



HANDBOEK VERDIENMODELLEN BATTERIJ

VOORWOORD

Het afgelopen jaar ben ik regelmatig benaderd door mensen en organisaties die 'iets met batterijen' willen doen. Ze willen dan graag 'even klankborden' over hun idee. Helaas moet ik regelmatig snel de conclusie trekken dat de enthousiastelingen geen idee hebben hoe de energiemarkt werkt. Vervolgens ben ik vooral bezig uit te leggen hoe alles werkt en wat erbij komt kijken. De hoeveelheid aan informatie en jargon kan dan afschrikken en dat vertraagt de energietransitie. We moeten vooruit.

Daarom heb ik besloten een handboek te schrijven. Ik heb dit het 'Handboek verdienmodellen batterij' genoemd.

Verwacht geen voorgekauwde business cases in dit handboek. Dat heeft namelijk helemaal geen zin omdat de energiemarkt enorm in beweging is. En blijft. De batterijmarkt staat nog in haar kinderschoenen. Kijken we naar de ontwikkeling van zonnepanelen de afgelopen tien jaar, dan zien we dat de prijzen fors zijn gedaald en de energetische rendementen stevig zijn verbeterd. Met batterijen mogen we dezelfde ontwikkelingen verwachten. Maken we ons nu vooral zorgen om zonne-energie, met 21 GW wind-op-zee in 2030 staat ons pas echt wat te wachten.

Verwacht geen technisch verhaal dat ingaat op de specificaties van een batterij, hoe je die moet aansluiten of een relaas dat een flow-batterij veel beter of slechter is dan een solid-state-batterij. Daar gaat dit handboek ook niet over. Dit handboek verwijst je wel naar de juiste documenten waarin je alle vereisten kunt vinden waaraan een batterij moet voldoen om actief te zijn op de verschillende markten.

Dit handboek gaat vooral over de verschillende elektriciteitsmarkten en de belangrijkste regels van die specifieke markten. Ik heb geprobeerd alles beknopt en zoveel als mogelijk in jip-en-janneketaal op te schrijven. Helaas is dit niet altijd mogelijk.

Ik licht een aantal specifieke business cases toe, zoals een stand-alone-batterij, een batterij bij een zonnepark, een thuisbatterij en een pool van batterijen.

Dit handboek heb ik volledig in eigen tijd geschreven. Niemand heeft mij hiervoor betaald. Dit is mijn eigen verhaal met als doel de energietransitie te versnellen door kennis te delen over de wijze waarop batterijen geëxploiteerd kunnen worden. Hierbij heb ik veel gebruikgemaakt van documenten en websites van anderen, vooral TenneT. Soms ook door stukken tekst één-op-één over te nemen wanneer ik het zelf niet duidelijker of beter kan verwoorden. Zoveel als mogelijk heb ik alle bronnen bij de teksten vermeld, maar soms is dat door ruimtebeperkingen niet mogelijk. Aan het einde van dit document vind je een overzicht van alle bronnen.

Mijn dank gaat uit naar Martijn Ophuis van TenneT die mij iedere keer weer op weg hielp wanneer ik weer eens was verdwaald in het oerwoud aan documenten en bepalingen. Mijn dank gaat ook uit naar Sander Kooper, zeer gewaardeerd oud-collega bij Greenspread en tegenwoordig werkzaam bij Vrijopnaam. Dankzij zijn wijze lessen vond hij dit keer slechts één dt-fout van me. Hij heeft er ook voor gezorgd dat mijn soms onnavolgbare lange zinnen, zoals deze die hij niet heeft gezien, zijn opgeknipt of soms gewoon beknopter zijn beschreven.

Iedereen die iets van dit document vindt, kan dat naar mij mailen: janwillem@stratergy.nl. Aanvullingen en eventuele verbeteringen zal ik doorvoeren tot en met augustus 2022. Mocht je na het lezen van dit handboek en alle andere bronnen nog steeds denken dat je mijn hulp nodig hebt, dan mag je uiteraard ook mailen.

Ik wens je veel succes met je batterijproject. Hopelijk draagt dit handboek er iets aan bij.

Jan Willem Zwang

INHOUDSOPGAVE

• Voorwoord	2
• Inhoudsopgave	3
• Begrippen	4
• De elektriciteitsmarkt	10
• De balanceringsmarkten	15
• De balanceringsmarkten: FCR	17
• De balanceringsmarkten: FRR	22
• De balanceringsmarkten: Congesties	25
• Tijdlijnen en prijzen	26
• Sancties	28
• Batterijen	29
• Verdienmodellen	30
• Voorbeeldprojecten	40
• Dienstverleners	41
• Bronnen	42

Disclaimer:

Alles in dit document mag van mij worden gebruikt en gekopieerd. Graag zelfs. We zijn er immers allemaal bij gebaat dat opslag een vlucht neemt dus delen is lief.

Wees wel zo vriendelijk om bronverwijzing toe te passen. Ik heb dit zelf ook gedaan. Vaak staat de bron op de pagina zelf maar soms staat de bron achterin het document omdat het niet helemaal paste qua pagina-indeling.

BEGRIPPEN

- ACE. Momentane regelfout. Het verschil tussen de geplande energiepositie van Nederland en de werkelijke energiepositie, gecorrigeerd met de verwachte Nederlandse FCR-bijdrage.
- Afregelbieding. Bieding voor afregelen van de BSP aan de TSO. Deze bevat per ISP onder andere de door de BSP gevraagde energieprijs (in €/MWh) en de omvang van het vermogen (in MW).
- Afregelen. Het onttrekken van elektrische energie aan de transmissiesysteembeheerder door het energieverbruik tijdelijk te (laten) verhogen dan wel door de energieproductie tijdelijk te (laten) reduceren.
- aFRR. Automatische Frequentie-herstelreserves. aFRR is een dienst die de TSO (TenneT in Nederland) vanuit de markt betreft ten behoeve van balanshandhaving. aFRR is de internationale benaming van dit type dienst in EU-regulering. Regelvermogen of secundaire reserve is de (oude) Nederlandse term, ook wel vertaald als 'regulating power'.
- Balanceringscapaciteit. Een volume aan reservecapaciteit waarvoor een BSP heeft ingestemd het beschikbaar te houden en waarvoor hij is overeengekomen om bij de TSO biedingen in te dienen voor een overeenkomstig volume balanceringsenergie gedurende de looptijd van het contract.
- Balanceringsenergie. Energie die door TSO's wordt gebruikt om de balanceringsenergie uit te voeren en die door een BSP wordt geleverd.
- Biedbericht. Het bericht, op grond van een door de TSO voorgeschreven format, waarin de BSP uiterlijk op de dag van voorbereiding alle biedingen voor balanceringsenergie voor de dag van uitvoering doorgeeft.
- Bieding(en). Een aan de TSO via de veiling aangeboden hoeveelheid voor een vooraf gedefinieerde periode tegen een aangeboden prijs.
- Biedprijs. De biedprijs voor opregelen is de prijs waarvoor de BSP bereid is energie aan de BSP te leveren. De biedprijs voor afregelen is de prijs waarvoor de leverancier bereid is energie van BSP af te nemen.
- Bijzondere RLG (BRLG). Een Reserve Leverende Groep die bestaat uit technische installaties van minder dan 1,5 MW waarbij data-uitwisseling middels één geaggregeerd signaal plaatsvindt.
- BRP. Balance Responsible Party. Balanceringsverantwoordelijke (PV-partij). Een marktpartij, of de door een marktpartij gekozen vertegenwoordiger, die verantwoordelijk is voor haar onbalans (EB-GL). In het verleden werd BRP ook wel Programmaverantwoordelijke partij genoemd (PV-partij).
- BRP-overschot. De elektrische energie die een BRP meer invoedt op dan wel minder onttrekt van het elektriciteitsnet dan aangegeven in zijn laatst goedgekeurde E-programma.
- BRP-tekort. De elektrische energie die een BRP minder invoedt op dan wel meer onttrekt van het elektriciteitsnet dan aangegeven in zijn laatst goedgekeurde E-programma.
- BSP. Balancing Services Provider. Aanbieder van balanceringsdiensten. Zijnde een marktdeelnemer met reserveleverende eenheden of reserveleverende groepen die balanceringsdiensten kan aanbieden aan TSO's.
- Capaciteitsbieding. Een binnen de veiling aan de TSO aangeboden hoeveelheid die op ieder moment binnen de contractperiode aangeboden dient te worden middels een energiebieding, en geleverd dient te worden indien deze energiebieding wordt geactiveerd door de TSO.
- CBP. Mogelijkheid dataconnectie met TenneT.
- CE. Continentaal Europa, het synchroon elektriciteitsnet van continentaal Europa.

BEGRIPPEN

- Contractvergoeding. De vergoeding die voortvloeit uit het (tender)resultaat van de veiling op basis van de door de BSP aangeboden capaciteitsbieding.
- CPS. Centraal Postbus Systeem.
- CSP. Congestion Services Provider. Aanbieder van congestiediensten c.q. transportdiensten. Een marktdeelnemer met reserveleverende eenheden of reservelerende groepen die transportdiensten kan aanbieden aan TSO's en/of DSO's. Wanneer een aanvrager voor een eerste maal geprekwalificeerd wordt voor een transportdienst volgt een erkenning zodra een raamovereenkomst voor de betreffende dienst is ondertekend door beide partijen.
- D. Dag van levering.
- D-1. Dag voorafgaand aan de dag van levering.
- Day-ahead marktprijs. De EPEX-prijs in euro (€) per MWh die tot stand is gekomen in de EPEX-SPOT Power NL Day-ahead-veiling voor elk klokuur van de volgende dag. Vroeger sprak men in Nederland over de APX.
- Derde. Een natuurlijke persoon of rechtspersoon, een overheidsinstantie, een dienst of een ander orgaan, niet zijnde de Betrokkene, noch de verwerkingsverantwoordelijke, noch de verwerker, noch de personen die onder rechtstreeks gezag van de verwerkingsverantwoordelijke of de verwerker gemachtigd zijn om de persoonsgegevens te verwerken.
- DSO. Distribution System Operator. Regionale Netbeheerder of Distributiesysteembeheerder (DSB). Natuurlijke persoon of rechtspersoon die in een bepaald gebied verantwoordelijk is voor de exploitatie, het onderhoud en, zo nodig, de ontwikkeling van het distributiesysteem alsook, indien van toepassing, de interconnecties ervan met andere systemen, en die ervoor moet zorgen dat het systeem op lange termijn kan voldoen aan een redelijke vraag naar distributie van elektriciteit.
- EAN-code. Identificatiecode van het aansluitpunt aan het elektriciteitsnet of identificatiecode van het allocatiepunt achter de aansluiting.
- EB-GL. Zijnde de Verordening 2017/2195 tot vaststelling van richtsnoeren voor elektriciteitsbalancing.
- EMS. Energie-managementsysteem.
- Energiebieding. Een energiebieding bevat de prijs waarvoor FRR wordt geactiveerd. Energiebiedingen worden op de biedladder gezet, de FVR nomineert de biedingen voor activatie.
- Energieprogramma (E-programma). Een door een BRP opgesteld en bij de TSO ingediend programma dat voor elke onbalansverrekeningsperiode in een etmaal bevat: (i) de positie, (ii) het intern commercieel handelsprogramma, en (iii) het extern commercieel handelsprogramma (begrippencode elektriciteit).
- FCR. Frequentiebegrenzingsreserves. Werkzame vermogensreserves die beschikbaar zijn voor begrenzing van de systeemfrequentie nadat zich een onbalans heeft voorgedaan. Ook wel de primaire reserve.
- FRR. Frequentieherstelreserves. Werkzame vermogensreserves die beschikbaar zijn om de nominale systeemfrequentie te herstellen en om, voor een synchrone zone die uit meer dan één LFC-zone bestaat, de geplande waarde voor de vermogensbalans te herstellen.
- FVR. Frequentie Vermogens Regeling, het door de TSO gebruikte systeem voor de landelijke balanshandhaving.
- Gebrekkige Respons. Gebrekkige respons wil zeggen indien de BSP bij afroep door de TSO niet handelt conform de desbetreffende regelinstructie of niet voldoet aan de specificaties (reactietijd, regelsnelheid).
- Gecentraliseerde frequentiemeting of gecentraliseerde FCR-controller. Principe van het gebruik van één frequentiemeting voor de activering van een aantal decentraal geplaatste technische entiteiten die een FCR-verzorgingseenheid of -groep vormen. De toepassing van dit principe vereist de transmissie van het frequentiesignaal naar de afzonderlijke FCR-eenheid of FCR-groep.

BEGRIPPEN

- Gedecentraliseerde frequentiemeting. Toepassing van onafhankelijke frequentiemetingen ter plaatse op de aansluiting of direct bij de productie-eenheden van de technische entiteiten die FCR-eenheden of FCR-groepen vormen, en de activering van FCR plaatsvindt op basis van deze meting ter plaatse.
- GLMD. Bericht om generatie- en belastinginformatie uit te wisselen.
- Handboek. Handboek FCR en/of aFRR voor BSP's. Documentatie aangaande Eisen en Procedures voor Levering zoals gepubliceerd op <http://www.tennet.eu>.
- IGCC. Met IGCC vermijden de Europese TSO's een gelijktijdige aFRR-activering in tegengestelde richting in naburige regelzones. De mate waarin IGCC kan worden gebruikt, hangt echter af van de beschikbare grensoverschrijdende capaciteit.
- Inzetprijs. De prijs waartegen de, op verzoek van de TSO, door BSP geleverde of afgenomen energie wordt vergoed.
- Inzetprijs voor afregelen. De prijs per kWh, bepaald per ISP, overeenkomend met de laagste bieding voor balanceringsvermogen aan de afregelkant die door de TSO is ingezet om de balans op het hoogspanningsnet te handhaven.
- Inzetprijs voor opregelen. De prijs per kWh, bepaald per ISP, overeenkomend met de hoogste bieding voor balanceringsvermogen aan de opregelkant die door de TSO is geactiveerd om de balans op het hoogspanningsnet te handhaven.
- IOP. Het informatie-overdachtspunt, zijnde de plaats waar de verantwoordelijkheid voor de informatie, die tussen TSO en BSP wordt uitgewisseld, wordt overgedragen.
- ISP. Imbalance Settlement Period. De tijdseenheid waarover de onbalans van BRP's wordt berekend (EB-GL). Toelichting: In het verleden werd ISP ook Programma Tijdseenheid (PTE) genoemd. De ISP is vastgesteld op 15 minuten.
- Kleinverbruikersaansluiting. Aansluitingen met een totale maximale doorlaatwaarde van ten hoogste 3*80 A, met uitzondering van aansluitingen die vallen onder artikel 1 lid 2 en 3 van de Elektriciteitswet.
- Transmissiesysteembeheerder, ook wel landelijke, TSO of TSB. Natuurlijke persoon of rechtspersoon die in een bepaald gebied verantwoordelijk is voor de exploitatie, het onderhoud en, zo nodig, de ontwikkeling van het transmissiesysteem alsook, indien van toepassing, de interconnecties ervan met andere systemen en die ervoor moet zorgen dat het systeem op lange termijn kan voldoen aan een redelijke vraag naar transmissie van elektriciteit. In Nederland is dit TenneT.
- LER. Limited Energy Resources of Gelimiteerd Energie Reservoir (b.v. batterijen).
- Leverancier. De BSP die is geprekwalificeerd voor het leveren van FCR of FRR onder een raamovereenkomst.
- Manueel Frequentie-herstelreserves direct activated (mFRRda). mFRRda is een dienst die de TSO vanuit de markt betreft ten behoeve van balanshandhaving. mFRRda is de internationale benaming van dit type dienst in EU regulering. 'Noodvermogen' is de (oude) Nederlandse term, ook wel vertaald als 'incident reserve'.
- Manueel Frequentie-herstelreserves schedule activated (mFRRsa). Manueel Frequentieherstelreserves schedule activated. mFRRsa is een dienst die de TSO vanuit de markt betreft ten behoeve van balanshandhaving. mFRRsa is de internationale benaming van dit type dienst in EU regulering. 'Reservevermogen' is de (oude) Nederlandse term, ook wel vertaald als 'reserve power'.
- Mede-Verwerkingsverantwoordelijke. Twee of meer Verwerkingsverantwoordelijken die gezamenlijk het doel en de middelen van de verwerking bepalen, zoals bedoeld in Art. 26 GDPR.
- Middenprijs. De middenprijs is het gemiddelde van de laagste prijs van de opregelbiedingen en de hoogste prijs van afregelbiedingen op de biedladder voor een ISP. Deze prijs bepaalt in specifieke gevallen de onbalansprijs.
- MMChub. Markt-markt communicatie, de TenneT-implementatie van webservices.

BEGRIPPEN

- **MSP.** Rol gedefinieerd op het platform, om de partij aan te duiden die meetdata van individuele installaties op het platform registreert ten behoeve van validatie. NB. Deze rol is uitdrukkelijk niet hetzelfde als de Meetverantwoordelijke, zoals gedefinieerd in artikel 1.1 van de Begrippencode elektriciteit.
- **MyTenneT.** Webportal voor BSP's welke na aanvraag tot prekwalificatie toegankelijk wordt gemaakt.
- **Niet Beschikbaarheid.** Indien het totale FCR-vermogen overeenkomstig de opgave voor een periode binnen de looptijd van één of meerdere leveringsovereenkomsten lager is dan het volgens deze leveringsovereenkomsten totaal gecontracteerde FCR, is sprake van Niet Beschikbaarheid.
- **Onbalans.** Een energievolume dat is berekend voor een BRP en dat het verschil vertegenwoordigt tussen het aan die BRP toegewezen volume en de uiteindelijke positie van die BRP, met inbegrip van eventuele onbalansaanpassingen die op die BRP zijn toegepast, binnen een bepaalde onbalansverrekeningsperiode (EB-GL). Toelichting: Wanneer een BRP een verschil heeft tussen het laatst goedgekeurde E-programma en de metingen van de daadwerkelijke invoeding en afname op de aansluitingen uit zijn portfolio, veroorzaakt hij onbalans.
- **Onbalansnetting.** Tussen de TSO's overeengekomen proces waarmee de gelijktijdige activering van FRR in tegenovergestelde richting kan worden vermeden, rekening houdend met de FCR en met de geactiveerde FRR.
- **Onbalansprijs.** De prijs (positief, nul of negatief) in elke onbalansverrekeningsperiode voor een onbalans in elke richting (EB-GL).
- **Onderliggende Overeenkomst(en).** Overeenkomst(en) gesloten met TenneT in het kader van ondersteunende diensten waarbij verwerking van persoonsgegevens noodzakelijk zijn voor een juist procesverloop, zoals een raamovereenkomst voor levering van balanceringsdiensten.
- **Ondersteunende Dienst.** Een dienst die nodig is voor de exploitatie van een transmissie- of distributiesysteem. Gebruikers van het elektriciteitssysteem leveren ondersteunende diensten aan de TSO of DSO voor het bedienen van het transmissie- of distributiesysteem. Wordt ook wel "product" genoemd.
- **Opdracht.** Iedere opdracht tot levering van regelvermogen, die voortvloeit uit het (tender)resultaat van de Veiling en overdracht van verplichting conform art 10.37 sub 2c van de Netcode, en waarvan de voorwaarden zijn beschreven in de raamovereenkomst.
- **Opregelbieding.** Bieding voor opregelen van de BSP aan de TSO. Deze bevat per ISP onder andere de door de BSP gevraagde energieprijs (in €/MWh) en de omvang van het vermogen (in MW).
- **Opregelen.** Het leveren van balanceringsenergie aan de TSO door de energieproductie tijdelijk te (laten) verhogen dan wel het energieverbruik tijdelijk te (laten) reduceren.
- **PAT.** Productie Acceptatie Test.
- **Persoonsgegevens.** Alle informatie over een geïdentificeerde of identificeerbare natuurlijke persoon ("de Betrokkene"), als identificeerbaar wordt beschouwd een natuurlijke persoon die direct of indirect kan worden geïdentificeerd, met name aan de hand van een identificator zoals een naam, een identificatienummer, locatiegegevens, een online identificator of van een of meer elementen die kenmerkend zijn voor de fysieke, fysiologische, genetische, psychische, economische, culturele of sociale identiteit van de natuurlijke persoon.
- **Platform.** Het Crowd Balancing Platform van Equigy B.V.
- **Portfolio.** Een verzameling RLE's en/of RLG's welke door één BSP worden aangestuurd.

BEGRIPPEN

- Prekwalificatie. Proces ter verificatie van een reserveleverende eenheid of een reserveleverende groep, waarbij de eisen door de TSO zijn vastgesteld.
- Prekwalificatieproces. Proces, als onderdeel van het totale onboarding proces, ter verificatie van een reservelerende eenheid of een reservelerende groep, waarbij de eisen door de TSO zijn vastgesteld.
- Prekwalificatie-status. Zijnde geprekwalificeerde status, verkregen door het succesvol doorlopen van de prekwalificatie ofwel het prekwalificatieproces.
- Productinformatie. Informatie over de verschillende diensten zoals is gepubliceerd op de website van TenneT (de TSO).
- Raamovereenkomst. Raamovereenkomst inzake regelvermogen.
- Reactietijd. Tijd tussen het moment van ontvangst van een afwijkende regelinstructie (ten opzichte van de meest recent ontvangen regelinstructie) op het IOP en het moment van een eerste aangepaste (deel)levering.
- Referentiesignaal. Een continu signaal van BSP dat overeenkomt met de door BSP voorgenomen opgewekte dan wel afgenomen energie van bedrijfsmiddelen.
- Regelactie. Het daadwerkelijk op- dan wel afregelen naar aanleiding van de regelinstructies van de TSO in aanvulling op de mogelijk reeds voorgenomen regelacties die tot uiting komen in het Referentiesignaal.
- Regelinstructie. De instructie van TSO aan BSP inzake op- en afregelen.
- Regelprogramma. Het totaal aan instructies om op- en/of afregelen door TSO aan BSP gedurende een dag gedaan.
- Regelsnelheid. De snelheid in MW per minuut van de regelactie als percentage van het aangeboden vermogen.
- Regeltoestand. De regeltoestand beschrijft de verschillende activeringssituaties van balanceringsenergie en wordt gebruikt om de onbalansprijs van een ISP vast te stellen.
- Regelvermogen. Het vermogen in MW, zoals opgenomen in de opdracht, vermeerderd met de overgenomen leveringsverplichting(en), verminderd met de overgedragen leveringsverplichting(en), of bij het ontbreken van een opdracht de overgedragen leveringsplichting.
- RLE. Reserve Leverende Eenheid. Een op gemeenschappelijk aansluitpunt aangesloten enkelvoudige elektriciteitsproductie-eenheid of samengestelde groep van elektriciteitsproductie-eenheden en/of verbruikerseenheden die voorziet in de vereiste levering van FCR of FRR.
- RLG. Reserve Leverende Groep. Een op meerdere aansluitpunten aangesloten groep van elektriciteitsproductie-eenheden, verbruikseenheden en/of reserveleverende eenheden die voorziet in de vereiste levering van FCR of FRR.
- ROD. Reservevermogen Overige Doeleinden. Werkzaamvermogensreserves die TenneT kan inzetten om transportproblemen op te lossen.
- RTU. Remote Terminal Unit.
- SO-GL. System Operation Guide Line: Verordening (EU) 2017/1485
- Systeemdiensten. De diensten die de netbeheerder van het landelijk hoogspanningsnet uitvoert om het transport van elektriciteit over alle netten op een veilige en doelmatige wijze te waarborgen, om grootschalige onderbrekingen van het transport van elektriciteit op te lossen, en om de energiebalans op alle netten te handhaven of te herstellen.

BEGRIPPEN

- Technische eenhe(i)d(en). Een installatie die regelvermogen kan leveren en die zich in de regelzone van de TSO bevindt. Er zijn twee soorten technische eenheden, te weten Reserveleverende Groep en Reserveleverende Eenheid zoals gedefinieerd in artikel 3 van de SO-GL.
- Technische Voorwaarden. De technische voorwaarden zoals bedoeld in artikel 31 lid 1 van de Elektriciteitswet.
- Uurvergoeding. Vergoeding maal regelvermogen voor de beschikbaarstelling van het regelvermogen.
- Veiling. Aanbestedingsprocedure ten behoeve van de werving van balanceringsdiensten die via een online tenderplatform verloopt.
- Verwerken (van persoonsgegevens). Een bewerking of een geheel van bewerkingen met betrekking tot persoonsgegevens of een geheel van persoonsgegevens, al dan niet uitgevoerd via geautomatiseerde procedés, zoals het verzamelen, vastleggen, ordenen, structureren, opslaan, bijwerken of wijzigen, opvragen, raadplegen, gebruiken, verstrekken door middel van doorzending, verspreiden of op andere wijze ter beschikking stellen, aligneren of combineren, afschermen, wissen of vernietigen van gegevens.
- Verwerkingsverantwoordelijke. Een natuurlijke persoon of rechtspersoon, een overheidsinstantie, een dienst of een ander orgaan die/dat, alleen of samen met anderen, het doel van en de middelen voor de verwerking van persoonsgegevens vaststelt; wanneer de doelstellingen van en de middelen voor deze verwerking in het Unierecht of het lidstatelijke recht worden vastgesteld, kan daarin worden bepaald wie de verwerkingsverantwoordelijke is of volgens welke criteria deze wordt aangewezen.

DE ELEKTRICITEITSMARKT

De elektriciteitsmarkt bestaat uit verschillende deelmarkten. Zo bestaan de balanceringsmarkt (ook wel de onbalansmarkt), de intraday-markt, de day-ahead-markt, de forwardmarkt en de congestie markt. Handel op de elektriciteitsmarkt kan bilateraal plaatsvinden, via brokers of via beurzen.

Deze deelmarkten hebben allemaal hun eigen dynamiek, regels en spelers.

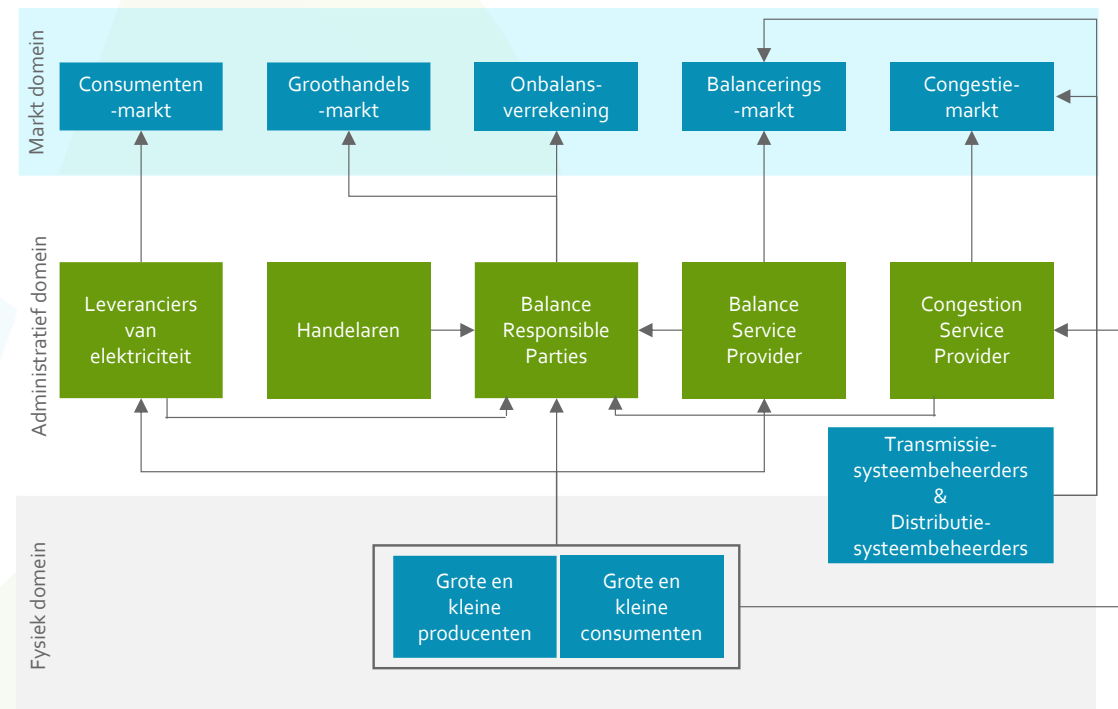
De afbeelding hiernaast toont een overzicht van de markttrollen zoals [TenneT](#) deze ziet. De afbeelding laat zien dat spelers zowel meerdere rollen kunnen hebben als actief kunnen zijn op meerdere markten.

TenneT is de landelijke netbeheerder die het hoogspanningsnet beheert in Nederland en een deel van Duitsland. TenneT heeft een systeem voor balanceringsverantwoordelijkheid ingericht. Hiermee zorgt TenneT ervoor dat de vraag naar en het aanbod van elektriciteit in evenwicht worden gehouden.

Afhankelijk van de wijze waarop een batterij wordt geëxploiteerd, heb je als exploitant in meer of mindere mate met TenneT te maken. TenneT is de partij die organisaties erkent als Balance Responsible Party (BRP) en als Balancing Service Provider (BSP).

Om door TenneT erkend te kunnen worden als BRP (programmaverantwoordelijke) moet de aanvrager:

- een [aanvraagformulier](#) voor erkenning als BRP indienen;
- deskundig zijn op het gebied van techniek en administratie; daartoe hoort ook kennis over hoe e-programma's moeten worden ingediend;
- een financiële zekerheidsstelling afgeven; en
- de [Algemene voorwaarden voor facturering- en betaling bij onbalans](#) accepteren.



Afbeelding: Rollen en actoren op de elektriciteitsmarkt en hun verbinding met de verschillende deelmarkten.

Bron: <https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/elektriciteitsmarkt/markttrollen/>

Op de website van Energie in Nederland staat ook een overzicht van de verschillende rollen in de energiemarkt. Dat overzicht kan worden gedownload via de volgende link:

<https://www.energieinnederland.nl/wp-content/uploads/2021/06/Zo-werkt-energie-Afbeelding-4.5.pdf>

DE ELEKTRICITEITSMARKT

De batterijen waar het in dit handboek over gaat, zijn batterijen die worden ingezet op de spotmarkten, zoals de balanceringsmarkt, de intraday-markt en de day-ahead-markt.

De forwardmarkt is de markt waarop nu wordt gehandeld en waarbij levering in de toekomst plaatsvindt. Die toekomst kan volgende maand zijn, volgend kwartaal, volgend jaar of zelfs over vier of vier jaar.

Op de forwardmarkt wordt voornamelijk gehandeld in blokken. Op de afbeelding hiernaast zie je de end-of-day settlementprijzen van zowel de Dutch Power Baseload Futures als de Dutch Power Peakload Futures.

Op de European Energy Exchange (EEX) was op 4 mei 2022 de end-of-day-settlementprijs van een blok baseload voor levering (of afname) elektriciteit voor het hele jaar 2025 (Cal-25) € 138,- per megawattuur (MWh).

Stel dat twee partijen overeenkomen 1 megawatt (MW) Baseload Cal-25 te verhandelen, dan levert de ene partij een jaar lang, 24 uur per dag, 1 MW elektriciteit aan de andere partij voor een prijs van € 138,- per MWh.

Het jaar 2025 heeft 8.760 uren. $1 \text{ MW} \times 8.760 \text{ uur} = 8.760 \text{ MWh}$.

De totale contractwaarde van deze deal is dus $8.760 \text{ MWh} \times € 138,- = € 1.208.808,-$.

Peakloaduren zijn uren op werkdagen. Dit zijn alle dagen anders dan weekenddagen en nationale feestdagen. Bij Peakload wordt meestal aangegeven of het de uren op werkdagen betreft tussen 07:00 en 23:00 of tussen 08:00 en 20:00. Off-peakloaduren zijn alle overige uren (Baseloaduren -/- Peakloaduren = Off-peakloaduren).

EEX DUTCH POWER FUTURES

2022-05-04



Day

Weekend

Week

Month

Quarter

Year

Baseload

Name	Last Price	Last Volume	Settlement Price
Cal-23	196,00	17.520	194,04
Cal-24	-	-	166,13
Cal-25	138,00	8.760	138,00
Cal-26	-	-	131,49
Cal-27	-	-	-
Cal-28	-	-	-

Peakload

Name	Last Price	Last Volume	Settlement Price
Cal-23	-	-	227,00
Cal-24	-	-	189,63
Cal-25	-	-	163,05

Bron: <https://www.eex.com/en/market-data/power/futures/#%7B%22snippetpicker%22%3A%22EEX%20Dutch%20Power%20Futures%22%7D>

DE ELEKTRICITEITSMARKT

De spotmarkt bestaat uit de day-ahead-markt, de intraday-markt en de balanceringsmarkten.

De benamingen spreken voor zich: op de day-ahead-markt wordt vandaag gehandeld en morgen geleverd. Op de intraday-markt wordt vandaag gehandeld en vandaag geleverd.

De day-ahead-markt werkt met blokken van een uur en heeft dus uurprijzen.

De intraday-markt werkt met blokken van minimaal een kwartier en kan daarom kwartier-, halfuur- én uurprijzen hebben.

De meeste balanceringsmarkten werken met blokken van 15 minuten en sommige zelfs met 5 minuten.

De afbeelding hiernaast toont de day-ahead-uurprijzen zoals deze tot stand zijn gekomen op de EPEX-Spot op 4 mei 2022 voor levering op 5 mei 2022.

Het prijsverloop van deze dag, met relatief hoge uurprijzen in de ochtend en avond en relatief lage uurprijzen in de nacht en de middag, is representatief voor een gemiddelde werkdag. Hierbij moet niet worden gekeken naar de absolute hoogte of laagte van de uurprijzen. Deze kunnen per dag verschillen en worden voornamelijk bepaald door de vraag en de inzet van al dan niet fossiele elektriciteitsopwekkers.

Inzet batterij: met een batterij kun je op de day-ahead-markt in het uur van 03:00 – 04:00 inkopen om de stroom vervolgens in het kwartier van 07:00 – 08:00 te verkopen. Vervolgens kun je in het uur van 15:00 – 16:00 weer inkopen om de stroom in het uur van 19:00 – 20:00 te verkopen.

Omdat de handel op de day-ahead-markt een dag voor levering plaatsvindt, moeten de koop- (het laden van de batterij) en verkoopbiedingen (het ontladen van de batterij) een dag van tevoren voor 12:00 worden ingediend door de exploitant of zijn dienstverlener.

De exploitant moet dus wel een verwachting of voorspelling hebben van uurprijzen de volgende dag.



Bron: ENTSOE

DE ELEKTRICITEITSMARKT

De afbeelding hiernaast toont een deel van de intraday-prijzen zoals deze tot stand zijn gekomen op de EPEX-Spot op 5 mei 2022.

Intraday-handel wordt voor verschillende doeleinden gebruikt. De voornaamste reden voor partijen om op intraday-basis te handelen, is het voorkomen van (hoge) onbalanskosten. Intraday-handel wordt door energiebedrijven ook gebruikt om posities te optimaliseren of restposities af te dekken die op de day-ahead niet gematcht zijn.

Doordat intraday relatief lang gehandeld kan worden voordat levering plaatsvindt (vanaf 15:00 de vorige dag tot een halfuur voor levering), kan de spread tussen de overeengekomen hoogste en laagste prijs voor hetzelfde kwartier groot zijn. In de afbeelding hiernaast zijn twee kwartieren blauw omlijnd waar dit het geval is.

Het bewust leveren of afnemen in onbalans, bijvoorbeeld door een zonnepark tijdelijk af te schakelen (curtailen), vindt plaats op balanceringsmarkt. Er wordt in dit geval gebruikgemaakt van de passieve onbalans, c.q. de onbalansverrekening.

Inzet batterij: met een batterij kun je op de intraday-markt in het kwartier van 01:15 – 01:30 inkopen om de elektriciteit vervolgens in het kwartier van 01:45 – 02:00 te verkopen.

Vervolgens kun je in het kwartier van 02:15 – 02:30 weer inkopen om in het kwartier van 02:45 – 03:00 te verkopen.

Continuous > 15min > NL > 05 May 2022

Last update: 05 May 2022 (23:50:39 CET/CEST)

Hours	Low (€/MWh)	High (€/MWh)	Last (€/MWh)	Weight Avg. (€/MWh)
▼ 00 - 01	221.78	253.75	242.71	239.35
▼ 00:00 - 00:30	0.00	0.00	0.00	0.00
00:00 - 00:15	246.72	406.76	406.76	264.66
00:15 - 00:30	237.19	264.27	244.76	253.31
▼ 00:30 - 01:00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:30 - 00:45	177.94	253.85	177.94	230.61
00:45 - 01:00	176.79	226.26	176.79	214.98
▼ 01 - 02	208.46	223.00	215.01	216.81
▼ 01:00 - 01:30	0.00	0.00	0.00	0.00
01:00 - 01:15	222.04	244.00	243.99	233.85
01:15 - 01:30	123.99	223.27	123.99	217.34
▼ 01:30 - 02:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:30 - 01:45	204.70	230.00	215.46	220.15
01:45 - 02:00	181.51	238.00	221.00	213.50
▼ 02 - 03	206.07	265.00	226.00	218.68
▼ 02:00 - 02:30	0.00	0.00	0.00	0.00
02:00 - 02:15	168.97	215.70	168.97	204.55
02:15 - 02:30	95.83	234.00	234.00	179.20
▼ 02:30 - 03:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02:30 - 02:45	111.97	218.10	194.01	152.50
02:45 - 03:00	91.83	226.78	91.83	152.91

Bron: https://www.epexspot.com/en/market-data?market_area=NL&trading_date=&delivery_date=2022-05-05&underlying_year=&modality=Continuous&sub_modality=&product=15&data_mode=table&period=

DE ELEKTRICITEITSMARKT

Onbalans ontstaat wanneer het werkelijke profiel van vraag en aanbod afwijkt van het voorspelde profiel. In het geval van onbalans op het landelijke elektriciteitsnet, betreft het een afwijking ten opzichte van de cumulatieve voorspellingen.

Bij de meeste energieleveringscontracten worden de potentiële onbalanskosten afgekocht. Het energiebedrijf brengt hiervoor een premie in rekening aan de klant en het energiebedrijf neemt vervolgens het onbalansrisico op zich. Doordat een energiebedrijf vaak meerdere klanten heeft, waarbij de een soms meer afneemt dan verwacht en de ander juist minder, heeft het energiebedrijf doorgaans een portfoliovoordeel. Dit valt echter niet per definitie positief uit.

De afbeelding hiernaast toont een deel van de onbalansprijsvorming zoals deze door TenneT wordt gepubliceerd op haar website. In de afbeelding is te zien hoeveel vermogen wordt op- of afgeregeld, of het regel-, reserve- of noodvermogen betreft en wat de prijsvorming is.

De prijzen voor onbalans komen tot stand door de biedingen op de aFRR en mFRRda die de vorige dag zijn ingediend. Hoe meer vermogen wordt opgeroepen door TenneT, hoe hoger de onbalansprijs. De onbalansprijs kan, net als de day-ahead-uurprijs, ook negatief zijn.

Men spreekt over de passieve onbalans wanneer de kosten of opbrengsten van onbalans die ontstaan door verschillen tussen werkelijk verbruik of productie ten opzichte van voorspeld verbruik of productie, één-op-één worden doorberekend op basis van de gerealiseerde onbalansprijzen (de verrekenprijzen). In de afbeelding hiernaast zie je die prijzen helemaal rechts.

Inzet batterij: met een batterij kun je acteren op de onbalansmarkt. De mate waarin dit kan, is afhankelijk van de wijze waarop de batterij primair wordt ingezet. Je kunt ervoor kiezen een batterij primair op de passieve onbalansmarkt in te zetten. Je laadt dan met lage, maar bij voorkeur negatieve prijzen en ontladst bij hoge prijzen.

Toon tabel

Toon 2-uurs tabel

XML download

Toelichting

Exporteer data

Tijdsindicatie			Geactiveerd vermogen					Prijsvorming	
			Regel		Reserve		Nood (0/1)	Hoogste prijs	Laagste prijs
Nummer	Volgnr.	Tijd	Op	Af	Op	Af	Op	Op	Af
1	628	10:27	0	91	0	0	0		-21,40
2	627	10:26	0	64	0	0	0		-17,81
3	626	10:25	0	53	0	0	0		-12,81
4	625	10:24	0	41	0	0	0		-9,61
5	624	10:23	0	33	0	0	0		138,60
6	623	10:22	0	29	0	0	0		153,18
7	622	10:21	0	26	0	0	0		153,18
8	621	10:20	0	30	0	0	0		150,18
9	620	10:19	0	29	0	0	0		138,60
10	619	10:18	0	32	0	0	0		123,60
11	618	10:17	0	40	0	0	0		-9,61
12	617	10:16	0	50	0	0	0		-9,61
13	616	10:15	0	49	0	0	0		-9,61
14	615	10:14	0	39	0	0	0		95,98

Bron:

https://www.tennet.org/bedrijfsvoering/Systeemgegevens_uitvoering/Systeembalans_informatie/BalansDeltaplusPrijzen.aspx#PanelTabTable

DE BALANCERINGSMARKTEN

In een elektrisch energievoorzieningsstelsel dient het gegenereerde vermogen in balans te zijn met het vermogen dat wordt verbruikt.

Ongeplande wijzigingen in afname of invoeding van vermogen verstoren deze balans en veroorzaken frequentieveranderingen in het net, waarop de bij de Frequency Containment Reserve (FCR) betrokken installaties reageren.

Dit containment proces waarborgt op grond van de proportionele sturing dat de balans tussen het gegenereerde en het verbruikte vermogen binnen enkele seconden wordt hersteld, zodat de frequentie binnen de toegestane grenzen wordt gestabiliseerd.

Het door TenneT gebruikte stelsel voor de landelijke balanshandhaving is de zogenaamde Frequentie Vermogens Regeling (FVR).

Het belangrijkste doel is om door inzet van regelvermogen (automatic Frequency Restoration Reserve (aFRR)) zo efficiënt mogelijk te reageren op het optreden van significante Nederlandse regelfouten ten opzichte van het synchroon gekoppelde hoogspanningsnet van continentaal Europa.

Doelstelling daarbij is om significante onbalans en de waarschijnlijk veroorzaakte frequentiefout binnen 15 minuten te herstellen.

Daarnaast dient de FVR ook op kleinere onbalanssituaties te reageren om de omvang van de zogenaamde ongeplande uitgewisselde energie met de gekoppelde Transmissiesysteembeheerders (de landelijke netbeheerders, ook wel TSO's) te beperken.

Bij grote onbalans kan TenneT voor een beperkte periode ook gecontracteerd noodvermogen (manual Frequency Restoration Reserve, direct activated (mFRRda)) activeren.

Als het resterend beschikbare regelvermogen onder een drempelwaarde komt, en de verwachting is dat dit langer dan enkele onbalans-verrekeningsperioden (ISPs) zo zal blijven, dan zal door TenneT via een handmatige procedure reservevermogen (manual Frequency Restoration Reserve, schedule activated (mFRRsa)) geactiveerd worden totdat er weer voldoende regelvermogen beschikbaar is gekomen door corrigerende acties van marktpartijen.

Ook de prijs kan een reden zijn om reservevermogen in te zetten wanneer dit goedkoper is dan langdurig geactiveerd regelvermogen.

Biedingen reservevermogen worden altijd voor de volledige omvang en minimaal een volledige ISP geactiveerd.

Voor het oplossen van transportbeperkingen, het verlenen van bijstand aan het buitenland en tijdens uitvallen van internationale gelijkstroomverbindingen kan TenneT gebruik maken van Reservevermogen Overige Doeleinden (ROD).

Voortvloeiend uit de System Operations Guideline (SO-GL) moeten potentiële leveranciers van frequentiebegrenzingsreserves (FCR) en frequentieherstelreserves (FRR) een prekwificatieproces met goed gevolg doorlopen. In het document [Prekwificatieproces](#) wordt het proces uitgebreid beschreven.

Tabel 1: Noodzaak PQ-proces

Product	WIJZIGING		
	Nieuwe TI toevoegen	TI verwijderen	Samenstelling RLE of RLG wijzigen
FCR	PQ-proces	Geen PQ-proces indien TI losstaande RLE was. PQ-proces indien TI onderdeel van RLE/RLG was.	PQ-proces
aFRR	PQ-proces	Geen PQ-proces, tenzij resterend vermogen in portfolio < geprekwificeerd vermogen.	n.v.t.
mFRRsa	PQ-proces	Geen PQ-proces, tenzij resterend vermogen in portfolio < geprekwificeerd vermogen.	n.v.t.
mFRRda	PQ-proces	Geen PQ-proces, tenzij resterend vermogen in portfolio < geprekwificeerd vermogen.	n.v.t.
ROD	PQ-proces	Geen PQ-proces	n.v.t.

Nota Bene: Binnen een geprekwificeerd portfolio staat het de BSP vrij RLE's/RLG's al dan niet te selecteren voor levering van balanceringsdiensten.

DE BALANCERINGSMARKTEN

Net als de elektriciteitsmarkt bestaat de balancerings-, of onbalansmarkt uit verschillende deelmarkten, zoals de Frequency Containment Reserves (FCR) en de Frequency Restoration Reserves (FRR).

Het doel van FCR is het beperken en stabiliseren van frequentieverstoringen in het gehele (internationaal) synchroon gekoppelde hoogspanningsnet, ongeacht de oorzaak en locatie van de onbalans die de frequentieverstoring heeft veroorzaakt.

Voor het real-time handhaven van de Nederlandse vermogensbalans maakt TenneT gebruik van de FRR. Binnen de FRR is onderscheid te maken tussen automatic Frequency Restoration Reserve (aFRR), manual Frequency Restoration Reserve scheduled activated (mFRRsa) en manual Frequency Restoration Reserve direct activated (mFRRda).

De volgorde die wordt ingezet om de balans te handhaven is dus:

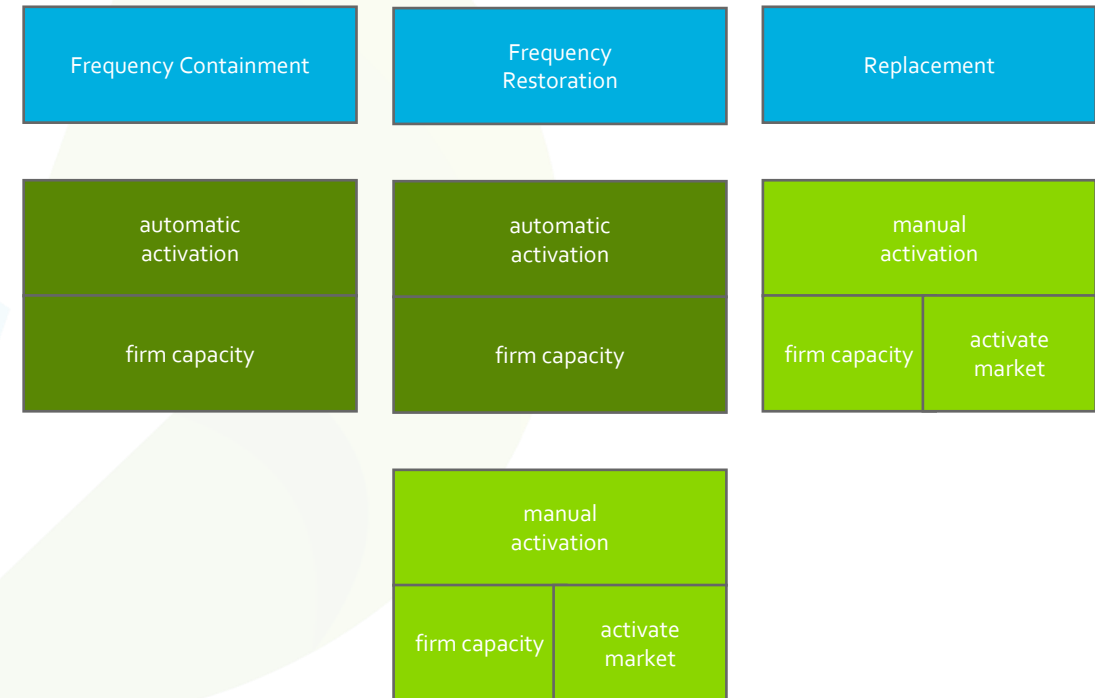
- FCR
- aFRR
- mFRR

De afbeelding hiernaast toont een overzicht van de verschillende balanceringsmarkten en hun producten.

Deze producten worden door marktpartijen vanuit hun rol als BSP aan TenneT aangeboden. 'BSP's worden erkend na het met goed gevolg doorlopen van een prekwificatieproces. Het prekwificatieproces verschilt per product.

Wanneer een aanvrager voor de eerste keer geprekwalificeerd wordt voor FCR, aFRR, mFRRsa of mFRRda volgt een erkenning als BSP zodra een raamovereenkomst voor de betreffende productlevering is ondertekend door beide partijen.

Belangrijk om te melden is dat TenneT zelf geen Replacement Restoration producten uitvoert.



Afbeelding: Drie typen reserves en sourcing. Bron: ENTSO-E.

BSP's kunnen erkend worden voor meerdere producten.

Op de website van TenneT staat een lijst met zowel erkende BRP's als erkende BSP's.

<https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/nederlandse-markt/pv-register/>

<https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/ondersteunende-diensten-nederland/lijs-van-erkende-bsps/>

DE BALANCERINGSMARKTEN: FCR

Het hoogspanningsnetwerk in Europa werkt met een frequentie van 50 Hertz. Het is de taak van TenneT deze frequentie te handhaven door vraag en aanbod in balans te houden.

De FCR is dus het eerste middel dat TenneT inzet om de balans te handhaven. Het doel van de FCR is frequentieverstoringen in het gehele (internationaal) gekoppelde hoogspanningsnet te stabiliseren, ongeacht de oorzaak en locatie van de verstoringen. Op de FCR-markt moet door aanbieders continu én automatisch worden geleverd. Het volledige FCR-vermogen moet binnen 30 seconden geactiveerd kunnen zijn en 15 minuten aan kunnen houden. In tegenstelling tot de FRR, die werkt op basis van signalen, werkt de FCR op basis van afwijkingen ten opzichte van de netfrequentie van 50 Hertz.

De gehanteerde omvang van de referentie-uitvalsituatie is 3.000 MW in positieve richting (het leveren van vermogen) en 3.000 MW in negatieve richting (het afnemen van vermogen).

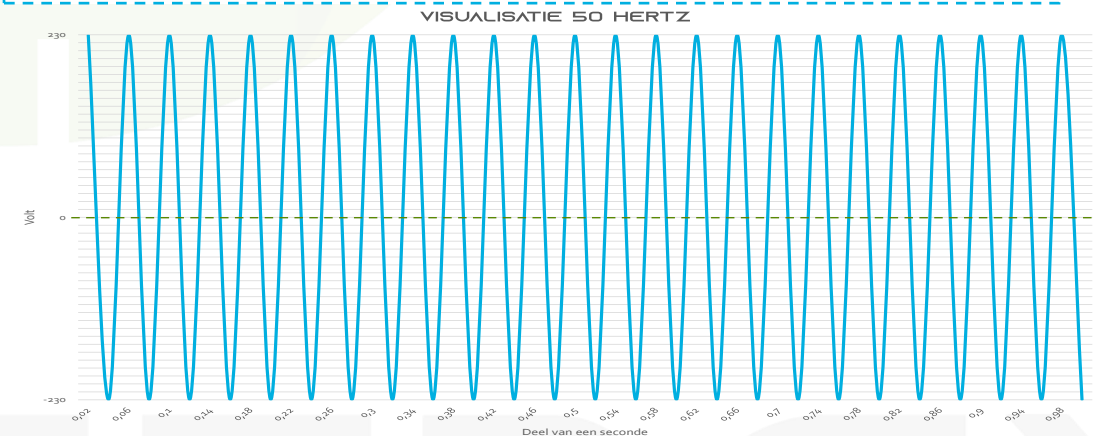
ENTSO-e regels bepalen dat de TSO een bepaald volume aan FCR beschikbaar moet hebben. Dit volume wordt jaarlijks door ENTSO-e vastgesteld. Het is vanwege deze verplichting dat TenneT FCR-vermogen aantrekt bij spelers op de energiemarkten.

Voor 2022 is de frequentieconstante voor Nederland bepaald op 3,867%. Dit betekent dat in dit jaar een Nederlandse bijdrage van 38,67 MW wordt verwacht bij een storing van 1.000 MW ergens op het vasteland van Europa.

In totaal wordt er echter rekening gehouden met uitval van 3.000 MW. Dit betekent dat Nederland op elk moment een FCR reservecapaciteit van 116 MW (3,867% van 3.000 MW) in beide regelrichtingen beschikbaar moet hebben.

In de tabel hiernaast zie je de ontwikkeling van het minimale vermogen dat TenneT beschikbaar moet hebben voor de FCR. In de grafiek daaronder zie je een visualisatie van 50 Hertz.

Jaar	Volume (MW)	Partial production in ENTSO-e RG-CE(%)
2013	114	3,80
2014	101	3,36
2015	96	3,20
2016	102	3,39
2017	107	3,56
2018	111	3,68
2019	111	3,70
2020	113	3,7701
2021	114	3,815
2022	116	3,867



Bron: <https://www.tenneT.eu/nl/elektriciteitsmarkt/ondersteunende-diensten-nederland/>

DE BALANCERINGSMARKTEN: FCR

Een BSP kan met verschillende assets actief zijn op de FCR. Deze assets kunnen op verschillende manieren met elkaar samenwerken. Hiernaast zie je verschillende samenwerkingsvormen tussen verschillende assets.

Een groep gekoppelde of samenwerkende assets kan bestaan uit een combinatie van verbruik, opslag en productie. Op deze manier kunnen assets die individueel niet, maar gezamenlijk wel aan de vereisten voldoen, toch meedoen op de FCR.

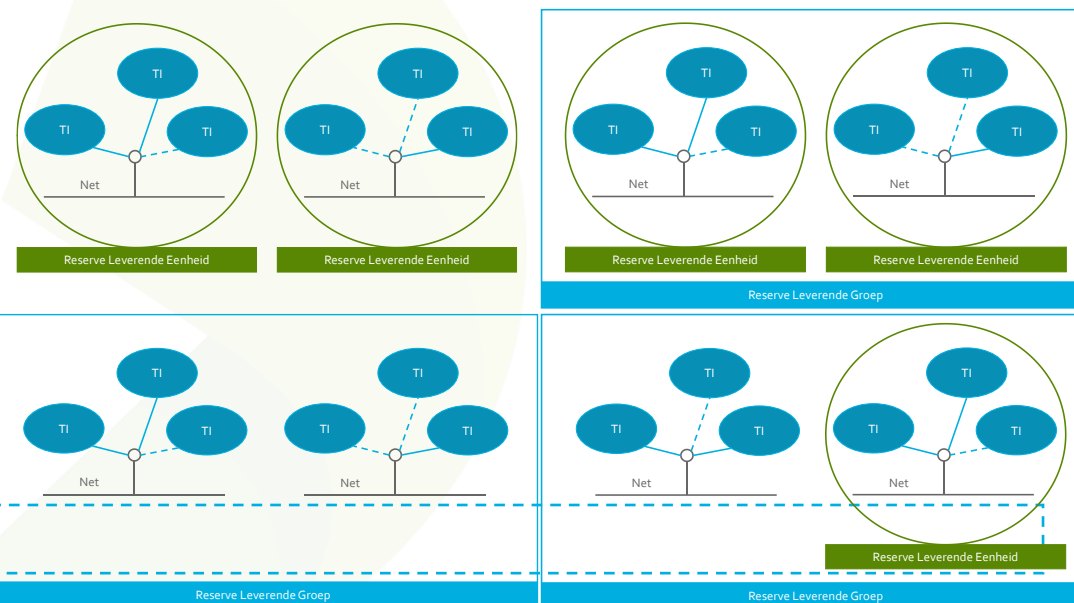
Een batterij wordt gezien als een LER, een limited energy reservoir. Een gascentrale wordt gezien als een unlimited energy reservoir.

De eisen voor levering van FCR met installaties met gelimiteerde en ongelimiteerde bronnen zijn op een enkele uitzondering na aan elkaar gelijk. Voor Reserve Leverende Eenheden of Groepen die een energiegelimiteerde technische installatie bevatten – zoals batterijen – gelden specifieke eisen (gebaseerd op System Operation Guide Line. De eisen voor levering op de FCR vind je in het "Handboek FCR voor BSP's" van TenneT.

Een aantal voorbeelden van de eisen vind je hieronder:

- Activeringssnelheid 30 seconden voor het gealloceerde volume;
- Frequentieafwijking voor volledige FCR-activering is + 200 mHz / – 200 mHz;
- Activering van FCR mag niet kunstmatig worden vertraagd en moet zo snel mogelijk beginnen, maar niet later dan 2 seconden na een frequentieafwijking; en stijgt ten minste lineair.
- Een BSP heeft het recht om de meetgegevens van eenheden met een vermogen kleiner dan 1,5 MW samen te voegen onder de voorwaarde dat het maximale vermogen van de samengevoegde eenheden als groep de 30 MW niet overschrijdt en een controle van de levering van FCR mogelijk is.

De lijst aan eisen is uiteraard veel langer.



Met een batterij moet je bijvoorbeeld actief laden en ontladen, afhankelijk van de laadtoestand die het gevolg is van de activering van FCR, om een toestand van een volledig vol of leeg reservoir te vermijden. Het laadmanagement moet zo ingericht zijn dat bij een overgang van "normal state" naar "alert state" volle activering van de gecontracteerde FCR gedurende 15 minuten mogelijk is (of relatief zoveel langer dan dat de afwijking kleiner is dan 200 mHz).

Na dit kwartier (of evenredig langere periode) moet de gelimiteerde installatie zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk binnen 2 uur na het bereiken van de "standard frequency range", de gegunde/gecontracteerde hoeveelheid FCR weer volledig beschikbaar hebben.

In de handleiding van TenneT vind je de volledige lijst aan voorwaarden.

DE BALANCERINGSMARKTEN: FCR

Gelimiteerde installaties (lees: batterijen) die als zelfstandige eenheid ingezet worden voor FCR-levering hebben een vermogen tot geprekwalificeerde vermogen verhouding van ten minste 1,25:1 of een alternatieve oplossing met een vergelijkbaar effect, bijvoorbeeld door actief laadmanagement.

In geval van een centrale regelaar en frequentiemeting moet de exploitant van de batterij of de BSP ervoor zorgen dat zowel de aansturing van de batterij als de frequentiemeting plaatsvindt vanuit het regionale 110 kV of 150 kV net of het onderliggende net waarin de verschillende batterijen geografisch gelegen zijn.

Dit minimaliseert de effecten van een mogelijke "system split" dan wel communicatieverstoringen van en naar de centrale regeling.

Indien de Reserve Leverende Eenheid of Reserve Leverende groep batterijen omvatten met lokale frequentiemetingen mogen deze worden geïntegreerd in hiervoor genoemd in te richten systeem om de verschillen in frequentie te detecteren.

Je kunt dus meerdere batterijen combineren met elkaar maar ook met andere assets. Het voordeel van een batterij is dat deze altijd een kant op kan wanneer deze deels geladen is. Een gascentrale kun je afschakelen wanneer deze al elektriciteit produceert of opschakelen wanneer ie dat nog niet of nog niet maximaal doet. Een zonnepark kun je alleen afschakelen wanneer er zonne-energie wordt opgewekt.

De exploitant van de batterij of de BSP moet ervoor zorgen dat een geografisch autonome activatie van FCR per netgebied mogelijk is, door een systeem in te richten dat de verschillen in frequentie tussen regio's (van 110 kV en/of 150 kV netten) in geval van een system split of communicatiestoring detecteert.

De netgebieden zijn als volgt:

- 110 kV Groningen/Drenthe/Overijssel
- 150 kV Gelderland/Flevoland
- 150 kV Noord Holland
- 150 kV Zeeland
- 150 kV Brabant
- 150 kV Limburg
- 150 kV Zuid-Holland
- 110 kV Friesland
- 150 kV Utrecht

De exploitant of BSP moet schriftelijk aanleveren hoe autonome activatie per netgebied gegarandeerd wordt en hoe verschillen in frequentiemetingen onderling gedetecteerd worden.

Voor het uitwisselen van meetgegevens zijn specifieke middelen nodig en dat is op verschillende manieren mogelijk, namelijk via leased lines of via een webservice.

Meer informatie hierover is te vinden in het handboek van TenneT.

DE BALANCERINGSMARKTEN: FCR

De volumes van de FCR worden per land jaarlijks vastgesteld. Meer informatie hierover vind je op de FCR-website van ENTSO-e: https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/fcr/. Volgens een Europese richtlijn (2017/1485) mag een land zijn eigen verplichting met 30% of in ieder geval met 100 MW verhogen om een deel van de verplichting van naburige 'TSO's over te nemen.

Dit betekent dat de gunning van Nederlandse biedingen in de gemeenschappelijke veiling in 2022 in totaal 116 MW + 100 MW = 216 MW kan bedragen.

Volgens de Europese richtlijn (2017/1485) moet een land ervoor zorgen dat ten minste 30% van de FCR-verplichtingen fysiek wordt geleverd binnen controleblok. Om aan deze regel te voldoen, is een kernaandeel in het veilingalgoritme geïmplementeerd. Het algoritme selecteert eerst de Nederlandse biedingen om het kernaandeel van 30% van 116 MW = 35 MW te vullen.

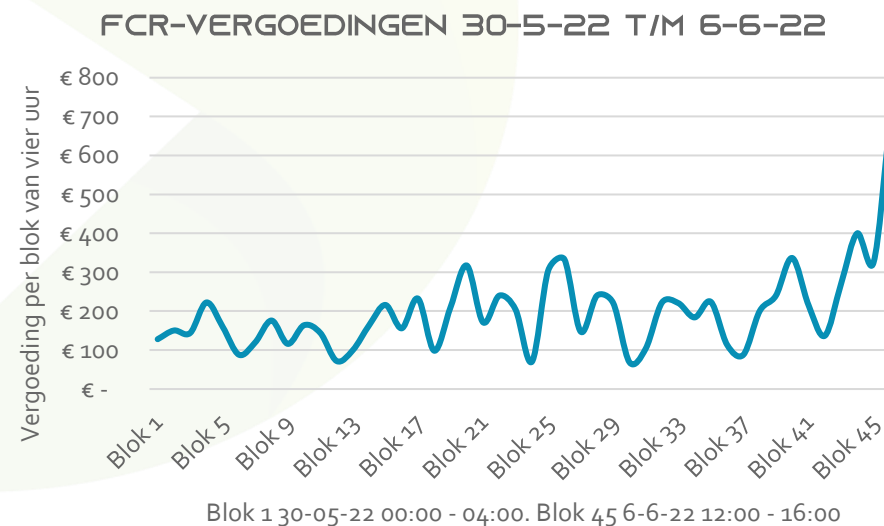
Vermogen kan worden aangeboden in stappen van 1 MW tot aan het geprequalificeerde vermogen; dit betreft een symmetrisch product, dus 1 MW betekent 1 MW opregelen en 1 MW afregelen (prekwalificatie en allocatie is mogelijk met 1 decimaal, bijvoorbeeld 1,1 MW).

Het beginsel van de "marginale prijsstelling" wordt gehanteerd. Dit betekent dat alle aanbiedingen worden gesorteerd op prijs: de goedkoopste eerst en de duurste laatst. Die prijs die wordt betaald voor de MW waarmee de totale behoefte wordt afgedekt, is de prijs die alle goedkopere aanbieders ook krijgen.

Stel dat TenneT 100 MW vermogen vraagt en dat tien partijen vermogen aanbieden. De goedkoopste biedt aan voor € 5,- per MW, de volgende € 5,50 per MW en cetera. De laatste in de rij die ervoor zorgt dat de 100 MW wordt gehaald, zet de prijs voor alle eerdere biedingen. Dus stel dat de duurste partij € 9,- per MW heeft aangeboden, dan krijgen alle aanbieders met een lagere prijs ook € 9,- per MW per kwartier, dus € 9,- per MW per kwartier = € 144,- per 4-uursblok.

Op de FCR kan vermogen worden aangeboden in zes blokken van vier uur. De blokken gaan van 00:00 tot 04:00, 04:00 tot 08:00 en zo verder. Uiteraard kan op alle zes de blokken worden aangeboden. De veiling vindt dagelijks plaats op de dag voorafgaand aan de dag van uitvoering (d-1) om 8:00.

Onderstaande grafiek toont de prijzen per blok van vier uur.



In 2021 had je met een batterij van 1 MW op de FCR maximaal € 210.136,- als vergoeding kunnen ontvangen wanneer je alle biedingen succesvol had ingediend.

Over de eerste vijf maanden van 2022 had je met dezelfde batterij maximaal € 77.728,- als vergoeding kunnen ontvangen wanneer je alle biedingen succesvol had ingediend.

Bron: <https://www.tenneT.eu/nl/elektriciteitsmarkt/ondersteunende-diensten-nederland/>

DE BALANCERINGSMARKTEN: FCR

Voorbeeld

Stel je hebt een batterij met 1 MW vermogen en 1 MWh opslagcapaciteit, een Depth of Discharge van 90% en een round-trip-efficiency van 94%.

Wanneer de batterij wordt ingezet op de FCR en deze maximaal wordt afgeroepen, moet 15 minuten lang 1 MW worden geleverd.

Dit komt overeen met $15/60 \times 1 \text{ MW} = 0,25 \text{ MWh}$. Er wordt dus 250 kWh geleverd uit de batterij. Met een round-trip-efficiency van 94% heb je hiervoor $250 / 0,94 = 266 \text{ kWh}$ moeten laden.

In Policy 1 (Load-Frequency Control and Performance) van ENTSO-e is het volgende opgenomen:

Gelimiteerde installaties die als zelfstandige eenheid ingezet worden voor FCR-levering hebben een vermogen tot geprequalificeerde vermogen verhouding van ten minste 1,25:1 of een alternatieve oplossing met een vergelijkbaar effect, bijvoorbeeld door actief laadmanagement.

Wanneer je 1 MW in wil zetten op de FCR, moet je dus minimaal $1,25 \times 15/60 \times 1 \text{ MW} = 312,5 \text{ kWh}$ in opslag hebben of 250 kWh ruimte hebben om te laden.

Rekening houdend met een RTE van 94% moet je dus 332 kWh geladen hebben en $312,5 / 0,97 = 322 \text{ kWh}$ in opslag hebben (ervan uitgaand dat de RTE 50/50 verdeeld is over laden en ontladen).

Een batterij met 1 MW vermogen en 1 MWh opslagcapaciteit kan dus niet een uur lang volledig vermogen leveren wanneer deze helemaal vol is. Dezelfde batterij kan dus ook geen MWh aaneengesloten leveren zonder tussentijds te laden.

Wanneer je een batterij met 1 MW vermogen in wil zetten op de day-ahead-markt, waar de vermogens per uur worden verhandeld, moet de opslagcapaciteit dus groter zijn dan 1 MWh.

Om 1 MWh te leveren op de day-ahead-markt, heb je een minimale opslagcapaciteit nodig van $1 \text{ MW} / 90\% \text{ D-o-D} / 0,97 \text{ RTE (éénrichting)} = 1,15 \text{ MWh}$.

De biedstrategie voor een batterij is afhankelijk van de vraag hoe de batterij wordt ingezet.

Voorbeeld

Stel dat je jouw batterij iedere dag inbiedt voor € 3,- / MW / ISP. Theoretisch kun je daarmee $€ 3,- \times 96 \times 365 = € 105.120,-$ per jaar verdienen wanneer al je biedingen gematcht zijn op die € 3,- / MW / ISP.

In praktijk zul je zien dat sommige blokken niet wordt gematcht omdat de prijs lager is dan € 3,- / MW / ISP en dat sommige blokken juist tegen een hogere prijs worden gematcht dan de € 3,- / MW / ISP.

Wanneer een biedstrategie van € 3,- / MW / ISP was toegepast in de periode 18 mei 2022 tot en met 16 juni 2022, had je met in totaal 180 blokken op de FCR $2.880 \text{ (aantal ISP)} \times € 3,- = € 8.640,-$ kunnen verdienen wanneer alle blokken ook op € 3,- per ISP waren uitgekomen.

In werkelijkheid was de gerealiseerde prijs over die periode € 4,03. Op basis van die prijs had je in die periode maximaal € 11.614,- kunnen verdienen wanneer al je biedingen waren gematcht.

Van de 180 blokken hadden er 114 een prijs gelijk aan of hoger dan € 3,- en 66 een prijs lager dan € 3,-. Met de 114 gematchte biedingen had je in die periode € 9.225,- verdiend.

Wanneer je een batterij bij een zonnepark plaatst en ook op de FCR wil handelen, zul je waarschijnlijk alleen inbieden op de blokken van 20:00 tot 24:00 en van 00:00 tot 04:00 en wellicht 04:00 tot 08:00 (afhankelijk van maand en de weersvoorspellingen). De rest van de tijd wordt de batterij dan ingezet voor waardevermeerdering van de zonnekilowatturen.

DE BALANCERINGSMARKTEN: FRR

Voor het real-time handhaven van de Nederlandse vermogensbalans maakt TenneT vooral gebruik van biedingen op het gebied van regel- en reservevermogen via markten als de automatic Frequency Restoration Reserves (aFRR), manual Frequency Restoration Reserves scheduled activated (mFRRsa) en manual Frequency Restoration Reserve direct activated (mFRRda). Dit regel- en reservevermogen wordt uitsluitend gebruikt om de vermogensonbalans te corrigeren.

De – automatische – activering van aFRR-vermogen vindt plaats als resultaat van het versturen van delta-setpoints, berekend door de Frequentie Vermogens Regeling (FVR). Het belangrijkste doel van de FVR is het snel (binnen 15 minuten) en effectief herstellen van omvangrijke onbalans in Nederland.

Daarnaast dient de FVR op kleinere onbalanssituaties te reageren om de omvang van ongeplande elektriciteitsuitwisseling binnen het synchroon gekoppelde hoogspanningsnet in Continentaal Europa (CE) te beperken.

De FVR berekent voortdurend de momentane regelfout (ook bekend als 'area control error', oftewel ACE) van Nederland. Het belangrijkste deel daarvan is de ongeplande internationale uitwisseling, oftewel het verschil tussen de cross-border uitwisseling zoals vastgesteld in de energieprogramma's (E-programma's) en de gemeten daadwerkelijke uitwisselingen op de internationale verbindingen met het Continentaal Europese synchrone elektriciteitssysteem.

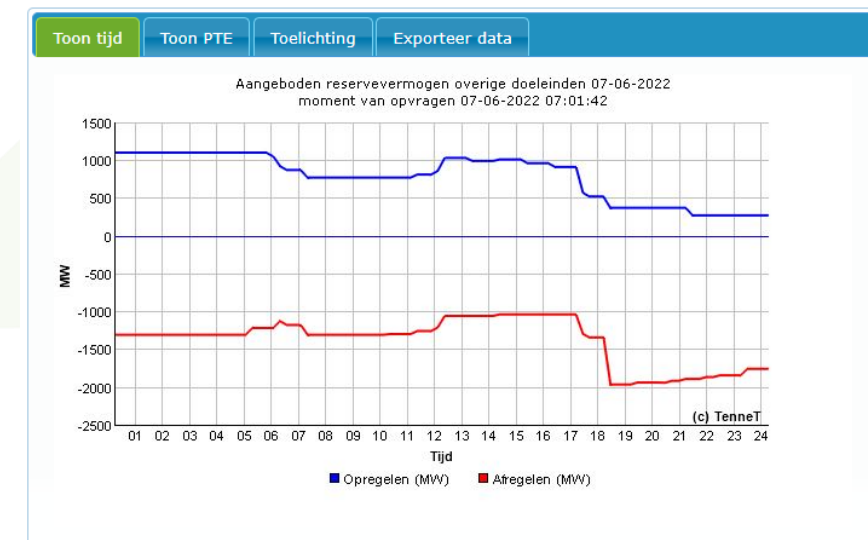
Deze waarde wordt vervolgens gecorrigeerd voor de verwachte Nederlandse inzet van frequentieondersteuning door middel van activatie van Frequency Containment Reserves (FCR, de primaire reserve). De verwachte FCR-inzet wordt berekend door de gemeten frequentie-afwijking te vermenigvuldigen met de internationaal afgestemde frequentieconstante voor Nederland.

Op basis van bovengenoemde berekeningen bepaalt de FVR vervolgens hoeveel aFRR-vermogen (de secundaire reserve) en/of mFRRda (noodvermogen, tertiaire reserve) geactiveerd dient te worden om de vermogensbalans te handhaven.

Onderstaande tabel toont de door TenneT gecontracteerde vermogens voor aFRR en mFRR in de eerste maanden van 2022.

Gecontracteerde vermogens 1-1-22 tot en met 6-6-22				
	aFRR		mFRR	
	Up	Down	Up	Down
Minimaal vermogen (MW)	310	310	655	265
Gemiddeld vermogen (MW)	336	377	911	768
Maximaal vermogen (MW)	585	880	995	835

Onderstaande grafiek toont het aangeboden reservevermogen gedurende een dag.



Bron:

https://www.tennet.org/bedrijfsvoering/Systeemgegevens_voorbereiding/Aangeboden_reservevermogen_Overige_Doeleinden/Aangeboden_reservevermogen.aspx

DE BALANCERINGSMARKTEN: FRR

Hieronder is een tabel weergegeven met de vastgestelde (minimale) dimensionering voor aFRR-vermogen. De daadwerkelijke gecontracteerde volumes kunnen afwijken om een economisch optimale mix te contracteren.

Jaar	aFRR (minimum) (MW)	
	OP	AF
2013	300	300
2014	300	300
2015	300	300
2016	340	340
2017	340	340
2018 Q1-2	350	350
2018 Q3-4	320	320
2019 Q1-2	425	425
2019 Q3-4	385	385
2020 Q1-2	310	310
2020 Q3-4	310	310
2021 Q1-2	300	290
2021 Q3-4	290	290
2022 Q1-2	310	310
2022 Q3-4	323	324

Hieronder is een tabel weergegeven met de vastgestelde dimensionering voor mFRRda-vermogen. De daadwerkelijke gecontracteerde volumes kunnen afwijken om een economisch optimale mix te contracteren.

Jaar	mFRRda (MW)	
	OP	AF
2013	350	n.v.t.
2014	350	n.v.t.
2015	350	n.v.t.
2016	350	n.v.t.
2017	350	200
2018 Q1-2	650	672
2018 Q3-4	750	712
2019 Q1-2	720	652
2019 Q3-4	685	629
2020 M1-2	760	671
2020 M3-6*	994	715
2020 Q3-4	994	705
2021 Q1-2	1005	750
2021 Q3-4	1015	760
2022 Q1-2	995	835

*Behoefteraming FRR Q1-2 voor 2020 aangepast ivm wijzigingen grootst gedimensioneerde uitval

Bron: <https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/ondersteunende-diensten-nederland/>

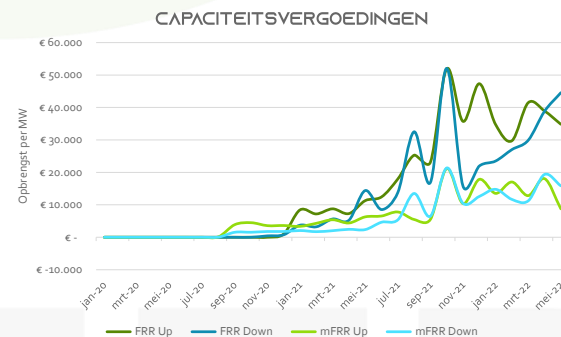
DE BALANCERINGSMARKTEN: FRR

Net als bij de FCR kan een BSP met verschillende assets actief zijn op de FRR-markten.

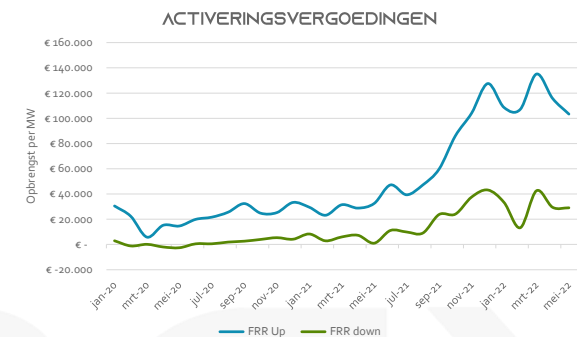
Kenmerken van de FRR zijn:

- De FRR kent twee richtingen: leveren aan het net (opregelen) en betrekken van het net (afregelen). Opregelen kan door meer elektriciteit te leveren (produceren), minder te verbruiken of een batterij te ontladen. Afregelen kan door minder elektriciteit te leveren, meer te verbruiken of een batterij te laden.
- Gecontracteerd FRR-vermogen moet alle tijdseenheden van de contractperiode ter beschikking staan, zodat TenneT binnen 15 minuten de ACE kan beperken.
- FRR-vermogen mag alleen geleverd worden op aansluitingen die als telemetrie of slimme-meter-allocatie zijn aangeduid. Profielklanten zijn niet toegestaan.
- De FRR heeft twee biedingen: capaciteitsbiedingen en energiebiedingen. Capaciteit geeft aan hoeveel vermogen beschikbaar wordt gesteld. Energiebiedingen geven aan op welk moment en tegen welke prijs het vermogen afgeroepen kan worden (de werkelijke inzet).
- Er moeten asymmetrische capaciteitsbiedingen worden ingestuurd en een aFRR-capaciteitsbieding kan in veelvoud van 1 MW worden aangeboden, met een minimum van 1 MW.
- Een individuele aFRR-energiebieding heeft een minimale omvang van 1 MW en een maximale omvang van 999 MW.
- Er kunnen door een BSP per imbalance settlement period (ISP) maximaal drie energiebiedingen kleiner dan 4 MW worden aangeboden op de aFRR.
- De FRR activeert aFRR-energiebiedingen door het sturen van delta-setpoints in stappen van 1 MW.

- De aangeboden op- en afregelsnelheid bedraagt ten minste 7% per minuut van de biedgrootte (10% in geval van een energiebieding kleiner dan 4 MW) en maximaal 100%. Met ingang van 01-07-2022 zal de aangeboden op- en afregelsnelheid ten minste 20% per minuut van de biedgrootte zijn (ook voor biedingen < 4 MW).
- Een zichtbare vermogensverandering wordt verwacht binnen 30 seconden na een deltasetpointverandering.
- Om mFRR-biedingen (noodvermogen) te doen, is minimaal 20 MW vermogen nodig.
- In het "handboek aFRR voor BSP's" van TenneT vind je de volledige lijst aan voorwaarden voor de aFRR.
- De veiling vindt dagelijks plaats op de dag voorafgaand aan de dag van uitvoering (d-1) om 9:00. In tegenstelling tot de FCR, waar marginale prijsstelling wordt gehanteerd, ontvangt de BSP bij gunning de prijs van de bieding (pay-as-bid).
- Onderstaande grafieken tonen de ontwikkeling van zowel de capaciteits- als activeringsvergoedingen op de aFRR en mFRR.



PERIODE	FCR	FRR UP	FRR DOWN	mFRR UP	mFRR DOWN
2022 t/m mei	€ 77.728	€ 179.781	€ 163.802	€ 70.274	€ 72.939
Heel 2021	€ 224.251	€ 257.856	€ 194.455	€ 102.154	€ 86.880
2022 t.o.v. 2021	35%	70%	84%	69%	84%



PERIODE	UP	DOWN
2022 t/m mei	€ 570.050	€ 147.539
Heel 2021	€ 657.248	€ 183.854
2022 t.o.v. 2021	87%	80%

Bronnen:

https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Handboek_aFRR_voor_BSPs.pdf

[https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/mFRRda_-_](https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/mFRRda_-_Bewustzijnvermogen.pdf)

[Bewustzijnvermogen.pdf](https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/mFRRda_-_Bewustzijnvermogen.pdf)

DE BALANCERINGSMARKTEN: CONGESTIE

Op 24 mei 2022 heeft de Autoriteit Consument en Markt (ACM) de regels rondom transportschaarste en congestiemanagement aangepast.

Het besluit stelt duidelijke regels voor de manier waarop netbeheerders in alle fasen van congestiemanagement – van de 'vooraankondiging' van voorziene structurele congestie, tot het onderzoek naar congestiemanagement en de uitvoering op dagelijkse basis – op transparante wijze communiceren over de voorspelde congestie en de wijze waarop aangeslotenen een bijdrage kunnen leveren aan congestiemanagement. Het besluit introduceert een nieuw 'capaciteitsbeperkingsproduct' dat aan zowel aangeslotenen als netbeheerders veel mogelijkheden biedt om flexibiliteitsdiensten te ontwikkelen en in te zetten. Ook introduceert het besluit een nieuwe rol van congestiemanagementdienstverlener (de CSP, Congestion Services Provider) die de beschikbare flexibiliteit op effectieve wijze kan aanbieden.

Verbruikers en producenten met een gecontracteerd en beschikbaar gesteld transportvermogen van meer dan 60 MW zijn verplicht om tegen vooraf met TenneT overeengekomen voorwaarden een bijdrage te leveren aan het oplossen van fysieke congestie en wijzen hiertoe een CSP aan.

Wanneer sprake is van een congestiegebied kan de netbeheerder verbruikers en producenten met een gecontracteerd en beschikbaar gesteld transportvermogen van meer dan 1 MW verplichten een aanbod te doen om tegen met de netbeheerder overeen te komen voorwaarden een bijlage te leveren aan het oplossen van fysieke congestie op grond van de congestiemanagementdiensten als redispatch en capaciteitsbeperking.

Bronnen:

<https://www.acm.nl/nl/publicaties/codebesluit-congestiemanagement>

<https://wetten.overheid.nl/BWBR0037940/2022-05-18>

<https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>

Met een bieding redispatch biedt de door de aangeslotene aangewezen CSP aan om op een gespecificeerde locatie op te regelen of af te regelen ten opzichte van een prognose voor die locatie.

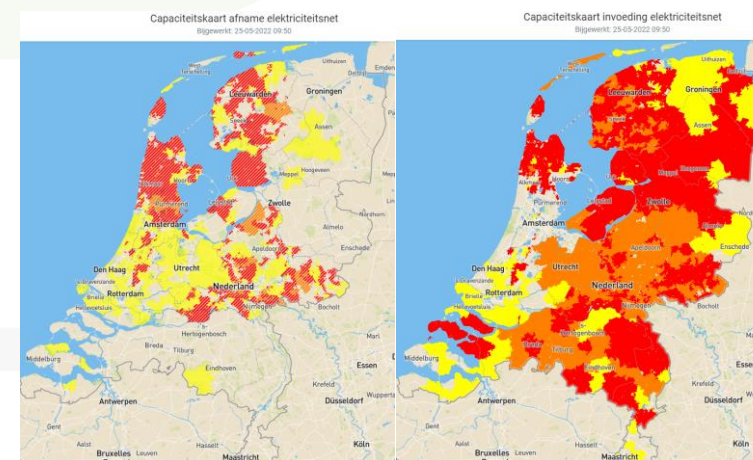
Een bieding redispatch voldoet ten minste aan de volgende voorwaarden:

- minimumhoeveelheid: 100 kW; en
- minimumduur van de leveringsperiode: 1 onbalansverrekeningsperiode.

Het capaciteitsbeperkingscontract geeft uitdrukking aan ten minste de volgende variabele kenmerken:

- de maximaal te gebruiken transportcapaciteit; en
- het gegeven of de reductie permanent geleverd wordt of gedurende af te spreken periodes.

De volledige voorwaarden voor redispatch en capaciteitsbeperking zijn te vinden in bijlage 11 en 12 van het ["Besluit van de Autoriteit Consument en Markt van 24 mei 2022 kenmerk ACM/UIT/577139 tot wijziging van de voorwaarden als bedoeld in artikel 31 van de Elektriciteitswet 1998 betreffende regels rondom transportschaarste en congestiemanagement"](#) zoals gepubliceerd in de Staatscourant op 25 mei 2022.



TIJDLIJNEN EN PRIJZEN

Om een asset, zoals een batterij, in te zetten op de verschillende markten, moet rekening worden gehouden met de deadlines van die markten.

FCR

Alle TSO's kopen op dagbasis hun FCR-vermogensbehoefte in. De Gate Opening Time (GOT) voor biedingen op de FCR is 11:00 CET op D-14. Dit betekent dat veertien dagen voor levering vanaf elf uur 's ochtends biedingen kunnen worden gedaan.

De Gate Close Time (GCT) is 8:00 op D-1, oftewel acht uur 's ochtends de dag voor levering.

De resultaten van de veiling worden uiterlijk 8:30 op de dag voor levering (D-1) gepubliceerd.

Voor 17:00 op D-1 moet de BSP het volgende aan TenneT doorgeven:

- de RLE/RLG waarvan de volgende dag in het kader van de FCR-levering gebruik zal worden gemaakt;
- hoeveel FCR per RLE/RLG beschikbaar wordt gesteld; en
- eventuele volumeoverdracht aan andere BSP.

Het allocatiebericht betreft alleen de dag van uitvoering (D). Er mag niet méér gealloceerd worden over de RLE/RLG's dan de aangegane verplichting tot levering van FCR-vermogen (de bieding die voor 8:00 is ingediend en gehonoreerd).

aFRR- en mFRRda-capaciteitsbiedingen

De GCT voor capaciteitsbiedingen is 9:00 op D-1, dus acht uur 's ochtends de dag voor levering.

Voor energiebiedingen is de GTC 14:45 op D-1, dus kwart voor drie 's middags de dag voor levering.

EPEX-Spot DAM

De GOT voor de day-ahead-biedingen op de EPEX-Spot is D-45. De GCT is 12:00 D-1, dus twaalf uur 's middag de dag voor levering. De resultaten van de veiling worden uiterlijk 12:50 op de dag voor levering (D-1) gepubliceerd.

De minimale prijs op de EPEX-Spot DAM is - € 500,- per MWh. De maximale prijs op de EPEX-Spot DAM is + € 3.000,- per MWh.

E-programma TenneT

Het e-programma moet dagelijks de dag voor levering (D-1) voor 14:00 zijn aangeleverd bij TenneT.

FRR-energiebiedingen

De energiebiedingen (per kwartier, dus maximaal 96 stuks op 'normale' dagen) moeten dagelijks voor 14:45 worden aangeleverd op de dag voor levering (D-1).

EPEX-Spot intraday

Vanaf 15:00 's middags op de dag voor levering (D-1) tot vijf minuten (00:05) voor levering (D) kan continu op de EPEX-Spot intraday worden gehandeld in blokken van 15, 30 of 60 minuten.

De minimale prijs op de EPEX-Spot intraday is - € 9.999,- per MWh. De maximale prijs op de EPEX-Spot DAM is + € 9.999,- per MWh.

Congestie

De netbeheerder publiceert uiterlijk om 15:30 uur voor welke tijdsblokken de volgende dag hij biedingen verwacht. De biedingen worden uiterlijk 16:00 uur bij de netbeheerder ingediend. Beide dus op D-1.

TIJDLIJNEN EN PRIJZEN

De prijzen voor onbalans worden soms in euro per MW per ISP (15 minuten) weergegeven en soms in euro per MWh.

De capaciteitsvergoedingen voor de FCR en FRR worden altijd uitgedrukt in euro per MW per ISP. De FCR kan worden aangeboden in blokken van 4 uur. De FRR wordt aangeboden voor 24 uur.

Hiernaast zie je de capaciteitsvergoedingen voor de FCR en FRR op 6 juni 2022.

De FCR heeft prijzen voor blokken van 4 uur en je ziet hier de prijzen per uur. De vergoeding is per ISP. Dit betekent dat de prijs vier keer hoger is omdat er vier blokken van 15 minuten in een uur zitten.

Voor het FCR-blok van 00:00 tot 04:00 krijg je, in de veronderstelling dat je bieding geaccepteerd is, een capaciteitsvergoeding van:

16 ISP x 4,21 euro per MW per ISP = € 67,36.

Voor het FCR-blok van 04:00 tot 08:00 krijg je die dag een capaciteitsvergoeding van:

16 ISP x 6,25 euro per MW per ISP = € 100,-.

En dan zijn er nog vier blokken op de FCR op die dag.

Hetzelfde principe geldt voor de aFRR en mFRR. De vergoeding geldt per ISP. Een normale dag, een dag waarin de klok niet wordt verzet, heeft 96 kwartieren. De prijs die je ziet, moet je dus vermenigvuldigen met 96.

Op 6 juni 2022 krijg je, in de veronderstelling dat je bieding geaccepteerd is, een capaciteitsvergoeding voor 1 MW aFRR down:

96 ISP x 12,63 euro per MW per ISP = € 1.212,48.

Je moet hiervoor wel hebben aangetoond dat je dit vermogen 24 uur lang kunt leveren, dus dat je meer dan 24 MWh capaciteit hebt.

SCAJNL						
Contracted time period	Reserve Type	Contract Type	Source	Regulation Price	Direction	Price Type
Start - End				[EUR / MW / ISP]		
06.06.2022 00:00 - 07.06.2022 00:00 (CET/CEST)	FCR	Daily	Generation	4.21 (VARY)	Symmetric	AVERAGE -

From	To	Regulation Price	Direction
		[EUR / MW / ISP]	
06.06.2022 00:00 (CET)	06.06.2022 01:00 (CET)	4.21	Symmetric
06.06.2022 01:00 (CET)	06.06.2022 02:00 (CET)	4.21	Symmetric
06.06.2022 02:00 (CET)	06.06.2022 03:00 (CET)	4.21	Symmetric
06.06.2022 03:00 (CET)	06.06.2022 04:00 (CET)	4.21	Symmetric
06.06.2022 04:00 (CET)	06.06.2022 05:00 (CET)	6.25	Symmetric
06.06.2022 05:00 (CET)	06.06.2022 06:00 (CET)	6.25	Symmetric
06.06.2022 06:00 (CET)	06.06.2022 07:00 (CET)	6.25	Symmetric
06.06.2022 07:00 (CET)	06.06.2022 08:00 (CET)	6.25	Symmetric
06.06.2022 08:00 (CET)	06.06.2022 09:00 (CET)	5.07	Symmetric
06.06.2022 09:00 (CET)	06.06.2022 10:00 (CET)	5.07	Symmetric

10	20	50	100	1	2	3	>	>>
----	----	----	-----	---	---	---	---	----

06.06.2022 00:00 - 07.06.2022 00:00 (CET/CEST)	aFRR	Daily	Not Specified	5.97	Up	AVERAGE +
06.06.2022 00:00 - 07.06.2022 00:00 (CET/CEST)	aFRR	Daily	Not Specified	12.63	Down	AVERAGE +
06.06.2022 00:00 - 07.06.2022 00:00 (CET/CEST)	mFRR	Daily	Not Specified	6.99	Down	AVERAGE +
06.06.2022 00:00 - 07.06.2022 00:00 (CET/CEST)	mFRR	Daily	Not Specified	1.23	Up	AVERAGE +

SANCTIES

Het kan voorkomen dat aangeboden en door TenneT gecontracteerd vermogen (tijdelijk) niet of niet volledig beschikbaar is.

In deze gevallen wordt gesproken over gebrekkige respons of niet-beschikbaarheid en spreekt men van een Incident. Een Incident is dus een periode waarin Gebrekkige Respons optreedt. Indien en zover deze periode twee of meer Veilingperiodes beslaat, wordt iedere periode binnen een Veilingperiode beschouwd als aparte periode van Gebrekkige Respons.

Vergoeding gebrekkige respons FCR

De vergoeding (lees: sanctie) voor ieder Incident waarbinnen een vermogensverandering van een RLE/RLG wordt geconstateerd, die aanwijsbaar onvoldoende is, wordt als volgt bepaald:

$$\text{inhouding}_{\text{GBR}} = \text{Periode}_{\text{gebrekkig}} \times \text{MW}_{\text{gebrekkig}} \times \text{Vergoeding} \times 20$$

Indien en zover een Incident 2 of meer Veilingperiodes beslaat, worden $\text{MW}_{\text{gebrekkig}}$ en $\text{inhouding}_{\text{GBR}}$ vastgesteld voor iedere Veilingperiode en bestaat de totale $\text{inhouding}_{\text{GBR}}$ voor het Incident uit de som van $\text{inhouding}_{\text{GBR}}$ voor iedere Veilingperiode.

$\text{Periode}_{\text{gebrekkig}}$ is de periode, waarin sprake was van Gebrekkige Respons, in hele minuten.

$\text{MW}_{\text{gebrekkig}}$ staat voor de FCR welke op basis van de Frequentieverandering en de FCR-allocatie geleverd had moeten worden, minus de FCR die geleverd is. $\text{MW}_{\text{gebrekkig}}$ wordt vastgesteld op basis van de hoogste Frequentieverandering gedurende dit Incident en de op dat moment geleverde FCR.

Vergoeding staat voor de vergoeding voor FCR, uitgedrukt in € / MW / minuut. De vergoeding per MW per Veilingperiode wordt hiervoor gedeeld door het aantal minuten in de Veilingperiode.

Stel dat je in een FCR-blok van 4 uur 1 MW levert tegen een vergoeding van € 6,- per MW per ISP. Door een onvoorziene omstandigheid kun je in dat blok 8 minuten slechts 0,4 MW FCR leveren en deze 8 minuten zijn verdeeld over twee ISP's. 5 minuten vallen in ISP 13 en 3 minuten vallen in ISP 14.

De inhouding_{GBR} is dan als volgt:

$$\text{ISP 13: } 5 \text{ minuten} \times (1 - 0,4) = 0,6 \text{ MW} \times € 6,- / 15 \text{ minuten in ISP} \times 20 = € 24,-$$

$$\text{ISP 14: } 3 \text{ minuten} \times (1 - 0,4) = 0,6 \text{ MW} \times € 6,- / 15 \text{ minuten in ISP} \times 20 = € 14,40$$

De totale inhouding_{GBR} is dan € 24,- + € 14,40 = € 38,40.

Hierdoor is in dit FCR-blok niet 16 ISP x 1 MW x € 6,- = € 96,- verdiend maar € 96,- - € 38,40 = € 57,60.

Wanneer een Leverancier op de aFRR niet aan de Regelinstructie voldoet, gelden de volgende sancties:

1. Leverancier is aan TenneT voor iedere ISP waarin sprake is van een gebrekkige respons een vergoeding verschuldigd, gelijk aan twee maal het Regelvermogen maal de op de Entso-E transparency platform gepubliceerde gemiddelde vergoeding (voor beschikbaarstelling van aFRR capaciteit opregelen of afregelen voor de periode waarin de leveringsverplichting van toepassing is).
2. In afwijking van hetgeen onder (1) is bepaald geldt dat wanneer gedurende 8 of meer ISP's sprake is van een gebrekkige respons van Leverancier, is Leverancier aan TenneT een vergoeding verschuldigd, gelijk aan de op Entso-E transparency platform gepubliceerde gemiddelde vergoeding maal 96 ("dagvergoeding").
3. Indien TenneT namens Leverancier een Energiebieding doet brengt TenneT voor elke dag € 2.500 in rekening bij Leverancier.

BATTERIJEN

Er zijn verschillende soorten batterijen. Het meest bekend en toegepast in Nederland zijn lithium-ion-batterijen. Solid-state en flow-batterijen worden ook regelmatig genoemd, maar minder toegepast.

Dit document biedt geen technische toelichting op de verschillende type batterijen. De keuze voor een bepaald type batterij moet gebaseerd zijn op de toepassing c.q. de business case.

Bij de keuze voor een type batterij zijn onder meer de volgende zaken van belang:

- Het vermogen en de capaciteit van de batterij;
- Het ruimtebeslag;
- De onderhoudsvriendelijkheid;
- De Depth-of-Discharge;
- De round-trip-efficiency;
- De levensduur en garantie; en
- De producent.

Wanneer een batterij op de balanceringsmarkten wordt aangeboden, moet de batterij een prekwalificatietest doorlopen bij TenneT. Meer informatie over het prekwalificatieproces vind je hier:

https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/20191114_Prekwalificatieproces_NL.pdf

Informatie over de business case voor grootschalige opslag vind je hier:

<https://ce.nl/publicaties/omslagpunt-grootschalige-batterijopslag/>

De verhouding tussen het vermogen en de capaciteit van een batterij is van groot belang. Capaciteit wordt uitgedrukt in kWh of MWh en geeft aan hoeveel stroom een batterij kan leveren dan wel opnemen per uur. De snelheid waarmee een batterij wordt ontladen of geladen, wordt uitgedrukt als de C-snelheid. De C-snelheid geeft aan hoeveel uur een accu met een bepaalde capaciteit meegaat. 1C is de 1h-snelheid en betekent dat de (ont)laadstroom de hele accu binnen 1 uur zal (ont)laden.

Wanneer je een batterij met 1 MW vermogen en 1 MWh opslag hebt, heb je een 1C-batterij. Heb je een batterij met 1 MW vermogen en 2 MWh opslag, dan heb je een 0.5C-batterij. Een 0.5C-batterij wordt soms ook een C2-batterij genoemd.

0.5C: je kunt de helft van de batterijcapaciteit (ont)laden binnen één uur;

C2: je kunt de hele batterij (ont)laden binnen twee uur.

Depth-of-Discharge (DoD) geeft aan hoe ver de batterij maximaal ontladen kan worden. Sommige batterijen kunnen 100% ontladen worden, andere misschien maar tot 80%.

Round-trip-efficiency (RTE) geeft aan hoeveel stroom effectief uit de batterij komt nadat deze erin is gestopt. Wanneer de RTE 93% is, betekent dit dat van iedere 100 kWh die in de batterij wordt gestopt er 93 kWh weer uitkomt. Dit staat los van de DoD.

Meer relevante informatie over verschillende soorten batterijen vind je hier:

https://www.vereniging-bwt.nl/upload/ckfinder/files/BkiP_09_15_Opslagtechnieken.pdf

<https://www.hieropgewekt.nl/kennisdossiers/opslag>

<https://www.batterijimport.nl/blog/post/blog-solid-state-batterij-technologie>

VERDIENMODELLEN

Bij het opbouwen van de business case van een batterij moet onder meer rekening worden gehouden met de volgende zaken. Afhankelijk van het exploitatiemodel is een aantal zaken wellicht niet relevant.

Technische specificaties

- Het bruto vermogen;
- De bruto opslagcapaciteit;
- De Depth-of-Discharge (ontladingsdiepte, DoD);
- De levensduur in jaren én in cycli;
- De jaarlijkse degradatie van het vermogen en de opslagcapaciteit;
- De degradatie van het vermogen en de opslagcapaciteit per 1.000 cycli;
- Het zelfontladingspercentage;
- De technische onbeschikbaarheid; en
- Eigen verbruik (door omvormers en dergelijke).

Directe kosten

- Inkoop elektriciteit (eigen verbruik, zelfontlading, DoD);
- De netbeheerderskosten, zoals de periodieke aansluitvergoeding en de transportvergoedingen, zoals kW-contract, kW-max en dergelijke. Eventueel MLOEA;
- De meetdiensten;
- Energiebelasting en Opslag Duurzame Energie; en
- Markttoegang.

Operationele kosten

- Inspectie;
- Onderhoud;
- Reserveonderdelen;
- Controle- en energiemanagementsysteem;
- Verzekeringen;
- Administratiekosten en management;
- Eventuele vergunningen;
- Kosten voor risicobeheer;
- Huur locatie;
- Eventuele overige kosten.

Kapitaallasten

- Rente en aflossing;
- Afschrijving (boekhoudkundig, maar beïnvloedt winst en dus belasting).

Belastingen

- Vennootschapsbelasting (VPB) of inkomstenbelasting (IB);
- Onroerendezaakbelasting (OZB).

VERDIENMODELLEN

Een batterij heeft verschillende verdienmodellen omdat een batterij kan worden ingezet op verschillende markten.

De markten die eerder in het document aan de orde zijn gekomen, zijn:

1. De day-ahead-markt;
2. De intraday-markt;
3. De passieve onbalans;
4. De FCR;
5. De aFRR;
6. De mFRR; en
7. De congestiemarkt.

Een batterij kan ook op verschillende markten worden ingezet, ook gedurende dezelfde dag. Sommige markten kunnen echter niet gecombineerd worden. Zo is het bijvoorbeeld niet mogelijk het volledige vermogen van een batterij tegelijkertijd op zowel de FCR als de aFRR aan te bieden. Tenminste, niet wanneer de FCR-bieding al geaccepteerd en dus gecontracteerd is.

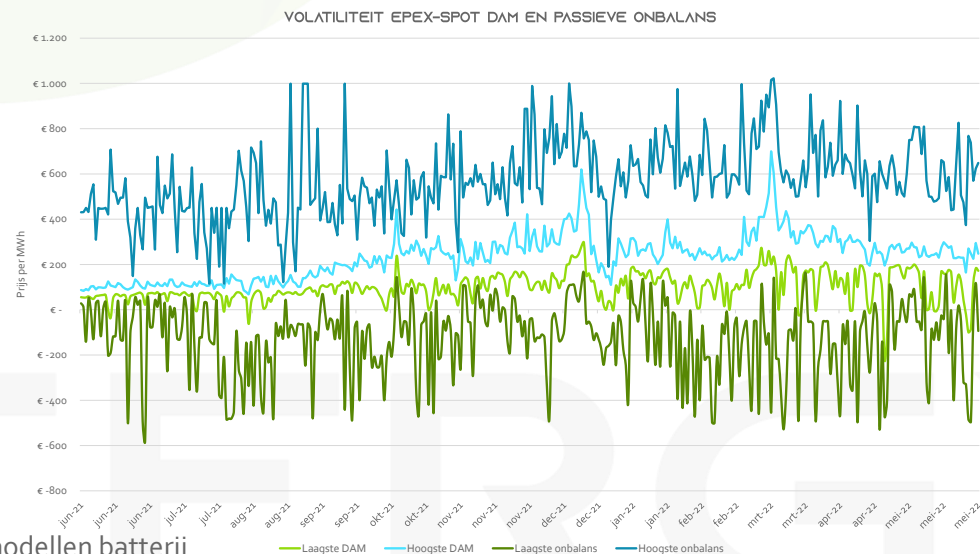
Omdat een batterij altijd in staat moet zijn te (ont)laden, is het noodzakelijk energiemanagement toe te passen. Enerzijds om te voorkomen dat een batterij vol is wanneer geladen moet worden of leeg wanneer ontladen moet worden. Anderzijds om ervoor te zorgen dat het financieel rendement gemaximaliseerd wordt.

De markt waarop de batterij wordt ingezet, bepaalt in belangrijke mate de specificaties waaraan de batterij moet voldoen.

De wijze en markten waarop een batterij wordt ingezet, is afhankelijk van veel factoren.

- Is de batterij een Reserve Leverende Eenheid of onderdeel van een Reserve Leverende Groep?
- Heeft de batterij een eigen netaansluiting (al dan niet MLOEA) of wordt deze achter de meter bij een zonne- of windpark geplaatst?
- Hoe groot zijn het vermogen en de capaciteit van de batterij?
- Wat voor type batterij is het?
- Wat is het doel van de exploitant van de batterij: hernieuwbare elektriciteitsproductie optimaal benutten of maximaal financieel rendement?

Op basis van de huidige prijsniveaus zullen de meeste batterijen worden ingezet op de FCR en de passieve onbalans. Op sommige dagen zijn de day-ahead- en intraday-prijzen op de EPEX-Spot ook interessant (genoeg) maar de passieve onbalans biedt sowieso meer handelsmogelijkheden (kwartierbasis) dan de day-ahead (uurbasis).



VERDIENMODELLEN

Om de uitleg niet te complex te maken, ga ik in dit voorbeeld uit van een batterij met 1 MW vermogen die 1 MWh volledig kan laden en ontladen, dus zonder eerder genoemde beperkingen met betrekking tot DoD en RTE.

In dit geval moet je voor je business case sowieso rekening houden met een kW-contract en kW-max van 1 MW, maar dit terzijde.

In dit voorbeeld gebruik ik de werkelijke data van 8 juni 2022.

Wanneer de batterij met 1 MW vermogen voor alle zes de blokken succesvol was aangeboden op de FCR, had je met deze batterij op 8 juni 2022 € 454,08 capaciteitsvergoeding verdiend. Bij inzet op de FCR wordt geen energie vergoed.

Wanneer je met 1 MW vermogen op 8 juni 2022 succesvol had aangeboden, had je:

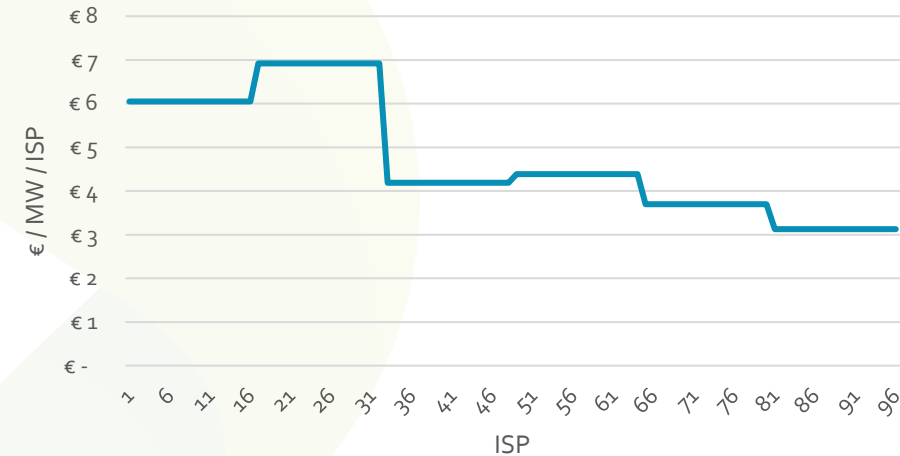
- op de aFRR up $96 \times € 9,04 = € 867,84$ capaciteitsvergoeding verdiend;
- op de aFRR down $96 \times € 1,79 = € 171,84$ capaciteitsvergoeding verdiend;
- op de mFRR up $96 \times € 2,00 = € 192,00$ capaciteitsvergoeding verdiend; en
- op de mFRR down $96 \times € 0,85 = € 81,60$ capaciteitsvergoeding verdiend.

In tegenstelling tot de FCR, moet je bij zowel de aFRR als de mFRR ook energiebiedingen indienen. Per ISP geef je aan voor welke prijs het vermogen afgeroepen mag worden en of het dan om op- of om afregelen gaat. Daarnaast kun je op de aFRR vrijwillige biedingen indienen, dus zonder capaciteitsvergoeding. Op de mFRR kan dit nog niet.

Een C1-batterij met 1 MW vermogen en 1 MWh opslagcapaciteit kan dus vier keer worden aangeboden zonder bij te hoeven laden, wanneer de batterij voor 100% geladen was of zonder te ontladen wanneer deze helemaal leeg was. Een 0.5C-, of C2-batterij kan dus acht ISP's laden of ontladen wanneer deze helemaal leeg of helemaal vol zou zijn.

Let wel: voor capaciteitsbiedingen op de aFRR moet je dus 24 uur kunnen leveren en op de mFRRda gaat het om minimaal 20 MW voor minimaal 1 uur.

CAPACITEITSVERGOEDING FCR 8 JUNI 2022



SCA NL						
Contracted time period	Reserve Type	Contract Type	Source	Regulation Price [EUR / MW / ISP]	Direction	Price Type
08.06.2022 00:00 - 09.06.2022 00:00 (CET/CEST)	aFRR	Daily	Not Specified	9.04	Up	AVERAGE +
08.06.2022 00:00 - 09.06.2022 00:00 (CET/CEST)	mFRR	Daily	Not Specified	2.00	Up	AVERAGE +
08.06.2022 00:00 - 09.06.2022 00:00 (CET/CEST)	aFRR	Daily	Not Specified	1.79	Down	AVERAGE +
08.06.2022 00:00 - 09.06.2022 00:00 (CET/CEST)	mFRR	Daily	Not Specified	0.85	Down	AVERAGE +

VERDIENMODELLEN

Zowel de aFRR als de mFRR kennen enkele bijzonderheden.

Om een batterij op de aFRR aan te bieden voor een capaciteitsvergoeding, moet de batterij vanuit de opslagcapaciteit de volledige contractduur kunnen afdekken. Omdat de contractduur voor aFRR 24 uur is, heb je met een batterij met 1 MW vermogen minimaal 24 MWh opslagcapaciteit nodig. Dit zijn verhoudingen die op dit moment nog niet voorkomen.

Bij de mFRR geldt dat je minimaal één uur moet kunnen leveren (laden of ontladen). Daarna is het toegestaan zes uur 'rust' te nemen. Tijdens deze zes uur word je niet geactiveerd en heb je de tijd je batterij weer op het benodigde laadniveau te brengen. Daarbij komt dat de minimale omvang van te contracteren mFRRda-volume 20 MW is.

Voor de business case is van belang te begrijpen dat FCR-capaciteitsvergoedingen worden bepaald op basis van marginal costing. Dit geldt tevens voor de energiebiedingen op de aFRR en mFRR.

Voor de capaciteitsvergoedingen op de aFRR en mFRR geldt echter dat deze worden toegekend op basis van pay-as-bid.

Het geactiveerde FRR-volume wordt per ISP per richting gecorrigeerd bij de BRP zoals vermeld in het biedbericht. Op deze manier loopt de BRP geen (extra) onbalans op door het activeren van FRR.

De mFRR maakt zoals eerder vermeld onderscheid tussen mFRRsa (schedule activated, reservevermogen) en mFRRda (direct activated, noodvermogen). Op de mFRRsa kan niet gecontracteerd worden aangeboden (dus geen capaciteitsvergoeding), alleen vrijwillig (dus alleen energievergoeding). Op de mFRRda kan wel met een capaciteitsvergoeding én een energievergoeding worden aangeboden. Op dit moment kunnen er nog geen vrijwillige biedingen op de mFRRda worden gedaan.

mFRRda in opregelrichting

De prijs voor elke ISP van de volledige activeringstijd en de leveringsperiode is gelijk aan de inzetprijs voor opregelen voor de betreffende ISP plus 10% of, indien dit hoger is, de EPEX-prijs plus € 200 per MWh. De prijs voor de 'ISP's binnen de deactiveringsperiode is gelijk aan de inzetprijs voor opregelen voor de betreffende ISP of, indien dit hoger is, de EPEX-prijs + € 200 per MWh. Voor de gehele energievergoedingsperiode geldt een minimumprijs van € 200 per MWh.

mFRRda in afregelrichting

De prijs voor elke ISP van de volledige activeringstijd en de leveringsperiode is gelijk aan de inzetprijs voor afregelen voor de betreffende ISP minus € 100/MWh of, indien dit kleiner is, de EPEX-prijs minus € 250 per MWh.

De prijs voor het geleverde mFRRda zal veelal een negatieve waarde kennen. Bij een negatieve waarde betaalt TenneT de BSP. Indien de bepaalde prijzen van de inzet voor afregelen minus € 100/MWh en de EPEX-prijs minus € 250/MWh beide positief zijn, vindt geen verrekening van de energie plaats.

De prijs voor de 'ISP's binnen de deactiveringsperiode is gelijk aan de inzetprijs voor afregelen voor de betreffende ISP of, indien dit kleiner is, de EPEX-prijs minus € 250 per MWh. De prijs zal veelal een negatieve waarde kennen. Bij een negatieve waarde betaalt TenneT de BSP.

Indien de bepaalde prijzen van de inzet voor afregelen en de EPEX-prijs minus € 250 /MWh beide positief zijn, vindt geen verrekening van energie plaats.

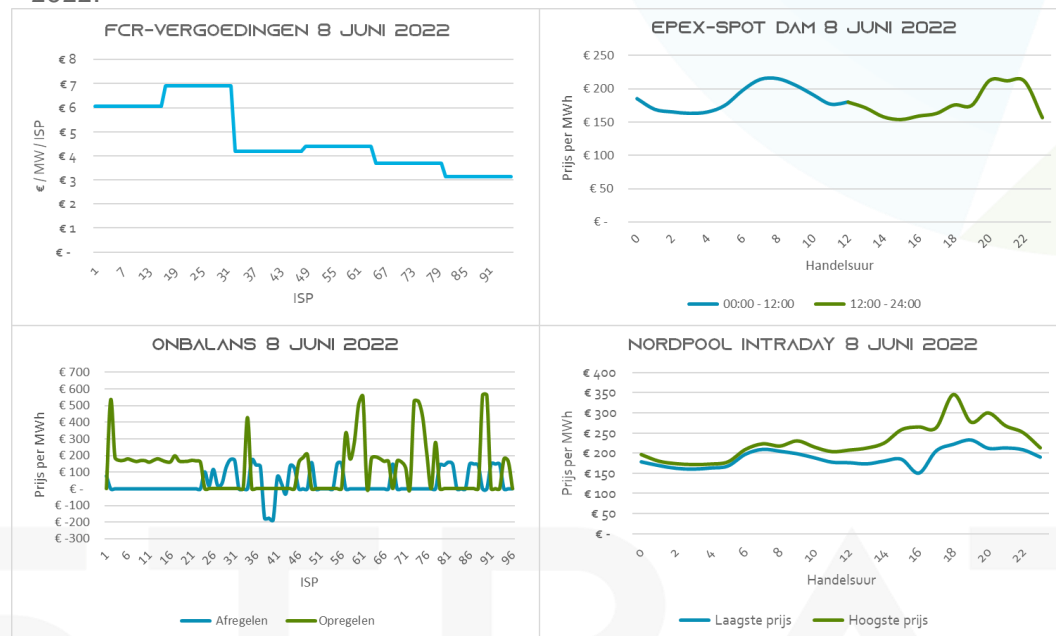
VERDIENMODELLEN

Op een stand-alone batterij, oftewel een batterij die geen rekening hoeft te houden met elektriciteitsconsumptie of (hernieuwbare) elektriciteitsproductie, kunnen voor 8 juni 2022 verschillende strategieën worden toegepast.

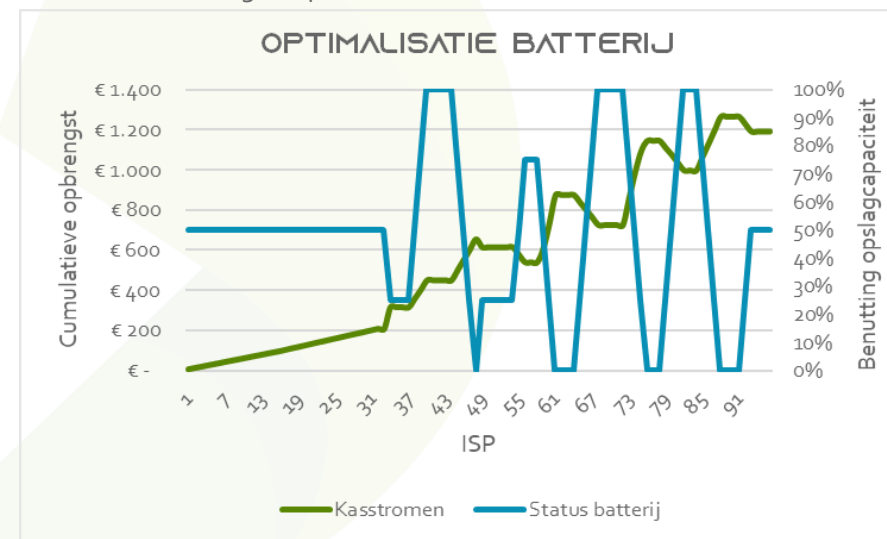
Wanneer een batterij met 1 MW vermogen en 1 MWh opslagcapaciteit (zonder beperkingen als D-o-D en RTE e.d.) het uitgangspunt is, kan deze batterij worden aangeboden op de FCR en de vrijwillige aFRR.

Daarnaast kan de batterij, met de juiste markttoegang, inkomsten optimaliseren op de day-ahead-markt, de intraday-markt en/of de passieve onbalans.

De grafieken hieronder tonen de daadwerkelijk gerealiseerde prijzen van 8 juni 2022.



Onderstaande grafiek toont de wijze waarop de batterij ingezet had kunnen worden wanneer de biedingen op de eerste twee blokken van de FCR succesvol zijn geweest.



In de simulatie is ervan uitgegaan dat de batterij met de dag in- en uitgaat met 50% capaciteit, zodat altijd op het eerste FCR-blok ingediend kan worden. In totaal hebben drie transacties op de intraday plaatsgevonden: verkoop in uur 11 en 21 en koop in uur 16. De overige transacties zijn allemaal via de passieve onbalans verlopen.

De totale dagopbrengst komt met de strategie uit op € 1.190,-, ruim tweeënhalf keer hoger dan wanneer alle zes de FCR-biedingen van € 6,- per MW per ISP succesvol waren geweest.

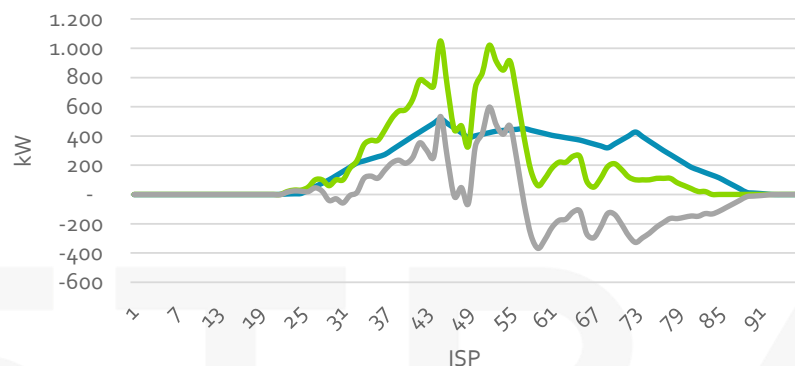
VERDIENMODELLEN

Zonneparken die worden afgerekend op basis van EPEX-Spot-day-ahead-prijzen maken steeds meer gebruik van curtailment. Curtailment betekent dat het zonnepark om financiële redenen wordt afgeschakeld. Wanneer een zonnepark wordt afgeschakeld omdat het elektriciteitsnet de opgewekte stroom niet meer kan opnemen, spreken we van congestie.

Curtailment wordt steeds vaker toegepast en niet meer alleen wanneer de EPEX-Spot-day-ahead-prijzen negatief zijn. Het komt steeds vaker voor dat de onbalansprijzen om in te voeren dusdanig negatief zijn dat zonneparken ook worden afgeschakeld wanneer de EPEX-Spot-prijzen positief zijn. Het afschakelen van zonneparken om financiële redenen leidt tot verlies van hernieuwbare-elektriciteitsproductie. Een batterij kan hier een goede oplossing voor bieden door de zonne-energie op te slaan en op een later moment alsnog in te voeren. Dit wordt ook weleens “uitgestelde levering” of “load shifting” genoemd.

In de nieuwe SDE++-ronde krijgen zonneparken enkel nog subsidie gegund wanneer de waarde van de netaansluiting gemaximeerd is tot de helft van het piekvermogen van de zonnepanelen. Hierdoor wordt het nog aantrekkelijker een batterij te plaatsen bij een zonnepark. Onderstaande afbeelding toont de forecast en werkelijke productie (zonder curtailment toe te passen) van een zonne-installatie met 100% netinvoeding op 8 juni 2022.

FORECAST EN PRODUCTIE 8 JUNI 2022

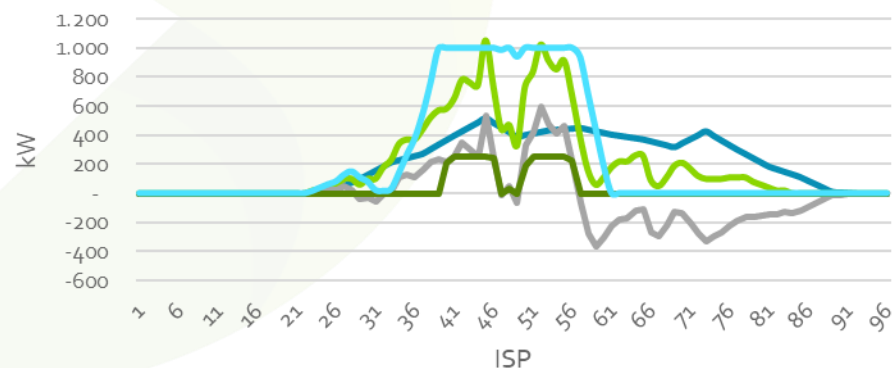


Forecast Werkelijke productie Onbalans

De zonne-energie is verkocht op de EPEX-Spot Day-Ahead-markt op basis van de forecast. Dit levert € 880,- op. De gerealiseerde onbalans kost € 255,-, waardoor de netto opbrengst op 8 juni 2022 € 625,- bedraagt.

Onderstaande grafiek laat zien wat er gebeurt wanneer een deel van de onbalans tussen de forecast en de werkelijke productie wordt opgevangen door een batterij met 1 MW vermogen en 1 MWh capaciteit.

IMPACT BATTERIJ 8 JUNI 2022



Forecast Werkelijke productie Onbalans zonder
Onbalans met Batterij

Door het inzetten van de batterij om onbalans te voorkomen, bedragen de onbalanskosten geen € 255,-, maar levert de onbalans juist € 88,- op. Hierdoor bedraagt de netto opbrengst niet € 625,-, maar € 968,-.

Hierbij is nog geen rekening gehouden met optimalisatie in FCR-blokken, passieve onbalans of intraday-handel op de momenten dat de batterij niet wordt ingezet voor het zonnepark.

VERDIENMODELLEN

Een thuisbatterij is niet eenvoudig rendabel te maken. Ik spreek uit ervaring: bij ons thuis hangt sinds begin 2016 een Tesla Powerwall in de garage met een opslagcapaciteit van 10 kWh. De foto's hiernaast zijn genomen toen deze Powerwall werd geïnstalleerd.

Een thuisbatterij rendabel maken, lukt niet met een standaard energiecontract waarbij een iets lagere prijs wordt betaald tijdens de daluren en een iets hogere in de piekuren.

Leveringskosten Mega

Laatste prijswijziging: 18-5-2022

De kosten voor het leveren van energie door Mega.

• Leveringskosten daltarief 0-10000 kWh	1400 kWh	37,99 ct	€ 531,88
• Leveringskosten noormaal tarief 0-10000 kWh	2100 kWh	47,48 ct	€ 996,68
• Vaste leveringskosten			€ 107,88

Maximale leveringsgrens van dit product is 10000 kWh.

De rekensom is simpel: er zijn maximaal 5 dagen in de week waarop je 'goedkoop' kunt laden en 'duur' kunt ontladen, gezien het feit dat het daltarief in het weekend van toepassing is. In bovenstaand voorbeeld zit bijna 9,5 cent verschil tussen het piek- en daltarief.

De maximale verdiensten zijn dus: 5 dagen per week x 52 weken per jaar x 0,095 euro per kWh x 10 kWh = ± € 250,- op jaarbasis. Hierbij is niet eens rekening gehouden met DoD of RTE. Dit terwijl de batterij in totaal € 8.850,- kostte.

Met een uurprijscontract kun je meer voordeel genieten. Wanneer je twee keer per dag goedkoop kunt laden en duur kunt ontladen (gebruiken), kun je op basis van de huidige marktprijzen wel twee keer per dag laden en ontladen met 9,5 cent per kWh verschil.

De opbrengstsom wordt nu: 7 dagen per week x 52 weken per jaar x 2 laad- en ontladbeurten x 9,5 cent per kWh x 10 kWh = ± € 690,- op jaarbasis. Ook hierbij is geen rekening gehouden met DoD of RTE.

Wanneer je een uurprijscontract én zonnepanelen hebt, wordt een thuisbatterij interessanter. De zonne-energie zelf wordt steeds minder waard, omdat de uurprijzen steeds lager worden wanneer de zon schijnt. De zonne-energie die je normaal teruglevert, afhankelijk van de situatie kan dit 30% tot wel 70% van de jaarlijkse zonne-energieproductie zijn, wordt opgeslagen en later op de dag verbruikt, bij voorkeur tijdens de dure uren.

Het prijsverschil kan dan oplopen tot 20 en soms wel 40 cent per kWh. Bij dit soort prijsniveaus kan het jaarlijkse voordeel uitkomen op ± € 1.000,-. Het prijsverschil is namelijk niet op alle dagen van de week zo groot.



VERDIENMODELLEN

Consumenten en MKB-bedrijven hebben meestal een elektriciteitsaansluiting die maximaal 3 x 80 Ampère is. Dit worden kleinverbruikers genoemd en kleinverbruikers mogen (in ieder geval tot en met 2030) hun opgewekte zonne-energie salderen. Salderen houdt in dat je de opgewekte en eventueel aan het net teruggeleverde elektriciteit op jaarbasis weg mag strepen tegen je verbruik. Hierdoor zijn zonnepanelen bij kleinverbruikers heel erg winstgevend.

Met een kleinverbruikersaansluiting van 3 x 80 Ampère, kun maximaal $3 \times 80 \times 230 = 55,2$ kW afnemen. Op jaarbasis is dit maximaal $55,2 \text{ kW} \times 8.760 \text{ uur} = 483.552 \text{ kWh}$.

Organisaties met een elektriciteitsaansluiting die groter is dan 3 x 80 Ampère, worden in de energiemarkt grootverbruikers genoemd. Dit zegt nog niets over het daadwerkelijke elektriciteitsverbruik: een pand dat slechts 35.000 kWh per jaar verbruikt maar wel een lift heeft, kan een aansluiting hebben die groter is dan 3 x 80 Ampère omdat de lift kortstondig veel vermogen nodig heeft wanneer deze omhoog moet.

Grootverbruikers mogen niet salderen. Hierdoor vermijden grootverbruikers alleen variabele transportkosten, energiebelasting en Opslag Duurzame Energie wanneer sprake is van gelijktijdig consumeren en produceren van elektriciteit. Dit is de reden waarom grootverbruikers subsidie (SDE++) mogen aanvragen wanneer ze zonnepanelen willen aanschaffen.

De meeste grootverbruikers hebben een telemetrie-aansluiting. Hierdoor kan het elektriciteitsverbruik nauwkeurig worden gemeten én afgerekend. Veel grootverbruikers hebben daarom een uurprijscontract. Wanneer grootverbruikers in staat zijn hun consumptie aan te passen aan de uurprijzen, veel consumeren wanneer prijzen laag of negatief zijn en weinig wanneer de prijzen hoog zijn, kunnen ze hier voordeel mee behalen ten opzichte van vaste prijzen.

Bij uurprijscontracten hebben grootverbruikers meestal de optie om de kosten voor onbalans af te kopen of zelf te dragen. Wanneer de kosten worden afgekocht, betaalt de grootverbruiker een vast bedrag per kWh of MWh om dit risico te verleggen naar zijn energieleverancier.

Het plaatsen van een batterij 'achter de meter' kan de onbalanskosten niet alleen verlagen, het kunnen zelfs onbalansopbrengsten worden voor de grootverbruiker.

Wanneer de grootverbruiker ook nog zonnepanelen en eventueel laadpalen heeft, kan dit voordeel nog verder oplopen. De voordelen die hiervoor genoemd zijn bij de standalone batterij en de batterij bij zonnepanelen, kunnen in deze situatie gecombineerd worden. Houd er wel rekening mee dat meedoen op de balanceringsmarkten FCR en FRR minimale vermogens en capaciteiten vereist, tenzij je bij een aggregator in een pool mee gaat doen met de batterij.



Voor het eerst is in België een industriële site uitgerust met een accu met levering 'achter de meter'. Met dit opslagsysteem van het Nederlandse Alfen, aangestuurd door Next Kraftwerke wil Peleman Industries in Puurs 10% elektriciteit minder afnemen van het elektriciteitsnet en de stroom van de twee windturbines op zijn terrein efficiënter gebruiken.

<https://www.fluxenergie.nl/eerste-belgische-industriële-accu-achter-de-meter-staat-in-puurs/>

VERDIENMODELLEN

Vele kleintjes maken een grote. Dit geldt ook voor batterijen. Sterker nog, met veel kleine batterijen kun je zelfs meer doen dan met één grote.

Voorbeeld

Om in aanmerking te komen voor een capaciteitsvergoeding op de aFRR moet je in staat zijn 24 uur lang 1 MW te leveren of af te nemen. Dit wil niet zeggen dat dit daadwerkelijk nodig is, omdat niet zeker is of dit vermogen wordt afgeroepen. Dat is namelijk afhankelijk van zowel de State of Charge van het net als de hoogte van de energiebedingen die zijn gedaan door jou en andere aanbieders.

Met een batterij van 1 MW vermogen en 1 MWh capaciteit kom je dus niet in aanmerking voor capaciteitsvergoedingen op de aFRR. Ditzelfde geldt voor de capaciteitsvergoedingen van de mFRRda. Hiervoor moet je namelijk in staat zijn minimaal 1 uur lang 20 MW te leveren.

Exploitanten van batterijen mogen samenwerken om tot de vereiste vermogens te komen. Uiteraard moet goed gaat naar de vereisten worden gekeken en daaraan worden voldaan. Wanneer dit zo is, kunnen de verschillende exploitanten een pool opzetten. Een pool van batterijen kan dan wél worden ingezet op de capaciteitsmarkten van de aFRR en de mFRRda.

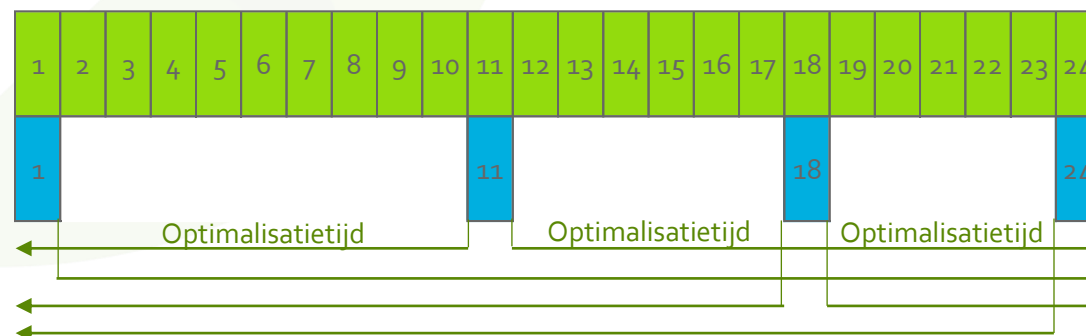
Het poolen van batterijen kan vooral voor energietoöperaties interessant zijn. Energietoöperaties zijn al gewend samen te werken en delen onderling veel kennis. De meeste energietoöperaties zijn nu nog actief met zonne-energieprojecten en door de groei van hernieuwbare energieproductie wordt het risico van uitval (congestie) en negatieve prijzen steeds groter.

Verschillende dienstverleners hebben al pools samengesteld door vermogens en capaciteiten van klanten te combineren. Energietoöperaties kunnen zich daar melden. Het zal mij echter niet verbazen wanneer de samenwerkende energietoöperaties een coöperatieve Balance Services Provider oprichten.

Het plaatsen van een batterij 'achter de meter' kan de onbalanskosten niet alleen verlagen, het kunnen zelfs onbalansopbrengsten worden voor de grootverbruiker.

Wanneer de grootverbruiker ook nog zonnepanelen en eventueel laadpalen heeft, kan dit voordeel nog verder oplopen. De voordelen die hiervoor genoemd zijn bij de standalone batterij en de batterij bij zonnepanelen, kunnen in deze situatie gecombineerd worden. Houd er wel rekening mee dat meedoen op de balanceringsmarkten FCR en FRR minimale vermogens en capaciteiten vereist, tenzij je bij een aggregator in een pool mee gaat doen met de batterij.

Onderstaande afbeelding toont een voorbeeld waarop meerdere batterijen gezamenlijk kunnen worden aangeboden op de aFRR om in aanmerking te komen voor zowel een capaciteitsvergoeding als een energievergoeding wanneer ze worden afgeroepen.



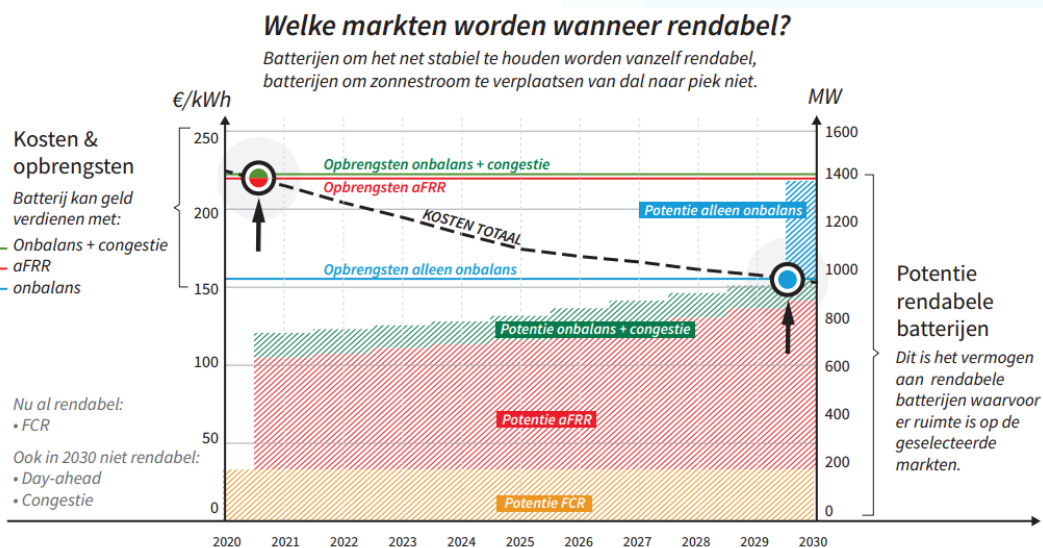
De individuele batterijen hebben voor of na hun activering de tijd te optimaliseren.

VERDIENMODELLEN

Het rapport “Omslagpunt grootschalige batterijopslag” dat CE Delft in december 2021 heeft gepubliceerd, geeft goed inzicht in de mogelijke business cases van verschillende soorten batterijen. Het rapport kun je hier downloaden:

https://ce.nl/wp-content/uploads/2022/01/CE_Delft_210361_Omslagpunt_grootschalige_batterijopslag_Achtergrondrapport_Def.pdf

De afbeeldingen hieronder en rechts komen uit het rapport van CE Delft.

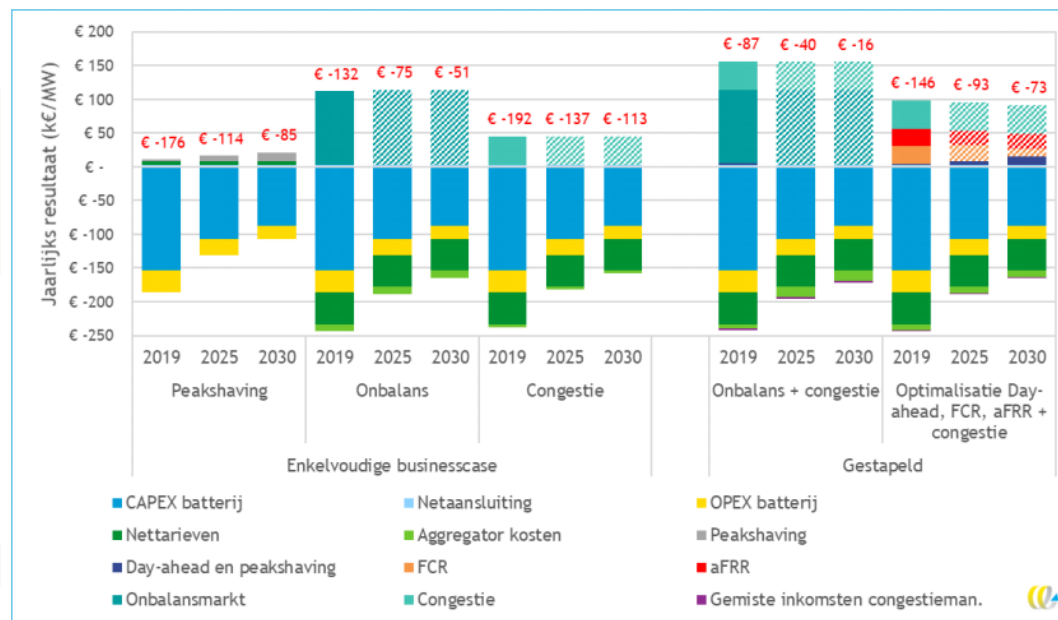


Zelf ben ik het niet eens met alle conclusies (ik ben ervan overtuigd dat day-ahead ruim voor 2030 al rendabel is), maar ik raad iedereen die ‘iets met batterijen’ wil gaan doen aan dit rapport wél te lezen.

Tabel 1 - Gekozen batterijvarianten en parameters

Batterijvariant	Vermogen vraag/opwek	Netaansluiting	Batterij
Nieuwe gridbatterij	N.v.t.	50 MW, MS	50 MW, 200 MWh
Batterij bij bestaand zonnepark	10 MW omvormervermogen, 13,5 MWp panelen	10 MW, MS	10 MW, 40 MWh
Batterij bij nieuw zonnepark	20 MW omvormervermogen, 27 MWp aan panelen	10 MW, MS	10 MW, 40 MWh
Buurtbatterij	N.v.t.	100 kW, LS-net of MS-LS trafo	100 kW, 400 kWh

Figuur 10 - Jaarlijks resultaat voor de batterij bij een bestaand zonnepark. De gearceerde kolommen zijn gebaseerd op berekeningen met geschatte data



VOORBEELDPROJECTEN

In Nederland zijn al en worden nog verschillende batterijprojecten gerealiseerd.

Windpark Giessenwind was in 2017 het eerste project in Nederland dat windenergie met opslag combineert. Het windpark van 9 MW heeft een batterij met een vermogen van 1 MW en een opslagcapaciteit van 1 MWh.

Meer informatie over het project vind je hier: <https://data.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/serieel-geschakelde-opslag-van-windenergie-met-onbalans-regeling>.

De batterij is geleverd door Alfen. Meer informatie over hun batterijen vind je hier <https://alfen.com/nl/energieopslag>.

Wind en opslag zijn gewilde combinaties. Zo heeft SemperPower in 2021 een Alfen-batterij met 10 MW vermogen en 10 MWh opslagcapaciteit in gebruik genomen bij windpark Koegorspolder.

Meer informatie over dit project vind je hier: <https://windenergie-nieuws.nl/03/semperpower-neemt-10mw-energie-opslag-systeem-in-terneuzen-in-operatie/>.

Energiecoöperatie Endona gaat met zonnepark Heeten als eerste burgerinitiatief TenneT helpen het stroomnet te stabiliseren. Dit doet Endona via crowdbalancingplatform Equigy met een zonnepark van 2,2 MW en batterij met 1 MW vermogen. Meer informatie over dit project lees je hier: <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i24039/batterij-bij-zonnepark-heeten-gaat-tennet-helpen-om-stroomnet-te-stabiliseren>.

GIGA Storage is in januari 2022 gestart met de bouw van Buffalo. Buffalo is een batterijproject met 25 MW vermogen en 48 MWh capaciteit. Meer informatie over dit project vind je hier: <https://giga-storage.com/2021/12/02/grootste-batterij-van-nederland/#:~:text=De%20bouw%20van%20GIGA%20Buffalo,en%20manager%20van%20energie%20Dopslagsystemen>.

De batterij wordt geleverd door Wärtsilä. Meer informatie over hun batterijen vind je hier <https://www.wartsila.com/energy/solutions/energy-storage>.

Enpuls heeft een batterij geplaatst naast een zonnepark in Weert om te zien of het park met een structureel kleinere netaansluiting kan functioneren. In theorie zou het elektriciteitsnet op deze manier veel meer hernieuwbare energieproductie aankunnen. Bij hoge productie moet de batterij een deel van de geproduceerde stroom opnemen. Naast Enpuls doen Scholt Energy, TNO en Soltronergy mee aan het project, net als energiecoöperatie WeertEnergie, de eigenaar van het zonnepark.

Het zonnepark heeft een vermogen van 1,4 MW en een aansluiting met voldoende capaciteit om de volledige productie af te voeren in tijden van volle zonneschijn. In deze proef gaat men er echter van uit dat de aansluiting slechts 900 kW groot is, en dus zal alle elektriciteit die op een gegeven moment méér wordt geproduceerd in de batterij (opslagcapaciteit 600 kWh) worden opgeslagen. Dit is het zogeheten 'afschaven' van de piekproductie, en vandaar de naam Peakshaving Pilot Altweeterheide.



Foto: website Soltronergy

Meer informatie vind je hier: <https://soltronergy.eu/enpuls-plaatst-zonnepark-en-batterij-op-kunstmatig-te-kleine-netaansluiting/>.

DIENSTVERLENERS

Volgens de Elektriciteitswet moeten alle aangeslotenen hun programmaverantwoordelijkheid (PV) regelen. In de Systeemcode staat bij wie zij die verantwoordelijkheid kunnen onderbrengen: bij de door TenneT erkende rechtspersonen en voor zover die door TenneT zijn erkend als programmaverantwoordelijken.

Er zijn twee soorten erkenningen: BRP zonder gridconnecties en BRP met gridconnecties. BRP met gridconnecties houdt in dat een erkende rechtspersoon programmaverantwoordelijkheid mag dragen voor aansluitingen. Bij de erkenning BRP zonder gridconnecties is dat niet toegestaan.

'BSP's worden erkend na het met goed gevolg doorlopen van een prekwificatieproces. Het prekwificatieproces verschilt per product. BSP's kunnen erkend worden voor meerdere producten.

Wanneer een aanvrager voor de eerste keer geprekwalificeerd wordt voor FCR, aFRR, mFRRs of mFRRda volgt een erkenning als BSP zodra een raamovereenkomst voor de betreffende productlevering is ondertekend door beide partijen.

Op de website van TenneT vind je overzichten van zowel de BRP als de BSP. Die lijsten vind je hier:

- BRP: <https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/nederlandse-markt/pv-register/>
- BSP: <https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/ondersteunende-diensten-nederland/lijst-van-erkende-bsps/>

Wanneer je met batterijen aan de slag gaat, kun je ervoor kiezen zelf BSP te worden. Je kunt er ook voor kiezen de dienstverlening uit te besteden. Houd er rekening mee dat dienstverleners een vergoeding vragen voor hun werkzaamheden. Deze lopen bij sommige dienstverleners op tot wel 30% van de gegenereerde inkomsten.

In de BSP-lijst van TenneT is te zien dat alleen Eneco, Engie en Vattenfall een erkenning hebben voor alle ondersteunende diensten. PZEM en RWE zijn erkend voor zowel FCR en aFRR. Andere partijen zoals AES Energy Storage Zeeland en Giga Storage zijn enkel erkend voor de FCR of, zoals Flexcity Netherlands en Next Kraftwerke Benelux, alleen voor de mFRR.

Een partij als Sympower richt zich op specifieke onderdelen als niet-gecontracteerde biedingen op de aFRR en mFRR down.

Meerdere BSP's zijn ook BRP. Voorbeelden hiervan zijn Eneco, Engie, Vattenfall, RWE en PZEM, maar ook partijen als Edmij, HVC en Greenchoice.

Leverancier ondersteunende diensten			BSP			
Organisatie	Adres	FCR	aFRR		mFRR da	
			Gecontracteerde biedingen	Niet gecontracteerde biedingen	Op	Af
ECW Elektra BV	Agriport 109 1775TA Middenmeer Netherlands				•	•
E.D.Mij B.V.	Parelvisserslaan 1 1183RH Amstelveen Netherlands				•	
Eneco Energy Trade B.V.	P.O. Box 96 2900 AB Capelle a/d Ijssel Netherlands	•	•	•	•	•
Engie Energie Nederland N.V.	Grote Voort 291 8041BL Zwolle Netherlands	•	•	•	•	•

BRONNEN

TenneT

- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Onbalansprijsystematiek.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Uitvoeringsregels.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/20191114_Prekwalificatieprocesses_NL.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/20190313_Terugkoppeling_consultatie.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/20220317_Applicationform_prequalification_ENG.xlsx
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Handboek_FCR_voor_BSPs.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/FAQ_FCR_2021_v1.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Voorbeeldrapport_prekwalficatietest_FCR.docx
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/20210301_Raamovereenkomst_FCR_definitief_incl_bijlage_1.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Handboek_aFRR_voor_BSPs.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Handleiding_bieden_BTVP.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Raamovereenkomst_Regelvermogen_def_versie_18-1-2022.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Voorbeeldrapport_prekwalficatietest_aFRR_def.pdf

- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Productinformatie_mFRRsa_voor_balancing.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/Productinformatie_mFRRda_incident_reserve.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/mFRRda_-_Brochure_noodvermogen.pdf
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/SO_NL/20191101_Voorbeeldrapport_prekwalficatietest_mFRRda.docx
- https://www.tennet.org/bedrijfsvoering/Systeemgegevens_uitvoering/Systeembalans_informatie/BalansDeltaplusPrijzen.aspx#PanelTabTable
- https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/SO-SOC_12-089_Handleiding_bieden_Regel-en_ReserveVermogen_2_4.pdf

ENTSOE

- https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/fcr/
- https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/nc-tasks/EBGL/EBGL_A20_181218_ALL%20TSOs%20proposal_mFRRIF_explanatory_document_for%20submission.pdf

Netbeheerders

- <https://www.stedin.net/zakelijk/betalingen-en-facturen/tarieven>
- <https://www.enexis.nl/zakelijk/tarieven>
- <https://www.liander.nl/grootzakelijk/tarieven-facturen>
- <https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>

BRONNEN

Overig

- https://www.epexspot.com/sites/default/files/download_center_files/20-01-24_TradingBrochure.pdf
- https://www.agro-energy.nl/wp-content/uploads/2017/03/Whitepaper_Energiemarkt_in_vogelvlucht_LR.pdf
- <https://www.next-kraftwerke.nl/kennis>
- <https://www.pzem.nl/nl/service/kennispartner/energiepapers/>
- <https://www.strategy.nl/visie-en-opinie>
- <https://www.energieinnederland.nl/wp-content/uploads/2021/06/Zo-werkt-energie-Afbeelding-4.5.pdf>
- <https://www.powernext.com/spot-market-data>
- <https://www.acm.nl/nl/publicaties/codebesluit-congestiemanagement>
- <https://wetten.overheid.nl/BWBR0037940/2022-05-18>
- https://www.vereniging-bwt.nl/upload/ckfinder/files/BkiP_09_15_Opslagtechnieken.pdf
- <https://www.hieropgewekt.nl/kennisdossiers/opslag>
- <https://www.batterijimport.nl/blog/post/blog-solid-state-batterij-technologie>
- <https://ce.nl/publicaties/omslagpunt-grootschalige-batterijopslag/>
- https://projecten.topsectorenergie.nl/storage/app/uploads/public/5ba/cab/74d/5ba_cab74dbe06031486050.pdf
- https://www.energystoragenl.nl/wp-content/uploads/2016/10/2016-12-15-ESNL_Nationaal-Actieplan-Energieopslag.pdf
- <https://movares.nl/wp-content/uploads/2015/10/MJA-SPIDeR-Introductie-elektriciteitsmarkten.pdf>
- <https://www.solar365.nl/nieuws/'slimme-inzet-van-batterijen-vraagt-om-effectieve-samenwerking'-64A8BoAE.html>
- https://www.kasalsenergiebron.nl/content/user_upload/20220412_WKK_barometer_voorjaar_2022_DEF.pdf

