



Planbureau voor de Leefomgeving

KORTE MODELBESCHRIJVING RESOLVE-E

Notitie

PBL

10 oktober 2019

PBL

Colofon

Korte modelbeschrijving RESolve-E

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2019

PBL-publicatienummer: 3837

Contact

Bert.Daniels@pbl.nl, hans.elzenqa@pbl.nl

Auteurs

Joost van Stralen (ENC part of TNO) en Marc Marsidi (PBL)

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Joost van Stralen en Marc Marsidi (2019), Korte modelbeschrijving RESolve-E, Den Haag: PBL

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

1	Korte modelbeschrijving	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Wat zit er in?	4
1.3	Werking	7
1.4	Wat komt er uit?	10
1.5	Belangrijkste invoergegevens	10
1.6	Beperkingen en verdere ontwikkeling	10
2	Referenties	12

1 Korte modelbeschrijving

1.1 Inleiding

RESolve-E is een simulatiemodel: het simuleert voor toekomstige jaren het te verwachten investeringsgedrag van producenten van hernieuwbare energie onder invloed van beleid en energieprijzen. Het rekt per jaar de verwachte toepassing van hernieuwbare energieproductietechnieken in - naar keuze - Europa¹ en Nederland uit. RESolve-E is een zogenoemd jaargangenmodel. Dat betekent dat in de simulaties rekening wordt gehouden met het tempo waarin capaciteit kan worden gerealiseerd en tevens met de eindige levensduur van installaties.

Met behulp van RESolve-E is het mogelijk om voor Nederland een kwantitatieve inschatting te maken van de hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en groen gas voor toekomstige jaren. Voor alle andere landen in de EU28 is het alleen mogelijk om een kwantitatieve inschatting te maken voor de hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare elektriciteit. Het model bouwt voort op een model voor simulatie van hernieuwbare elektriciteit in de EU15 (Daniëls & Uytterlinde, 2005).

Het RESolve-E model wordt binnen de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) gebruikt om de Nederlandse energieproductie uit hernieuwbare bronnen in de toekomst te kwantificeren (ECN/PBL/CBS, 2015, 2015, 2016, 2017). Het model kan gebruikt worden om het effect van beleid op de investeringen in hernieuwbare energieproductietechnieken te analyseren. Stimuleringsbeleid is dus een essentiële invoer voor het model.

Deze korte beschrijving focust op de toepassing voor Nederland, en laat de toepassing voor de rest van Europa grotendeels buiten beschouwing. De beschrijving beperkt zich tot een globale beschrijving van de belangrijkste elementen uit het model.

1.2 Wat zit er in?

Technieken

RESolve-E bevat alle hernieuwbare energieproductietechnieken die in Nederland onder de Stimulering Duurzame Energie (Plus) (SDE+, vanaf 2020 SDE++) vallen. Daarnaast maken houtketels die groter zijn dan 50 kW en die gesubsidieerd worden middels de Investerings-subsidie duurzame energie (ISDE) ook onderdeel uit van de modelberekeningen. De technieken zijn in het model onderverdeeld in zogenaamde 'techniek-banden' om ze specifiek te maken voor verschillende omstandigheden en toepassingen, met bijbehorende specifieke kosten. Zo is geothermie bijvoorbeeld verdeeld in drie techniek-banden:

- Geothermische warmte in de industrie, diepte ≥ 500 m;

¹ Het model is binnen de Europe context voor het laatst in 2016 gebruikt en geactualiseerd. Het model is dus voor andere landen dan Nederland niet meer up to date.

- Geothermische warmte in de landbouw, diepte ≥ 500 m;
- Geothermische warmte voor stadsverwarming, diepte ≥ 500 m;

De belangrijkste bron voor de huidige stand van zaken van techno-economische parameters zijn de SDE+ eindadviezen (Lensink *et al.*, 2017; Lensink, 2019). Inschatting van toekomstige techno-economische parameters zijn doorgaans gebaseerd op een deskundigenoordeel.

Beleid

RESolve-E wordt meestal gebruikt binnen de context van de KEV – tot 2017 NEV -, en ontleent daaraan ook allerlei invoergegevens voor beleid en prijzen. De KEV maakt gebruik van één referentiescenario met exogene veronderstellingen over bijvoorbeeld economie, demografie, brandstof- en CO₂-prijzen, en dat uitgaat van bepaalde aannames op gebied van technologische ontwikkelingen. Het referentiescenario wordt doorgerekend voor twee beleidsvarianten:

- Vastgesteld beleid, met maatregelen en afspraken die per 1 mei van het lopende jaar bindend zijn vastgelegd;
- Voorgenomen beleid, met naast het vastgestelde beleid ook voorgenomen maatregelen en afspraken op basis van de stand van zaken per 1 mei van het lopende jaar.

Het belangrijkste beleid voor RESolve-E is de SDE+. De SDE+ is het belangrijkste instrument van de Nederlandse overheid om de hernieuwbare energiedoelstelling in 2020 en 2023 te halen. De SDE+ vergoedt de onrendabele top van projecten. De elementen uit de SDE+ die worden meegenomen staan in Tabel 1 en Figuur 1.

Tabel 1: Elementen uit de SDE+ die gebruikt worden in RESolve-E

Element uit de SDE+	Betekenis
Basisbedrag	De kostprijs van een hernieuwbaar energieproject op grond waarvan subsidie wordt toegekend. Dit is binnen de SDE+ gemaximeerd.
Correctiebedrag	De marktwaarde van de geproduceerde energie.
Onrendabele top (subsidie)	Het verschil tussen de kostprijs en de marktwaarde van de geproduceerde energie. Als de kostprijs hoger ligt dan de marktwaarde, is dit verschil de subsidie per kWh geproduceerde energie die een project ontvangt.
Basisenergieprijs	De bodemwaarde voor de correctiebedragen. Als de marktwaarde van energie lager is dan de basisprijs, blijft de onrendabele top het verschil tussen basisbedrag en basisenergieprijs.
Totale jaarlijkse verplichtingenbudget (openstellingsuimte)	De SDE+ maakt per jaar gebruik van één budgetplafond voor alle aanvragers. Dit verplichtingenbudget wordt voorafgaand aan de opening van de SDE+ vastgelegd. Zo is er bijvoorbeeld voor de SDE+ in 2019 een budget van 10 miljard euro vastgesteld. Dit houdt in dat alle projecten die een SDE+ beschikking ontvangen, gezamenlijk

	ten hoogste 10 miljard euro aan subsidie ontvangen gedurende de looptijden van de projecten. Het verplichtingenbudget gaat uit van de maximale subsidie (verschil tussen basisbedrag en basisenergieprijs).
Gefaseerde openstelling	De SDE+ wordt in fases opengesteld. In bijvoorbeeld de SDE+ 2019 kunnen in de eerste fase alleen projecten indienen met een basisbedrag van maximaal 9 €ct/kWh. In de tweede fase wordt de SDE+ opengesteld voor duurdere projecten, tot een maximum van 11 €ct/kWh. In de derde en laatste fase kunnen projecten indienen tot en met 13 €ct/kWh. In het model spelen fases een rol bij een beperkend budget. Bij een beperkend budget wordt de penetratie van technieken naar beneden geschaald, beginnend bij technieken uit de laatste fase, totdat er geen budgetoverschrijding meer is.
Kasuitgaven	De werkelijke subsidieuitgaven aan projecten die onder SDE+ energie produceren. De kasuitgaven kunnen van jaar op jaar variëren door variatie in energieproductie en de marktwaarde van energie.
Maximale kasuitgaven	In projecties van hernieuwbare energie wordt er gewerkt met maximale kasuitgaven. De maximale kasuitgaven zijn de subsidieuitgaven voor alle SDE+-projecten gezamenlijk. Dit betreft niet alleen SDE+ uitgaven voor projecten uit één specifiek openstellingsjaar, maar van alle jaren dat de SDE+ open is gesteld. In de modellering wordt hier rekening mee gehouden door de openstellingsruimtes voor toekomstige jaren dusdanig aan te passen dat de kasuitgaven niet meer dan 1% afwijken van de maximale kasuitgaven.

Een schematische werking van de SDE+ en de relatie tussen een aantal elementen uit de SDE+ is weergegeven in Figuur 1. Te zien is dat het subsidiebedrag gelijk is aan het basisbedrag (een maat voor de productiekosten per eenheid opgewekte energie) minus het correctiebedrag (een maat voor de marktwaarde van de opgewekte energie). Het subsidiebedrag is echter nooit hoger dan het basisbedrag minus de basisenergieprijs; dat is het risico voor de producent (te zien in de jaren 7, 8 en 10, waar het correctiebedrag onder de basisenergieprijs is gezakt). In de jaren 13, 14 en 15 wordt geen subsidie uitgekeerd, omdat de elektriciteitsprijs hoger is dan het basisbedrag.

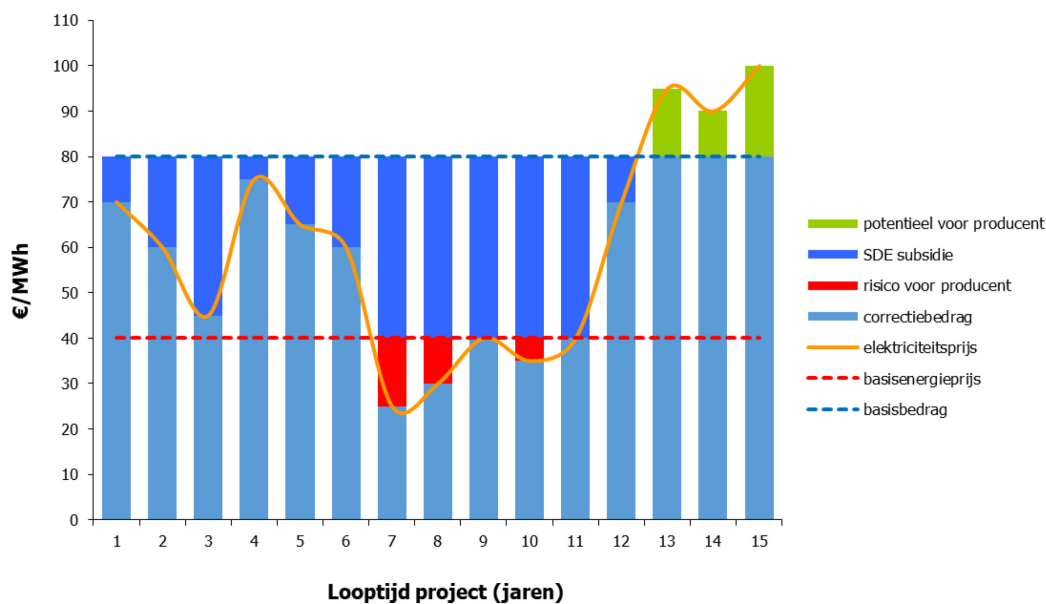


Figure 1: Schematische werking van de SDE+

Energie- en CO₂-prijzen

De verwachte prijsontwikkelingen omvatten: aardgas, elektriciteit, biomassa, kolen en CO₂. Met uitzondering van die van biomassa worden de prijzen ingelezen uit de database van het NEV-RekenSysteem (NEV-RS). Waar ze van toepassing zijn houdt RESolve-E rekening met belastingen en heffingen op deze prijzen. Deze belastingen en heffingen komen eveneens uit de NEV-RS database.

Bron voor de aardgas- en kolenprijzen is altijd de meest recente KEV; elektriciteitsprijzen worden berekend door het COMPETES-model. Voor huidige biomassaprijzen vormen de SDE+ eindadviezen (Lensink et al., 2017; Lensink, 2019) een belangrijke. De toekomstprojecties van biomassaprijzen komen uit de KEV.

1.3 Werking

Algemeen

RESolve-E is een simulatiemodel waarbij voor elk opeenvolgend jaar wordt uitgerekend wat er aan hernieuwbare productie in bedrijf is. Om uit te rekenen wat er in jaar n aan productiecapaciteit in bedrijf is, houdt het model bij wat er in jaar $n-1$ aan productiecapaciteit is gerealiseerd, wat er in jaar n uit productie gaat en berekent het welke nieuwe productiecapaciteit er bij kan komen. Het model maakt hiervoor gebruik van een zogenaamde jaargangenbenadering. Naast zichtjaren (een toekomstig jaar waarvoor een berekening wordt gemaakt) gebruikt het model daarom ook constructiejaren (waarin de productiecapaciteit is opgeleverd). Het model levert resultaten voor de periode 2002 tot en met 2050.

Het model verwerkt informatie over steun vanuit beleid (bijvoorbeeld subsidie) voor niet-rendabele technieken. In het geval van hernieuwbare energie in Nederland is de SDE+ momenteel het belangrijkste instrument (vanaf 2020 SDE++).

RESolve-E benadert vraag naar en aanbod van hernieuwbare energie als een markt. Het model ziet beleid gericht op hernieuwbare energie hierbij als een vraag naar (een specifieke

soort) hernieuwbare energie met een bepaalde vraagprijs (in SDE+-termen de onrendabele topsubsidie). De vraagprijs wordt hierbij bepaald door het (maximale) subsidieniveau. De verschillende aanbieders van hernieuwbare energie concurreren met elkaar om de door het beleid geboden vergoeding. Een aanbieder zal daarbij streven naar een zo hoog mogelijke vergoeding terwijl het beleid zal streven naar een zo laag mogelijke vergoeding (zo veel mogelijk hernieuwbaar voor zo min mogelijk geld). In Nederland heeft dat laatste geleid tot het systeem in de SDE+ waarin elke techniek voor een specifieke maximale vergoeding per eenheid productie in aanmerking komt. RESolve-E behandelt in dit geval elke SDE+-categorie als een aparte deelmarkt, met een eigen vraag en aanbod². Het model bepaalt op grond van de te verwachten vergoeding per eenheid productie de investeringen in nieuwe capaciteit.

RESolve-E wordt gekalibreerd op een zo lang mogelijke reeks van historische gegevens. Het startpunt hiervan is 2001, het eerste jaar waarvoor complete historische gegevens beschikbaar zijn. De statistische productiecijfers (Eurostat) voor hernieuwbare energie in alle EU28 lidstaten voor het jaar 2001 zijn exogeen in het model gezet. Deze gegevens vormen uiteindelijk een startpunt voor de projectie. Om te bepalen wanneer capaciteit weer uit productie wordt gehaald, is het nodig om te weten wat het constructiejaar van deze capaciteit is. Van de capaciteit van voor 2001 is dat niet precies bekend. Daarom wordt er voor de capaciteitsdata in 2001 een grove verdeling van constructiejaren gesimuleerd: bepaalde capaciteit komt uit 1978, uit 1985, enz. Hiervoor is een zogenaamde 'history generator' gebruikt, die gebaseerd is op onderzoek door ECN naar de constructiejaren van de opgestelde capaciteit in 2001 (Uyterlinde 2003).

Vanaf 2002 wordt de productie uitgerekend volgens het principe van vraag en aanbod. De ingroei van technieken kan plaatsvinden wanneer er een match is tussen vraag en aanbod. Hiervoor zijn een aantal randvoorwaarden van belang:

- De vergoeding die de techniek krijgt moet minstens gelijk zijn aan de onrendabele top. Met andere woorden: de subsidie (of in andere landen andere ondersteuning) moet voldoende zijn om de productiekosten minus de referentieprijs³ te vergoeden.
- Als er voor een bepaalde techniek meerdere beleidssegmenten (SDE+ categorieën) zijn waar hij onder kan vallen, dan kiest het model voor die techniek het meest aantrekkelijke beleidssegment.

Groeisnelheid

De jaarlijkse mogelijke uitbreiding van een techniek is niet ongelimiteerd, maar is begrensd door potentiëlen. Het model maakt onderscheid naar de volgende typen potentiëlen:

- **Realistisch potentieel:** wat is er maximaal mogelijk *en* acceptabel in 2040/2050. Bij biomassa geldt bijvoorbeeld dat het duurzaam moet zijn, bij wind en zon dat er ruimte moet zijn, windmolens mogen niet te dicht bij bebouwing staan, bij geothermie speelt ook nabijheid van afnemers een rol, etc.
- **Dynamisch realistisch potentieel:** het realistisch potentieel gecorrigeerd voor de stand der techniek: voor jaar n gecorrigeerd voor technische parameters voor jaar n . Bijv. het beschikbare oppervlakte voor wind op land blijft hetzelfde, maar de technisch haalbare vollasturen zijn jaarspecifiek.
- **Nog beschikbaar dynamisch realistisch potentieel:** Dynamisch realistisch potentieel gecorrigeerd voor het potentieel dat al in gebruik is.

² Het model houdt er dus rekening mee als een bepaald type hernieuwbare energie alleen in aanmerking komt voor een bepaald soort beleid, of - bijvoorbeeld in de SDE+ - voor een bepaald maximaal vergoedingsniveau. In andere landen gelden vaak andere, soms meer generieke beleidsinstrumenten, zoals een afnameverplichting met een bijbehorende evenwichtsprijs. Ook die vertaalt het model in een vraagprijs.

³ Vergoeding voor energie volgens marktprijs of vermeden kosten bij eigen gebruik

- **Jaarlijks realiseerbaar potentieel:** wat kan er, voor een bepaald jaar, nieuw in de vraag-aanbod curve komen. Hierbij spelen beperkingen in de groeisnelheid een rol.

Het *jaarlijks realiseerbaar potentieel* is het potentieel dat in het vraag-aanbod algoritme wordt gebruikt. Het is de maximale hoeveelheid die er in jaar n nieuw kan worden bijgebouwd. Deze nieuwbouw kan het model alleen daadwerkelijk realiseren als de vergoedingen vanuit de SDE+ voldoende zijn en voor zover er SDE+-budget beschikbaar is.

Om het jaarlijks realiseerbaar potentieel te bepalen wordt gebruik gemaakt van het nog beschikbare dynamisch realistische potentieel en van twee hoofdmechanismes die de snelheid van de ingroei bepalen:

1. Pijplijn en slagingskans: Het model bepaalt – zowel voor de korte als de lange termijn - wat in de 'pijplijn' zit⁴ en bepaalt hoeveel van dit potentieel succesvol kan worden gerealiseerd. Dit wordt gedaan door een percentage te nemen van het resterende beschikbare dynamisch realistische potentieel. Dit percentage hangt mede af van de gemiddelde inkomsten die technieken in de voorbije jaren hebben gekregen, en het reflecteert dat ook investeerders daar niet allemaal op dezelfde manier op reageren. Dit percentage is een belangrijke kalibratieparameter: de instelling van deze parameter hangt mede af van de ijking van het model op de historische groei.
2. Volwassenheid van de keten: Hierbij is de gehele keten van belang: de productiecapaciteit voor bijvoorbeeld windturbines, omvang van de installatiesector, aantal jaren dat een techniek wordt gebruikt, enz. De volwassenheid en de aard van de techniek bepaalt de maximale groei van een techniek. Hierbij houdt het model ook rekening met ontwikkelingen elders in Europa: als in Nederland nog nauwelijks gebruik wordt gemaakt van een bepaalde techniek maar deze in andere landen in Europa al groot-schalig wordt ingezet, kan hij in Nederland daardoor ook relatief snel groeien. Bij dit mechanisme geldt: hoe meer er al staat, des te sneller kan het groeien. Dit mechanisme laat dan ook een exponentieel gedrag zien.

De twee mechanismes zorgen er voor dat model geen binair, abrupt gedrag vertoont als dat ook in werkelijkheid niet te verwachten is. Het model kijkt welke van de twee mechanismes snelheidsbeperkend is. Vaak is de volwassenheid van de keten in de eerste jaren dat een techniek op de markt is de snelheidsbepalende factor, maar worden het potentieel dat in de pijplijn zit en de slagingskans de beperkende factoren als een techniek eenmaal wat grootschaliger wordt ingezet. Omdat over het algemeen bij een volwassen techniek een steeds kleiner deel van het potentieel beschikbaar blijft, neemt de groeisnelheid op een gegeven moment weer af. Uitgedrukt over een reeks jaren vertaalt dat zich in een groeicurve die de vorm van een 'S' heeft (een S-curve).

Soms kan een techniek wel abrupt met grote hoeveelheden tegelijk in productie gaan. Een voorbeeld hiervan is meestook van biomassa in elektriciteitscentrales. De ingroei van biomassameestook heeft geen geleidelijk oplopend karakter, maar verloopt meer sprongsgewijs. Daarom is er nog een derde mogelijkheid om de groei van technieken te maximaliseren. De gebruiker kan een bepaalde maximale groei voor een bepaald jaar ook handmatig invoeren, omdat abrupte ingroei verder moeilijk te modelleren is. Zo zal er door de tijdelijke openstelling van biomassameestook die gekoppeld is met een plafond zoals vastgelegd in het Energieakkoord, een tijdelijke abrupte ingroei van biomassameestook zijn. Dit is veel accurater handmatig in de projectie te krijgen dan via de twee mechanismes die boven zijn beschreven, omdat die twee mechanismes bij meestook geen rol van betekenis spelen.

⁴ Bijvoorbeeld verkenningen voor nieuwe projecten en projecten in voorbereiding.

1.4 Wat komt er uit?

De belangrijkste output die resulteert uit de match tussen vraag en aanbod is de additionele nettoproductie (in GWh output). Daarnaast zijn er allerlei bijproducten en tussenresultaten die het model genereert om tot die output te komen: bij een techniek-band-combinatie horen immers allerlei techno-economische data, er is beleid, en er worden prijzen gebruikt voor de marktprijs van de opgewekte energie. Combinatie van de netto energieproductie met inputparameters geeft de volgende output:

- Totale productie per energiedrager;
- Totale capaciteit;
- Bruto eindverbruik hernieuwbare energie⁵;
- Benodigde biomassa input, per type biomassa;
- Totale uitgaven aan investeringen;
- Totale uitgaven aan O&M;
- Totale uitgaven aan biomassa;
- Hoeveelheid additionele input (bijv. elektriciteit);
- Totale SDE+-budget beslag;
- Totale subsidie uitgaven aan MEP, SDE en SDE+ (kasuitgaven).

1.5 Belangrijkste invoergegevens

De volgende parameters hebben de meeste invloed op de uitkomsten van het model:

- De potentiëlen van de technieken;
- Parameters die de onrendabele top van een techniek bepalen;
- Parameters die de groeisnelheid bepalen;
- Beleid dat de onrendabele top dekt, en de mate waarin beleid dat doet;
- Openstellingsruimte van de SDE+ (jaarlijks budget);
- Maximale kasuitgaven aan de SDE+.

1.6 Beperkingen en verdere ontwikkeling

Zoals alle modellen heeft ook RESolve-E beperkingen. Zo is er logischerwijs een beperkte verfijning in de opsplitsing van technieken in techniek-banden, in het aantal typen biomassa en in geografisch detail⁶. Beperkingen zijn er ook in de manier waarop de variatie binnen een bepaalde categorie wordt gerepresenteerd: per type biomassa is er één prijs, per techniek-band is er één financieel rendement en één referentieprij van het energieproduct. De ingroeibeperking houdt overigens wel rekening met de variatie binnen een categorie, bijvoorbeeld bij het gedrag van investeerders.

Het model is verder aanbodgedreven, en gaat er standaard vanuit dat er voor de hernieuwbare productie die uit het model komt altijd een vraag is. Als dat niet het geval is moet de gebruiker van het model daar rekening mee houden. De onzekerheidsbandbreedte die in de KEV vastgesteld wordt houdt overigens wel rekening met de beperkingen die het model heeft en de onzekerheid in de resultaten die daaruit voorkomt.

⁵ Dit is ook waar de Europese doelstelling voor het percentage hernieuwbaar betrekking op heeft. Hiervoor geldt een specifieke definitie die door Europa is vastgesteld (RED, 2009).

⁶ Het model onderscheidt bijvoorbeeld subcategorieën voor wind op land op basis van de gemiddelde, gebiedsafhankelijke windsnelheid.

Naast de reguliere jaarlijkse updates, zoals het doorvoeren van nieuwe SDE+ techno-economische parameters, SDE+ basisbedragen, statistieken, enzovoort, wordt er in 2019 en de jaren daarna gewerkt aan:

- Het modelleren van de verdeling van toepassing van biomassaketels en van hernieuwbare warmte over sectoren. Nu gebeurt dat gedeeltelijk handmatig.
- Verwerking van de verbreding van de SDE+ tot de SDE++. Daarin zullen niet alleen hernieuwbare technieken maar ook andere CO₂-reducerende technieken worden gesubsidieerd. Daarbij zal de rangorde van technieken voor het beleid niet meer gebaseerd zijn op de kostenefficiëntie van de productie van hernieuwbare energie, maar op die van het vermijden van CO₂ (EZK, 2018).

2 Referenties

Daniëls, B.W. & M.A. Uyterlinde (2005), **ADMIRE-REBUS: modeling the European market for renewable electricity**, Energy 30: 2596-2616, doi:10.1016/j.energy.2004.07.013. Internet: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544204003093>.

ECN/PBL/CBS (2014), **Nationale Energieverkenning 2014**, Projectcoördinatie Michiel Hekkenberg en Martijn Verdonk. Internet: http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2014-nationale-energieverkenning-2014_01364.pdf

ECN/PBL/CBS (2015), **Nationale Energieverkenning 2015**, Projectcoördinatie Koen Schoots en Pieter Hammingh. Internet: http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2015-nationale-energieverkenning-2015_01712.pdf

ECN/PBL/CBS (2016), **Nationale Energieverkenning 2016**, Projectcoördinatie Koen Schoots, Michiel Hekkenberg en Pieter Hammingh. Internet: http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-nationale-energieverkenning-2016_2070.PDF

ECN/PBL/CBS (2017), **Nationale Energieverkenning 2017**, Projectcoördinatie: Koen Schoots; Michiel Hekkenberg; Pieter Hammingh. Internet: http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-nationale-energieverkenning-2017_2625.PDF

EZK (2018), **Kamerbrief Verbreding van de SDE+**, 16 november 2018. Kenmerk: 18268728. Internet: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2018/11/26/kamerbrief-over-verbreding-van-de-sde>

Lensink, S.M., Cleijne, J.W, Beurskens, L.W.M., Uslu, A., Cremers, M., Lemmens, J., Mast, E., Schulze, P., Mijnlief, H. (2017) **Eindadvies basisbedragen SDE+ 2018**, ECN-E--17-048. Internet: <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--17-048>.

Lensink, S. (2019), **Eindadvies basisbedragen SDE+ 2019**, PBL-3342, PBL: Den Haag. Internet: <https://www.pbl.nl/publicaties/eindadvies-basisbedragen-sde-2019>.

RED (2009), **European Parliament and the Council. Directive 2009/29/EC: On the promotion of the use of energy from renewable sources**. Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>.

Uyterlinde, M.A., et al. (2003) **Renewable Electricity Market Developments in the European Union**, ECN-C--003-082. Internet: <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-C--03-082>