

## Sturing van de elektriciteitsvraag: zowel groot potentieel, significante effecten als belangrijke barrières

De transitie naar een klimaatneutrale energievoorziening betekent voor Nederland zowel een stijging in het verbruik van elektriciteit als een snelgroeiend aandeel van variabele bronnen – met name zon en wind – in de productie van elektriciteit. De combinatie van beide factoren leidt tot een nog sneller groeiende behoefte aan flexibiliteit van het elektriciteitssysteem. Naast opties zoals opslag en buitenlandse handel van elektriciteit kan in deze toekomstige behoefte aan flexibiliteit worden voorzien door middel van sturing van de elektriciteitsvraag (*'demand response'*). In beginsel is er een groot, groeiend potentieel aan vraagsturing in de jaren 2030-2050. Realisatie van dit potentieel heeft diverse gunstige effecten op het elektriciteitssysteem en de samenleving als geheel zoals lagere maatschappelijke kosten en gemiddeld lagere elektriciteitsprijzen. Er zijn echter allerlei barrières voor vraagsturing die realisatie van dit potentieel belemmeren. Tijdige maatregelen zijn derhalve vereist om het potentieel aan vraagsturing te realiseren.

Dit zijn de belangrijkste bevindingen van een tweetal verwante studies die TNO heeft uitgevoerd naar de rol en beperkingen van vraagsturing in het elektriciteitssysteem van Nederland in de jaren 2030 en 2050. In de ene studie (over de rol van vraagsturing) is voor het eerst een geïntegreerde, kwantitatieve analyse verricht naar de mogelijke omvang (*'potentieel'*) en de effecten (*'impact'*) van vraagsturing met behulp van het Europese elektriciteitsmarktmodel COMPETES. In de andere, tweede studie (over de barrières van vraagsturing) zijn op basis van bestaande kennis en literatuur de belangrijkste belemmeringen in kaart gebracht voor het realiseren van het potentieel en de effecten van vraagsturing.

### Wat is vraagsturing?

Vraagsturing (*'demand response'*) is een vorm van flexibiliteit om vraag en aanbod van elektriciteit beter op elkaar af te stemmen. Er zijn twee hoofdcategoryën van vraagsturing. De ene categorie is vraagbeperking (*'demand curtailment'*). Dit houdt in dat in uren waarin het aanbod van elektriciteit schaars is – en de prijs van elektriciteit derhalve hoog is – de vraag naar elektriciteit wordt afgeschakeld en, indien mogelijk, wordt overgeschakeld naar andere, op dat moment goedkopere energiebronnen (bijvoorbeeld de opwekking van industriële warmte wordt overgeschakeld van elektriciteit naar gas). De andere categorie is vraagverschuiving (*'demand shifting'*). Dit houdt in dat de vraag naar elektriciteit – bijvoorbeeld voor het opladen van elektrische auto's – wordt verschoven van schaarse (*'dure'*) uren naar minder schaarse (*'goedkopere'*) uren.

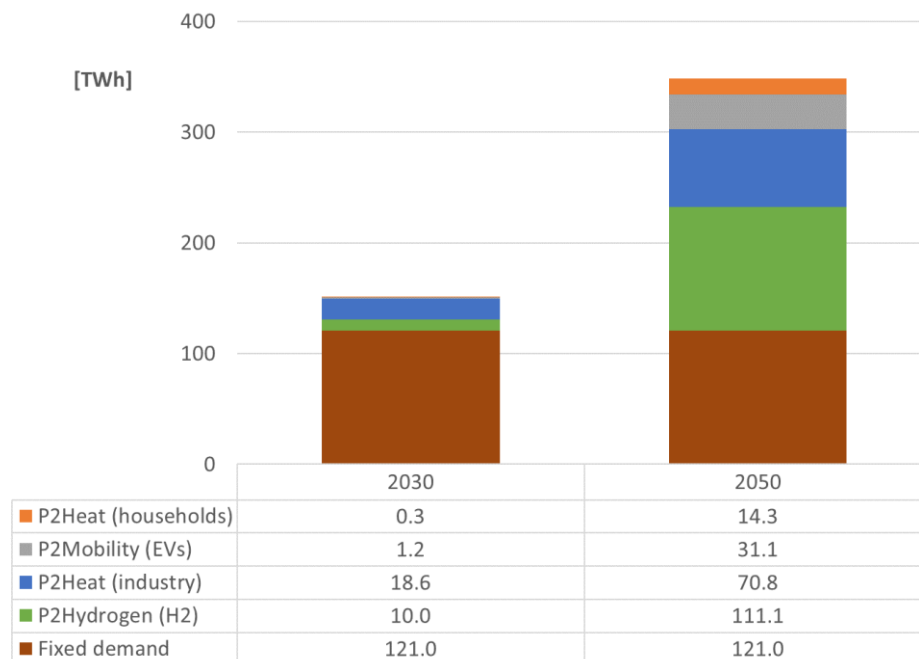
### Demand response (DR) technologieën

De volgende DR-technologieën zijn onderzocht:

1. Elektrolyse van waterstof (*'power-to-hydrogen'*);
2. Hybride industriële boilers (gas/elektriciteit);
3. Volledig elektrische warmtepompen voor woningen;
4. Elektrisch vervoer (met name personenauto's).

Op dit moment (2022) is de elektriciteitsvraag van deze DR-technologieën nog relatief bescheiden maar in 2030 kan deze vraag al zijn opgelopen tot 30 TWh (20% van de totale elektriciteitsvraag) en in 2050 zelfs tot 230 TWh (65%, zie figuur 1). Daarmee leveren deze technologieën niet alleen een grote

bijdrage aan de snelle groei van de vraag naar elektriciteit maar bieden ze ook een groot aanbodpotentieel van flexibiliteit door middel van vraagsturing.



Figuur 1: Vaste en flexibele vraag naar elektriciteit in Nederland, 2030-2050

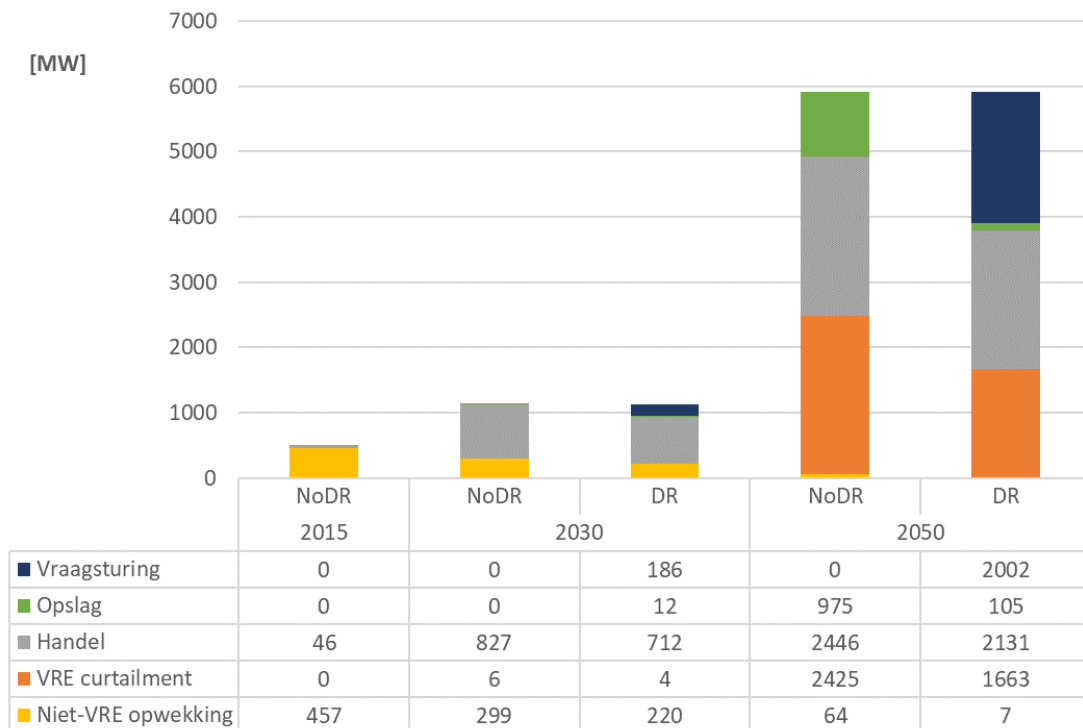
### Vraagsturing versus andere flexopties

De analyse naar de rol van vraagsturing in Nederland is uitgevoerd met behulp van het COMPETES-model in de context van het Europese elektriciteitsmarktsysteem. Daarbij is ook gekeken naar concurrerende, flexibele opties zoals grensoverschrijdende elektriciteitshandel, opslag, afschakelen van elektriciteitsopwekking uit zon en wind ('VRE curtailment') en flexibele elektriciteitsproductie uit andere (niet-VRE) bronnen zoals (groen) gas of biomassa. Deze opties zijn uitgebreid en verbeterd in het model en de scenario's en databases voor 2030 en 2050 zijn geactualiseerd. Hoewel de studie zich primair richt op de rol van vraagsturing, is het tot op zekere hoogte ook een update en herziening van het FLEXNET-onderzoek (2015-2017) naar de rol van flexibiliteit in het Nederlandse elektriciteitssysteem in de periode 2015-2050 (<https://www.ecn.nl/flexnet/>).

Figuur 2 verschaft een samenvattend overzicht van de mix van aanbodopties om te voldoen aan de gemiddelde vraag naar flexibiliteit per uur in 2015, 2030 en 2050 met en zonder vraagsturing ('DR' versus 'NoDR'). In het referentiejaar 2015 bedraagt de gemiddelde vraag naar flexibiliteit 503 MW (per uur), waarvan 46 MW wordt geleverd door buitenlandse elektriciteitshandel en 457 door flexibele opwekking, met name door flexibele (fossiele) gas- en kolencentrales. In 2030 is de behoefte aan flexibiliteit gestegen tot 1132 MW (meer dan 2x zoveel als in 2015). Zónder vraagsturing wordt in deze behoefte vooral voorzien door buitenlandse handel (827 MW), flexibele opwekking (299 MW) en – in mindere mate – VRE curtailment (6 MW). Mét vraagsturing voorziet deze optie in bijna een-zesde (186 MW) van de totale flexbehoefte in 2030 (1132 MW), terwijl de flexbijdrage van buitenlandse handel daalt naar 712 MW en die van flexibele opwekking naar 220 MW.

In 2050 neemt de behoefte aan flexibiliteit nog veel meer toe tot gemiddeld 5910 MW per uur (meer dan 5x zoveel als in 2030 en zelfs bijna 12x zoveel als in 2015). Zónder vraagsturing wordt in deze behoefte vooral voorzien door buitenlandse handel (2446 MW), VRE curtailment (2425 MW) en opslag

(975 MW), met name door middel van Vanadium Redox (VR) batterijen voor balanshandhaving. Mét vraagsturing voorziet deze optie in meer dan een-derde (2002 MW) van de totale flexbehoefte in 2050 (5910 MW), terwijl het flexaanbod van buitenlandse handel afneemt tot 2131 MW, van VRE curtailment tot 1663 MW en van opslag zelfs tot 105 MW (Figuur 2).



Figuur 2: Mix van aanbodopties om te voldoen aan de gemiddelde vraag per uur naar flexibiliteit in 2015, 2030 en 2050 met en zonder vraagsturing ('DR' versus 'NoDR')

## Gunstige effecten

Vraagsturing heeft diverse gunstige effecten op het elektriciteitssysteem en de samenleving als geheel:

- Minder afhankelijk van buitenlandse elektriciteitshandel voor leveringszekerheid en flexibiliteit van het elektriciteitssysteem;
- Minder behoefte aan (dure) investeringen in netwerkverbindingen ('interconnecties') met het buitenland;
- Minder behoefte aan (dure) opslag van elektriciteit;
- Minder behoefte aan het afschakelen (curtailment) van elektriciteitsopwekking uit zon en wind;
- Minder behoefte aan elektriciteitsopwekking uit andere bronnen zoals gas of biomassa, die vaak duurder en meer vervuilend zijn;
- Lagere, gemiddelde elektriciteitsprijzen, met name voor flexibele eindgebruikers;
- Lagere totale systeemkosten.

## Negatief effect verdienmodel zon- en windenergie

Een opvallend punt is dat vraagsturing in de onderzochte scenario's een negatief effect heeft op het verdienmodel van investeringen in zon en wind, in het bijzonder op de (gemiddelde) opbrengstprijzen die producenten van elektriciteit uit zon en wind ontvangen. Dit is met name het geval in situaties waarin sprake is van een groot (over)aanbod aan elektriciteit uit zon en wind ten opzichte van de totale elektriciteitsvraag (80-100%). In een vervolgstudie zal verder onderzoek worden gedaan naar de bepalende factoren – waaronder vraagsturing – voor het verdienmodel van investeringen in zon en wind, inclusief mogelijke beleidsimplicaties voor het verbeteren van dit verdienmodel.

## Belemmeringen voor vraagsturing

In de tweede, aanverwante studie worden de verschillende belemmeringen besproken voor vraagsturing in het algemeen en voor de vier DR-technologieën in het bijzonder. De belemmeringen zijn van technische, economische of gedragsmatige aard en hangen vaak met elkaar samen.

## Randvoorwaarden voor vraagsturing

Om vraagsturing in te zetten, moet aan bepaalde randvoorwaarden worden voldaan:

- Voldoende binnenlandse netcapaciteit en (technische) mogelijkheden om elektrische apparaten flexibel te exploiteren.
- Goede, dynamische (prijs)prikkels om elektriciteitskosten te verlagen door deel te nemen aan vraagsturing.
- Geen versturende prikkels van nettarieven en energiebelastingen. Versturende prikkels zijn bijvoorbeeld (i) disproportioneel stijgende nettarieven bij kortstondig hoger elektriciteitsverbruik als gevolg van vraagrespons en (ii) regressieve energiebelastingen per kWh waardoor switchen tussen energiedragers (elektriciteit en gas) onaantrekkelijker wordt en gebruik van elektriciteit op momenten met overschotten van wind en zon niet wordt aangemoedigd.
- Voldoende toegang tot elektriciteits-/flexibiliteitsmarkten. Voor huishoudelijke afnemers (elektrische personenauto's, warmtepompen) is de toegang tot markten waar flexibiliteit te gelde kan worden gemaakt afhankelijk van aggregatie. Barrières voor aggregatie beperken daarom de toegang tot markten voor huishoudelijke afnemers.
- Nauwkeurige meting en financiële afwikkeling van vraagsturing.

## Kosten en baten van vraagsturing

Wanneer aan de randvoorwaarden voor vraagsturing is voldaan, is de volgende vraag of er voor een specifieke technologie en in een specifieke marktcontext een positieve business case voor vraagsturing is. De business case voor vraagsturing hangt af van de kosten en baten van vraagsturing, die in het rapport worden besproken vanuit zowel privaat als maatschappelijk perspectief.

## Beslissen over deelname aan vraagsturing

Zelfs als er een positieve businesscase voor vraagsturing is, kunnen er nog diverse belemmeringen zijn die de eindgebruiker ervan weerhoudt deel te nemen aan vraagsturing. Voorbeelden van dergelijke belemmeringen zijn gebrek aan financiering van kapitaalintensieve DR-technologieën, data en privacy beperkingen, alternatieve waarden van eindgebruikers als gemak, comfort, behoud van bestaande praktijken (of aversie tegen nieuwe praktijken) en andere gedragsbeperkingen.

## Belang

Beide studies zijn van groot belang voor diverse partijen in de keten van de elektriciteitsvoorziening in Nederland. Voor stroomproducenten is het belangrijk een beter inzicht te verkrijgen in het effect van vraagsturing op de opbrengstprijzen van elektriciteit. Voor netbeheerders verschaft de studie een beter zicht op de mogelijkheden, effecten en belemmeringen van vraagsturing voor de betrouwbaarheid, flexibiliteit en balancering van het elektriciteitssysteem alsmede voor de belasting van het net. Voor eindgebruikers, inclusief zogenaamde 'aggregators' van kleinverbruikers zoals huishoudens en elektrische vervoerders, biedt het onderzoek een beter inzicht in de mogelijkheden voor kostenbesparingen en verdienmodellen via vraagsturing. Tenslotte, voor beleidsmakers verschaffen beide studies niet alleen inzicht in het potentieel en de (overwegend gunstige) maatschappelijk effecten van vraagsturing maar ook in de diverse belemmeringen voor vraagsturing alsmede in de (beleids)condities voor het realiseren van het potentieel en de effecten van vraagsturing.