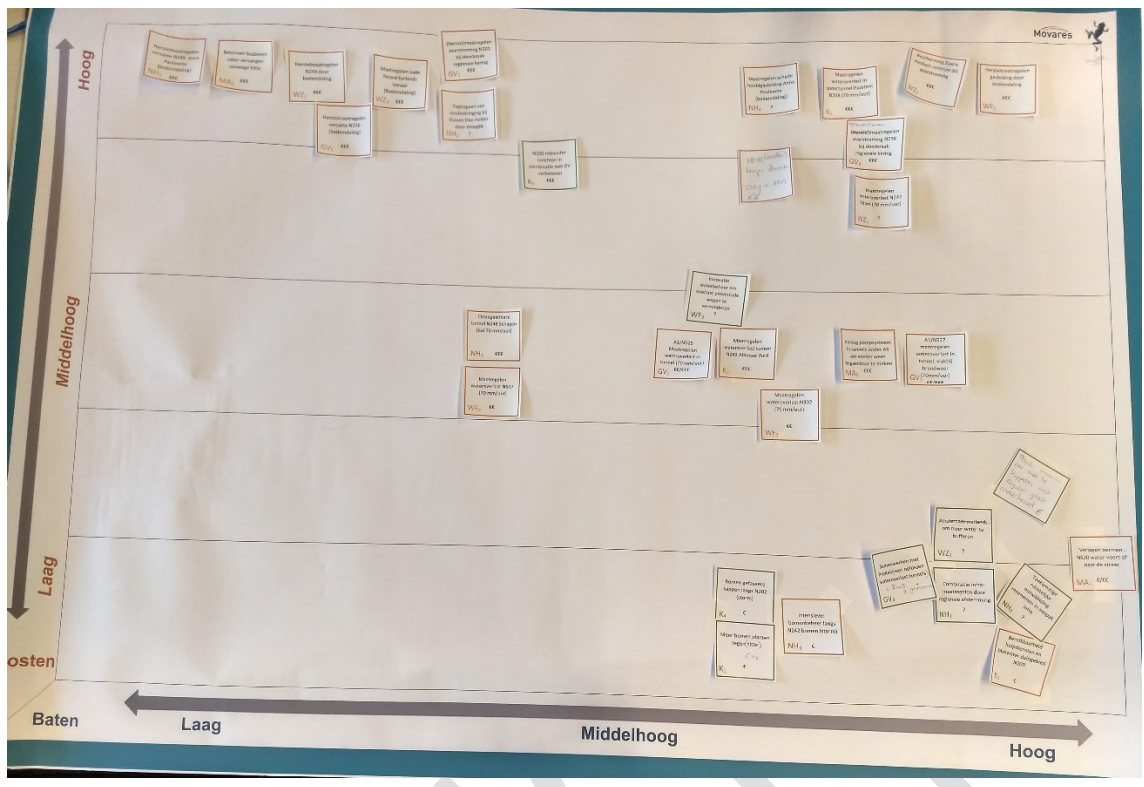




Bijlage 4. Uitkomsten kosten-baten matrix







CONCEPT

Colofon

Opdrachtgever Provincie Noord-Holland Staven
Albert Kandelaar
Status opdrachtgever Programmamanager assetmanager

Uitgave Movares Nederland B.V.

Kennislijn Omgeving en Processen
groep Omgeving en Conditionering: Omgeving en Conditionering

Daalseplein 100
3500 GW Utrecht

Telefoon 06 10 95 00 60

Ondertekenaar
Adviseur water, klimaat en duurzaamheid

Projectnummer MN000109

Kenmerk D84-MVL-KA-2000001

© 2019, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

D84-MVL-KA-2000001 / Proj.nr. MN000109 / Vrijgegeven / Versie 2.0 / 7 februari 2020