

Welke impact zou de overstroming van 1953 tegenwoordig hebben? Een analyse met Vitale Assets

Teun Terpstra, Jasper van den Heuvel, Lukas Papenburg, Jean-Marie Buijs (HZ University of Applied Sciences)

In de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie 2015 is afgesproken onderzoek te verrichten naar de kwetsbaarheid van vitale infrastructuur en een strategie uit te werken om (onacceptabele) risico's te verkleinen en ontwrichting te voorkomen. HZ University of Applied Sciences ontwikkelde samen met praktijkpartners de tool Vitale Assets, waarmee de uitval van assets in Zeeland inzichtelijk kan worden gemaakt voor zelf samen te stellen overstromingsscenario's. In dit artikel wordt de tool geïllustreerd aan de hand van het Watersnoodramp-scenario en de vraag: welke delen van de vitale infrastructuur zouden uitvallen wanneer de Watersnoodramp van 1953 zich vandaag de dag zou voltrekken?

Sinds de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie en de herijking in 2021 [1], [2] is op diverse wijzen kennis ontwikkeld over de impact van overstromingen op de vitale infrastructuur. Denk bijvoorbeeld aan gebiedspilots [3], onderzoeksprojecten [4] en evaluaties van overstromingen in het buitenland [5] en in juli 2021 in Limburg [6]. In Limburg zijn assets getroffen, zoals straatkasten en telecomzendmasten, die lokaal een belangrijke functie vervulden. Door redundantie in netwerken en beheermaatregelen – zoals inzet van noodaggregaten, anders richten van zendmasten, vervanging of reparaties van elektra, gas en telecom assets – is de maatschappelijke ontwrichting lokaal en kortstondig geweest. Uit recente proeven [7] blijkt dat laagspanningskasten bij een overstroming met zoetwater nog lang kunnen blijven functioneren. Zout water tast echter de componenten aan en leidt vrijwel direct tot uitval van een elektriciteitsstation. De Provinciale Zeeuwse Electriciteits Maatschappij (PZEM) publiceerde in de periode 1954-1956 een serie artikelen over de impact van de Watersnoodramp van 1953 op het elektriciteitsnetwerk in Zeeland [8]. Doordat de elektriciteitscentrales in Vlissingen en Westdorpe gespaard bleven, kon met uitzondering van de overstroomde gebieden het grootste deel van de provincie van stroom worden voorzien. De gemeentelijke distributienetten in overstroomde gebieden waren echter zwaar getroffen. Beschikbaar gestelde noodaggregaten, onderdelen, apparatuur en noodhulp speelden een belangrijke rol in het herstel van geïsoleerde gebieden, dat tot het voorjaar van 1956 in beslag nam. Ondanks deze studies blijft het lastig om systematisch inzicht te krijgen in de kwetsbaarheid van assets omdat het aantal assets zelfs in een klein gebied groot is, er per netwerk verschillende typen assets zijn, niet altijd duidelijk is bij welke overstromingsdiepte verschillende typen assets uitvallen en welke assets van elkaars functioneren afhankelijk kunnen zijn. HZ University of Applied Sciences heeft daarom samen met overheden en beheerders van vitale infrastructuur een 'Vitale Assets'-toolkit ontwikkeld en getest. Deltares ondersteunde bij de ontwikkeling van het prototype en het in kaart brengen van cascade-effecten met de tool Circle [9]. In dit artikel wordt de tool geïllustreerd aan de hand van de vraag: in welke mate valt vitale infrastructuur uit wanneer de Watersnoodramp van 1953 zich vandaag de dag zou voltrekken?

Onderzoek naar kwetsbaarheid van vitale infrastructuur in Reimerswaal

Vitale Assets is in eerste instantie ontwikkeld aan de hand van dijkkring 31 (Reimerswaal) waar veel vitale infrastructuur doorheen loopt. In de tweede fase is de toolkit uitgebreid naar de gehele provincie Zeeland. Hierbij is gebruik gemaakt van:

- overstromingsberekeningen die ruimtelijk (op een kaart) inzicht geven in de omvang van overstromingen en waterdiepten die optreden, afhankelijk van de locatie van een dijkdoorbraak en kenmerken van de stormvloed. Deze berekeningen staan op een geo-server van de provincie Zeeland waarmee Vitale Assets rechtstreeks communiceert. Deze overstromingsberekeningen zijn tevens publiekelijk beschikbaar via het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen [10];
- door beheerders aangeleverde gegevens en open data over locaties van assets. De verkregen informatie is vervolgens in GIS-kaartlagen verwerkt;
- bureauonderzoek, interviews en workshops met beheerders om assets, netwerken en hun kwetsbaarheid voor water in kaart te brengen. De resultaten zijn beschreven in factsheets en gegevens zoals drempelwaarden voor de waterdiepte waarbij assets uitvallen zijn verwerkt in Vitale Assets.

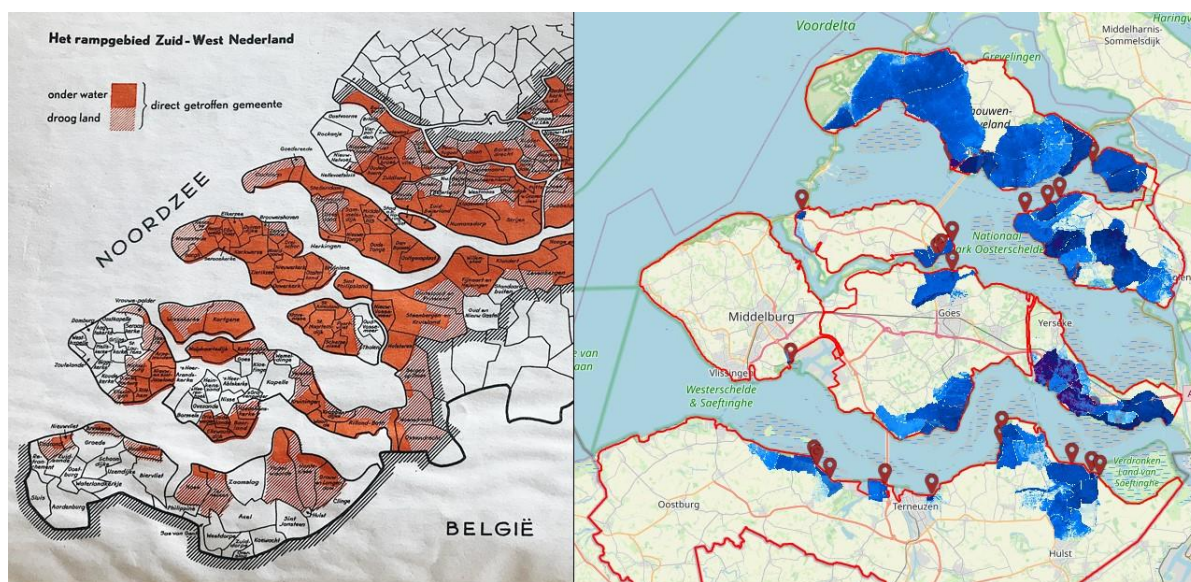
Met deze methodiek is inzicht gekregen in de typen assets die er zijn, hoe deze functioneren, hoe assets verbonden zijn met andere assets en bij welke waterdiepte assets (naar verwachting) uitvallen. Het gaat in dit onderzoek om assets die van belang zijn voor het functioneren van elektriciteit, gas, drinkwater, afvalwater, openbare orde en veiligheid, telecom en ICT.

Hoe werkt Vitale Assets?

In Vitale Assets kunnen waterdieptekaarten afzonderlijk en in combinatie geactiveerd worden door op breslocaties te klikken. In de tool kan de gebruiker kiezen tussen verschillende hydraulische belastingniveaus, waaronder toetspeil (TP). TP heeft betrekking op een hydraulische belasting (waterstand en golven) die de waterkering veilig moet kunnen keren. Het toetspeil heeft in Zeeland een statistische terugkeertijd van 4000 jaar. In de tool zijn tevens de extremere belastingniveaus beschikbaar. Deze extremere belastingniveaus hebben betrekking op stormen die respectievelijk een 10 of 100 keer kleinere kans van voorkomen hebben dan het belastingniveau waarop de dijken zijn ontworpen. In deze situaties is de kans dat dijken bezwijken groter en zijn ook de gevolgen groter. Assets kunnen worden geselecteerd via selectiemenu's waarbij assets op hoofd- en deelcategorieën geordend zijn. Elektriciteit is bijvoorbeeld onderverdeeld in hoog-, midden- en laagspanning en daarbinnen in verschillende typen stations. Voor alle typen assets is geïnventariseerd op welke hoogte kritieke onderdelen zitten die bij contact met water zorgen voor uitval. Vitale Assets vergelijkt de (samengestelde) waterdieptekaart met de uitvalhoogte van assets. Op de kaart wordt met stoplichtkleuren getoond of een asset blijft functioneren (groen), uitvalt (rood), of dat functioneren/uitval onzeker is (oranje). Een asset kleurt oranje wanneer de waterdiepte ter plaatse van de asset zich binnen een bandbreedte van -20 tot +20 cm van de uitvalhoogte bevindt (onzekerheidsmarge).

Uitval van vitale infrastructuur als gevolg van de Watersnoodramp 1953

Tijdens de Watersnoodramp braken de dijken door op meer dan 150 plekken in Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Brabant [11]. In Zeeland werden met name Schouwen-Duiveland, Tholen en Reimerswaal zwaar getroffen, maar ook delen van Zuid- en Noord-Beveland, Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen kregen met overstromingen te maken. Afbeelding 1 bevat een overzichtskaart van de in 1953 overstromde gebieden. De elektriciteitsvoorziening en telefoonverbindingen in getroffen gebieden vielen uit. Radioverbindingen van zendamateurs en het leger speelden een belangrijke rol in de communicatie [12]. In de overstromde gebieden raakten wegen zwaar beschadigd, evenals het spoor dat in Reimerswaal (nabij Oostdijk) van de spoordijk was geschoven. Het spoor was nog niet geëlektrificeerd. De reeds bestaande plannen daarvoor werden uitgevoerd tussen 1955 en 1957 [13]. In 1954 is er een inventarisatie gemaakt van de effecten van de overstroming op de drinkwatervoorziening. Hieruit blijkt onder meer dat een waterwinplaats bij Middelburg verzoutte en er zware schade is opgetreden aan transport- en hoofdleidingen [14].



Overstromingspatroon als gevolg van de Watersnoodramp 1953 [15]

Overstromingspatroon in Vitale Assets bij een herhalingsijd voor de buitenwaterstand van 4000 jaar (toetspeil)

Afbeelding 1. Overstromde gebieden tijdens de Watersnoodramp (links) en daarop gebaseerde simulatie in de toolkit Vitale Assets (rechts)

De Watersnoodramp in retrospectief met Vitale Assets

Een overstroming zoals in 1953 zou nu niet meer op dezelfde manier kunnen plaatsvinden. Na de Watersnoodramp zijn de Deltawerken gerealiseerd en zijn de zeekeringen versterkt. De waterstanden die tijdens de Watersnoodramp optraden komen ongeveer eens per 400 jaar voor. De zeedijken moeten tegenwoordig op grond van de Waterwet bestand zijn tegen stormen met een statistische terugkeertijd van 4000 jaar. In de toolkit zijn daarom breslocaties geselecteerd die zoveel mogelijk overeenkomen met de doorbraken tijdens de Watersnoodramp, maar bij stormwaterstanden die gemiddeld eens per 4000 jaar voorkomen.

Zoals te zien in afbeelding 1, verschilt het overstromingspatroon in de toolkit op een aantal punten van de Watersnoodramp. Langs het Veerse Meer zijn bijvoorbeeld geen overstromingen opgenomen,

omdat de zeedijken geen onderdeel zijn van het systeem van primaire waterkeringen. Op Schouwen-Duiveland blijft het gebied tussen de Schouwensedijk en de Noorddijk gevrijwaard, doordat deze regionale dijken hoog genoeg zijn en in de overstromingsmodellering standzeker worden verondersteld (er wordt verondersteld dat ze niet doorbreken). Ten oosten van Kloosterzande (Zeeuws-Vlaanderen) is juist een groter overstromingspatroon te zien als gevolg van de hogere stormwaterstanden die zijn toegepast in de overstromingsmodellering.

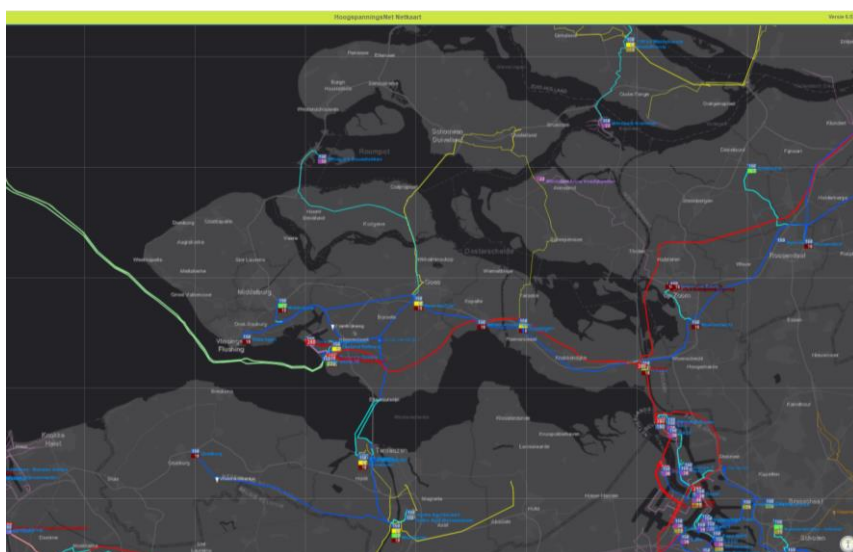
Elektriciteit- en telecomnetwerk in Zeeland

Voor het functioneren van vitale infrastructuur zijn de onderlinge relaties tussen assets van belang. Hieronder worden het elektriciteitsnet in Zeeland en de belangrijkste aandachtspunten voor telecom, drinkwater en gas besproken. De teksten zijn in belangrijke mate ontleend aan de wiki Waterveiligheid en vitale infrastructuur in Zeeland [16].

Elektriciteitsnetwerk

Het elektriciteitsnetwerk heeft een gelaagde structuur. De regionale netbeheerder (Stedin) ontvangt elektrisch vermogen van het hoogspanningsnet (beheerder TenneT) via een hoofdverdeelstation en transformeert dit op een onderstation van hoogspanning (HS) naar middenspanning (MS) ten behoeve van regionale distributie. Zeeland wordt van stroom voorzien via een 380 kV- en 150kV-net (zie afbeelding 2). Op de hoofdverdeelstations wordt stroom naar 20 of 10 kV (MS) getransformeerd. In het MS-net wordt stroom via schakelstations getransporteerd, via verdeelstations gekoppeld met andere MS-stations en via distributiestations getransformeerd naar laagspanning (230/400 V).

De 150kV-hoofdverdeelstations bevinden zich op Zuid-Beveland, Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen. Noord-Beveland, Schouwen-Duiveland en Tholen worden voorzien via een ondergronds gelegen 50 kV-tussenspanningsnet. TenneT en Stedin ontwikkelen en realiseren plannen om Schouwen-Duiveland en Tholen te ontsluiten via twee nieuwe 150kV-verbindingen vanuit een nieuw te bouwen 380/150 kV-station bij Bergen op Zoom [17]. In de Sloehaven en bij Terneuzen bevindt zich zware industrie en zijn verschillende hoog- en tussenspanningsstations aanwezig.



Afbeelding 2. Het huidige hoogspanningsnet in Zeeland. Rode lijnen 380 kV landelijk koppelnet, donkerblauwe en lichtblauwe lijnen (ondergronds) 150 kV regionaal hoogspanningsnet, gele lijnen 50 kV tussenspanning (ondergrondse kabels). Bron: Hoogspanningsnet.com [18]

Telecom, drinkwater en gas

Tegenwoordig zijn vrijwel alle vitale sectoren afhankelijk van elektriciteit en ICT [19], [20]. Drinkwater is afhankelijk van gas en elektriciteit, omdat in geval van verontreiniging een kookadvies geldt en huishoudens gas of elektriciteit gebruiken om te koken [14].

Midden-Zeeland en Tholen krijgen hun drinkwater uit de Brabantse Wal. In Nieuwdorp (gemeente Borsele) en Vrouwenpolder (gemeente Veere) bevinden zich pompstations en reinwaterkelders. Zeeuws-Vlaanderen heeft een eigen opslagbekken in de Braakman dat uit meerdere bronnen van water wordt voorzien. Schouwen-Duiveland wordt voorzien vanuit Haamstede [21].

In het telecomnetwerk kan onderscheid gemaakt worden tussen de 'backbone' en accesnetwerken. De ondergrondse 'backbone' bestaat uit hogesnelheidsverbindingen die verschillende delen van het netwerk met elkaar verbinden. Eindgebruikers zijn hiermee verbonden via het accessnetwerk. Op soortgelijke wijze bestaan het gas- en drinkwaternet uit een transport- en distributienet. De backbone voor telecom en de transportleidingen voor gas en drinkwater liggen op grotere diepte onder het maaiveld. Deze dieper gelegen kabels en leidingen zijn kwetsbaar wanneer door grondroeringen erosie (bijvoorbeeld bij breslocaties) of ongelijkmatige grondzettingen optreden (bijvoorbeeld bij de overgang tussen twee grondsoorten).

In het accessnetwerk (telecom) en de distributienetten (gas en drinkwater) liggen kabels en leidingen minder diep en zijn bovengrondse assets aanwezig die kwetsbaar zijn bij overstromingen. In het telecomnetwerk bestaat het accessnetwerk bijvoorbeeld uit wijk- en straatkasten voor vaste telecom en zendmasten voor mobiele telecom. In het drinkwaternet zorgen pomp/aanjaagstations en reinwaterkelders voor regionale distributie, in het gasnet zorgen gasontvangst- en districtstations hiervoor.

Drinkwaterpompstations kunnen voor minsten tien dagen van noodstroom worden voorzien (wettelijk vereiste). Bij afnemende leidingdruk als gevolg van schade aan netwerkonderdelen kan nog drinkwater worden geleverd. Er ontstaan gezondheidsrisico's wanneer drinkwater besmet raakt door instroom van vervuild water en slib. Door lekkages in het gasnetwerk kan er explosiegevaar ontstaan en bij inwaterende lekken kan een waterslot optreden, waardoor de gasdistributie uitvalt. Sensoren en telemetrie in het drinkwater- en gasnet geven inzicht in leidingdrukken en maken het sturen op afstand mogelijk. Uitval van deze onderdelen bemoeilijkt de sturing in distributienetten.

Uitval van vitale assets in het Watersnoodramp-scenario

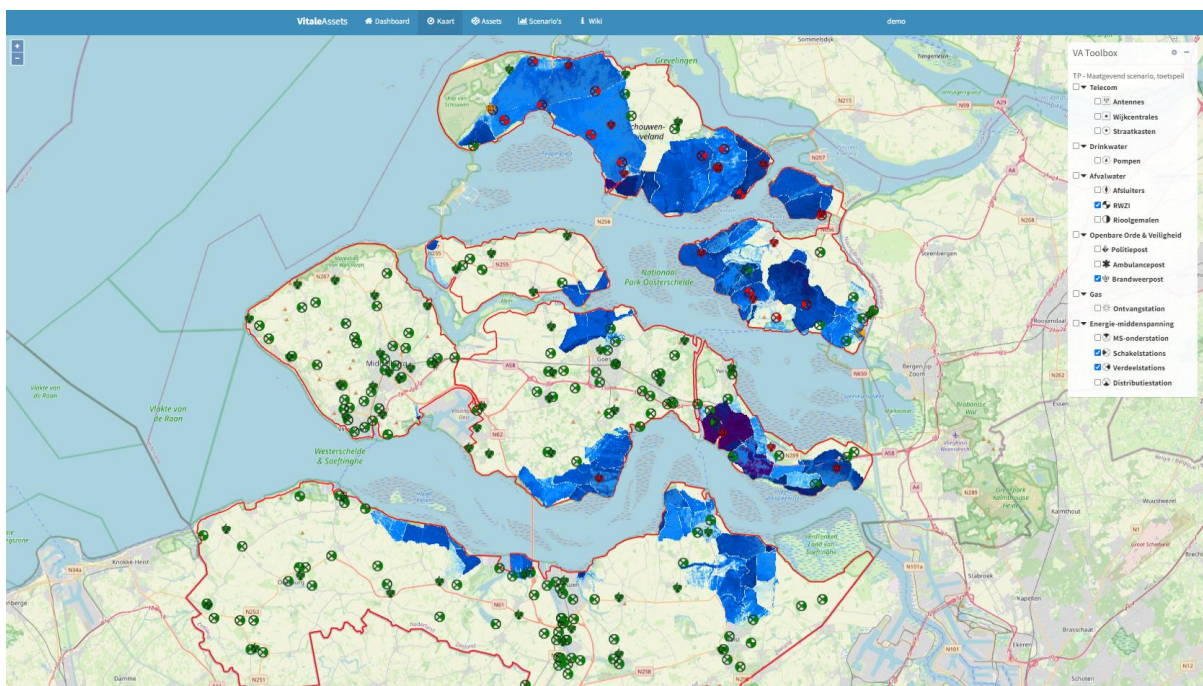
Met Vitale Assets is een analyse uitgevoerd om de uitval van assets in Zeeland op hoofdlijnen inzichtelijk te maken. Tabel 1 bevat een overzicht van een aantal assetcategorieën binnen Zeeuwse dijkringen en het aantal en percentage dat uitvalt in het op de Watersnoodramp gebaseerde overstromingsscenario. Het gaat hierbij om een inschatting van directe uitval als gevolg van de optredende waterdiepte die een zekere drempelhoogte overschrijdt, waardoor vitale onderdelen in contact komen met water.

Tabel 1. Inschatting van uitval assets in Zeeland in een op de Watersnoodramp gebaseerd overstromingsscenario. U = aantal uitgevallen assets, T = Totaal aantal assets, % = percentage U/T. N.B. het merendeel van de hoogspanningsstations in de dijkringen 30 en 32 bevinden zich in industriegebied (Sloehaven en DOW-Terneuzen)

Dijkring	dijkring 26 Schouwen- Duiveland	dijkring 27 Tholen en Sint Philipsland	dijkring 28 Noord-Beveland	dijkring 29 Walcheren	dijkring 30 Zuid-Beveland West	dijkring 31 Zuid-Beveland Oost/Reimerswaal	dijkring 32 Zeeuws- Vlaanderen	Totaal
Inwoneraantal	33779	26085	7581	115275	74654	22896	105204	385474
Vitale sector	Assetcategorie	U T %	U T %	U T %	U T %	U T %	U T %	U T %
Elektriciteit	Hoofdverdeelstation	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	0 2 0%	0 9 0%	0 3 0%	1 8 13%
	Tussenspanningstation	2 2 100%	0 1 0%	~ ~ ~	~ ~ ~	0 8 0%	0 1 0%	6 12 50%
	MS Schakelstation	5 6 83%	2 3 67%	0 2 0%	0 12 0%	0 10 0%	1 4 25%	0 18 0%
	MS Verdeelstation	3 6 50%	2 7 29%	0 1 0%	0 20 0%	0 15 0%	1 5 20%	1 42 2%
	MS Distributiestation	260 415 63%	129 233 55%	5 111 5%	0 616 0%	32 659 5%	105 134 78%	70 1199 6%
Telecom	Antenne	87 155 56%	36 53 68%	0 38 0%	0 308 0%	9 217 4%	23 60 38%	11 312 4%
	Wijkcentrale	4 8 50%	3 7 43%	0 4 0%	0 10 0%	0 12 0%	2 4 50%	1 28 4%
	Straatkast	56 80 70%	24 39 62%	2 18 11%	0 225 0%	4 122 3%	15 29 52%	6 257 2%
Gas	Ontvangststation	0 1 0%	0 2 0%	0 0 0%	0 7 0%	0 6 0%	1 2 50%	2 22 9%
Pompstation	Drinkwater	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	0 1 0%	0 1 0%	~ ~ ~	0 1 0%
	Industriewater	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	0 1 0%	1 2 ~	1 1 ~
Afwalwater	RWZI	3 3 100%	1 2 50%	0 1 0%	0 1 0%	0 1 0%	1 1 100%	0 7 0%
	Rioolgemaal	21 25 84%	6 9 67%	0 6 0%	0 20 0%	5 29 17%	7 12 58%	6 59 10%
Openbare orde & veiligheid	Politiepost	1 1 100%	0 1 0%	0 1 0%	0 5 0%	0 3 0%	1 2 50%	0 4 0%
	Ambulancepost	3 3 100%	1 1 100%	0 0 0%	0 2 0%	0 1 0%	1 1 100%	0 3 0%
	Brandweerpost	5 9 56%	4 5 80%	0 4 0%	0 15 0%	1 14 7%	3 4 75%	1 20 5%
Totaal	450 714 63%	208 363 57%	7 186 4%	0 1244 0%	51 1108 5%	162 264 61%	106 1993 5%	984 5872 17%

Van de ruim 5800 assets vallen er in dit Watersnoodramp-scenario naar schatting bijna 1000 uit (ongeveer 17%). In de drie gebieden die in 1953 het zwaarst zijn getroffen – Reimerswaal, Schouwen-Duiveland en Tholen – zou ongeveer 60% van de assets door direct contact met water beschadigd raken en uitvallen. Vanwege de omvang van de overstromingen is het aannemelijk dat vrijwel alle vitale infrastructuur in deze dijkringen uitvalt omdat ook grote delen van de middenspanning uitvallen. In alle gevallen gaat het om uitval van lokale distributie waardoor de effecten zich in eerste instantie beperken tot (een deel van) de dijkring waarin deze assets zich bevinden. Hierbij is geen rekening gehouden met schade aan hoofdtransportleidingen voor gas en elektra en de backbone in het telecomnet.

Naar aantal zijn kwetsbare assets vooral distributiestations waar stroom van midden- naar laagspanning wordt getransformeerd (601 stuks), telecom-antennemasten voor mobiele telefonie (166 stuks) en telecomstratkasten (107 stuks) voor vast internet en telefonie (zie afbeelding 3). De kritieke onderdelen van deze assets bevinden zich over het algemeen vlak boven het maaiveld. Kijkend naar de relatieve uitval, dat wil zeggen de percentages, valt op dat de afvalwaterketen in dit scenario kwetsbaar is. 5 van de 16 RWZI's (31%) en 45 van de 160 rioolgemalen vallen uit (28%). Ambulanceposten zijn relatief het vaakst getroffen, doordat 5 van de 11 posten (45%) zich in het overstromde gebied bevinden. Bij de brandweer betreft dit 14 van 71 posten (20%).



Afbeelding 3. Kaartbeeld in Vitale Assets met directe uitval van RWZI's, brandweerposten en MS-schakel- en distributiestations in Zeeland

De hoofdverdeelstations in de gemeente Reimerswaal (Kruiningen en Rilland) liggen net buiten het overstromde gebied, waardoor het westelijk deel van Zuid-Beveland en Walcheren voorzien blijven van elektriciteit. Het transport via de ondergrondse 50 kV-kabel naar Noord-Beveland, Schouwen-Duiveland en Tholen valt naar verwachting uit omdat de tussenspanningsstations op deze eilanden overstromen. Het 150 kV-hoogspanningsstation en ernaast gelegen 50 kV-tussenspanningsstation bij Terneuzen (Hoek) bevinden zich eveneens in het overstromde gebied. Bij een optredende waterdiepte van ongeveer 1,5 meter ter plaatse valt op deze stations de secundaire meet- en regeltechniek uit. Omdat de rails op ongeveer 2,5 meter hoogte hangen, kan het transport theoretisch nog plaatsvinden. Vanwege het risico op elektrocutie (zout water geleidt stroom) zal de elektriciteit veelal op voorhand uitgeschakeld worden (in geval van 150- en 380 kV-stations door TenneT, voor lagere spanningsniveaus door Stedin). Nadere analyse is nodig om te bepalen of en in welke mate de stroomvoorziening via het hoofdverdeelstation Terneuzen (Hoek) nog kan plaatsvinden en in welke mate cascade-effecten in Zeeuws-Vlaanderen met noodmaatregelen gemitigeerd kunnen worden.

Tot slot

Overstromingen zijn een calamiteit waarbij op voorhand nooit precies is aan te geven wat er gebeurt. Vitale Assets is ontwikkeld om de effecten van overstromingen op hoofdlijnen inzichtelijk te maken en te zorgen dat beheerders van vitale infrastructuur en overheden zoals veiligheidsregio's, waterschappen, provincies en gemeenten hierover met elkaar in gesprek kunnen. De analyses op hoofdlijnen kunnen aanleiding zijn om meer gedetailleerde analyses uit te voeren naar de kwetsbaarheid en mogelijke maatregelen, op het niveau van één of enkele assets en netwerken binnen een kleiner gebied. Tijdens workshops en klimaatstresstesten in Zeeland bleek dat Vitale Assets helpt om kennis en bewustzijn over uitval van vitale infrastructuur te vergroten. Op de wiki

Waterveiligheid en vitale infrastructuur [15] zijn beschrijvingen te vinden van netwerken en analyses van overstromingen. Uitbreiding van de tool naar andere regio's is mogelijk.

Dankwoord

Dit artikel is tot stand gekomen op basis van ontwikkelde kennis in het project Vitale Infrastructuur in de Veerkrachtige Delta van het lectoraat Waterveiligheid en Ruimtegebruik (HZ) in samenwerking met lectoraat Data Science (HZ), veiligheidsregio Zeeland, provincie Zeeland, waterschap Scheldestromen, Rijkswaterstaat Zee en Delta, gemeente Reimerswaal, Deltares en beheerders van diverse vitale infrastructuren. Het project heeft subsidie ontvangen van Regieorgaan Sia in het kader van de regeling RAAK Publiek.

Referenties

1. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, ministerie van Economische Zaken (2017). *Deltaprogramma 2018. Doorwerken aan een duurzame en veilige delta.*
2. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2020). *Deltaprogramma 2021. Koersvast werken aan een klimaatbestendig Nederland.*
3. Kennisportaal Klimaatadaptatie (2021). *Vitale en kwetsbare functies. Wat hebben we geleerd uit pilotprojecten?*
4. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (2019). *Deltafact – Borging vitale infrastructuur bij overstromingen.*
5. 'Veel informatie boven water gekomen bij Harvey Hackaton'. *H2O Actueel*, 13 september 2017.
6. Expertise Netwerk Waterveiligheid (2021). *Hoogwater 2021. Feiten en Duiding.* Utrecht: Rijkswaterstaat.
7. Netbeheer Nederland (2020). *Netbeheerders leren werken met water.* Website: <https://www.netbeheernederland.nl/nieuws/netbeheerders-leren-werken-met-water-1410>
8. 'De ramp van 1953 en de P.Z.E.M'. Overdruk van in *De Brug* in de jaren 1954-1956 verschenen artikelen.
9. Deltares (2022). *Circle - Vitale Infrastructuur: Relaties en Gevolgen, cascade-effecten* https://www.deltares.nl/nl/software/circle_vitale_infrastructuur/
10. LIWO (2022). *Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen.* Rijkswaterstaat, Watermanagementcentrum Nederland (WMCN). <https://basisinformatie-overstromingen.nl/>
11. Watersnoodmuseum, 2022. *De Watersnoodramp.* https://watersnoodmuseum.nl/kennisbank/de-watersnoodramp/?gclid=EAlaIQobChMI4M2Br5Gm8AIVS-N3Ch1avAEDEAAAYASAAEgIHKPD_BwE
12. Yska, P. (2003). 'De inzet van de verbindingdienst tijdens de watersnood in 1953'. *Intercom*, 1, p. 41-47.
13. Braat, J. (2008). 'Onder de draad. De elektrificatie van de Zeeuwse spoorlijn 1955-1957'. *De Wete / Heemkundige Kring Walcheren*, 37, p.3-13.
14. Vossen, J. van en Wols, B. (2018). *Functioneren leidingnet na overstroming.* KWR rapport 2018.072.
15. Bie, R. de (2019). 'Watersnoodramp 1953: CBS brengt schade in kaart'. In: *Het licht van de statistiek in het kader van het 120-jarig bestaan van het CBS in 2019.*

16. HZ University of Applied Sciences, lectoraat Waterveiligheid en Ruimtegebruik (2019). *Wiki Waterveiligheid en vitale infrastructuur*
https://www.deltaexpertise.nl/wiki/index.php/VI_Waterveiligheid_en_vitale_infrastructuur_in_Zeeland_VN
17. TenneT (2022). *Netversterking Schouwen-Duiveland, Tholen en omgeving Bergen op Zoom*.
<https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/onshore-projecten-nederland/netversterking-schouwen-duiveland-tholen-en-omgeving-bergen-op-zoom/>
18. *Hoogspanningsnet Netkaart*.
<https://webkaart.hoogspanningsnet.com/index2.php#11/51.4956/3.8061>
19. Eeten, M., Nieuwenhuijs, A., Luijff, E., Klaver, M., Cruz, E. (2011). 'The State and the Threat of Cascading Failure Across Critical Infrastructures: The Implications of Empirical Evidence from Media Incident Reports'. *Public Administration* 89. 381.
20. Oort, S.H., Luijff, H.A.M. van (2014). *Klimaatadaptatie en de sector Informatie- en Communicatietechnologie (ICT)*. TNO 2014 R11293.
21. Evides (2022). www.evides.nl/drinkwater/de-zuiveringsprocessen.