

Bijlage x. Quick scan RES 1.0 Fryslân door de Groene Rekenkamer

Bij de behandeling van het Energieprogramma 2022-2025 hebben Provinciale Staten motie 2839 aangenomen. Deze motie vraagt de toezegging 2675 niet als afgehandeld te beschouwen en aan PS terug te koppelen in hoeverre de uitkomsten van de bedoelde quick scan terugkomen in het Energieprogramma, en de bedoelde quick scan toe te voegen aan de bijlagen. Onderdeel van deze bijlage is de bedoelde quick scan. Hiermee is aan het tweede deel van de motie voldaan.

Wat betreft het eerste deel van de motie het volgende. Wij waren ons, met de netbeheerders, bewust van mogelijke risico's, zoals die ook in de quick scan staan benoemd. Wij zijn daarom in RES Fryslân verband in mei 2021 een systeemstudie gestart. Deze studie is in samenwerking met Liander, TenneT en Gasunie uitgevoerd door Berenschot/Ekwadraat. Deze studie zit nu in de afrondende fase en zal in april 2022 naar Provinciale Staten worden gestuurd.

De Taskforce Energienetwerk Fryslân (TEF), de ambtelijke samenwerking van Friese overheden en netbeheerders, zal op basis van de uitkomsten van de systeemstudie een advies opstellen voor het Bestuurlijk Overleg RES en de afzonderlijke overheden in Fryslân.

De acties in het Energieprogramma 2022-2025 onder paragraaf 3.6 zijn o.a. gericht op het voorkomen van de risico's waar de quick scan op wijst. Daarmee achten wij ook het eerste deel van de motie als afgedaan.

Duiding van de toezegging/motie

Het is niet gebruikelijk om rapporten en documenten die zijn bekeken of geraadpleegd bij de totstandkoming van programma's als bijlage mee te sturen. Omdat Provinciale Staten van Fryslân bij motie hier om hebben gevraagd, maken wij voor de quick scan een uitzondering. Voorbeelden van een aantal rapporten/documenten die gebruikt zijn bij het opstellen van het Energieprogramma zijn:

- Het Klimaatakkoord van 2019, dat een Nederlandse uitwerking is van internationale klimaatafspraken van Parijs in 2015
- De Nationale Omgevingsvisie (NOVI), waarin het Rijk haar ambities over de overgang naar duurzame energiebronnen heeft uitgewerkt
- Groen gas en haar bijdrage aan de Friese Energietransitie
- Investeringsagenda Waterstof Noord-Nederland
- Regionale structuur warmte Fryslân
- RES 1.0 en achtergronddocumenten waaronder netimpact analyse Liander
- Handreiking RES 2.0
- "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability"
- Het rapport "Klimaatsignaal'21: hoe staat het ervoor met het klimaat in Nederland?" van de KNMI.

Over de Groene Rekenkamer en de quick scan

De Groene Rekenkamer is een in 2008 opgerichte stichting die zich ten doel stelt kritisch te rekenen aan zaken op het terrein van natuur en milieu. Zij zet zich daarbij af tegen de Algemene Rekenkamer.

Tot de missie hoort "het kritisch doorrekenen van overheidsbeleid op de gebieden natuur, milieu, klimaat, gezondheid en energie om de kosteneffectiviteit van de besteding van belastingmiddelen te bepalen".

De Groene Rekenkamer komt voort uit het Heidelberg Appeal Nederland en maakt dus deel uit van wat wel de twijfelindustrie genoemd wordt. De Stichting Heidelberg Appeal Nederland (stichting HAN) was een organisatie die tussen 1993 en 2008 actief was en zich bezighield met het publiceren van artikelen die kritisch zijn tegenover het Nederlands milieubeleid dat het vaak afdoet als onnodig. De organisatie was de eerste echt georganiseerde vorm van een tegenbeweging tegen de milieubeweging en werd tijdens zijn bestaan steeds vaker afgedaan als pseudo-wetenschappelijk (*bron: website Groene Rekenkamer*).

De quick scan is naar onze mening een eenzijdige benadering van de werkelijkheid waarvan de inhoud niet te verifiëren is omdat bronvermeldingen ontbreken. Zonder aanvullende maatregelen zou het in toenemende mate opstellen van zon-PV en windmolens leiden tot de risico's die in de quick scan staan benoemd. Ook de netimpact analyse van Liander bij de RES 1.0 wijst daarop. De transitie naar een duurzame energievoorziening voorziet echter juist om die reden in versterking van de netinfrastructuur en het toepassen van zogenaamde

systeemflex. Dit laatste betreft bijvoorbeeld de opslag van elektriciteit in batterijsystemen en de omzetting van elektriciteit in waterstofgas (H_2). Zo start Liander in 2022 met het programma NuLelie om het elektriciteitsnetwerk op orde te brengen en voeren we in Fryslân pilots uit voor de opslag en omzetting van elektriciteit. Bij het zonnepark in Oosterwolde staat een zogenaamde electrolyzer. Deze zet duurzaam opgewekte elektriciteit, welke niet direct kan worden teruggeleverd naar het net, om in waterstofgas.

FRYSLÂN

BEOORDELING REGIONALE ENERGIESTRATEGIE

ANALYSE - QUICK SCAN

versie 1.0
18-05-2021

Een publicatie voor Statenleden en andere
bestuurders en belanghebbenden.

secretaris@groenerekenkamer.nl
www.groenerekenkamer.nl





INHOUD

Samenvatting	4
1 Inleiding	4
2 Onderzoeksvragen en methode	7
2.1 Literatuurstudie kwalitatief	7
2.2 Kwantitatieve analyse met ETM	7
2.3 <i>Greenouts als voorpost blackout</i>	8
3 Resultaten Quick Scan	10
3.1. <i>Aanzienlijk hogere frequentie Greenouts</i>	11
3.2 Illustratie “doorrekening” met Model	12
4 Conclusie	19

ANALYSE - QUICK SCAN

BEOORDELING REGIONALE ENERGIESTRATEGIE



SAMENVATTING:

‘GREENOUTS’ RES FRYSLÂN VOORBODE BLACKOUTS

De voorliggende Quick Scan toetst gestelde energiedoelen uit de Regionale Energie Strategie (RES), die het Rijk (Ministerie van EZK) voor 2030 oplegt aan 30 regio's, waaronder Friesland.

Volgens doorrekening met het gebruikte Energy Transition Model (ETM) verdubbelt de RES de energierekening van Friese huishoudens naar 6000 euro per jaar. Kosten van het Friese energiesysteem stijgen 79% naar 1,8 miljard euro per jaar. Met name ‘van gas los’, de inzet van warmtenetten en geothermie verhoogt de kosten per huishouden aanzienlijk.

De kern van de RES Friesland is dat zij de onbalans tussen vraag en aanbod vergroot naar 230% van de vraag, door over te stappen van marktvraag-gestuurde conventionele opwekking, naar aanbod-afhankelijk vermogen, fluctuerend met het weer en de seizoenen.

Greenout en wegwerpstroom

Volgens deze Quick Scan is het gevraagde gemiddelde 411 MW netvermogen van het Fries Energiesysteem in 2030, terwijl middels de RES nog 425 MW piekvermogen aan windmolens wordt bijgeplaatst (nu 197 MW) en 522 MW piekvermogen zon.

(nu 259 MW) Zo verhoogt de RES het risico op blackouts (uitvallen stroomvoorziening) aanzienlijk.

Om blackouts te voorkomen moeten producenten van netbeheerders nu al tegen betaling windstroom ‘dumpen’, vermogen afschakelen bij overschot. Zo krijg je het fenomeen ‘wegwerpstroom’: tegen subsidie dumpen van productie. En plots veel ‘gas geven’, vermogen bijschakelen met gascentrales als wind/zon-aanbod wegvalt. De plotse noodzaak tot zulke rantsoenering tegen net-onbalans heet in vakkringen ‘brownout’, de voorloper van ‘blackout.’

De Groene Rekenkamer introduceert daarom de term ‘Greenout’, als groene versie van ‘brownout’. Door energievoorziening natuurproduct te maken, afhankelijk van weer en seizoen, noodzaakt de RES continue ingrepen tegen onbalans met groot risico op blackouts. In Friesland dreigen door bijplaatsing van overcapaciteit 39 van de 70 schakelstations voor 2030 overbelast te raken door continue Greenouts.

1 INLEIDING

Aanleiding voor het uitvoeren van deze Quick Scan van de Regionale Energie Strategie (RES) zijn vragen die in het provinciale bestuur bestaan, in het bijzonder bij de provinciale statenfracties van de FvD en de PVV. Zij zijn opdrachtgevers van deze Quickscan. Deze vragen hebben voornamelijk betrekking op de zogeheten “wijze van invulling” – de politieke keuze voor aanbod-afhankelijke energiebronnen zon en wind – en de afwezigheid van een kosten-baten-analyse voor burgers.

Ook is niet gekwantificeerd hoe via inzet op een politieke definitie van ‘hernieuwbare energie’ wordt bijgedragen aan kosten-effectieve vermindering van CO₂-uitstoot.

De Algemene Rekenkamer becijferde voor het SER Energieakkoord (14% ‘duurzaam’) een behoefte aan SDE+-subsidies van 72 miljard euro. Onderzoek in opdracht van Stichting Milieu Wetenschap en Beleid becijferde de totale kosten inclusief netaanpassingen op 107 miljard euro¹, 25 duizend euro per vierpersoons-huishouden. Dit is exclusief de lasten die volgen uit het ‘Klimaatakkoord’ waarvan de RES deel uitmaakt.

Windmolens als Windpark Fryslân sparen niet automatisch netto CO₂-uitstoot, bijvoorbeeld indien zij emissies naar elders in Europa verplaatsen. De reden is dat de helft van het Energieakkoord valt onder het ETS-emis-

¹ Stichting MW&B (2019) De kosten van het Energieakkoord Analyse van de kosten en baten van het SER Energieakkoord uit 2013 https://nlslash.nl/mwenb/De_kosten_van_het_energieakkoord_-_EMBARGO_tot_12_februari_12_uur.pdf

siehandelsstelsel. ETS is een soort ‘stoelendans’ in CO₂-tonnen. Daarbij veroorzaakt het op papier vrijkomen van tonnen CO₂-stoelen in bijvoorbeeld Nederland, zoals via Windpark Fryslân of Nij Hiddum Houw, dat bijvoorbeeld een bruinkoolcentrale in Duitsland (RWE) of Oost Europa de vrijkomende stoel bezet tegen betaling van emissierechten.

De rol van biomassa verdient ook nog enige toelichting in deze inleidende beschouwing.

Tot 2032 zal mogelijk meer dan 50 miljard euro van SDE+-subsidie besteed worden aan boskap voor biomassacentrales, goed voor een bosoppervlak van 25 Veluwes. De Koninklijke Akademie voor Wetenschappen (KNAW) becijferde in 2015 al dat biomassa-bijstook geen CO₂-besparing geeft.² Zij adviseerden de verplichtingen voor biobrandstof af te bouwen, waar de RES juist ook blijft inzetten op biogas, hout en andere biobrandstof.

Het stoken van hout heeft een even grote momentane CO₂-last per volume als bruinkool.

Een sleutelbegrip in de formulering van de Regionale Energie Strategie (RES) haar opgaven voor 2030 is ‘hernieuwbaar’. Dat politieke idee over energie, wordt door politici en door ambtenaren opgevat als elektriciteit uit zon en wind, met uitsluiting van kernenergie, en zonder aandacht voor energie-opslag om fluctuaties op te vangen van aanbodstroom.

De opdracht van het Rijk aan ieder van 30 RES-regio's, waaronder Friesland, is om een voldoende groot aandeel te leveren van de 35 TWh hernieuwbare energie die in Nederland op land zou moeten worden opgewekt in het jaar 2030. Dit is onderdeel van een in het Klimaatakkoord geformuleerd idee om over te gaan van vraag-gestuurde constante energiebronnen, naar aanbod-afhankelijke energiebronnen die variëren met weersomstandigheden, dag/nacht en seizoen.

Een verkeersmetafoor voor het elektriciteitsnet

Om in verkeerskundige metaforen de ‘transitie’ van het energiesysteem te schetsen, stapt Friesland over van met gevraagde snelheid rijdend snelwegverkeer- waarin een beperkt aantal conventionele centrales rijden- naar stadsverkeer waarin een zeer grote hoeveelheid ‘schone’ auto's afremmen, stilstaan en opstarten, ondersteund door een even grote conventionele vervoerscapaciteit voor als al die auto's plots stil staan. Daarbij neemt de kans op kettingbotsingen (blackouts) exponentieel toe, zoals de discussie in hoofdstuk 3 laat zien.

Van belang met betrekking tot het risico van blackouts is het vermogen dat het energiesysteem moet leveren om aan de vraag te voldoen, de gevraagde ‘snelheid’ op dat moment. Of je op de snelweg rijdt en 100 km/uur rijdt (het gevraagde vermogen overdag), of in een woonwijk en 50 km/uur mag rijden (‘s nachts is gevraagd vermogen laag) Dus dat je niet plots 20 km/uur op de snelweg rijdt, of 100 km/uur in bebouwde kom dankzij het wind-aanbod. Zodat je ongelukken veroorzaakt die leiden tot een verkeersinfarct (blackouts). Doen alsof aanbod-gestuurde energie-opwekking gelijk is aan vraag-gestuurde conventionele energie-opwekking is- al dan niet bewust - misleidend.

Een blackout is een zeer ernstig fenomeen dat grootschalige schade veroorzaakt. Ter vermindering van het risico op blackouts zullen maatregelen worden genomen die het net stabiliseren. Daartoe behoren ondermeer “vraagbeperkingen”, een eufemistische benaming voor rantsoenering van elektrische energie.

De concept-RES Fryslân stelt een hoger relatief aandeel in de nationale energievoorziening, omdat het streeft naar een totale hoeveelheid van 2,31 TWh voor 2030. Dit is een aandeel van 6,6% van de vraag voor heel Nederland, voor een regio die 4% van de bevolking omvat.

² KNAW (2015) VISIEDOCUMENT BIOBRANDSTOF EN HOUT ALS ENERGIEBRONNEN Effect op uitstoot van broeikasgassen <https://www.knaw.nl/actueel/publicaties/visiedocument-biobrandstof>

Ruimtebeslag en landschappelijke druk buiten beschouwing

De Regionale Energie Strategie (RES) beoogt de overstap van stabiele energiebronnen met hoge energiedichtheid (laag ruimtebeslag) die vraaggestuurd werken, naar instabiele energiebronnen met lage energiedichtheid (hoog ruimtebeslag) die aanbod-afhankelijke energie leveren, als product van het weer en het seizoen. Deze bronnen zijn middels politieke consensus ‘hernieuwbaar’ genoemd en ‘schone’ energie.

Omdat windmolens ver uit elkaar moeten staan, nemen ze per Watt (piek-)vermogen meer ruimte in dan zonne-farms, 2 Watt vermogen per vierkante meter versus maximaal 10 Watt per vierkante meter onder Nederlandse omstandigheden. De RES veronderstelt dat ruimte in dichtbevolkt Nederland geen schaars goed is.

De stuurgroep energie van Ingenieursvereniging KIVI becijferde het ruimtebeslag van 100% ‘duurzaam’, beperkt tot wind, zon en biomassa in haar notitie ‘De rekening voorbij’ (KIVI 2014)³. Bij inzet op 50% biomassa in de energiemix zou 3 maal het oppervlak van Nederland aan energiegewassen (bijvoorbeeld bos, mais, palmolie) nodig zijn (120 duizend km2). Daarnaast zou je een oppervlakte ter grootte van (ongeveer) de provincie Drenthe (2600 km2) met zonnepanelen bebouwen, en een oppervlakte ter grootte (3750 km2) van Friesland met windmolens bezetten, met het grootste aandeel daarvan op zee.

De ‘energietransitie’ en de RES gaan dus uit van het idee dat ruimte geen schaars goed is in Nederland. Ruimtebeslag van ‘duurzaam’ en de ecologische aanslag op natuurwaarden (bos, landschap) zijn in deze quickscan buiten beschouwing gelaten. De benodigde hectares voor het te installeren zonne-energie-doel voor 2030 in Friesland liggen in de orde-grootte van 500-800 hectare landbouwgrond.



³ Stuurgroep energie KIVI (2014), Ir Joost van Kasteren: De Rekening Voorbij

2. ONDERZOEKSVRAGEN EN METHODE

De Quick Scan onderzoekt de gevolgen van de RES voor de betrouwbaarheid en betaalbaarheid van het energiesysteem. Globaal kwalitatief en (gedeeltelijk) kwantitatief zijn de doelmatigheid en realiseerbaarheid van de ambities verwoord in de concept-RES Fryslân, namelijk om betaalbare en betrouwbare energievoorziening te bereiken in 2030, met de gegeven randvoorwaarden voor de toelaatbare energiebronnen.

De Quick Scan inventariseert en analyseert wat de te verwachten gevolgen van de plannen van de RES Fryslân kunnen zijn, nog afgezien van de gevolgen voor het landschap en het leefmilieu. Deze analyse is op basis van beleidsdocumenten en vanuit de volgende onderzoeksvragen:

- 1. Welke invulling van de energie-opgave is gekozen in de RES Fryslân, als aandeel van de door Den Haag gestelde energie-opgave van 35TWh?
- 2. Is er een inschatting mogelijk van de te verwachten kosten voor de plannen van de RES Fryslân?
- 3. Wat zijn de risico's en consequenties voor de continuïteit, stabiliteit en leveringszekerheid van het totale energiesysteem van het doorvoeren van de plannen in RES Fryslân 1.0 in samenhang met die van andere regio's in 2030?

2.1 Literatuurstudie kwalitatief

De Quick Scan is deels kwalitatief. De QuickScan richt zich op alle 15 beschikbare documenten vanuit de RES Fryslân, met in totaal 431 pagina's. In tabel 3 op pagina 18 zijn deze weergegeven. Ze zijn de basis voor de gehele Quick Scan.

2.2 Kwantitatieve analyse met Energie Transition Model (ETM)

Voor het genereren van een kwantitatief inzicht in de energieopbrengst, betrouwbaarheid (leveringszekerheid) en kosten is het open source Energie Transition Model (ETM) gebruikt. De modelresultaten met ingevoerde parameters van de RES Friesland staan in volgend hoofdstuk besproken.

Hier voerden we de RES Fryslân kengetallen in, zoals het te verwachten geïnstalleerde vermogen. De hieruit gegenereerde grafieken geven een indicatie van de uitdagingen op het gebied van kosten en onbalans tussen vraag en aanbod. Dit open source model is voor iedereen te raadplegen ter toetsing.

Uit geen van de door ons onderzochte RES-documenten blijkt dat een vergelijkbare scenariostudie is gedaan naar de invloed van de RES op zaken als leveringszekerheid en kosten. Ook ontbreekt de optie van (elektrische) energie-opslag.

Het is algemeen bekend dat de route van elektriciteit via waterstof naar elektriciteit buitengewoon grote verliezen kent. Om die reden is die verkwistende vorm van energie-opslag en -conversie niet in het verkenningsscenario opgenomen.

De invoer zoals die is opgezet voor het verkenningsscenario, is gespecificeerd in de scenario-definitie. Een aantal aannames zijn van grote invloed op de uitkomsten. We noemen er hier een paar⁴ (voor het jaar 2030).

⁴ Per abuis is in het 'verkenningsscenario' een vrij grote hoeveelheid te importeren waterstof in het model toegepast. Dit is van invloed op de resultaten en dient in een nadere analyse verbeterd te worden.

- **Geothermie vermogen 680 MW (50 installaties);**
- **op geothermie aangesloten warmtenetten voor 60% van huishoudens en gebouwen;**
- **beperkte opslag elektriciteit (geen waterstof-conversie, wel in accu's van elektrische auto's (180 MW, tot 70% van de capaciteit))**
- **beperkte buffer-opslag van warmte;**
- **96 windturbines in Windpark Fryslân en Nij Hiddum Houw;**
- **800 ha zonnecentrales, 4.6 miljoen zonnepanelen op dak;**
- **30% elektrische personenauto's (zie ook opslag);**
- **geen export van overcapaciteit stroom;**
- **curtailment (aftopping 70%) op zonnestroom; (N.B. mogelijkheid instelling curtailment windstroom ontbreekt in ETM).**

2.3 Greenouts als voorpost blackout

Zodra een modelsimulatie in het ETM wordt toegepast op regionaal niveau, dan wordt het aandeel "import" groot. Eigenlijk zit veel van de mogelijke problematiek van leveringszekerheid en kosten verscholen in de import (en deels ook export). In de praktijk betekent dit, dat je vaak energie moet 'weggooien' bij overproductie of vermogen moet afschakelen.

Dat doet de regionale netbeheerder Liander sinds maart 2020 al bij windpark Nijkerkerpolder in Marrum (8 turbines). Om blackouts te voorkomen door overbelasting van schakelstations bij overproductie en afgenomen vraag, krijgt de uitbater geld betaald om windmolens af te schakelen.

In de praktijk treedt nu al een 'verkeersopstopping' op het net op, als de wind plots weer opsteekt. Zoals Liander op 16 april 2020 meldde⁵ over de 'bijzondere samenwerking' met het in 2008 gebouwde windmolenpark Nijkerkerpolder: "Inmiddels is drie keer de hulp ingeroepen van het windpark, dat korte tijd een gedeelte van het park heeft stilgelegd. Indien het windpark bijspringt, krijgt het een vergoeding voor de niet-geproduceerde energie."

⁵ <https://www.liander.nl/nieuws/2020/04/16/windpark-friesland-help-om-overbelasting-te-voorkomen>



Deze rantsoenering - drie noodingrepen in 16 dagen door Liander- is geen uitzondering maar het 'nieuwe normaal' na uitvoering van de RES, en ook reeds in Duitsland staande praktijk. Daarnaast moet je gascentrales open en afschakelen, om het gevraagde vermogen op dat moment te leveren. Dit energetisch 'paniekvoetbal' vormt een wezenskenmerk van het nieuwe energiesysteem als de RES is uitgevoerd, wanneer netbeheer via publieke miljarden-investeringen afhankelijk is gemaakt van 'het weer'.

De term 'brownout' slaat in vakkringen op schadelijke fenomenen als te grote spanningsdips en fase-verandering, die plotse noodingrepen vergen tegen onbalans. Door aanpassing en uit voorzorg ook via rantsoenering van de vraag en het omleiden van stroomtransport word gewerkt aan het voorkomen van een blackout. Je moet bij plots wegvallend vermogen snel gascentrales laten 'gas geven', en bij over-aanbod van wind en zon vermogen 'dumpen' tegen subsidie. De netbeheerder moet de netfrequentie namelijk stabiel houden op 50 Hertz. Daarboven of beneden volgt blackout.

Inzake 'groene' stroom als weer- en seizoensafhankelijk natuurproduct, vermogen uit wind en zon zou de term 'Greenout' meer de lading dekken dan brownout. Een brownout is een 'ongeluk', een Greenout betekent dat je doelbewust op die ongelukken aanstuurt via subsidiering van onbalans.

3. RESULTATEN QUICK SCAN

Volgens de concept-RES heeft Fryslân in 2030 naar schatting 48 PJ (13 TWu) aan totale energie nodig. Dit zou kunnen betekenen dat de RES-regio Fryslân in evenredigheid één dertigste van de totale hoeveelheid van de benodigde 35 TWh moet opwekken. De concept-RES Fryslân stelt een hoger doel, omdat het streeft naar een totale hoeveelheid van 2,31 TWh voor 2030. Dit is een aandeel van 6,6% van de vraag voor heel Nederland, voor een regio die 4% van de bevolking omvat.

Om de totale verwachte jaarlijkse elektriciteitsvraag van 3,6 TWu continu op te wekken is een gemiddeld vermogen nodig van 411 MW. Dat is dus de gemiddelde ‘snelheid’ waarmee je moet rijden om een gevraagde afstand af te leggen (48 PJ/13TWh). Daarbij moet de netbeheerder in samen-

werking met de leveranciers op het netwerk het Frieze energiesysteem soms optrekken tot 550 MW vermogen (bij hoge vraag) of afremmen tot 275 MW vermogen.

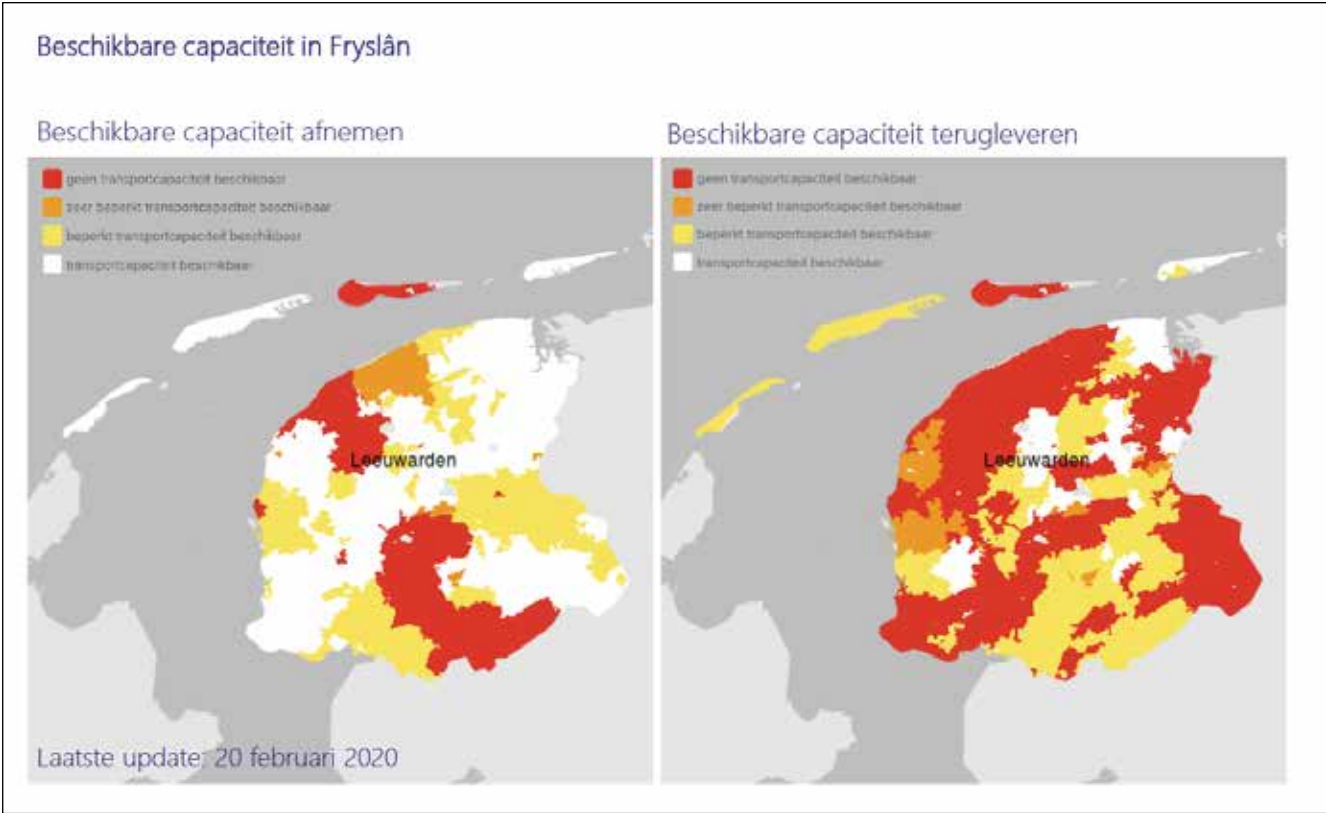
Tot 2030 wordt in Friesland nog 425 MW (piek) vermogen aan extra windmolens geplaatst bij reeds 197 MW opgesteld vermogen. En 522 MW piekvermogen aan zonnepanelen bij reeds 259 MW bestaand vermogen. Het totale opgestelde vermogen aan wind en zon bedraagt dan 230 % van het gevraagde (gemiddelde) netvermogen, bij maximale zon en wind. Nu is dat 111%.

Het bijplaatsen van de voorgenomen overcapaciteit aan windmolens en zonnepanelen, vergroot de onbalans tussen vraag en aanbod, zodat continue noodingrepen voor netbeheer het ‘nieuwe normaal’

worden. Zo stijgt permanent de kans op een regio-overschrijden- de blackout. Noodingrepen ter voorkoming via rantsoenering bespraken we net als ‘Greenout’.

In 2018 was de regionale warmte- vraag in de regio aanzienlijk: met ongeveer 20 PJ is dit 1/3e deel van het totale energieverbruik. De RES schets een potentieel grote rol voor geothermie, maar maakt niet concreet hoe groot die is of hoe die rol kosteneffectief wordt ingevuld.

De bespreking van de uitkomsten van het ETM-model op basis van het verkennende scenario volgt hier, voor achtereenvolgens de deels overlappende aspecten elektriciteit en warmte. We beginnen met een kwalitatieve bespreking van de RES-documenten.



Figuur 1. Geografisch beeld van beschikbare net-capaciteit (bron: Liander, doc. Nr. 6)

3.1. Aanzienlijk hogere frequentie Greenouts

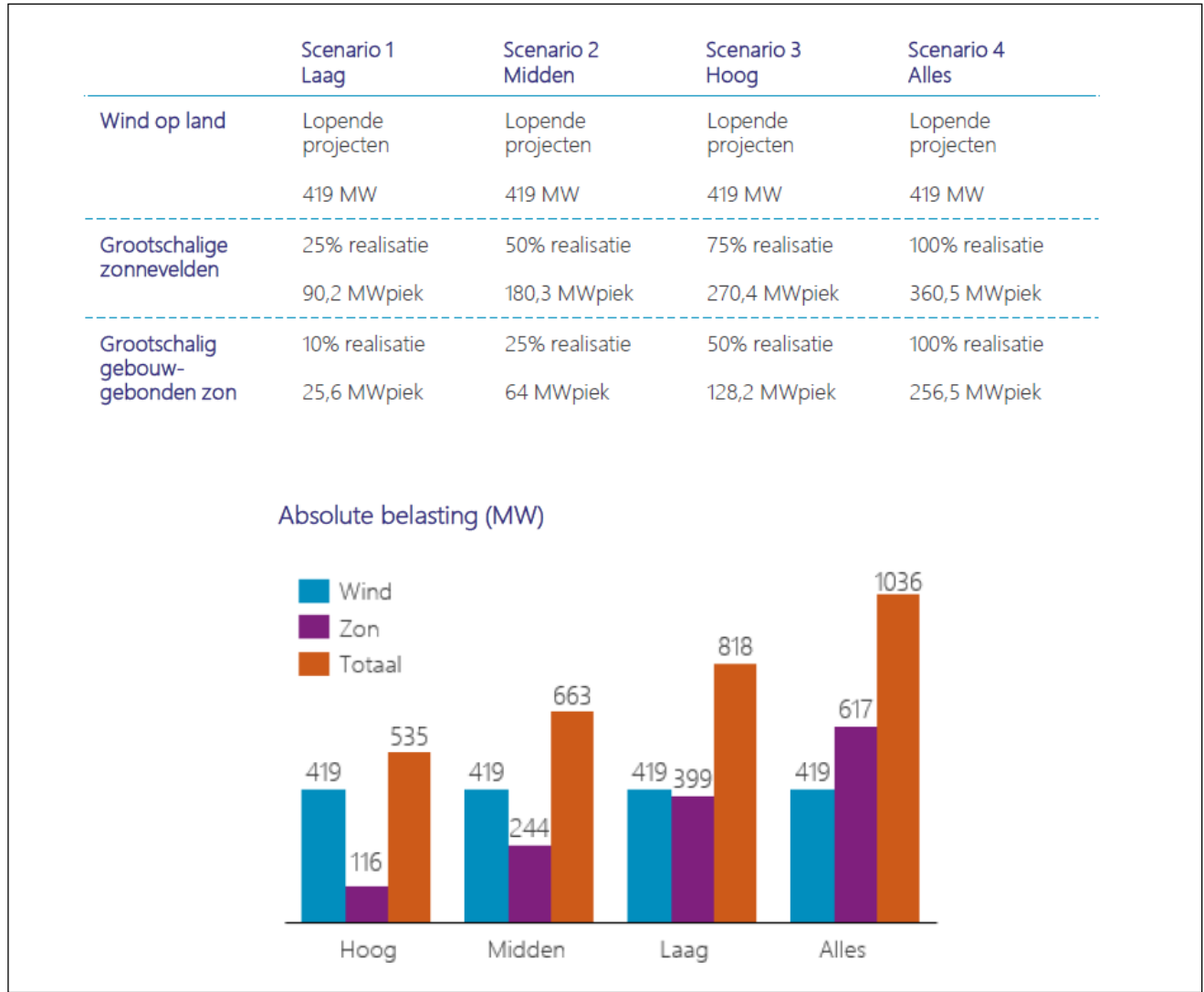
Andere motivaties dan technische deskundigheid op energiegebied spelen een sterke rol bij formulering van de RES. Bestudering van de RES-documenten onthult bij opstellers verwarring over basale natuurkundige begrippen als ‘vermogen’ en ‘energie.’ Alsof snelheid en afstand het zelfde zijn. Bestuurders veronderstellen dat een hoeveelheid conventioneel vermogen (MW) evenredig vervangen wordt door vermogen uit wind- en zon.

Hierdoor verzuimt de RES onderscheid tussen netto geproduceerde energie die benut wordt te vermelden, en bruto energie die in theorie kan worden opgewekt uit het opgestelde vermogen. Of de (bruto) opgewekte energie door al dat bijgeplaatste vermogen ook benut wordt, die vraag staat niet in de RES beantwoord.

Zo stelt het Rijk en de provincie een te produceren doel in energie (TWh), gelijk aan een te rijden ‘afstand’ in een

jaar. Het steevast gebruiken van de term ‘huishoudens’ door Rijksoverheid, milieclubs en producenten suggereert daarnaast dat windfarms en zonnefarms vraag-gestuurde stroom leveren. Terwijl zij aanbod-afhankelijke stroom als het ware over de schutting gooien bij de netbeheerder, zodat zij Greenouts veroorzaken.

De RES-regio Fryslân heeft vier scenario's aangeleverd om door te rekenen. Hierbij is het aandeel wind constant gehouden en wordt er uitsluitend gevarieerd in de hoeveelheid zonprojecten die gerealiseerd gaan worden. Het hoogste scenario van deze (720 MWpiek) is bij benadering aangenomen voor het ETM-verkenningss- scenario. Dat laat zich vergelijken met een vermogen van ongeveer 600 MW dat op het huidige netwerk kan worden geleverd. Dus een zeer aanzienlijke extra belasting met continue Greenouts, noodingrepen met rantsoene- ring door netbeheerders tegen onbalans.



Figuur 2. Scenario definities voor Friese net (bron: Liander, doc. Nr. 6)

Het bod van de regio Fryslân richt zich op de korte termijn. Liander zegt een veel grotere groei te verwachten van het aanbod van zon op daken en vooral van grootschalige zonnecentrales. Dergelijke geplande grootschalige opwekprojecten passen niet binnen het huidige elektriciteitsnet. Vooral omdat de scenario's te weinig onderscheidend zijn, stelt de netbeheerder dat het niet mogelijk is om een voorkeursscenario aan te wijzen.

We dienen dus duidelijk onderscheid te maken tussen de inpassing van aanbod-afhankelijke stroom uit wind- en zon, en vraag-gestuurde opwekking. Om nog een verkeersmetafoor te gebruiken: Stel het gevraagde vermogen in Friesland van 411 MW voor als 411passagiers die van A naar B willen (de energiebehoefte). Die reden voor de 'energietransitie' in 411 autootjes met een gediplomeerde chauffeur met controle over het gaspedaal.

Na de 'energietransitie' staan nu plots 947 extra zelfrijdende autootjes klaar, die afhankelijk van het weer rijden of plots langs de weg stilstaan. Steeds moeten de 411 passagiers dus overstappen op een conventionele auto met chauffeur. Of ze riskeren het risico op een kettingbotsing (blackout) met een zelfs landelijk uitstrekkend verkeersinfarct omdat voorliggende auto's plots afremmen.

Het bijplaatsen van overcapaciteit met regelmatige Greenouts, en dus risico op blackouts, vormt de kern van de RES. Met name het grote extra zon-vermogen kan voor blackouts zorgen. De netbeheerder Liander stelt dat bij het hoge scenario bij 39 schakelstations overbelasting dreigt in 2030, terwijl op 31 stations nog voldoende capaciteit beschikbaar is.

3.2 Illustratie “doorrekening” met ETM-Model

We gebruikten het ETM model ter illustratie van een aantal weersafhankelijke fenomenen, Dit met het voorbehoud dat er ernstige vraagtekens geplaatst kunnen worden bij de systematiek die de mechanismen van de energiemarkt zouden representeren (hierbij is het begrip 'merit order' relevant). De eerste grote lijn betreft de seizoensvariatie.

In Fryslân staat volgens het plan in 2030 ongeveer 800 MW piekvermogen aan zon opgesteld. Stel dat de opbrengst op zonnige momenten geschat wordt op 70% van de piekwaarde, dan is op zonnige dagen in april tot september de opbrengst van deze panelen voldoende om midden op de dag op zonnige uren aan de vraag te voldoen. In de winter is er weinig opbrengst te verwachten, terwijl dan de vraag naar elektriciteit veel hoger is dan in de zomer, bijvoorbeeld door extra gebruik van warmtepompen, verlichting en minstens 25% meerverbruik van elektrische auto's.

Elektriciteit uit zon

De opbrengst van zon is afhankelijk van het weer en de stand van de zon, dus het seizoen. In juni zijn er gemiddeld 5 volle zonuren per dag en in december slechts 0,5.

- Al met al is de helft van alle zonne-energie in slechts 10% van de tijd beschikbaar en de andere helft in 40%; de hoogste piekvermogens slechts gedurende 10 uur.

In de onderstaande figuur met elektriciteitsproductie voor alle bronnen zijn de globale fluctuaties zichtbaar in een jaarbeeld.

Hier is een maximaal 70% begrenzing toegepast op de zon-opwek voor het gehele jaar ten opzichte van het opgestelde vermogen van 800MW.

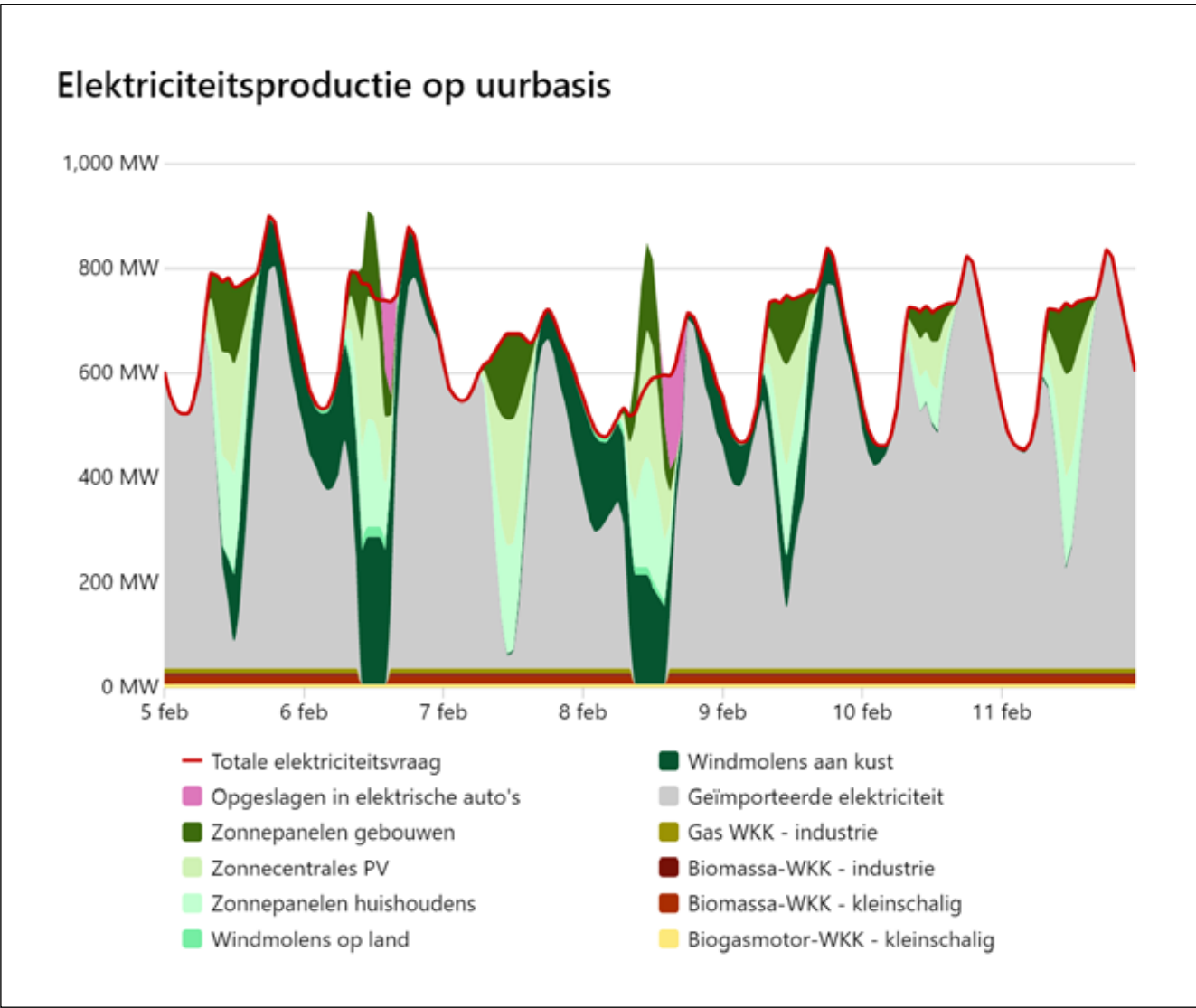
Elektriciteit uit wind

Er staat in 2030 ook 421 MW piekvermogen, met 98 turbines van 4,3 MW aan wind opgesteld, naast de reeds 197 MW opgesteld vermogen die al gerealiseerd is. Een totaal dus van 622 MW piekvermogen, dat bij optimale wind ruimschoots het gevraagde vermogen dekt (400 MW), wanneer wind dat vermogen ook stabiel zou leveren. Bij genoeg wind ontstaat er dan ook voldoende capaciteit om aan de vraag naar elektriciteit te voldoen.

In de winter waait het gemiddeld meer dan in de zomer. Dat past op zich goed bij de hogere vraag naar elektriciteit in de winter, maar de luwteperiodes moeten nog steeds wel met andere bronnen overbrugd worden.

Met de nu geplande capaciteit lijkt het voor Fryslân niet zinvol om (nog) meer hernieuwbare opwekcapaciteit op te stellen. De verwachte meeropbrengsten zijn erg klein; als de zon schijnt of als het waait, wordt er al voldoende vermogen opgewekt. Dit is ongeveer de helft van het jaar het geval. Als er tekorten zijn door te weinig zon of wind, dan helpt bijplaatsen van meer capaciteit weinig tot niets.

De aangeboden invulling van grootschalige opwekking van hernieuwbare energie is al gerealiseerd of zit "in de pijplijn" en is al vergund. De kwantitatieve invoer op basis van diverse noodzakelijke aannames (zoals bijvoorbeeld over isolatie van vrijstaande huizen) is gespecificeerd in het scenario. Een overzicht van de uitvoer van het ETM model-scenario is in de figuur te zien⁶



Figuur 3. Week-beeld van gesimuleerde elektriciteitsproductie in relatie tot vraag (2030, ETM)

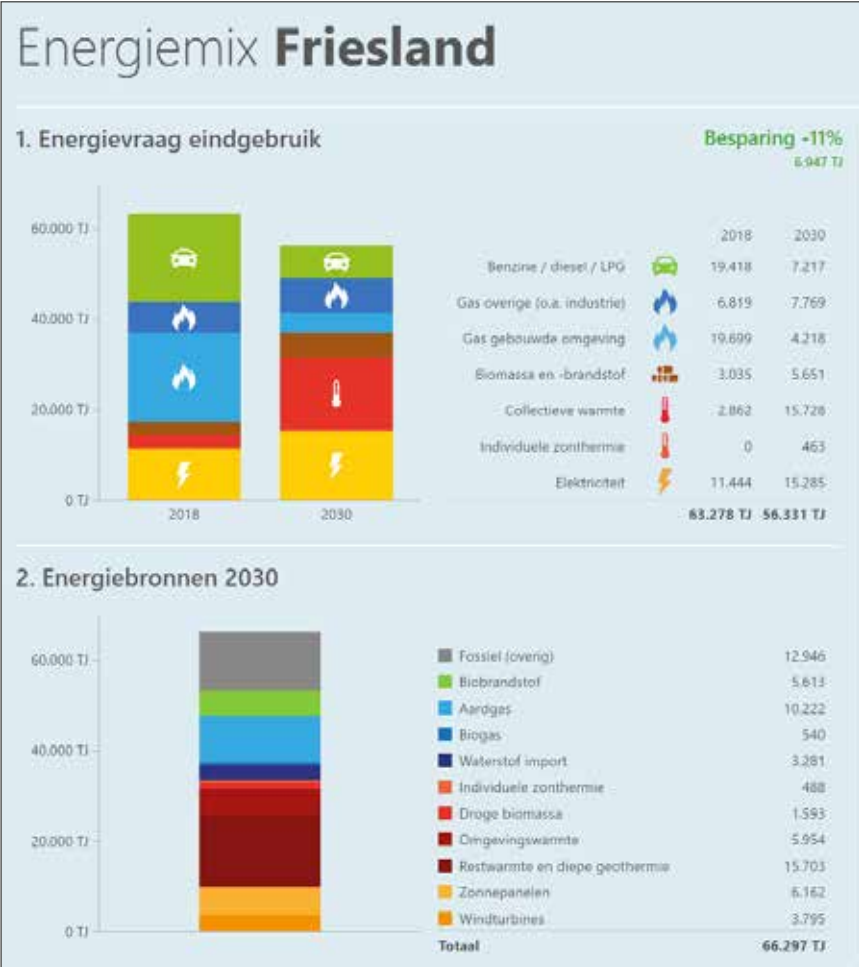
⁶ https://pro.energytransitionmodel.co/saved_scenarios/9969

Voor het ETM model zijn de hier-naast getoonde vollasturen van belang zoals toegepast in het scenario. Dit is het aantal uren in een jaar waarop bijvoorbeeld een windmolen rekenkundig zijn volle vermogen kan leveren.



Figuur 4. Aangenomen "vollasturen" voor diverse bronnen van weersafhankelijke stroom.

Hoewel alle modellen er zo nauwkeurig mogelijk naast zitten, helpt het ETM-model bij het visualiseren van de onbalans die ontstaat door het toevoegen van weersafhankelijk vermogen uit wind en zon. Ook helpt het ETM-model een indicatie geven van de kosten bij gemaakte keuzes. In de RES is die visualisatie van risico's en kosten in het geheel nagelaten. De Groene Rekenkamer vult met deze Quick Scan die leemte voor volksvertegenwoordigers, die publieke uitgaven moeten controleren op kosten-effectiviteit.



Figuur 5. Energievraag en energiebronnen uit simulatie verkenningsscenario (2030, ETM)

Wegwerpstroom: Bruto energie is geen netto verbruik

Met het inbouwen van permanent 'Greenout'-risico als wezensonderdeel van het energiesysteem, daalt het totale rendement daarvan door de combinatie van rantsoenering, en door het op/afschakelen van gas-centrales. Backup-vermogen draait met lagere efficiency. Onbalans tussen vraag en aanbod dankzij 'het weer' en 'het seizoen' maakt wegwerpstroom 'normaal' bij overschotten (veel wind of plotse zon).

De vraag of al de potentieel opgewekte energie ook daadwerkelijk benut kan worden, of als 'wegwerpstroom' wordt afgeschakeld tegen betaling, wordt niet expliciet behandeld in de RES-documenten. Deze kwestie van bruto naar netto productie raakt echter wel aan de kern van een energietransitie met weersafhankelijke bronnen.

Er wordt in de documenten gesteld dat Fryslân op momenten meer energie op zal kunnen wekken, dan het zelf verbruikt. De RES stelt vervolgens echter dat het netwerk van Tennet de overtollige elektriciteit moet kunnen afvoeren.

Echter, ook aangrenzende regio's met het zelfde weer, zetten in op de zelfde transitie naar weersafhankelijke stroom, met de zelfde beperkingen en overschotten op gelijke tijd.

De kans dat het in naburige regio's op hetzelfde moment ook waait of dat de zon daar ook schijnt is groot. Die energie gaat zonder opslag verloren. In de RES Fryslân wordt hier niet op ingegaan.

De opgave voor 'opwek' van hernieuwbare energie wordt feitelijk 'boekhoudkundig' ingeboekt vanuit wat technisch jaarlijks kan worden opgewekt, zonder rekening te houden met inpassingsbeperking op het stroomnet. Maar de opwek en levering van elektriciteit is een dynamische, continue afstemming tussen vraag en aanbod.

Opwekpotentieel dat boven de vraag uitstijgt wordt afgekapt, terwijl daarentegen een tekort aan hernieuwbare elektriciteit structureel moet worden aangevuld met import.

De overschotten aan elektrische energie kunnen in het ETM min of meer worden benut door exportfunctionaliteit te specificeren. In het huidige scenario is dit achterwege gelaten omdat dergelijke mogelijkheden

van aannames over toekomstige dynamische marktprijzen afhankelijk en daarmee dus niet eenvoudig kwantificeerbaar zijn.

Het aspect van de steeds sterkere beperkingen van de inpasbaarheid is een hoofdprobleem van de groot-schalige wind- en zonnestroom, zolang er geen opslag is. Dat blijft in de RES echter onbenoemd en onbesproken. De netto productie is in ieder geval altijd aanzienlijk lager dan de bruto 'opwek', die een bovengrens is.

Importstroom

Wat vanuit het opgestelde scenario in figuur 1 zichtbaar wordt, is de afhankelijkheid van import van energie uit andere regio's. Deze is in grijs aangegeven. Vooral als je kijkt naar een kortere tijdsperiode in de koude en warme periodes van

het jaar, wordt duidelijk wat de afhankelijkheid van import van elektriciteit is. Dit wordt een risico voor de leveringszekerheid voor de elektriciteitsvoorziening als die importstroom ook beperkingen kent.

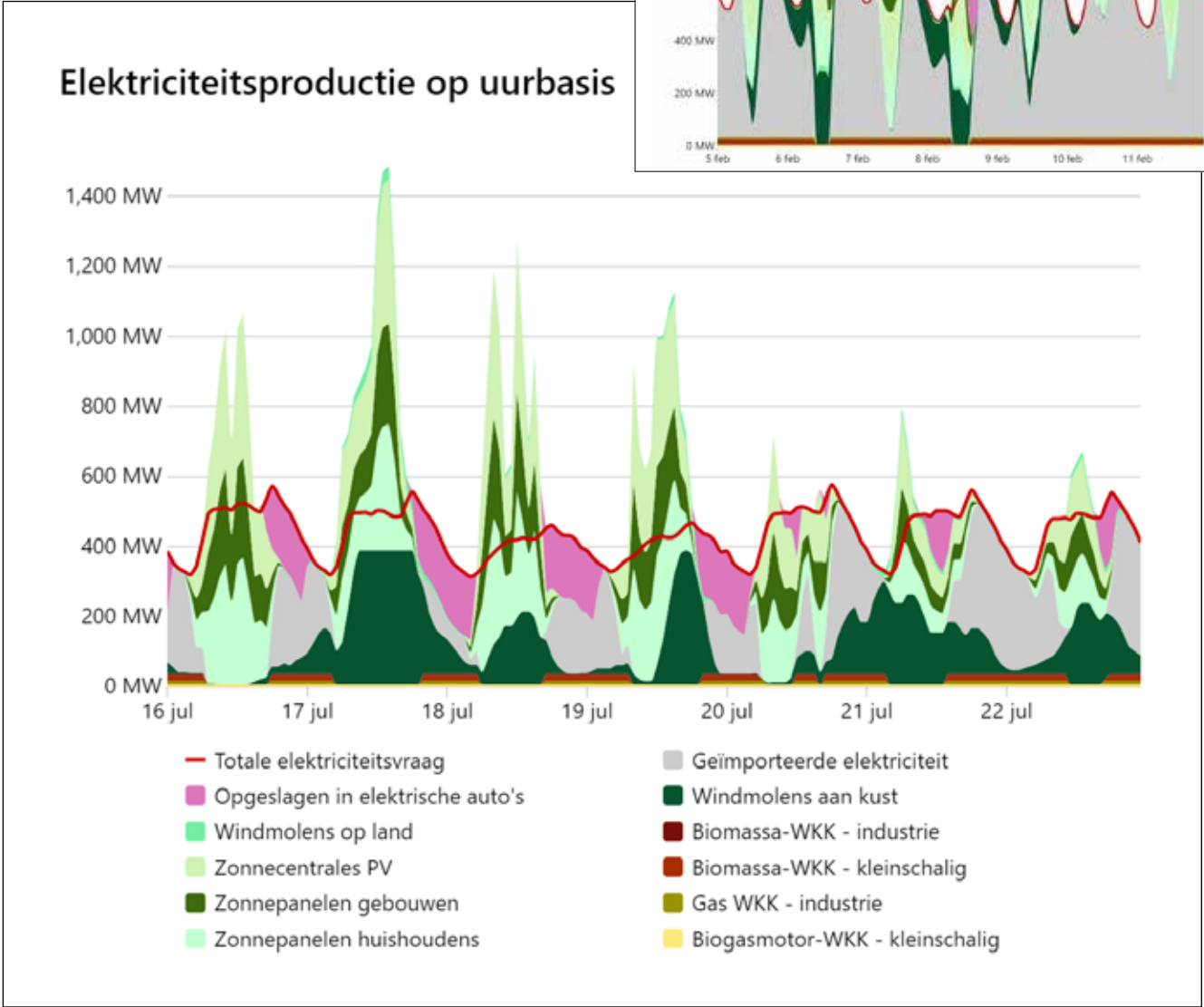
Om een idee te krijgen van de optredende fluctuaties, beschouwen we achtereenvolgens de situatie in een gesimuleerde winterweek en een zomerweek.

Wat opvalt is de lagere vraag in de periode met veel productie in de zomer, en de lagere opbrengsten met hogere vraag in de winter. Dit is precies het tegenovergestelde van wat nodig is en dit is het gevolg van de keuze voor weersafhankelijke opwekmethode die niet samenvallen met de energievraag. Dit treedt gedurende het gehele jaar op. Met name zonnepanelen leveren een mismatch met de vraag.

De simulatie laat zien dat de grijze zones in de grafieken moeten worden ingevuld via het importeren van extra 'energie'. De elektriciteitsproductie op uurbasis toont dat bijvoorbeeld in zomerdagen een groot deel van het vermogen aan zon- en wind zal moeten worden afgeschakeld, omdat het aanbod de vraag met een factor 3 of meer kan overstijgen.

Er zijn nu twee onbekende prestatie-indicatoren van een dergelijk onvolledige specificatie van het energiesysteem. Namelijk de leverzekerheid door het kunstmatig bijbouwen van overcapaciteit die ook plots kan wegvallen, de kosten en zelfs de netto CO2-besparing.

Op uurbasis zien we dat met name op zonnige zomerda-
gen de netbeheerder met grote overschotten wegwerp-
-vermogen zit, oplopend tot 1000 MW meer dan de vraag
(411). Dit zijn enkele van de juist vermelde ‘Greenout’-
-momenten waar rantsoenering toegepast moet worden.



Figuur 6. Week-beeld van gesimuleerde elektriciteitsproductie in relatie tot vraag (2030, ETM), voor winter- respectievelijk zomerweek.

Onbekende CO₂-winst

Op welke wijze de ontbrekende energie wordt opge-
wekt in relatie met CO₂-productie, is niet op voorhand
bekend. Dat daar extra verliezen op zullen treden
vanwege gedwongen niet rendabel bedrijven van in-
stallaties die vraag-gestuurde elektriciteit leveren, ligt
echter wel zeer voor de hand vanwege de fluctuaties
en onvoorspelbaarheid van de vraag. Denk daarbij
bijvoorbeeld aan de grote “spinning reserve” (back-
up, bijvoorbeeld de gascentrale van Noord Bergum)
die op deellast paraat moet zijn. De aanname in het

scenario is een 430 g/kWh, maar dat is een tamelijk
willekeurige aanname.

Hoewel de RES dus CO₂ reductie van het Klimaat-
akkoord als rechtvaardiging heeft, is onbekend in
hoeverre een CO₂-reductiedoelstelling middels het
bijplaatsen van deze overcapaciteit is gediend. Het
rendement van het energiesysteem daalt door de
toevoeging van wind- en zonne-energie, evenals het
rendement van de centrales die als backup fungeren.

Uit systeemstudies is bekend dat de marginale besparingen op CO₂ sterk afnemen naarmate een 30% aandeel
wordt benaderd. Dan heeft dus het bijplaatsen van extra capaciteit boven een bepaalde grens (rond de 30%
gemiddeld aandeel) geen nut; een extra zonnecentrale of windturbine zal geen extra CO₂ besparing opleveren.

Hierover wordt met geen enkel woord gesproken in de RES-documenten. Wanneer het Nederlandse energiesys-
teem per kWh opgewekte energie 430 gram CO₂ uitstoot met wind en zon, dan ligt dat een factor 5 hoger dan
het Franse energiesysteem (86 gram/kWh)⁷ dat voor 80 procent draait op kernenergie. Het effectief en meetbaar
mijden van CO₂-uitstoot lijkt geen doel van de RES. Het gesubsidieerde bijplaatsen van overcapaciteit wind- en
zonvermogen vormt de kern, zodat ‘Regionale Energie Sabotage’ mogelijk beter de lading dekt van de RES.
De vraag of- en zo ja hoeveel tonnen CO₂ de RES daadwerkelijk uitspaart, verdient een nader onderzoek dat buiten
de scope van deze studie ligt. Bij inpassing van 30% van wind- en zonvermogen is bekend dat de uitsparing door
inpassingsverliezen geheel kan wegvallen.

Kosten in 2030, indicatie op basis van ETM-model

Het opwekken van elektrische energie via windmo-
lens en zonnepanelen is een proces dat kapitaal
vergt. Dat blijft niet bij een eenmalige investering,
maar zal periodiek moeten plaatsvinden. Daarnaast
kent de grootschalige inpassing en benutting van die
energie op het elektriciteitsnet ook verborgen kosten,
de zogeheten systeemkosten.

Juist voor grootschalige toepassing van weersafhan-
kelijke energie worden zaken als systeemkosten be-
langrijk. De op basis van het ETM verkenningssce-
nario (2030) bepaalde kosten zijn te vinden in de tabel.
Andermaal zijn de ETM-prognose’s slechts indicaties,
die open staan voor discussie. Zij vullen echter een
leemte in de kosten-batenanalyse die alle RES-docu-
menten geheel verzuimen

De kosten zijn voor het beschouwde systeem, zonder
diverse belastingen en heffingen. Extra kosten ten op-
zichte van deze uitkomsten zijn te verwachten voor
belastingen, maar ook voor marktontwikkelingen
(premie voor betrouwbare stroom, achtervang) en in-
directe kosten die niet via het model toegankelijk zijn.
Voor RES 1.0 voor Fryslân toont tabel 2 op pagina 18
een verdubbeling van de kosten per huishouden naar
6000 euro, en tabel 1 een 79 procent toename van de
kosten van het gehele energiesysteem.

Duidelijk is dat het van gas los koppelen van wonin-
gen (warmte) een grote bijdrage levert aan die kos-
tenstijging.

Het is te verwachten dat de kostenindicatie van het
ETM een onderschatting is. Diverse soorten indirecte
kosten zijn niet eenvoudig te bepalen. Zoals de kos-
ten voor duurdere te importeren stroom in perioden
van schaarste.

Tijdens overproductie zal de waarde van opgewekte
stroom gering zijn en de marktprijs overeenkomstig
laag. Het gebrek aan inkomsten is dan een structu-
reel probleem waar alleen subsidies kunnen zorgen
voor rentabiliteit van de projecten. Ook hier betreft
het waarschijnlijk extra kosten ten opzichte van de
aannames in het ETM.

Die periodes van overproductie zullen zich zeker
voordoen in de aanloop naar 2030 indien er nog veel
meer aan weersafhankelijke energieopwekking wordt
aangesloten in alle RES regio’s en aangrenzende in-
terconnecties.

Risico’s vanwege de gevolgen van de instabiliteit van
het gehele systeem zijn hierbij (nog) niet meegenomen

⁷ Ecofys (2009) G8 Climate Score Cards, Climate performance of Canada, France, Germany, Italy Japan, Russia, United Kingdom and United States of America. Frankrijk krijgt 350 gram per kWh CO₂ toegevoegd in dit ‘onderzoek’ omdat ze niet willen dat kernenergie gunstig scoort.

Kostenpost in miljoen Euro's	2018	2030	verschil
Warmteproductie en -netten	362	823	127%
Elektriciteit	165	321	94%
Isolatie gebouwde omgeving	0	60	
Transportbrandstoffen	338	291	-14%
Netwerk (gas + elektriciteit)	133	153	22%
Voertuigen	0	141	p.m.
Totaal	998	1.790	79%

Uitsplitsing totale kosten per huishouden in Euro's	2018	2030
Warmteproductie en -netten	1.210	2.750
Elektriciteit	551	1.070
Isolatie gebouwde omgeving	0	203
Transportbrandstoffen	1.130	972
Netwerk (gas + elektriciteit)	446	513
Voertuigen	0	497
Totaal	3.338	6.015

Tabel 1 en 2: ETM-raming van totale kosten gehele energiesysteem

Nr.	Naam document	Omschrijving	Aantal Pagina's
1	05_b-Startdocument_RES_Fryslan.pdf	Startdocument 15 juli 2019	25
2	05_c-RES_Fryslân_factsheet.pdf	Factsheet	1
3	05_e-Leeswijzer.pdf	Leeswijzer Regionale Energiestrategie Fryslân (RES Fryslân)	2
4	bijlage_1_CONCEPT_RES_FRYSLÂN.pdf	Met deze Concept RES presenteren wij de duurzame energieproductie in Fryslân in 2030	14
5	bijlage_3_Bijlage_RSWCONCEPT_RES_FRYSLÂN.pdf	CONCEPT REGIONALE STRUCTUUR WARMTE FRYSLÂN	26
6	bijlage_4_Netimpact_rapportage_Fryslan.pdf	Impact van concept RES scenario's op de elektriciteits- en gasinfrastructuur RES regio Fryslân op de elektriciteits- en gasinfrastructuur RES regio Fryslân	49
7	bijlage_7_Begrotingswijziging_concept_RES.pdf	Begrotingswijziging Provinciale Staten Behandeling vaststelling Concept RES Fryslân 27 mei 2020	1
8	Hoofdrapport-Fryske-Energie-Waaier.pdf	Handreiking Fryske Energie Waaier 4 september 2020 versie 1. 0 - Samen naar duurzame energie in Fryslân	37
9	Fryske-Energie-Waaier.pdf	Opgesteld vanuit de RES-subwerkgroep Verkennend Onderzoek in samenwerking met adviesbureaus Over Morgen, H+N+S Landschapsarchitecten en BûgelHajema, in opdracht van RES Regio Fryslân	38
10	bijlage-V-Netimpact-Bouwstenen.pdf	Netimpact Bouwstenen Fryske Energiewaaier	43
11	bijlage-IV-Export-vragenlijst-Gouden-principes.pdf	Enquête resultaten 11 aandachtspunten donderdag 11 juni 2020	18
12	Bijlage-II-Voorbeelduitwerkingen-Fryske-Energie-Waaier.pdf	Voorbeelden uitwerking energiewaaier ruimtelijke invulling	20
13	bijlage-III-PK-Schema-na-terugkoppeling.pdf	Voorwaarden en uitgangspunten	1
14	Friese-Energiestrategie.pdf	FRIESE ENERGIESTRATEGIE: DE BOUWSTENEN	78
15	CE Delft - Warmtekaart provincie Fryslân.pdf	De centrale vraag voor dit onderzoek is: "Op welke wijze kan de provincie Fryslân in de warmte- en koudevraag voorzien zodanig dat er in 2050 tegen zo laag mogelijke (integrale) kosten voor gebruiker én maatschappij klimaatneutraliteit wordt bereikt?"	78
		Totaal	431

Tabel 3: Achtergronddocumenten bij de RES Fryslân

4. CONCLUSIE: BLACKOUTS EN HOGE KOSTEN DOOR GREENOUTS

Betrouwbaarheid van elektriciteitslevering is misschien wel de belangrijkste eis voor een energiesysteem. Blackouts veroorzaken hoge economische schade voor alle takken van het bedrijfsleven en burgers. De eigenschappen van grootschalig opgesteld vermogen aan wind en zon staan – zonder opslagmogelijkheden – op gespannen voet met deze eis. Greenouts treden voortdurend op en via rantsoenering moet de net-beheerder ingrijpen.

De RES Fryslân besteedt geen aandacht aan de betrouwbaarheid.

De opstellers van het document lijken daarmee - mogelijk door onbekendheid met basale natuurkundige wetten- niet op de hoogte van de ernst van de risico's van de RES- voornemens. Het winterweer in diverse landen van Texas tot in Zweden veroorzaakte onlangs ernstige problemen met de elektriciteitsvoorziening.

Ook voor Fryslân zal dit een risico worden, zeker indien de vraag van de elektrificatie toeneemt en bijvoorbeeld als het aanbod in de winter ernstig fluctueert vanwege de wisselvalligheid van de wind. In deze en vergelijkbare situaties zal de afhankelijkheid van betrouwbare import groot zijn.

Leveringszekerheid is als zodanig niet opgenomen in de toetsingscriteria van NP RES zoals opgesteld door het Plan Bureau van de Leefomgeving. De energie-import bedraagt in de plannen nog steeds ongeveer 80% van de totale energiehoeveelheid. Een elektrisch systeem is afhankelijk van berekenbare levering. In de ETM- uitvoer is te zien dat 2.17 TWu aan elektriciteit zou worden geïmporteerd, 50% van het verwachte elektriciteitsverbruik. In bepaalde periodes zal dat 90 – 100% zijn. De betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening van de regio wordt bij het hoge aandeel van weersafhankelijke stroom bepaald door:

- 1) de beschikbaarheid van importstroom;
- 2) het vermogen van de regelbare bronnen op het netwerk om grote en snelle fluctuaties te volgen.

Beide aspecten worden kritiek indien alle regio's en meerdere landen op één en dezelfde wijze weersafhankelijke stroom gaan introduceren. De enigszins karikaturale – maar wel bruikbare – benaming 'wiebelstroom' geeft beeldend weer wat hier aan de hand is. Kleinschalige wiebelstroom kan gestabiliseerd worden met conventionele bronnen die 'stuurbaar' zijn. Dat is momenteel in Nederland het geval bij een gemiddeld aandeel van 10% in het net. Het is de grootschaligheid van aanbod van wiebelstroom die daarentegen leidt tot exponentiële toename van de problemen op het net.

