

Lokale energie geeft bedrijven weer ruimte

Dit rapport is geschreven door onderzoeksbureau EqoLibrium B.V. in opdracht van Nederlandse Vereniging Duurzame Energie en Holland Solar.

Den Haag, juni 2025

De tekst is afgesloten op 12-06-2025

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Introductie	5
Hoe netcongestie een probleem werd voor verduurzaming.....	6
Het elektriciteitsnet loopt tegen grenzen aan.....	6
Netcongestie remt groene groei.....	6
Lokale opwek kan oplossing bieden voor congestieproblematiek.....	8
Bestaand beleid biedt een gedeeltelijke oplossing	8
Vermindering afnamecapaciteit cruciaal voor verlichting netcongestie	8
De potentie van lokale opwek	9
Zon, wind en opslag vullen elkaar aan	9
Lokale opwek biedt prijszekerheid	11
Elektriciteitsprijzen onder invloed van diverse factoren	11
Zekerheid en duurzaamheid door lokale opwek	11
Methode modelberekening.....	12
De opbouw van de bedrijventerreinen is verschillend.....	12
Scenario's.....	13
Resultaten kwantitatieve analyse Bedrijventerrein Afnamecongestie.....	15
Netverbruik Bedrijventerrein Afnamecongestie	15
Het financiële plaatje voor Bedrijventerrein Afnamecongestie	16
Resultaten kwantitatieve analyse Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding.....	18
De invulling van de energievraag voor Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding	18
Het financiële plaatje voor Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding	18
Conclusie	20
Appendix.....	21

Samenvatting

- **Investerings in lokale opwek van hernieuwbare energie op bedrijventerreinen kunnen een win-win situatie vormen doordat netcongestie wordt verminderd en energiekosten voor bedrijventerreinen omlaag gaan;**
- **Een mix van zon, wind, opslag en onderlinge energielevering biedt het beste perspectief op het creëren van ruimte op het net voor bedrijfsontwikkeling;**
- **Samenwerking tussen bedrijven op een bedrijventerrein is cruciaal om de baten van hernieuwbare energie optimaal te benutten...**
- **...waarbij gezamenlijke investeringen kunnen leiden tot nieuwe groeimogelijkheden zonder uitbreiding van het elektriciteitsnet.**

Netcongestie belemmert bedrijfsactiviteiten

De energietransitie in Nederland zorgt voor een sterke toename in zowel de vraag naar als het aanbod van elektriciteit. Als gevolg hiervan vormt netcongestie een groeiend probleem: het treedt op wanneer de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet op een bepaalde locatie onvoldoende is om te voldoen aan de vraag naar, of het aanbod van, elektriciteit. Dit leidt onder andere op bedrijventerreinen tot knelpunten. Bedrijven willen tevergeefs hun activiteiten uitbreiden, duurzame projecten worden vertraagd en andere bedrijven willen zich op een nieuwe locatie vestigen.

Uitbreiding van het elektriciteitsnet is de meest effectieve oplossing voor dit probleem, maar het duurt jaren voordat netuitbreidingen gerealiseerd zijn. Het huidige beleid om netcongestie aan te pakken heeft voorlopig slechts marginaal effect. Tegelijkertijd ontstaan er significante maatschappelijke kosten als gevolg van netcongestie doordat verduurzaming of bedrijfsuitbreiding niet kan plaatsvinden. Daarom zijn andere oplossingen noodzakelijk om de negatieve effecten van netcongestie tegen te gaan.

Opwek van lokale hernieuwbare energie kan verlichting bieden

Een mogelijke oplossing hiervoor is meer lokale opwek van hernieuwbare energie. Lokale energieopwekking op bedrijventerreinen, vaak in combinatie met batterijopslag of andere methoden die flexibiliteit bieden, kan namelijk bijdragen aan een verlichting van netcongestie. Hiervoor moet daarnaast vaak wel de piekvraag van het bedrijventerrein wordt verlaagd. Daarmee ontstaat er ofwel meer relatieve netruimte voor eigen gebruik, of kan de totale benodigde netcapaciteit omlaag ten gunste van andere gebruikers. Bedrijventerreinen zijn hiervoor uitermate geschikt vanwege hun schaalvoordelen en de samenhang van verschillende typen bedrijven, en dus verschillende typen energievraag.

Dit rapport onderzoekt daarom in hoeverre lokale productie van elektriciteit uit zon en wind op bedrijventerreinen een oplossing biedt voor congestieproblemen. Om dit te illustreren wordt de impact van lokale opwek voor twee typen bedrijventerreinen geanalyseerd middels een modelberekening. Voor beide bedrijventerreinen worden twee scenario's van hernieuwbare opwek (een met en een zonder windenergie) vergeleken met het *business as usual* scenario. Het scenario waarbij een combinatie van zon én wind mogelijk is, wordt aangeduid met de naam Optimum. Ten slotte wordt het scenario zonder wind aangeduid met de naam Geen Wind.

Het onderscheid tussen de twee typen bedrijventerreinen zorgt voor een bredere interpretatie van resultaten. De verschillende bedrijventerreinen betreffen hypothetische situaties, gebaseerd op echte data. Daarmee zijn deze bedrijventerreinen exemplarisch voor veel casussen in het land.

Bij het ene bedrijventerrein is het doel om de impact ten aanzien van verlichting van netcongestie in kaart te brengen. Dit wordt Bedrijventerrein Afnamecongestie genoemd. Het doel voor het andere bedrijventerrein is om de impact ten aanzien van bedrijfsuitbreiding in kaart te brengen. Dit wordt Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding genoemd. De bedrijventerreinen verschillen bovendien in samenstelling van energievraag.

Lokale opwek leidt tot minder congestie en is kostenefficiënter

Op Bedrijventerrein Afnamecongestie daalt het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van het net van 14 GWh in het huidige scenario naar minder dan 3 GWh in het scenario Optimum. Deze verduurzaming leidt tot een daling van het piekvermogen van 5,2 MW naar 4,5 MW, waardoor er 15% aan netcapaciteit vrij komt. Het scenario zonder windenergie leidt eveneens tot een daling van benodigde netcapaciteit, al gaat het hier om slechts 0,1 MW. Het piekverbruik van het bedrijventerrein neemt minder af wanneer er geen gebruik wordt gemaakt van lokale opwek van windenergie. Voor een significante daling van piekverbruik is er dus een combinatie van zon en wind nodig.

Voor Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding zorgen beide verduurzamingsscenario's (met en zonder wind) voor de benodigde netruimte om bedrijfsuitbreiding mogelijk te maken. Zonder wind is wel een investering in een 2,5 MW gasturbine nodig om de benodigde netonafhankelijkheid te waarborgen. Het scenario met windenergie leunt daarentegen sterker op batterijopslag (19 MWh) om de hernieuwbare productie optimaal te benutten.

Financieel gezien zorgen beide verduurzamingsscenario's voor lagere operationele kosten, ondanks hogere afschrijvingslasten. Voor zowel Bedrijventerrein Afnamecongestie als Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding dalen de jaarlijkse kosten in het scenario Optimum met zo'n 50%. De combinatie van wind en zon blijkt in alle gevallen kostenefficiënter dan een aanpak zonder wind.

De resultaten tonen aan dat nader lokaal onderzoek loont in geval van netcongestie

Al met al tonen de resultaten van de modelberekeningen aan dat lokale opwek van hernieuwbare energie een win-win situatie kan creëren. Doordat operationele kosten hiervan lager liggen dan een *business as usual* scenario is er voor bedrijventerreinen een economische impuls om te investeren in lokale opwek van hernieuwbare energie. Deze investeringen kunnen vervolgens leiden tot een significante verlaging van het piekvermogen van een bedrijventerrein, waardoor afnamecongestie verminderd kan worden. Hierdoor ontstaat er ruimte voor uitbreiding van bedrijfsactiviteiten of aansluiting van nieuwe bedrijven.

Hoewel het altijd maatwerk blijft en de situatie per bedrijventerrein zal verschillen, loont het om de inzet van lokale opwek van hernieuwbare energie te onderzoeken op momenten dat bedrijfsuitbreiding of uitbreiding met nieuwe bedrijven spaak loopt op netcongestie. Door lokale samenwerking tussen bedrijven is er zowel vanuit kostenoptiek, als vanuit de maatschappelijke bijdrage (in de vorm van werkgelegenheid en toegevoegde economische waarde) vaak meer mogelijk dan op het eerste gezicht gedacht. Vanuit economisch en maatschappelijk oogpunt zou het daarom aan te bevelen zijn als bedrijven – in samenspraak met gemeente en provincie – onderzoeken wat de ruimte is om potentiële uitbreiding van bedrijventerreinen alsnog te kunnen ontwikkelen.

De resultaten in dit rapport zijn gemodelleerd met de Energy Hub Optimizer, onderdeel van het TEACOS-model van Quo Mare¹. De TEACOS-modelberekeningen laten zien dat investeringen in lokale opwek van hernieuwbare energie op beide onderzochte bedrijventerreinen lonen.

¹ Informatie over het TEACOS-model is te vinden via deze [link](#).

Introductie

Met de ontwikkeling van de energietransitie in Nederland heeft netcongestie zich de afgelopen jaren gemanifesteerd als een knelpunt voor het halen van de klimaatdoelen. Bedrijven kunnen hun activiteiten niet meer uitbreiden, duurzame projecten worden vertraagd en nieuwe uitbreidingen van bedrijventerreinen zijn vaak niet mogelijk. Netcongestie houdt in dat het elektriciteitsnet (op piekmomenten) onvoldoende capaciteit biedt op die locatie om de aangeboden of gevraagde hoeveelheid elektriciteit te verwerken.

Inmiddels is er een aantal beleidsmaatregelen in gang gezet om de problemen rond netcongestie op te lossen. Zo wordt het elektriciteitssysteem dusdanig ingericht dat elektriciteitsgebruik dat netcongestie vermindert, wordt beloond. Tegelijkertijd wordt er werk gemaakt van verzwaringen en uitbreidingen van het elektriciteitsnet. Maatregelen in de eerste categorie bieden echter slechts beperkt een uitweg, terwijl het resultaat van netuitbreidingen en -verzwaringen nog jaren op zich laat wachten.

Een extra oplossingsrichting kan gevonden worden in de focus op lokale opwekking van hernieuwbare energie. Wanneer er wordt ingezet op lokale productie (achter de meter) kan de belasting van het elektriciteitsnet verminderd worden. In het bijzonder zijn bedrijventerreinen hiervoor geschikt. Zo kan er een relatief grote capaciteitswinst geboekt worden als bedrijventerreinen minder afhankelijk worden van centrale netten. Ook bieden bedrijventerreinen relatief veel fysieke ruimte die benodigd is voor lokale opwek van energie.

Om een bijdrage te leveren aan de verlichting van afnamecongestie, om onder andere uitbreiding van activiteiten weer mogelijk te maken, moet lokale opwek van hernieuwbare energie leiden tot een vermindering van de piekvraag van elektriciteit. Immers, afnamecongestie wordt verminderd wanneer de gereserveerde netcapaciteit – wat gebaseerd is op de gezamenlijke piekvraag van een bedrijventerrein – verlaagd kan worden. Om dit te bewerkstelligen moet lokale opwek (in de vorm van zonne- en windenergie) wel aangevuld worden met vormen van flexibiliteit zoals batterijopslag.

Hoe netcongestie een probleem werd voor verduurzaming

Het elektriciteitsnet loopt tegen grenzen aan

De energietransitie is sinds het Parijsakkoord van 2015 in een stroomversnelling geraakt. Met name de groei in het aanbod van hernieuwbare energie, zoals zon- en windenergie, heeft – als vervanging van fossiele brandstoffen – sindsdien voor CO₂-reductie gezorgd. Om verdere CO₂-reductie te bewerkstelligen wordt het belang van vergroening van de vraag naar energie steeds groter.

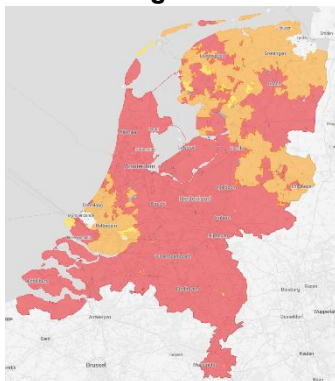
Elektrificatie zal hierbij een grote rol blijven spelen. Via elektrificatie worden energiegebruikers in staat gesteld om in meerdere mate gebruik te maken van hernieuwbare energie.

De ontdekking van het Groningse gasveld in de jaren '50 heeft ertoe geleid dat Nederland een relatief uitgebreid gasnetwerk heeft. Dat maakte investeringen in een uitgebreid elektriciteitsnet in de afgelopen decennia minder noodzakelijk voor ons energiesysteem. Het Nederlandse elektriciteitsnet is ontworpen voor een relatief eenvoudig gebruik van het systeem. Inmiddels leggen de toename in vraag naar elektriciteit en de toename in aanbod van (hernieuwbare) elektriciteit steeds meer druk op het in capaciteit relatief beperkte elektriciteitsnet.

Deze ontwikkeling heeft inmiddels geleid tot problemen rond netcongestie, zowel aan de aanbod- (invoedingscongestie) als aan de vraagkant (afnamecongestie) van elektriciteit. Van invoedingscongestie is sprake wanneer het (maximale) aanbod van elektriciteit groter is dan wat het net op dat moment kan verwerken. Afnamecongestie wijst op de situatie waarbij de vraag naar elektriciteit groter is dan de capaciteit van het elektriciteitsnet.

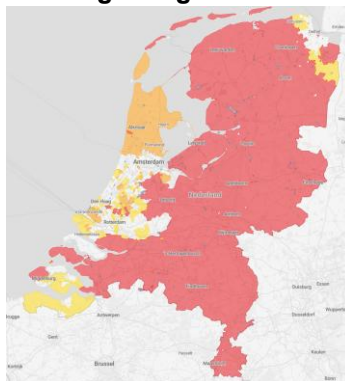
Transport (of transmissie) van elektriciteit wordt inmiddels op verschillende plekken op bepaalde tijdstippen beperkt door het elektriciteitsnet. In 2018 waarschuwde TenneT al voor capaciteitsproblemen, maar sindsdien is het probleem verder gegroeid. Momenteel zijn er tientallen zogenaamde congestiegebieden in Nederland. Dit zijn gebieden waar netbeheerders geen nieuwe of grotere aansluitingen toestaan voor afname of invoeding van elektriciteit. De verwachting is dat deze situatie de komende jaren zal verergeren.

Afnamecongestie NL



Bron: TenneT

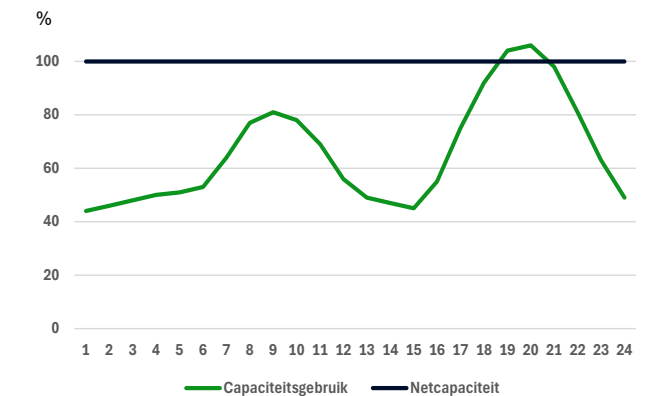
Leveringscongestie NL



Bron: TenneT

Netcongestie remt groene groei

Toch is er in praktijk op veel uren van de dag nog voldoende ruimte op het elektriciteitsnet beschikbaar, ondanks dat er sprake is van netcongestie in de piekuren. Fysieke overbelasting komt zelden voor. Netcongestie ontstaat wanneer de verwachte transportcapaciteit op enig punt in het jaar het beschikbare maximum bereikt, zowel op basis van contractuele afspraken als op basis van realistische gebruiksverwachtingen.

Niet op elk moment netcongestie²

Bron: EcoLibrium B.V.

Als dit maximum is bereikt, kunnen netbeheerders niet meer aan de groeiende transportvraag voldoen en aanvragen voor meer transportcapaciteit weigeren. Het gevolg is dat er wachtrijen ontstaan voor aangevraagde elektriciteitsaansluitingen. In de praktijk leidt dit tot vertraging van duurzame projecten en tot een beperking van economische ontwikkeling, bijvoorbeeld doordat bedrijfsuitbreidingen niet kunnen plaatsvinden. In de praktijk worden de mogelijkheden voor verdere CO₂-reductie en investeringen hiervoor uitdagender.

Het Ecorys-rapport: “*Effecten van netcongestie op CO₂-reductie en economische ontwikkeling*”³, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, uit 2024 onderstreept de ernst van dit probleem. Het rapport berekent hoeveel inkomsten bedrijven mogelijk mislopen als ze geen nieuwe of grotere elektriciteitsaansluiting kunnen krijgen. Dit doet het door te laten zien hoeveel toegevoegde waarde een sector verliest bij één megawattuur (MWh) aan niet getransporteerde stroom.⁴

Volgens het Ecorys-rapport tellen deze gederfde baten op tot EUR 3.499/MWh en EUR 11.656/MWh voor respectievelijk huidige en toekomstige bedrijfsprocessen die geen doorgang vinden door netcongestie. Daarnaast loopt de energietransitie vertraging op doordat benodigde CO₂-reductie, als gevolg van elektrificatie, niet kan plaatsvinden.

² Het capaciteitsgebruik is weergegeven als benadering van de werkelijkheid.

³ Het rapport van [Ecorys](#)

⁴ Het rapport van Ecorys merkt op dat absolute kosten van netcongestie afhangen van de werkelijke hoeveelheid elektriciteit die in een bepaalde situatie niet kan worden geleverd.

Lokale opwek kan oplossing bieden voor congestieproblematiek

Bestaand beleid biedt een gedeeltelijke oplossing

Om de problemen rondom netcongestie op te lossen, heeft de overheid in 2022 het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN) opgericht. Het LAN is een initiatief van het (toenmalige) ministerie van Economische Zaken en Klimaat, netbeheerders, de Autoriteit Consument en Markt (ACM), regionale overheden en marktpartijen. Het programma kent drie hoofdlijnen:

1. Sneller bouwen;
2. Beter benutten;
3. Slimmer inzicht.

Onder de eerste hoofdlijn vallen maatregelen die de fysieke uitbreiding van het elektriciteitsnet moeten versnellen. Onderdeel hiervan is het versnellen van vergunningverlening. Zo worden er landelijke afspraken gemaakt met provincies en gemeenten om procedures voor netuitbreidingen te versnellen. Daarnaast is de wet aangepast zodat netbeheerders sneller kunnen investeren in netuitbreidingen op basis van verwachte (in plaats van zekere) vraag. Tot slot wordt ingezet op een versnelling van het opleiden en werven van technisch personeel via samenwerkingen met mbo's en hogescholen.

Onder de tweede hoofdlijn, beter benutten, vallen maatregelen die gericht zijn op het efficiënter gebruiken van bestaande netcapaciteit. Capaciteitsbeperkingscontracten (CBC's), tijdgebonden transportrechten en congestiemanagement zijn hier voorbeelden van. Bij CBC's krijgen afnemers een aansluiting onder de voorwaarde dat ze op piekmomenten hun verbruik beperken. Tijdgebonden transportrechten verlenen toegang tot het elektriciteitsnet binnen vastgestelde tijden, bijvoorbeeld 's nachts. Via netcongestie kunnen elektriciteitsverbruikers gevraagd worden om hun verbruik aan te passen tegen vergoeding.

De derde hoofdlijn richt zich op het verbeteren van transparantie en samenwerking. Onder deze hoofdlijn vallen maatregelen zoals wachtrijbeheer met prioritering en het oEcoLibriumetten van regionale regietafels. Wachtrijbeheer met prioritering doelt op het feit dat partijen die belangrijke maatschappelijke functies vervullen (zoals drinkwaterbedrijven) voorrang krijgen bij een nieuwe of uitbreiding van een bestaande elektriciteitsaansluiting. Door middel van regionale regietafels brengen netbeheerders, overheden en bedrijven op lokale niveau hun projecten en knelpunten samen in kaart om gecoördineerd keuzes te maken.

Vermindering afnamecapaciteit cruciaal voor verlichting netcongestie

Een bedrijventerrein heeft een bepaalde elektriciteitsvraag waarop de afnamecapaciteit gebaseerd is. De afnamecapaciteit kan grofweg op twee verschillende manieren georganiseerd zijn. De meest voor de hand liggende manier is dat de afnamecapaciteit van een bedrijventerrein de optelsom is van de afnamecapaciteit van elk individueel bedrijf. Wanneer er bijvoorbeeld vijf bedrijven zijn met elk een afnamecapaciteit van 2 MW, dan is de opgetelde afnamecapaciteit 10 MW.

Deze optelsom is (in het licht van de problematiek rond netcongestie) echter suboptimaal. De afnamecapaciteit van het bedrijventerrein wordt hier namelijk mee overschat. De situatie dat elk afzonderlijk bedrijf tegelijkertijd 100% van zijn eigen afnamecapaciteit in gebruik neemt, komt immers praktisch niet voor. Daarom volstaat een afnamecapaciteit die lager is dan 10 MW.

De tweede manier waarop de afnamecapaciteit gebaseerd kan worden, is dan ook de gezamenlijke afnamecapaciteit. Op deze manier wordt al rekening gehouden met een overschatting van afnamecapaciteit als gevolg van de optelsom van individuele capaciteit. De netbeheerder kijkt in dit geval samen met de verschillende bedrijven naar individuele piekvraag en de gelijktijdigheid daarvan. Op basis hiervan wordt berekend wat de gezamenlijke piekvraag, en dus afnamecapaciteit, zal zijn.

De potentie van lokale opwek

Als de afnamecapaciteit van elektriciteitsverbruikers omlaag gebracht kan worden, ontstaat er per saldo ruimte op het elektriciteitsnet voor nieuwe activiteiten en/of andere afnemers. Dat kunnen afnemers zijn die al een aansluiting hebben, of zelfs nieuwe elektriciteitsverbruikers. Lokale opwek van hernieuwbare energie heeft de potentie om netafhankelijkheid van elektriciteitsverbruikers te verminderen. Op die manier zou een bijdrage kunnen worden geleverd aan het verminderen van netcongestie.

In het bijzonder zijn bedrijventerreinen hiervoor geschikt. Enerzijds kan daar een relatief grote capaciteitswinst geboekt worden als bedrijventerreinen minder afhankelijk worden van centrale netten. Anderzijds bieden bedrijventerreinen relatief veel ruimte die benodigd is voor lokale opwek van energie. Bovendien is er samenwerking nodig om het potentieel ten aanzien van verlichting van netcongestie zo efficiënt mogelijk te benutten.

Om dit potentieel te benutten, is het voordeliger dat lokale opwek van hernieuwbare energie leidt tot een lagere piekvraag van een bedrijventerrein. Immers, alleen wanneer de piekvraag van een bedrijventerrein afneemt, zal de gedeelde afnamecapaciteit van deze gebruikersgroep kunnen verminderen. Dit zorgt voor een verminderde belasting van het onderstation waardoor er meer capaciteit op het centrale elektriciteitsnet beschikbaar komt voor andere toepassingen, zoals de bouw van een woonwijk of bedrijfsuitbreiding.

Enkel een toename van lokale hernieuwbare energie zal echter niet voldoende zijn om de piekvraag van een bedrijventerrein te verlagen. Er zijn immers ook momenten dat de zon niet schijnt en de wind niet waait (*dunkelflaute*). Inzetten op lokale productiecapaciteit zal dus gepaard moeten gaan met manieren van flexibiliteit, zoals batterijopslag en vraagsturing. De netafhankelijkheid moet afnemen om bij te dragen aan een verlichting van netcongestie.

Een focus op lokale elektriciteitsopwekking uit zon en wind kan in theorie leiden tot invoedingscongestie. Deze situatie kan ontstaan wanneer momenten van significante lokale opwekking van hernieuwbare energie samenvallen met een lage lokale elektriciteitsvraag. Als gevolg zou het lokale overschot aan opwekking de netcapaciteit van het elektriciteitsnet kunnen overstijgen. Batterijen bieden hier eveneens een belangrijke oplossing voor. Deze kunnen een groot deel van potentiële netbelasting tegengaan, omdat ze doorgaans opladen (electriciteit afnemen) op momenten dat er een overschot aan elektriciteitsopwekking is. Daarnaast is *curtailment* – het bewust verminderen van elektriciteitsproductie van wind- of zonne-energie – incidenteel noodzakelijk om invoedingscongestie te vermijden.

Zon, wind en opslag vullen elkaar aan

De mate van opwek van elektriciteit op basis van wind en zon is afhankelijk van de weersomstandigheden. Dit maakt de productie variabel en de opbrengst, zeker op uur- en dagbasis, onzeker. Ondanks deze onzekerheid vullen de gemiddelde productiepatronen van zon en wind elkaar deels aan, zowel op dag- als jaarbasis. Het gaat hier nadrukkelijk om gemiddeldes, waardoor de complementariteit slechts in theorie bestaat en sterk per dag en per jaar kan verschillen.

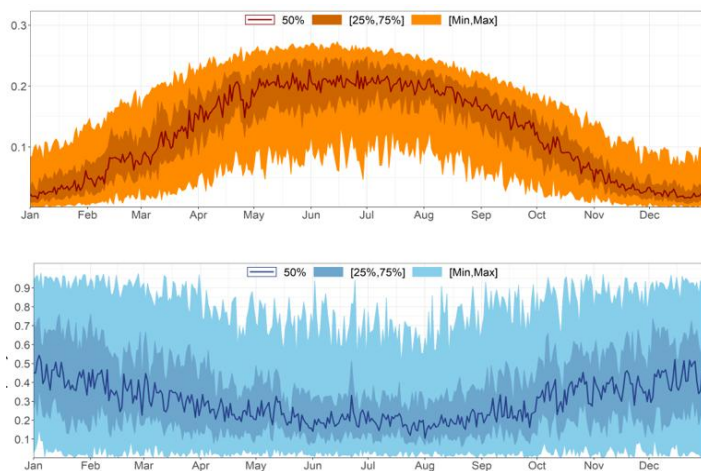
De zon levert overdag (in potentie) de meeste energie, terwijl dit 's avonds en 's nachts snel daalt. Windsnelheden zijn in de namiddag en aan het begin van de avond het hoogst. Zo vullen de twee hernieuwbare energiebronnen elkaar deels aan. Op jaarbasis geldt dat in het voorjaar en de zomer de lange dagen voor een hoge productie van zonne-energie zorgen. De productie van windenergie is daarentegen over het algemeen relatief hoog in het najaar en de wintermaanden.

Zon en wind zijn dus tot op zekere hoogte complementair aan elkaar. Desondanks zullen er per etmaal momenten zijn waarop vraag en aanbod niet goed op elkaar aansluiten, bijvoorbeeld doordat het 's avonds minder hard waait. Hier komt energieopslag in beeld, met name in de vorm van batterijen. De kans op tekorten is echter het grootst tijdens windstille winteravonden, terwijl een

aanbodoverschot relatief vaak in het voorjaar en de zomer voorkomt. Dergelijke verschillen vereisen seizoensopslag, waarvoor batterijen minder geschikt zijn. Lange termijnopslag staat in veel gevallen nog in de kinderschoenen.

Zon en wind tot op zekere hoogte complementair

Capaciteitsfactor

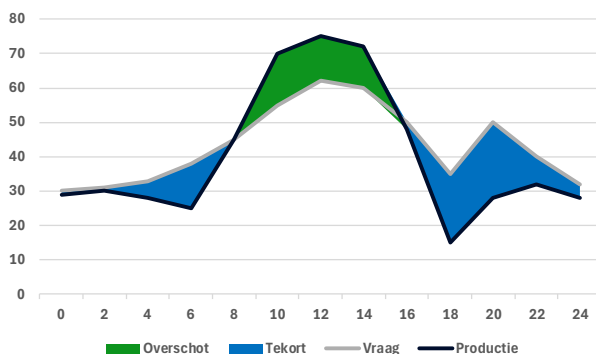


Bron: Quo Mare

Batterijen kunnen overtollige stroom opslaan op momenten van overproductie, bijvoorbeeld overdag als de zon schijnt, en deze weer vrijgeven tijdens piekvraag (aan het begin van de avond). Dit proces wordt *peakshaving* genoemd, waarbij de benodigde productie tijdens momenten van piekvraag wordt afgevlakt. Op deze manier maakt opslag het mogelijk om hernieuwbare bronnen efficiënter te gebruiken en minder vaak afhankelijk te zijn van conventionele elektriciteitscentrales tijdens momenten van piekvraag. Vraagsturing kan een vergelijkbaar effect bereiken.

Theoretisch weergave *peakshaving*

GWh



Bron EcoLibrium B.V.

Lokale opwek biedt prijszekerheid

Elektriciteitsprijzen onder invloed van diverse factoren

Wanneer bedrijventerreinen niet investeren in lokale opwek van hernieuwbare energie, blijven ze in grotere mate afhankelijk van het elektriciteitsnet. Dat zorgt voor een grotere blootstelling aan de prijsvolatiliteit op elektriciteitsmarkten, waarbij elektriciteitsprijzen tot stand komen op basis van een veelvoud aan factoren. Een van de belangrijkste factoren die de prijs van elektriciteit bepaalt, met name voor langetermijncontracten, is de aardgasmarkt.

Elektriciteitsprijzen komen tot stand op basis van de zogenaamde *merit order*. Dit is een mechanisme waarbij alle vormen van elektriciteitsopwekking worden gerangschikt op basis van hun marginale kosten. De marktprijs wordt vervolgens bepaald door de duurste eenheid die nog nodig is om aan de totale elektriciteitsvraag te voldoen. Zon en wind hebben relatief lage marginale kosten, terwijl gascentrales relatief hoge marginale kosten hebben, onder meer door de relatief hoge prijs van aardgas. Hoewel er steeds meer elektriciteit wordt opgewekt met zon en wind, blijven gascentrales op veel momenten prijszettend omdat zon en wind op dat moment niet in de volledige vraag naar elektriciteit kunnen voldoen.

Een grotere afhankelijkheid van het elektriciteitsnet betekent dus ook een grotere afhankelijkheid van prijsontwikkelingen op de aardgasmarkt. Omdat Europa veel aardgas importeert uit andere werelddelen in de vorm van LNG (aardgas in vloeibare vorm), zijn aardgasprijzen vatbaar voor geopolitieke ontwikkelingen. Juist deze geopolitieke ontwikkelingen zijn er de laatste jaren niet zekerder op geworden. Dat maakt afhankelijkheid van het elektriciteitsnet inherent een afhankelijkheid van onzekere prijzen.

Zekerheid en duurzaamheid door lokale opwek

Investerings in lokale opwek van hernieuwbare energie geven de gebruikers ervan juist in meerdere mate prijszekerheid. Wanneer bedrijventerreinen investeren in lokale opwek van hernieuwbare energie worden ze minder afhankelijk van de elektriciteitsmarkt. Kapitaalkosten van de benodigde investeringen kunnen met relatief grote zekerheid worden ingeschat en vastgesteld. Het benodigde kapitaal kan aangetrokken worden via een derde partij. Op die manier worden kapitaalkosten vertaald naar operationele kosten. De jaarlijkse operationele kosten worden dan vormgegeven door rente- en afschrijvingskosten en onderhoudskosten. Zo wordt prijszekerheid gecreëerd rond energiekosten.

Daarnaast bieden investeringen in lokale opwek van hernieuwbare energie voordelen ten aanzien van het groene imago van een bedrijventerrein. Een focus op lokale opwek, waarmee eveneens CO₂-reductie bespaard kan worden, kan onderdeel vormen van een marketingstrategie gebaseerd op duurzaamheid.

Zo kan lokale opwek van hernieuwbare energie zowel voordelen brengen voor het bedrijventerrein zelf, als voor de maatschappij. Waar het bedrijventerrein gebaat is bij prijszekerheid en een groen imago, plukt de maatschappij de vruchten van ruimte die ontstaat op het elektriciteitsnet.

Methode modelberekening

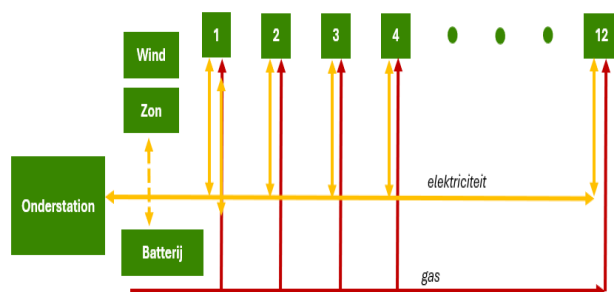
De uitkomsten van de modelberekening laten in dit rapport zien in hoeverre lokale productie van elektriciteit uit zon en wind een oplossing bieden voor congestieproblemen. Deze analyse is toegespitst op twee verschillende soorten bedrijventerreinen. De bedrijventerreinen worden in het rapport aangeduid als 'Bedrijventerrein Afnamecongestie' en 'Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding'. Er is specifiek voor deze twee typen bedrijventerreinen gekozen omdat ze beide een verschillende realistische praktijksituatie representeren.

De opbouw van de bedrijventerreinen is verschillend

Bedrijventerrein Afnamecongestie betreft een bedrijventerrein waarbij de verschillende individuele bedrijven eigen contracten hebben voor elektriciteitsafname van het net. De optelsom van deze individuele capaciteit vormt de contractuele afnamecapaciteit van het centrale elektriciteitsnet. Door lokale opwek van hernieuwbare energie en samenwerking tussen bedrijven, kan de contractuele afnamecapaciteit verminderd worden waardoor er voor de netbeheerder per saldo netcapaciteit vrijkomt.

Dit bedrijventerrein bestaat uit twaalf bedrijven die verschillende sectoren representeren, zoals afvalverwerking, opslag- en koelhuizen, terminals, productielocaties, kantoorpanden en bouwbedrijven. De warmtevraag van Bedrijventerrein Afnamecongestie wordt in de huidige situatie ingevuld door gasboilers. Er is eveneens een bedrijf dat restwarmte over heeft.

Schematische weergave terrein Afnamecongestie

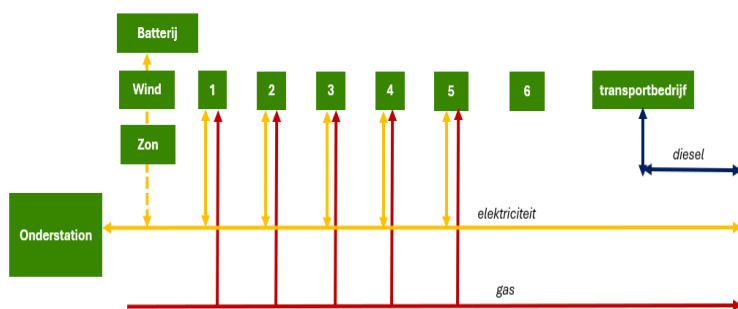


Bron: EqoLibrium B.V.

Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding is een bedrijventerrein waar een bestaand bedrijf wil verduurzamen en een nieuw bedrijf wil vestigen. Er is in de huidige situatie echter geen ruimte op het elektriciteitsnet om dit mogelijk te maken. Lokale opwek van hernieuwbare energie en samenwerking tussen de bedrijven kan de piekvraag van dit bedrijventerrein verminderen, waardoor ruimte kan ontstaan voor verduurzaming en bedrijfsuitbreiding binnen de bestaande contractuele afnamecapaciteit.

Dit bedrijventerrein bestaat uit vijf fabrieken met elk een netaansluiting van 1 MW. Deze fabrieken overwegen om hun gasgestookte verwarming te vervangen door warmtepompen. Daarnaast is er een transportbedrijf gevestigd op dit bedrijventerrein. Dit bedrijf heeft een wagenpark dat bestaat uit vrachtwagens die rijden op fossiele brandstoffen. Het overweegt om de overstap te maken naar een wagenpark van elektrische vrachtwagens. Tot slot is er een nieuw bedrijf dat zich graag op dit terrein wil vestigen.

Schematische weergave terrein Bedrijfsuitbreiding



Bron: EqoLibrium B.V.

De bedrijventerreinen verschillen dus in kenmerken. Belangrijk is daarnaast dat het doel, dat ten grondslag ligt aan de verkenning van het Bedrijventerrein van lokale opwek van hernieuwbare energie, tussen de bedrijventerreinen verschilt. Voor Bedrijventerrein Afnamecongestie is het doel om de gezamenlijke netcapaciteit te verlagen zodat er netcapaciteit ontstaat voor toepassingen buiten het bedrijventerrein. Voor Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding is het doel om binnen de bestaande afnamecapaciteit ruimte te creëren voor verduurzaming en uitbreiding van bedrijvigheid op het bedrijventerrein zelf.

Voor beide bedrijventerreinen maakt de modelberekening inzichtelijk wat de technische en economische implicaties zijn.

Berekeningen en modellering met de Energy Hub Optimizer, onderdeel van TEACOS

De analyses en berekeningen in dit rapport zijn uitgevoerd met behulp van het TEACOS-model (*Techno-Economic Analysis of Complex Option Spaces*) van Quo Mare. Dit model geeft middels een optimalisatieberekening inzicht in de technisch-economische potentie van lokale opwekmogelijkheden. De Energy Hub Optimizer is een onderdeel van TEACOS dat speciaal geconfigureerd is om business cases voor bedrijventerreinen en energiehub door te rekenen.

De TEACOS Energy Hub Optimizer rekent op uur- of kwartierbasis en houdt daarbij rekening met de inzet van verschillende energiebronnen, marktmechanismen en de impact van fluctuaties in hernieuwbare opwek. De in deze studie gebruikte input voor deze fictieve bedrijventerreinen is gebaseerd op realistische data. De modelaannames staan genoteerd in de appendix.

Scenario's

Voor beide bedrijventerreinen wordt een drietal scenario's doorberekend. Het eerste scenario betreft het '*business as usual*' scenario. Dit scenario analyseert de technische en economische resultaten voor de bedrijfsvoering volgens de huidige situatie. Daarmee geeft het inzicht in de huidige kosten voor de energievraag van de bedrijventerreinen. Het scenario dient als referentiepunt, waartegen de andere twee scenario's worden afgezet. Dit scenario wordt 'huidig' genoemd.

Het model minimaliseert de totale energiekosten van de bedrijventerreinen. Het gaat dan om een minimalisatie van operationele kosten (OPEX). Benodigde kosten voor investeringen (CAPEX) in technieken voor lokale opwek van hernieuwbare energie worden eveneens weergegeven als OPEX. Deze kosten bestaan uit de jaarlijkse afschrijvingen en rente- en onderhoudskosten.

Het Optimum scenario maakt duidelijk welke capaciteitswinst haalbaar is tegen geminimaliseerde kosten. Bij dit tweede scenario is een combinatie van wind en zon mogelijk.

Het derde scenario is vergelijkbaar met het tweede scenario, maar sluit de mogelijkheid uit dat hernieuwbare energie wordt opgewekt door windmolens. Dit scenario wordt 'Geen Wind' genoemd. Dit scenario is toegevoegd vanuit het oogpunt van het gebrek aan maatschappelijke acceptatie ten aanzien van wind-op-land. Windmolens (op land) worden niet zonder meer door omstanders geaccepteerd. Een vergelijkbare studie had gedaan kunnen worden zonder de optie van zon in de elektriciteitsmix. Maar gezien de iets grotere maatschappelijke bezwaren tegen wind-op-land, hebben we gekozen voor dit scenario. De uitkomst zonder zon in de mix zou echter grofweg vergelijkbare resultaten laten zien.

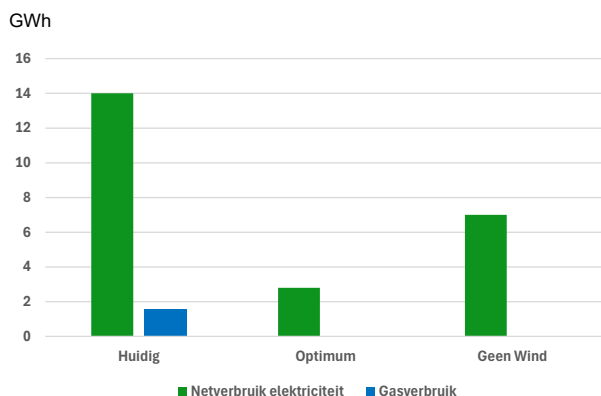
Resultaten kwantitatieve analyse Bedrijventerrein Afnamecongestie

Netverbruik Bedrijventerrein Afnamecongestie

Zoals te zien op de linker grafiek hieronder, komt het verbruik van het elektriciteitsnet in het scenario Huidig op jaarbasis neer op 14 GWh. Daarnaast telt het gasverbruik op tot 1,6 GWh. Door in te zetten op opwekking van hernieuwbare energie op het bedrijventerrein daalt het jaarlijks netverbruik naar minder dan 3 GWh in het scenario Optimum. Het gasverbruik is bovendien gedaald tot nul doordat het bedrijventerrein heeft geïnvesteerd in een warmtenet⁵. In het Geen Wind scenario is er nog steeds een halvering van het elektriciteitsverbruik van het net bewerkstelligd.

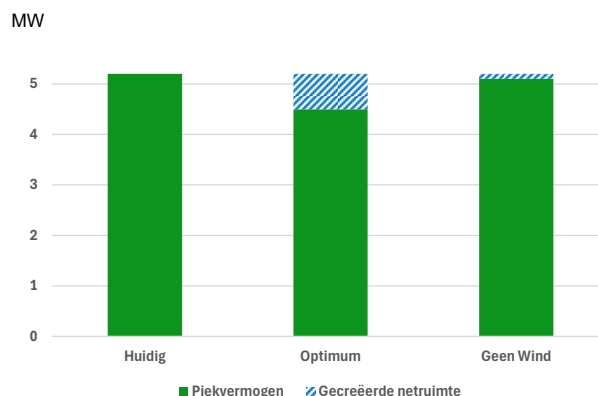
Op de rechter grafiek hieronder is te zien wat de implicaties hiervan zijn voor het vrijspelen van netcapaciteit. Omdat het piekvermogen afneemt van 5,2 MW tot 4,5 MW in het scenario Optimum wordt 0,7 MW (zo'n 15%) vrijgespeeld op het onderstation. Het scenario Geen Wind speelt met 0,1 MW significant minder capaciteit vrij. De daling van het jaarlijkse netverbruik is (relatief) beduidend meer dan de ruimte die ontstaat op het net. Dat komt omdat de vrijgespeelde netcapaciteit gelijkstaat aan de potentiële verlaging van het gecontracteerde piekvermogen. Er wordt dus over een heel jaar significant minder stroom van het net afgenomen. Maar lokale opwek kan niet voorkomen dat er soms nog noodzaak is voor netlevering en dus daalt de vraag naar capaciteit op het net niet evenredig.

Jaarlijks netverbruik neemt fors af



Bron: EqoLibrium B.V.

Daardoor ontstaat er ruimte op het net



Bron: EqoLibrium B.V.

Dit heeft te maken met de aanwezigheid van periodes van *dunkelflaute*. Op deze momenten zijn zon en wind onvoldoende aanwezig om in de volledige piekvraag te voorzien. Hoewel batterijen een oplossing kunnen bieden voor tijden zonder zon en wind, zullen er voorlopig periodes zonder zon en wind blijven bestaan die langer duren dan de overbruggingstijd die een batterij kan bieden. Een scenario zonder wind blijkt significant minder in staat om de piekvraag in te vullen in deze periodes.

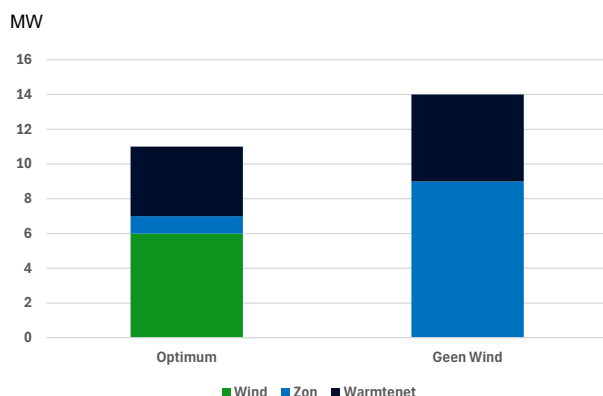
Daarnaast kunnen we op basis van de modelberekening concluderen dat een combinatie van zon en wind significant betere resultaten oplevert ten aanzien van het verminderen van congestie dan het scenario zonder wind. Hoewel het jaarlijks netverbruik in het scenario Geen Wind is gehalveerd, ontstaat er slechts marginaal ruimte op het net. Dat maakt een combinatie van zon en wind de facto een voorwaarde voor significante verlichting van congestieproblematiek.

⁵ Een warmtenet is economisch interessant wanneer de ruimte tussen verschillende bedrijven niet te groot is. Op de bestudeerde bedrijventerreinen wordt aan deze voorwaarde voldaan.

Het financiële plaatje voor Bedrijventerrein Afnamecongestie

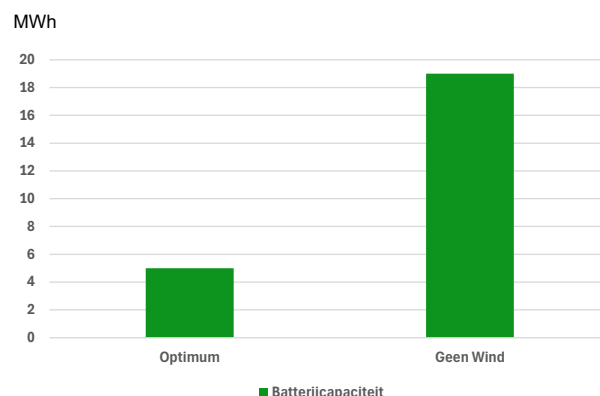
In de scenario's waarbij lokale opwek van hernieuwbare energie plaatsvindt, wordt geïnvesteerd in zonnepanelen, batterijen, een warmtenet, en in het geval van het scenario Optimum ook in windenergie. Zoals te zien op de grafieken hieronder⁶, leidt het scenario Geen Wind tot fors hogere investeringen (in capaciteit) in zonne-energie en batterijvermogen. De afwezigheid van windenergie maakt immers een grotere afhankelijkheid van zon. Om deze elektriciteitsproductie van zon zo efficiënt mogelijk in te zetten, ontstaat er eveneens een grotere afhankelijkheid van batterijcapaciteit.

Zonder wind grote noodzaak zon



Bron: EqoLibrium B.V.

Meer batterijcapaciteit nodig zonder wind

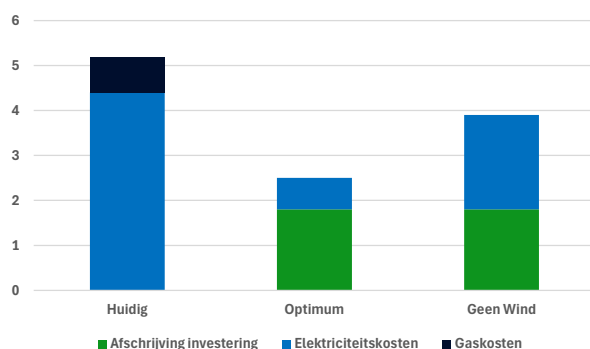


Bron: EqoLibrium B.V.

De totale investeringen voor de scenario's Optimum en Geen Wind komen uit op respectievelijk EUR 14,5 miljoen en EUR 17,6 miljoen. Deze investeringen leiden tot verschillende energiekosten, maar komen beide lager uit dan in het scenario Huidig. Doordat de netafhankelijkheid in beide scenario's fors afneemt, dalen de elektriciteitskosten significant. Er ontstaan door de vereiste investeringen in hernieuwbare energie wel afschrijvingskosten (inclusief onderhoud en rente), maar deze zijn significant lager dan de oorspronkelijke energiekosten.

Operationele kosten dalen

Miljoen euro (per jaar)



Bron: EqoLibrium B.V.

De afschrijvingen voor lokale opwek van hernieuwbare energie komen in de scenario's Optimum en Geen Wind neer op EUR 1,8 miljoen per jaar. Door de gedane investeringen zijn de bedrijventerreinen

⁶ Het scenario Huidig is hier niet weergegeven, omdat er in dit scenario geen extra investeringen in hernieuwbare energie plaatsvinden.

in de scenario's Optimum en Geen Wind overgestapt van gas op elektriciteit. Daardoor dalen de verbruikskosten van aardgas tot nul.

De totale jaarlijkse kosten dalen in het scenario Optimum met 50% ten oEqoLibriumichte van het referentiescenario. Daarnaast brengt het scenario Geen Wind, met een percentage van 25% eveneens een serieuze kostendaling teweeg. In beide scenario's leidt een investering in lokale opwek van hernieuwbare energie dus tot lagere operationele kosten.

Resultaten kwantitatieve analyse Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding

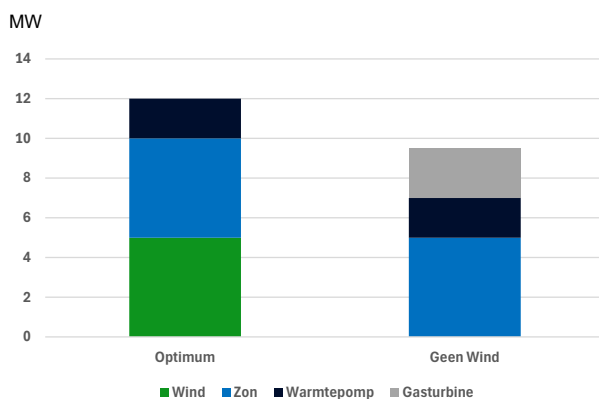
De invulling van de energievraag voor Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding

Voor bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding is het doel om binnen de bestaande afnamecapaciteit van het elektriciteitsnet ruimte te creëren voor een toename in bedrijvigheid en een ombouw van een fossiel wagenpark naar een elektrisch wagenpark. Het huidige netverbruik is voor dit bedrijventerrein dus als uitgangspunt genomen. Er wordt dus niet gestuurd op oplossingen met een lagere netbelasting. Er wordt gestuurd op kosteneffectiviteit voor de bedrijven. Een lagere netbelasting kan wel een neveneffect zijn.

Voor beide scenario's waarin wordt geïnvesteerd in lokale opwek van hernieuwbare energie (Optimum en Geen Wind) geldt dat het model resultaten oplevert die het doel van de studie, namelijk bedrijfsuitbreiding, mogelijk maken. Sterker nog, beide scenario's laten zien dat gasgestookte verwarming vervangen kan worden door warmtepompen, het fossiele wagenpark vervangen kan worden door een elektrisch wagenpark⁷ en dat er ruimte ontstaat voor een nieuw bedrijf.

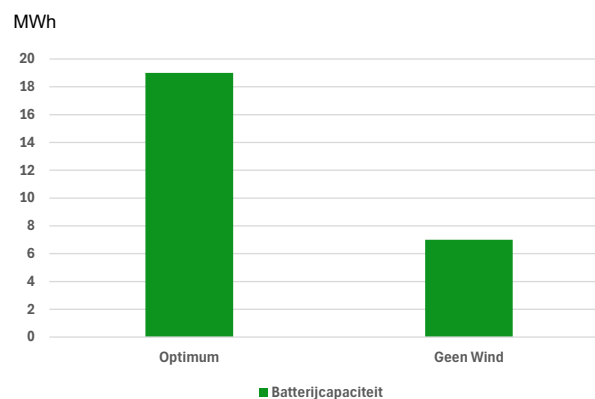
De onderstaande grafieken tonen de samenstelling van de energievraag⁸ voor beide scenario's. Door de mogelijkheid voor zonne- én windenergie, leunt het scenario Optimum in meerdere mate op de opwek van hernieuwbare energie. Dat maakt een grotere batterijcapaciteit (19 MWh) noodzakelijk om dit potentieel aan hernieuwbare energie (zo efficiënt mogelijk) te benutten. Daarnaast leidt het scenario Geen Wind tot een investering in gasturbines van 2,5 MW om de voor bedrijfsuitbreiding benodigde onafhankelijkheid van het elektriciteitsnet tweeweg te brengen. Met andere woorden, het uitsluiten van windenergie leidt tot een afhankelijkheid van aardgas.

Gasturbine vervangt windenergie



Bron: EgoLibrium B.V.

Hernieuwbaar vergt batterijcapaciteit



Bron: EgoLibrium B.V.

Het financiële plaatje voor Bedrijventerrein Bedrijfsuitbreiding

De investeringskosten van beide scenario's verschillen fors. Zo leidt het scenario Optimum tot een totale investeringssom van bijna EUR 18 miljoen, terwijl het scenario Geen Wind met EUR 9,7 miljoen grofweg op de helft van dit bedrag uitkomt door de inzet van een gasturbine. Als gevolg van de verschillen in benodigde investeringen komt ook een verschil in operationele kosten tot stand. Op de grafiek hieronder zijn deze verschillen weergegeven.

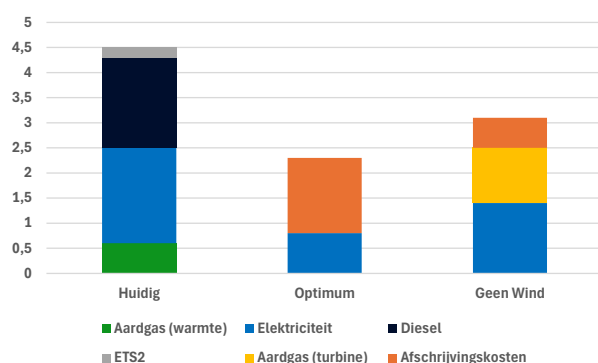
⁷ Het verschil in aanschaf- en onderhoudskosten van een diesel wagenpark versus een elektrisch wagenpark is geen onderdeel van deze studie.

⁸ Het scenario Huidig is wederom niet weergegeven, omdat er in dit scenario geen investeringen in hernieuwbare energie plaatsvinden.

In het scenario Huidig maakt het fossiele wagenpark deel uit van het bedrijventerrein. Dat gaat gepaard met forse operationele kosten voor diesel (en als gevolg daarvan ook ETS2-kosten). Daarnaast is het bedrijventerrein in dit scenario in relatief grote mate afhankelijk van het elektriciteitsnet, waardoor ook deze operationele kosten relatief hoog zijn.

Ook hier forse reductie operationele kosten

Miljoen euro



Bron: EqoLibrium B.V.

In de scenario's Optimum en Geen Wind, nemen de jaarlijkse operationele kosten significant af. De kostenreductie van EUR 2,2 miljoen per jaar in het scenario Optimum zorgt voor 50% lagere operationele kosten. In het scenario Geen Wind is er eveneens een forse afname van jaarlijkse operationele kosten zichtbaar. Het gaat hier om een afname van EUR 1,4 miljoen wat overeenkomt met ruim 30%. Bovendien laten deze resultaten zien dat een combinatie van windenergie en (extra) batterijcapaciteit in het scenario Optimum leidt tot een kosteneffectievere investering dan een investering in een gasturbine.

Een groot deel van de kostenverlaging komt door de vermeden dieselkosten, doordat het fossiele wagenpark vervangen is door een elektrisch wagenpark. De benodigde investeringen leiden tot afschrijvingskosten die lager zijn dan de kosten voor diesel en aardgas (warmte). Bovendien dalen de elektriciteitskosten doordat er gebruik gemaakt wordt van eigen opwek.

De resultaten van deze modelberekening zijn grotendeels toe te schrijven aan de specifieke kenmerken van dit bedrijventerrein. De verandering van het wagenpark van fossiel naar hernieuwbaar speelt immers een grote rol in de totstandkoming van resultaten. Hoewel deze case niet uniek is – er zijn immers meerdere bedrijventerreinen die een vergelijkbare transitie moeten doormaken om een grotendeels fossiele energievraag te vervangen door een hernieuwbare – vergt generalisatie van de resultaten wel zorgvuldigheid.

Conclusie

Investerings in lokale opwek van hernieuwbare energie kunnen verlichting bieden ten aanzien van netcongestie en tegelijkertijd de operationele kosten van een bedrijventerrein verminderen. Bovendien betalen de investeringen zich uit doordat operationele kosten significant afnemen waarmee de investering kan worden terugverdiend. Daarmee vormen investeringen in lokale opwek van hernieuwbare energie in deze studie een win-win situatie. De operationele kosten van de bedrijventerreinen dalen, terwijl er netcapaciteit ontstaat. Hierdoor kunnen bedrijven hun bedrijfsactiviteiten toch uitbreiden zonder investeringen vanuit de netbeheerder aan het elektriciteitsnet. Ook blijkt dat samenwerking binnen een bedrijventerrein en investeringen in hernieuwbare energie kan leiden tot extra ruimte, waardoor nieuwe bedrijven alsnog passen in een bestaand bedrijventerrein.

De scenario's Optimum, waar windenergie bij beide bedrijventerreinen onderdeel uitmaakt van het energie-aanbod, scoren beter op het gebied van kosteneffectiviteit. Maar ook het scenario zonder wind, aangevuld door de andere beschikbare opties, laat significante kostenbesparingen zien. Dit biedt ruimte aan een eventuele suboptimale inzet van windmolens wanneer praktische belemmeringen zoals hoogtebeperking, of stilstandsuren om zorgen rond vogels of slagschaduw zouden leiden tot minder draaiuren. De optimale combinatie van energiebronnen is bovendien vraagafhankelijk. Zo zijn er bedrijventerreinen die makkelijker hun vraag kunnen aanpassen aan het typische patroon van productie van zonne-energie. Windenergie blijkt wel essentieel om een significant resultaat te behalen ten aanzien van vermindering van netcongestie.

De in deze studie beschreven modelresultaten zijn gebaseerd op het collectieve belang van een bedrijventerrein. Een onderlinge verdeling van kosten en baten is in deze studie niet meegenomen. Om deze modelresultaten in de praktijk te bewerkstelligen zijn dus goede samenwerking en duidelijke afspraken nodig tussen verschillende bedrijven. Voorbeelden hiervan zijn het doen van gezamenlijke investeringen, het oprichten van een coöperatie, of het gezamenlijk betrekken van gemeentes. Samenwerking op basis van optimale verdeling van kosten en baten zal kunnen leiden tot een kostenoptimalisatie voor individuele bedrijven.

Kortom, het valt aan te bevelen voor bedrijfsterreinen die tegen de grenzen van groeimogelijkheden aanlopen als gevolg van netcongestie om te laten onderzoeken of samenwerking leidt tot nieuwe inzichten. Hernieuwbare energiebronnen zoals zon- en windenergie kunnen – zeker in combinatie met energieopslag – leiden tot verschillende voordelen. Denk hierbij aan meer ruimte op het elektriciteitsnet, verlaging van operationele kosten, verduurzaming van het energieverbruik en dus een grotere maatschappelijke bijdrage.

Of zo'n investering daadwerkelijk leidt tot deze voordelen zal per bedrijventerrein verschillen. Dit is afhankelijk van de samenstelling van typen bedrijven, de beschikbare ruimte, het maatschappelijk draagvlak voor sommige energie-oplossingen en de samenwerking met lokale overheden (voor bijvoorbeeld de benodigde vergunningen).

Dit rapport toont aan dat bedrijven, gemeente en provincie in gesprek zouden moeten op die momenten dat netcongestie een gewenste uitbreiding van bedrijfsactiviteiten in de weg staat. Een nadere studie voor zo'n bedrijventerrein dat wil uitbreiden, lijkt absoluut te lonen.

Appendix

De TEACOS Energy Hub Optimizer die ten grondslag ligt aan dit rapport onderzoekt de mogelijkheden van het betreffende bedrijventerrein voor het gezamenlijk verminderen van congestieproblemen op basis van een kostenoptimalisatie. Het model gaat uit van de volgende elementen:

- Energieverbruik en opwek van de individuele bedrijven van elektriciteit, gas en warmte;
- Prijsprofielen van energiedragers, prijs en capaciteit van aansluitingen;
- Potentieel aan beschikbare opties voor verduurzaming, opwek, opslag en onderlinge energielevering;
- Investerings- en operationele kosten voor de opties en de bijbehorende infrastructuur.

Voor elk van deze elementen is een aantal aannames gemaakt. Met betrekking tot de algemene aannames voor beide bedrijventerreinen, geldt het volgende:

- het aanbod van en de vraag naar elektriciteit en warmte zijn gespecificeerd op uurbasis voor het weerjaar 2023;
- hoewel de kosten van elektriciteit per uur verschillen, zijn deze voor de studie gemiddeld;
- de kosten voor elektriciteit en aardgas worden opgebouwd door de groothandelsprijs, energiebelasting⁹, netkosten en een marge voor de energieleverancier;
- tot slot is elektriciteitshandel via batterijen buiten de scope van de studie gelaten. Verschillende individuele bedrijven kunnen immers tegenstrijdige belangen hebben ten aanzien van batterijhandel, terwijl de studie zoekt naar een kostenoptimalisatie voor het gehele bedrijventerrein.

Wat betreft de keuzeopties voor het aanbod van (hernieuwbare) energie kan het model kiezen uit de volgende opties met bijbehorende aannames¹⁰:

Technologie	CAPEX	Vollasturen
Wind	1.400 €/kWe	3.734
Zon-PV	1.084 €/kWe	1.178
Batterij	200 €/kWh	
Directe elektriciteitsverbinding	500 €/m	
Warmtenet	1.004 €/kWth	
Warmtepomp	875 €/kWe	
Gasturbine	450 €/kWe	

Het model houdt geen rekening met een zogenaamde *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), maar rekent in plaats daarvan met een vereenvoudigde rendementseis van 10% op de investering (CAPEX). Deze rendementseis omvat eveneens onderhoudskosten. Daarnaast wordt rekening gehouden met *Fixed Operational Expenditures* (FOPEX). Dit zijn jaarlijks vaste operationele kosten, uitgedrukt als percentage van de investeringskosten. Hiervoor wordt uitgegaan van 5%.

Er is ook een aantal opties buiten beschouwing gelaten, zoals: electrolyzers, import van waterstof en biogas. Deze opties zijn op korte termijn immers niet kosteneffectief.

⁹ De kosteneffectiviteit van lokale opwek van hernieuwbare energie wordt mede vormgegeven door het ontlopen van energiebelasting. Een massale beweging naar lokale opwek zou de totale opbrengsten uit de energiebelasting significant kunnen verminderen. Een gevolg zou kunnen zijn dat de overheid energie op een andere manier gaat belasten om dit potentiële gat op te vullen.

¹⁰ Indien gewenst kunnen de gebruikte bronnen toegestuurd worden.

Voor meer informatie over deze publicatie, of de andere diensten van EqoLibrium kunt u contact opnemen met:

Hans van Cleef – hans.vancleef@eqolibrium.com / 0031- 6 30 90 33 76

Bart van der Pas – bart.vanderpas@eqolibrium.com / 0031-6 36 52 95 51

Fabian Steenbergen – fabian.steenbergen@eqolibrium.com / 0031-6 18 55 34 46

Rutger de Mare – rutgerdemare@eqolibrium.com / 0031 – 6 13 13 35 60

Gregor Brandt – gregorbrandt@eqolibrium.com / 0031 – 6 28 41 62 43

Mathijs Stelwagen – Mathijsstelwagen@eqolibrium.com / 0031 – 6 34 93 37 59

DISCLAIMER

Dit document is samengesteld door Quo Mare c.s. (Quo Mare B.V., Publieke Zaken Energy Research & Strategy, EqoLibrium B.V.). Dit document dient uitsluitend ter informatie en vormt geen aanbod van effecten aan het publiek, noch enig advies met betrekking tot de financiële markten, energiemarkten, het doen van beleggingen, kostenbeheer en/of zakelijke activiteiten, noch een uitnodiging tot deze handelingen. Financiële handelingen of transacties kunnen derhalve niet berusten op (de informatie in) dit document. Quo Mare c.s., haar bestuurders noch haar werknemers geven enige verklaring of garantie, expliciet of impliciet, omtrent de nauwkeurigheid, volledigheid of juistheid van dit document en de bronnen die hierin worden vermeld en zij aanvaarden geen aansprakelijkheid voor enig verlies of schade, direct of indirect. De opvattingen en meningen in dit document kunnen op elk moment veranderen en Quo Mare c.s. is niet verplicht de informatie in dit document na de datum ervan bij te werken. De visie van Quo Mare c.s. komt tot stand onafhankelijk van de andere bedrijfsactiviteiten van Quo Mare c.s.. Dit document mag niet worden verspreid aan personen in de Verenigde Staten of aan "US persons" zoals gedefinieerd in Regulation S van de United States Securities Act van 1933, zoals gewijzigd.

© Copyright Quo Mare B.V. 2025. Alle rechten worden voorbehouden. Het is niet toegestaan dit document (geheel of gedeeltelijk) te kopiëren, te verspreiden of door te geven aan derden.