

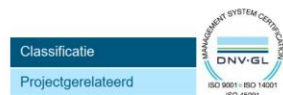
DGBC - Paris Proof

Duurzame energie potentie 2050 & methodiek

Herijking voor Nederland, juni 2020



Document titel	DGBC Paris Proof; methodiek en bepaling duurzame energie potentie 2050
Referentie	BH2300-100-100
Datum	12 juni 2020
Revisie	2.0 definitief



Disclaimer

Niets uit deze specificaties/drukwerk mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HaskoningDHV Nederland B.V.; noch mogen zij zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor zij zijn vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor deze specificaties/drukwerk ten opzichte van anderen dan de personen door wie zij in opdracht is gegeven en zoals deze zijn vastgesteld in het kader van deze Opdracht. Het geïntegreerde QHSE-managementsysteem van HaskoningDHV Nederland B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 en ISO 45001:2018.

Inhoudsopgave | Paris Proof rantsoen 2050

- Introductie & methodiek
- Stap 1. Inschatting potentie duurzame energie bronnen
- Stap 2. Conversie, verlies & besparing
- Stap 3. Sectorale toedeling
- Stap 4. Toedeling energie aan gebouwen naar bestemming
- Stap 5. In verduurzamingsmaatregelen opgenomen energie
- Stap 6. Weegfactoren energiedragers
- Conclusie & vervolg
- Bijlagen Onderbouwing Potentie Opwek Duurzame Energiebronnen

INTRODUCTIE & METHODIEK

Introductie

Het Paris Proof rantsoen voor energiegebruik gebouwen was gebaseerd op schattingen 2013.

Zeven jaar later biedt technologie meer mogelijkheden en kan de in 2050 duurzaam opwekbare energie beter worden ingeschat. Ook is er meer inzicht in het energieverlies als gevolg van transport, omzetting en opslag voor buffering.

DGBC heeft Royal HaskoningDHV gevraagd het raamwerk te ontwikkelen om het Paris Proof rantsoen te kunnen bepalen, de duurzame energie potentie te kwantificeren evenals de conversie- en transportverliezen. Daarnaast zijn suggesties aangereikt ter invulling van de sectorale toedeling en weegfactoren voor energiedragers bij eindgebruik.

Parallel aan deze studie worden er onderzoeken uitgevoerd naar de rekenmethode om het energierantsoen toe te delen aan de verschillende gebouwcategorieën. Daarnaast wordt de 'embodied energy' van duurzaamheidsmaatregelen in kaart gebracht.

De vervolgsheet geeft de hoofdstappen van het raamwerk weer en de relatie met de parallelle studies.

Methodiek | situatie 2050 structureren en kwantificeren in zes stappen

1

DUURZAME ENERGIE POTENTIE

- Zon
- Wind
- Golf
- Aardwarmte (geothermie)
- Biomassa
- [Nucleair]

Lage temp. bronnen

- *Oppervlaktewater*
- *Buitenlucht*
- *Bodemwarmte*

RHDHV

2

CONVERSIE & TRANSPORT VERLIEZEN

- Conversie bron -> drager
- Opslag
- Transport
- Buffering
- Conversie drager -> drager

RHDHV

3

SECTORALE TOEDELING (rantsoen per sector)

- Industrie
- Transport
- Agrarische sector
- Utiliteit
- Woningen

PM1. excl. koolwater-
stoffen petrochemische
productie plastics c.a.
(non-energy use)

PM2. excl. doorvoer

DGBC

4

TOEDELING BESTEMMINGEN

- Wonen
- Retail
- Horeca
- Kantoren
- Logistieke centra
- Data centers
- Laboratoria
- Clean rooms
- Onderwijs
- Levens-
beschouwelijk
- Genezende zorg
- Langdurige zorg
- Sociaal-cultureel
- Sport

TVVL

5

OPGENOMEN ENERGIE (embodied energy)

Impact van het
energiegebruik
en de daarbij behorende
CO₂-emissie
van de productie
en levensloop
van materialen

NIBE

6

WEEG- FACTOREN ENERGIEDRAGERS

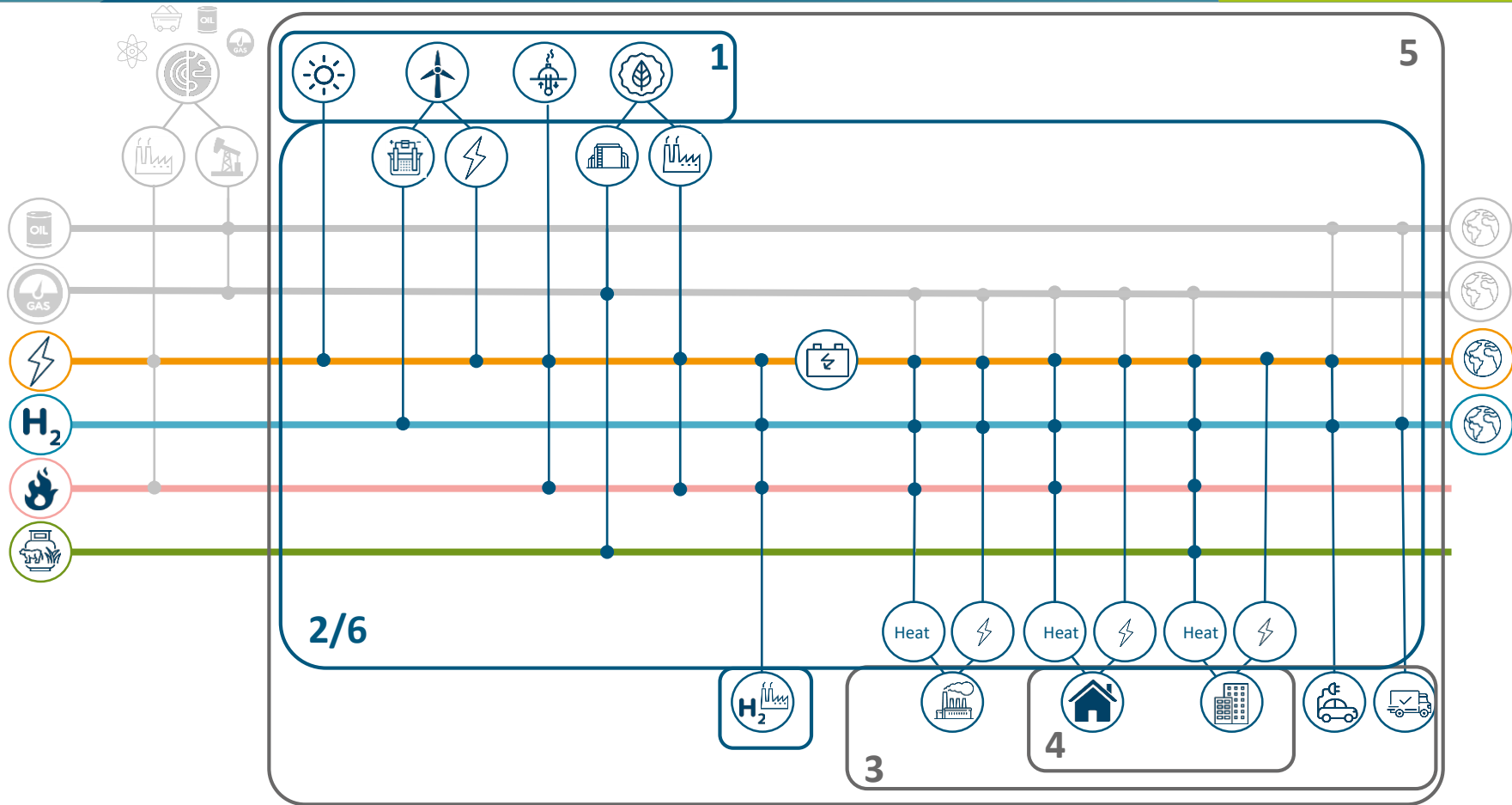
- Waarderen
inzet restwarmte
en vergisting

Methodiek | transitie bron/drager/vraag

Op de volgende pagina geven wij schematisch het energiesysteem weer. Dit is opgenomen om de lezer inzicht te geven hoe energiebronnen, energiedragers en energievragers zich tot elkaar verhouden. Hierin is te zien:

- De energiebronnen (zon, wind, aardwarmte & biomassa) linksboven weergegeven. De omzetting van bron naar dragers is ook weergegeven. Zo kan elektriciteit opgewekt door wind op zee omgezet worden naar waterstof. Of kan een biomassa bron zowel biogas als warmte leveren.
- De energiedragers (elektriciteit, waterstof, warmtenetten en biogas) zijn in het midden weergegeven.
- De energievraag is rechtsonder onderverdeelt in de hoofdsectoren (industrie, gebouwde omgeving & mobiliteit). De energiebehoefte kan ingevuld worden met verschillende energiedragers.
- De duurzame energiebronnen en –dragers zijn gekleurd weergegeven. Het fossiele energiesysteem is grijs weergegeven.
- Het in balans houden van het elektriciteitsnet kan gebeuren door middel van opslag in accu's of door middel van conversie tussen energiedragers (zoals elektriciteit naar waterstof).

Onze methodiek volgt 6 stappen (zie pagina 6). Het deel van het systeem waar iedere stap betrekking op heeft is in het schema omkaderd.



Methodiek | uitgangspunten

Hoeveel duurzame energie kan / zal er in Nederland in 2050 opgewekt worden?

- Doel is een inschatting te geven van het hernieuwbaar energierantsoen dat in 2050 beschikbaar is, teneinde het Klimaat Akkoord van Parijs te halen (95 - 100% CO₂-emissiereductie).
- Nationaal autarkisch: geen import / export van energie.
- Geen kernenergie.
- Scope primaire energiebronnen (zon, wind, aardwarmte, biomassa) + hoge temperatuur restwarmte).
- Energiebronnen met lage exergie (WKO, ondiepe geothermie, aquathermie en lage temperatuur restwarmte) blijven buiten beschouwing. Hiervoor is de nationale beschikbaarheid niet de limiterende factor, maar de lokale beschikbaarheid en/of economische haalbaarheid - alsmede de elektriciteit die ervoor nodig is deze energie nuttig in te kunnen zetten.

STAP 1. DUURZAME ENERGIE POTENTIE

Duurzame Energie Potentie 2050 | werkwijze benadering

1. Inventarisatie relevante & toonaangevende literatuur
2. Analyse en beoordeling literatuur door domein-experts en domein-kennis/modellen
3. Samenvatting conclusies en waarden potentie per energiebron
4. Synthese potentie duurzame energie tijdens expertsessie
5. Presentatie conceptresultaten
6. Verdiepingsslag & verwerking in model
7. Review door collega-experts
8. Vastlegging en rapportage

Duurzame Energie Potentie 2050 | beschouwde bronnen

- Biomassa
- Wind offshore
- Wind op land
- Zon op land
- Zonthermie
- Geothermie (conventioneel & ultradiepe geothermie)
- Restwarmte (hoge temperatuur, van industrie)
- Energie uit water (waterkracht, zoet/zout, getijden, golf)

Duurzame Energie Potentie 2050 | opwekking in scenario's

Bandbreedte voor potentiële duurzame energiebronnen in Nederland onshore & offshore 2050:

1. **Minimum scenario**

Beperkte groei duurzame energieopwekking met beperkte ruimtelijke impact

- *‘Als het tegen zit; weerstand als gevolg van ruimtelijke effecten’*

2. **Realistisch scenario**

Substantiële groei duurzame energieopwekking, rekening houdend met ruimtelijke dilemma's

- *‘De meest waarschijnlijke uitkomst om Parijs-doelstellingen te behalen’*

3. **Bovengrens scenario**

Sterke groei duurzame energieopwekking, benutting van beschikbare ruimte voor energie

- *‘Alles zit mee; beschikbare ruimte wordt optimaal benut voor energie’*

Bandbreedte potentie scenario 1 : scenario 2 : scenario 3 blijkt ongeveer op 1 : 2 : 3 uit te komen.

Duurzame Energie Potentie 2050 | opwekking totaal in cijfers

Potentie duurzame energiebronnen		Scenario's		
		Minimum	Reëel	Maximaal
Biomassa	Vast	126	176	211
	Biogas	55	77	98
	Biobrandstoffen (vloeibaar)	4	9	13
	Totaal	185	262	322
Elektriciteit (excl. biomassa)	Wind op zee	228	729	1152
	Wind op land (open gebieden)	85	100	135
	Wind op binnenwateren	15	20	25
	Zon op land (zonneweides)	40	65	180
	Zon op binnenwateren	25	50	70
	Zon op overige terreinen	25	45	55
	Elektriciteit uit water (zoet-zout)	0	0	22
	Elektriciteit uit water (waterkracht)	0,4	0,8	1
	Elektriciteit uit water (getijden)	0,5	1,0	1,2
	Elektriciteit uit water (golfslag)	0	0	5,5
	Totaal	419	1011	1647
Warmte (excl. biomassa)	Thermische zonne-energie (collectieve systemen)	2	6	12
	Conventionele geothermie	50	100	175
	Ultradiepe geothermie	0	5	25
	Restwarmte	25	50	100
	Totaal	77	161	312
Gebouwgebonden opwek (geen onderdeel van rantsoen)	ZonPV op gebouwen	90	115	150
	Zonthermisch op gebouwen	6	14	28
TOTAAL (excl. gebouwgebonden)		681	1.434	2.281

*Zie de bijlage
voor toelichting
totstandkoming
getallen*

STAP 2. CONVERSIE, VERLIES & BESPARING

Methodiek | van bronnen naar finaal (1)

De duurzame energiepotentie 2050 is uitgedrukt in primaire energiebronnen. Om het energierantsoen te kunnen bepalen moeten de primaire energiebronnen worden omgezet naar finaal energiegebruik. Op deze wijze worden omzetverliezen van bijvoorbeeld elektriciteit naar waterstof of vervanging van aardgas door een warmtepomp op elektriciteit op de juiste manier meegenomen. Hiervoor is een methode en een rekenmodel ontwikkeld op basis van de volgende stappen:

Rantsoen studie

- I. Bepalen aanbod bronnen in 2050

Rekenmodel

- II. Finaal energieverbruik huidige situatie (IEA data finale energiegebruik Nederland 2015)
- III. Extrapoleren naar finaal verbruik o.b.v. conversie duurzame brandstoffen i.p.v. fossiel. Hierna is het finaal energiegebruik na conversie in 2050 bekend.
- IV. Finale energiebehoefte 2050 corrigeren o.b.v. verwacht energiebesparing.
De resultaten van deze stap zijn van belang om het finaal energiegebruik binnen de Paris Proof methodiek te bepalen.
- V. Finale energiebehoefte 2050 corrigeren voor balans in het net en omzettingsverliezen.
- VI. Model geeft aan welke gevraagde energiebronnen hierbij horen.
- VII. Gevraagde bronnen van model in lijn brengen met beschikbare bronnen door een iteratie van stap III. t/m VII toe te passen tot waardes ongeveer overeen komen. Dit geeft een beeld van het nationale energierantsoen in 2050 per sector.

Methodiek | van bronnen naar finaal (2)

Stappen in
methodiek

II.

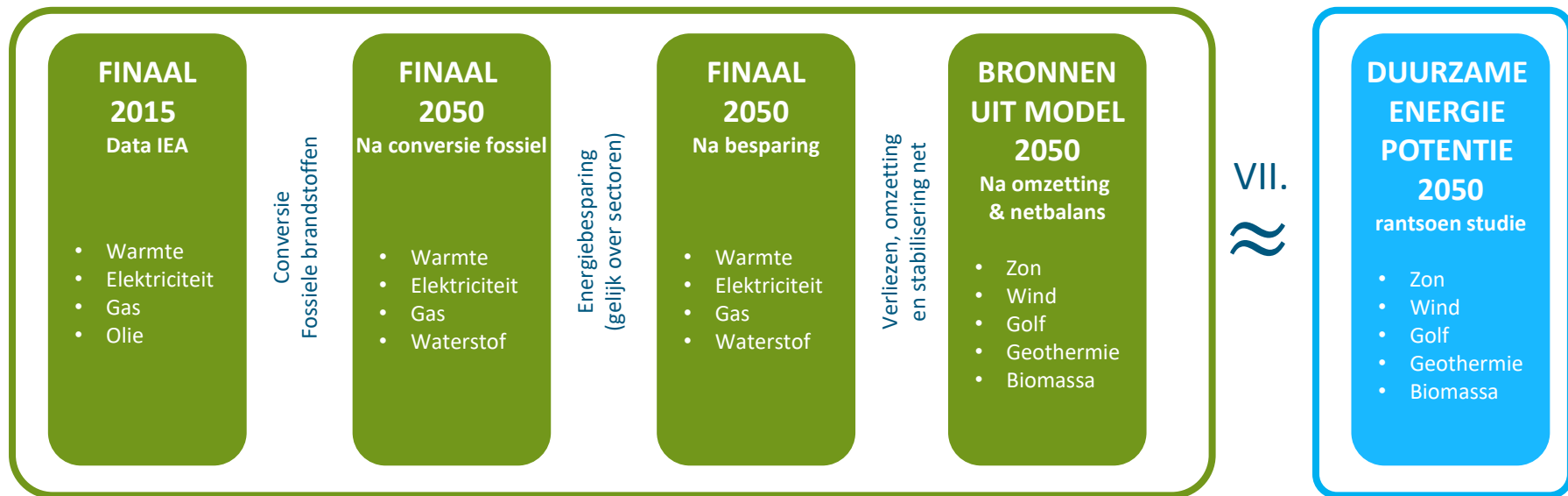
III.

IV.

V.

VI.

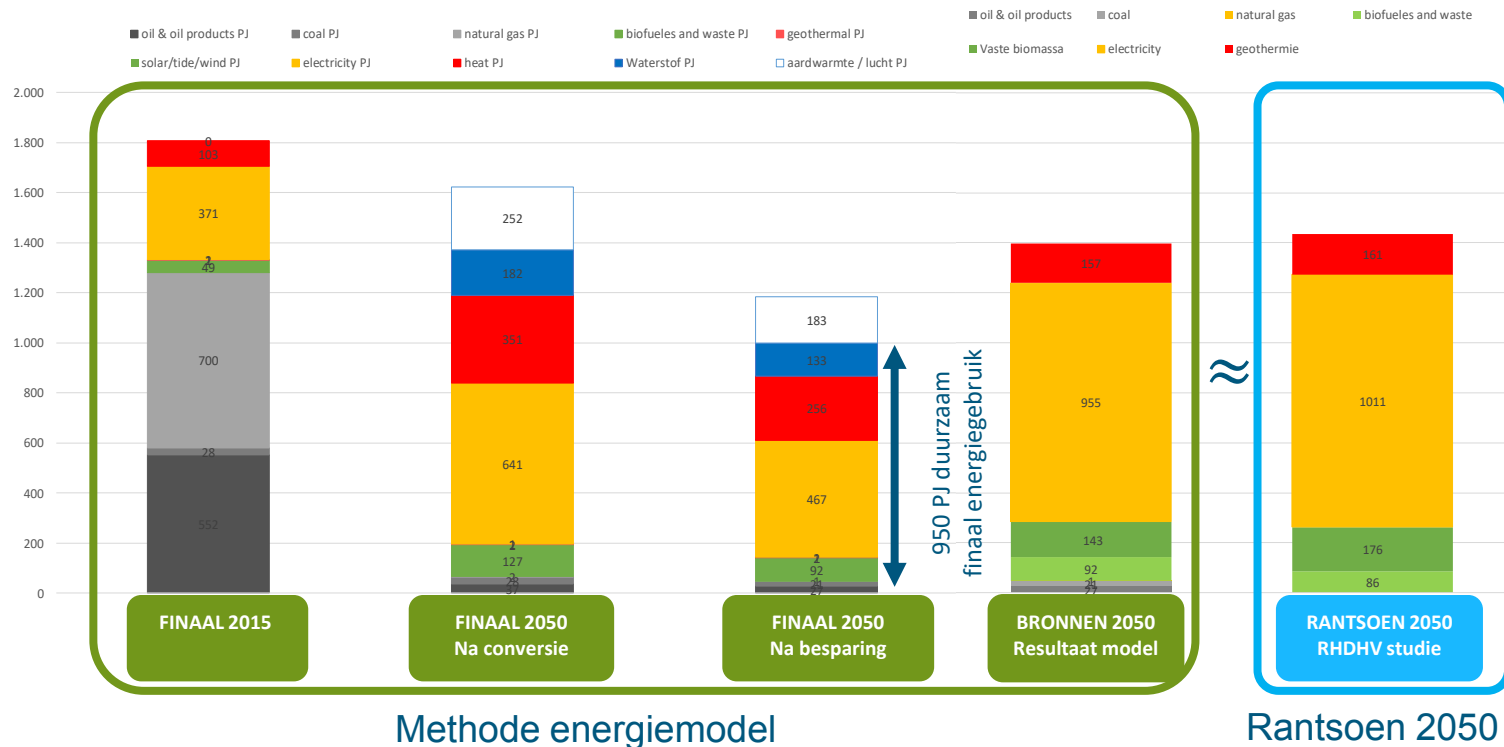
I.



Methode energiemodel

Rantsoen 2050

Methodiek | van bronnen naar final (3)



De resultaten van de parameter afstemming bronnen naar final, zoals uitgewerkt in bijlage 1.

Het final energiedragers na besparing, geschikt om de duurzame energiepotentie 2050 te dragen is 950 PJ.

Methodiek | finaal energiegebruik Nederland, conclusies

Op basis van de analyse kunnende volgende conclusies getrokken worden:

- Voor het energierantsoen is **950 PJ** aan duurzame energiedragers beschikbaar volgens onderstaande onderverdeling:
 - Elektriciteit: 470 PJ
 - Warmte: 250 PJ (100 PJ biomassa +150 PJ geothermie)
 - Waterstof: 130 PJ
 - Biomassa: 100 PJ

Dit is 350 PJ meer dan de 600 PJ duurzame bronnen in de vorige Paris Proof benadering

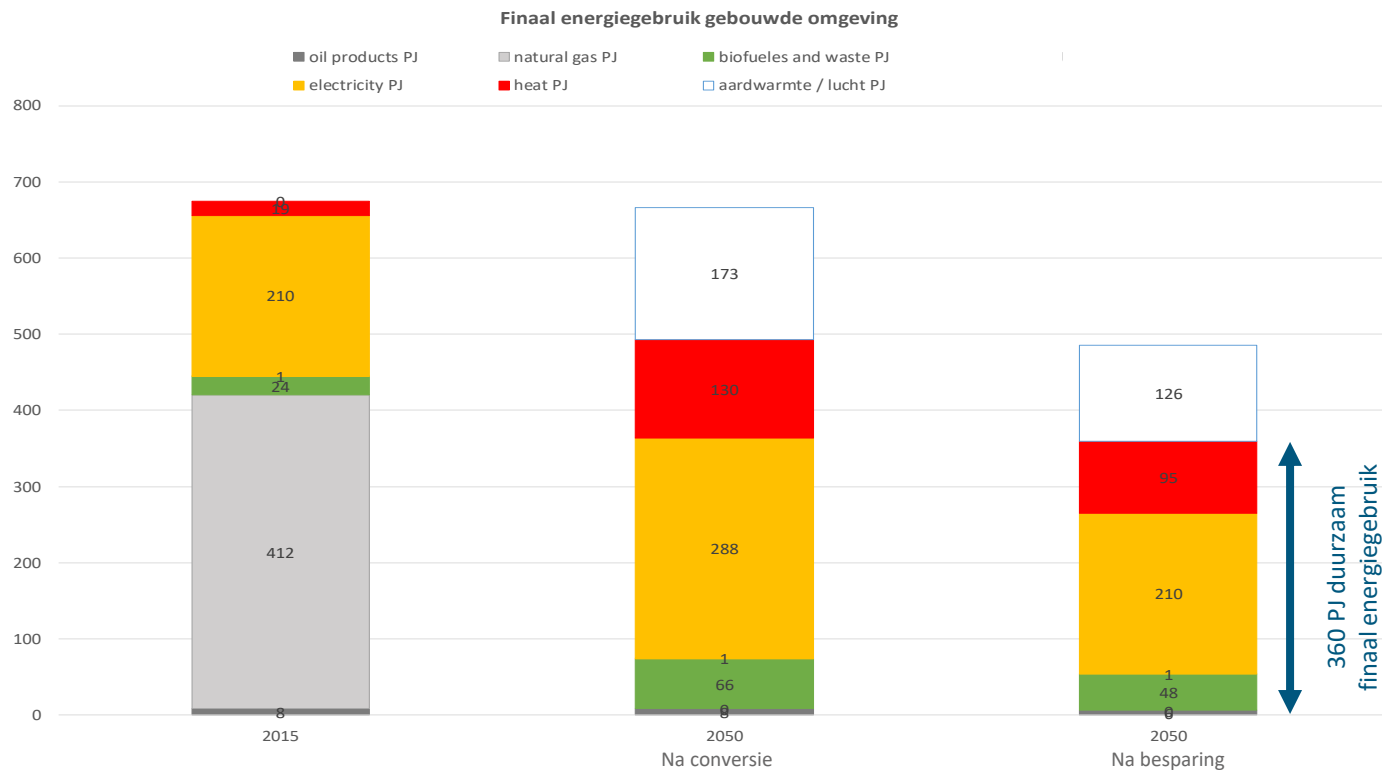
STAP 3. SECTORALE TOEDELING GEBOUWDE OMGEVING

Sector Gebouwde Omgeving | **finaal energiegebruik**

- De sectorale verdeling van energie verandert wanneer het energiesysteem verandert (tussen nu en 2050).
- In onderstaande tabel zijn de veranderende percentages voor de gebouwde omgeving groen omlijnd. Deze verandering is het gevolg van conversie (zoals bijvoorbeeld het vervangen van aardgas door een warmtepomp op elektriciteit).
- Deze sectorale toedeling is op basis van omzetting van fossiele brandstoffen en gelijke besparing over alle sectoren (zie uitgangspunten energiemodel bijlage).
- De volgende pagina geeft een overzicht van het finale energiegebruik in de gebouwde omgeving in 2015, het gebruik in 2050 na correctie voor conversie, en in 2050 na besparing.

Verhouding sectorale toedeling Exclusief laagwaardige warmte a.g.v. inzet warmtepomp	Finaal 2015		Finaal 2050 (zonder besparing)		Finaal 2050 (na besparing)	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Industrie	551	30%	542	38%	395	38%
Transport	421	23%	256	18%	187	18%
Residential / Commerce / Public Services	675	37%	493	34%	359	34%
Overige	162	9%	141	10%	102	10%
Totaal Finaal (exclusief non energy use)	1.807	100%	1.432	100%	1.043	100%

Sector Gebouwde Omgeving | **finaal energieverbruik**



Sector Gebouwde Omgeving | **finaal energiegebruik**

Voorname analyse (met de uitgangspunten zoals weergegeven in bijlage 1) leidt tot het rantsoen duurzame energie voor de sector gebouwde omgeving:

- **360 PJ** aan duurzame energiedragers (exclusief laagwaardige warmte) is in 2050 beschikbaar:
 - Elektriciteit: 210 PJ
 - Warmte: 95 PJ
 - Waterstof: 0 PJ
 - Biomassa: 45 PJ

6. WEEGFACTOREN ENERGIEDRAGERS

Weegfactoren energiedragers | optellen

De Paris Proof methodiek duidt het energetisch rantsoen voor gebouwen uit in één waarde, ongeacht de energiedrager.

- Energiedragers met verschillende exergetische waarden zijn niet gelijkwaardig en kunnen daardoor niet 1 op 1 opgeteld worden.
- Duurzame energiedragers (elektriciteit, warmte, waterstof) voor de gebouwde omgeving dienen in een onderlinge verhouding ingezet te worden. Dit doet recht aan het daadwerkelijke aanbod van de energiedragers en zorgt voor netbalans.
- Deze verhouding vormde een uitgangspunt voor deze studie, teneinde het aanbod van duurzame energiebronnen optimaal in te kunnen zetten.
- Deze verhouding komt ook het functioneren van het nationale energiesysteem ten goede.
- Ter illustratie een voorbeeld van de verschillen bij een gebouw dat $40 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2$ nodig heeft:
 - Met stadsverwarming wordt $40 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2$ in gebruikt.
 - Met warmtepomp wordt $40 (\text{kWh}/\text{m}^2) / 4 (\text{SPF}) = 10 \text{ kWh}_\text{e}/\text{m}^2$ gebruikt.
 - Voor het individuele gebouw stimuleert dit de inzet van elektriciteit (hogere exergetische waarde) i.p.v. stadswarmte. Vanuit een nationaal perspectief is dit echter niet altijd gewenst.
- Er moet verder gezocht worden naar een methode om de energiedragers in de beoogde verhouding in te zetten en op te tellen.

*Zie bijgevoegde memo voor
aanvullende toelichting.*

CONCLUSIES & VERVOLG

Conclusies

- Stap 1. Duurzame Energie Potentie
 - Op basis van realistisch verwacht scenario is er in Nederland in 2050, exclusief opwekking op en rond gebouwen, in totaal **1.434 PJ** aan duurzame energiebronnen beschikbaar.
- Stap 2. Conversie, Verlies & Besparing
 - Als gevolg van conversie, verlies, opslag en besparing resteert van de duurzame opwekking circa **950 PJ** finale energie.
- Het resultaat van stap 1 + 2 is een hogere potentie dan de 600 PJ 'energiebronnen', waar in 2013 bij eerste bepaling van de Paris Proof rantsoen voor gebouwen van uit is gegaan.
- Stap 3. Sectorale Toedeling Gebouwde Omgeving
 - Uit dit totale aanbod van finale energie is voor de gebouwde omgeving **360 PJ** beschikbaar (dit betreft een voorlopig resultaat en wordt in een separaat onderzoek gevalideerd).

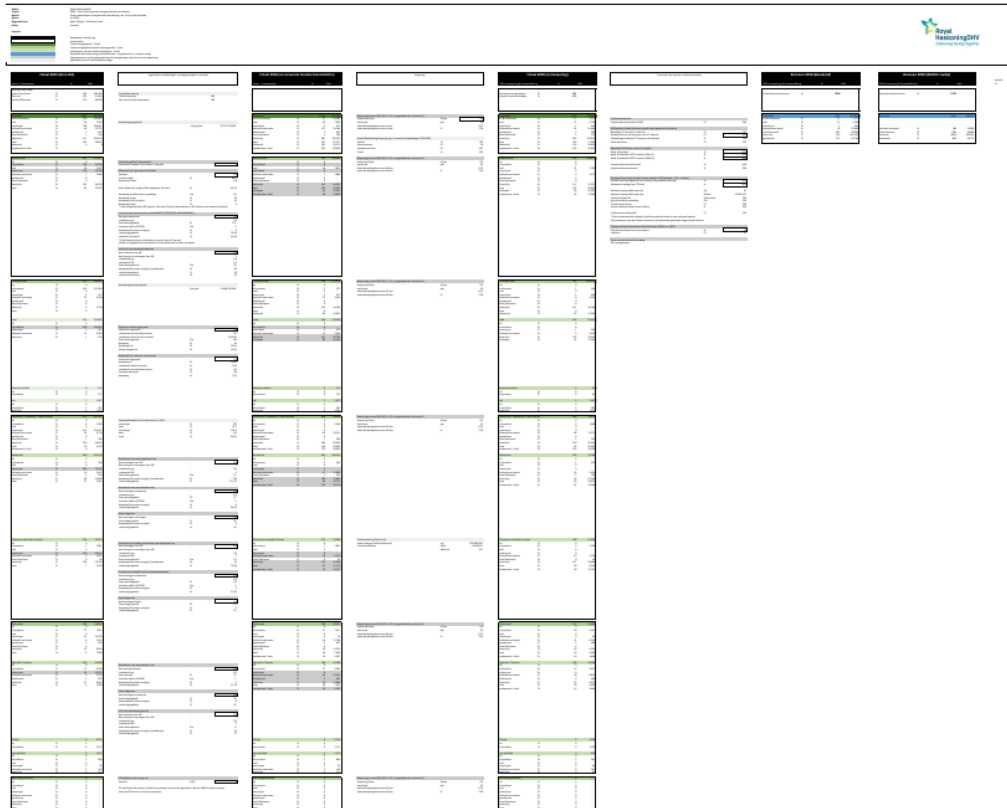
Vervolg

- Stap 4. Toedeling Energie aan Bestemmingen Gebouwen
 - Doorvertalen rantsoen gebouwde omgeving naar verschillende gebouwfuncties in kWh/m² BVO
- Stap 5. Embodied energy
 - Impact kwantificeren
- Stap 6. Weegfactoren energiedragers
 - Aanvullend onderzoek hoe energiedragers zijn op te tellen bij gebruik
- Aanbevelingen vervolg
 - De separate onderzoeken voor vaststelling van het Paris Proof energierantsoen dienen op elkaar afgestemd te worden.
 - Methode omtrent rekenen met verschillende energiedragers nader onderzoeken.
 - Periodieke update van verwachting beschikbare bronnen 2050 & parameters in het model.

BIJLAGEN

ENERGIEMODEL ENERGIE TRANSITIE BEREKENING

Uitgangspunten energiemodel (zie bijlage)



ONDERBOUWING POTENTIE OPWEK DUURZAME ENERGIEBRONNEN 2050

Biomassa

Groepen

De volgende onderverdeling is toegepast:

- **Vaste biomassa**
- **Groen(bio) gas**
- **Biobrandstoffen (vloeibaar)**

Literatuurbronnen

- Onderzoek RHDHV, in opdracht van de Rijksoverheid (2020, ongepubliceerd)
- College van Rijksadviseurs (2019) - Via Parijs. Deze studie gaat uit van 200 PJ vaste biomassa, 50 PJ biogas en 50 PJ uit zeewierteelt
 - Let op: Hierbij wordt alle biomassa wordt ingezet als grondstof en niet als energiebron.
- CE Delft(2017) - Net voor de toekomst. In het scenario 'Regie Nationaal' wordt uitgegaan van 116 PJ vaste biomassa, 199 PJ biogas en 90 PJ vloeibare biomassa. Dit is allemaal voor het energiesysteem (geen grondstoffen), maar leunt wel sterk op import van biomassa (wat eigenlijk buiten de scope ligt).
- CE Delft(2017) - Net voor de toekomst. In het scenario 'Regie Regionaal' wordt uitgegaan van 93 PJ vaste biomassa, 195 PJ biogas en 90 PJ vloeibare biomassa. Dit is allemaal voor het energiesysteem (geen grondstoffen), maar leunt wel sterk op import van biomassa (wat eigenlijk buiten de scope ligt).

Biomassa

Biomassa	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Vaste biomassa	126	176	211		<i>RHDHV, 2020</i>
Biogas	55	77	98		<i>RHDHV, 2020</i>
Biobrandstoffen, vloeibaar	4	9	13	Betreft vrijkomende hoeveelheden restvet + frituurvet in Nederland	<i>RHDHV, 2020</i>
Totaal	185	262	322		

Wind op zee

Groepen

Er zijn geen groepen onderscheiden voor wind op zee.

Literatuurbronnen

- Eigen onderzoek van Royal HaskoningDHV (ongepubliceerd).
- College van Rijksadviseurs (2019). Via Parijs, gaat uit van 830 PJ wind offshore
- CE Delft(2017) - Net voor de toekomst. In het scenario 'Regie Nationaal' wordt uitgegaan van 1014 PJ wind totaal (onshore + off shore)
- CE Delft(2017) - Net voor de toekomst. In het scenario 'Regie Regionaal' wordt uitgegaan van 605 PJ wind totaal (onshore + off shore)

Kanttekeningen & opmerkingen

- Dichtheid van 7 MW/km² aangenomen (op basis van de dichtheid van geplande parken)
- Vollaasturen: 4000 (https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/04/A4-Posters%20Rijk_WoZ_februari%202016.pdf)
- Minimum windpark grootte van 1 GW

Wind op zee

Wind op zee	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Wind op zee	228 (17,9 GW)	729 (50,6 GW)	1152 (90,8 GW)	- Vollaasturen: 4000 Minimum grootte van windpark: 1 GW - Uitgangspunt: dichtheid van 7 MW/km² (op basis van geplande parken) - Uitgangspunten minimaal scenario: tot 40 meter water diepte, niet in complex vaargebied, niet in Natura2000, tot 2025 afgeschreven olie- en gasplatforms weg - Uitgangspunten realistisch scenario: tot 40 meter water diepte, niet in complex vaargebied, niet in Natura 2000, alle olie- en gasplatforms weg - Uitgangspunten maximaal scenario: tot 40 meter water diepte, wel in complex vaargebied, wel in Natura 2000, alle olie- en gas platforms weg	<i>Eigen studie Royal HaskoningDHV (ongepubliceerd)</i> <i>RVO (2020)</i> (https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/04/A4-Posters%20Rijk_WoZ_februari%202016.pdf)

Wind op land

Groepen

De volgende onderverdeling is toegepast

- **Wind op land**
- **Wind op binnenwateren**

Hoeveel productie/ opwek er in 2050 kan zijn binnen Nederland (PJ/jaar)

55 PJ (doel Klimaatakkoord 2030, daarna geen groei meer) tot 160 PJ waarbij de beschikbare ruimte creatief binnen de ruimtelijke kaders die er in Nederland zijn wordt benut.

Richtwaarde, rekening houdend met de steeds toenemende druk op het ruimtegebruik en alle scenario's en referenties overziend, is 100 tot in 2050. Dit wordt als een ruimtelijk toelaatbare en realistische waarde gezien. Een waarde van 100 PJ komt overeen met 27,8 TWh. Bij 3.000 vollasturen en 5 MWe per windturbine is dit 9,26 GWe opgesteld vermogen met in totaal 1.850 windturbines op land. Exclusief windturbines op binnenwateren, indicatie 20 PJ en 1,85 GWe.

Wind op land

Literatuurbronnen

- Posad et al (2018), Klimaat, energie, ruimte
- PBL (2019), Klimaat en Energieverkenning 2019
- PBL (2011), Routekaart energie 2050.
- College van Rijksadviseurs (2019). Via Parijs, gaat uit van 150 PJ wind op land
- CE Delft(2017), Net voor de toekomst, scenario 'Regie Nationaal' gaat uit van 1014 PJ wind totaal (onshore + off shore)
- CE Delft(2017), Net voor de toekomst, scenario 'Regie Regionaal' gaat uit van 605 PJ wind totaal (onshore + off shore)

Kanttekeningen & opmerkingen

Ruimtebeslag mastvoet is 5 ha per TWhe. Ruimtebeslag wegontsluiting is 20 ha per TWhe. Vrij ruimte tussen windturbines beslaat 2.000 ha per TWhe.

In 2018 werd met wind op land een productie van 23,7 PJ gerealiseerd,. Bron: Klimaatmonitor

Wind op land

Wind op land	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Wind op land (open gebieden)	85	100	135	Belangrijke aanname is 500m grens afstand molen - woning, voor realistisch scenario, maar niet voor bedrijventerreinen. Indien dit naar 1.000m zou gaan komen we op het minimale scenario. Ook is er competitie tussen andere functies die ruimte vragen. Impact hiervan is moeilijk in te schatten.	Expert Judgement RHDHV en POSAD, 2018
Wind in binnenwateren	15	20	25		Expert Judgement RHDHV en POSAD, 2018

Wind op land | nadere toelichting literatuurwaarden

Wind op land	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Wind op land open gebied		160	475	Technisch potentieel 475 PJ en 50 GWe, 160 PJ bij 500 m grens bebouwing	<i>Posad, 2018, 72</i>
Wind op land in natuur			225	Technisch potentieel 225 PJ en 25 GWe	<i>Posad, 2018, 72</i>
Windbossen		10	25	Realistische schatting voor inpassing wind in bos	<i>Posad, 2018, 76</i>
Windakkers		5	10	Realistische schatting voor inpassing wind in bos	<i>Posad, 2018, 76</i>
Wind op binnenwateren			100	Technisch potentieel 100 PJ Posad	<i>Posad 2018</i>
Wind op land	72			LT scenario houdt rekening met 8 GWe en 72 PJ in 2050. Het doel in het kader van het Klimaatakkoord is 6,1 GWe met 55 PJ (15,3 TWhe) in 2030	<i>PBL, 2011 PBL, 2019, 105</i>
Wind op land	150			College van Rijksadviseurs hanteert 150 PJ als waarde.	<i>Via Parijs, 2019</i>
Wind op land	177			CE scenario Regie Regionaal met 16,8 GWe	<i>CE, 2017</i>
Wind op land	151			CE scenario Regie Nationaal met 14,3 GWe	<i>CE, 2017</i>
Wind op land	56			CE scenario Internationaal met 5,3 GWe	<i>CE, 2017</i>
Wind op land	51			CE scenario Generieke Sturing met 4,85 Gwe	<i>CE, 2017</i>

Elektriciteit uit zonne-energie

Groepen

De volgende onderverdeling is toegepast

- **Zon op land (zonneweides)**
- **Zon op binnenwateren**
- **Zon op gebouwen (daken en gevels)**

Literatuurbronnen

- Posad et al (2018), Klimaat, energie, ruimte, zon op land range oplopend tot 750 PJ
- College van Rijksadviseurs (2019). Via Parijs, gaat uit van 0 PJ zonneweides, 55 PJ zon op parkeerterreinen, bedrijfstereinen en infra, 25 PJ zon op water en 115 PJ zon op daken en gevels
- CE Delft(2017), Net voor de toekomst, scenario 'Regie Nationaal' gaat uit van 180 PJ zonneweides en binnenwateren en 122 PJ zon op gebouwen.
- CE Delft(2017), Net voor de toekomst, scenario 'Regie Regionaal ' gaat uit van 65 PJ zonneweides en binnenwateren en 58 PJ zon op gebouwen.

Elektriciteit uit zonne-energie

Kanttelingen & opmerkingen

Voor zowel elektriciteit uit zonne-energie als uit windenergie is regelend vermogen nodig, al dan niet in combinatie met energieopslag. Dit is zeker het geval in 2050. Aanvullende elektriciteitsopwekking is daarom noodzakelijk.

In 2018 werd met elektriciteit uit zonne-energie een productie van 13,3 PJ gerealiseerd, zowel op daken als op land. Bron: Klimaatmonitor

Elektriciteit uit zonne-energie

Elektriciteit uit zonne-energie	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Zon op land (zonneweides)	40	65	180	Ondergrens is lager ingeschat dan Ruimtelijk inpasbaar van 65PJ van POSAD, vanwege inpassingsproblemen met elektriciteitsnetwerk. Bovengrens gebaseerd op CE Delft aan de hand van de vraag.	Expert Judgement RHDHV en POSAD, 2018
Zon op land (binnenwateren)	25	50	70		Expert Judgement RHDHV en POSAD, 2018
Zon op land (gebouwen)	90	115	150		Expert Judgement RHDHV en POSAD, 2018
Zon op overige terreinen	25	45	55		Expert Judgement RHDHV en POSAD, 2018

Elektriciteit uit zonne-energie | nadere toelichting literatuurwaarden

Elektriciteit uit zonne-energie	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Zon op dak		90	150	Technisch potentieel 150 PJ en 50 GWe. Uitgangspunt 26% benutting beschikbaar dakoppervlak, 325 km ² netto beschikbaar. Rendement zonPV is 26% gemiddeld. Participatie 75% leidt tot 30 GWe	Posad, 2018, 90
Zon op land		450	750	Technisch potentieel 750 PJ en 250 GWe bij inzet van 10% landbouwareaal	Posad, 2018, 94
Zon langs infrastructuur		25	45	Technisch potentieel 45 PJ en 15 GWe bij inzet op wegen, dijken	Posad, 2018, 100
Zon op binnenwater		25	70	Technisch potentieel 70 PJ en 22 GWe bij inzet van 10% wateroppervlak en realistisch 25 PJ van College van Rijksadviseurs	Posad, 2018, 108 en Via Parijs, 2019
Zon op dak / gevel Zon op land			263 / 11 Geen in PBL 2011	LT scenario houdt rekening met 88 / 5 GWe in 2050. Het doel in het kader van het Klimaatakkoord is 20 GWe met 71 PJ (19,7 TWh) in 2030 waarvan 11 GW zonneweides en 9 GW grootschalige daken > 15 kWpiek	PBL, 2011, 80 PBL, 2019, 105
Zon op daken en gevels	115			College van Rijksadviseurs hanteert 115 PJ als waarde.	Via Parijs, 2019
Zon op land / dak	180 / 122			CE scenario Regie Regionaal met 50 GWe op land en 34 GWe op dak	CE, 2017
Zon op land / dak	65 / 58			CE scenario Regie Nationaal met 18 GWe en 16 GWe op dak	CE, 2017
Zon op land / dak	29 / 29			CE scenario Internationaal met 8 GWe en 8 GWe op dak	CE, 2017
Zon op land / dak	32 / 32			CE scenario Generieke Sturing met 9 GWe en 9 GWe op dak	CE, 2017

Elektriciteit uit water | waterkracht, zoet/zout verschillen, getijden, golfslag

Groepen

De volgende onderverdeling is toegepast

- **Waterkracht (stroming)**
- **Zoet/zout verschillen**
- **Getijdenenergie**
- **Golfslagenergie**
- **Dynamic Tidal Power**

Literatuurbronnen en toelichting

Als uitgangspunt voor de potentie van waterkracht hanteren we het CE Delft rapport (CE Delft, Witteveen & Bos, 2019). Perspectieven elektriciteit uit water Nationaal potentieel voor 2030 en 2050). Dit is een recente en van eenduidige context en voorwaarden uitgaande studie. Voor wat betreft het onderdeel energie uit water, plaatsen we hierbij de volgende kanttekeningen, hangende nadere analyse (zie volgende slides).

Elektriciteit uit water | waterkracht, zoet/zout verschillen, getijden, golfslag

Elektriciteit uit water	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Zoet-zout (osmose)	0	0	22	Zie toelichting.	Expert judgement RHDHV, CE Delft, Witteveen & Bos (2019). Perspectieven elektriciteit uit water Nationaal potentieel voor 2030 en 2050
Waterkracht bij stuwen	0,4	0,8	1	Zie toelichting.	Expert judgement RHDHV, CE Delft, Witteveen & Bos (2019). Perspectieven elektriciteit uit water Nationaal potentieel voor 2030 en 2050
Getijdenenergie	0,5	1	1,2	Zie toelichting.	Expert judgement RHDHV, CE Delft, Witteveen & Bos (2019). Perspectieven elektriciteit uit water Nationaal potentieel voor 2030 en 2050
Golfslagenenergie	0	0	5,5	Zie toelichting.	Expert judgement RHDHV, CE Delft, Witteveen & Bos (2019). Perspectieven elektriciteit uit water Nationaal potentieel voor 2030 en 2050
Dynamic Tidal Power	0	0	0	Zie toelichting.	Expert judgement RHDHV, CE Delft, Witteveen & Bos (2019). Perspectieven elektriciteit uit water Nationaal potentieel voor 2030 en 2050
Totaal	1	2	30		

Elektriciteit uit water | zoet/zout verschillen, golfslag, Dynamic Tidal Power

Zoet/zout verschillen

Aan de haalbaarheid van energie uit zoet-zout verschillen op grote schaal wordt getwijfeld. Proeven laten zien dat de te gebruiken membranen verstopt komen te zitten. Dit heeft onder andere te maken met de (verschillen in) samenstelling van het water langs de Nederlandse kust. Voorts is gebleken dat de hoeveelheid oppervlak membraan voor het opwekken van een grote hoeveelheid elektriciteit zodanig groot is dat het moeilijk te realiseren is. Kleinschalige / decentrale opwekking lijkt realistischer. Opgemerkt zij bovendien dat de techniek nog in ontwikkeling is. De range van ondergrens tot bovengrens uit [REF] lijkt derhalve overschat. Het aandeel in de mix van soorten elektriciteit uit water daarmee ook: het lijkt onwaarschijnlijk dat in de periode tot 2050 deze energiebron de grootste zal worden.

Golfslagenergie

Voor golfenergie geldt dat een groot deel van de technologie ontwikkelaars in de periode na 2008 failliet zijn gegaan. Geen van de technologieën heeft nog een TRL boven 5 / 6 behaald. Problemen die zich voordeden hadden vooral te maken met robuustheid van systemen waardoor de investeringskosten dusdanig groot werden dat ze financieel niet meer haalbaar werden. Dit heeft vooral te maken met de ongunstige omstandigheden (hoge golven en navenant grote belastingen op constructies) waaronder de techniek in staat is om elektriciteit op te wekken. Uitzonderingen zijn mogelijk kleinschalige oplossingen langs kanalen, waarbij vermoedelijk andere factoren zoals aansluiting op het elektriciteitsnetwerk een (financiële) bottleneck gaan vormen. Ook golfenergie staat echter voor een relatief groot aandeel in de mix van elektriciteit uit water genoteerd. Verwacht wordt dat dit aanzienlijk lager zal zijn en mogelijk zelfs 0 (zie minimaal scenario).

Elektriciteit uit water | zoet/zout verschillen, golfslag, Dynamic Tidal Power

Dynamic Tidal Power

Dynamic Tidal Power vergt een grote ingreep met navenante kosten en impact op de (kwetsbare) omgeving (ecologische en morfologische impact, scheepvaartroutes, windparken etc). Dit is geen haalbaar concept. Het is terecht dat hier geen aandeel in de mix van elektriciteit uit water is opgenomen.

Ten aanzien van de drie technieken zout/zoet, golfslag en DTP merken we op dat ze in alle gevallen grote voorkosten vergen met hoog risico dat projecten niet haalbaar zijn. Los van de TRL van de respectievelijke technieken. Om serieus te kunnen worden overwogen (in elk geval in scenario's tot 2050) is het nodig dat technieken voldoen aan de verwachte (technische) performance, tegen geminimaliseerde (institutionele) risico's en geoptimaliseerde (financiële) kosten en opbrengsten. Als niet aan alle drie voorwaarden voldaan kan worden dan zal de voorkeur van investeerders en projectontwikkelaars altijd uitgaan naar een techniek die wel aan alle drie voorwaarden kunnen voldoen. Dit zijn bijvoorbeeld waterkracht en getijdenenergie.

Elektriciteit uit water | Getijdenenergie

Voor getijdenenergie geldt dat het getijverschil in Nederland beperkt is. Elektriciteit uit getijverval is dus problematisch. Op kleine schaal kan gedacht worden aan opwekken van elektriciteit bij zeesluizen wellicht. Wel is het zo dat er een aantal locaties zijn waar elektriciteit uit de geconditioneerde getijstrooming is te halen. Dit zijn de Oosterscheldekering en de Brouwersdam. Hier zijn in de afgelopen tien jaar ook initiatieven voor geweest die bij toenemende maatschappelijke druk ten aanzien van duurzame elektriciteit nu of in de nabije toekomst wel haalbaar kunnen zijn (zij het met wat aanpassingen). Voor de Oosterscheldekering wordt verwezen naar een initiatief van een consortium onder leiding van Royal HaskoningDHV en SIMEC Atlantis om hier met behulp van grote offshore turbines elektriciteit op te wekken. Met 20 turbines met 14 m rotorbladen in één sluitgat zou dit orde 25.000 MWh / jaar opleveren. Dit is omgerekend 0,1 PJ. Name plate capacity is toegenomen (aannee 25 procent) en indien vervolgens twee turbines per opening in één sluitgat geplaatst worden lijkt orde 0,25 PJ bij de Oosterscheldekering mogelijk. Voor de Brouwersdam geldt dat energiematschappij Delta in dezelfde periode heeft gekeken naar grootschalige opwekking zonder beperking van getijslag op het binnenwater dan is 145.000 MWh/jaar tot 392.000 MWh/jaar mogelijk [1], ofwel 0,5 PJ tot 1,4 PJ. Indien met beperkingen rekening gehouden wordt dan wordt orde helft als realistisch beschouwd, ofwel 0,25 PJ tot 0,7 PJ. De Tocardo is niet beschouwd voor zowel de turbines in de Oosterscheldekering als bij Den Oever in het uitlaatwerk. CE Delft suggereert een range van 0,3 PJ tot 1,2 PJ wat dan een onderschatting lijkt gegeven dat de maatschappelijke druk toeneemt en elektriciteitscentrales in elk geval voor de Oosterscheldekering betrekkelijk makkelijk en met weinig impact te realiseren zijn en deze technieken de voorkeur zullen hebben boven 1 tot en met 3 (zie hiervoor).

Een opbrengst van 0,5 PJ tot 1,0 PJ lijkt realistisch voor getijdenenergie, hangende nader onderzoek.

¹Mooyaart (2008), "GETIJCENTRALE IN DE BROUWERSDAM – VERKENNENDE STUDIE".

Elektriciteit uit water | Waterkracht

Waterkracht is vanwege beperkt verval moeilijk realiseerbaar. Potentie voor grootschalige waterkracht zit vooral op de rivier de Maas bij stuwen en sluizen. Bij behoud van het huidige waterbeheersstelsel is de potentie beperkt en zal vooral bij de stuwen door middel van vijzels elektriciteit kunnen worden opgewekt: 0,5 MW tot 1,0 MW per installatie en ordegrootte opbrengsten van 3.000 MWh/jaar tot 6.000 MWh/jaar, wat overeen komt met 0,01 PJ tot 0,02 PJ. Er zijn nog vijf stuwen waar geen WKC is gerealiseerd. Dus is uit nieuwe waterkrachtcentrales 0,05 PJ tot 0,10 PJ extra te behalen valt, mits voldaan wordt aan stringente eisen met betrekking tot vissterfte. Lith, Linne en Grave zijn samen goed voor respectievelijk 0,13 PJ, 0,16 PJ en 0,01 PJ. De ondergrens is daarmee $0,3 \text{ PJ} + 0,1 \text{ PJ} = 0,4 \text{ PJ}$. Borgharen heeft meer opbrengst.

Mogelijk biedt de vervangingsopgave van de stuwen op de Maas mogelijkheden voor de bovengrens. Naar verwachting blijven de stuwen en het beheer van waterpeilen gehandhaafd, mogelijk wordt niet alleen met stuwen gestuurd, maar ook met waterkracht-centrales. Daardoor kan méér elektriciteit worden opgewekt. Beperking vissterfte blijft echter een eis waaraan moet worden voldaan.

In de bovengrens voor waterkracht wordt ervan uit gegaan dat de betere business case ruimte biedt voor visbeschermende maatregelen. Op basis van [] is de potentie voor waterkracht bij Born, Borgharen en Maasbracht (49.300 MWh/jaar), Heel (48.000 MWh/jaar), Sambeek (22.800 MWh/jaar), Grave (22.800 MWh/jaar), Lith (37.000 MWh/jaar). In totaal is dit 179.900 MWh/jaar ofwel $0,65 \text{ PJ} + \text{Linne } 0,16 \text{ PJ}$. Er van uitgaande dat 50 procent gerealiseerd kan worden omdat rekening gehouden moet worden met de functie van operationeel waterbeheer dan is een de realistische waarde orde 0,48 PJ. De bovengrens is 0,83 PJ op basis van [3].

Elektriciteit uit water | Waterkracht

Micro-hydropower is niet beschouwd. In principe is in veel watergangenstelsels bij de micro-waterkracht mogelijk met opbrengsten in de orde van enkele huishoudens aan elektriciteitsverbruik. Dit zijn veelal off-grid oplossingen die hier verder niet mee beoordeeld zijn. In het geval van gemiddeld 5 huishoudens aan elektriciteitsverbruik levert één micro-waterkrachtcentrale 18 MWh/jaar. Als hiervan 100 gerealiseerd kunnen worden is de bijdrage ervan 0,006 PJ wat verwaarloosbaar is.

Een opbrengst van 0,4 PJ tot 0,8 PJ lijkt realistisch voor waterkrachtcentrales, hangende nader onderzoek.

Thermische zonne-energie

Groepen

De volgende onderverdeling is toegepast:

- **Collectieve thermische zonne-energiesystemen als onderdeel van stadsverwarming**
- **Thermische zonne-energie op gebouwen, individuele systemen**

Literatuurbronnen

- College van Rijksadviseurs (2019). Via Parijs, gaat uit van 0 PJ zonthermisch
- CE Delft(2017), Net voor de toekomst, scenario 'Regie Nationaal' gaat uit van 3 PJ zonthermisch collectief
- CE Delft(2017), Net voor de toekomst, scenario 'Regie Regionaal ' gaat uit van 1 PJ zonthermisch collectief
- Berenschot. Het 'warmtescenario': Beelden van een op warmte gerichte energievoorziening in 2030 en 2050 (2018). Schat het potentieel voor Zonthermisch in 2050 maximaal op 107 PJ (voornamelijk individueel als PVT systemen. In een uitwerking gaan ze ervan uit dat 94 PJ hiervan daadwerkelijk benut kan worden.
- PBL, 2018, NEV gaat uit van 2,6 PJ zonthermie in 2030.

Thermische zonne-energie

Kanttelingen & opmerkingen

Thermische zonne-energie (zonthermie) is gekoppeld aan de behoefte van warm tapwater en warmte in de zomer. Het is technisch mogelijk deze warmte ook ondergronds op te slaan in seizoensopslag. Wanneer er geen seizoensopslag wordt toegepast, kan ook geen zonthermische koeling worden benut. Een andere reden waarom thermische zonne-energie een grote rol kan gaan spelen, is dat het een bijdrage kan leveren aan het beperken van de congestieproblematiek op het elektriciteitsnet. Zonthermie wordt altijd gecombineerd met andere warmtebronnen en/of (seizoens)opslag. Dit maakt dat bijdrage moeilijk kwantificeerbaar is.

Thermische zonne-energie

Thermische zonne-energie	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Collectieve thermische zonne-energiesystemen	2	6	12	Warmteverbruik GO 306 PJ (2018), op termijn wordt ~40% SV. Hiervan 10% met zonthermie dat is 15 PJ vooral warm tapwater, hier nauwelijks besparingseffect	Expert judgement RHDHV
Thermische zonne-energie (gebouwgebonden)	3	9	18	Warmteverbruik GO 306 PJ (2018), op termijn wordt ~60% individueel. Hiervan inzet 10% met zonthermie, veelal in combinatie met PVT.	Expert judgement RHDHV
Zonthermie bedrijven en utiliteit, individuele systemen (gebouwgebonden)	3	5	10	Toepassing beperkt en aanvullend, vooral daar waar warm tapwaterbehoefte is.	Eigen inschatting

Geothermie

Groepen

De volgende onderverdeling is toegepast:

- **Conventionele geothermie**
- **Ultradiepe geothermie**
- *Ondiepe geothermie wordt niet meegenomen, omdat dat een laagtemperatuurbron is (lage exergie).*

Literatuurbronnen

- EBN (2018) - Masterplan Aardwarmte. EBN gaat uit van 200+ PJ totaal, waarvan 175 PJ conventioneel en 25+ PJ ultradiep. Dit is de ambitie; de technische potentie is 1000+ PJ.
 - Conventioneel voor glastuinbouw: ~40 PJ (~120 projecten)
 - Conventioneel voor gebouwde omgeving: ~135 PJ (~450 projecten)
 - Ultradiep voor lichte industrie: ~25 PJ (~25 projecten)
- Berenschot (2018) – Warmtescenario. Berenschot schetst beelden van een op warmte gerichte energievoorziening in 2030 en 2050. Het potentieel voor geothermie dat daadwerkelijk benut wordt, wordt in dit document geschat op een totaal van 127 PJ (60% van de 210 PJ van EBN 2018). Dat komt met name door een door hun verwachte energiebesparing in de gebouwde omgeving.
- PBL (2017) - Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland. Het PBL gaat uit van 85-1000 PJ totaal.
- PBL (2019) - VESTA-MAIS en WLO-scenario's. In deze modellen gaat men uit van 15-84 PJ totaal.
- CE Delft (2017) - Net voor de toekomst. In het scenario 'Regie Nationaal' wordt uitgegaan van 9 PJ totaal.
- CE Delft (2017) - Net voor de toekomst. In het scenario 'Regie Regionaal' wordt uitgegaan van 67 PJ totaal.

Geothermie

Geothermie	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Conventionele geothermie	50	100	175	Benutte potentie geothermie hangt met name af van toepasbaarheid in gebouwde omgeving. Daarnaast kan regionaal de technische potentie beperkend zijn. Een realistische aanname lijkt dat geothermie 50% van de warmtenetten zal voeden, waarbij warmtenetten zelf 40% (marge 30-50%) van de gebouwde omgeving verwarmen. Daarnaast wordt grootste deel glastuinbouw door geothermie verwarmd. $De = 0,2 * \sim 300 \text{ PJ} + 40 \text{ PJ} = 100 \text{ PJ}$ Als maximale potentie is de ambitie van EBN genomen: 175 PJ. Als minimum wordt gehanteerd: alleen deel gebouwde omgeving Zuid-Holland + glastuinbouw heel Nederland. Gebaseerd op huidig bekende potentie geothermie = 50 PJ (marge 15-85 PJ) (VESTA-MAIS)	EBN (2018), Masterplan Aardwarmte
Ultradiepe geothermie	0	0-10	25	UDG wordt kritisch beoordeeld door zeer onzekere en hoge kosten, en grote onzekerheid over potentie ondergrond. De ambitie van 25 PJ lijkt de bovengrens. De realistische waarde wordt bepaald door pilotprojecten, als deze er komen.	EBN (2018), Masterplan Aardwarmte.

Restwarmte

Groepen

De volgende onderverdeling is toegepast:

- **Restwarmte (middelhoge temperatuur (MT) & hoge temperatuur (HT))**
- *Lage temperatuur-restwarmte wordt niet meegenomen, omdat dat een lagetemperatuurbron is (lage exergie).*

Literatuurbronnen

- IPO Nationale Routekaart Restwarmte Een quickscan van de mogelijkheden (2011) gaat uit van maximaal 57 PJ nuttige inzet van restwarmte voor woningen (exclusief utiliteitsbouw en industrie)
- ECN, Dutch industrial waste heat in district heating: Waste of effort? (2012), verwacht van 25- 45 PJ restwarmte nuttig ingezet kan worden.
- Berenschot. Het 'warmtescenario': Beelden van een op warmte gerichte energievoorziening in 2030 en 2050 (2018). Schat het potentieel voor restwarmte 50 PJ voor GO + 50 PJ voor de industrie.
- NVDE (2019). Warmtebronnen in Regionale Energie Strategie (RES) benoemd dat de potentie voor restwarmte uiteenloopt van 57 – 100 PJ.
- “Vraag en aanbod duurzame warmte en duurzame gassen” Gebouwde omgeving, werkgroep 9 (2018). Gaat uit van 50 PJ inzetbare restwarmte (HT) voor alleen de gebouwde omgeving (excl. industrie).
- College van Rijksadviseurs (2019). Via Parijs, gaat uit van 55 PJ totaal
- CE Delft (2017). Net voor de Toekomst. scenario ‘Regie Nationaal’ gaat uit van 9 PJ totaal
- CE Delft (2017). Net voor de Toekomst. scenario ‘Regie Regionaal ’ 31 PJ totaal

Restwarmte

Restwarmte	Minimaal (PJ)	Realistisch (PJ)	Maximaal (PJ)	Toelichting	Referenties
Restwarmte (MT & HT)	25	50	100	De meeste studies gaan uit van een maximaal benutbaar restwarmteaanbod van ~100 PJ. Inzet is voor zowel gebouwde omgeving en voor de industrie. Typische verdeling is 50/50. Uitgangspunt van het realistische scenario is dat hiervan circa 50% benut zal worden.	<i>Expert Judgement RHDHV IPO, 2011 ECN, 2012 Berenschot, 2018 NVDE, 2019 College van Rijksadviseurs (2019) CE Delft (2017)</i>