



Netbeheer
Nederland

Aanpassingen klimaatneutrale energiesysteem scenario's 2050

Documentatie van wijzigingen in de scenario's, de
flexibiliteitsmiddelen, de uurlijkse inzet, en de regionalisering, als
input voor de infrastructuuranalyses in de II3050

Project: Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050

Auteur: Werkgroep iNET (Maarten Afman, Martijn Douwes)

Versie: 1.0 dd. 10-7-2020

Wijzigingen in de 2050 scenario's en de ETM-modellering

Ten opzichte van de gepubliceerde 2050 scenario's zijn een aantal veranderingen doorgevoerd.

Deze hebben te maken met "correcties", inzichten uit de analyse van flexmiddelen in fase 2, en verbeteringen en nieuwe functionaliteiten in het ETM.

- 1. Technische correcties / verbeteringen.** Het betreft zaken waar n.a.v. inbreng stakeholders of nadere analyse naar voren kwam dat zaken op een meer realistische manier konden worden meegenomen. Als voorbeeld een onrealistisch hoge piekinvoeding van zon-PV en piekvraag van warmtepompen in goed geïsoleerde huizen.
- 2. Analyses flexmiddelen en systeembalans in fase 2.** In fase 1 van de II3050 is een globale analyse van flexmiddelen uitgevoerd. In fase 2 is dit uitgebreid gedaan, waarna de modellering in het ETM is aangepast. Hierbij zijn een aantal extra flexmiddelen opgenomen in het ETM-scenario (zoals de flex van de hybride warmtepomp). Flexmiddelen voor de systeembalans (zoals batterijen) zijn in fase 2 van de II3050 met eigen modellen van de netbeheerders gemodelleerd (waaronder locatie, hoeveelheid en inzetbepaling). Voor de duidelijkheid staan deze in het ETM-scenario op 0.
- 3. Verbeterde functionaliteiten in Energietransitiemodel.** Begin 2020 worden een aantal belangrijke ETM verbeteringen uitgevoerd. Daardoor kunnen meer scenario-berekeningen in het ETM. Belangrijk is de uurlijkse doorrekening van de warmtevraag en warmtenetten, inclusief inzetvolgorde van bronnen en seizoensopslag.

In deze rapportage lichten we de wijzigingen kwalitatief toe. Daarnaast is de regionalisering van de scenario's herzien, maar dat wordt hier niet toegelicht omdat de uitgangspunten uit de NvdT-scenario's overeind zijn gebleven.

Lijst met meest voorname wijzigingen scenario's in ETM

Zon-PV

- Correctie vermogens en vollasturen zon-PV, efficiëntieschuifje van zonnepalen toegevoegd. (17-23%)
- Aftoppen zon-PV (dimensioneren omvormer). 33% van het piekvermogen wordt niet ingevoerd in het E-net. (inbreng branche en marktpartijen). Dit scheelt 25 GW aan pieknetbelasting, tegen (in het ETM) van 4.5% minder PV productie.

Warmtenetten

- ETM bevat nu een betere, uurlijkse modellering van warmtevraag.
- Inzetvolgorde bronnen aangepast.
- Warmteopslag (seizoensschaal) is toegevoegd in alle scenario's
- Power to heat voor warmtenetten is toegevoegd, in het nationale scenario
- Zonthermie is toegevoegd in het regionale scenario.

Warmtetechnieken woningen

- Hybride warmtepomp: de omslagfactor van elektriciteit naar gas is aangepast, waarmee grote pieken in de elektriciteitsinzet op koude dagen worden voorkomen.
- Warmtevraag profiel van huishoudens is afgevlakt voor woningen met goede isolatie (want het inzetgedrag van de warmtepompen liet onrealistische pieken zien)

EV's

- Het laadprofiel veronderstelt nu altijd "slim laden".

Flexmiddelen

- Volgorde van flexmiddelen zodanig dat P2H aan bod komt (P2G laatste vanwege enorm vermogen).
- EV-Accu's, thuisbatterijen op nul gezet (→II3050 fase 2)
- EV's laden slim

Warmtenetten

In het ETM is nu een uurlijkse warmte module toegevoegd. Hieruit volgt een betere berekening van de inzet van warmtenetten. Seizoensopslag van warmte is nu ook meegenomen. Hierdoor was het nodig om in de scenario's een bronnenmix en inzetvolgorde van warmtenetten aan te passen. De resultaten zijn in lijn met de aangegeven bronnen in de II3050 fase 1 rapportage.

Tevens zijn er nieuwe bronnen voor warmtenetten toegevoegd:

1. Warmte uit opgeslagen warmte (seizoensschaal warmteopslag)
 2. Zonthermie (alleen in regionaal scenario)
 3. Power to heat (warmtepompen; daarnaast ook als plaatsgebonden flexmiddel in het nationaal scenario)
- Inzetvolgorde van de bronnen in het ETM is aangepast om een uurlijkse inzet te krijgen die past bij het scenario. "baseload" bronnen zoals restwarmte worden eerst benut, daarna de dispatchable bronnen zoals collectieve WP, biomassaketels, dan het benutten van de opgeslagen warmte en als last resort de dispatchable backup/piek ketels op gas (waterstof of groen gas, afhankelijk van het scenario).
 - Bijdrage van Power to heat voor warmtenetten wordt enerzijds bepaald door de inzetvolgorde, maar anderzijds (buiten het stookseizoen) door de systeembalans (overschotten hernieuwbare elektriciteit omzetten in warmte voor de warmteopslag op seizoensschaal).
 - Zonthermie levert een bijdrage die samenhangt met de uurlijkse instralingsdata in het gemodelleerde weerjaar.

Uitkomsten flexanalyse -> verwerkt in scenario's ETM

In diverse flex expertsessies (feb.-apr.) is informatie opgehaald over de flexmiddelen, de inzet, de hoeveelheden, de kosten, rendementen etc.

Mede op grond daarvan is de modellering hiervan in het ETM binnen de scenario's verbeterd.

We maken nu onderscheid tussen **plaatsgebonden flex** en **niet-plaatsgebonden systeemflex**. (zie de volgende dia voor uitleg over het onderscheid)

- In de I13050 rekenen we met de hoeveelheden plaatsgebonden flex die nu in het ETM staan.
- Systeemflexmiddelen zijn een onderdeel van de scenario's in het ETM maar worden niet gebruikt in fase 2 I13050. Met behulp van de data uit de expertsessies flexibiliteit (kosten en rendementen) zijn analyses gemaakt over hoeveelheden, locaties, en inzetpatronen van de systeemflexmiddelen. Deze specifiekere en diepgaandere analyses zijn buiten ETM gemaakt met behulp van modellering van de netbeheerders.

Overzicht plaatsgebonden flexmiddelen en systeemflex

Plaatsgebonden flex – gesimuleerd in ETM

Flexmiddelen die in de regel 'decentraal' een vaste plaats hebben, en samenhangen met een energiesysteemcomponent of klantproces in het scenario

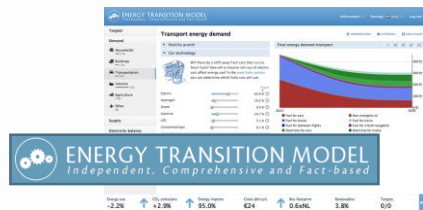
Beschouwde technieken

- Curtailment zon-PV (aftoppen door dimensionering)
- Power to heat in industrie, hybride ketels
- Power to heat voor warmtenetten
- Warmteopslag
- Slim laden van EV's
- Flex van de hybride WP
- Ondergrondse pompaccumulatie (OPAC)

Hoeveelheden, locatie, en inzetprofiel

Hoeveelheid volgens het scenario, afgestemd met stakeholders (expertsessies). Locatie volgt de regionalisering volgens de gekoppelde techniek (woningen/processen/etc). Inzet conform technische mogelijkheden techniek.

Gesimuleerd in het ETM



Systeem flex (niet-plaatsgebonden)

Flexmiddelen aanvullend nodig voor balanceren energiesysteem.

Beschouwde technieken

- Centrales (gas to power, evt. kern/bio etc.)
- Power to gas: conversie naar waterstof
- Batterijen, utility scale (op koppelpunt niveau of dieper in het net)
- Batterijen, thuisopslag
- Vehicle to grid van EV's
- Gasopslag

Hoeveelheden, locaties, inzetprofiel

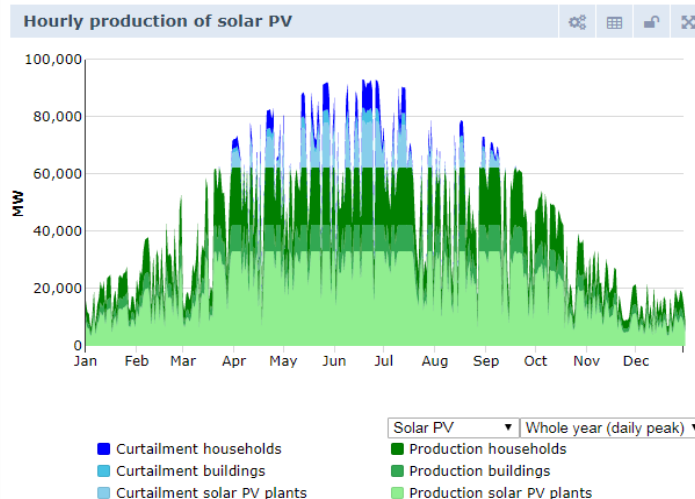
- Voldoende t.b.v. systeembalans
- Verder optimaliseren t.b.v. infrastructuurknooppunten
- Ten dienste van totaal systeem (afhankelijk van plaats in net)
- Inzet gesimuleerd in tooling netbeheerders

Gesimuleerd in modellen netbeheerders



Zon-PV: aftoppen piekvermogen zon, 33% van de capaciteit

- Draagt aanzienlijk bij aan de systeem integratie van zon-PV doordat de benuttingsfactor aanzienlijk omhoog gaat
- Anno 2020 gebeurt dit al deels in de zin van over-dimensioneren van panelen in verhouding tot omvormer
- Het aftoppen is ook een parameter voor gevoeligheidsanalyse – percentages van 25% tot 50% zijn genoemd als aanvaardbare productieverlaging van de capaciteit.



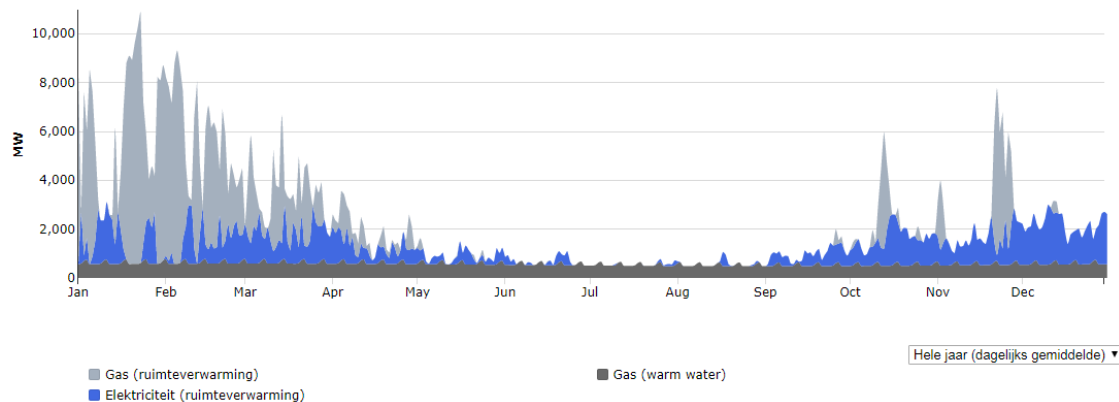
ETM zon profiel, regionaal,
productieverlaging capaciteit:
Delta vermogen \approx - 25 GW (-25%)
Delta energie \approx - 5.6 TWh (-4.5%)

Plaatsgebonden flex – hybride warmtepompen, inzet gas bij kou

Hybride warmtepompen – schakelen enkele graden boven het vriespunt

- Verleggen op koudere dagen piekwarmtevraag van elektriciteit naar gas
- Dragen aanzienlijk bij aan het verlagen van de elektriciteitspiekvraag

Vraagprofiel van hybride warmtepomp voor huishoudens

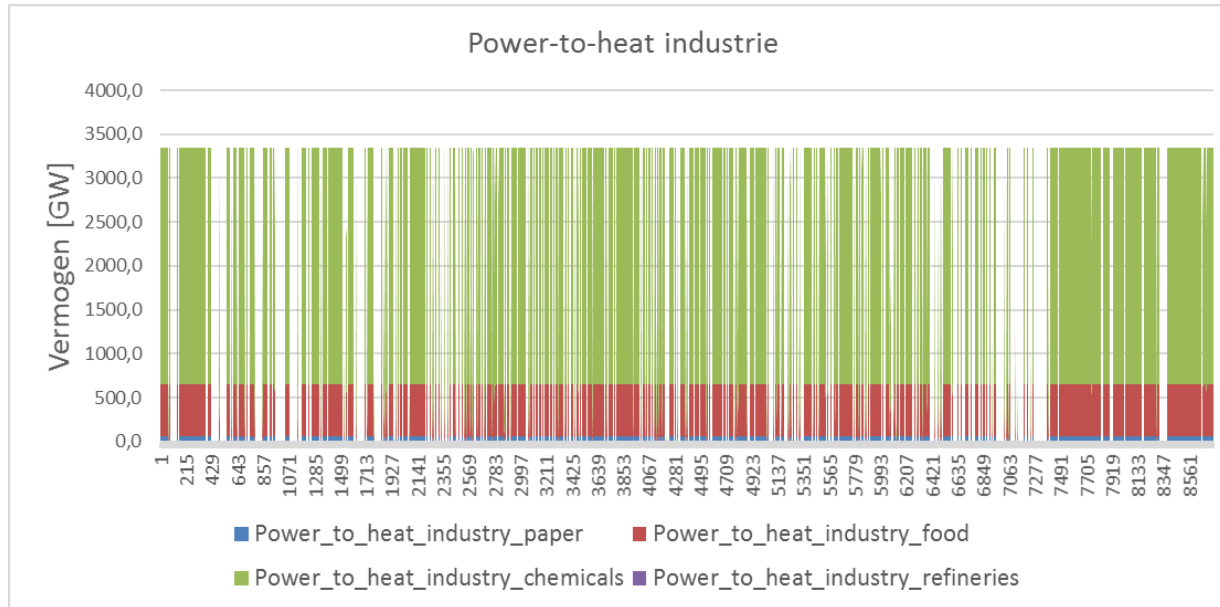


Voorbeeld: Scenario Europees, weerjaar 2015

Plaatsgebonden flex – hybride ketels industrie

Hybride industrie – schakelen bij elektriciteitsoverschotten

- Afhankelijk van het scenario tot 3,5 GW flexibele vraag naar elektriciteit of waterstof / methaan



Voorbeeld: Scenario Nationaal, weerjaar 2015

Belangrijkste aanpassingen ten opzichte van de fase 1 rapportage

Rapportage d.d. maart 2020

1. Inleiding	8	6. Regionalisering	104
1.1 Waarom dit document?	9	6.1 Uitkomsten regionalisering	106
1.2 Integrale infrastructuurverkenning (I13050)	10	6.2 Gebouwde omgeving	106
1.3 Hoe we de scenario's positioneren	10	6.3 Mobiliteit	107
1.4 Veranderingen in het energiesysteem	11	6.4 Landbouw	110
1.5 Verschillen met Net voor de Toekomst 2017	11	6.5 Energie	110
1.6 Samenwerking en proces	12	6.6 Regionalisering industrie	110
1.7 Leeswijzer rapport	12		
2. Methode	14	7. Gebruik van scenario's	128
2.1 Scenariomethodiek	15	7.1 Gebruik scenario's	129
2.2 Doorrekening	16	7.2 Voorspelbaarheid energietransitie	130
2.3 Kostendoorrekening	16	7.3 Lijst van aandachtspunten	130
2.4 Regionalisering	16		
3. Introductie scenario's	18	8. Bijlagen	132
3.1 Regionale sturing	21	8.1 Review Planbureau voor de Leefomgeving	134
3.2 Nationale sturing	22	8.2 Energievraag in de gebouwde omgeving	135
3.3 Europese CO ₂ -sturing	23	8.3 Warmtevraagprofielen	135
3.4 Internationale sturing	24	8.4 Thuisbatterijen	135
3.5 Overzicht van uitgangspunten en invulling per scenario	25	8.5 Kosten scenario's in 2050	135
E-refinery: Synthetische kerosine & scheepsbunkers	28	8.6 Kapitaalkosten (WACC/discontovoet)	138
De behandeling van de feedstocks	28	8.7 Elektriciteitsimport	138
(inzet van energiedragers als grondstof)	30	8.8 Potentieën	138
Vergelijking Klimaatneutrale energiescenario's 2050	30	8.9 Overzicht geraadpleegde partijen	143
met Net voor de Toekomst 2017	32		
4. Overkoepelende uitkomsten	34	9. Verwijzingen	144
4.1 Finale energievraag	36		
4.2 Primair energieaanbod	38		
4.3 Vermogens en volumes in de elektriciteitsproductie	38		
4.4 Biomassa	42		
4.5 Waterstofbalans	43		
4.6 CO₂	48		
4.7 Circulair	48		
4.8 Energie-infrastructuur	49		
4.9 Kosten	49		
4.10 Geveiligheidsanalyse weer en opslagbehoefte	49		
5. Sectorale uitwerking en energietoekomstbeelden 2050	64		
5.1 Gebouwde omgeving	65		
5.2 Mobiliteit	71		
5.3 Industrie	76		
5.4 Landbouw	98		
5.5 Elektrisch vermogen	100		



Scenariostudie ten behoeve van de integrale infrastructuurverkenning 2020-2050

©1000 - Openbaar
Maart 2020

Berenschot

Kelavista

Alinea	Element	Wijziging
3.5	Tabel 2	Vermogens centrales (waterstof, groen gas) Vermogens en volumes opslag en conversie
4.3	Figuur 9 Figuur 10 Backup centrales	Vermogens centrales (waterstof, groen gas) zijn lager door een meer uitgebreide flexmiddelen analyse
4.5	Figuur 12, 13	Waterstof productie (beperkt gewijzigd)
4.10	Figuur 14 - 17	Daggemiddelde vermogens (door andere gasinzet gewijzigd). De rest van het hoofdstuk kan ook (beperkt) gewijzigd zijn, niet gecheckt
5.1	Tabel 12, 13	Zonthermie (beperkt) toegevoegd (Nationaal) Seizoensopslag warmtenetten toegevoegd
5.3		(Analyse industrie scenario's leidt tot aantal wenselijke aanpassingen, maar deze zijn nog niet doorgevoerd).
5.5	Figuur 56	Opgesteld vermogen
H6	Figuur 57	Regionalisatie opnieuw gedaan, het is immers niet mogelijk om zowel waterstof als groen gas in distributienet achter hetzelfde GOS te hebben (Europees)
8.3		Warmtevraagprofielen aangepast, nieuwe ETM modellering
8.4		Thuisbatterijen op 0, systeemflex in fase 2
8.5		(Alle kostenkennallen worden door thans door TNO energietransitiestudies gereviseerd)