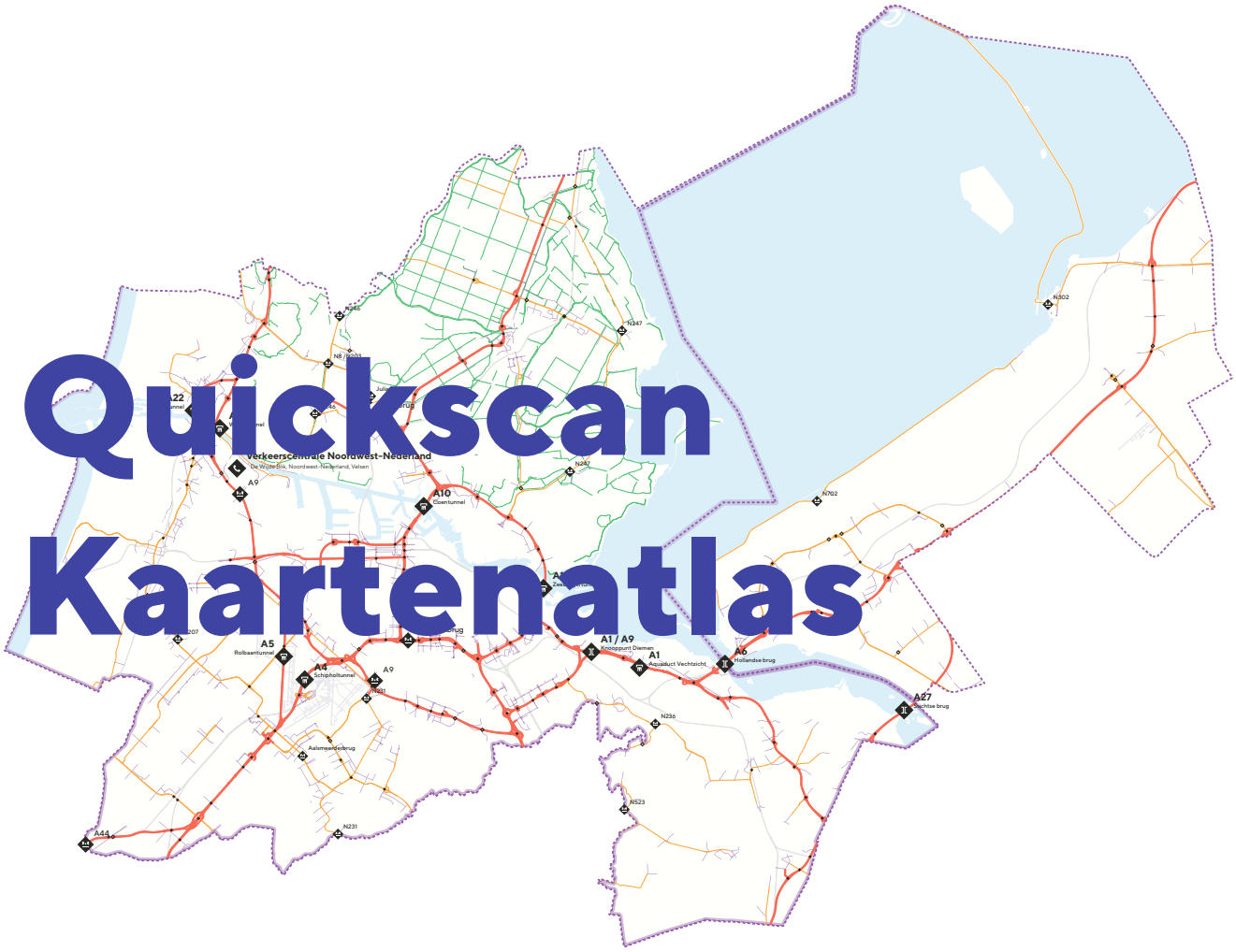
MUST

Klimaatbestendige, vitale en kwetsbare functies Metropoolregio Amsterdam

Quickscan Kaartenatlas
Amsterdam, 15 November 2018
www.must.nl

Quickscan Kaartenatlas



Inhoudsopgave:

1.0	Introductie	5
2.0	Kwetsbare en vitale functies	23
	Wegennet	24
	Elektriciteitsnet	28
3.0	Klimaatscenario's	32
	Overstromingsrisico	34
	Wateroverlast	36
	Hittestress	40
	Droogte	42
4.0	Kwetsbaarheidsanalyse vitale en kwetsbare functies	46
	Wegennet vs. overstromingsrisico	50
	Wegennet vs. wateroverlast	54
	Wegennet vs. hittestress	56
	Wegennet vs. droogte	58
	Elektriciteitsnet vs. overstromingsrisico	62
	Elektriciteitsnet vs. wateroverlast	64
	Elektriciteitsnet vs. hittestress	66
	Elektriciteitsnet vs. droogte	68

Afb. Gevolgen wolkbreuk boven Cabralstraat Amsterdam, Aafie Stonner bron: https://www.rainproof.nl/nieuws/wolkbreuk-boven-amsterdam

Waarom een verkennend onderzoek naar de invloed en gevolgen van klimaatverandering op vitale en kwetsbare functies?

1.0

Introductie

Klimaatbestendige, vitale en kwetsbare functies

QUICKSCAN Kaartenatlas

De gevolgen van klimaatsverandering voor het functioneren van de regio
Klimaatverandering zorgt wereldwijd voor extremere weersomstandigheden. Het wordt warmer, droger, natter en het risico op overstromingen uit rivieren en zee neemt toe. Klimaatverandering raakt onze veiligheid, leefbaarheid, gezondheid en welvaart en dwingt ons tot samenwerking en handelen.
Zoals Obama aangaf in de nasleep van Orkaan Sandy: 'We zijn de eerste generatie die de effecten van klimaatverandering ondervindt en tevens de laatste generatie die er iets aan kan doen.' Klimaatverandering is realiteit. Afgelopen zomer is maar weer eens gebleken dat extreme weersituaties zich niet beperken tot alleen wateroverlast. De MRA wil een internationaal concurrerende regio zijn en blijven, met een aantrekkelijke leefomgeving waarin veilig gewoond, gewerkt en gerecreëerd kan worden. Een regio waarin investeringen niet door water worden overspoeld of geconfronteerd worden met gevolgen van droogte zoals een tekort aan water of een slechte waterkwaliteit. In het voorliggende document zijn deze gevolgen (overstromingsrisico, wateroverlast, hittestress en droogte) van klimaatverandering verkent voor kwetsbare en vitale functies in de Metropoolregio.

Wat zijn kwetsbare en vitale functies?
Vitale en kwetsbare functies zijn functies die bij uitval of beschadiging door overstroming, wateroverlast, hitte of droogte ernstige schade met zich mee kunnen brengen voor mens, milieu of economie. Of functies die noodzakelijk zijn voor het herstel van een gebied na de calamiteit. Het optreden van keteneffecten bij de uitval van vitale functies draagt bij aan de omvang van de gevolgen. Uitval van één object of functie leidt vaak tot uitval van andere processen. Uitval van stroom heeft bijvoorbeeld gevolgen voor het verkeer: matrixborden, sturing voor bedienen van bruggen, verkeerscentrales, en stoplichten vallen uit, met verkeersdrukte/verkeersinfarcten tot gevolg.

Quickscan kaartenatlas
In deze quickscan atlas zijn kaarten en diagrammen als resultaat van een eerste verkenning naar de gevolgen van klimaatverandering op het functioneren van kwetsbare en vitale functies in de MRA opgenomen. Aan de hand van verschillende werksessie, desktop research en contraexpertise zijn de gevolgen van klimaatsverandering getoetst op het wegen- en elektriciteitsnet. Gedurende het proces is een werkmethodiek ontwikkeld op basis waarvan in een vervolgtraject het drinkwater-, gas- en ICT-telecomnet kunnen worden getoetst. In dit groeidocument zijn de eerste bevindingen en conclusies op het functioneren van het wegen- en elektriciteitsnet gebundeld.

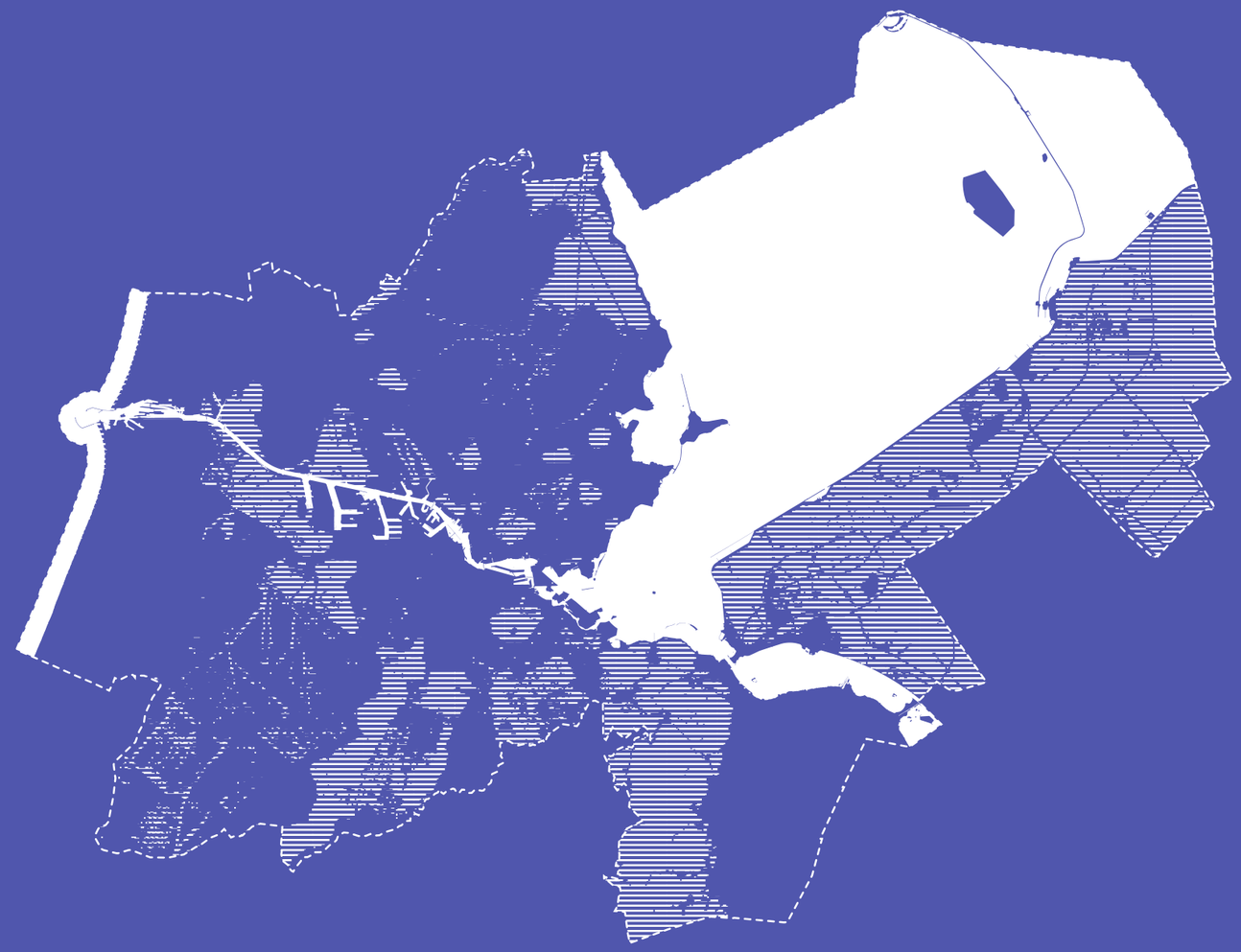
'We zijn de eerste generatie die de effecten van klimaatverandering ondervindt en tevens de laatste generatie die er iets aan kan doen.'

Barack Obama

Wat kan er gebeuren als gevolg van een overstroming, wateroverlast, hittestress of droogte?

Afb. wolkbreuk boven Vondelpark, Amsterdam, Niels Froma, Bron https://www.rainproof.nl/nieuws/wolkbreuk-boven-amsterdam

Wat als... delen van de MRA overstromen?



Overstroomt gebied

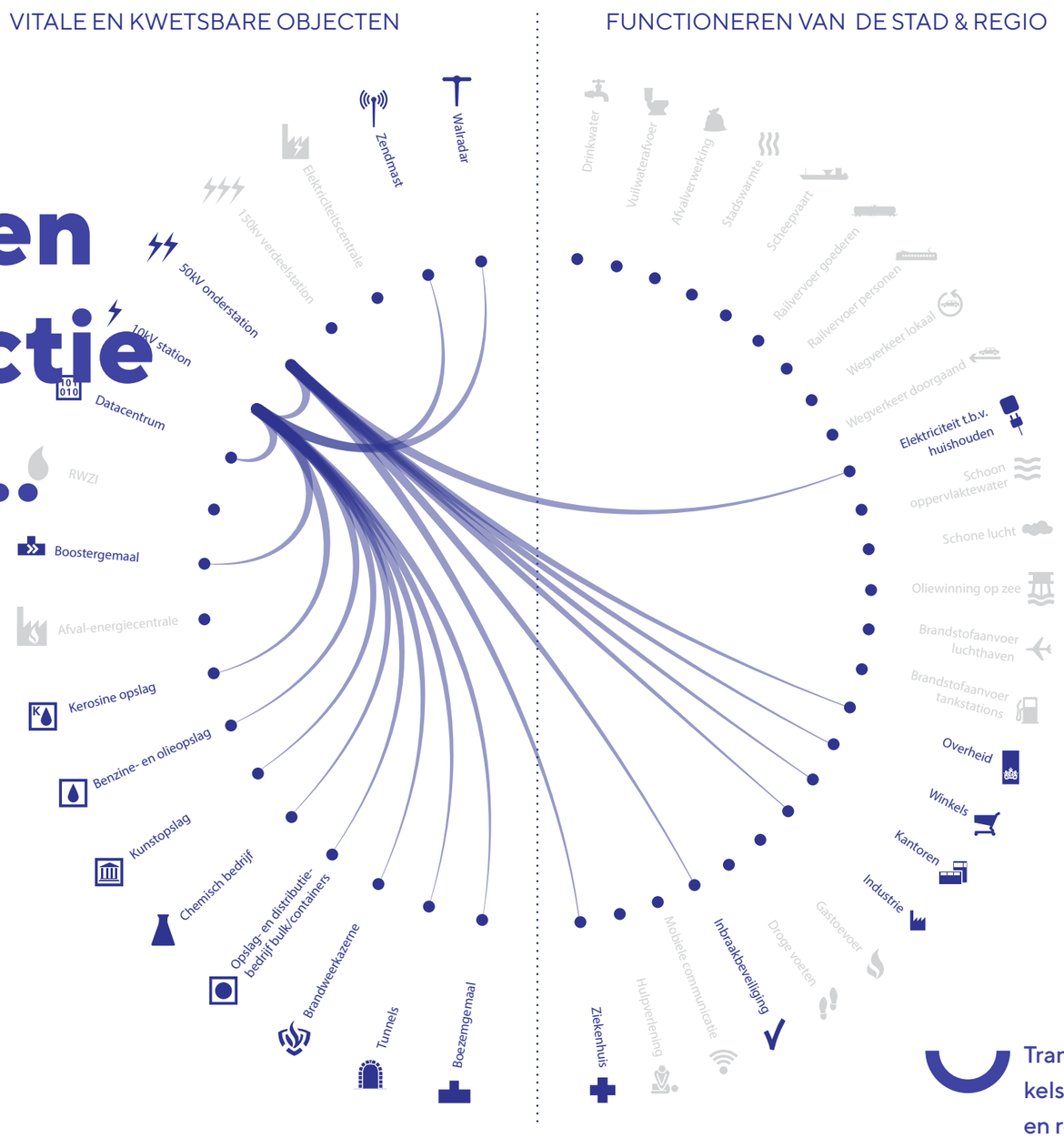
Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel en neemt de neerslag [met name in de winter] toe. Zonder aanvullende maatregelen om overstromingen te voorkomen of de gevolgen daarvan te beperken zal de kans op het overstromingsrisico toenemen. In de Metropoolregio Amsterdam staan veel kwetsbare en vitale objecten en netwerken. Wat kan er gebeuren als bijvoorbeeld een elektriciteitsvoorziening of onderdelen van het elektriciteitsnetwerk onder water komen te staan?

En een transformator-station onder water komt te staan?

Transformatorstations zijn vitale voorzieningen en kwetsbaar voor overstromingen. De drempelhoogte van deze voorzieningen is vaak niet hoog genoeg. Stel je eens voor dat een transformatorunit van 50 of 10kV uitvalt?

Transformatorstation bedrijventerrein Westpoort Amsterdam, beeld: must

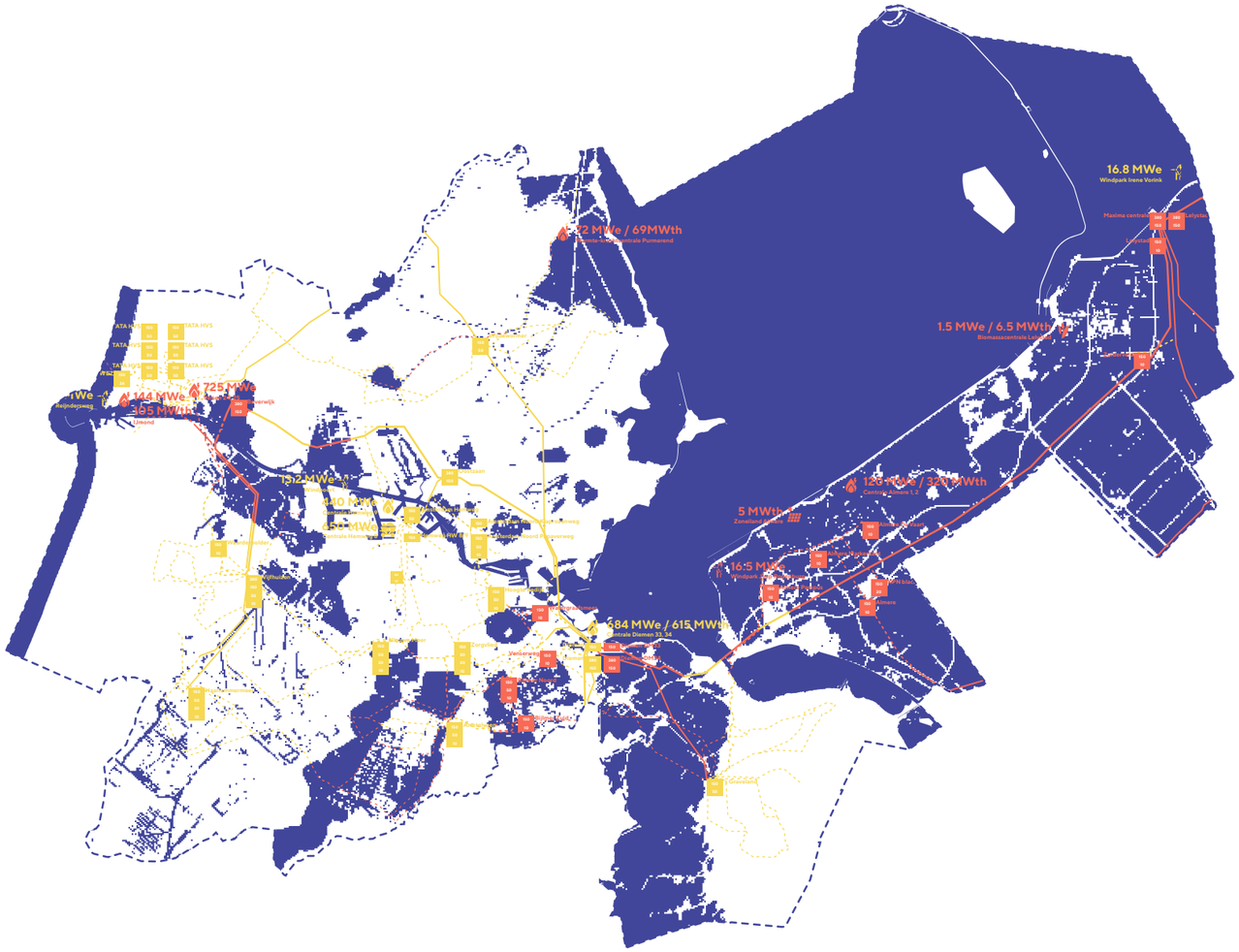
Dit heeft een kettingreactie tot gevolg...



Transformatorstation zijn cruciale schakels voor het doorfunctioneren van stad en regio. Als gevolg van een stroomstoring vallen veel kwetsbare en vitale functies uit.

Functies en netwerken zoals Schiphol Airport, bedrijventerrein Westpoort, de Zeesluis in IJmuiden en woonwijken in de Metropoolregio kunnen worden getroffen.

Onderwater en een energie black-out



Door een energie black-out kan een in potentie groot deel van de Amsterdamse Metropoolregio zonder stroom komen te zitten

Elektriciteitsnet

- Trafo overstromingsgevoelig
- Trafo
- kabel bovengronds overstromingsgevoelig
- kabel ondergronds overstromingsgevoelig
- kabel bovengronds
- kabel ondergronds
- Overstoomt gebied

Kleine investering grote impact!

Een transformatorstation is een object met gevoelige onderdelen. Een energie black-out als gevolg van het overstromen van een transformatorunit van 50 of 10kV is te voorkomen. Het ophogen van een transformatorstation of installeren van een tuimelkade is een relatief kleine investering. De schade als gevolg van het uitvallen van de elektriciteitsvoorziening zal vele malen groter zijn.

Afb. Bedrijventerrein Westpoort, Amsterdam, bron: Must

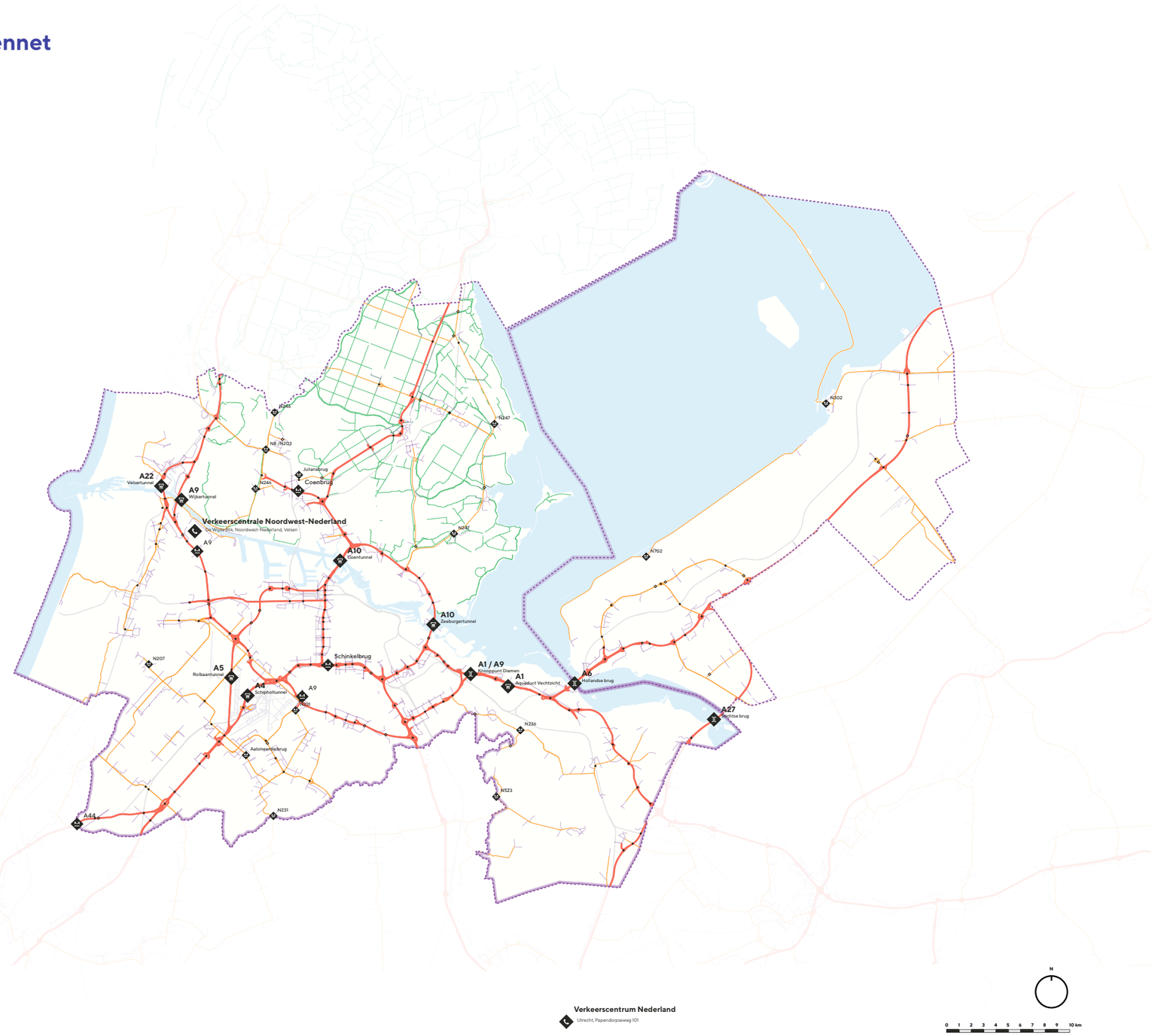
2.0

Vitale en kwetsbare functies

Een klimaatrobuste infrastructuur is van belang voor stad en regio. De gevolgen van klimaatverandering hebben invloed op het functioneren van deze kwetsbare systemen en netwerken. Hoe houden we infrastructuur toekomstbestendig?

Voor het opstellen van de infrastructuurkaarten zijn gegevens van verschillende bronnen gebruikt en verwerkt. Op basis van workshops, desktopresearch en contra-expertise zijn de systemen en netwerken van kwetsbare en vitale infrastructuur in kaart gebracht. De brongegevens die zijn verwerkt in de kaarten geven een benadering van de werkelijkheid weer en beweren derhalve niet een volledige weergave te zijn van het netwerk en het functioneren van de infrastructuur.

Wegennet



Legenda

Mobiliteit, wegennet

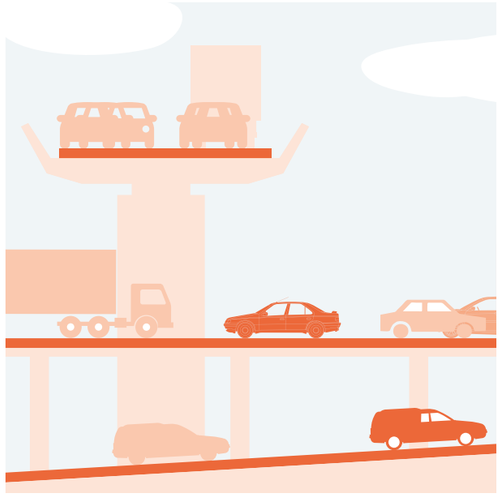
- Rijkswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen aansluiting eerste 100 meter
- HHNK, wegenbeheer
- Water kunstwerk
- Infra kunstwerk
- RWS, verkeerscentrale
- Tunnel
- Brug
- Beweegbare brug
- Spoor
- Bestuurlijke grenzen

Wegennet

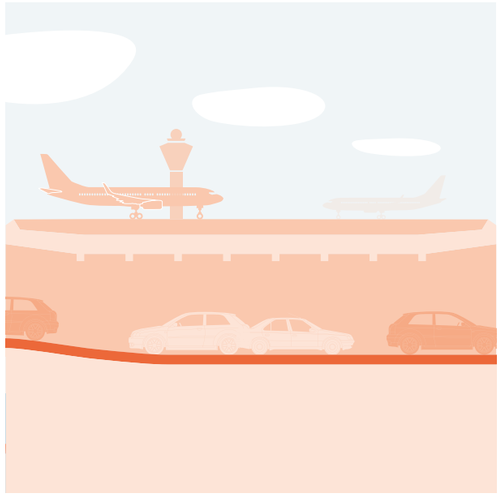
Voor de uitwerking van de wegennetkaart zijn openbare webgegevens van Rijkswaterstaat, de Provincie Noord-Holland en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier gebruikt. De brongegevens die zijn verwerkt in de kaart geven een benadering van de werkelijkheid weer en beweren derhalve niet een volledige weergave van het wegennetwerk te zijn.

Bronnen:
https://geoservices.rijkswaterstaat.nl/apps/pdokkaart/applicaties/wegbeheerders/?zoom=8&lat=490952.36&lon=110674.96&layers=0TTB
https://www.rijkswaterstaat.nl
https://www.hhnk.nl

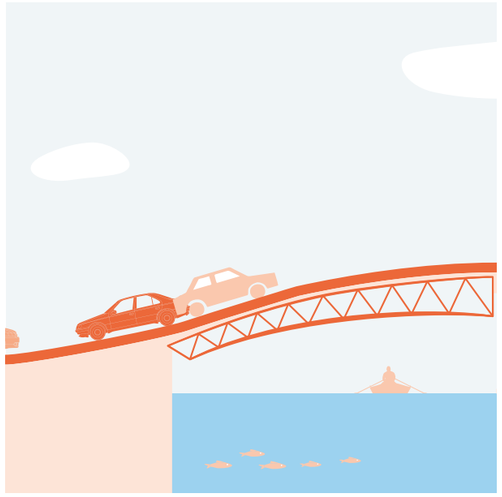
Schakels wegennet



Knooppunt

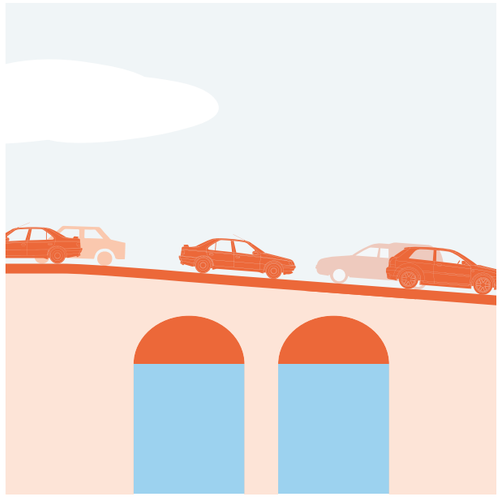


Tunnel

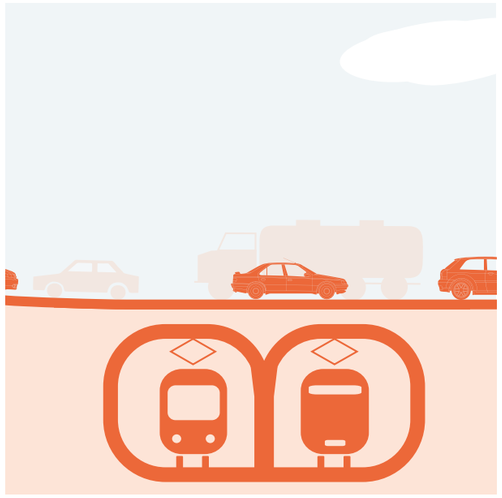


Brug

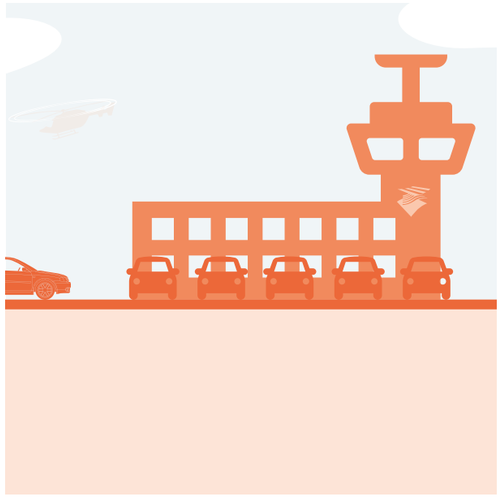
Beweegbare brug



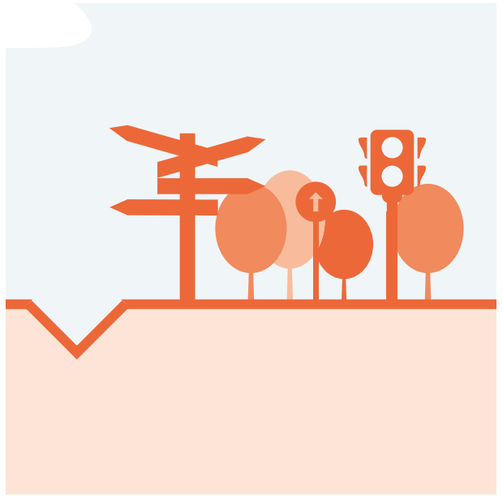
Waterwerk



Spoorwerk, overgang

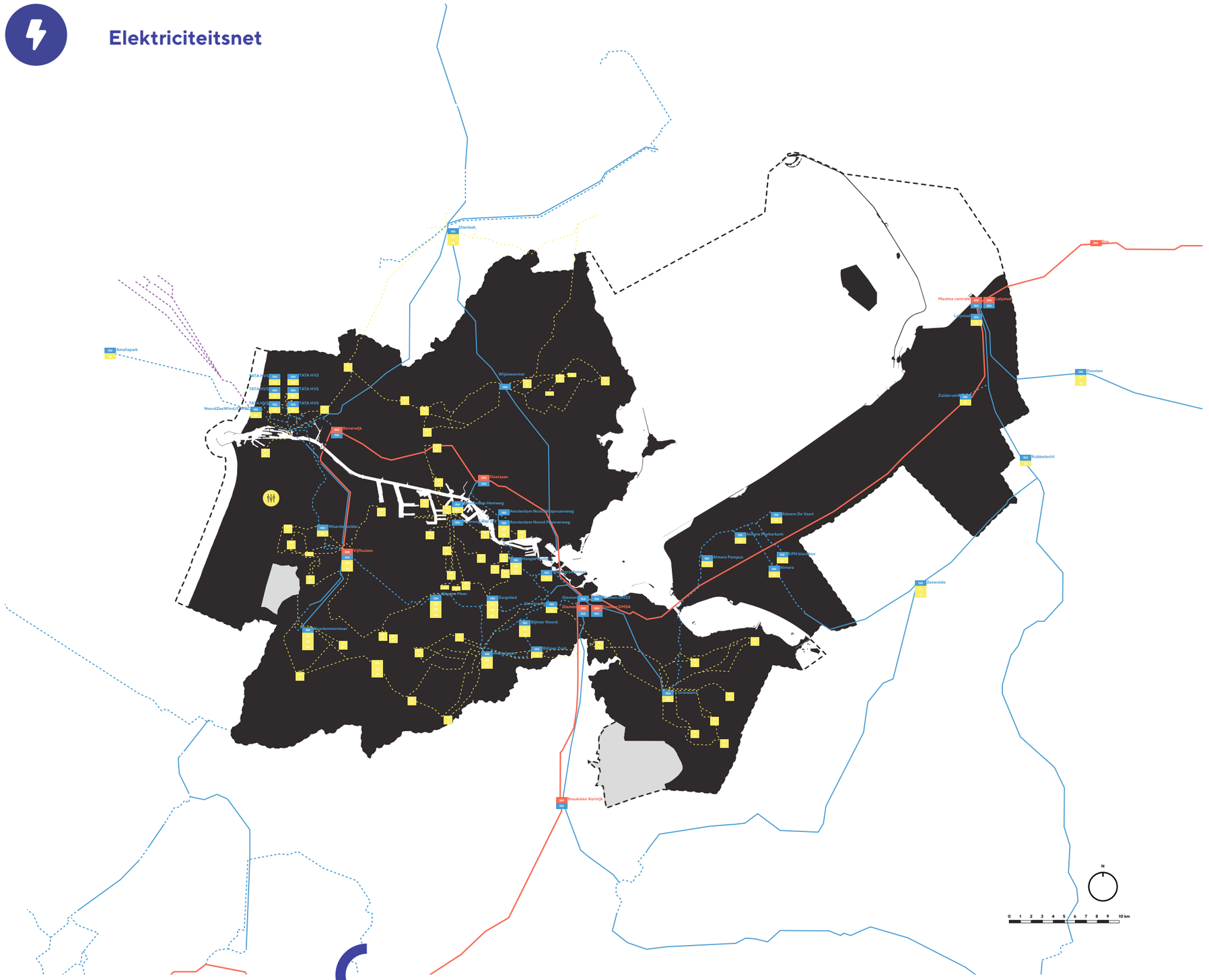


Verkeersmanagement



Verkeersobjecten, berm

Elektriciteitsnet



Bronnen:
https://webkaart.hoogspanningsnet.com/index2.php#11/52.3607/5.1217
https://www.energieleveranciers.nl/netbeheerders/overzicht-netbeheerders
https://www.energiegenie.nl/2-content/overig/77-energiecentrales-op-de-kaart

Legenda

Energiebronnen:

- Windmolenpark
- Gascentrale
- Zonnepark
- Kolencentrale
- Biomassacentrale
- MWe — Elektrisch vermogen
- MWth — Thermisch vermogen

Netwerk:

- 380 / 150 — Trafo hoogspanning knooppunt [380kV / 150 kV, redundantie systeem]
- 50 / 34 / 20 / 10 / 6 — Trafo middenspanning knooppunt [50kV / 20 / 10 / 6 kV]
- BVC, Haarlem, verdeelcentrale
- 380 kV net, bovengronds
- 380 kV net, ondergronds
- 150 kV net, bovengronds
- 150 kV net, ondergronds
- 50 kV net, ondergronds
- 34 kV net, ondergronds

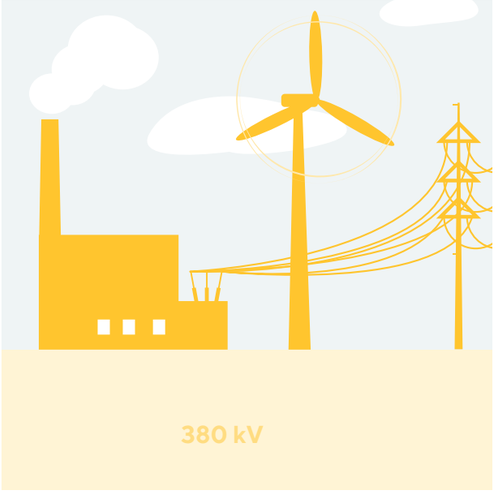
Netbeheerders elektriciteit:

- Stedin
- Liander

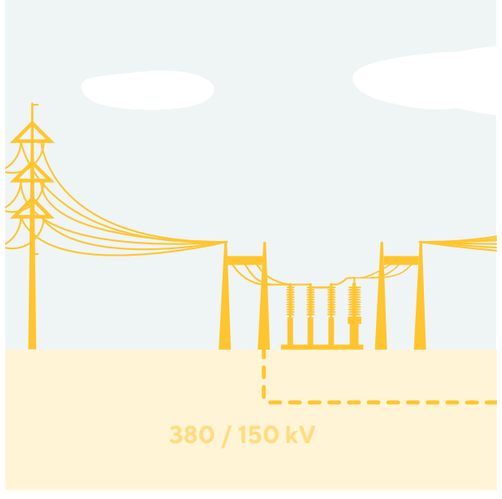
Elektriciteitsnet

Voor de uitwerking van de elektriciteitsnetkaart zijn openbare web gegevens van Tennet, Energiegenie en Hoogspanningsnet gebruikt. Informatie over het middenspanning kabelnet van 26kV en lager zijn niet openbaar toegankelijk. Het elektriciteitsnet is onderverdeeld in drie categorieën: een hoofd-hoogspanning, redundantiesysteem van 380kV / 150 kV, een hoogspanning 150kV / 26kV en middenspanning 26kV / 6kV, bron: https://www.hoogspanningsnet.com. De belangrijke systeemschakels en het beheer van het elektriciteitsnet worden op de volgende pagina behandeld.

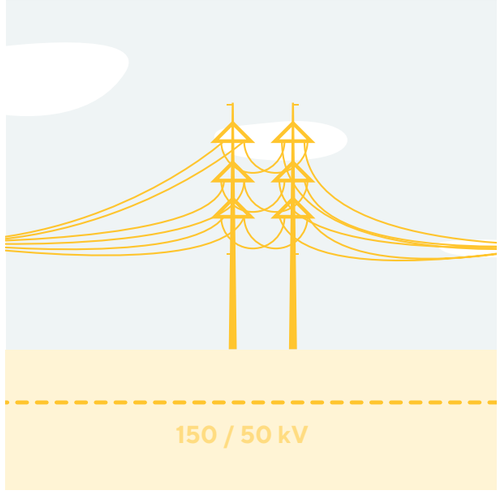
Schakels elektriciteitsnet



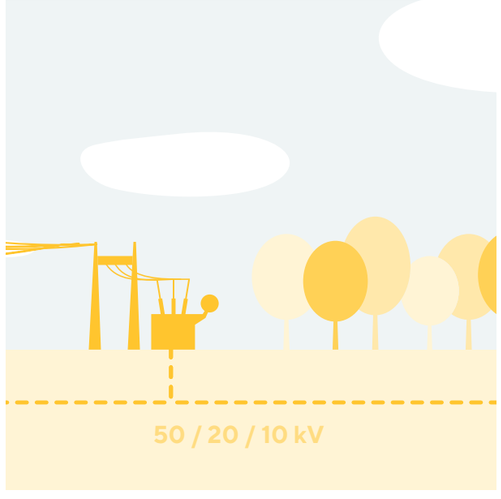
Energiecentrale, productie, beheer Tennet



380 t/m 150 kV, hoogspanning redundantie systeem, beheer Tennet

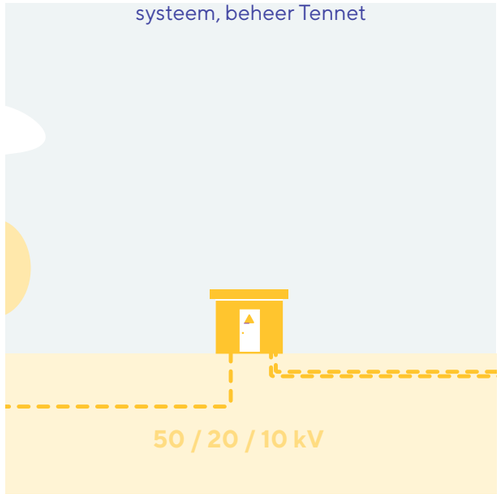


150 / 50 kV kabel en mast, hoogspanning, beheer Tennet

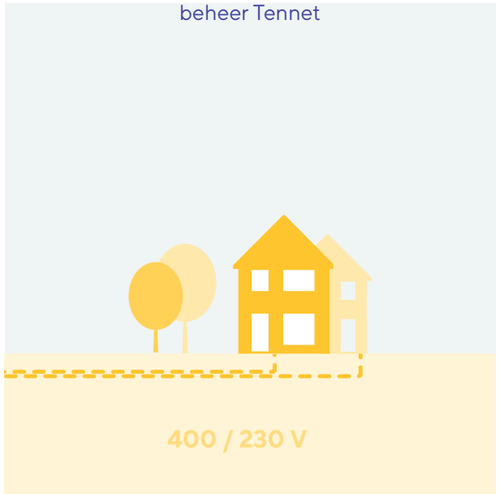


50 / 20 / 10 kV transformatorstation, van hoogspanning naar middespanning , beheer Liander

50 / 20 / 10 kV ondergrondse kabel, middenspanning, beheer Liander



50 / 20 / 10 kV transformatorstation, van middenspanning naar laagspanning 400 / 230 V, beheer Liander



400 / 230 V laagspanning, beheer Liander

Beheer

Hoe zit het elektriciteitsnet van de Metropoolregio in elkaar? TenneT is verantwoordelijk voor het hoofdnet. Het hoofdnet is het netwerk dat wordt ingezet voor het transport van elektriciteitsspanningen van 380 t/m 150 kV. Regionale netbeheerders zijn verantwoordelijk voor spanningen tussen 50kV t/m 230V. Liander is de belangrijkste regionale netbeheerder in de Metropoolregio Amsterdam. Liander heeft twee hoofdtaken: het beheren van de fysieke netinfrastructuur en het faciliteren van het functioneren van de markt.

Afb. Dijkdoorbraak Wilnis 2003, bron: www.nos.nl

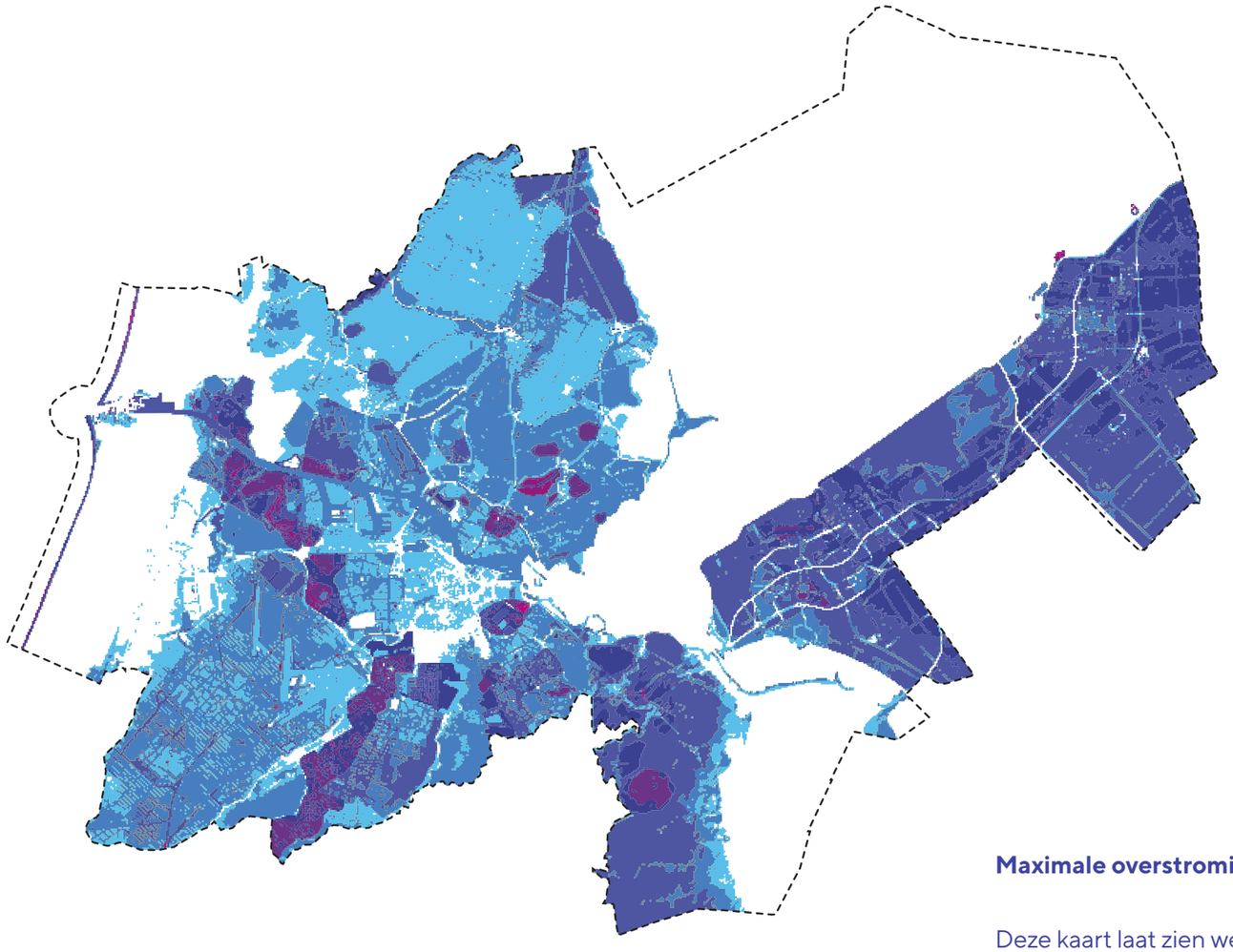
Door klimaatverandering worden de zomers heter en de winters zachter en natter. Bovendien stijgt de zeespiegel. Naast de verandering van het 'gemiddelde klimaat' nemen ook de extremen toe. Welke invloed hebben deze klimaatveranderingen op de Metropoolregio Amsterdam?

2.0

Klimaatscenario's

Voor het opstellen van de klimaatscenariokaarten zijn gegevens van de website www.klimaateffectenatlas.nl gebruikt. De brongegevens die zijn verwerkt in de kaarten geven een benadering van de werkelijkheid weer en beweren derhalve niet een volledige weergave te zijn van de gevolgen van klimaatverandering. Het kaartmateriaal geeft per thema een gevoel bij de orden grootte van klimaateffecten. De effectkaarten uit de Klimaateffectatlas zijn door verschillende kennisinstellingen ontwikkeld. Hierbij is rekening gehouden met de KNMI'14 scenario's. In deze kaartenreeks is uitgegaan van het huidige klimaatscenario. Indien bekend staat per kaart de ontwikkelde partij vermeld.

Overstromingsrisico



Legenda

Maximale overstromingsdiepte

- < = 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 2,0 m
- 2,0 - 3,0 m
- 3,0 - 4,0 m
- 4,0 - 5,0 m
- > 5,0 m
- Contouren MRA

Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

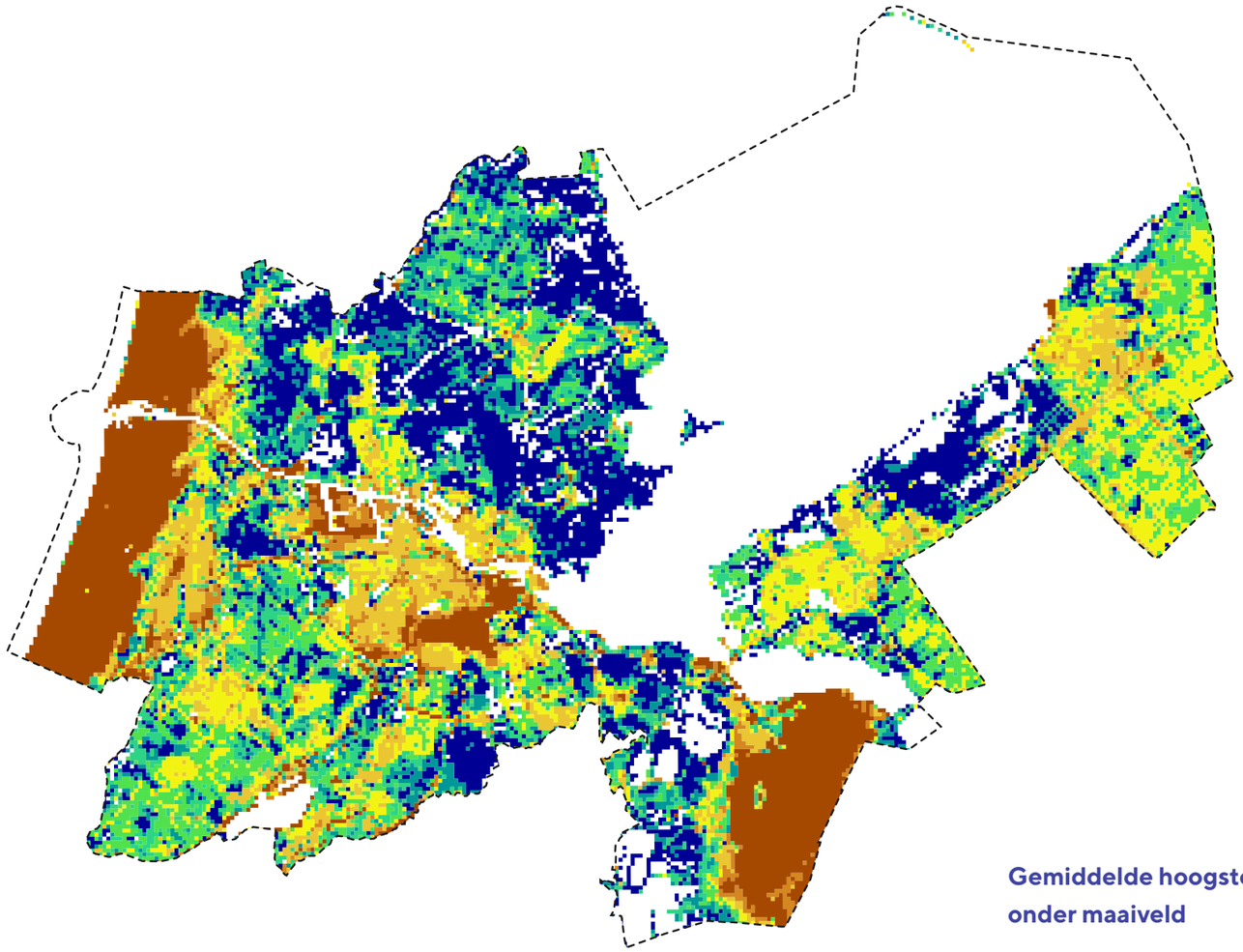
Maximale overstromingsdiepte:

Deze kaart laat zien welke gebieden kunnen overstromen en welke overstromingsdiepte maximaal op kan treden. Het toont de gecombineerde effecten van primaire en regionale keringen. Ook de overstromingsdiepte van buitendijks gebied wordt getoond.

Overstromingsdiepte is één van de factoren om de hoeveelheid schade en slachtoffers bij een overstroming te berekenen. Bij hoge overstromingsdiepten is aandacht nodig voor evacuatiemogelijkheden. Ook bij lagere overstromingsdiepten kan de impact groot zijn, in verband met de beschikbaarheid van elektriciteit, schoon water en internet.

De overstromingsdiepte is van invloed op de verticale en horizontale evacuatiemogelijkheden en speelt een rol bij gevolgbeperkende maatregelen. De overstromingsscenario's op deze kaart kunnen niet allemaal gelijktijdig optreden. Een extreme noordwesterstorm zal bijvoorbeeld alleen de kustzone bedreigen.

Wateroverlast



Legenda

Gemiddelde Hoogste
Grondwaterstand onder maaiveld

- < = 0,2 m
- 0,2 - 0,4 m
- 0,4 - 0,6 m
- 0,6 - 0,8 m
- 0,8 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- > 2,0 m
- Contouren MRA

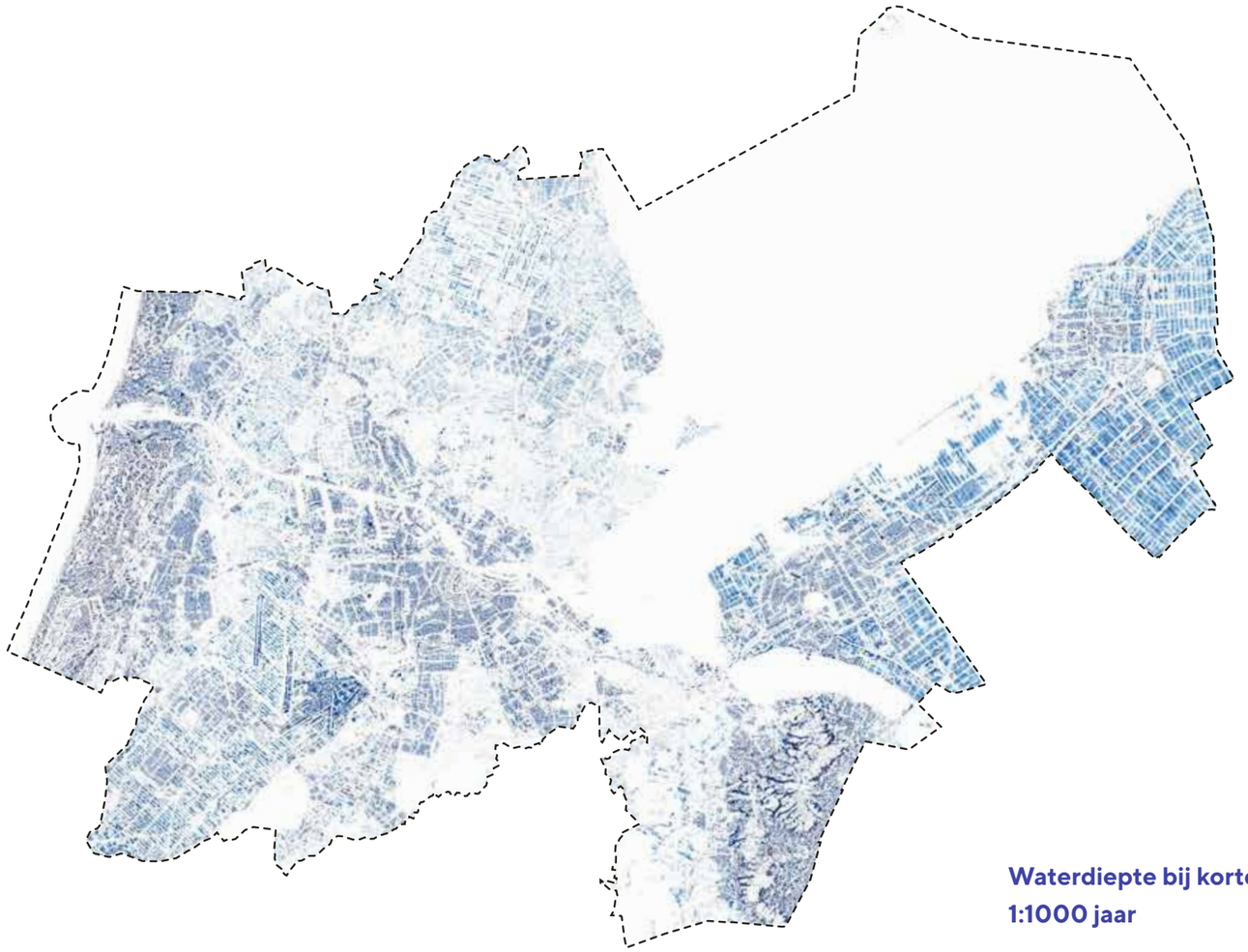
Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Gemiddelde hoogste grondwaterstand onder maaiveld

Hoge grondwaterstanden kunnen natschade veroorzaken in de landbouw, infrastructuur en bij enkele natuurtypen. Ook in stedelijk gebied kan grondwateroverlast ontstaan. Deze kaart geeft aan wat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand is in de huidige situatie. De GHG wordt doorgaans in de wintermaanden bereikt. Steden zijn in het kaartbeeld goed te onderscheiden. De afstand tussen maaiveld en GHG is daar doorgaans groot, bijvoorbeeld door eisen aan de drooglegging van (nieuw) stedelijk gebied, door toepassing van ontwateringsmiddelen, door het vaststellen van een maximaal waterpeil of door het hoge percentage verharding.

De informatie op deze kaart is gebaseerd op de uitkomsten van het Nationaal Water Model

Wateroverlast



Legenda

Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag 1:1000 jaar

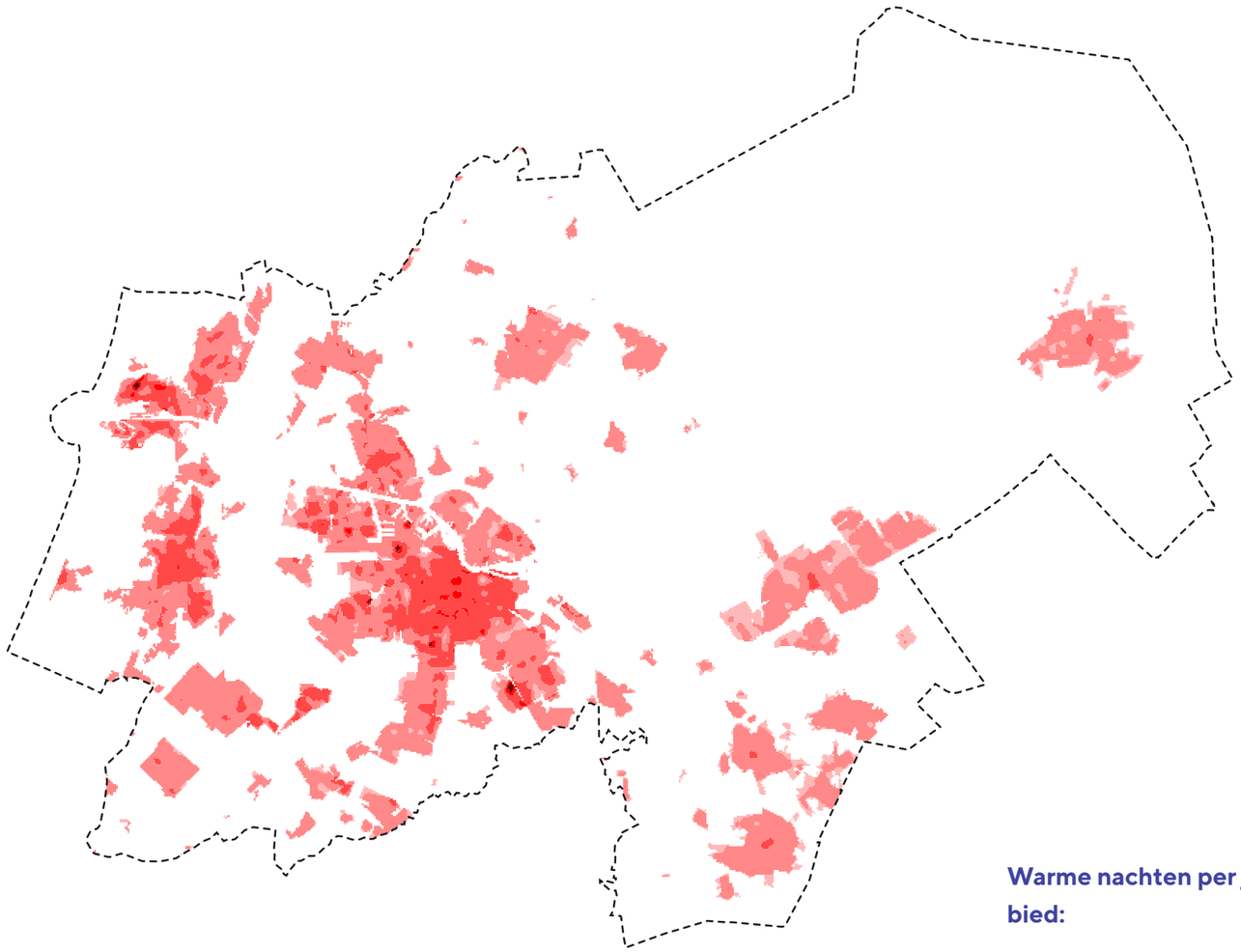
- 5 - 10 cm
- 10 - 15 cm
- 15 - 20 cm
- 20 - 30 cm
- > 30 cm
- Contouren MRA

Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Waterdiepte bij kortdurende neerslag 1:1000 jaar

Deze kaart geeft een indicatie van de maximale waterdiepte die op een plek kan optreden als gevolg van kortdurende intense neerslag. Voor de modellering is een bui gebruikt van 140 mm in 2 uur. Onder het huidige klimaat komt deze bui circa 1 keer in de 1000 jaar voor.
De informatie op deze kaart is ontwikkeld door Deltares in het kader van de voorlopige overstromingsrisicobeoordeling van de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's.

Hittestress



Legenda

Hittestress door warme nachten per jaar, in stedelijk gebied

- 1 nacht
- 7 nachten
- 14 nachten
- Contouren MRA

Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

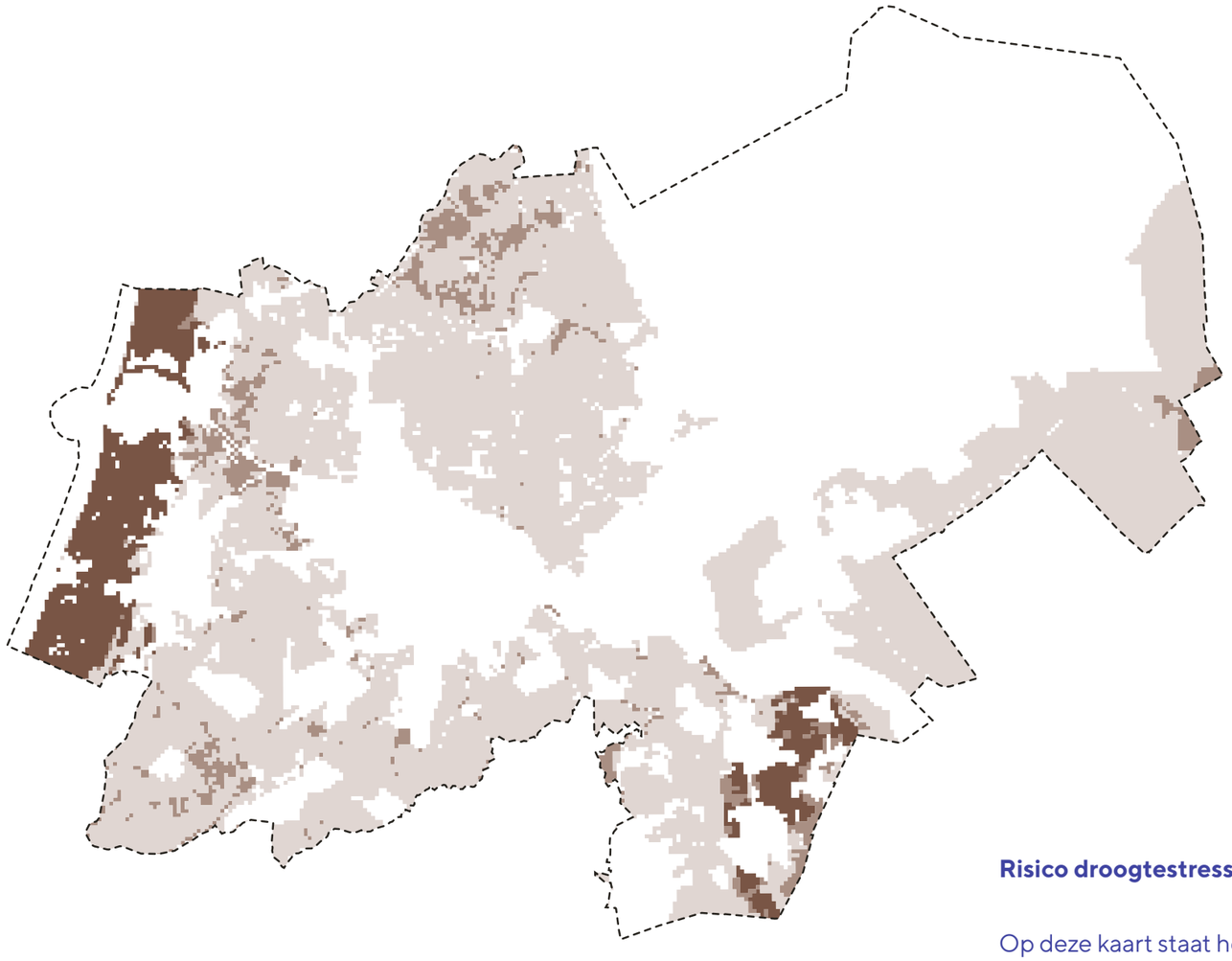
Warme nachten per jaar in stedelijk gebied:

Deze kaart geeft een inschatting van het gemiddelde aantal tropische nachten per jaar, in het stedelijk gebied. Tijdens een tropische nacht daalt de temperatuur niet onder de 20 °C. De minimumtemperatuur is dus 20 °C of hoger. Warme nachten zijn een belangrijke factor bij hittestress.

Voor dit kaartbeeld zijn metingen uit Rotterdam gebruikt. De onderzoeksresultaten zijn doorvertaald naar de Metropoolregio Amsterdam, op basis van de hoeveelheid verharding, de hoeveelheid groen en de gemiddelde gebouwhoogte.

Voor het landelijk gebied zijn geen data van de gevolgen van hittestress openbaar beschikbaar.

Droogte



Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Legenda

Risico droogtestress landbouw

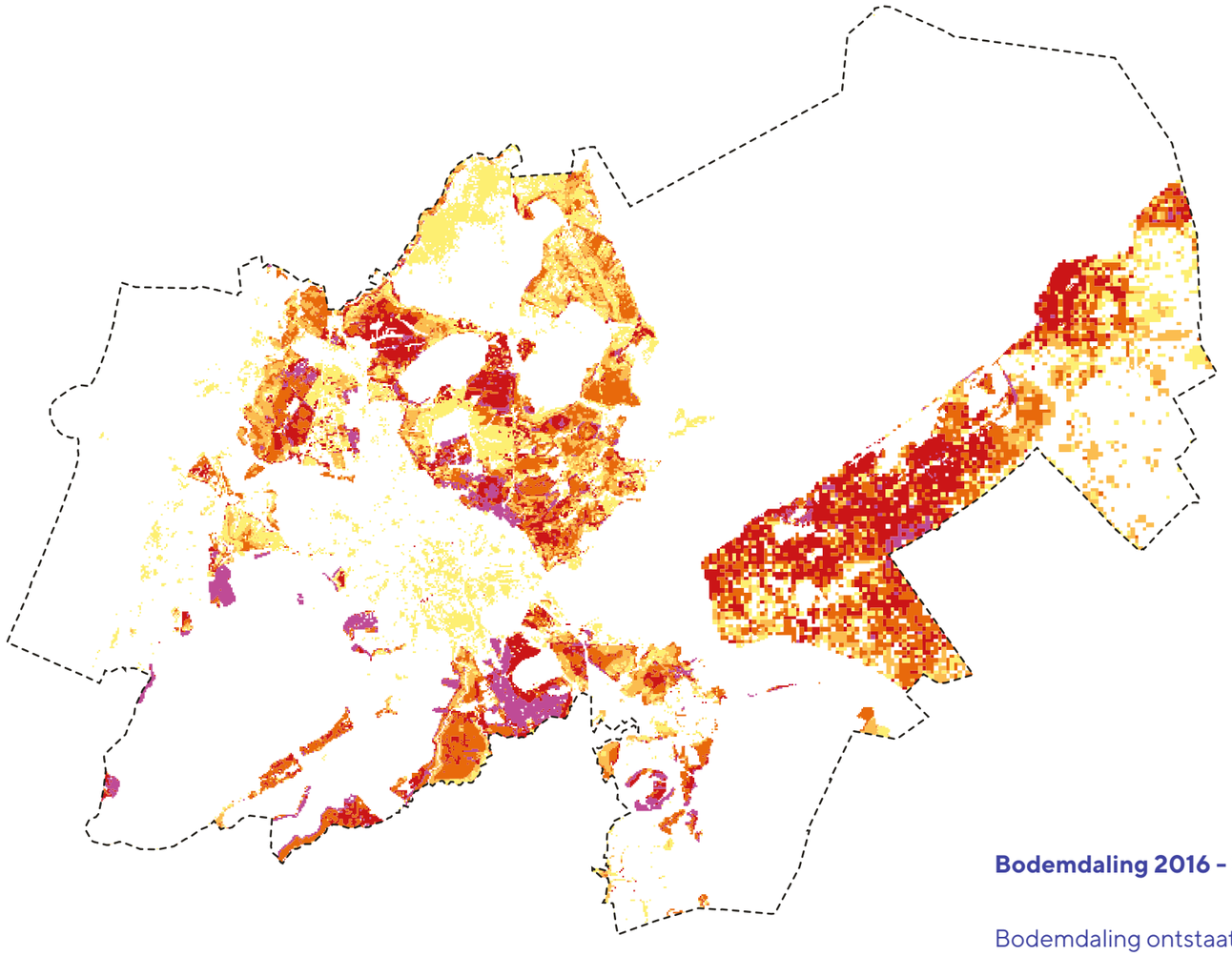
- Laag (jaarlijkse opbrengstderving <10% bij gras)
- Hoog (jaarlijkse opbrengstderving <20% bij gras)
- Matig (jaarlijkse opbrengstderving 10-20% bij gras)
- Contouren MRA

Risico droogtestress landbouw

Op deze kaart staat het risico op droogtestress weergegeven. De kaart voor het huidige klimaat is gebaseerd op de periode 1981-2010. Om de verschillen in risico's op droogtestress door klimaatverandering inzichtelijk te maken is de berekening uitgevoerd voor grasland. Voor dit gewas wordt een indicatie gegeven van de reductie in gewasopbrengst. Het daadwerkelijke opbrengstverlies kan dus afwijken.

De informatie op deze kaart is ontwikkeld door KWR.

Droogte



Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Legenda

Bodemdaling 2016-2050

- 3 - 10 cm
- 10 - 20 cm
- 20 - 40 cm
- 40 - 60 cm
- > 60 cm
- Contouren MRA

Bodemdaling 2016 - 2050:

Bodemdaling ontstaat door krimp, oxidatie en samendrukken van (slappe) grond. Dit leidt tot volumeverlies. Bodemdaling kan schade veroorzaken aan infrastructuur, huizen en kunstwerken en ook het overstromingsrisico neemt toe.

Deze kaart laat zien welke delen van de Metropoolregio Amsterdam te maken kunnen hebben met bodemdaling door lage grondwaterstanden als gevolg van extreme droogte. Bij deze kaart is uitgegaan van gelijkblijvend klimaatscenario.
Voor de uitwerking van de bodemdalingkaart zijn openbare webgegevens van de klimaateffectenatlas gebruikt.
De brongegevens die zijn verwerkt in de kaart geven een benadering van de werkelijkheid weer en beweren derhalve niet een volledige weergave te zijn van de gevolgen van extreme droogte.

De informatie op deze kaart is ontwikkeld door Deltares, WEnR en TNO.

Afb. A73 tussen Venray en Venlo, beeld zomer 2018, bron: www.nd.nl

Welke invloed heeft klimaatverandering op vitale en kwetsbare functies in de Metropoolregio Amsterdam?

3.0

Kwetsbaarheids analyse vitale en kwetsbare functies

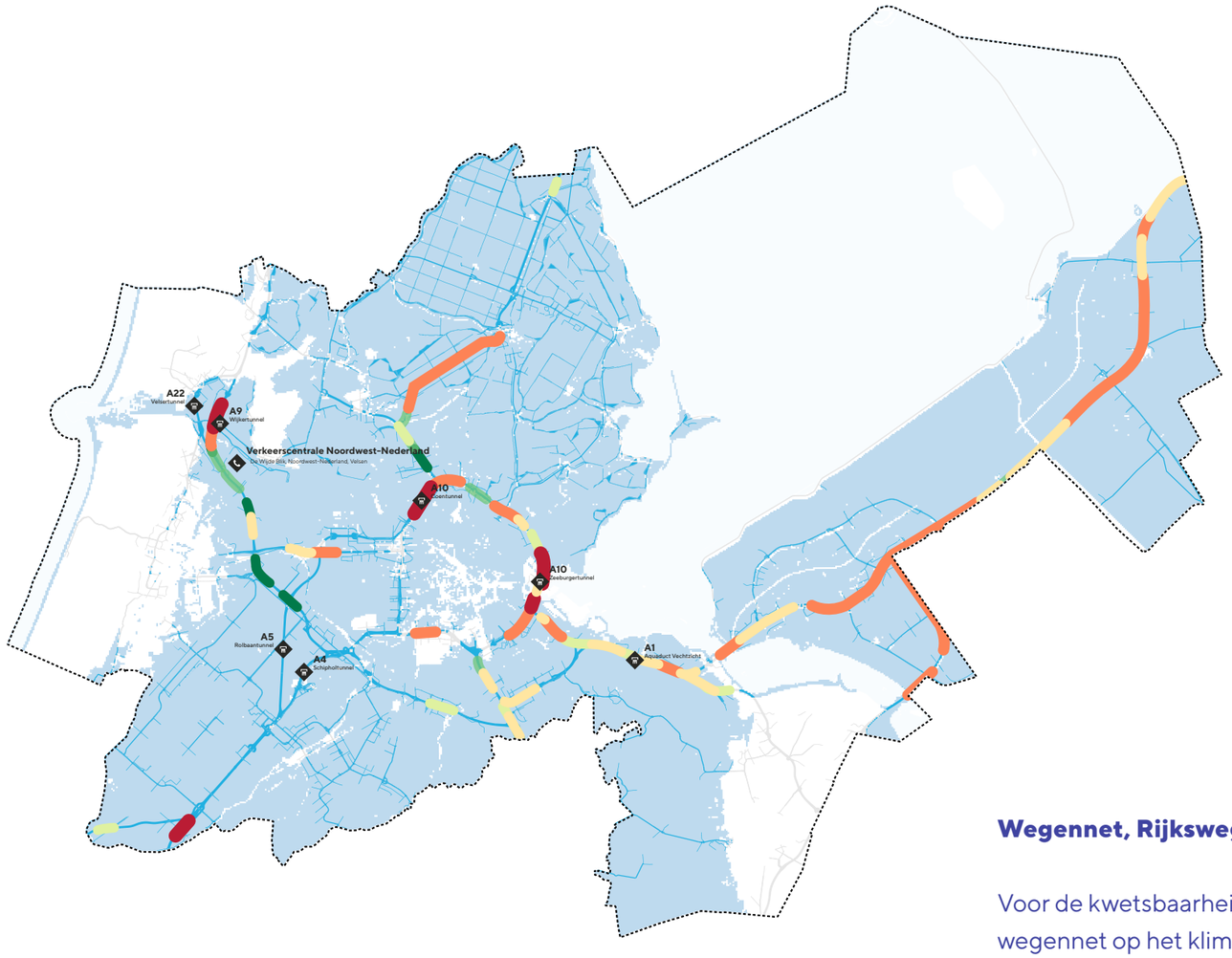
De kwetsbaarheids analyse is uitgevoerd op basis van conclusies en bevindingen uit de werksessie MRA klimaatbestendige vitale en kwetsbare functies georganiseerd op 16 oktober 2018. Tijdens deze workshop zijn de gevolgen en invloed van de vier klimaatscenario's verkent op het wegen- en elektriciteitsnet.
De gegevens uit de werksessie zijn verwerkt in de kaarten geven een benadering van de werkelijkheid weer en tonen derhalve niet een volledige weergave van de gevolgen van klimaatverandering op kwetsbare en vitale functies. Het kaartmateriaal geeft per thema een gevoel bij de orden grootte van klimaateffecten en de impact en gevolgen daarvan.

Mobiliteitsnet	Civiel kunstwerk knooppunt	Tunnel	brug	Beweegbare brug	Spoorwerk	Verkeersmanagement	Verkeersobjecten, berm
Overstromingsrisico Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel en neemt de neerslag (met name in de winter) toe. Zonder aanvullende inspanning zou klimaatverandering er voor zorgen dat de kans op overstroming toeneemt. Welke gebieden kunnen overstromen en welke maximale overstromingsdiepte kan optreden? Welke effecten heeft een overstromingsscenario op het energienetwerk? Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	?	Tuimelkades hoog genoeg? Tunnels lopen onder water als gevolg van hoge waterstand.	?	?	?	Bescherming verkeerscentrales?	Uitval verkeerssystemen 'VRI'
Wateroverlast Hevige neerslag over een korte periode kan lokaal zorgen voor wateroverlast. Dit type wateroverlast komt het meest voor bij wolkbreuken in de zomer. Een groot deel van de Metropoolregio straten en pleinen kunnen bij hevige buien onder water komen te staan. Laaggelegen verharde delen zijn in het bijzonder gevoelig voor wateroverlast. Welke effecten heeft een wateroverlastscenario op het energienetwerk? Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	Erosiegevaar taluds, door extreme regenval	Voldoende pompcapaciteit?	N.v.t.	?	?	Voeding DVM areaal kwetsbaar?	Voldoende drainage systemen, afwatering? Water op straat, hulpdiensten onbereikbaar
Droogte Door klimaatsverandering neemt de kans op een droge zomer toe. Een droge zomer kan leiden tot lagere grondwaterstanden, bodemdaling en droogtestress. Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	Erosiegevaar taluds, door extreme droogte	N.v.t.	Funderingsschade door lage grondwaterstand	Koeling beweegbare delen constructie niet mogelijk vanwege lage waterstand	N.v.t.	N.v.t.	Bij langdurige droogte kunnen bomen omvallen en de weg blokkeren
Hittestress Door klimaatsverandering neemt de kans op extreme hitte toe. Een hete zomer kan leiden tot opwarming van oppervlaktewater en hittestress veroorzaken als gevolg van een lange periode van warme nachttemperaturen in stedelijk gebied. Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	?	N.v.t.	?	Beweegbare delen sluiten niet meer door uitzetting constructie als gevolg van extreme hitte	N.v.t.	N.v.t.	Brandgevaar, bermbrand Scheuren, verzwakking in wegdek?
Algemeen	?	?	?	?	?	?	Invloed van wind

Matrix wegennet

De matrix geeft een overzicht van de belangrijkste conclusies en bevindingen uit de werksessie van MRA klimaatbestendige vitale en kwetsbare infrastructuur op 16 oktober jl.
De resultaten uit de werksessie zijn verwerkt in de navolgende reeks kaarten. De kaartenset toont de kwetsbaarheden van het wegennet per klimaatthema.

Overstromingsrisico



Verkeerscentrum Nederland
Utrecht, Papendorpseweg 101

Bronnen:
http://publicaties.minienm.nl/documenten/investigation-of-the-blue-spots-in-the-netherlands-national-high

Legenda

Kwetsbare en vitale functies

- Verkeerscentrale
- Tunnel

Potentiële overstromingsdiepte Rijkswegen

- < 0.2 m (begaanbaar voor auto's)
- 0.2 - 0.5 m
- 0.5 -0.8 m (begaanbaar voor militaire)
- 0.8 - 2.0 m (1e verdieping begaanbaar)
- 2.0 - 5.0 m (zolder begaanbaar)
- > 5.0m

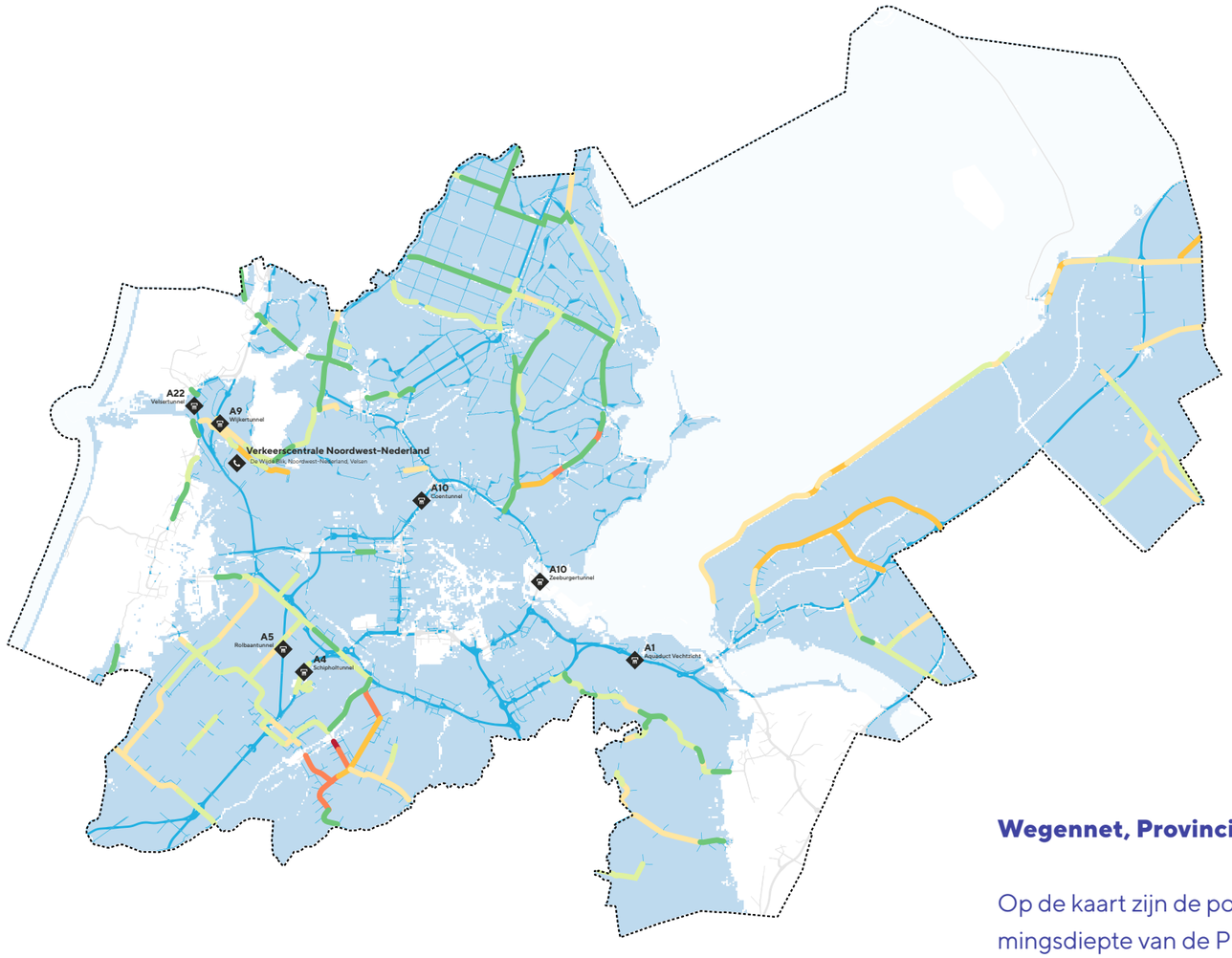
- Overstromingsgebied
- Contouren MRA
- Wegennet in overstromingsgebied
- Wegennet

Wegennet, Rijkswegen

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het wegennet op het klimaatscenario waterovarlast zijn openbare webgegevens van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaatgebruikt. Op de kaart zijn de potentiele overstromingsdiepte van de Rijkswegen de weergegeven. De gegevens voor de gevolgen van overstromingen voor provinciale, gemeentelijke en het wegennet in beheer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier zijn niet openbaar beschikbaar.
De gevolgen van een overstroming op het functioneren van het wegennet kunnen zijn:

- Tuimelkades hoog genoeg?
- Tunnels lopen onder water als gevolg van hoge waterstand;
- Bescherming verkeerscentrales?
- Uitval verkeerssystemen 'VRI'

Overstromingsrisico



Verkeerscentrum Nederland
Utrecht, Papendorpseweg 101

Bronnen:
http://publicaties.minienm.nl/documenten/investigation-of-the-blue-spots-in-the-netherlands-national-high
http://www.klimaateffectatlas.nl

Legenda

Kwetsbare en vitale functies

- Verkeerscentrale
- Tunnel

Potentiële overstromingsdiepte Provinciale wegen

- < 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1.0 - 2.0 m
- 2.0 - 3.0 m
- 3.0 - 4.0 m
- 4.0 - 5.0 m

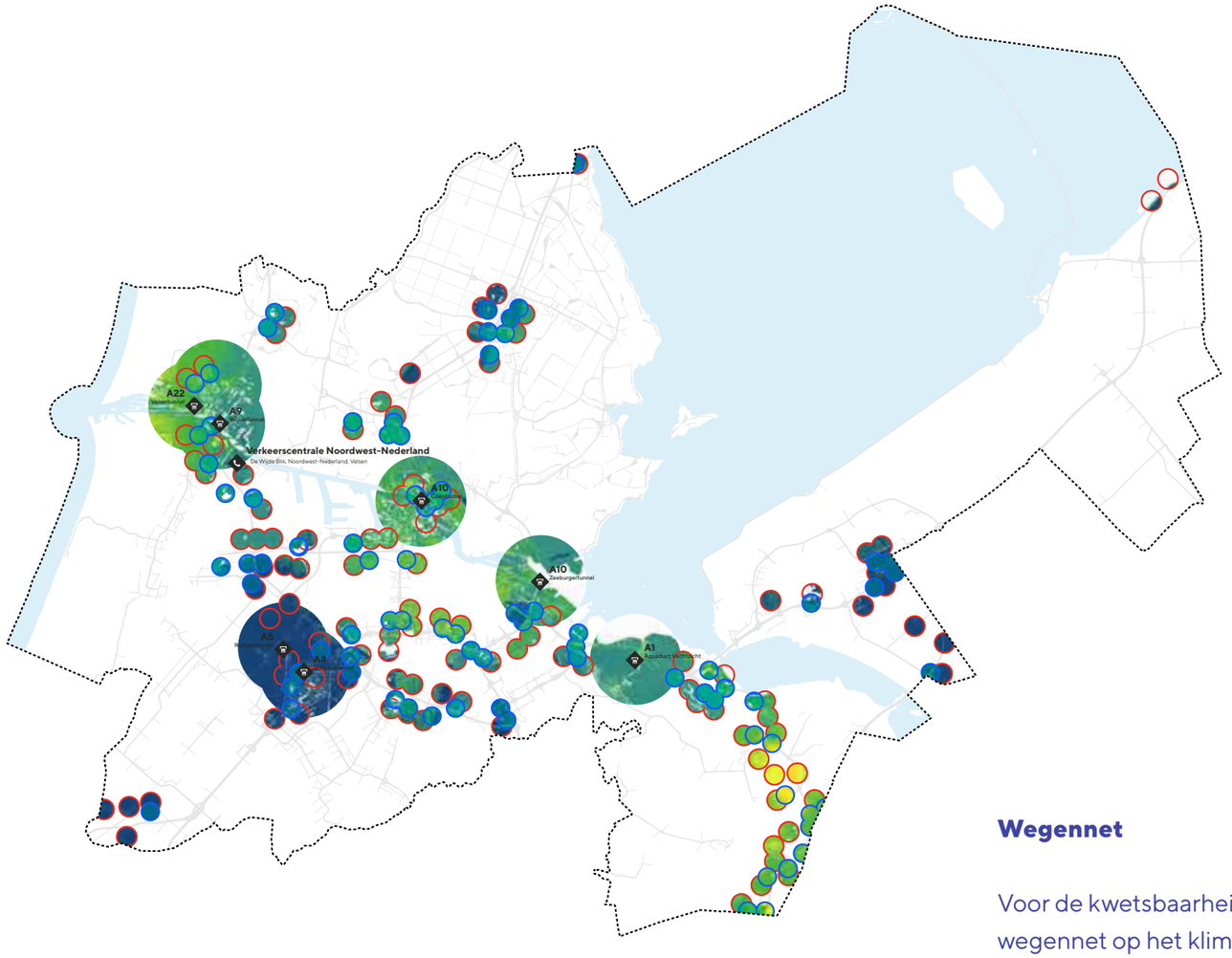
- Overstromingsgebied
- Contouren MRA
- Wegennet in overstromingsgebied
- Wegennet

Wegennet, Provinciale wegen

Op de kaart zijn de potentiele overstromingsdiepte van de Provinciale wegen de weergegeven. De gegevens voor de gevolgen van overstromingen voor provinciale, gemeentelijke en het wegennet in beheer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier zijn niet openbaar beschikbaar. De gevolgen van een overstroming op het functioneren van het wegennet kunnen zijn:

- Tuimelkades hoog genoeg?
- Tunnels lopen onder water als gevolg van hoge waterstand;
- Bescherming verkeerscentrales?
- Uitval verkeerssystemen ‘VRI’

Wateroverlast



Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Legenda

Kwetsbare en vitale functies

- RWS verkeerscentrale
- Tunnel

Onvoldoende afvoercapaciteit wegdek en hemelwaterafvoer

- Huidig klimaat
- Toekomst klimaatverandering

- Wegennet
- Contouren MRA

Actueel hoogtebestand Nederland

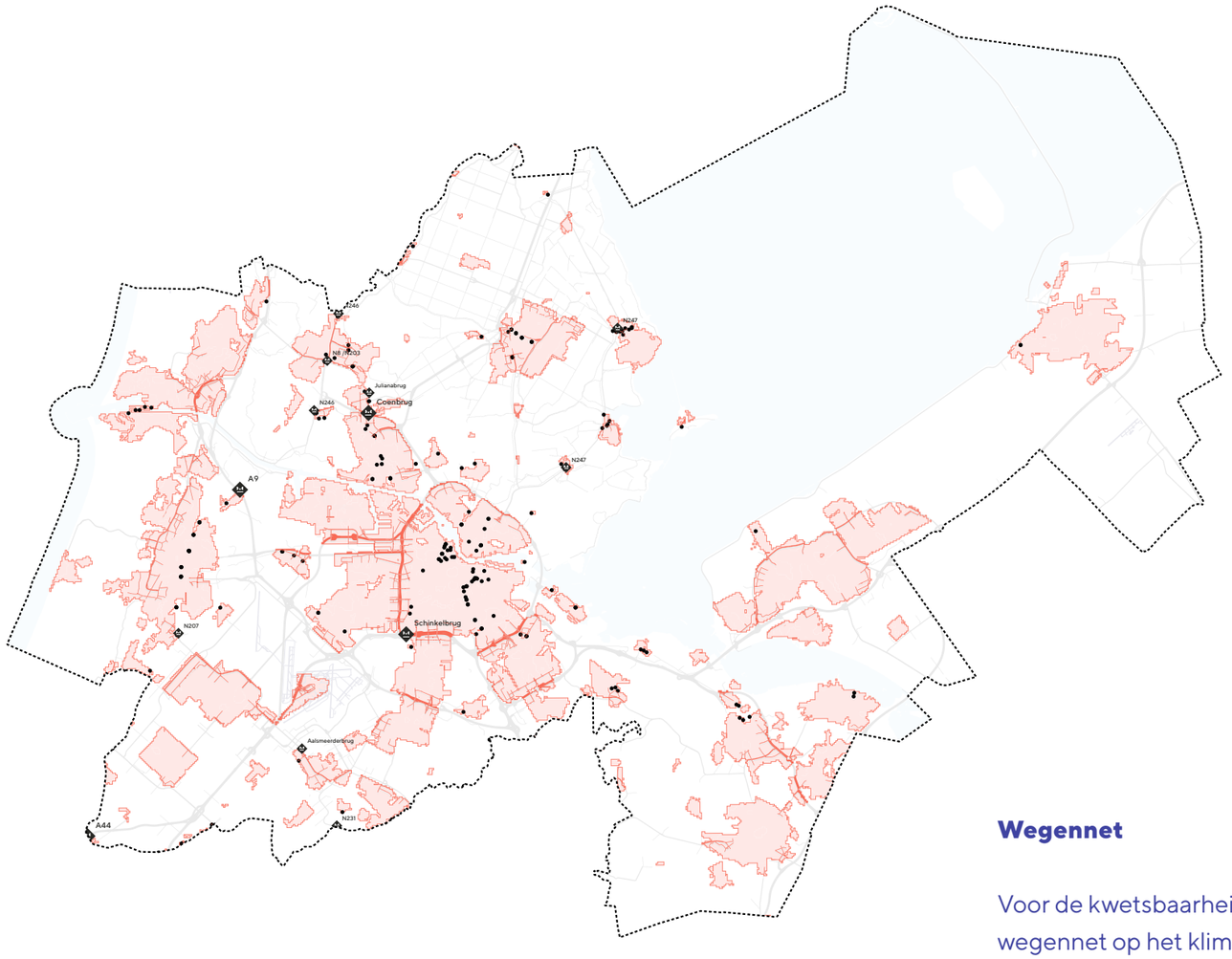
- + 35 m
- + 20 m
- + 14 m
- + 9 m
- + 6 m
- + 4 m
- + 2,5 m
- + 1 m
- + 0,5 m
- - 1 m
- - 2,5 m
- - 5 m
- - 8 m

Wegennet

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het wegennet op het klimaatscenario wateroverlast zijn openbare webgegevens van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaatgebruikt. Op de kaart staan de delen van het Rijkswegennet die te maken krijgen met wateroverlast afgebeeld. Informatie over de afvoercapaciteit van wegdek en hemewaterafvoer van provinciale wegennet is niet openbaar beschikbaar. De gevolgen van wateroverlast op het functioneren van het wegennet kunnen zijn:

- Erosiegevaar taluds, door extreme regenval;
- Voldoende pompcapaciteit tunnels?
- Voeding DVM areaal kwetsbaar?
- Voldoende drainage systemen, afwatering?
- Water op straat, hulpdiensten onbereikbaar.

Hittestress



Legenda

Kwetsbare en vitale functies

- Beweegbare brug rijksweg
- Beweegbare brug
- Wegennet
- Wegennet hittestress
- Hittestress warme nachten
- Contouren MRA

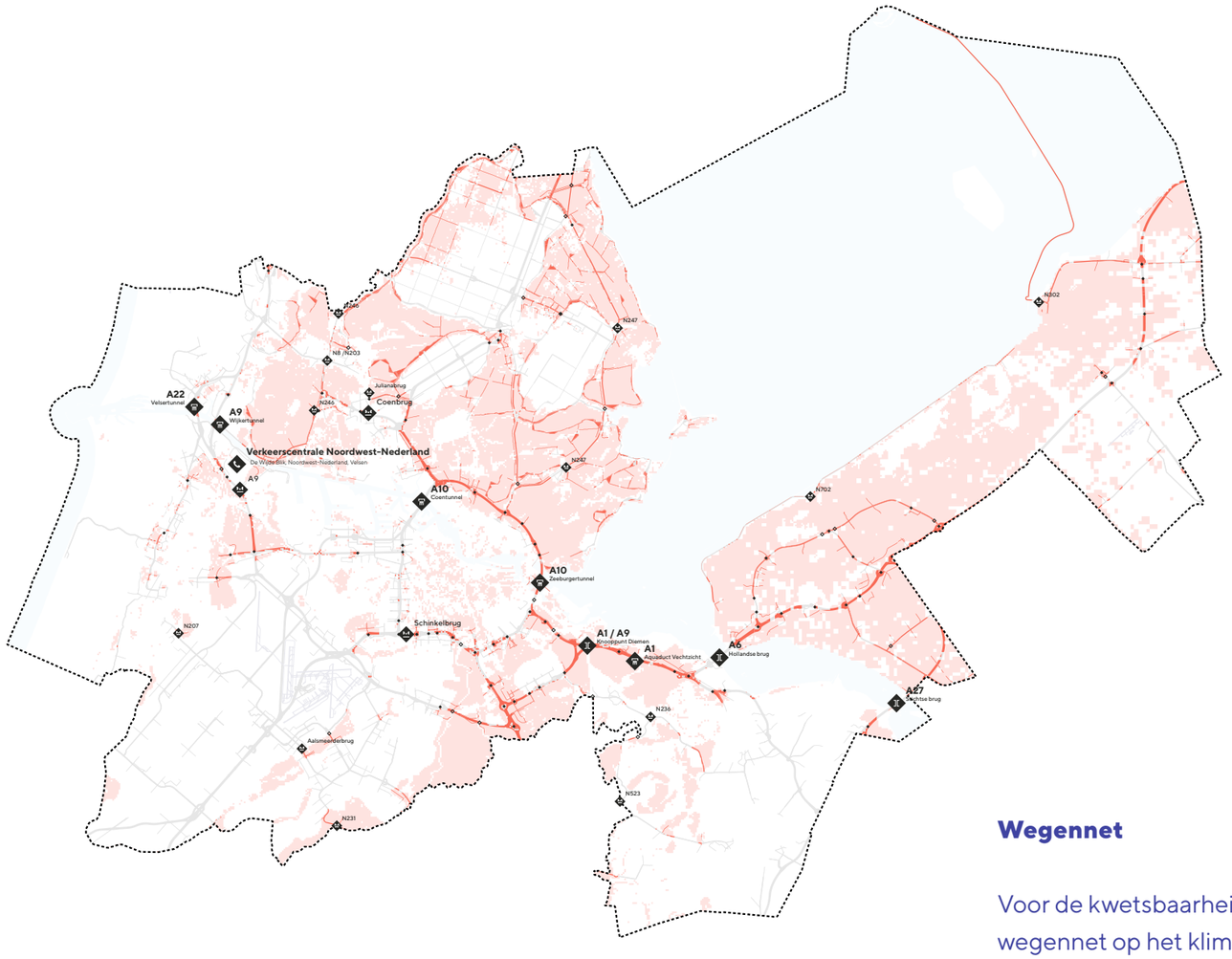
Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Wegennet

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het wegennet op het klimaatscenario hittestress zijn openbare webgegevens van de klimaateffectenatlas gebruikt. Op de kaart staan de delen van het wegennet die te maken krijgen met hittestress afgebeeld. De gevolgen van hittestress op het functioneren van het wegennet kunnen zijn:

- Beweegbare brugdelen sluiten niet meer door uitzetting constructie als gevolg van extreme hitte;
- Brandgevaar, bermbrand;
- Scheuren, verzwakking in wegdek.

Droogte



Legenda

Kwetsbare en vitale functies

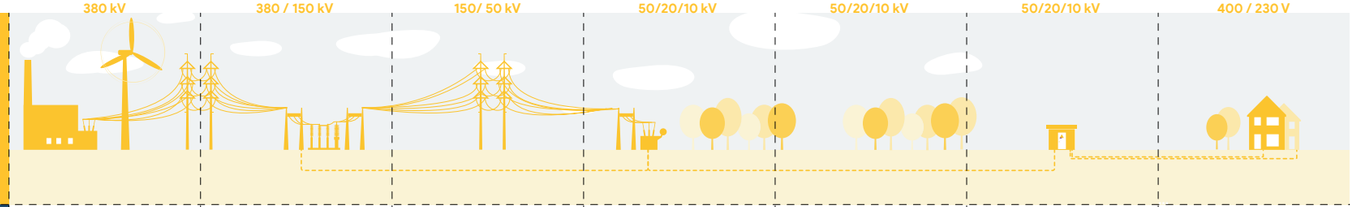
- Infra kunstwerk
- RWS, verkeerscentrale
- Tunnel
- Brug
- Beweegbare brug
- Waterwerk
- Wegennet
- Wegennet bodemdaling
- Bodemdaling 2016-2050
- Contouren MRA

Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Wegennet

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het wegennet op het klimaatscenario droogte zijn openbare webgegevens van de klimaateffectenatlas gebruikt. Op de kaart staan de delen van het wegennet die te maken krijgen met bodemdaling afgebeeld. De gevolgen van extreme droogte op het functioneren van het wegennet kunnen zijn:

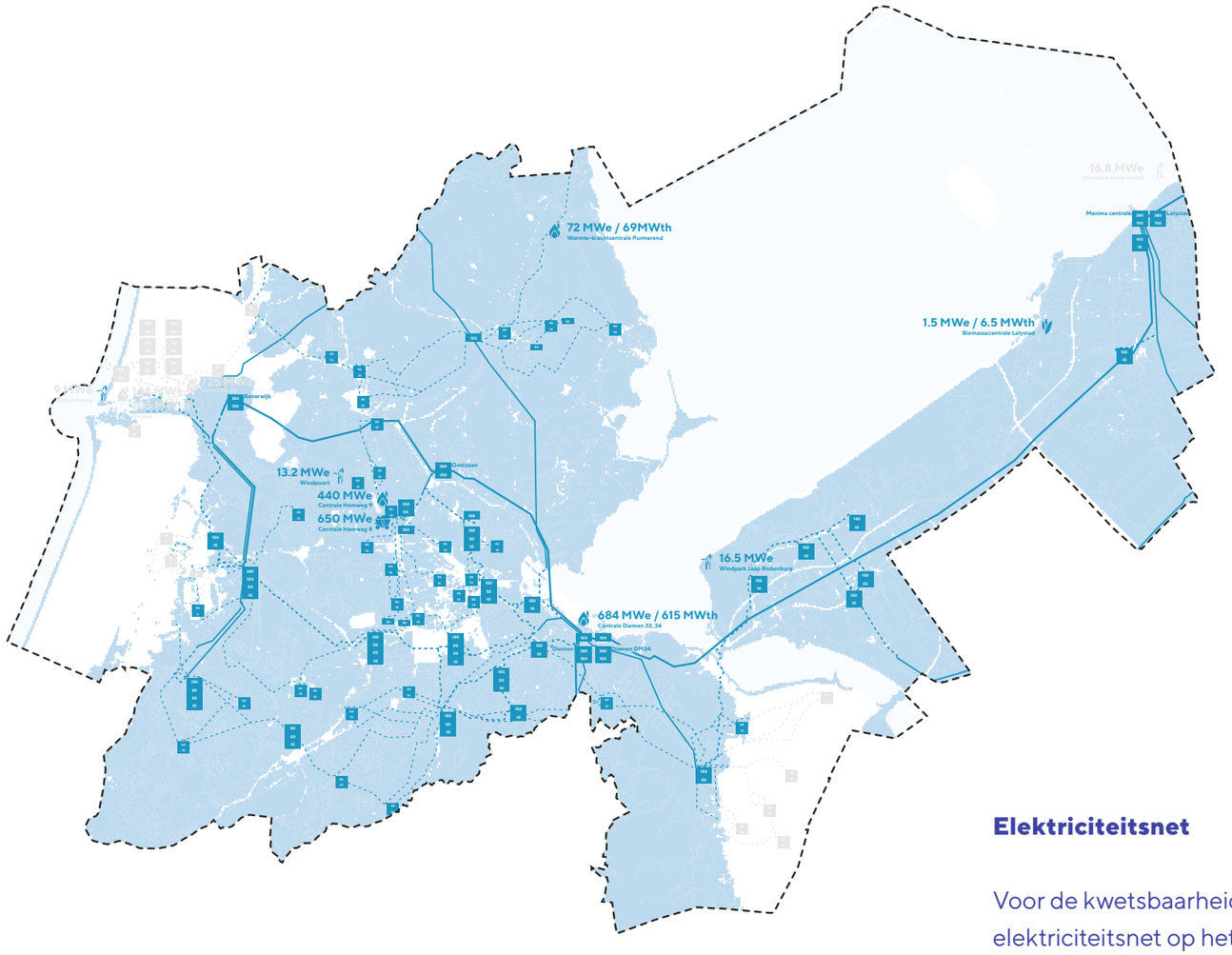
- Erosiegevaar taluds en tuimelkades;
- Funderingsschade door lage grondwaterstand;
- Koeling beweegbare delen brugconstructie niet mogelijk vanwege lage waterstand;
- Bij langdurige droogte kunnen bomen omvallen en de weg blokkeren.

Elektriciteitsnet	380 kV	380 / 150 kV	150/ 50 kV	50/20/10 kV	50/20/10 kV	50/20/10 kV	400 / 230 V
							
Overstromingsrisico Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel en neemt de neerslag (met name in de winter) toe. Zonder aanvullende inspanning zou klimaatverandering er voor zorgen dat de kans op overstroming toeneemt. Welke gebieden kunnen overstromen en welke maximale overstromingsdiepte kan optreden? Welke effecten heeft een overstromingsscenario op het energienetwerk? Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	Bevoorrading fossiele grond- brandstoffen energiecentrales bij hoge waterstand in rivieren en kanalen.	Overstromingsgevoelig, hoog genoeg?	Overstromingsgevoelig, hoog genoeg?	Overstromingsgevoelig, hoog genoeg?	Opdrijven leidingen als gevolg van hoge grondwaterstand	Overstromingsgevoelig, hoog genoeg?	?
Wateroverlast Hevige neerslag over een korte periode kan lokaal zorgen voor wateroverlast. Dit type wateroverlast komt het meest voor bij wolkbreuken in de zomer. Een groot deel van de Metropoolregio straten en pleinen kunnen bij hevige buien onder water komen te staan. Laaggelegen verharde delen zijn in het bijzonder gevoelig voor wateroverlast. Welke effecten heeft een wateroverlastscenario op het energienetwerk? Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	Drempelhoogte, droge voeten bescherming eerste 50 cm	Drempelhoogte, droge voeten bescherming eerste 50 cm	?	Drempelhoogte, droge voeten bescherming eerste 50 cm	?	Drempelhoogte, droge voeten bescherming eerste 50 cm	?
Droogte Door klimaatsverandering neemt de kans op een droge zomer toe. Een droge zomer kan leiden tot lagere grondwaterstanden, bodemdaling en droogtestress. Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	Bevoorrading grondstoffen energiecentrales bij lage waterstand in rivieren en kanalen. Tekort aan koelwater als gevolg van lage oppervlakte waterstand.	?	Fundatie, fundering robust genoeg als gevolg van invloeden bodemdaling	?	Kabels onder spanning als gevolg van bodemdaling	?	?
Hittestress Door klimaatsverandering neemt de kans op extreme hitte toe. Een hete zomer kan leiden tot opwarming van oppervlaktewater en hittestress veroorzaken als gevolg van een lange periode van warme nachttemperaturen in stedelijk gebied. Voor meer info, bron: http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/	Verhoogde energievraag t.b.v. koeling binnenklimaat leef- woonomgeving	?	?	?	?	Oververhitting schakelkasten?	?
Algemeen	Van ondergeschikt belang i.v.m. redundantie landelijk netwerk	?	?	?	Statisch karakter in dynamische omgeving?	?	?

Matrix elektriciteitsnet

De matrix geeft een overzicht van de belangrijkste conclusies en bevindingen uit de werksessie van MRA klimaatbestendige vitale en kwetsbare infrastructuur op 16 oktober jl.
De resultaten uit de werksessie zijn verwerkt in de navolgende reeks kaarten. De kaartenset toont de kwetsbaarheden van het elektriciteitsnet per klimaatthema.

Overstromingsrisico



Legenda

Kwetsbare en vitale functies

- Windmolenpark
- Gascentrale
- Zonnepark
- Kolencentrale
- Biomassacentrale
- Trafo
- Hoogspanning
- Ondergrondse kabel
- Electriciteitsnet
- Elektriciteitsnet invloed overstromingen
- Overstromingsgebied
- Contouren MRA

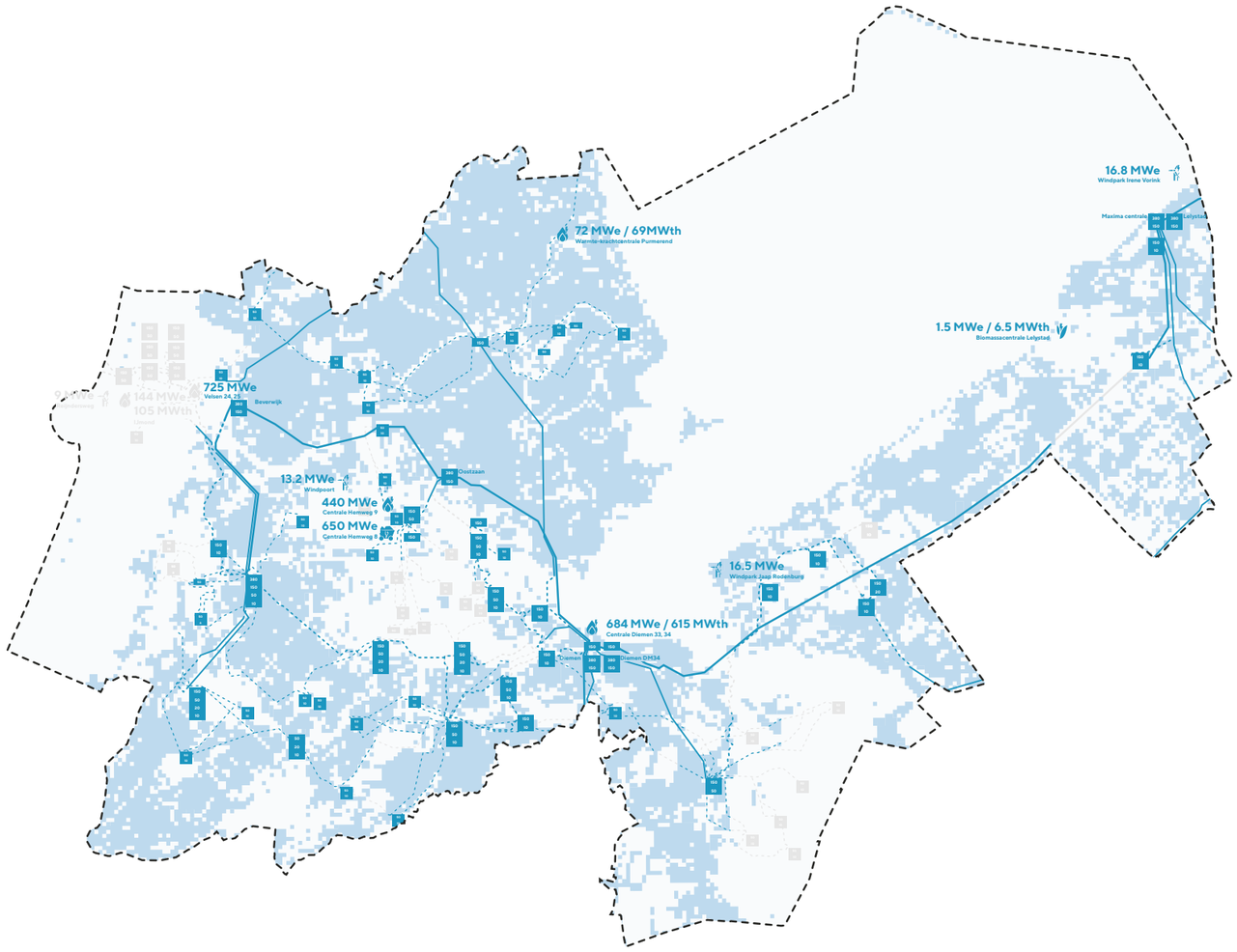
Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Elektriciteitsnet

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het elektriciteitsnet op het klimaatscenario overstromingsrisico zijn openbare web-gegevens van de klimaateffectenatlas gebruikt. Op de kaart staan de delen van het elektriciteitsnet die in overstromings-gebied liggen afgebeeld. De gevolgen van overstromingen op het functioneren van het elektriciteitsnet kunnen zijn:

- Bevoorrading fossiele grond- brand-stoffen energiecentrales bij hoge wa-terstand in rivieren en kanalen;
- kwetsbare en vitale objecten overstro-mingsgevoelig, hoog genoeg?
- Opdrijven leidingen als gevolg van hoge grondwaterstand.

Wateroverlast



Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Legenda

Kwetsbare en vitale functies

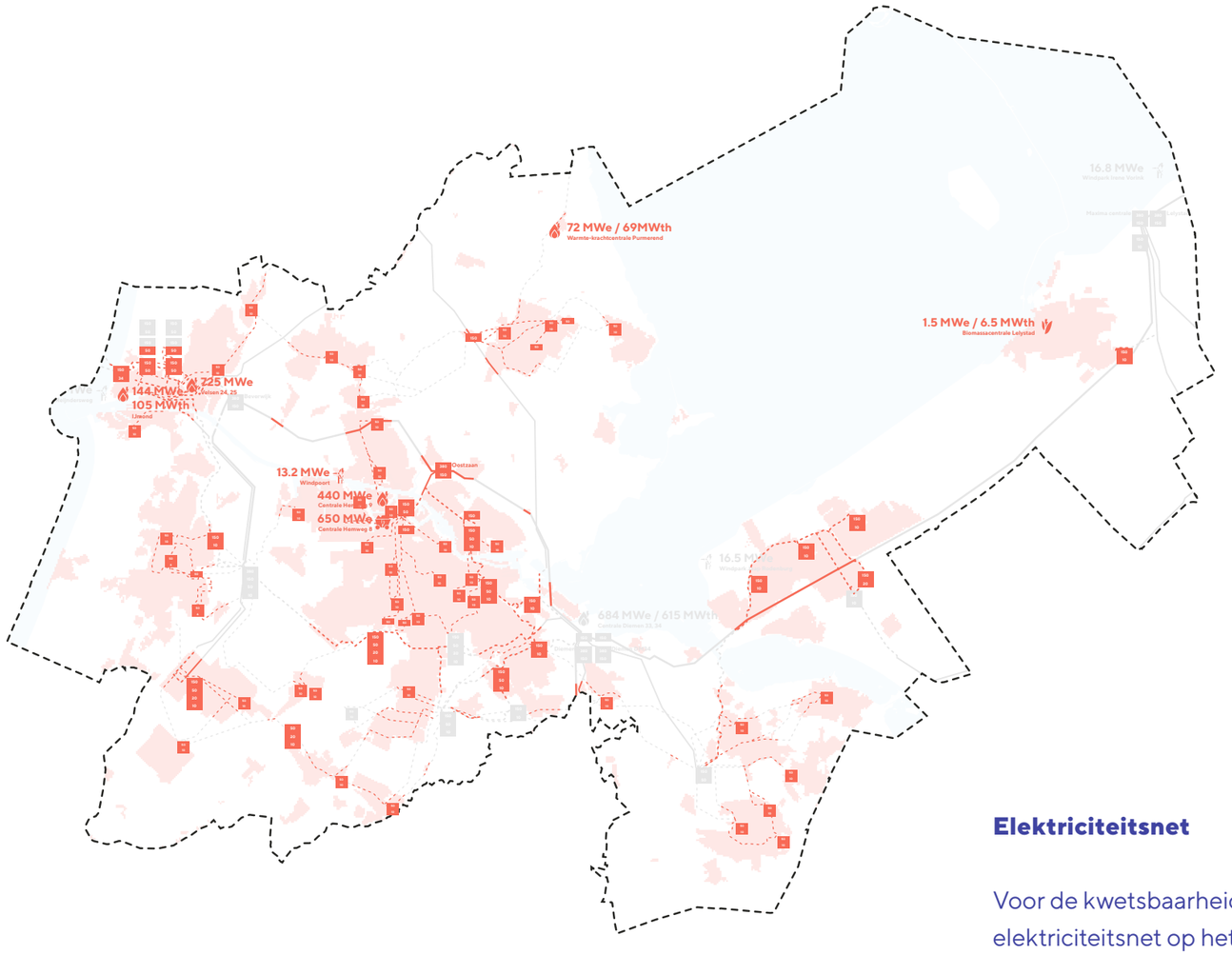
- Windmolenpark
- Gascentrale
- Zonnepark
- Kolencentrale
- Biomassacentrale
- Trafo
- Hoogspanning
- Ondergrondse kabel
- Electriciteitsnet
- Elektriciteitsnet invloed grondwaterstand
- Gemiddelde grondwaterstand 0 tot -0,8m maaiveld
- Contouren MRA

Elektriciteitsnet

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het elektriciteitsnet op het klimaatscenario wateroverlast zijn openbare webgegevens van de klimaateffectenatlas gebruikt. Op de kaart staan de delen van het elektriciteitsnet die te maken krijgen met een verhoogde grondwaterstand als gevolg van wateroverlast afgebeeld. De gevolgen van wateroverlast op het functioneren van het elektriciteits kunnen zijn:

- Drempelhoogte, droge voeten bescherming eerste 50 cm;
- Opdrijven ondergrondse kabels.
- Hoogspanningsmasten fundatie, fundering robust genoeg als gevolg van invloeden verhoogde grondwaterstand.

Hittestress



Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Legenda

Kwetsbare en vitale functies

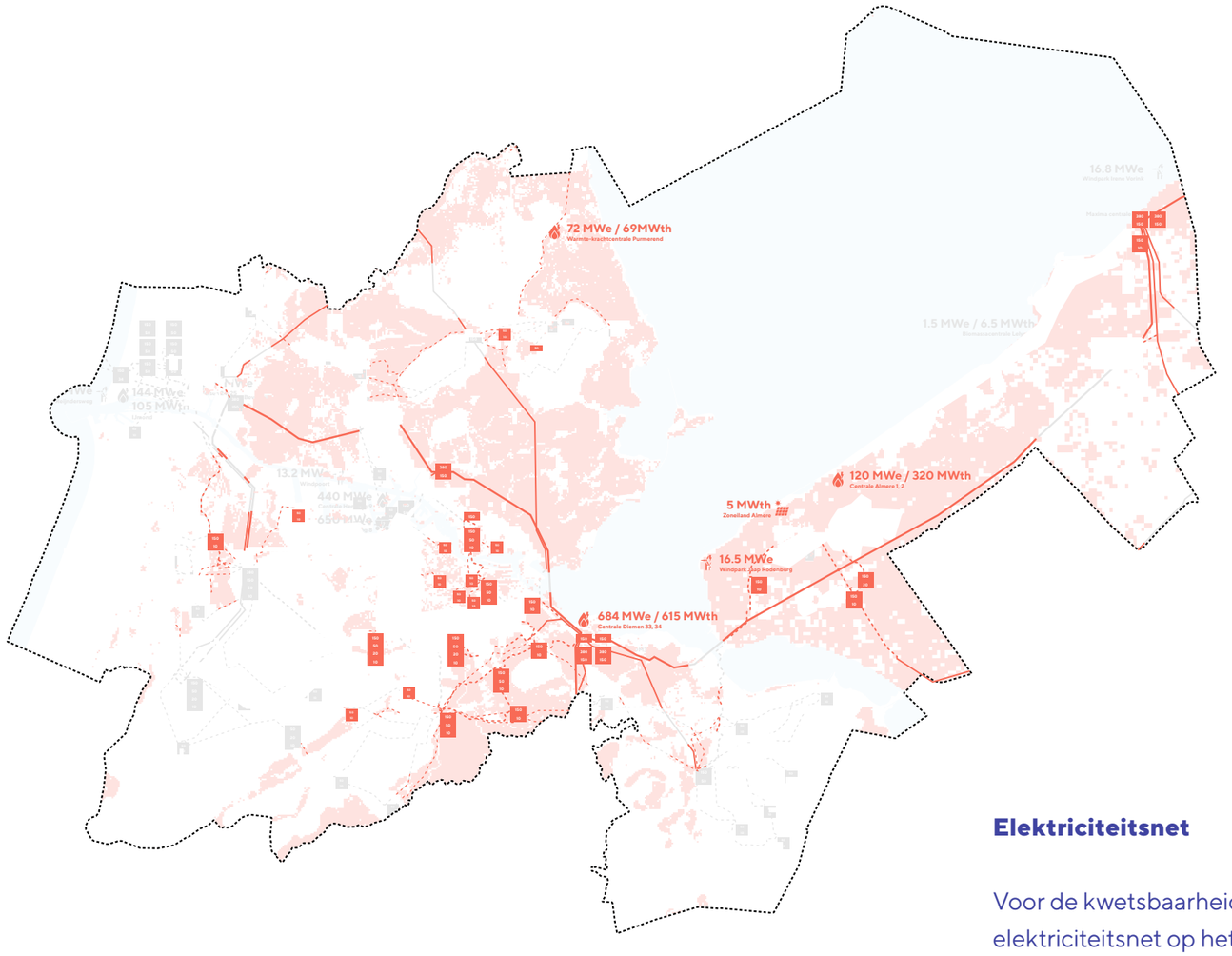
- Windmolen
- Gascentrale
- Kolencentrale
- Biomassacentrale
- Trafo
- Hoogspanning
- Ondergrondse kabel
- Electriciteitsnet
- Elektriciteitsnet invloed hittestress
- Hittestress
- Contouren MRA

Elektriciteitsnet

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het elektriciteitsnet op het klimaatscenario hittestress zijn openbare webgegevens van de klimaateffectenatlas gebruikt. Op de kaart staan de delen van het elektriciteits-net die te maken krijgen met hittestress in stedelijk gebied afgebeeld. De gevolgen van hittestress op het functioneren van het elektriciteitsnet kunnen zijn:

- Verhoogde energievraag t.b.v. koeling binnenklimaat leef- woonomgeving;
- Oververhitting schakelkasten?

Droogte



Bronnen:
http://www.klimaateffectatlas.nl

Legenda

Kwetsbare en vitale functies

- Windmolen
- Gascentrale
- Kolencentrale
- Biomassacentrale
- Trafo
- Hoogspanning
- Ondergrondse kabel
- Electriciteitsnet
- Elektriciteitsnet invloed bodemdaling
- Bodemdaling
- Contouren MRA

Elektriciteitsnet

Voor de kwetsbaarheidsanalyse van het elektriciteitsnet op het klimaatscenario droogte zijn openbare webgegevens van de klimaateffectenatlas gebruikt. Eén van de gevolgen van een lange periode van droogte is een versnelde bodemdaling. Op de kaart staan de delen van het elektriciteitsnet die te maken krijgen met bodemdaling afgebeeld. De gevolgen van droogte op het functioneren van het elektriciteitsnet kunnen zijn:

- Hoogspanningsmasten fundatie, fundering robust genoeg als gevolg van invloeden bodemdaling;
- Kabels onder spanning als gevolg van bodemdaling; Bevoorrading grondstoffen energiecentrales bij lage waterstand in rivieren en kanalen;
- Energiecentrale tekort aan koelwater als gevolg van lage oppervlakte waterstand;
- Verhoogde energievraag t.b.v. koeling binnenklimaat.

Deelnemers werksessie

Gemma van Eijsden (RWS)
Peter Harmsen (RWS)
Rob Koeze (Waternet)
Christel Cools (veiligheidsregio Zaanstreek – Waterland)
Harold Pijnenburg (omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied)
Tjalling Noordhoff (provincie Noord-Holland)
Albert Kandelaar (provincie Noord-Holland)
Jasper Groebe (provincie Noord-Holland)
Conny van Zuijlen (provincie Noord-Holland)
Marijke Ruitenbeek (Tauw)
Bianca Stoop (Tauw)
Joram de Ruijter (gemeente Haarlem)
Twan Brinkhof (Waternet)
Bram van Ooijen (MUST)
Hein Coumou (MUST)

Colofon

Must stedenbouw
Pieter Jannink
Bram van Ooijen

Lutmastraat 191 G+H
Postbus 16631
1001 RC Amsterdam

T+31 (0)20 470 20 13
Mail@must.nl
www.must.nl

Kernteam

Marijke Ruitenbeek	TAUW
Conny van Zuijlen	Provincie Noord-Holland
Joram de Ruijter	Gemeente Haarlem
Twan Brinkhof	Waternet

Contactpersonen
Marijke Ruitenbeek
marijke.ruitenbeek@tauw.com

Conny van Zuijlen
ZUIJLENC@Noord-Holland.nl

MUST