

## Verantwoording onderzoek hevige regenval

Hevige regenval komt vaker voor en wordt extremer. Toch is Nederland niet berekend op de gevolgen van hoosbuien en is niemand primair verantwoordelijk voor de voorbereiding hierop. Uit ons onderzoek blijkt dat bijna een kwart van de ziekenhuizen in de problemen komt bij ernstige buien. Ook zitten meer dan honderd brandweerkazernes in de gevarenzone, lopen talloze tunnels in grote steden onder water, en dreigen verschillende dorpen bijna geheel te overstromen. Investico onderzocht de effecten van hevige regenval op de essentiële voorzieningen van Nederland.

### Regenkaart

Voor ons onderzoek maakten we gebruik van een [kaart](#) die werd ontwikkeld door onderzoeksbureau Deltares, gepubliceerd op de Klimaat-effectatlas. Onder die kaart ligt een simulatie van hoe hoog het water blijft staan na een regenbui van 70 millimeter water in twee uur, waarna het vier uur droog is. Een bui van deze omvang wordt als standaard gebruikt bij stresstesten die gemeenten, provincies en waterschappen uitvoeren. De kaart laat op vierkanten van ongeveer 2 bij 2 meter zien wat de waterdiepte op die locatie is.

Zoals bij elk model worden er aannames gedaan: Zo is de bui uniform en valt er dus op elke plek precies 70 mm. Dat is 70 liter per vierkante meter. Na het vallen van de bui is het vier uur droog. In deze tijd vindt er afstroming over land, afvoer via riool en bodeminfiltratie plaats. Er wordt aangenomen dat er geen interactie met het oppervlaktewater is. Volgens de Klimaat-effectatlas is dat omdat de wateroverlast optreedt voordat het regenwater het oppervlaktewater bereikt. Wel heeft het oppervlaktewater een onbeperkte bergingscapaciteit.

Daarnaast heeft het riool een bergings- en afvoercapaciteit van 20 millimeter per uur, vergelijkbaar met de gemiddelde rioolcapaciteit voor Nederland. Specifieke rioolssystemen van gemeenten zijn dus niet gesimuleerd, waardoor de simulatie soms kan afwijken van de werkelijkheid. Ook is er een hoogtekaart van Nederland gebruikt die is ingemeten tussen 2007 en 2012. Hierdoor is de kaart niet bruikbaar voor bebouwingen na het jaar 2012. Daarbij houdt de hoogtekaart geen rekening met de binnenkant van gebouwen, waardoor hier geen simulaties voor zijn gedaan. In gebouwen staat dus nooit water. Dit betekent echter niet dat er geen water naar binnen kan lopen. Volgens experts is deze kaart een goede eerste indicatie van waar het water zou kunnen komen te staan.

Vervolgens legde we met behulp van geografisch programma QGIS verschillende kaarten van essentiële voorzieningen over de regenkaart om zo te achterhalen of deze risico lopen op wateroverlast. We hebben daarvoor de '[Vitale en/of kwetsbare functies](#)' gebruikt die zijn geïdentificeerd door het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie. We hebben gekeken naar de volgende essentiële voorzieningen:

- Ziekenhuizen
- Brandweerkazernes

- Hoofdwegen
- Telecom
- Elektriciteitsnetwerk

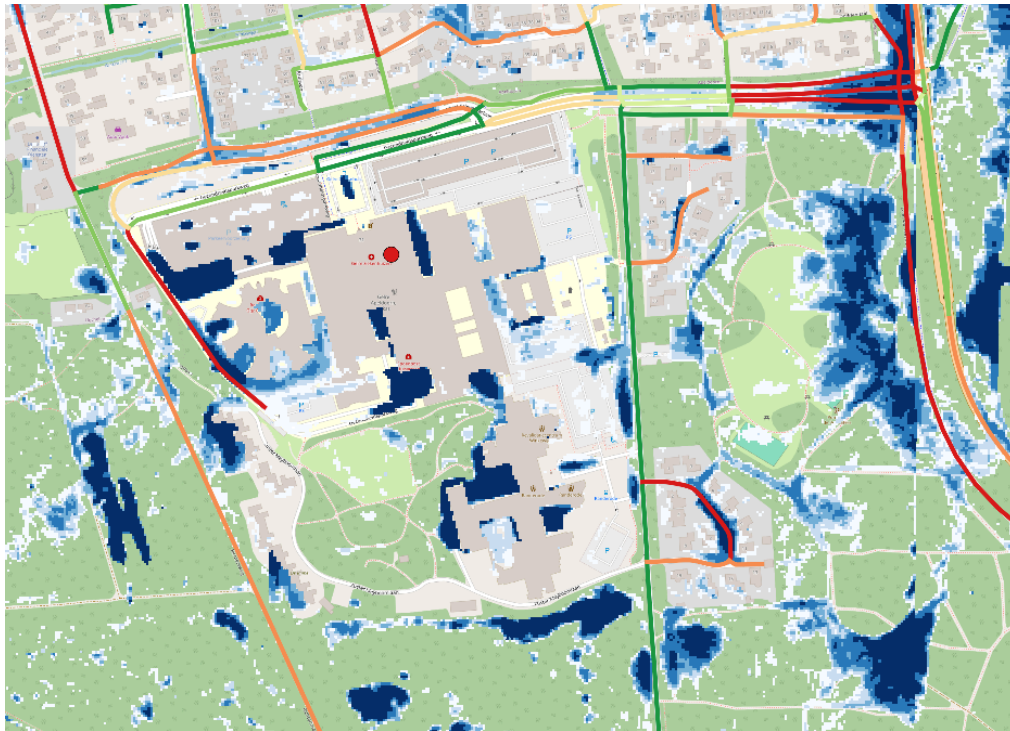
We hebben hierover gesprekken gevoerd met experts van Deltares, TAUW, Nelen en Schuurmans, het RIVM, Netbeheer Nederland, Stichting RIONED, TNO, HKV, STOWA, het KNMI en het Ministerie van Infrastructuur en Water om de Nederlandse omgang met deze problematiek in kaart te brengen.

Telecom viel bij nader onderzoek af omdat het netwerk behoorlijk robuust is: bij het uitvallen van één mast kunnen andere masten het overnemen, en bij een lokale hevige bui is het onwaarschijnlijk dat meerdere masten uitvallen. Ook het elektriciteitsnetwerk hebben we links laten liggen, omdat het onduidelijk is wat de invloed is van het uitvallen van individuele verdeelstations of transformatorhuisjes.

## **Begaanbaarheid wegen en tunnels**

Er bestaan geen landelijke definities voor wanneer een weg onbegaanbaar worden. De Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland stelt dat een weg onbegaanbaar wordt voor een ambulance als er meer dan 15 centimeter water op staat, verschillende ingenieursbureaus houden 20 centimeter aan, en andere veiligheidsregio's 30 centimeter. In dit onderzoek hebben wij die ruimste definitie aangehouden: wegen worden onbegaanbaar voor ambulances als er plassen van dieper dan 30 centimeter op staan. Voor personenauto's houden we 20 centimeter aan. Verschillende deskundigen bevestigen dat het water dan al in de uitlaat of de motor van een auto kan stromen, en dat je niet meer of heel slecht ziet waar de straat ophoudt en de stoep begint. Rijden is op deze wegen gevaarlijk.

Met behulp van kaartensoftware QGIS hebben we per wegdeel, aangegeven in het Nationaal Wegenbestand (NWB), bepaald hoe diep de plassen op deze weg zijn. De diepste plas bepaalt de begaanbaarheid van de weg. Als er bijvoorbeeld plassen van 30 centimeter diep en 20 centimeter diep op de weg staan, dan bepalen de plassen van 30 centimeter de toegankelijkheid. In dit geval wordt de weg dus onbegaanbaar voor ambulance en personenauto's. Dat leidt tot plaatjes als het onderstaande, van het Gelre Ziekenhuis in Apeldoorn.



Als we inzoomen op tunnels zijn er opvallend vaak diepe plassen (van 30 centimeter) op de plek waar de weg naar beneden loopt. Als er meerdere tunnels van de ene kant van een stad naar een andere kant van een stad onderlopen, concluderen wij dat het lastig wordt om van de ene kant van de stad naar de andere kant te komen voor hulpdiensten en personenauto's.

## Brandweerkazernes

Volgens het Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid zijn er momenteel 961 brandweerkazernes in Nederland. Dat totaal omvat zowel professionele als vrijwillige brandweerkorpsen. Voor dit onderzoek hebben we gebruik gemaakt van de lijst die up to date was tot juni 2024. Voor elke locatie hebben wij gekeken of dit risico loopt op wateroverlast, water dat naar binnen loopt, of te maken kan krijgen met ontoegankelijk toegangswegen waardoor de brandweervagen niet/lastig kan uitrijden.

Een brandweerkazerne heeft risico op water dat naar binnen loopt als er hoog water tegen de ingang(en) van de kazerne staat. De ingang(en) van een kazerne zijn bepaald met Google Maps Street View. Een toegangsweg van een brandweerkazerne is ontoegankelijk als op de wegen richting de uitgang van de kazerne (waar de brandweervagens uitrijden) diepe plassen van 30 centimeter staan.

## Ziekenhuizen

Er zijn momenteel 77 ziekenhuizen in Nederland met een afdeling Spoedeisende Hulp die 24 uur per dag open is. Voor elk van deze ziekenhuizen hebben we bepaald of ze risico lopen op wateroverlast (water dat naar binnen loopt), ontoegankelijke toegangswegen of een ontoegankelijk of overstroomde spoedeisende hulp. Dit is op dezelfde manier bepaald als

voor brandweerkazernes. Een ziekenhuis heeft risico op wateroverlast als tegen ingang(en) hoog water staat. Het ziekenhuis achten we onbereikbaar voor ambulances als op de toegangswegen naar alle ingangen plassen van meer dan 30 centimeter water staan en onbereikbaar voor personenauto's als er meer dan 20 centimeter water staat. De plassen hoeven niet direct bij het ziekenhuis te liggen: als een grote toegangsweg verderop geblokkeerd raakt, waardoor de hele buurt geïsoleerd wordt, beschouwen we het ziekenhuis ook als onbereikbaar.

We beschouwen de Spoedeisende Hulp onbereikbaar als op de toegangswegen daarnaartoe meer dan 20 centimeter water staat. Hierbij kan de rest van het ziekenhuis wel bereikbaar zijn. De spoedpost heeft risico op wateroverlast als er hoog water tegen de ingang van de spoedpost staat.

Een locatie kan om verschillende redenen 'droog' blijven ook al staat er op de kaart aangegeven dat daar water komt te staan. Om verkeerde conclusies te voorkomen benaderde Investico alle ziekenhuizen die in de problemen lijken te komen, en de betreffende gemeenten met de vraag of ze aanpassingen hebben gedaan die de resultaten van de kaart kunnen beïnvloeden. Deze reacties zijn meegenomen in de bepaling of een ziekenhuis risico loopt bij hevige regenval.

Er waren verschillende redenen om de verwachte problemen die een ziekenhuis kan ervaren af te laten vallen. Ten eerste omdat de wegen, ziekenhuis en/of spoedeisende hulp sinds 2012 zo is verbouwd/gebouwd dat de resultaten in de Klimaat-effectatlas niet meer actueel zijn. Met de Klimaat-effectatlas kan daardoor niet meer beoordeeld worden of het ziekenhuis bestand is tegen wateroverlast. Ten tweede: als een ziekenhuis ons wijst op een toegangsweg die speciaal voor de spoedhulp gebruikt kan worden. Bijvoorbeeld een fietspad dat gebruikt kan worden als de rest van de toegangswegen onder water staan. Ten derde als de gemeente verwijst naar een eigen wateroverlastkaart die ze hebben laten maken die meer gedetailleerde informatie bevat dan de kaart van de Klimaat-effectatlas en waarop duidelijk te zien is dat er minder water staat. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als het rioolsysteem van de gemeente wordt meegenomen in plaats van het standaard rioolsysteem van de Klimaat-effectatlas.

Als laatste stap classificeren we de ziekenhuizen in drie categorieën: hoog, middelhoog en laag risico. Een ziekenhuis loopt in deze classificatie hoog risico op het moment dat het onbereikbaar wordt voor ambulances en/of personenauto's, een middelhoog risico als de spoedeisende hulp ontoegankelijk wordt of overstroomt en laag risico in de rest van de gevallen. Voor deze classificatie is gekozen omdat een ontoegankelijke spoedpost opgevangen kan worden door de zorg te verplaatsen naar de rest van het ziekenhuis. In het ergste geval moeten ambulances in de buurt uitwijken naar andere ziekenhuizen voor spoedzorg. Terwijl, een volledig ziekenhuis dat voor niemand meer bereikbaar is, grotere gevolgen kan hebben. Boven op de gevolgen die een onbereikbare SEH heeft is het mogelijk dat het zorgpersoneel niet meer bij het ziekenhuis kan komen. Daarbij kunnen medicijnen en eten niet meer geleverd worden. In de laatste categorie, laag risico, zitten de rest van de gevallen. Dit zijn de ziekenhuizen waarbij we geen problemen voorzien in de

toegangswegen of bij de spoedeisende hulp. Hierbij zitten ook de ziekenhuizen waarbij er risico is op water dat het ziekenhuis in loopt.

Aangezien we niet goed kunnen inschatten waar het water in het ziekenhuis naar toe loopt, welk effect voorzorgsmaatregelen hebben en welke schade dit aanricht binnen het ziekenhuis, worden deze op laag risico gezet. Het kan natuurlijk alsnog wel schade veroorzaken. Alle ziekenhuizen waarbij is aangetoond dat de informatie van de Klimateffectatlas niet actueel of juist is, vallen ook onder de lage risico categorie. Hier kunnen we niet beoordelen of het ziekenhuis bestand is tegen hevige regen. Meerdere experts onderschrijven deze categorisering.