

A photograph of a wind farm. In the foreground, a large white wind turbine stands on a green grassy hill. In the background, several other similar turbines are visible, receding into the distance. A body of water is in the lower foreground, with a rocky shoreline. The sky is clear and blue.

Benutten energietransitie voor vergroten waterveiligheid

Pilot Voorne-Putten

Defacto Stedenbouw, Generation.Energy

Mei 2019

Benutten energietransitie voor vergroten waterveiligheid

Mei 2019

Defacto Stedenbouw en Generation.Energy

De rapportage *Benutten energietransitie voor vergroten waterveiligheid* is tot stand gekomen in opdracht van het Samenwerkingsverband Voorne-Putten

Projectgroep

Defacto stedenbouw: Anne Loes Nillesen, Mona zum Felde en Anne van Loenen

Generation.Energy: Taco Kuijers en Jet ten Voorde

Ontwerpend onderzoek

Defacto Stedenbouw en Generation.Energy

Tekst

Anne Loes Nillesen en Jet ten Voorde

Kaarten en illustraties

Defacto Stedenbouw en Generation.Energy

Beeldrecht

De auteur heeft gepoogd alle rechthebbenden van beeldmateriaal te achterhalen en te vermelden in de rapportage. Eventuele niet-genoemde rechthebbenden kunnen zich melden; zij zullen in een volgende druk worden vermeld.

Meer informatie

Voor meer informatie kunt u een mail sturen naar: office@d.efac.to

Inhoudsopgave

DEEL A **Waterveiligheid**

1 – Waterveiligheid Voorne-Putten 10

DEEL B **Energietransitie**

1 – Huidige systeem 16

2 – Veranderingen energietransitie 21

DEEL C **Werksessie**

1 – Werksessie koppelkansen 28

DEEL D **Kansen voor Synergie**

1 – Decentraal netwerk 42

2 – Stroom op overstromingsvrije verdieping 44

3 – School als shelter 48

4 – Ziekenhuis op noodstroom 52

5 – GSM masten 56

6 – Gemaal op duurzame stroom 60

Conclusies en aanbevelingen 64

Meekoppelkanse energietransitie voor meerlaagsveiligheid

Aanleiding en doel

Waterveiligheid en energietransitie zijn de laatste jaren twee belangrijke speerpunten voor Nederland als ook voor de Noordrand Voorne-Putten. Het is opvallend dat deze twee belangrijke kennis- en innovatiethema's nog nauwelijks zijn verbonden. Binnen Voorne-Putten, en de noordrand van het gebied worden de twee sporen van energietransitie en waterveiligheid nog naast elkaar verkend.

Bij dit project is Voorne-Putten gebruikt als pilotgebied voor het leggen van een verbinding tussen energie en waterveiligheid. Daarbij is gekeken of lokale energieopwekking ervoor kan zorgen dat het gebied bij overstromingen minder kwetsbaar en daarmee veiliger is, doordat de stroomvoorziening ondanks de overstroming (deels) blijft werken en het overstroomde gebied sneller kan herstellen na een overstroming.

Op basis van deskstudies, ontwerpend onderzoek en expertmeetings zijn verschillende kansen verkend voor het koppelen van maatregelen voor energietransitie aan de doelstelling voor waterveiligheid binnen een gebied. De resultaten zijn door te vertalen naar andere gebieden binnen Nederland die een overstromingsrisico kennen.

Verankering binnen de regio

Het gesprek over voorliggend onderzoek is gestart binnen het project "Gebiedsprogramma Geuzenlinie Voorne-Putten", van het Samenwerkingsverband Voorne-Putten (SVP; dit betreft de vier gemeenten op Voorne-Putten).

Er wordt een ontwikkeling voorgestaan die bijdraagt aan twee belangrijke opgaven in het gebied: duurzaam (energie) en waterveilig. Voorliggend onderzoek helpt om scherper te krijgen wat er nodig is om invulling te geven aan deze opgaven, en deze aan elkaar te verbinden.

Voorne-Putten

Voorne-Putten is het meest noordelijke gelegen eiland van de Rijn-Maas-Scheldedelta en ligt daarmee op de grens tussen het grootstedelijke (haven)gebied van Rotterdam en de Zuidwestelijke Delta.

Van oorsprong bestond het gebied uit twee eilanden die werden gescheiden door de Bernisse, die gaandeweg door dichtslibbing de positie als handelsroute verloor. Aan de westrand van Voorne-Putten zijn achter de duinen de hoger gelegen kernen Oostvoorne en Rockanje te vinden. In de daarachter gelegen polder liggen de voormalige vestingsteden Hellevoetsluis en Brielle. Aan de oostelijke rand van het gebied ligt de meest stedelijk ontwikkelde kern Spijkenisse.

De grootste drie plaatsen van Voorne-Putten, Brielle, Hellevoetsluis en Spijkenisse hebben elk een ander karakter en een andere ruimtelijke vorm. Brielle is een middeleeuwse kern die in de 17e eeuw uitgroeide tot vestingstad, de vesting is goed bewaard gebleven en Brielle kent een groot aantal monumenten. Ook Hellevoetsluis is een voormalige vestingstad uit het begin van de 17e eeuw, met een historische haven waar reeds in 1798 het eerste Nederlandse droogdok is gebouwd. Spijkenisse is een echte groeikern die in de jaren '60 en '70 een overloop gebied was waar veel werknemers van de Rotterdamse haven zich vestigden en uitgroeide tot het meest stedelijke gebied binnen Voorne-Putten.

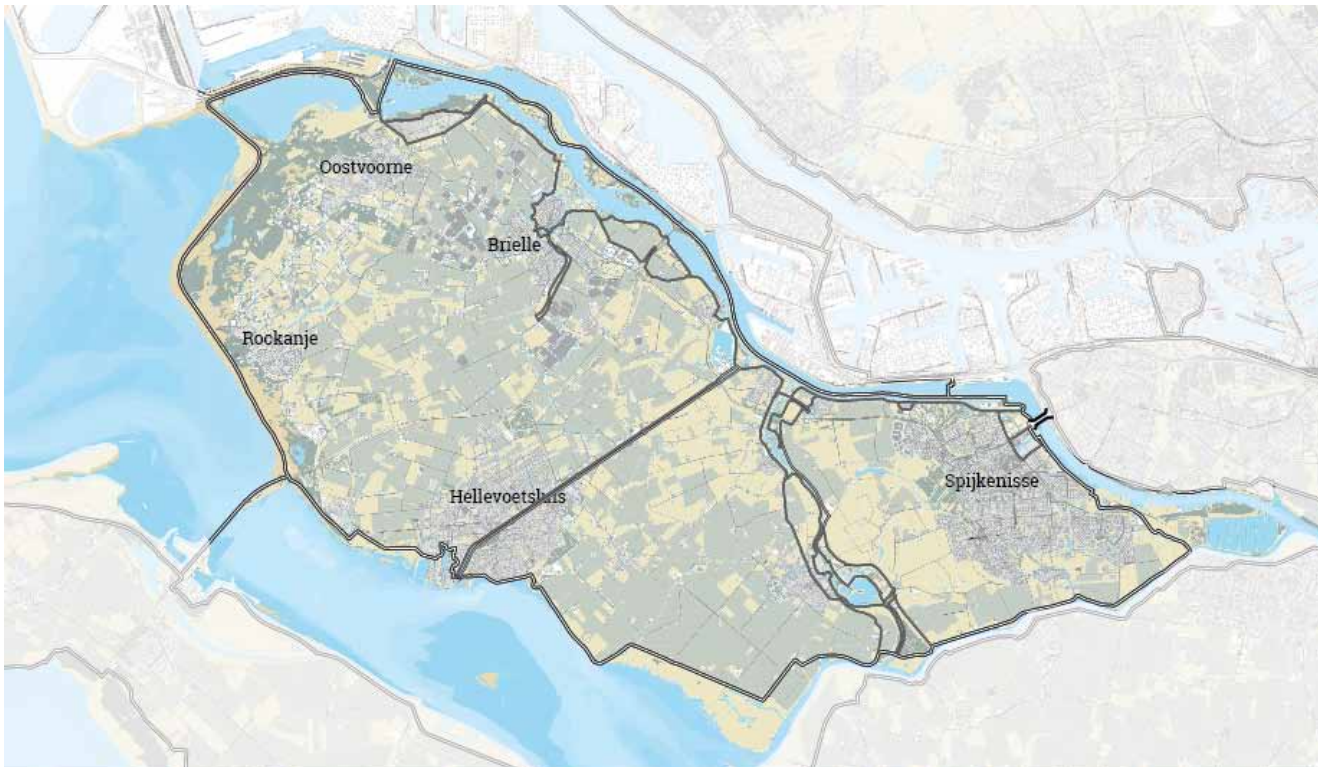


FIG. 1.1.1 Topografische kaart van Voorne-Putten.

Voorne-Putten heeft een open agrarisch karakter, met sterke landschappelijke randen. In het westen wordt deze gevormd door de zeeduinen, aan de overige randen door dijken waarbij er (zoals ook beschreven in het gebiedsprofiel) een sterk onderscheid is tussen het karakter van de noordelijke dijk langs het kanaal en de zuidelijke dijk die de rand van de Zuidwestelijke delta vormt. Aan de noordrand van het eiland ligt een groene recreatiezone die fungeert als landschappelijke buffer tussen de industriële Rotterdamse haven en het eiland. Aan de zuidzijde van het eiland ligt de hoge voormalige zeedijk die grenst aan het Haringvliet.

Noordrand Voorne-Putten (Geuzenlinie)

In 2015 is er een gebiedsperspectief opgesteld voor de Noordrand van Voorne-Putten, dat zich richt op de overgangszone tussen de haven en de open agrarische polder.

Deze noordrand, ook wel aangeduid als de 'Geuzenlinie' omvat grondgebied van de samenwerkende gemeenten Brielle, Nissewaard en Westvoorne. Het doel van het perspectief is: om ontwikkelingen te faciliteren, zonder dat het gebied (verder) verrommelt of versnipperd. Het perspectief dient een handvat te bieden om te sturen op kwalitatief hoogwaardige, ruimtelijke ingrepen. De visie definieerde twee belangrijke speerpunten waar de gezamenlijke gemeenten op Voorne-Putten zich in de Noordrand extra op willen profileren zijnde water en duurzaamheid.

Deze doelen worden onderschreven in de Routekaart Duurzaam Voorne-Putten 2040 waarin voor de noordrand van Voorne-Putten verschillende initiatieven en kansen voor windenergie, zonnepanelen en energietransitie worden benoemd.



FIG. 1.1.2 Een overzichtkaart van de noordrand van Voorne-Putten (uit het gebiedsperspectief Noordrand Voorne-Putten).



Dijkdoorbraak bij Kedichem, 1809. Reinier Vinkeles (I), after Cornelis van Hardenbergh, 1809, uit de collectie van Rijksstudio

DEEL A

Waterveiligheid

Voorne-Putten kent, net als bijna 60% van Nederland, een risico op overstromingen. Door de waterkeringen rondom Voorne-Putten is de kans op overstromingen klein. Desalniettemin is het interessant ook ruimtelijke adaptatiemaatregelen en maatregelen die de schade in geval van een overstroming beperken, te verkennen. Zeker als er koppelkansen zijn waarmee zonder grote extra investeringen de waterveiligheid kan worden vergroot.



1 – Waterveiligheid Voorne-Putten

Overstromingsrisico: kleine kans, grote gevolgen

Bijna 60% van Nederland kent een risico op overstromingen, dit geldt ook voor een groot deel van Voorne-Putten. Door de vele waterveiligheidsmaatregelen die door de jaren heen zijn getroffen is de kans op overstromingen binnen de Nederlandse dijkringen klein. Wel kunnen de eventuele gevolgen van een overstroming groot zijn; doordat het Nederlandse systeem vooral gericht is op het verkleinen van de kans op overstromingen wordt er (logischerwijs) namelijk minder aandacht (en middelen) besteed aan gevolgenbeperking.

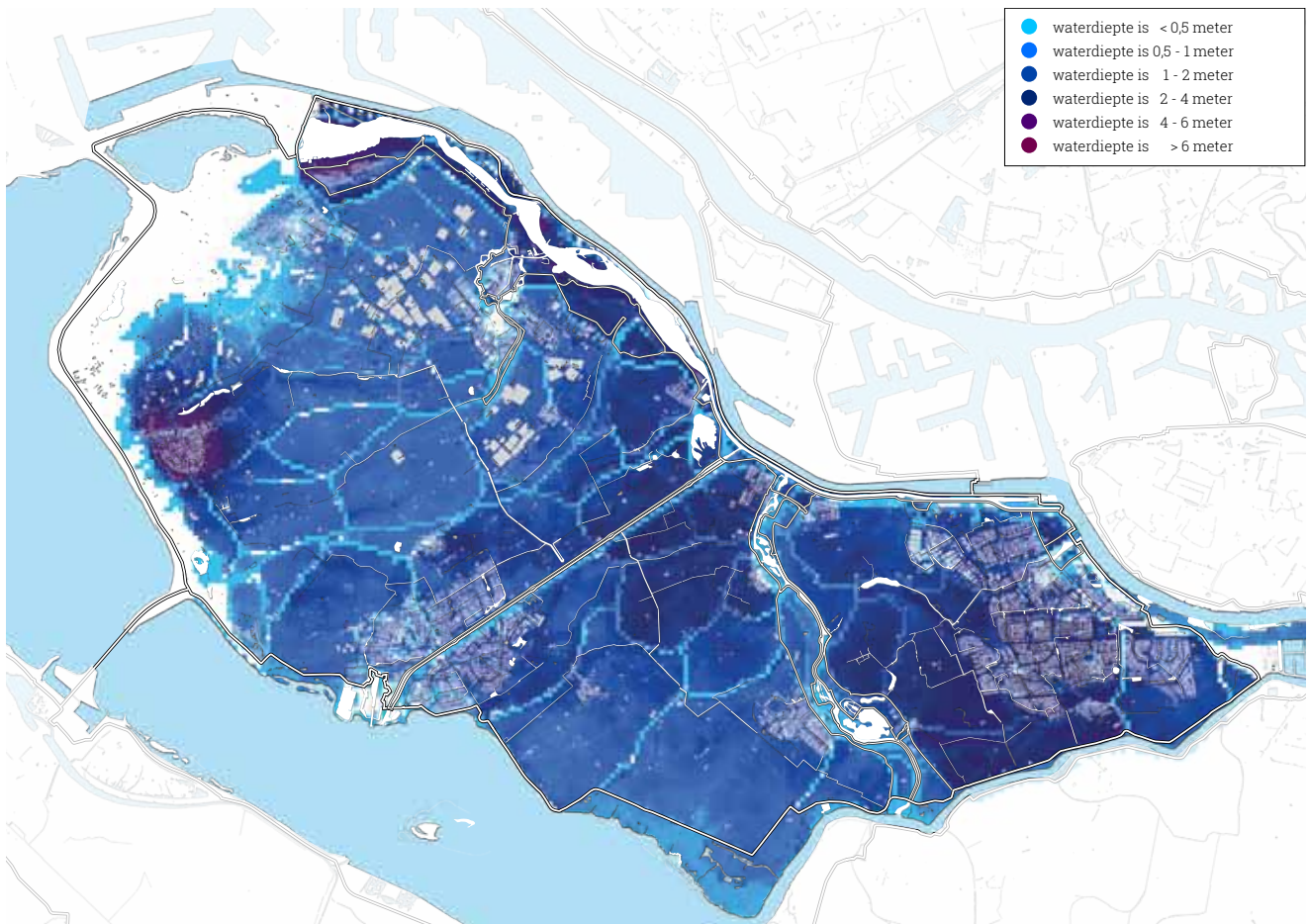


FIG. A.1.1 Maximale waterdiepte bij een overstroming in Voorne-Putten (bron: LIWO).

Voorne-Putten wordt aan de westzijde beschermd door duinen en aan de andere zijden door een combinatie van stormvloedkeringen en dijken. De normen van de dijken van Voorne-Putten kennen signaleringswaarden van 1.000 tot 30.000 en ondergrenzen van 300 tot 10.000 per jaar. Daarbij hebben de dijken die bij een doorbraak de grootste gevolgen hebben (in schade en slachtoffers) de hoogste normering.

Meerlaagsveiligheid

Het beschouwen van meerdere aspecten van waterveiligheid heet meerlaagsveiligheid, hierbij wordt zowel gekeken naar het beperken van de kans op een overstroming als naar het beperken van de gevolgen.

Onderdelen die hierbij onder andere aan bod komen zijn het voorkomen van schade en slachtoffers en het bespoedigen van herstel na een overstroming. Het beperken van schade kan bijvoorbeeld door ruimtelijke adaptatie; hierbij kan worden gedacht aan het op terpen plaatsen of overstromingsbestendig ontwerpen van gebouwen. Ook het beschermen van kwetsbare vitale functies, zoals ziekenhuizen, gevaarlijke stoffen en (bovenregionale) infrastructuur en energievoorzieningen is een belangrijk onderdeel van meerlaagsveiligheid

Doordat de kans op overstromingen binnen de Nederlandse dijkringen zo klein is, is het investeren in het beperken van de gevolgen vaak economisch minder doelmatig. Dit betekent overigens niet dat gevolgenbeperking door middel van

ruimtelijke adaptatie of evacuatiestrategieën niet kan bijdragen aan het vergroten van waterveiligheid. Zeker als er (koppel)kansen zijn waarbij zonder extra investeringen kan worden bijgedragen aan de waterveiligheid kan het de moeite waard zijn deze te overwegen.

Overstromingsverloop Voorne-Putten

De overstromingskaart in figuur A1.1 laat de maximale overstromingsdiepte in Voorne-Putten zien. We zien dat er grote gebieden zijn die in geval van een overstroming diep (meer dan 2,5 meter) kunnen onderlopen.

Dit betekent niet dat iedere dijkdoorbraak dergelijke grootschalige overstromingen ten gevolg heeft. Afhankelijk van de plek van de dijkdoorbraak (de zogenaamde breslocatie) zal het overstromingsverloop er anders uit zien. Figuur A.1.2 laat een studie uit 2008 zien waarbij is gekeken hoe het overstromingsverloop er bij verschillende breslocaties uit zou kunnen zien.

In dit model zijn veel omgevingsaspecten niet meegenomen, ze zijn dan ook nadrukkelijk niet bedoeld om overstromingsverlopen realistisch te voorspellen. De figuur met de gemodelleerde overstromingsverlopen laat wel goed zien dat de overstroming er afhankelijk van de breslocatie heel anders uit kan zien en ook een hele verschillende overstromingssnelheid kan hebben. Ook is goed te zien dat de overstromingen niet in een keer het hele gebied onder water zetten maar dat het

gebied geleidelijk overstroomt. Met uitzondering van gebieden die snel en diep overstroomt heeft men dus nog tijd om zichzelf na een dijkdoorbraak te redden.

Evacuatie bij dreigende overstroming

Bij een serieuze dreiging van een overstroming zal een gebied doorgaans preventief worden geëvacueerd, waardoor er op het moment van een eventuele overstroming minder mensen binnen het gebied aanwezig zullen zijn. Doordat overstromingen lastig te voorspellen zijn is de effectiviteit van preventieve evacuatie echter beperkt, voor Voorne-Putten wordt er vanuit gegaan dat zo'n 11% van de bevolking preventief kan worden geëvacueerd (cijfers VNK, 2014)

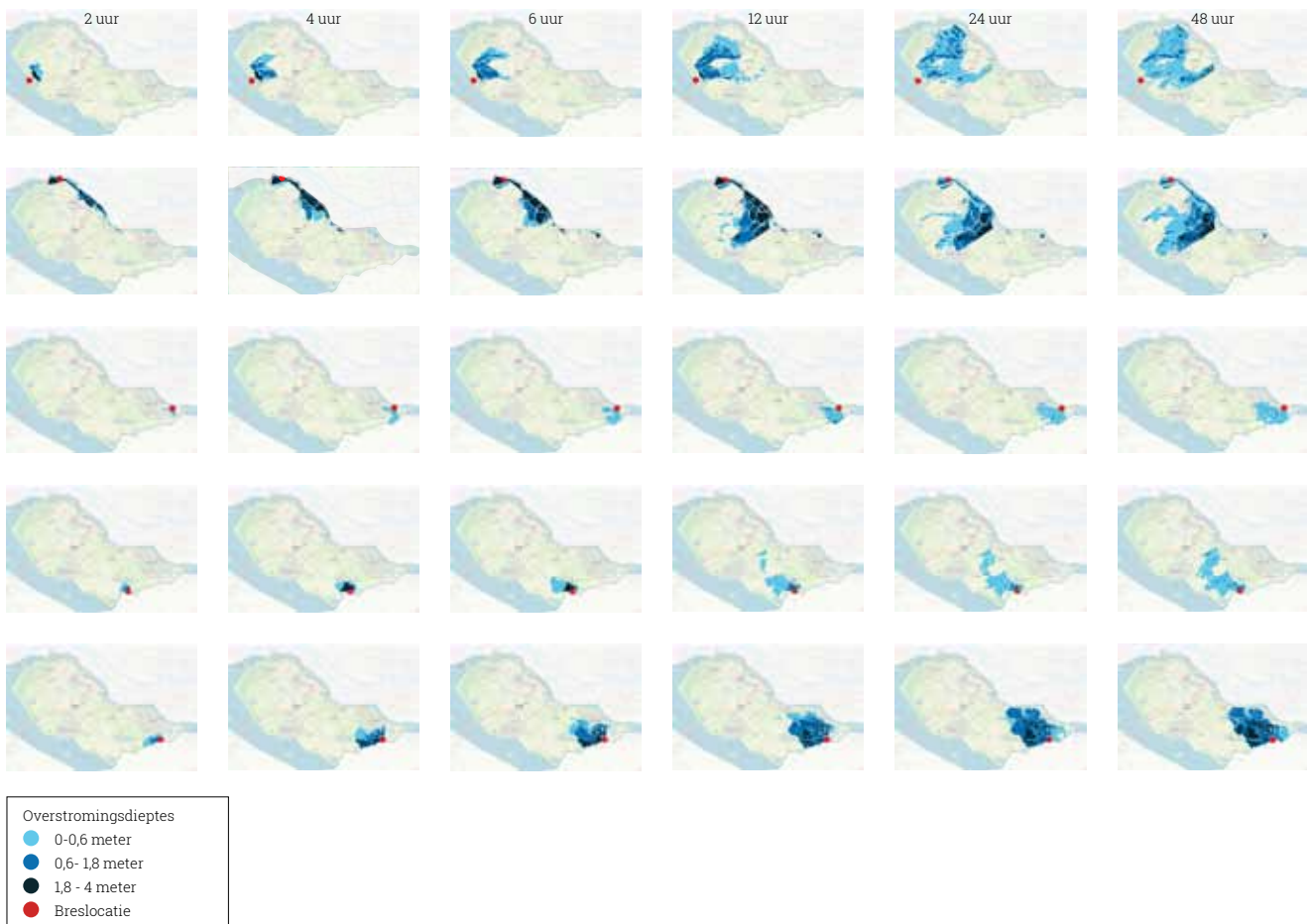


FIG. A.1.2 Overstromingsverloop bij verschillende breslocaties (bron: VNK2).

Kwetsbare en vitale objecten

De kwetsbare en vitale objecten binnen het gebied zijn objecten die kwetsbaar zijn of kwetsbare inwoners herbergen (zoals ziekenhuizen, verzorgingshuizen, basisscholen of bijvoorbeeld gebouwen met opslag van gevaarlijke stoffen) of een vitale functie binnen het gebied of op bovenregionale schaal vervullen (zoals infrastructuur voor energie en vervoer).

De kwetsbare en vitale functies zullen voor ieder gebied in Nederland de komende tijd in beeld worden gebracht door middel van een risicoscan. Hieronder zijn in figuur A.1.3 alvast enkele potentieel kwetsbare en vitale functies binnen het gebied getoond.

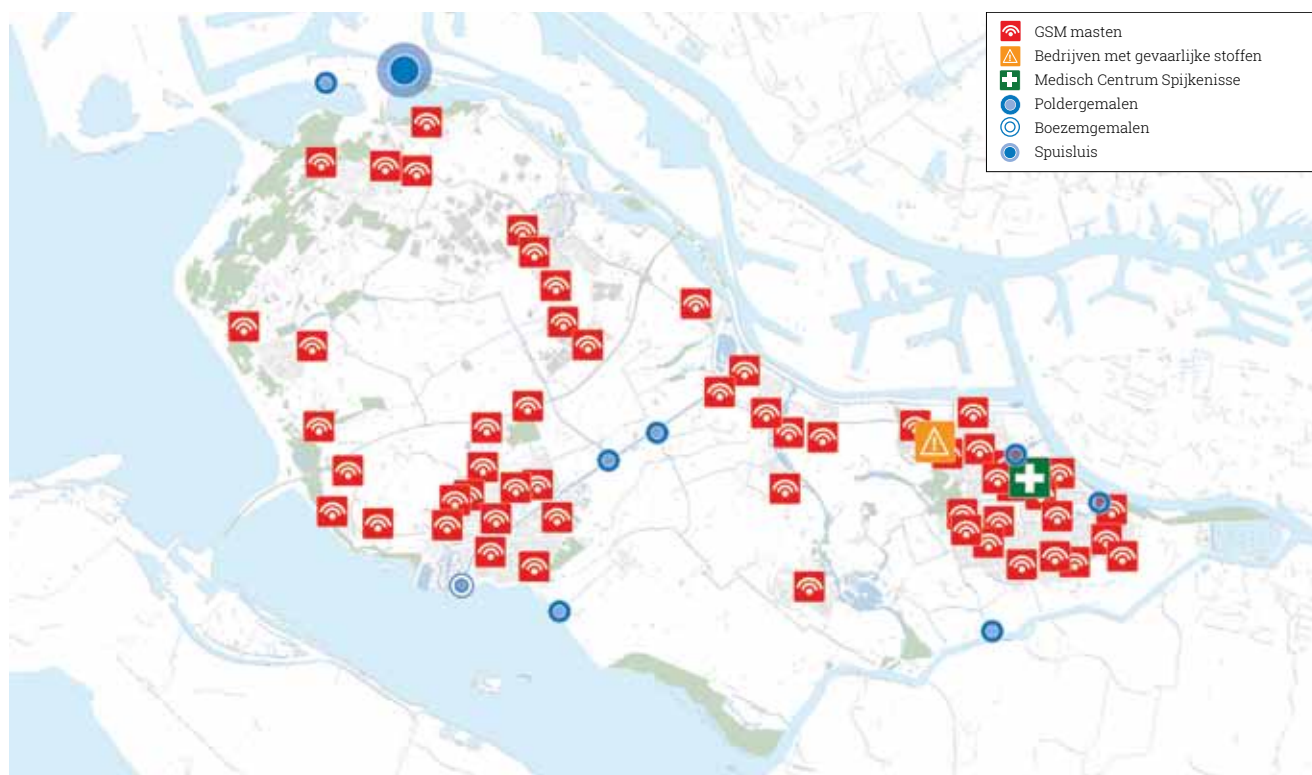
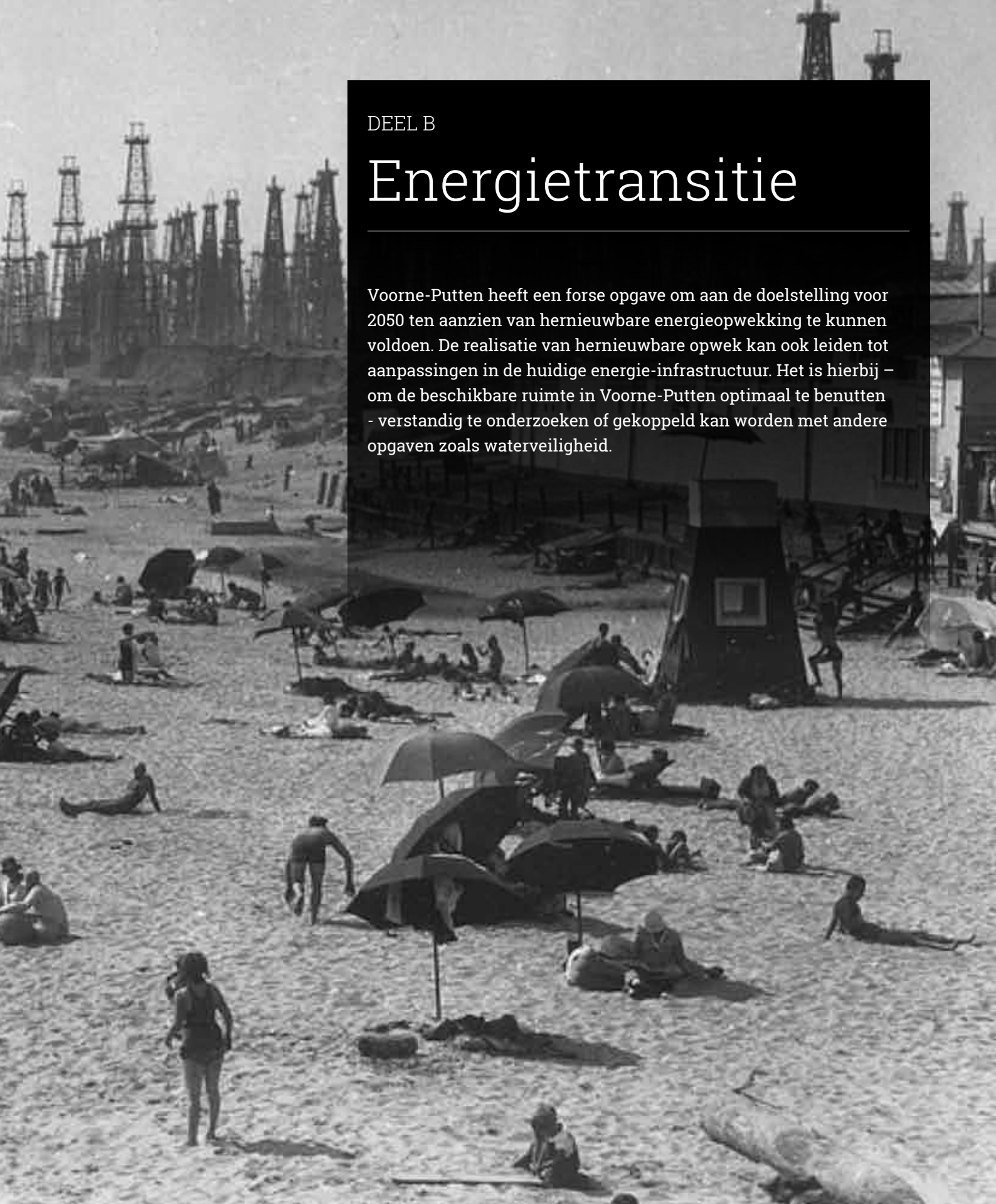


FIG. A.1.3 Kaart met enkele kwetsbare en vitale objecten in Voorne-Putten (bronnen data: Geoweb WSHD, de Nederlandse Gemalen Stichting, gsmmasten.nl, BRZO viewer).



Historische foto van energie en recreatie naast elkaar, in Orange County, California



DEEL B

Energietransitie

Voorne-Putten heeft een forse opgave om aan de doelstelling voor 2050 ten aanzien van hernieuwbare energieopwekking te kunnen voldoen. De realisatie van hernieuwbare opwek kan ook leiden tot aanpassingen in de huidige energie-infrastructuur. Het is hierbij – om de beschikbare ruimte in Voorne-Putten optimaal te benutten – verstandig te onderzoeken of gekoppeld kan worden met andere opgaven zoals waterveiligheid.

1 – Huidige systeem

Zowel gas als elektriciteit worden in Nederland via een netwerk verspreid. De focus in dit rapport ligt op het elektriciteitsnetwerk. Het huidige elektriciteitsnetwerk is hiërarchisch opgebouwd te verdelen in *niveau 1* Nationale hoogspanning; *niveau 2* Regionale hoogspanning; *niveau 3* Middenspanning en; *niveau 4* Laagspanning.

De hiërarchie van het huidige systeem staat voor Voorne-Putten weergegeven in afbeelding B.1.1. Vanuit de nationale hoogspanning wordt een aftakking gemaakt naar de regionale hoogspanning (niveau 1 en 2). De rode punten geven de onderstations aan. Vanaf hier wordt de elektriciteit verder de wijk ingebracht via het middenspanningsnetwerk en het laagspanningsnetwerk (niveau 3 en 4).

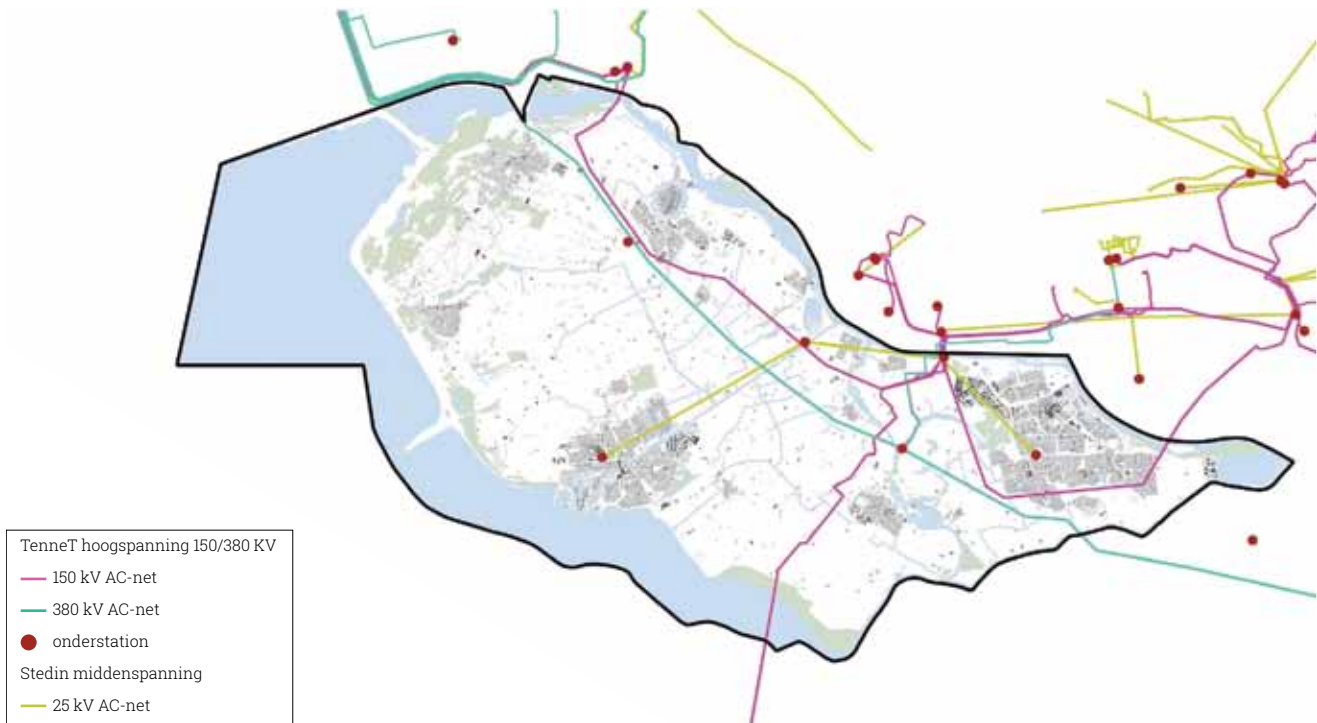


FIG. B.1.1 De ligging van het elektriciteitsnetwerk op Voorne-Putten, waarbij niveau 1 en 2 zichtbaar zijn. Ook zijn de onderstations weergegeven.

De elektriciteit wordt in het huidige systeem opgewekt in centrale (kolen-, biomassa- en gas) centrales en vervolgens via het TenneT hoogspanningsnet verdeeld naar de regionale hoogspanningsnetten. Die vallen onder toezicht van de regionale netbeheerder (zoals Stedin in Voorne-Putten). De regionale hoogspanningskabels worden in een onderstation omgezet naar middenspanning. De voltages die door de verschillende trappen van het netwerk lopen kunnen per regio of netbeheerder

verschillen, zoals te zien is in figuur B.1.2. De stappen die tussen de verschillende niveaus gemaakt worden gebeuren in een station met behulp van transformatoren.

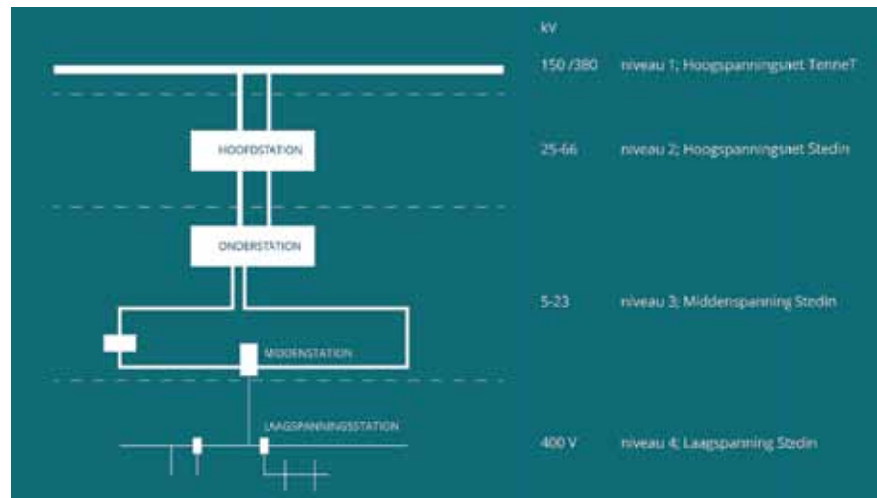


FIG. B.1.2 Het huidige hiërarchische elektriciteitsnetwerk, met daarbij aangegeven de verschillende niveaus en de spanning die op de kabels staat.

Het distributienet verspreidt het elektrische vermogen via de verschillende niveaus naar de gebruikers. De gebruikers zijn op verschillende 'niveaus' aangekoppeld, afhankelijk van het type gebruiker (figuur B.1.3). Zo wordt een zwaardere industrie gekoppeld met het hoogspanningsnetwerk op niveau 1 of 2 en een woning op laagspanning in niveau 4. De koppeling tussen twee niveaus vindt altijd plaats via een station.

In het huidige netwerk is ook het niveau van de aankoppeling van duurzame bronnen (zoals windturbines of zonnepanelen) afhankelijk van het vermogen dat er wordt opgewekt. Zo kunnen zonnedaken elektriciteit terug leveren aan niveau 4, maar moeten zonnenvelden of kleine turbines ingeprikt worden op niveau 3 omdat ze een groter vermogen hebben. Grotere turbines (>3 MW) of grote zonnenvelden (>7200 panelen) moeten terug leveren via niveau 2; nog grotere windparken worden op niveau 1 ingeprikt.

Niveau	Stationstype	Mogelijke aansluiting
Niveau 1 	Hoofdstation Hoogspanning 380 -150 kV	Aansluiting windpark (>10/20MVA)
Niveau 2 	Onderstation hoogspanning - 10 kV/50kV	veld met 7200-36000 zonnepanelen) en of windturbines
Niveau 3 	Middenstation Kabel op 10 kV ring (Bedrijven)	Veld met 2260-7200 zonnepanelen of windturbine <2.5 MW 200-600 panelen
	Middenstation 10 kV- 400 V ; kabel op Algemeen voedingspunt (aansluiting school of supermarkt)	
	Middenstation 10 kV- 400 V ; kabel op Laagspanningsnet (straatnet/niveau 4)	
Niveau 4 	Laagspanningskabel 400 V	dakpanelen

FIG. B.1.3 De verschillende niveaus in aansluiting voor vraag en aanbod van elektriciteit.

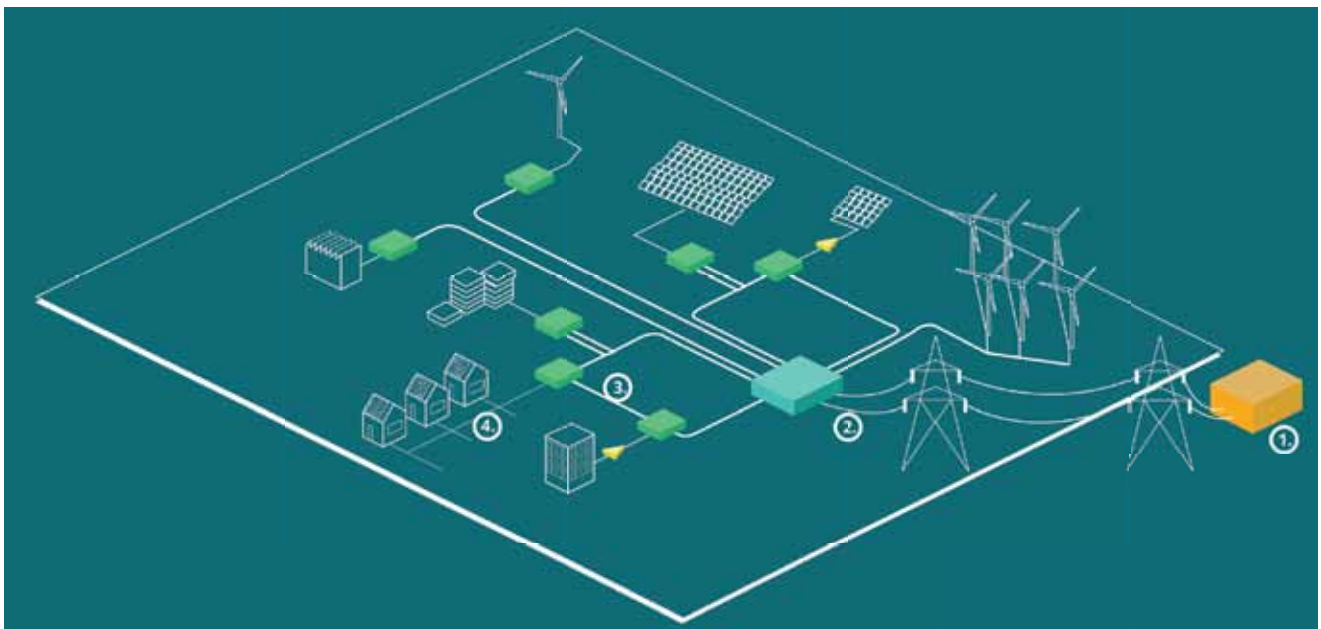


FIG. B.1.4 De verschillende afneem en aansluitmogelijkheden voor de niveaus binnen het elektriciteitsnetwerk in een 3D-overzicht. Deze figuur correspondeert met afbeelding 3; aan de ene zijde staan de afnemers weergegeven, aan de andere zijde de bronnen.

Wat gebeurt er bij een overstroming?

Elektriciteit en water gaan niet goed samen; wanneer water in contact komt met een open kabel waar spanning op staat, ontstaat er kortsluiting. De open onbeschermdes kabels bevinden zich in de kastjes in het elektriciteitsnet. De kabels (onder de grond of in de lucht) kunnen wel goed tegen water. Wanneer het water in een elektriciteitskast komt is er ongewenst contact binnen de stroomring waardoor een hoge stroomsterkte ontstaat. Bij kortsluiting kan de stroomvoorziening vanaf de plek van kortsluiting wegvallen. Afhankelijk van de plek van de overstroming valt het systeem wat eronder ligt uit. In het netwerk zijn er een groot aantal manieren om de uitval door kortsluiting of andere problemen te beperken:

- Redundantie; er wordt gezorgd dat er een alternatieve weg is voor de stroom, zodat een enkelvoudige storing niet tot uitval leidt. Dit houdt bijvoorbeeld in dat er meerdere kabels naast elkaar liggen, of een dubbele hoeveelheid transformatoren, zodat er bij uitval een alternatief aanwezig is. De redundantie zorgt voor een grotere bedrijfszekerheid.
- Selectiviteit: als in een elektriciteitsnetwerk een kortsluiting ontstaat, moet er in dit deel zo snel mogelijk een uitschakeling plaatsvinden, om ongewenst hoge temperaturen of gevaarlijke spanningen te vermijden. Het afgeschakelde deel is bij voorkeur zo klein mogelijk, zo dicht mogelijk bij de kortsluiting. Dit wordt selectief afschakelen genoemd.

Indien een onderstation overstroomt zou het dus theoretisch zo kunnen zijn dat hiermee alle onderliggende middenstations (ook wanneer deze niet overstroomd zijn, zie figuur B.1.5) ook uitvallen. Bij de overstromingsscenario's die tijdens de tweede werksessie zijn bekeken, volgde de uitval van het netwerk grotendeels het overstromingsverloop.

Bij de overstromingsscenario's zoals besproken in hoofdstuk 1 die tijdens de tweede werksessie zijn verkend, vielen er op het eerste gezicht geen grote stations uit, waardoor het gebied waar de stroom uitvalt de contouren volgt van het gebied wat daadwerkelijk overstroomt. Wat daarbij opviel was dat fysieke barrières, zoals een compartimenteringsdijk, wel het overstromingsverloop in de overstromingsmodellen beïnvloed (en bijvoorbeeld het water tegenhoudt), terwijl het elektriciteitsnetwerk deze barrières niet volgt. Daardoor was op lokaal niveau soms zichtbaar dat het gebied waarin de elektra uitviel groter was dan het gebied van de overstroming (bijvoorbeeld doordat een middenspanningsstation die overstroomt, ook een gebied aan de niet overstroomde kant van de compartimenteringskering voedt).

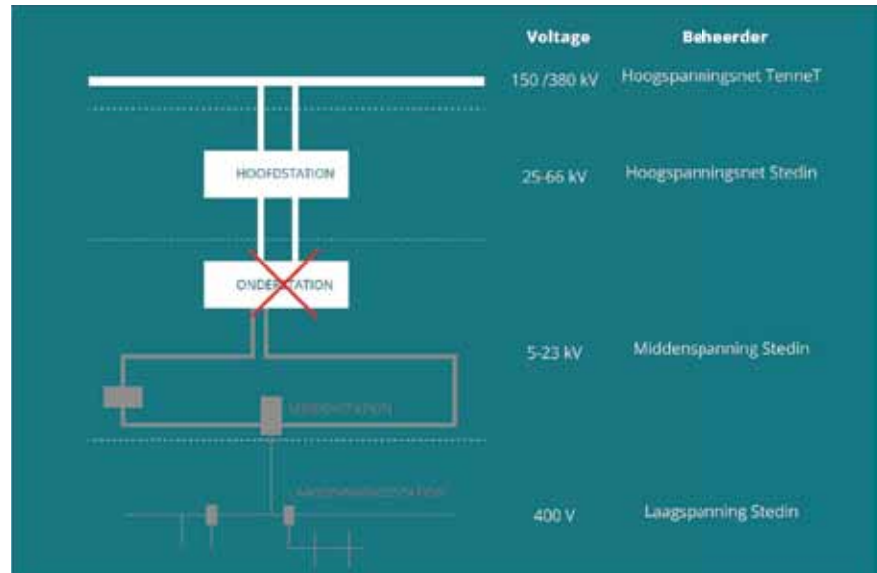


FIG. B.1.5 In het hiërarchische systeem vallen bij een overstroming bij het onderstation de onderliggende ringen ook uit.

De middenspanning is meestal in een ring aangelegd (bij Stedin (Voorne-Putten) is dit altijd het geval). Deze ring wordt via twee zijdes gevoed. In normaal bedrijf is deze ring niet gesloten (knip), waardoor bij een storing slechts een deel van de middenstations uit zou vallen. Door een extra "knip" te maken aan de andere zijde van het station met problemen, kunnen alle stations, behalve die waar de storing is weer aangekoppeld worden. Deze tweede afkoppeling moet op locatie gemaakt worden door een monteur (figuur B.1.6) nadat de locatie van de storing gelokaliseerd is.

Het huidige elektriciteitsnet is niet bestand tegen grote overstromingen. De centrale opbouw in combinatie met de positionering van het netwerk in een laaggelegen gebied wat bij een dijkdoorbraak kan overstromen, zorgt dat de elektra gedeeltelijk zal uitvallen bij een overstroming. In Voorne-Putten zal de stroomuitval zich grotendeels beperken tot het overstroomde gebied. Voor andere gebieden in Nederland kan het zo zijn dat, indien cruciale netwerk-schakels overstromen en uitvallen, het gebied waar de elektra uitvalt groter is dan het overstroomde gebied.

2 – Veranderingen energietransitie

Welke veranderingen worden er verwacht bij de energietransitie

Elektriciteitsnetten zijn aangelegd voor het transport van grote en centrale productie naar de decentrale afnemers. De centrale distributie vanaf elektriciteitscentrales waarop het huidige systeem is ingericht, is minder geschikt voor een decentrale opwek die de energietransitie gaat brengen. De elektriciteit zal namelijk ook op andere plekken in het net worden geproduceerd. De windturbines, zonnedaken en zonnevelden leveren dan energie terug op verschillende plekken in het netwerk. De richting waarin de elektriciteit getransporteerd wordt draait dus deels om. Hoe het netwerk er precies uitgaat zien is nog onbekend, maar er zijn wel een aantal gevolgen van de energietransitie die invloed hebben op de aanpassingen van het net van de toekomst:

Groei decentraal aanbod van elektriciteit

De elektriciteitsproductie zal meer decentraal worden. Normaal worden de grote vermogens vanuit het hoogspanningsnet steeds verder vertakt en naar lagere spanningen gebracht. Door de groeiende decentrale opwek in bijvoorbeeld niveau 4 (zon op dak) zal de richting waarin de elektriciteit getransporteerd wordt deels omdraaien. De structuur van het netwerk verandert hier dus in.

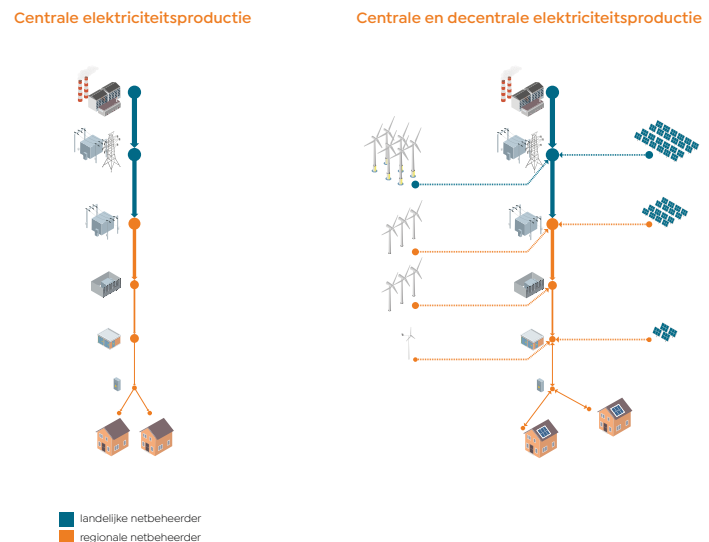


FIG. B.2.6 Links de centrale elektriciteitsproductie met hiërarchische opbouw. Rechts de verwachte veranderingen naar een (meer) decentraal aanbod (bron beeld: basisinformatie over energie-infrastructuur; Netbeheer Nederland).

Verzwarend van het netwerk

Door het grotere decentrale aanbod zal het netwerk verzwakt moeten worden. Op die manier kunnen de grotere vermogens getransporteerd blijven worden. Door bijvoorbeeld nieuwe middenspanningsringen van 20 KV in plaats van 10 KV te ontwikkelen, kunnen er meer decentrale bronnen worden aangesloten.

Slim energiemanagement

Het afstemmen van vraag en aanbod wordt essentieel. De elektriciteitsproductie van duurzame bronnen zoals zon en wind is afhankelijk van weersomstandigheden en daardoor minder constant. Ook de vraag van elektriciteit zal van patroon veranderen, onder andere door het toenemende gebruik van elektrische auto's of warmtepompen. Smart-grids kunnen hierbij helpen (communicatie-infrastructuur die het mogelijk maakt om netten en aansluitingen flexibeler te maken). Daarnaast is ook de opslag van elektriciteit van belang (zie hieronder).

Energieopslag

Doordat het aanbod van de duurzame bronnen weersafhankelijk zijn, is opslag van groot belang. Ook op windstille en bewolkte dagen willen we voldoende elektriciteit tot onze beschikking hebben. Er zijn twee types opslag van belang: opslag voor dag/nacht pieken: De opgeslagen elektriciteit kan ingezet worden om bijvoorbeeld de avondpiek op te vangen. Daarnaast opslag voor het seizoen: zonnepanelen wekken vooral in de zomer elektriciteit op, maar willen we ook voor de wintermaanden voldoende aanbod hebben. Gebruikelijke technieken voor opslag zijn nu accu's, buurtbatterijen of opslag door middel van waterstof.

De elektriciteitsvraag

Zoals hierboven genoemd bij *slim energiemanagement*, zal de elektriciteitsvraag toenemen. Deze groei is met name afhankelijk van de inzet van elektrisch transport en het gebruik van elektrische warmtepompen. De verandering in vraag brengt ook een ander belastingsprofiel op het elektriciteitsnet met zich mee; bijvoorbeeld een piek aan het einde van de werkdag wanneer veel mensen hun elektrische auto willen opladen.

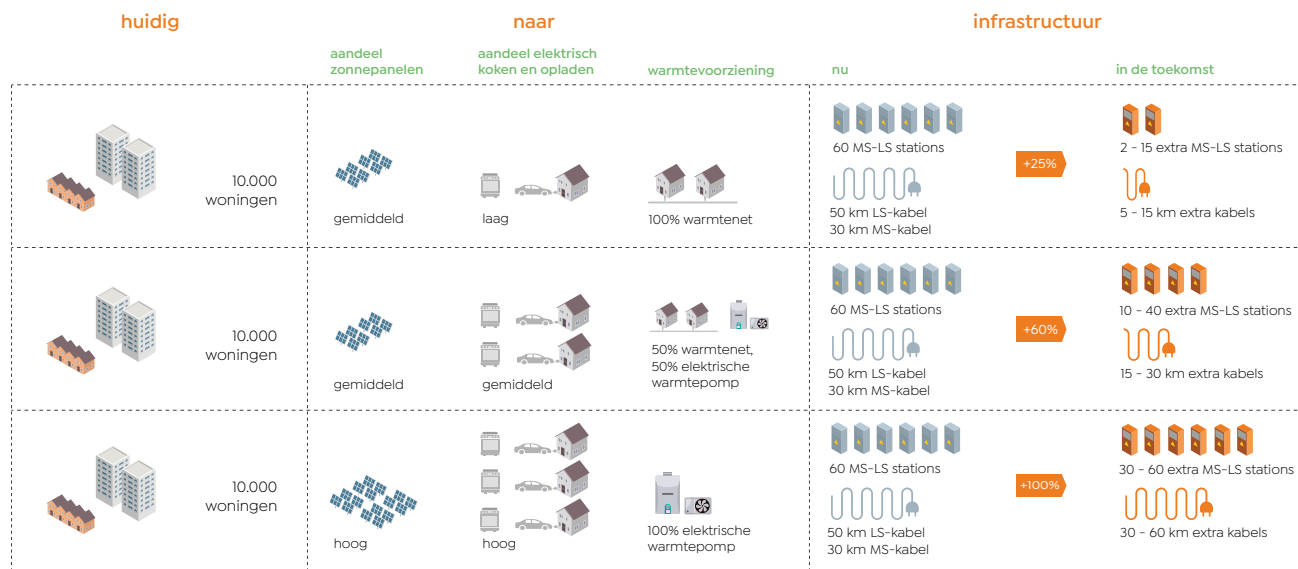


FIG. B.2.7 De vraag naar elektriciteit zal naar verwachting toenemen, door onder andere elektrisch vervoer en de inzet van warmtepompen (bron: basisinformatie over energie-infrastructuur, netbeheer Nederland).

Vraag naar infrastructuur in landelijk gebied

Het duurzame aanbod zal ook in het landelijk gebied veel aanwezig zijn. In dit gebied is in het huidige net vaak een dun netwerk aangelegd, juist omdat de vraag er niet hoog zal zijn. Er zal dus nieuwe netinfrastructuur aangelegd gaan worden in het landelijke gebied.

Veiligheidsmaatregelen decentrale opwek

Tijdens een kortsluiting wordt het net buiten bedrijf gesteld (zoals in het vorige hoofdstuk beschreven is). Het is mogelijk om achter de meter in 'eilandbedrijf' te blijven functioneren, dit betekent dat op klein geïsoleerd deel van het netwerk, als ware het een eiland, elektra beschikbaar (bijvoorbeeld opgewekt door zonnepanelen). Voor sommige functies kan het wenselijk zijn om het in eilandbedrijf te kunnen draaien. Voor een ziekenhuis is het zelfs verplicht om met behulp van een aggregaat een eilandbedrijf te kunnen bedrijven. Hiervoor is het noodzakelijk om het juiste type omvormer en een accu te hebben. Dit heeft onder andere te maken met de frequentie van de spanning die de duurzame bron opwekt en zijn compatibiliteit met de frequentie van het net. Ook moet het mogelijk zijn om een "knip" te maken tussen het centrale net en het deel dat losgekoppeld moet worden, om het in eilandbedrijf te kunnen brengen. Op die manier wordt er voorkomen dat de decentrale opwekker ongewenst stroom levert aan het centrale net (bijvoorbeeld in geval van een storing).

Ook veiligheid methodes die nu al gebruikt worden kunnen in de toekomst worden ingezet; denk aan meer redundantie en selectiviteit, die bij de fluctuaties van het decentrale net grootschalige storingen kunnen verminderen of tegengaan.

Hoe kunnen de veranderingen positief bijdragen aan de waterveiligheid?

De veranderingen die de energietransitie met zich meebrengt vragen om aanpassingen aan het net. Hieronder worden de aanpassingen in het elektriciteitsnetwerk bekeken in het kader van waterveiligheid. Er wordt dus gekeken hoe de aanpassingen die toch al worden uitgevoerd ook kunnen bijdragen aan waterveiligheid, eventueel met extra ingrepen. Voor Voorne-Putten zijn niet alle aanpassingen van belang. De uitval van het net volgt daar namelijk in grote lijnen het overstroomde gebied. De aanpassingen staan wel onderaan dit lijstje, omdat ze op andere plekken in Nederland wel kansrijk zouden kunnen zijn.

Decentraaal aanbod van elektriciteit

Zoals beschreven, wordt het netwerk steeds meer decentraal gevoed. Dit zou in het geval van een overstroming kansen kunnen bieden. De decentrale opwek zou voeding kunnen zijn voor een deel van het netwerk dat in eilandbedrijf is gebracht. Zoals genoemd zijn hier extra maatregelen voor nodig; er moet een accu aanwezig zijn, een geschikte omvormer en een loskoppelmogelijkheid. Daarnaast moet dit alles achter de meter plaatsvinden. Afhankelijk van de huidige functie kan de mogelijkheid tot eilandbedrijf ook storingen die losstaan van een overstroming opvangen.

Verzwarend van het netwerk en wijziging vraag en aanbod

De decentrale opwek en de veranderingen in vraag en aanbod zullen een zwaarder net vereisen. Bij de aanleg van dit net, is er een mogelijkheid om rekening te houden met de overstromingspatronen. Op Voorne-Putten is dit nu al grotendeels het geval. Door ervoor te zorgen dat de netinfrastructuur de overstromingspatronen volgt, kan voorkomen worden dat er delen van het net uitvallen die niet overstroomd zijn. Hetzelfde geldt voor de aanleg van nieuwe stations; er kan rekening gehouden worden met een overstroming. Zo zouden stations verhoogd geplaatst kunnen worden om de uitval te vertragen of voorkomen. Nu gebeurt dit eigenlijk alleen bij kasten op een kade (met hoge overstromingskans). Financieel is het nu vaak niet interessant om dit ook op andere plekken dan kades te doen..

De elektriciteitsvraag

De elektriciteitsvraag wordt grotendeels beïnvloed door de transitie naar elektrisch vervoer. In de auto's zitten accu's die eventueel ook ingezet kunnen worden als batterij binnen een elektriciteitsnet. Op momenten dat de auto's buiten gebruik zijn kunnen zij piek opwek opslaan en terug leveren aan het net op momenten dat het aanbod van de duurzame opwek laag is. Naast deze functie in een reguliere situatie kan de accu ook elektriciteit leveren in het geval van een overstroming. Praktisch gezien zou het dan mogelijk moeten worden om de accu uit de auto te kunnen halen, omdat auto's op maaiveldniveau ook overstromen.

Vraag naar infrastructuur in landelijk gebied

Ook voor deze ontwikkeling geldt dat er met de aanleg van het nieuwe net rekening kan worden gehouden met het overstromingspatroon. In Voorne-Putten volgt het huidige netwerk al grotendeels het overstromingspatroon.

Veiligheidsmaatregelen decentrale opwek

De veiligheidsmaatregelen die met de groei van het decentrale aanbod binnen het netwerk (bijvoorbeeld door een toenemend aantal zonnepanelen of windmolens) sowieso nodig zijn, kunnen bijdragen aan de waterveiligheid. Door voldoende redundantie in te bouwen verkleint de kans dat er grootschalige uitval plaats zal vinden. Ook selectiviteit kan ervoor zorgen dat er bij overstromingen geen groter deel hoeft te worden afgeschakeld dan nodig is. Verder kan het tweezijdig voeden van de middenspanningsring een grootschalige uitval beperken. Stedin heeft middenspanningsringen altijd tweezijdig gevoed, dus voor Voorne-Putten is dit al het geval. Voor overige gebieden in beheer van andere netbeheerders kan dit wel een kans zijn. Een andere kans zou kunnen zijn dat in het nieuwe netwerk een optie is om af te schakelen op afstand, voordat er afgeschakeld wordt door de kortsluiting.

Afschakelen op afstand

In geval van een overstroming blijft de oorzaak van kortsluiting aanwezig. Om te voorkomen dat het gehele net wordt uitgeschakeld, terwijl maar een deel van het gebied is ondergelopen, kan er gedacht worden aan uitschakelen op afstand. Momenteel moet er vaak een monteur op locatie zijn. Bij onderstations kan het afschakelen op afstand wel, maar moet het inschakelen nog op locatie gebeuren. Ook afschakeling op bepaalde plekken in de middenspanningsring zou in combinatie met de tweezijdige voeding kunnen helpen. Wanneer bij plaatsen van het netwerk en de "knip" in de middenspanningsring rekening wordt gehouden met het overstromingspatroon kan dit bijdragen aan beperkte uitval. In Voorne-Putten beperkt de uitval zich tot het ondergelopen gebied, het net schakelt daar dus vanzelf af.



A woman with blonde hair and glasses, wearing a black top and skirt, stands next to a whiteboard in a meeting room. She is gesturing with her hand near her face. In the foreground, the back of a person's head with dark hair is visible, sitting at a table. The table has papers, a water bottle, and a smartphone on it. Other people are partially visible in the background and foreground, suggesting a collaborative workshop environment.

DEEL C

Werksessies

Tijdens een brede werksessie op 20 November 2018 zijn samen met de deelnemers de koppelkansen voor waterveiligheid en energietransitie verkend. De deelnemers betroffen gebiedsexperts als wel experts op het gebied van waterveiligheid en energietransitie. De resultaten van deze sessies hebben geleid tot een aantal conceptuele voorbeelduitwerkingen voor koppelkansen (zie deel C van dit rapport).

Tijdens een tweede werksessie is in klein comité de impact van de overstromingsscenario's op het elektranetwerk middels modellen verder verkent.

3 – Werksessie koppelkansen

Tijdens de werksessie van 20 November 2018 zijn samen met de deelnemers de koppelkansen voor waterveiligheid en energietransitie verkend. De deelnemers betroffen gebiedsexperts als wel experts op het gebied van waterveiligheid en energietransitie.

Gezamenlijk zijn verschillende koppelkansen voor waterveiligheid en energietransitie verkend. Op basis van een stickerset is steeds gekeken wat logischerwijs aan elkaar gekoppeld zou kunnen worden. Vervolgens is steeds besproken of dit technisch mogelijk zou zijn, iets oplevert (qua waterveiligheid) en of het de inspanning (moeite, kosten) waard is. De stickerset met verschillende energiegebruikers (1.1), duurzame energieopwekkers (1.2) opties voor opslag (1.3) en adaptatiemogelijkheden (1.4) staan op de volgende pagina's beschreven.



Foto van de werksessie in Brielle

Deelnemers werksessie

De volgende deelnemers waren aanwezig tijdens de werksessie, welke werd geopend door wethouder André Schoon van de gemeente Brielle:

- Derk-Jan Verhaak (RHO – adviseurs voor leefruimte)
- Geradine Roskam (Gemeente Brielle)
- Ghislaine van der Vlies (Gemeente Brielle)
- Hanna Borren (Gemeente Hellevoetsluis)
- Lennard Serieese (Stedin)
- Paul van der Zwet (Stedin)
- Mark Schipper (Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond)
- Nico van Os (Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid)
- Pim Neefjes (Rijkswaterstaat)
- Bernadette Verstege (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat)
- Jan Smits (Waterschap)
- Anne Loes Nillesen (Defacto stedenbouw)
- Taco Kuijers (Generation.Energy)
- Anne van Loenen (Defacto stedenbouw)
- Jet ten Voorde (Generation.Energy)

Resultaten werksessie

Tijdens de werksessie werd duidelijk dat het koppelen van waterveiligheid en energietransitie nog een nieuw terrein is. Doordat de kans op het voorkomen van een overstroming klein is staat deze niet op de prioriteitenlijst met risico's van de energiemaatschappijen.

Er werden vooral kansen gezien in de mogelijkheid om het door energietransitie wellicht decentralere energienetwerk makkelijker in kleine delen uit te schakelen bij overstromingen, waardoor een groter deel van het gebied bij een (gedeeltelijke) overstroming gebruik kan blijven maken van het elektriciteitsnetwerk.

De echte noodvoorzieningen voor ziekenhuizen en kwetsbare functies zijn reeds geborgd middels dieselaggregaten. Deze zouden op termijn (als batterijen en accu's meer gangbaar en betaalbaarder worden) kunnen worden vervangen door accu's. Daar bieden duurzame bronnen de mogelijkheid deze accu's ook na een overstroming op te laden en zo de energievoorraad aan te vullen.

Daarnaast werden er vooral kansen benoemd om elektrische basisvoorzieningen die in geval van nood comfort kunnen bieden (telefoon opladen, verlichting, warmtedeken) tijdens overstromingen gebruikt kunnen worden door in woningen loskoppelbare stroomnetwerken te creëren, aangesloten op zonnepanelen of kleine windturbines. Enkele van de naar voren gekomen ideeën zijn beschreven in Deel D.

3.1 – Energiegebruikers

Tijdens de werksessie is gekeken welke functies relevant zouden zijn tijdens (of net na) een overstroming. Enkele waren reeds voorbereid zoals de mobiele telefoon, de GSM-mast, het gemaal, het ziekenhuis en de elektrische dekens en verlichting.

Verder is daar aan toegevoegd dat ook het verkeersregelsysteem een belangrijk onderdeel is bij het weggeleiden van mensen uit het gebied. Zo zijn er wisselstroken die van richting veranderen tijdens de ochtend en avondspits om zo de verkeersstromen optimaal te geleiden, die via een elektrische bewegwijzering worden aangegeven.

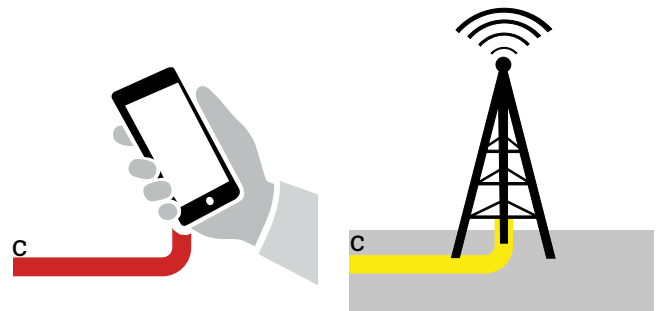
- | | |
|--------------------|---|
| A Energiegenerator | ● Aansluiting op onderstation |
| B Transformator | ● Aansluiting op middenkast |
| C Energiegebruiker | ● Aansluiting op middenkast/laagspanningskast |
| | ● Aansluiting op laagspanningskast |

FIG. B.3.8 Legenda Elektriciteitsnetwerken

GSM-masten en Mobiele telefoons

Het blijven functioneren van het mobiele netwerk en mobiele telefoons is belangrijk voor de communicatie en informatievoorziening voorafgaand, tijdens en in navolging op een overstroming. Het is dan ook essentieel dat dit netwerk in de lucht blijft en er mogelijkheden zijn een telefoon op te laden.

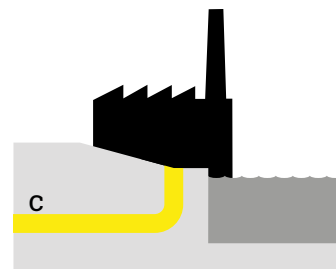
Het opladen van een telefoon kost tussen de 0,005 en 0,009 kWh per telefoon, het in gebruik houden van een GSM-mast kost 110 kWh/dag.



Gemaal

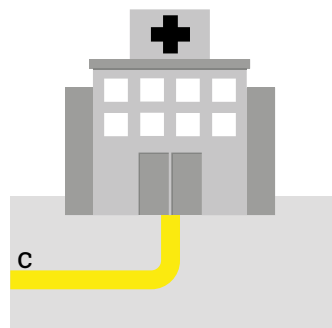
De verschillende gemalen binnen het gebied zijn vooral belangrijk bij het herstel na een overstroming; ze helpen water uit het gebied te pompen. Hiervoor dienen ze ook voordat het elektranetwerk weer helemaal is hersteld of ze aangesloten stroomvoorzieningen te hebben.

Er zijn veel verschillende gemalen binnen Voorne-Putten met verschillende capaciteiten. Deze gebruiken zo'n 150-550 kWh per dag.



Medische instellingen

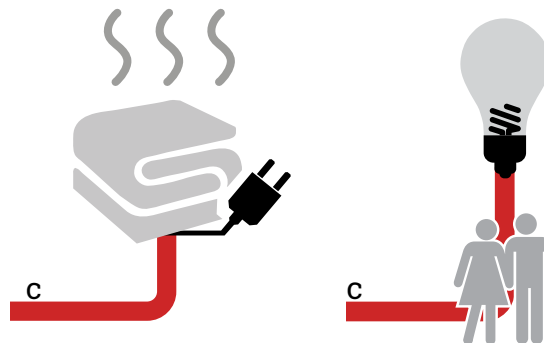
Medische instellingen en verzorgingshuizen kunnen levensondersteunende elektrische apparaten gebruiken. Het is dan ook essentieel dat deze ook tijdens overstromingen op noodstroom kunnen blijven draaien. Tijdens een overstroming hoeven alleen de kritieke onderdelen van stroom te worden voorzien en kan een ziekenhuis draaien op 40% van de normale energie. Daarbij verbruikt een klein ziekenhuis met 30 bedden zelfs in besparingsstand nog 600 kWh/dag. Ook steeds meer ouderen en zieken die thuis verzorgd worden zijn afhankelijk van levensondersteunende apparatuur. Ook hier moet goed worden gekeken wat de noodopties zijn.



Elektrische dekens en Verlichting

Als men op zolder of in een shelter schuilt is het prettig om verlichting te hebben en te kunnen opwarmen. Het is prettig om dus voldoende energie te hebben voor het branden van een lamp en eventueel voor een elektrische deken.

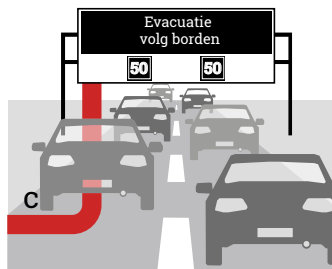
Het gebruik van een elektrische deken kost 0,5 kWh/dag, en de normale verlichting van een huishouden kost 0,25 kWh/dag.



Informatieinfrastructuur wegen.

Zeker omdat de Spijkenisserbrug wisselstroken kent is het belangrijk dat de matrixborden die de rijrichting aangeven bij rampen zoals overstromingen, waarbij mensen per auto zullen proberen hte gebied te verlaten, blijven functioneren.

Uitgaande van een twee matrixborden per rijrichting zal energiebehoefte ongeveer 2 kWh/dag zijn.



3.2 – Energieopwekkers

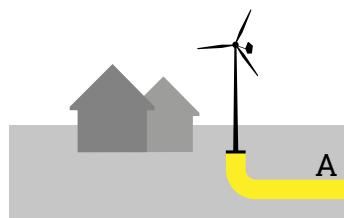
Binnen het gebied zijn verschillende mogelijkheden voor duurzame energieopwekking. Wind- en zonne energie zijn de meest voor de hand liggende opties. Deze kunnen op verschillende schalen worden opgewekt, hieronder staan enkele potentiële duurzame energiebronnen die zijn meegenomen tijdens de werksessie.

De windturbines hebben hindercontouren, dit zijn basisrichtlijnen, door aanpassingen aan de windmolen (stiller of beveiligde uitvoering), kunnen deze worden verkleind.

Kleine windturbine

Een kleine windturbine van ongeveer 4 tot 21 meter hoogte of een is makkelijk op een eigen erf op te nemen. Hij maakt minder geluid dan een grote windturbine en is goedkoper in de aanschaf. De hindercontour van deze turbine van 21 meter hoogte is 21 meter vanaf kwetsbare objecten, en minimaal 75 meter vanaf een woonkern. De windturbine heeft een terugverdientijd van ongeveer 20 jaar, en kan direct worden aangesloten op een middenstation.

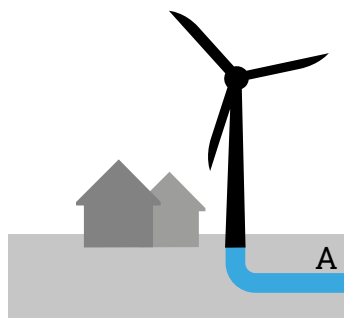
Hij werkt bij windsnelheden van 2,5 m/s tot en met 18 m/s en kan daarmee een groot deel van de tijd draaien. De windturbine heeft een opbrengst van zo'n 110 kWh/dag.



Windturbine

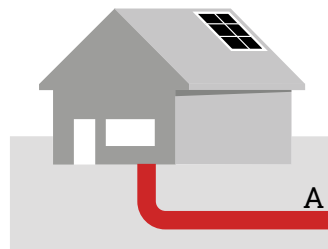
Deze windturbine is met een totale tiphoogte van 70 meter een stuk groter dan de kleine turbines, maar altijd nog een stuk kleiner dan de grootste molens binnen Nederland die tot 150 meter gaan. De hindercontour van deze turbine is 70 m van kwetsbare objecten en 175 meter van een woonkern. We vinden deze turbines veel op boerenerven in Flevoland. Hij kan worden aangesloten op een middenstation.

Hij werkt bij windsnelheden van 2,5 m/s tot 25 m/s en kan daarmee een groot deel van de tijd draaien. De windturbine heeft een opbrengst van zo'n 7.000 kWh/dag (0,9 MW).



Zonnepaneel (losse panelen)

Steeds meer individuele woningen worden voorzien van zonnepanelen. Een enkel zonnepaneel levert al snel zo'n 0,6 kWh/dag op. Daarbij kan het hele dakvlak wat op de zon is georiënteerd in principe worden volgelegd met (geschakelde) panelen. Uiteraard heeft dit wel impact op het aanzien van een pand en vraagt dit zeker bij historische bebouwing om zorgvuldige inpassing.

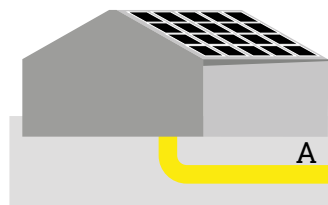


Zonnepanelen (gehele dak)

Als het hele dak van een woning wordt volgelegd met panelen dan levert dit al snel zo'n 15,4 kWh per dag op. Natuurlijk hangt dit af van de grootte en oriëntatie van het dak.

Daken van scholen, parkeergarages en bedrijfsgebouwen zijn veel groter en kunnen veel meer energie opleveren; een gemiddelde basisschool met een schuin dak (en daarmee zo'n 750 m²) panelen kan zo'n 115 KW/h opleveren.

De stroom die te veel wordt opgewekt kan terug verrekend worden met de energiemaatschappij.



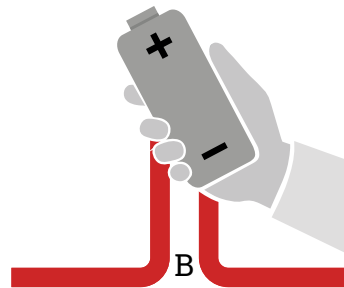
3.3 – Energiestations en accu's

De windturbines en zonnepanelen kunnen helaas niet zomaar aan de verbruiksfuncties worden gekoppeld. Er zijn dan wel batterijen nodig om de energie tijdelijk op te slaan, dan wel laagspanningskasten of energiestations waarop de energieopwekkers aansluiten. De kaart B.1.2. laat zien waar en hoeveel van deze stations zich binnen Voorne-Putten bevinden.

Batterij klein

Een kleine accu kan zo'n 0,15 kW opslaan. Dat is voldoende om bijvoorbeeld telefoons of laptops op te laden, of om een elektrische deken voor 3 uur te kunnen gebruiken. Er zijn accu's beschikbaar die USB aansluitingen hebben waar direct een oplader voor de telefoon of lamp op kan worden aangesloten.

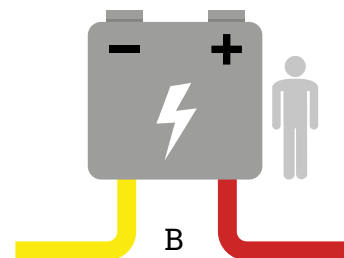
Feitelijk is een powerbank, die veel mensen hebben voor de mobiele telefoon of laptop, met ca 0,006 kWh, ook al een batterij waarop voldoende stroom opgeslagen kan worden om een telefoon of laptop meerdere keren op te laden.



Batterij groot

Een grote batterij van ongeveer 1 x 0,8 x 0,15 m kan ongeveer 13,5 kWh/dag opslaan, dit is voor een gemiddeld huishouden voldoende energie voor een normale dag. Daarmee kan een dergelijke batterij goed werken als noodstroomvoorzieningen, tijdens een overstrooming maar ook als vervanger van een aggregaat tijdens stroomstoringen.

De batterij van een elektrische auto is ook een batterij die gebruikt kan worden om zonne energie in op te slaan: en of in geval van nood stroom te leveren. Hier kan gemiddeld 50 kWh in opgeslagen worden.



Onderstation

Binnen het hiërarchisch elektriciteitsnetwerk van Voorne-Putten is het onderstation het grootste station, deze stations sluiten aan op de middenspanningsring. Hier wordt geen stroom opgeslagen, maar de kabels die door dit station lopen hebben een spanning tussen de 25 en 65 KV.

Op Voorne-Putten zijn 5 onderstations waarvan er een binnen de Geuzenlinie ligt. Grote windturbines moeten direct worden aangesloten op deze onderstations.



Middenstation

Vanuit de onderstations wordt de stroom verder verdeeld via verschillende middenstations. Zij hebben een capaciteit die tussen de 10 en 23 kV ligt. Dit zijn de elektrakasten die op wijkniveau de stroom vervolgens via aftakkingen doorgeven aan de laagspanningskasten die op straat te vinden zijn.

Op Voorne-Putten zijn er ca 920 middenstations. Op de middenstations kunnen direct kleine windturbines (tot 0,9 MW) en zonnepaneelvelden worden aangesloten.



Laagspanningskast

De laagspanningskasten op straatniveau zijn verbonden met de meterkasten van individuele gebouwen. Op de leidingen in deze kast staat een spanning van 0,4 kV. Achter deze kasten zit de meterkast van de woningen. Achter de meterkast is de veiligheid van het elektranetwerk de eigen verantwoordelijkheid van de eigenaar van het pand.

Zonnepanelen kunnen direct op de meterkast en daarmee op de laagspanningskast worden aangesloten. Ook de kleine windturbines kunnen direct op een laagspanningskast worden aangesloten.

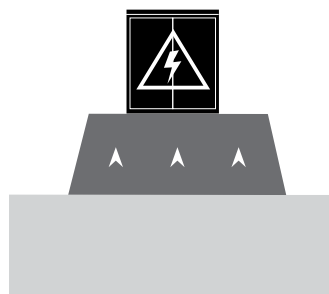


3.4 – Adaptatiemaatregelen

Naast echte koppelkansen tussen energietransitie en waterveiligheid zijn er ook generieke adaptatiemaatregelen die het bestaande energienetwerk robuuster maken voor overstromingen. Omdat deze tijdens de werksessie meerdere malen genoemd zijn deze opgenomen in het verslag.

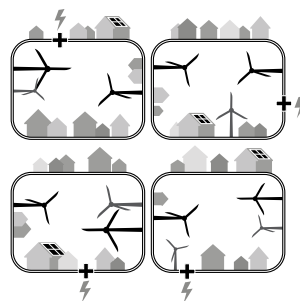
Verhogen elektriciteitskast of stoppenkast of accu

Een van de beste manieren om een elektriciteitskast of meterkast te beschermen tegen overstromingen is door deze verhoogd te plaatsen. Wanneer er water in de verbindingen komt, ontstaat er namelijk kortsluiting. Bekabeling onder de grond is overigens wel waterbestendig. De verhoging gebeurt veel in buitendijkse gebieden die regelmatig overstromen zoals in Hafencity in Hamburg of in Venetië. Door de kleine kans op overstromingen binnendijks loont het economisch niet om bestaande elektriciteitskasten te gaan verhogen. Wel kan bij vervanging of vernieuwing met weinig of geen meerkosten een stoppenkast verhoogd worden geplaatst. Dit heeft overigens alleen zin als vervolgens het netwerk er achter ook droog blijft: als de meterkast droog blijft maar de stopcontacten nat worden ontstaat er kortsluiting. De meterkast dient wegens veiligheidsvoorschriften in de buurt van de voordeur geplaatst te worden. Het is een optie om de accu en het afkoppelpunt verhoogd te plaatsen. Op die manier kan de accu in eilandbedrijf werken, terwijl de meterkast wel dichtbij de voordeur zit.



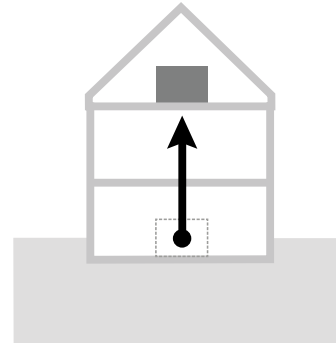
Decentrale netwerken loskoppelen

Door midden van geplande 'knips' kunnen er decentrale systemen komen die in eilandbedrijf werken. Dit kan zowel op kleine schaal (op huis-schaal) als op grote schaal. Dat betekent dat bij een overstroming de stroom uitgeschakeld wordt, maar vervolgens bepaalde delen weer in eilandbedrijf worden gebracht. Het is belangrijk dat dit altijd achter de meter gebeurt. Daarom is het nu vooral mogelijk om dit op kleine schaal te doen. Er zal meer onderzoek gedaan moeten worden naar de mogelijkheden voor de grote schaal. Deze loskoppeling zorgt ervoor dat in de rest van het gebied de stroomvoorziening langer werkend blijft wat het redden van mensen en het vluchten het gebied uit makkelijker maakt. Hierbij is het wel belangrijk dat er de juiste accu's en omvormers gebruikt worden, die geschikt zijn voor eilandbedrijf.



Hoog plaatsen kwetsbare en vitale objecten

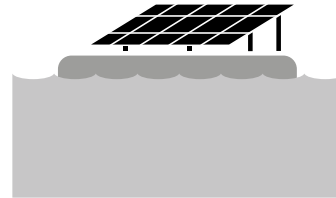
Bij gebouwen kan vaak zonder veel extra kosten worden gezorgd dat de kwetsbare en vitale objecten zoals de aggregaat en de dataserver op een verhoogde plek komen te staan die bij eventuele overstromingen droog blijft. Omdat de kans op een overstroming zo klein is gebeurt dit zelden, maar als de overstroming toch plaats vindt kan veel schade worden voorkomen. Zo raakte een ziekenhuis in Houston tijdens hurricane Ike jarenlange onderzoeksresultaten kwijt doordat deze waren opgeslagen in de kelder die onderliep tijdens een overstroming. Nu hebben ze dure vloeddeuren laten maken om herhaling te voorkomen.



Adaptief

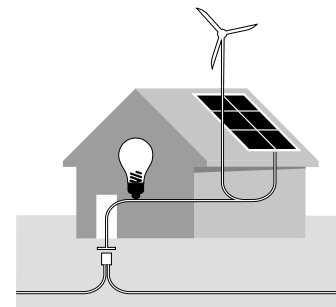
Een van de mogelijkheden om robuuste energievoorzieningen te creëren die tijdens de werksessie veel werd genoemd was drijvende zonnepanelen. Door zonnepanelen in het water te plaatsen (zoals ook zal gaan gebeuren bij de pilot in het Oostvoornse meer), of amfibisch uit te voeren (dit betekent dat ze op het land staan maar kunnen drijven wanneer nodig) blijft de stroom, mits de panelen geen stormschade oplopen, beschikbaar na een overstroming.

Of dit met de kleine overstromingskansen loont hangt af van de extra kosten die hierbij komen kijken.



Loskoppelen persoonlijk netwerk

Het achter de meterkast van het netwerk kunnen loskoppelen van de energievoorziening van een gebouw met duurzame energiebronnen, is essentieel om tijdens het uitvallen van het netwerk de zelf opgewekte duurzame energie te kunnen gebruiken. Deze loskoppeling kan dan wel voor een heel pand worden gedaan dan wel voor een losse verdieping (bijvoorbeeld de zolder). Zo creëer je een eiland waar je je eigen stroom opwekt en gebruikt. Alle stopcontacten van dit eiland moeten wel droog blijven, want zodra er water in het actieve netwerk komt ontstaat er alsnog kortsluiting en valt het netwerk uit.



Conclusies en bevindingen werksessie

Een van de belangrijkste conclusies die tot stand kwam tijdens de werksessie was dat voorbereiding op een overstroming even belangrijk is als het correct handelen tijdens deze overstroming. De veiligheid van de bewoners staat vooraan, en om dit goed te laten verlopen is het van het hoogste belang dat de kritieke (informatie)infrastructuur overeind blijft gedurende het hele voorbereidingsproces tot na de overstroming. Vooral bij een gebied met een complexe infrastructuur, met variabele rijrichtingen, zoals Voorne-Putten is dit belangrijk om gevaarlijke verkeerssituaties en ongelukken te voorkomen.

Ook zijn tijdens deze voorbereidingsfase veel van de meekoppelkansen voor andere bedrijven of partijen. Bewoners kunnen met een acceptabele investering hun woning loskoppelbaar maken van het net en zo tijdens noodsituaties tijdelijk aansluiten op duurzame energiebronnen. Buiten deze nood hebben ze profijt van een lagere energierekening (als ze zonnepanelen gaan plaatsen). Hiermee wordt de veiligheid van de bewoners tijdens een overstroming vergroot door een decentrale bronnen in combinatie met accu's in te zetten als voeding in geval van stroomuitval.

Er kwam ook naar voren dat hiervoor een aantal specifieke eisen aan het netwerk nodig zijn om de veiligheid te blijven garanderen. Zo is het nodig om speciale omvormers en generatoren te gebruiken die geschikt zijn om in eilandbedrijf te functioneren. Ook is het van belang dat er binnen het systeem nog steeds voldoende kortsluitingsstroom gegenereerd kan worden (hiervoor is een accu noodzakelijk) zodat het systeem in eilandbedrijf uit kan schakelen wanneer er binnen het eilandbedrijf iets niet in orde is. Op de schaal van een woning vraagt de 'waterveilige' aanpassing financieel iets meer dan de 'normale' variant. Op grote schaal zijn de ingrepen 'waterveilig' maken nu nog zeer kostbaar en daarom financieel vaak (nog) niet interessant.

Maar op grotere schaal zijn er ook mogelijkheden. Door bijvoorbeeld het energienetwerk verder te ontwikkelen en op afstand bestuurbaar te maken kunnen er nieuwe inzichten en kennis verzameld worden voor het hele energiesysteem. Ook kunnen nieuwe technische complicaties een reden zijn voor nieuwe ontwikkelingen die de energietransitie meer waterveilig kunnen maken.

In de huidige situatie zijn vaak niet-duurzame apparatuur en generatoren standaard, om de simpele reden dat deze apparatuur op dit moment vaak betrouwbaarder en goedkoper is. Zodra deze prijs/kwaliteit balans (door onderzoek en nieuwe ontwikkelingen) omslaat naar nieuwe duurzame bronnen kan er gelijk een grote stap gezet worden naar de verduurzaming van veel bedrijven, zorgvoorzieningen en talloze andere functies.

4 – Werksessie overstromings- en netwerkmodellen

Tijdens een tweede werksessie is de impact van overstromingen op het elektranetwerk verder verkent. Daarbij zijn enkele van de overstromingsmodellen zoals weergegeven in Deel A, door Stedin als overstromingsscenario gebruikt binnen hun eigen model van het elektriciteitsnetwerk. Dit gaf een zeer goed inzicht van de (modelmatige) impact van de model-overstromingen op het netwerk.

Daarbij werd (zoals ook beschreven in deel C) inzichtelijk dat in Voorne-Putten, bij de gebruikte overstromingsscenario's het gebied waar de stroom uitvalt het overstromingsgebied uit het model vrij nauwkeurig volgt. Hierop waren lokaal enkele uitzonderingen zichtbaar nabij landschappelijke barrières die wel het water tegen hielden, maar die door het elektranetwerk worden doorkruist (zie ook het voorbeeld van de compartimenteringskering in deel C)

Deelnemers werksessie

De volgende deelnemers waren aanwezig tijdens de werksessie::

- Hanna Borren (Gemeente Hellevoetsluis)
- Paul van der Zwet (Stedin)
- Nico van Os (Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid)
- Anne Loes Nillesen (Defacto stedenbouw)
- Mona zum Felde (Defacto stedenbouw)

5 – Decentraal netwerk

Een van de grootste kansen die de energietransitie met betrekking tot waterveiligheid biedt ten opzichte van het huidige netwerk is het creëren van een netwerk met een mogelijkheid tot eilandbedrijf. De decentrale opwek en accu's fungeren dan als voedingspunten. Hierdoor wordt het mogelijk het netwerk tijdens overstromingen uit te schakelen maar toch een groot deel van de belangrijke functies in werking te houden.

Zo kan door het loskoppelen van delen van een net (achter de meterkast) een eiland worden gecreëerd waarmee een woning, gemaal, ziekenhuis of shelter de energie van haar eigen zonnepanelen of windmolens zelf kan benutten, ook als het resterende netwerk afgesloten is. Uiteraard moet dit deelnetwerk dan wel hoog en droog liggen omdat er anders alsnog kortsluiting kan ontstaan.

Hiervoor is het wel nodig dat de meterkast zelf hoog en droog geplaatst is, maar voor veiligheidsredenen moet de meterkast juist dichtbij de voordeur staan. Een oplossing kan zijn om de accu hoog en droog te plaatsen. In deze opstelling gaat de stroom in de 'normale' situatie via de omvormer naar de meterkast. In de situatie in eilandbedrijf wordt er met een schakelaar een onderbreking tussen de omvormer en de meterkast gemaakt. Nu gaat de stroom via (dezelfde) omvormer naar de accu toe. Door de "knip" wordt er voorkomen dat de decentrale opwekker ongewenst stroom levert aan het centrale net (bijvoorbeeld in geval van een storing). Hierop kan dan op worden ingeprikt in het geval van een storing of overstroming. De accu waarop de panelen aangesloten zijn moet genoeg vermogen hebben om de kortsluitingsstroom te genereren. Zonnepanelen zelf en zwakke batterijen hebben dit vermogen niet. De kortsluiting zorgt ervoor dat als er toch water in de gesloten kring binnenkomt het netwerk direct uitvalt en daarmee zo veilig mogelijk stopgezet wordt.

Zo kan voorkomen worden dat gevaarlijke situaties zoals brand of elektrocutie ontstaan. Ook is het noodzakelijk om het juiste type omvormer en een accu te hebben. Dit heeft onder andere te maken met de frequentie van de spanning die de duurzame bron opwekt en zijn compatibiliteit met de frequentie van het net.

Het eilandbedrijf van het net op grotere schaal gebeurt nu (nog) niet. Dit komt met name doordat het eilandbedrijf zich achter de meter moet plaatsvinden.

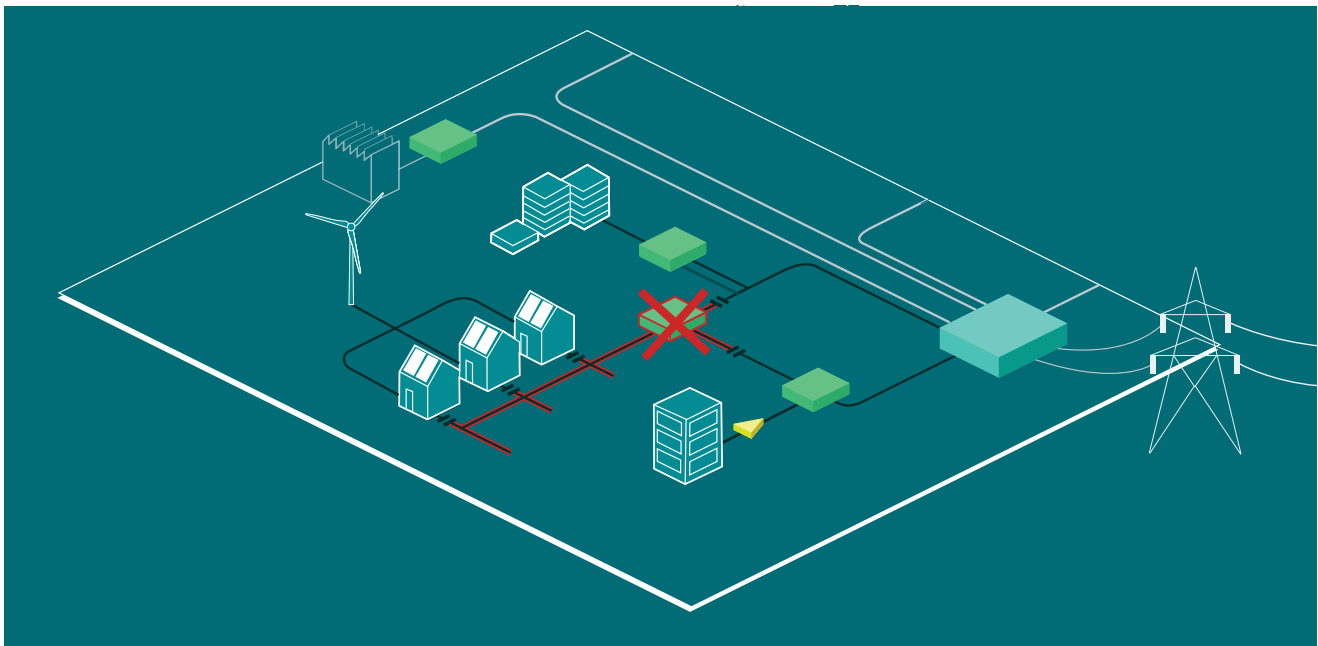


FIG. B.5.9 Bij lokale overstromingen kan bij een decentraal systeem een groot percentage van het netwerk blijven functioneren. Door de aanwezigheid van decentrale duurzame energie kunnen woningen in eilandbedrijf de energie van hun zonnepanelen of bijvoorbeeld windmolen blijven gebruiken.





DEEL D

Kansen voor synergie

Tijdens de werksessie zijn verschillende kansen voor synergie tussen waterveiligheid en energietransitie benoemd. In dit deel van het rapport zijn enkele van deze kansen beschreven en verbeeld.

Voor de voorbeelden wordt de alledaagse situatie in vergeleken met de noodsituatie. Het slagen van de interventies is namelijk mede afhankelijk van de meerwaarde die het brengt in de normale situatie. Er is gekeken naar het energiegebruik in het geval van een noodsituatie. Hierin zijn een aantal aannames gedaan. In realiteit zou het dus kunnen dat bepaalde functies in het geval van een noodsituatie meer of minder elektriciteit gebruiken.

Daarnaast is het ook belangrijk om te vermelden dat een aantal interventies nog vragen om technische ontwikkelingen, of afhankelijk zijn van bepaalde nationale ontwikkelingen in het elektriciteitsnet. De voorbeelden zijn vooral bedoeld om inzicht te geven in potentiële kansen.

6 – Stroom op overstromingsvrije verdieping

Steeds meer woningen wekken hun eigen stroom op, vooral door zonnepanelen op het dak, maar dit kan ook door kleine windturbines op het erf. Door een schakelpunt en eventueel een kleine batterijopslag in de woning op te nemen zou de stroom op zolder kunnen worden losgekoppeld van het net en gewoon kunnen worden gebruikt tijdens een overstroming of andere stroomstoring. Het tijdens het schuilen op zolder kunnen opladen van je telefoon en hebben van verlichting kan net het verschil maken.

Vooraf bij een onverwachte overstroming, zoals bijvoorbeeld de watersnoodramp, kan een deel van de mensen binnen het gebied wat snel en diep overstroomt waarschijnlijk niet voor de overstroming het gebied uitkomen. Schuilen op zolder (ook wel verticaal evacueren genoemd) is dan een goede optie.

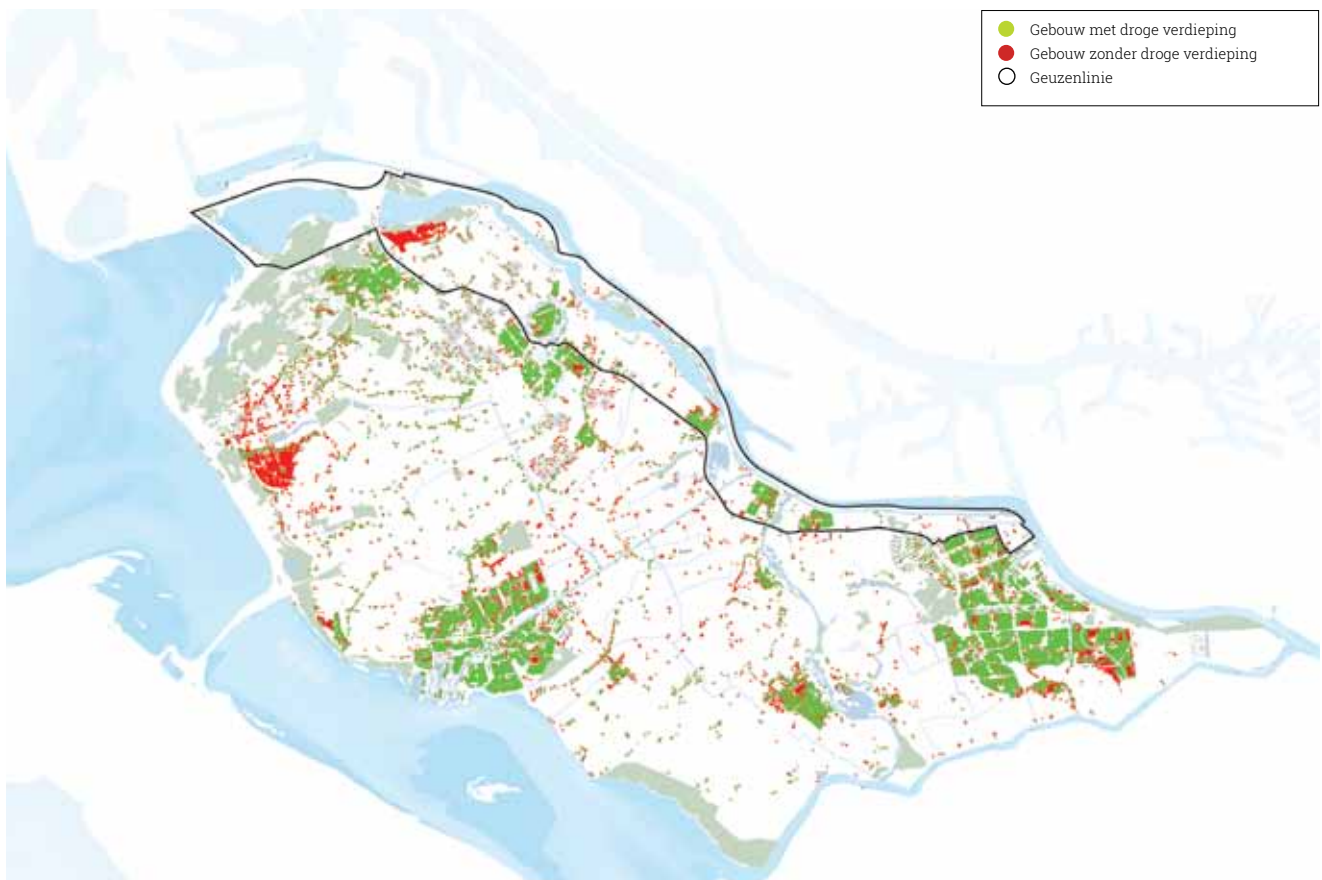


FIG. B.6.10 Gebouwen met een droge verdieping bij overstroming (bron: Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen).



FIG. B.6.11 Tussen de omvormer en de meterkast wordt een schakel geplaatst die de panelen in eilandbedrijf kan brengen. De accu (die ook aan de omvormer verbonden is) wordt verhoogd geplaatst, zodat er op zolder gebruik kan worden gemaakt van de elektriciteit.

Alledaagse situatie

Er vindt nu al steeds meer decentrale productie van energie plaats, deze trend zal naar verwachting steeds verder doorzetten. Vooral zonnepanelen op het dak bieden goede kansen je eigen stroom op te wekken. Het volleggen van daken met zonnepanelen wordt maatschappelijk makkelijk geaccepteerd en is daardoor makkelijk uitvoerbaar. De panelen leveren in vergelijking met een windmolen weinig op maar het dakoppervlak bij elkaar opgeteld is enorm groot en kan een relevante bijdrage leveren aan de stroomproductie.

De zonnepanelen werken vooral tijdens zonnige momenten. De woningen met zonnepanelen zijn dan ook vaak gewoon aangesloten aan het net; op zonnige dagen leveren de woningen aan het net en 's nachts en op donkere dagen ontlenen ze stroom aan het net. Wanneer de woningen een accu hebben, kunnen zij de energie ook opslaan; daarvoor kan ook de accu van de elektrische auto gebruikt worden.

Overstromingssituatie

Wanneer er een koppeling wordt toegevoegd aan de meterkast, kan de energiering van de zonnepanelen eenvoudig worden losgekoppeld van het straatnet. Op deze manier kan de accu worden gekoppeld aan apparaten die noodzakelijk zijn. Om dit te kunnen doen is het wel belangrijk dat de accu of meterkast verhoogd wordt geplaatst, zodat hij bij een overstroming niet nat wordt. Momenteel is dat nog niet mogelijk doordat de meterkast direct achter de deur moet zitten, in dat geval kan de accu hoger geplaatst worden, waardoor er na loskoppeling nog steeds in eilandbedrijf gewerkt kan worden.

De stroom is, tenzij er een accu wordt geplaatst, alleen beschikbaar als de zon ook daadwerkelijk schijnt. Omdat de meeste stormen (en daarmee het risico op overstromingen) in de herfst en winter zijn kan de hoeveelheid zonlicht beperkt zijn. De zonnepanelen kunnen ook worden aangesloten op een accu waarbij direct op de accu kan worden ingeplugd met een aantal apparaten. De hoeveelheid stroom die beschikbaar is, is afhankelijk van de grootte van de batterij: een grotere batterij geeft meer stroom maar is ook kostbaarder. Er zijn kleine accu's beschikbaar waar direct apparaten op kunnen worden aangesloten: deze geven voldoende stroom om een telefoon op te laden en verlichting te laten branden.

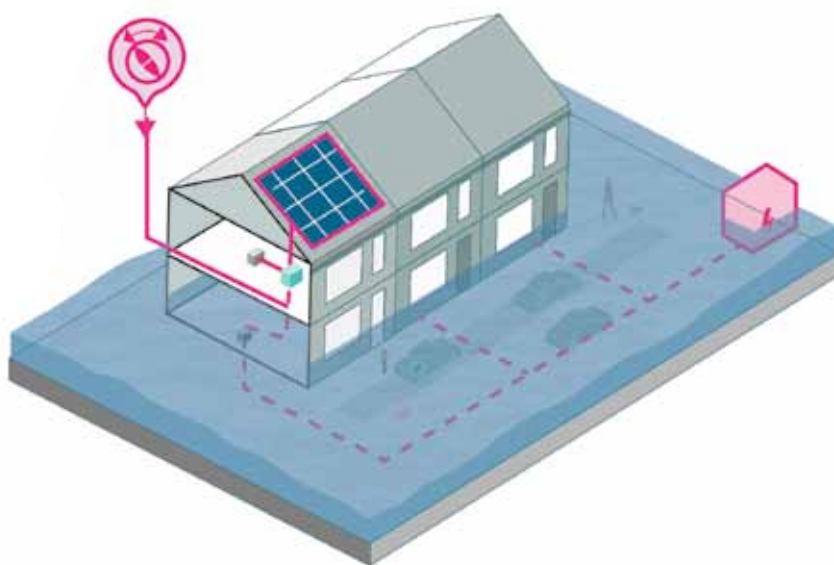


FIG. B.6.12 Door de mogelijkheid om los te koppelen van het bestaande energienetwerk kan een woning tijdens een overstroming stroom behouden.

Extra investering

Bij nieuwbouwwoningen is het tijdens de bouw loskoppelbaar maken van een deel van het stroomnet een beperkte investering. Om het eilandbedrijf mogelijk te maken zijn er wel speciale omvormers en accu's nodig. Deze maken een 'waterveilig' eilandbedrijf iets kostbaarder. Ook is het een investering voor een situatie (overstroming) die slechts een zeer kleine kans op voorkomen heeft. Deze investering loont vooral als het hebben van stroomzekerheid ook tijdens de dagelijkse omstandigheden belangrijk is, of als een batterij ook voor andere doeleinden gebruikt kan worden.

Zo kan een draagbare batterij ook meegenomen worden naar uitjes, of een generator vervangen (bijvoorbeeld op een boerderij). Ook kan de batterij van een elektrische auto worden gebruikt als noodstroomvoorziening. De kleine accu's waarop apparaten via usb aansluitingen direct ingeplugd kunnen worden, zijn niet erg kostbaar en kunnen in de alledaagse situatie ook meegenomen worden op bijvoorbeeld kampeertrips of

bij het vissen. Deze kunnen in de noodsituatie dan tussendoor als de zon even schijnt steeds weer worden opgeladen door de zonnepanelen.

Rekenvoorbeeld

Het plaatsen van zonnepanelen is een investering die terug kan worden verdiend door een lagere energierekening. Niet alleen kan er soms direct de elektriciteit gebruikt worden die wordt opgewekt, maar ook kan er elektriciteit worden terug geleverd aan het net. Zo kan de energieleverancier u bijvoorbeeld 3500 kWh in een jaar leveren. Daarnaast wekken de zonnepanelen bijvoorbeeld 2000 kWh op. Duizend kWh wordt direct gebruikt (nog voor de meter), de overige 1000 kWh gaat terug naar het net en kan worden afgetrokken van de 3500 geleverde elektriciteit. Er moet dus betaald worden voor 2500 ipv 3500 kWh. In dit voorbeeld is uitgegaan van een dak met 10 panelen. De gemiddelde terugverdientijd van het dak volleggen met panelen is gemiddeld 7 jaar. Het loskoppelen van de ring gebeurt achter de meter. Dit houdt in dat de netbeheerder hier geen verantwoordelijk over draagt.

7 – School als shelter

Voor degene die niet vooraf aan de overstroming preventief hebben kunnen evacueren kan een shelter een uitkomst bieden. Een shelter is een aangewezen hooggelegen plek (die niet overstroomt) waar mensen kunnen verzamelen en kunnen worden opgevangen in het geval van een overstroming. Hiervoor kunnen bijvoorbeeld de bovenverdiepingen van scholen, openbare kantoren of hoog en droog gelegen sporthallen worden gebruikt.



FIG. B.7.13 Basisscholen met een droge verdieping bij overstroming (bron: LIWO).

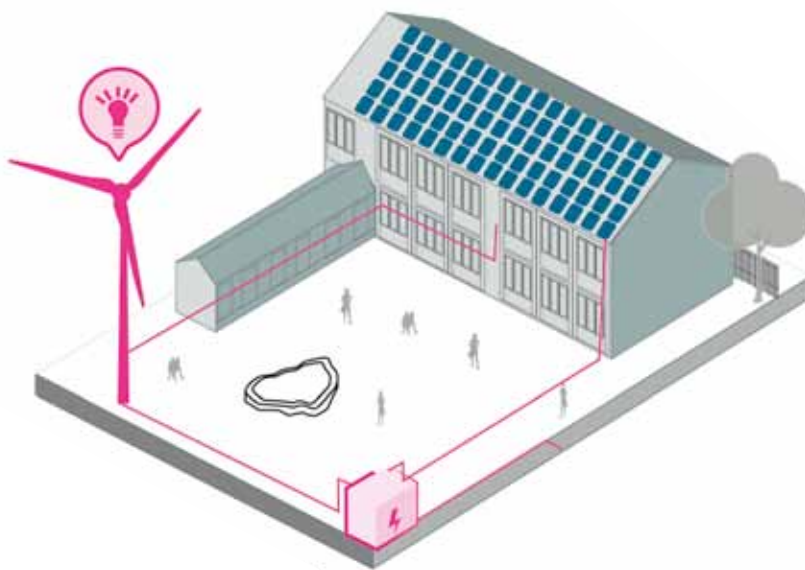


FIG. B.7.14 Scholen dragen door het zichtbare gebruik van duurzame energie bij aan de bewustwording van energiegebruik en de mogelijkheden van duurzame energieopwekking.

Alledaagse situatie

In dit voorbeeld hebben we gekozen voor een school, omdat bij een school de duurzame opwekking van energie kan dienen als een educatief element. De school kan gebruik maken van duurzame energie opgewekt door middelen van een kleine windmolen of zonnepanelen, wordt er meer geproduceerd dan er wordt gebruikt dan kan de stroom worden teruggeleverd aan het netwerk. Door energiemeters in de school te plaatsen kunnen de kinderen zien hoeveel energie er wordt opgewekt en hoeveel energie er wordt gebruikt, daarmee wordt de duurzame energie onderdeel van de bewustwording rondom energiegebruik (een belangrijk onderdeel van het verantwoord omgaan met energiegebruik).

Overstromingssituatie

Bij een overstroming dient de school als shelter. Ook hier is er dan wel de optie om de stroom van de windmolen en zonnepanelen te ontkoppelen van het netwerk zodat deze zelf stroom kan blijven opwekken en leveren en/of om een accu te hebben die voorziet in noodstroom. Het loskoppelen van het netwerk heeft niet alleen voordelen als de locatie van de school overstroomt, maar ook als deze juist niet overstroomt maar door een overstroming binnen Voorne-Putten toch een deel van het elektriciteitsnetwerk moet worden uitgeschakeld. De elektrakabels van de windmolen, die normaal ook in de natte bodem liggen kunnen tegen water; wel moeten de aansluitpunten in de molen en bij het elektrakastje op voldoende hoogte liggen om bij een overstroming watervrij te blijven. De generator van de windturbine is via een transformator (in of aan de buis) verbonden met een grote accu in de school, en ook met de middenspanningskast (als klantaansluiting). De molen heeft

een groot vermogen en kan daardoor niet direct op laagspanning. De accu moet dus ook geschikt voor zijn. Het hogere vermogen van de turbine ten opzichte van de zonnepanelen vraagt om extra veiligheidseisen. Bovendien moet er een constructie worden gemaakt zodat het eilandbedrijf zich achter de meter bevindt. De generator moet ook geschikt zijn om eilandbedrijf aan te kunnen. Deze extra voorwaarden brengen extra kosten met zich mee.

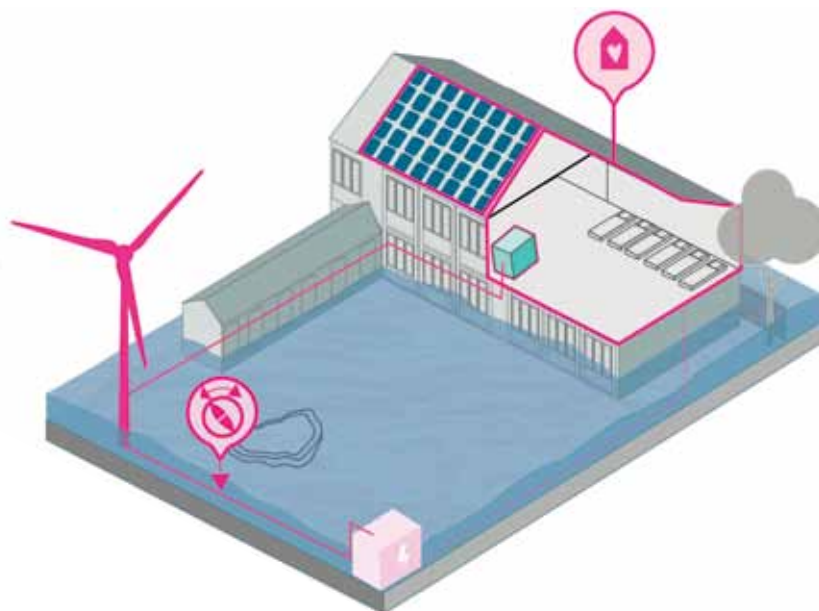


FIG. B.7.15 De school functioneert bij een noodsituatie als shelter die kan draaien op duurzame energie. De schakelaar bevindt zich idealiter op een droge verdieping binnen het gebouw.

Extra investering

Om het eilandbedrijf mogelijk te maken zijn er wel speciale omvormers en accu's nodig. Deze maken een 'waterveilig' eilandbedrijf iets kostbaarder. De windmolen en zonnepanelen kunnen worden gezien als een investering in duurzame energie (en niet zozeer in waterveiligheid) die zich terugverdient door een besparing op de stroomkosten. Het educatieve aspect maakt het aantrekkelijk daar juist bij een school in te investeren. Indien de school onder dagelijkse omstandigheden een noodstroomvoorziening in de vorm van een aggregaat heeft kan deze worden vervangen door een batterij.

Wel zijn er extra investeringen voor het kunnen loskoppelen van het stroomnet die genomen moeten worden terwijl de kans dat je deze nodig hebt zeer klein is. Omdat het hier een shelter met een bovenlokale functie betreft die kan deze investering vanuit het oogpunt van meerlaagsveiligheid (afhankelijk van beleidskeuzen) de moeite waard zijn.



Op de bovenverdieping blijft stroom beschikbaar voor noodvoorzieningen zoals het opladen van een mobiele telefoon, licht of een elektrische deken

Rekenvoorbeeld

Basisscholen in Nederland gebruiken per dag gemiddeld ca 150-250 kWh aan elektriciteit per dag en veroorzaakt hiermee ca 7% van de vaste kosten van scholen. Het dak van een middelgrote school heeft al snel een oppervlakte op de zonzijde van 750 m², dit levert gemiddeld 115 kWh op. Daarnaast kan op het schoolplein een kleine turbine van 21 meter worden geplaatst die 110 kWh per dag opwekt. Daarmee kan tijdens een dagelijkse omstandigheid dus een groot deel van de benodigde stroom worden opgewekt.

De school moet shelter kunnen bieden aan ongeveer 1000 mensen. Er is qua stroomvoorziening behoefte aan licht, het opladen van telefoons en eventueel elektrische warmtebronnen. De beschikbare duurzame energiebronnen zijn hiervoor voldoende, als er zuinig met de energie wordt omgegaan.

8 – Ziekenhuis op noodstroom

Op Voorne-Putten is slechts 1 behandelcentrum aanwezig, waar geen spoedeisende operaties worden uitgevoerd: dit gebeurt in de grotere ziekenhuizen in de buurt. Daardoor is er binnen Voorne-putten geen noodzaak veel aandacht te besteden aan de noodstroom voor ziekenhuizen. Omdat ziekenhuizen wel een hele relevante kwetsbare functie zijn, zoals ook bleek nadat er bij overstromingen in de USA veel mis ging rondom ziekenhuizen, is de optie om in noodstroom te voorzien middels duurzame energie binnen deze studie wel globaal verkent.

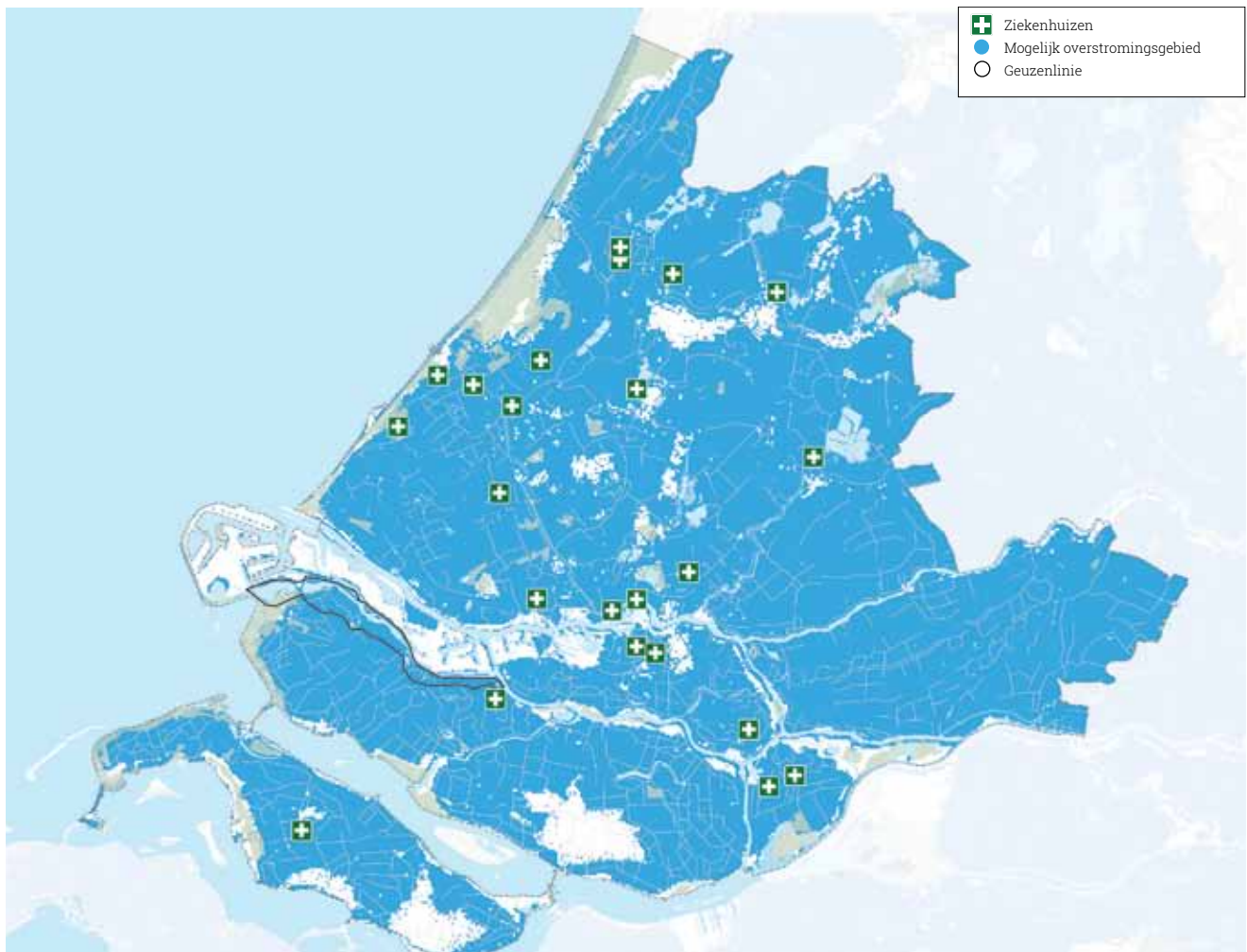


FIG. B.8.16 Een overzicht van de ziekenhuizen in de Provincie Zuid-Holland die gepositioneerd zijn binnen overstromingsgevoelige gebieden (bron: Grondslagen voor Hoogwaterbescherming).

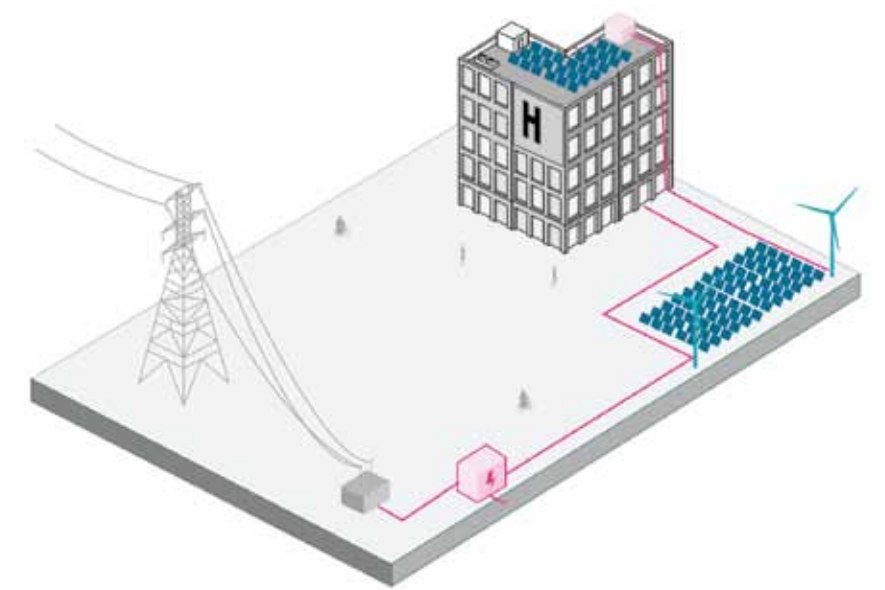


FIG. B.8.17 Ziekenhuis in de alledaagse situatie.

Alledaagse situatie

Een klein ziekenhuis met 30 bedden gebruikt ongeveer 1500 kWh/dag.

Ziekenhuizen zijn zoals gezegd een kwetsbaar object, dat betekent niet alleen dat een noodstroomvoorziening verplicht is maar ook dat er een bepaalde afstand geldt waarbinnen geen windturbines geplaatst mogen worden.

Ziekenhuizen moeten allemaal hun eigen noodstroomvoorziening hebben waarop ze 24 uur kunnen draaien. Momenteel werken ziekenhuizen met dieselgeneratoren, deze kunnen op termijn (als door de energietransitie batterijen betaalbaarder worden) worden vervangen door batterijen. Deze kunnen ook eventueel weer worden opgeladen door duurzame stroom, waardoor de tijd waarop het ziekenhuis op noodstroom kan draaien nog verder verlengt wordt. De opwek van elektriciteit voor de accu van het ziekenhuis gaat (vanwege de restricties m.b.t. van windmolens) middels zonnepanelen welke op de daken van het ziekenhuis kunnen worden geplaatst.

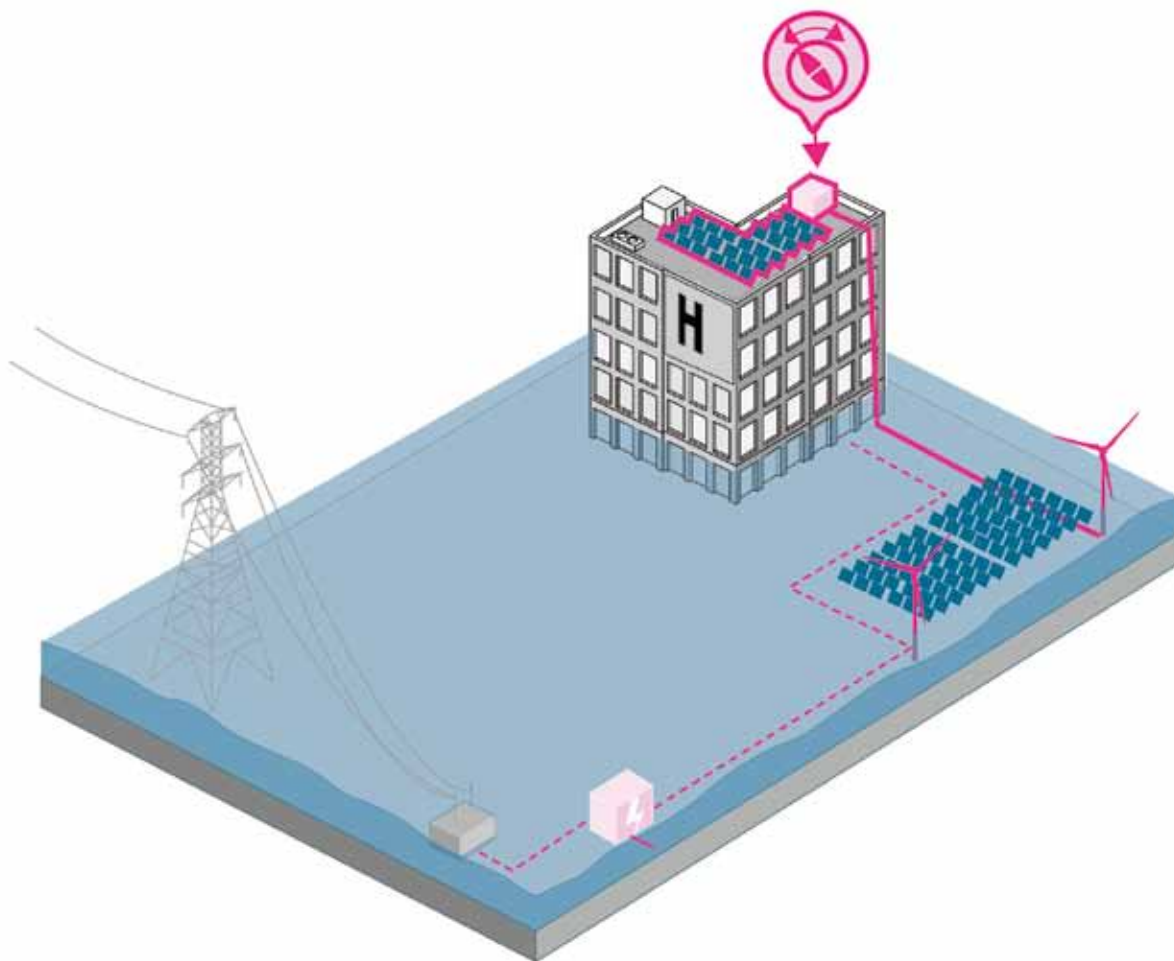


FIG. B.8.18 Duurzame energiebronnen kunnen het ziekenhuis voorzien van extra noodstroom..

Overstromingssituatie

Tijdens een overstroming moet het ziekenhuis naar de noodvoorziening overstappen. De aanwezigheid van een noodstroomvoorziening is verplicht voor ziekenhuizen. Zo snel als het kan zullen de patiënten overgeplaatst worden naar omliggende ziekenhuizen. Het moet wel mogelijk zijn het ziekenhuis enkele dagen in bedrijf te houden, hiervoor zal alleen de hoognodige activiteiten blijven draaien. Het elektriciteitsgebruik kan zo verminderd worden tot 40% van de maximale vraag; voor dit ziekenhuis dus ongeveer 600 kWh per dag.

De molen heeft een groot vermogen en kan daardoor niet direct op laagspanning. De accu moet daar dus ook geschikt voor zijn. Het hogere vermogen van de turbine ten opzichte van de zonnepanelen vraagt om extra veiligheidseisen. Bovendien moet er een constructie worden gemaakt zodat het eilandbedrijf zich achter de meter bevindt.



Bewustwording en educatie op het gebied van duurzame energie

De omvormer en generator moet ook geschikt zijn om eilandbedrijf aan te kunnen. Deze extra voorwaarden brengen extra kosten met zich mee.

Rekenvoorbeeld

In de wet is vastgelegd dat een ziekenhuis voor 24 uur noodvoorziening moet hebben wanneer er geen elektriciteit van het net beschikbaar is. De meeste ziekenhuizen hebben hiervoor een aggregaat staan, welke regelmatig getest moet worden. Te vaak nog liggen noodstroomaggregaten nog beneden NAP (door lage ligging of door plaatsing in kelder). Een ander probleem van een aggregaat kan zijn dat de voorraad brandstof niet voldoende is.

Het opladen van een batterij door middel van zonnepanelen en of een molen biedt in dat opzicht de mogelijkheid om continu getest te worden op de werking ervan. Een ziekenhuis met 30 bedden vraagt in noodsituatie ongeveer 600 kWh per dag. Hiervoor zouden dus ongeveer 15 grote accu's geplaatst moeten worden, in combinatie met een houten turbine en 0,5 ha aan zonnepanelen in dakopstelling of 0,3 in veldopstelling. Dit verschil ontstaat met name door de optimale oriëntatie die mogelijk is.

9 – GSM masten

Mobiele telefoons zijn inmiddels belangrijke media voor informatievoorziening. Bijna niemand heeft nog een noodradio op batterijen in huis, maar bijna iedereen heeft een mobiele telefoon. Het is dan ook belangrijk dat deze in noodsituaties kunnen blijven functioneren. Daarvoor moet niet alleen de telefoon opgeladen kunnen worden (bijvoorbeeld middels de zonnepanelen en accu's op zolder of in de shelter), maar ook dat het GSM-netwerk in de lucht moet blijven: ook de GSM-masten hebben stroom nodig.



FIG. B.9.19 Kaart GSM masten binnen Voorne-Putten.

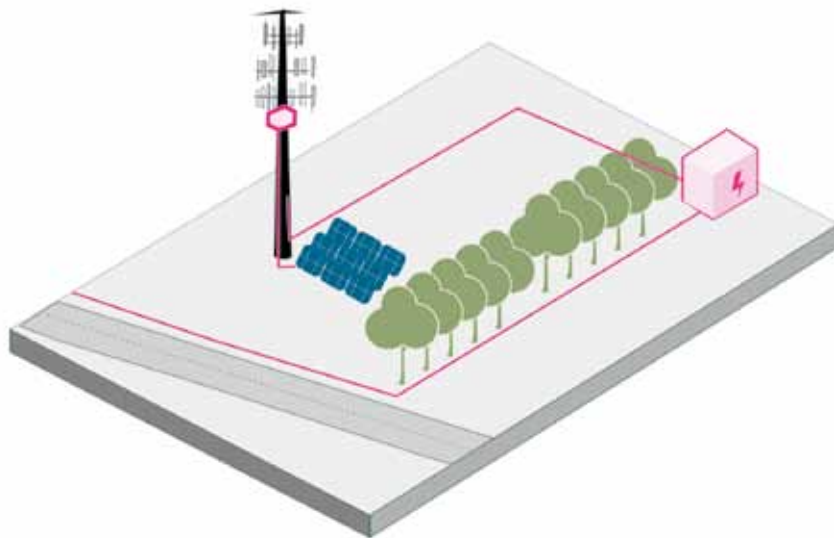


FIG. B.9.20 GSM-mast in een alledaagse situatie.

Alledaagse situatie

GSM-masten kunnen gemiddeld tot zo'n 15 kilometer zenden, hoewel nieuwe 4G masten bereik hebben tot 35 km. In het bebouwde gebied is dit vaak minder ver doordat de stralen worden gehinderd door bijvoorbeeld bebouwing. Bij een grootschalige overstroming kan het zijn dat door uitvallende elektriciteit en daarmee uitvallende GSM-masten er geen mobiel bereik meer is.

Gsm-masten gebruiken ongeveer 110 kWh per dag. Ze zijn dan wel op hun "eigen" middenkast aangesloten, dan wel onderdeel van een vertakking van het straatnet. Wanneer de stroom uitvalt zijn providers zelfs verantwoordelijk voor noodvoorziening. De meeste masten hebben genoeg accu's om nog 4 uur in bedrijf te zijn. De accu's zitten niet per definitie hoger geplaatst in de mast, door dit wel te doen kan de mast beter bestand worden tegen overstromingen.

Overstromingssituatie

Door een GSM-mast op locatie los te kunnen koppelen van het netwerk en een eigen stroomvoorziening te geven, zou de accu kunnen ook tijdens overstromingen kunnen worden bijgeladen. Om het eilandbedrijf mogelijk te maken zijn er wel speciale omvormers en accu's nodig. Deze maken een 'waterveilig' eilandbedrijf iets kostbaarder. De GSM mast kan dan steeds zodra er weer stroom is weer enige tijd functioneren. Afhankelijk van de energiebron kan de GSM-mast dan constant of steeds tijdelijk functioneren. Ook al is de mast niet constant in de lucht; het om de zoveel tijd binnenkrijgen of kunnen versturen van berichten, het eventueel zelfs kunnen bellen of het kunnen raadplegen van het internet kan al veel verschil maken. Middels een lamp kan worden aangegeven wanneer de mast werkt.

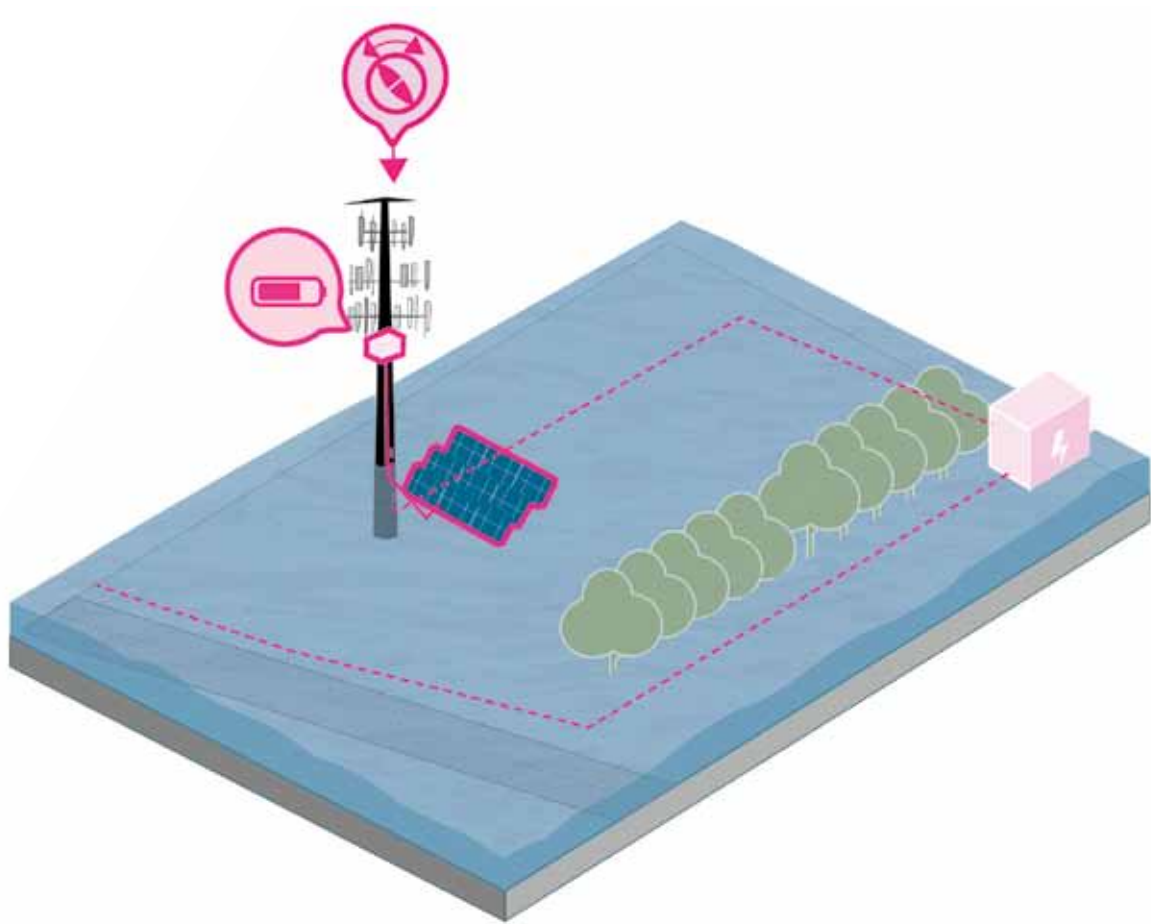


FIG. B.9.21 Bij veel GSM-masten is al een accu aanwezig. Door deze aan te sluiten op duurzame energiebronnen blijft het netwerk operationeel..

De stroom voor de GSM mast kan worden geleverd door een lokale duurzame energiebron in de buurt; bijvoorbeeld een kleine windmolen of een zonnepark. Het zonnepark kan op een groot dak liggen van bijvoorbeeld een school of bedrijf, maar kan ook onderdeel zijn van een weiland met (amfibische) zonnepanelen. Of het rendabel is in weilanden 'drijvende' zonnepanelen te gebruiken zodat deze ook bij overstromingen kunnen functioneren hangt af van de meerkosten hiervoor. Ook hier maakt de kleine kans op het voorkomen van een overstroming het lastig te investeren. De (eventueel drijvende) zonnepanelen zouden direct stroom kunnen leveren aan de accu's waar die sowieso al in de mast zitten.



Het ziekenhuis kan veilig evacueren, en functioneert tegelijk als eerste hulp bij nood

Rekenvoorbeeld

GSM-masten gebruiken ongeveer 110 kWh per dag en bezitten een noodbatterij waarop de mast ongeveer 4 uur kan blijven werken. Met een klein veld of dak van 130 m² aan zonnepanelen kan er elektriciteit worden opgewekt waarmee de accu van 18 kWh kan worden opgeladen. Een kleine windmolen van 21 meter zal ook voldoen. De paal van de GSM mast zou ook kunnen dienen als bevestigingspunt van de drijvende zonnepanelen.

10 – Gemaal op duurzame stroom

Gemalen zijn belangrijk bij het herstel na een overstroming aangezien ze bijdragen aan het weer leegpompen van een gebied. Dat betekent dat gemalen zowel in de dagen direct na de overstroming als in de gehele herstelperiode moeten kunnen draaien. Omdat er langdurig energie nodig is kunnen duurzame energiebronnen een goede aanvulling zijn op de dieselgeneratoren die momenteel worden ingezet.



FIG. B.10.22 De locatie van alle gemalen binnen Voorne-Putten.

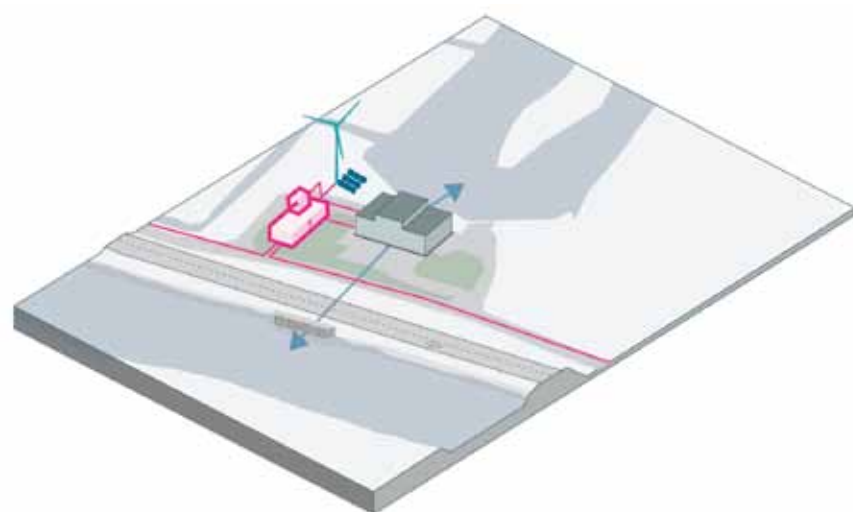


FIG. B.10.23 Een klein gemaal kan van stroom voorzien worden door een kleine turbine (21m) en 15 zonnepanelen. Een groter gemaal, zoals in deze afbeelding, heeft een grotere turbine (0,9 mw) nodig. De combinatie met zonnepanelen kan een grotere zekerheid geven bij weinig wind.

Alledaagse situatie

Gemalen hebben een hoge energievraag (200 -13500 kWh per dag; afhankelijk van de grootte) (bron: Inventarisatie energieverbruik waterwerken, Grontmij). Hierdoor zijn ze vaak aangesloten op een eigen middenspanningskast. De gemalen liggen soms in stedelijk gebied, maar vaak ook in landelijk gebied. De bekabeling is reeds aanwezig, waardoor het makkelijker is om een kleine turbine of zonnepanelen aan te sluiten.

Een kleine houten turbine (21 m hoog) in combinatie met 15 panelen levert genoeg op voor de kleine poldergemalen. Een groter gemaal (zoals het voorbeeld in de 3D-tegel) heeft een grotere turbine nodig, bijvoorbeeld een 0,9 MW-turbine. Dit is ongeveer 10 keer zoveel als nodig is in een normale situatie. Deze overcapaciteit is voor de overstroomde situatie hard nodig.

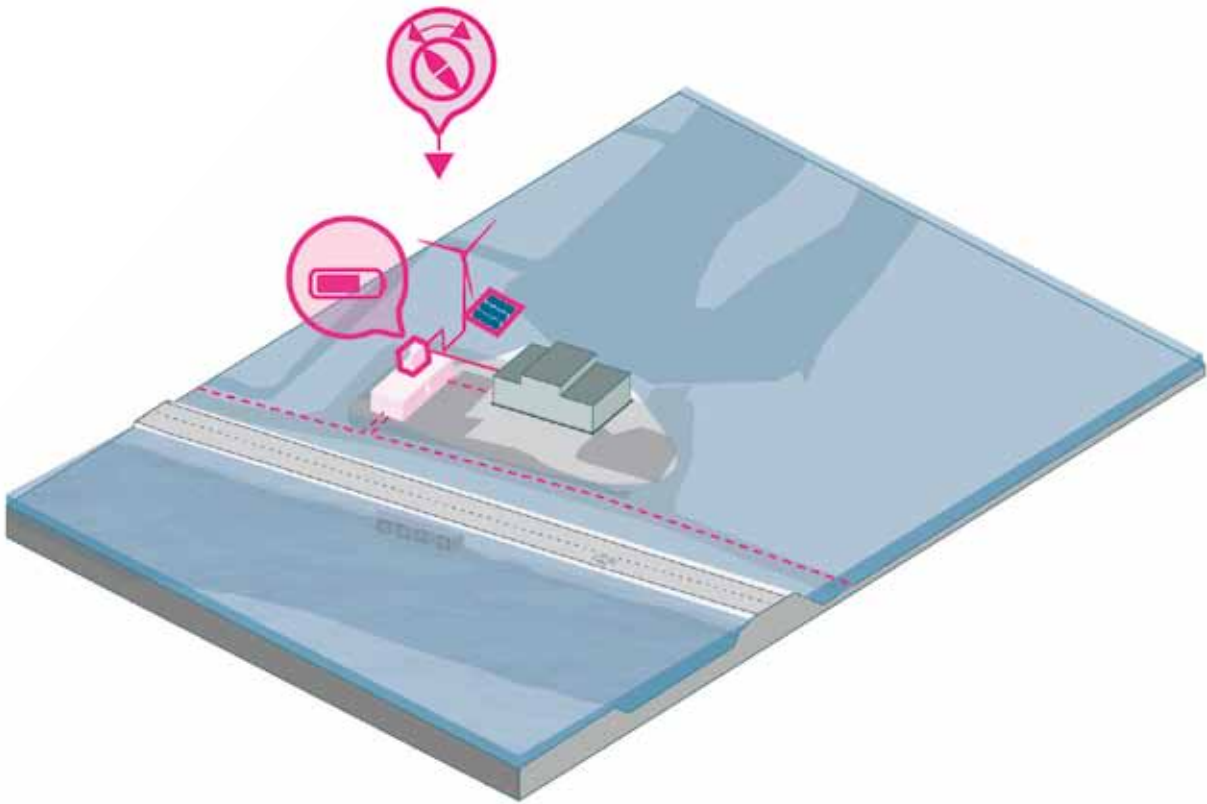


FIG. B.10.24 Additionele duurzame energiebronnen zorgen ervoor dat een gemaal na een overstroming meer noodstroom kan gebruiken.

Overstromingssituatie

In het geval van een overstroming is het belangrijk dat de gemalen zo snel mogelijk op volle kracht draaien. Op dezelfde wijze als het woonhuis zou het gemaal losgekoppeld kunnen worden van het netwerk en het gemaal net als het ziekenhuis een accu kunnen krijgen. Het elektrische deel van het gemaal ligt vaak al verhoogd, dit is uiteraard ook voor de accu en het middenstation belangrijk. Eventueel zouden er ook zonnepanelen op of bij het gemaal geplaatst kunnen worden.



Duurzame energie nabij het gemaal zorgt dat het gemaal voldoende energie heeft om langdurig te blijven pompen

Rekenvoorbeeld

Afhankelijk van de grootte hebben gemalen 150 – 550 kWh per dag nodig. Gemalen liggen altijd aan meerdere zijden aan water. Wanneer deze wateren niet bevaarbaar hoeven zijn, zou er gebruik gemaakt kunnen worden van drijvende panelen. Voor een klein gemaal volstaat een houten turbine in combinatie met 60 m² zonnenveld. Een groter gemaal (zoals het voorbeeld in de 3D-tegel) heeft een grotere turbine nodig, bijvoorbeeld een 0,9 MW-turbine.

Conclusies en aanbevelingen

Tijdens de voorbereidingen van de werksessie en de werksessie zelf werd duidelijk dat het bij elkaar brengen van de werkvelden van energie en waterveiligheid nog een nieuw thema is. Met de werksessie is een eerste stap hebben gezet in het bij elkaar brengen van experts en kennis. Er was vanuit de deelnemers veel interesse in het verkennen van kansen van mogelijke koppelingen en ondanks het vroege stadium zijn er al een paar interessante conclusies en aanbevelingen te formuleren.

Relatie overstromingsgebied en uitval elektriciteit

In Voorne-Putten volgt in de modellen de uitval van de elektriciteit door overstromingen grotendeels het overstromingspatroon. Wel is te zien dat op enkele plekken het elektra-netwerk bijvoorbeeld een compartimenteringsdijk kruist waardoor op dergelijke plekken ineens een groter deel van het gebied zonder stroom komt te zitten dan dat er overstroomt. In Voorne-Putten levert dit geen aanleiding tot herinrichting van het netwerk op, maar het is voor andere gebieden interessant om bij vernieuwing van het netwerk dergelijke aspecten in overweging te nemen.

Kansen voor zelfvoorzienendheid tijdens overstromingen

Wanneer energiesystemen van gebouwen losgekoppeld kunnen worden en vervolgens los van het netwerk kunnen worden gebruikt, kan dit bijdragen aan de zelfredzaamheid van bewoners tijdens een overstroming. Dit betekent wel dat in de meterkast een schakelaar moet worden opgenomen waarmee een gebouw ook daadwerkelijk kan worden losgekoppeld.

Anders dan gedacht

Tijdens de werksessie bleek dat veel deelnemers in de veronderstelling waren dat gebouwen die zijn voorzien van zonnepanelen of een windmolen zonder meer stroom kunnen blijven gebruiken als het netwerk uitvalt; dit is echter niet het geval: naast een schakelaar waarmee de woning los kan worden gekoppeld van het netwerk zijn batterijen/accu's noodzakelijk om de zelf opgewekte stroom los van het netwerk te kunnen benutten.

Niet alleen voor noodgevallen

Er zijn kansrijke mogelijkheden benoemd voor verbindingen tussen de energietransitie en waterveiligheid. De voorbeelden in dit rapport met koppelkansen voor waterveiligheid, kennen soms ook meerwaarde voor de normale situatie (zonder overstroming). Zo zorgt het kunnen loskoppelen er bijvoorbeeld ook voor dat men stroom heeft tijdens een (veel vaker dan een overstroming voorkomende) stroomstoring. Bij de school levert de duurzame energie niet alleen stroom in

noodsituaties, maar draagt deze ook bij aan het bewustzijn van energiegebruik bij de leerlingen en aan het verlagen van de energierekeningen. Dit is belangrijk voor de haalbaarheid omdat investeren in permanente baten voor velen aantrekkelijker is dan investeren in een uitzonderlijke overstromingssituatie met een kleine kans van voorkomen.

Technische ontwikkelingen bepalend voor succes

Voordat de kansen uit de voorbeelden daadwerkelijk grootschalig kunnen worden benut, is er nog veel technische ontwikkeling nodig. Zo zijn op dit moment diesel aggregaten nog goedkoper en van hogere kwaliteit, en brengt het gebruik van een even goede duurzame bron nog veel hogere kosten met zich mee. Toch is dit diesel aggregaat over 30 jaar niet meer wenselijk, en is het belangrijk alvast onderzoek te doen naar de inzet van nieuwe duurzame energiebronnen: nu is het moment om kansen te verkennen zodat deze bij grootschalige aanpassingen van het netwerk kunnen worden verzilverd.

Experimenteren achter de meterkast

Veel van de verkende voorbeelden maken gebruik van het loskoppelen van het gebouw van het centrale energienetwerk zodat in eilandbedrijf kan worden geopereerd. Dit afkoppelen gebeurt achter de meterkast; na dit punt heeft de netbeheerder geen verantwoordelijkheid meer, waardoor dit nu niet gangbaar is. Het op grote schaal creëren van mogelijkheden voor eiland-gebruik lijkt erg kansrijk, maar zou nog om aanvullend (technisch) onderzoek en pilots vragen.

Toepasbaarheid binnen Nederland

Alle synergiemogelijkheden (scholen, woningen, GSM-masten, ziekenhuizen en gemalen) die in dit verslag zijn onderzocht zijn bewust geselecteerd op hun brede toepasbaarheid binnen Nederland. Daarmee zijn de resultaten niet alleen relevant voor Voorne-Putten, maar zijn ze breder inzetbaar.

	Nederland	Voorne-Putten	Geuzenlinie
Stroom op zolder			
School als shelter			
Ziekenhuis op noodstroom			
GSM masten			
Gemaal op duurzame stroom			

FIG. B.10.25 Schema met de mogelijke toepassingsgebieden van de verschillende geïdentificeerde meekoppelkansen.

