



GEBIEDSSTRATEGIE DUURZAME ENERGIEOPGAVE

Provincie Noord-Brabant

September 2016

Rapportage

Inhoud

0	AANLEIDING EN LEESWIJZER	2
1	INTRODUCTIE: DE REGIONALE OPGAVE	3
2	KEUZES, DEFINITIES EN UITGANGSPUNTEN	5
3	VERBRUIK, VERWACHTE VRAAG EN BESPARING	7
3.1	Huidig energieverbruik Noord-Brabant in 2014	7
3.2	Energievraag Noord-Brabant in 2050	8
3.3	Energiegebruik na besparing 2050	9
3.4	Resterende energievrage per sector.	15
4	SCENARIO'S POTENTIE HERNIEUWBARE ENERGIE	16
4.1	Wind	16
4.2	Zon	20
4.3	Geothermie	24
4.4	Biomassa	26
5	ONDERBOUWING POTENTIE HERNIEUWBARE ENERGIE	28
5.1	Wind	28
5.2	Zon	32
5.3	Geothermie	36
5.4	Biomassa	40
6	CONCLUSIES	43

O AANLEIDING EN LEESWIJZER

De impact van een duurzame energieopwekking, transport en opslag op de ruimte in Brabant zal groot zijn. Inzet is om bestuur en politiek inzicht te geven in de impact van een duurzame energievoorziening op de ruimte en welke keuzeruimte er in Brabant is tussen de verschillende soorten duurzame energievoorziening. Hierbij zal niet alleen (de beschikbaarheid van) ruimte bepalend zijn en de huidige kwaliteit van die ruimte, maar ook wat een duurzame energievoorziening voor bijdrage kan leveren aan versterking en ontwikkeling van de sociale en economische kenmerken en potenties van een gebied.

De provincie heeft hiertoe een onderzoeksvraag geformuleerd, gericht op twee onderdelen:

- De basis: Gevraagd wordt in beeld te brengen wat de verschillende duurzame energieopties zijn waar Brabant gebruik van kan maken om invulling te geven aan haar doelstelling voor 2050 en wat de bijdrage van de verschillende opties is aan de duurzame energievoorziening van Brabant. Deze bijdrage dient per potentie te worden aangegeven, waarbij eveneens in beeld wordt gebracht wat het minimale en maximale ruimtebeslag van deze potentie is. Maak daarbij ook een specifieke doorvertaling naar de 4 verschillende regio's binnen Brabant (West, Midden, Zuid-Oost en Noord-Oost);
- Energie en ruimte en economie en samenleving op de schaal van Brabant: Op de schaal van Brabant wordt in beeld gebracht waar en welke kansrijke cross-overs er in beeld zijn voor de combinatie van duurzame energieopwekking en economische, ruimtelijke en sociale kenmerken/potenties van Brabant.

De provincie Noord-Brabant heeft Posad gevraagd voor het eerste onderdeel, de basis; De duurzame energieopgave voor de provincie.

Het voorliggende document dient ter verantwoording van de gebruikte data, gemaakte keuzes en uitleg van de verschillende kaarten en resultaten. Al het kaartmateriaal met daarin de resultaten voor de provincie is terug te vinden in de uitgebreide presentatie. Hiernaast is er per regio een factsheet met de belangrijkste uitkomsten.

1 INTRODUCTIE: DE REGIONALE OPGAVE

Landelijke doelstelling

Een te hoge CO₂-uitstoot is een mondiaal probleem, met grote klimatologische en daaruit volgende sociaal economische problemen en (natuur)rampen. Op 12 december 2015 zijn in Parijs 195 landen een klimaatakkoord overeengekomen. In dit klimaatakkoord zijn doelen afgesproken zoals het beperken van de opwarming tot ruim onder de twee graden en het bereiken van een balans tussen de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen.

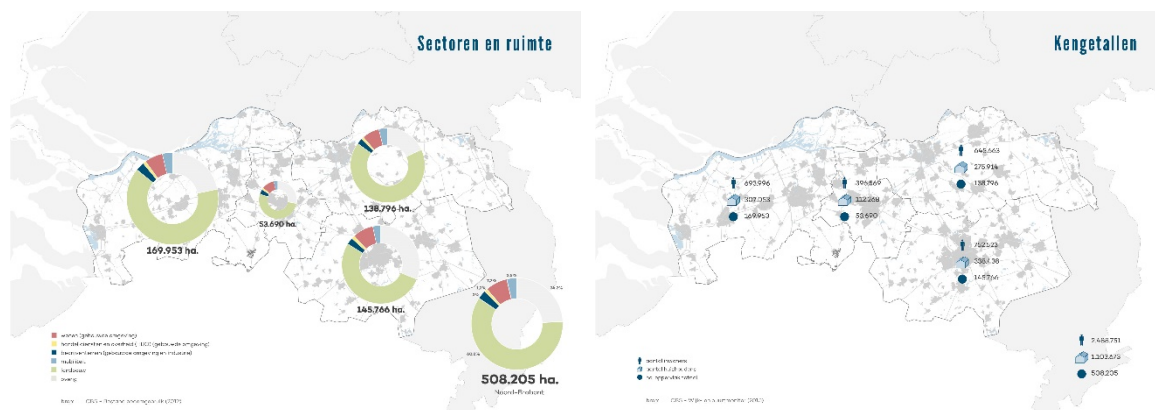
Mede hierom hebben ruim veertig organisaties, waaronder overheden, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, andere maatschappelijke organisaties en financiële instellingen zich in 2013 verbonden aan het Energieakkoord voor duurzame groei. In het akkoord zijn, naast afspraken over energiebesparing, ambities afgesproken met betrekking tot opwekking van duurzame energie: naar 14% in 2020 en 16% duurzame energie in 2023. Het uiteindelijke doel is om 80 tot 95% minder CO₂ uit te stoten in 2050. Op dit moment voorziet Nederland in ongeveer 5,6% duurzame energie en heeft op dit vlak dus nog een hele weg te gaan.

De noodzaak van een energietransitie staat voor veel mensen niet meer ter discussie. De manier waarop des te meer. De ambitie om als Nederland energieneutraal te worden is vergelijkbaar met het plaatsen van 50.000 windturbines of het plaatsen van zonnenvelden in 10% van het landschap. Het doel om de uitstoot van CO₂ terug te dringen en onafhankelijker te zijn in onze energievoorziening kunnen een enorme impact hebben op onze ruimte, zowel landschappelijk als stedelijk.

Regionale opgave

Iedere functie die we in onze steden of op ons platteland bedenken of plannen, neemt ruimte in. Voor duurzame energie is dit niet anders. Een windturbine, biogasinstallatie of zonnenveld kost ruimte, maar die ruimte is vaak groter dan alleen de molen, de zonnepanelen of de biogastank. Er is ruimte nodig omwille van veiligheid, geluid en schaduw. Dit zorgt ervoor dat we niet overal energie kunnen opwekken, hoewel we wel vaak combinaties van ruimtegebruik en energie kunnen maken. Andersom geldt ook dat (nieuw)bouwplannen, nieuwe wegen en andere ontwikkelingen, energieopwekking erg kunnen beperken.

Hoewel we met zijn allen streven naar een energieneutraal Nederland is de energietransitie bij uitstek een regionale en lokale opgave. De ruimtelijke en economische kenmerken van de regio bepalen namelijk in welke vorm het besparen en opwekken van energie het beste kan plaatsvinden.

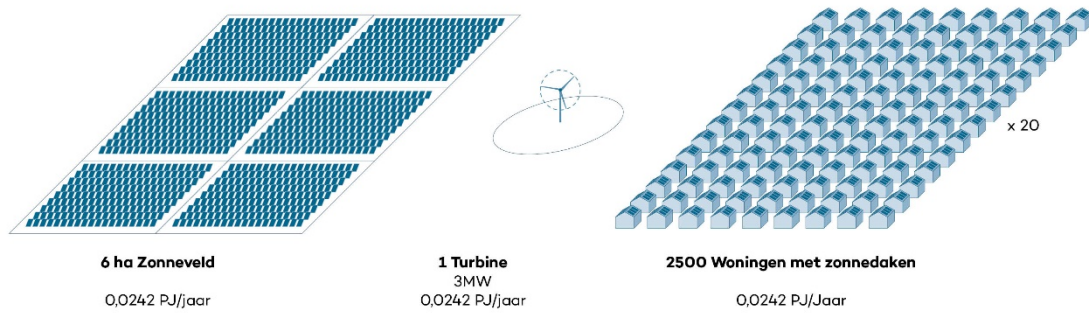


Kennisbasis Hernieuwbare energie Noord-Brabant

Om het gesprek over hernieuwbare energie gefundeerd te kunnen voeren heeft Posad in opdracht van de provincie Noord-Brabant onderzocht hoe groot de energieopgave is in 2050, hoe groot de besparing- en opwekpotentie is, en wat het bijbehorende ruimtebeslag is per bron en per scenario. Deze kennis geeft een gevoel voor de maat en schaal van de uitdaging waar we voor staan. Dit gevoel voor maat en schaal is in de publieke debatten niet altijd evident. De voorliggende studie kan als basis fungeren voor een vervolgstudie naar cross-overs voor de combinatie van duurzame energieopwekking en economische, ruimtelijke en sociale kenmerken/potenties van Noord-Brabant.

De transitie naar duurzame energie is namelijk niet alleen een belangrijke en grote opgave, ze brengt ook lokale kansen met zich mee.

Maat en schaal



2 KEUZES, DEFINITIES EN UITGANGSPUNTEN

In dit onderzoek wordt gekeken naar de potentie en ruimtelijke impact van verschillende scenario's. Definities, wat wel meegenomen wordt en wat buiten dit onderzoek valt wordt in dit hoofdstuk uiteengezet. Uitgangspunt hierbij is dat alle scenario's zijn ontworpen voor 2050.

Eenheden

In deze studie wordt gesproken over petajoule (PJ). Om een gevoel te geven voor de maat en schaal van deze energie-eenheid is het goed om te bedenken dat 1 petajoule ongeveer gelijk staat aan de jaarlijkse energieproductie van 38 windturbines van 3,3 MW, 251 hectare aan zonnenvelden of het elektrisch energiegebruik van 103.600 woningen. Dit is ongeveer hetzelfde als de hoeveelheid elektriciteit (elektriciteitsgebruik woningen) die een stad als Tilburg per jaar nodig heeft. Alle energie hoeveelheden worden voor dit onderzoek uitgedrukt in Petajoule (PJ) tenzij anders vermeld.

kilo (k)	$*10^3$	1 J/sec	Watt (W)
mega (M)	$*10^6$	3.600.000 J	kilowattuur (Wh)
giga (G)	$*10^9$	31,65MJ/m ³	Aardgas equivalent (a.e.)
tera (T)	$*10^{12}$	MW _{th}	Megawatt thermisch vermogen
peta (P)	$*10^{15}$	MW _e	Megawatt elektrisch vermogen

Hernieuwbare energie

Wat is hernieuwbare energie? Energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen zoals beschreven in artikel 1 van de Europese richtlijn Energie uit Hernieuwbare bronnen. (Protocol monitoring hernieuwbare energie, 2011).

Energieneutraal

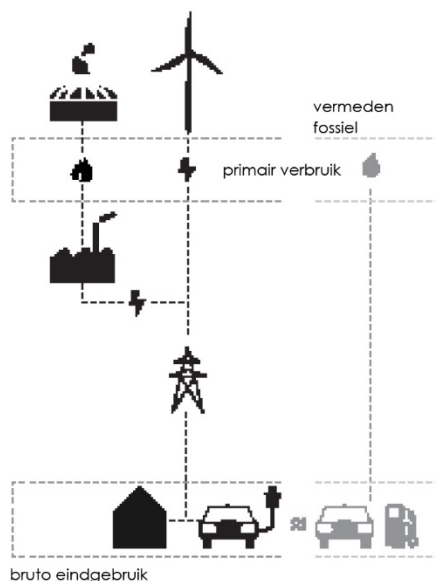
Bij energieneutraliteit (in tegenstelling tot klimaatneutraal) is er vanuit gegaan dat de productie van duurzame energie gelijk staat aan het totale verbruik.

Energieverbruik en opwekking – Finaal gebruik

Voor het ontwikkelen van de scenario's is het van belang om te weten wat het energieverbruik in de provincie is.

Er bestaan 3 verschillende methoden om energieverbruik en -opwekking te meten.

1. **Primaire energiemethode/ input methode:** Hierbij wordt gerekend met de hoeveelheid energie die het systeem ingaat voordat deze wordt omgezet in bruikbare energie. Dit is de energie die direct aan de bron geproduceerd wordt.
2. **Bruto eindgebruik/finaal energetisch gebruik:** Hierbij wordt gerekend met de energie die bij de eindgebruiker terecht komt, inclusief verliezen door omzetting naar bruikbare energie en transportverliezen. Hierin is 'niet-energetisch gebruik' zoals energie die in aardolie zit voor plastics, niet meegenomen. Het bruto eindgebruik kan soms 40% minder zijn dan de primaire input.
3. **Substitutiemethode/vermeden fossiel:** Bij deze methode wordt de hoeveelheid finale energie omgerekend naar de hoeveelheid energie die nodig zou zijn als de benodigde energie van conventionele fossiele bronnen afkomstig zou zijn. Hierdoor is het gemakkelijker om verschillende energiedragers en -bronnen met elkaar te vergelijken.



In dit onderzoek wordt gerekend met het bruto eindverbruik, methode 2. Deze methode is gekozen omdat ze het beste aansluit bij EU-richtlijnen en de beschikbare bronnen per gemeente. Bovendien is deze voor stakeholders in de regio het meest tastbaar. Indien op onderdelen een andere methode wordt gebruikt, is dit expliciet aangegeven.

2050 – Hoe komen we daar?

De in deze rapportage besproken scenario's zijn ontworpen voor 2050. Wat betekent dit? Welke op stapel liggende woningbouwprojecten nemen we wel mee en welke niet? Welke andere grote projecten zijn dan waarschijnlijk gerealiseerd? Hieronder de gehanteerde uitgangspunten.

Clean sheet

voor alle scenario's geldt dat ingetekkende hernieuwbare bronnen zijn ingetekend volgens het clean sheet principe tenzij anders vermeld. Dat wil zeggen dat voor bijvoorbeeld windturbines deze allemaal in het jaar 2050 geplaatst worden en dat nu bestaande windturbines dan allemaal komen te vervallen.

Grens provincie Noord-Brabant

Voor alle scenario's geldt dat deze zich volledig binnen de provinciegrens van Noord-Brabant bevinden. Dit betekent bijvoorbeeld dat alleen biomassastromen binnen de provincie benut kunnen worden.

Vliegvelden

Bunkerbrandstoffen van de verschillende vliegvelden worden niet toegerekend aan de energievraag van de provincie.

Scenario autonome ontwikkeling

Het is onmogelijk om een exacte voorspelling te maken van lange termijn ontwikkelingen. Scenario's zijn daarom ook geen voorspellingen, maar mogelijke toekomstbeelden, uitgaande van bepaalde vooronderstellingen. Voor het energieverbruik in 2050 in Noord-Brabant wordt gekeken naar de volgende ontwikkelingen, met als referentiejaar 2014:

- Volumegroei (bv ontwikkeling aantal huishoudens of voertuigkilometers)
- Structuurverandering (bv verschuiving in het gebruik van transportmiddelen)
- Autonome efficiencyverbetering (besparing, bv hoeveelheid benzine per autokilometer)

Woningbouw en bedrijventerreinen 2050

Aangenomen wordt dat alle nieuwe gebouwen vanaf 2020 energieneutraal worden gebouwd.

NNB/Natura2000

Er wordt aangenomen dat in 2050 geen nieuwe Natura2000 en NNB gebieden worden aangewezen.

3 VERBRUIK, VERWACHTE VRAAG EN BESPARING

3.1 Huidig energieverbruik Noord-Brabant in 2014

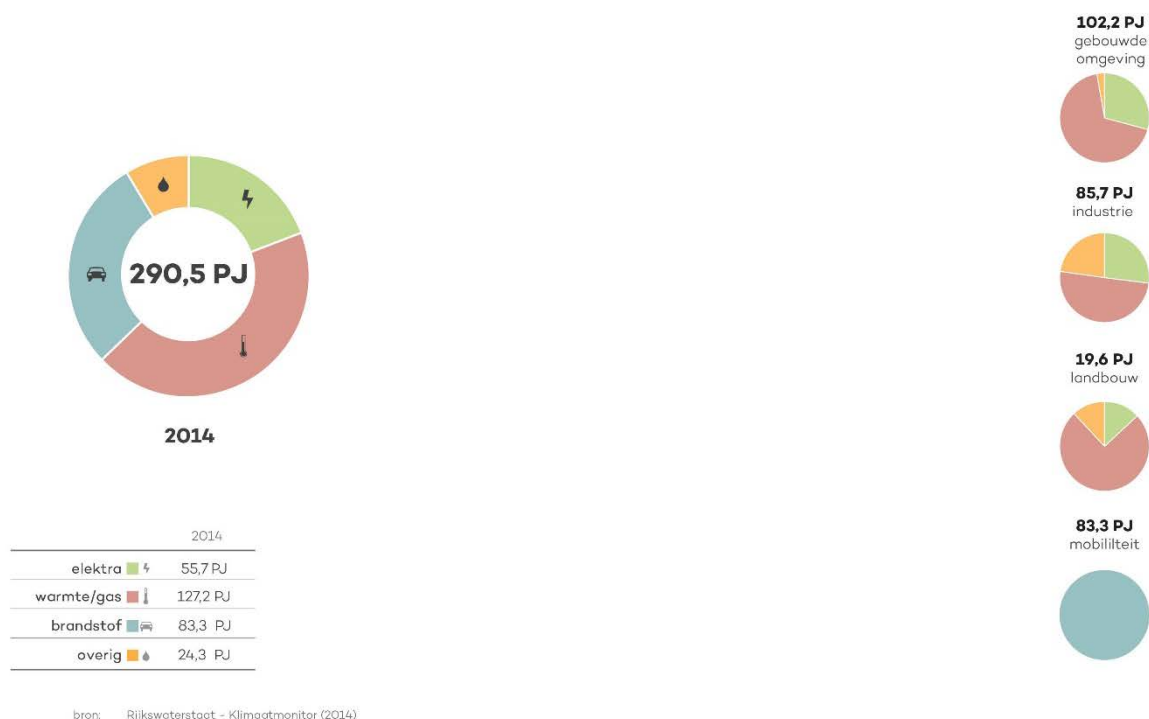
Als startpunt voor het bepalen van het huidige energieverbruik in de provincie Noord-Brabant, is gebruik gemaakt van de klimaatmonitor van Rijkswaterstaat (2014), en de emissieregistratie van het RIVM voor 2014.

De klimaatmonitor bevat de uitsplitsing naar sectorale gegevens over het energieverbruik en de verdeling over de energiedragers brandstof, elektriciteit, warmte en gas. Het is van belang om het energieverbruik aan te geven per energiedrager om hier zo goed mogelijk bij aan te kunnen sluiten met de hernieuwbare energieopties. Het inzicht per sector en energiedrager heeft daarnaast ook als voordeel dat in een vervolgstudie eenvoudig de link kan worden gelegd naar lokale sociale en economische cross-overs.

In de klimaatmonitor is het gebruik van energiedragers zoals olie en kolen per provincie niet inzichtelijk. Aangezien deze energiedragers een significant onderdeel vormen van de energievraag binnen de provincie Noord-Brabant (voornamelijk in de chemische- en staalindustrie,) zijn deze berekend op basis van het finale energieverbruik van deze bronnen voor Nederland teruggerekend naar de provincie Noord-Brabant. Het energieverbruik dat besloten ligt in deze grondstofstromen is voor de provincie geschat op 24,3 PJ¹.

Voor de meeste sectoren is 2014 het meest recente jaar waarover energieverbruiken bekend zijn.

In onderstaande figuur is het energieverbruik van Noord-Brabant weergegeven uitgesplitst naar energiedragers en sectoren. Het totale verbruik wordt geschat op 290,5 PJ², waarvan iets minder dan de helft (127,2 PJ) bestaat uit warmte voor de gebouwde omgeving en industrie.



¹ Dit betreft het finale energieverbruik en dus niet het niet energetisch verbruik zoals het omzetten in producten

² Berekening op basis van meerdere bronnen

3.2 Energievraag Noord-Brabant in 2050

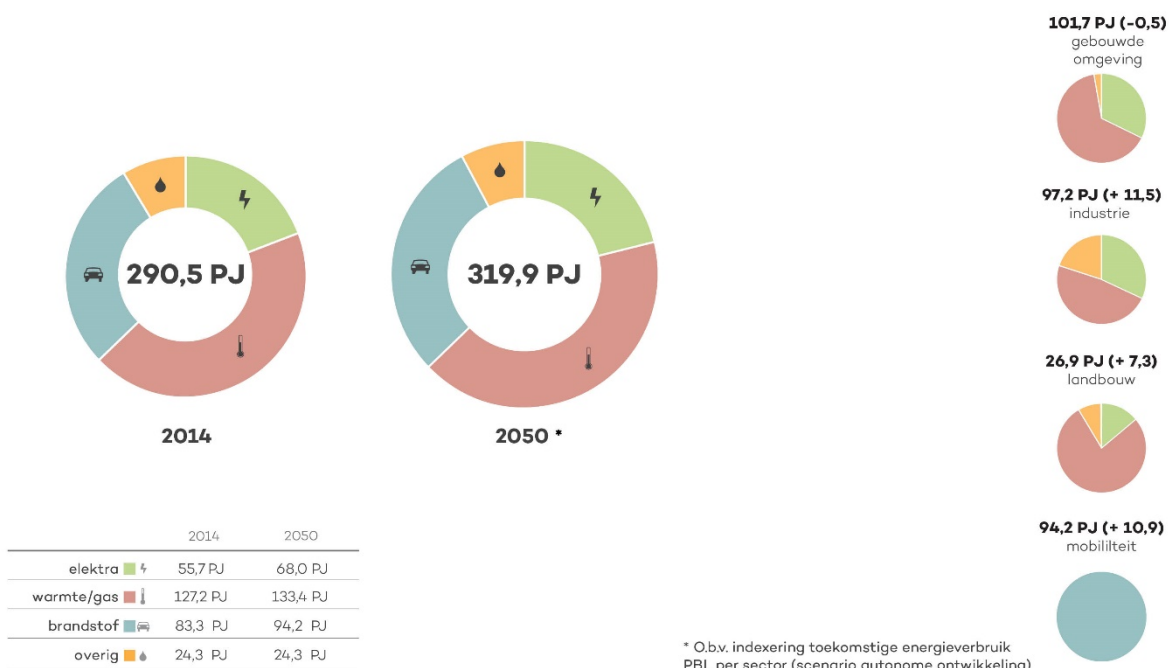
Om een beeld te krijgen van de hoeveelheid energie die Noord-Brabant in 2050 in nodig zal hebben, is het noodzakelijk om aannames te doen over de toekomstige productie- en consumptieniveaus. Hiervoor is gebruik gemaakt van in 2015 geactualiseerde gegevens uit 'Naar een schone economie in 2050: routes verkend (PBL/ECN 2011)' en de daarin geschetste ontwikkelingen van de vraag naar goederen, diensten en transport richting 2050.

Hierin is uitgegaan uit van een referentieverbruik bij autonome ontwikkeling. Dat wil zeggen dat er rekening gehouden wordt met zowel een efficiencyverbetering ten gevolge van regelgeving en bestaand beleid aan de ene kant (apparaten, gebouwen en industrieën gaan daardoor steeds zuiniger om met energie), als een toename in economische groei aan de andere kant. Bij de inschatting van het verbruik in 2050 is hier rekening mee gehouden.

In het referentieverbruik is, ondanks de efficiencyverbeteringen, een kleine groei van het energieverbruik te zien tot ca. 320 PJ. Dit is voornamelijk te verklaren door de te verwachte volumegroei in inwoners en economie.

NOORD-BRABANT

Energiegebruik 2050 autonome ontwikkeling



bron: Rijkswaterstaat - Klimaatmonitor (2014)
Planbureau voor Leefomgeving - Indexering toekomstig energieverbruik (2011)

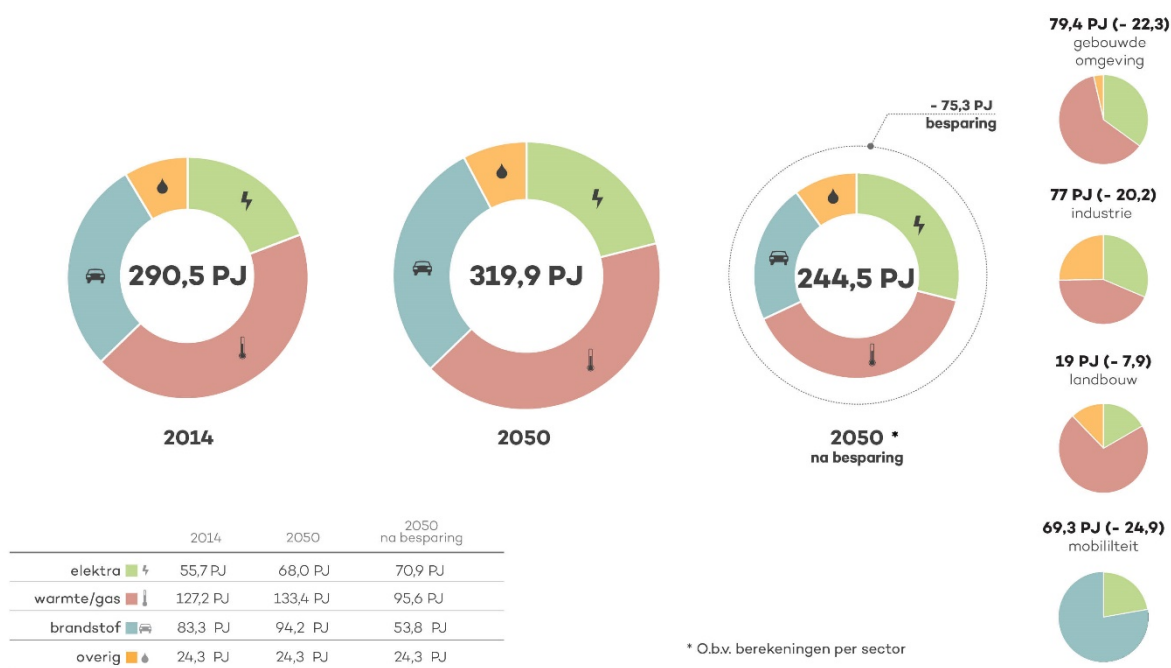
* O.b.v. indexering toekomstige energieverbruik PBL per sector (scenario autonome ontwikkeling)

3.3 Energiegebruik na besparing 2050

Wanneer gebruik wordt gemaakt van extra besparingsopties, daalt de verwachte energievraag aanzienlijk (met ca 75 PJ) ten opzichte van het verbruik bij autonome ontwikkeling, en komt met ~244 PJ zelfs onder het huidige verbruik van 290 PJ uit. Hierbij moet wel gezegd worden dat het realiseren van een dergelijke besparing geen eenvoudige opgave is, en dat bij het berekenen van deze maximale besparing een uitgebreide economische afweging meespeelt.

NOORD-BRABANT

Energiegebruik 2050 na besparen



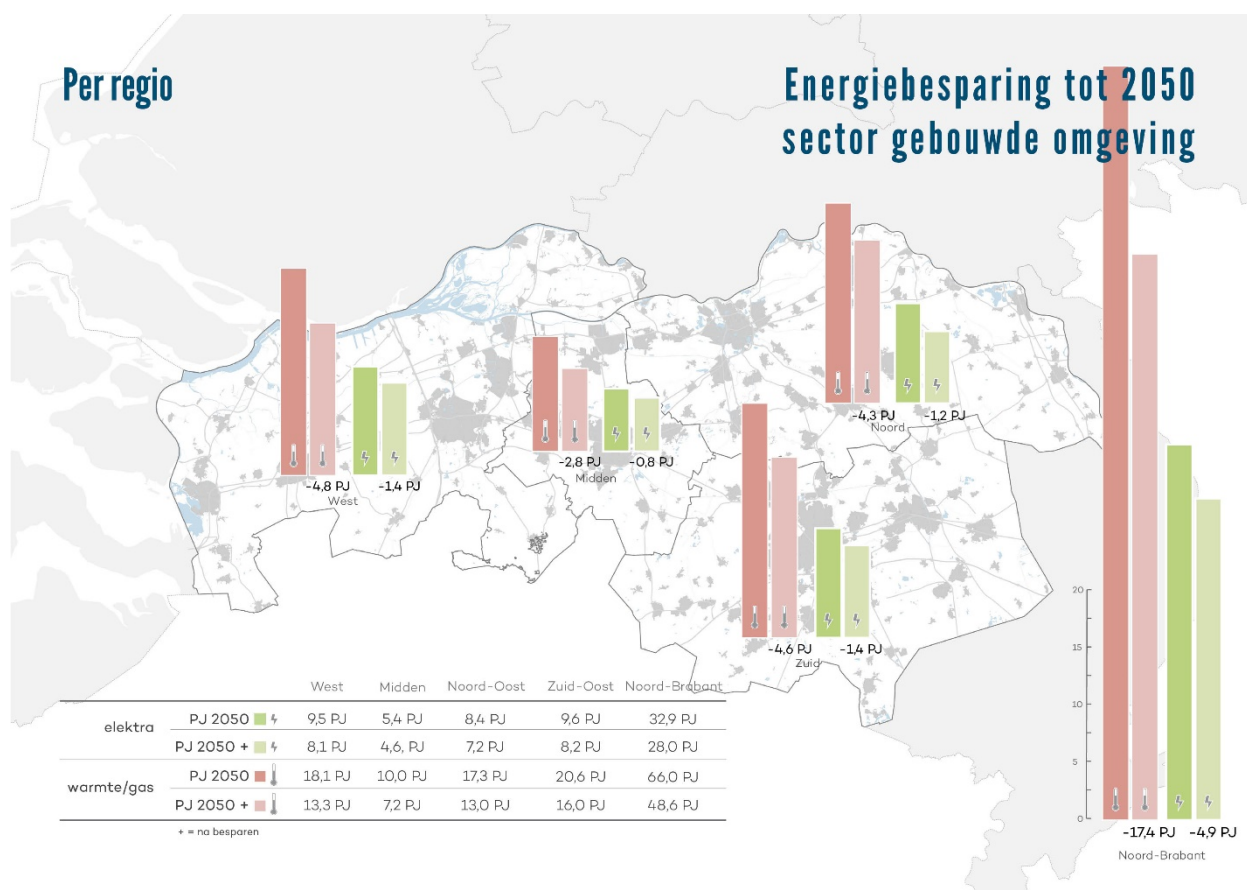
Voor iedere sector zijn andere besparingsmaatregelen meegenomen. Vooral bij mobiliteit heeft besparen grote gevolgen en dan vooral voor personenauto's. Niet alleen kan hier een significant deel van de brandstof worden bespaard, tegelijk betekent dit ook een nieuwe elektriciteitsbehoefte.

Het overige energiegebruik (vnl. door de chemische- en staalindustrie) is in deze studie gelijk gehouden op 24,3 PJ omdat informatie over het verduurzamen en veranderen van deze specifieke productieprocessen ontbraken.

3.3.1 Besparingsopties per sector

Om het potentieel van de energiebesparing vast te stellen worden de effecten op het gebruik van de energie berekend na het toepassen van besparingsopties. Deze effecten worden geprojecteerd op de situatie in 2050. Dit is gedaan voor de sectoren gebouwde omgeving (woningen), handel, diensten en overheid (HDO)), landbouw, industrie en mobiliteit. In totaal komt er voor Noord-Brabant een besparingspotentieel uit van -2,9 PJ op elektriciteit, 37,8 PJ op gas en 40,4 PJ op brandstof in 2050. Elektriciteit kent een lichte toename van gebruik door de verschuiving in mobiliteit naar elektrisch.

Gebouwde omgeving



Woningen

Vanaf 2015 is iedere woning in Nederland in het bezit van een energielabel. Door verbeteringen aan de woning verandert het energielabel van de woningen. Er is gekeken naar twee opties: door verbeteringen aan de woningen het toekennen van energielabel B voor de gehele bestaande woningvoorraad en door verbeteringen aan de woningen de toekenning van energielabel A voor de gehele bestaande woningvoorraad. Bij verbeteringen naar label B kan worden gedacht aan maatregelen als het vervangen van een ketel, het aanbrengen van isolatie op vloer, dak en in spouwmuur en het aanbrengen van dubbel glas. Het merendeel van de woningvoorraad, 65% in Noord-Brabant, heeft nog een voorlopig energielabel en de overige 35% is in het bezit van een geregistreerd energielabel. Aan de hand van de database (CBS 2014) is een inschatting gemaakt van het aantal woningen en de bijbehorende energie labels. Met de energieprestaties per label (Ministerie BZK 2013) kan worden berekend welke besparingspotentie te behalen is. Hierbij wordt er verder van uitgegaan dat alle nieuw te bouwen woningen vanaf 2020 energieneutraal zijn.

Daarnaast kan de energieprestatie van een huishouden worden verlaagd door het vervangen van witgoed en het aanbrengen van Ledverlichting. Dit laatste kan op de schaal van Noord-Brabant een besparing opleveren van respectievelijk 1,4PJ (witgoed) en 0,4PJ (ledverlichting (ECN 2015)).

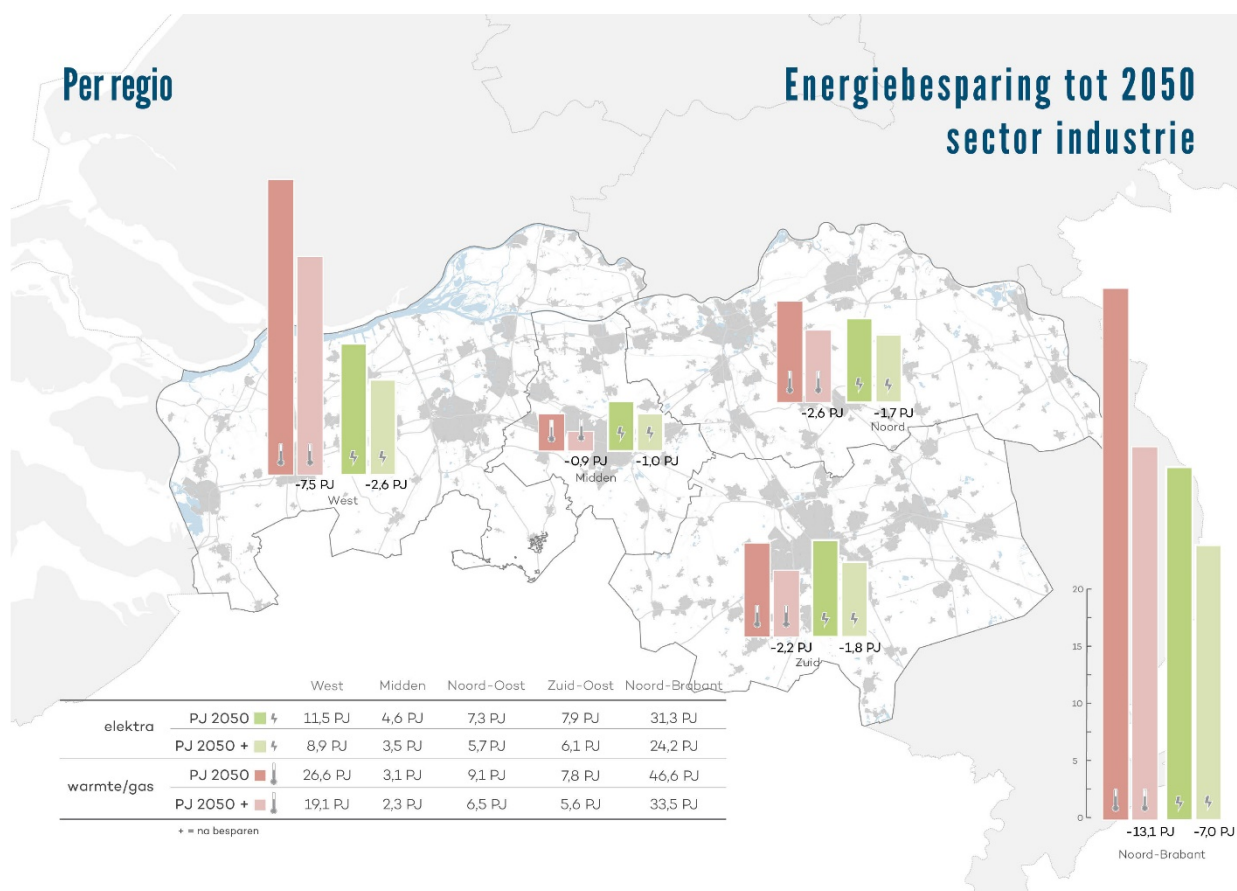
Als alle witgoed en verlichting vervangen worden, en de woningen naar label B worden verbeterd, levert dit voor heel Noord-Brabant een besparingspotentie op van 7,3PJ op voor 2050. Er wordt voornamelijk op gas bespaard (6,4PJ). Het elektriciteitsverbruik stijgt licht (1,0PJ). Dit komt doordat installaties in woningen met betere energie labels vaak meer elektriciteit verbruiken. Voor dezelfde vervanging maar dan met een verbetering naar label A levert een besparingspotentie van 6,9PJ op voor 2050. Dit is 0,4 PJ minder dan de verbetering naar label B. Er wordt hier weliswaar nog meer bespaard op gas, maar er komt ook een grotere elektriciteitsvraag voor terug als gevolg van installaties als warmtepompen.

Handel, Diensten en Overheid (HDO)

De Klimaatmonitor geeft de energieverbruiken weer op basis van de SBI³-codering van 2008. Alle gebouwen die een functie hebben van code G t/m U worden toegerekend tot de sector HDO. Een groot deel van deze gebouwen valt onder de Wet Milieubeheer. De voorraad aan gebouwen is niet eenduidig. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) heeft de maximale besparingspotentie voor heel Nederland in kaart gebracht per hoofdindeling van de sector HDO (ECN 2014). Door de waarden terug te schalen naar Noord-Brabant ontstaat er een beeld van de maximale besparingspotentie van de provincie. Voor Noord-Brabant kan hiermee 10,4PJ worden bespaard. Dit kan door maatregelpakketten toe te passen als: isolatie, dubbele beglazing, WTW ventilatie, zuinige verlichting en plaatsing van een HR-ketel. Ook heeft ECN in de Energiescan voor Noord-Brabant bepaald dat een verbetering van de afstelling van apparaten een besparing van 4,6PJ (warmte) kan opleveren (ECN 2016). Het totaal geschatte besparingspotentieel voor Handel, Diensten en Overheid in 2050 is daarmee 15,2PJ.

³ [Standaard Bedrijfsindeling 2008](#)

Industrie



Voor de industrie geldt dat het niet eenvoudig is om, net als bij de gebouwde omgeving, energieprestaties te koppelen aan een gebouw. De gebouwen en processen zijn niet te vatten in een standaardmethode.

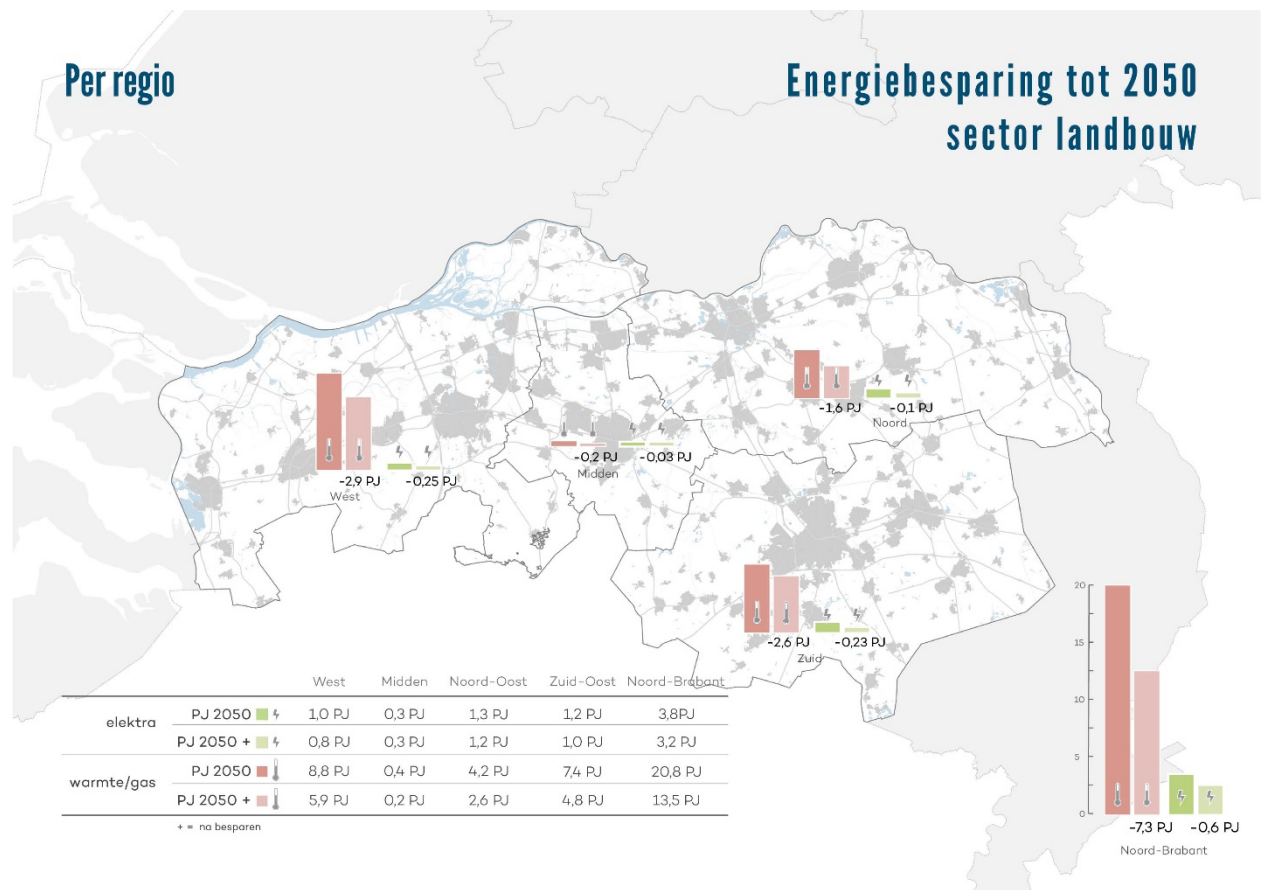
Voor de industrie geldt op het vlak van energiebesparing dat zij zich hebben verbonden aan de convenanten MEE en MJA3 om de afspraken uit het [energieakkoord](#) uit te kunnen voeren (tot 2020). Daarnaast kunnen gemeenten de wet milieubeheer structureel handhaven.

Nederland kent een traditie van convenanten waarin overheid en bedrijfsleven afspraken maken over energiebesparing. De meerjarenafspraken energie efficiency (MJA3) hebben betrekking op middelgrote verbruikers. De meerjarenafspraak energie-efficiëntie ETS bedrijven (MEE) betreft bedrijven met een groot energieverbruik die deelnemen aan het Europese emissiehandelssysteem (ETS). Bij elkaar zijn ongeveer 1100 bedrijfsvestigingen in de industrie convenantdeelnemer, en valt ongeveer 80 procent van het finaal energieverbruik in de sector onder de convenanten. Eind 2014 hebben de convenantpartijen uitvoering van de convenanten aangescherpt.

Wet milieubeheer

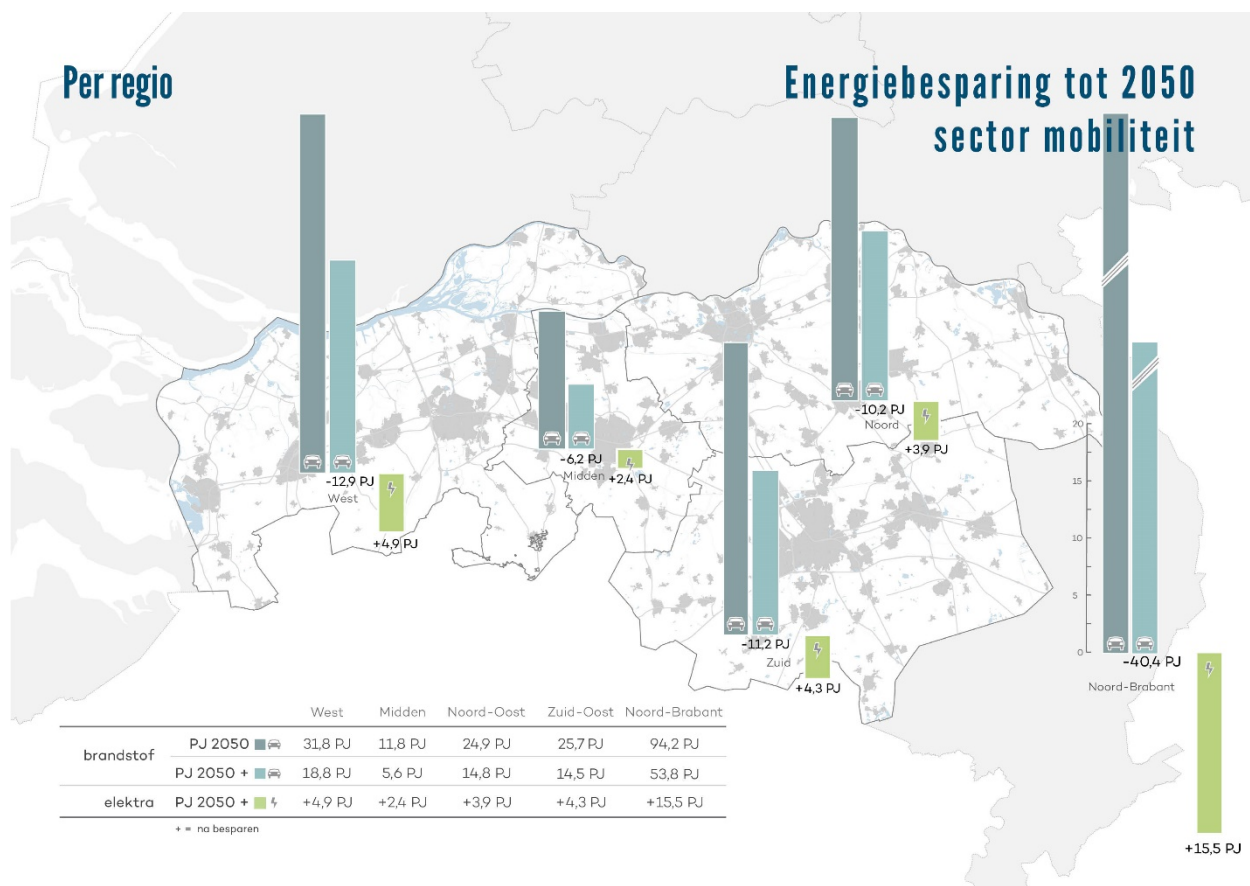
Op grond van de Wet milieubeheer moeten instellingen en bedrijven energiebesparende maatregelen nemen als deze zich binnen 5 jaar terugverdienen. Het gaat hierbij onder andere om onderwijs- en zorginstellingen, kantoren en supermarkten.

Om een beeld te geven van de besparingspotentie binnen de industriesector is er uitgegaan van een besparingspercentage van 1% per jaar voor deze sector (ECN 2015). Als dit wordt afgezet tegen het energieverbruik uit de Klimaatmonitor, dan komt dit uit op een maximale energiebesparing met een aanzienlijke onzekerheidsmarge van 20PJ in 2050.



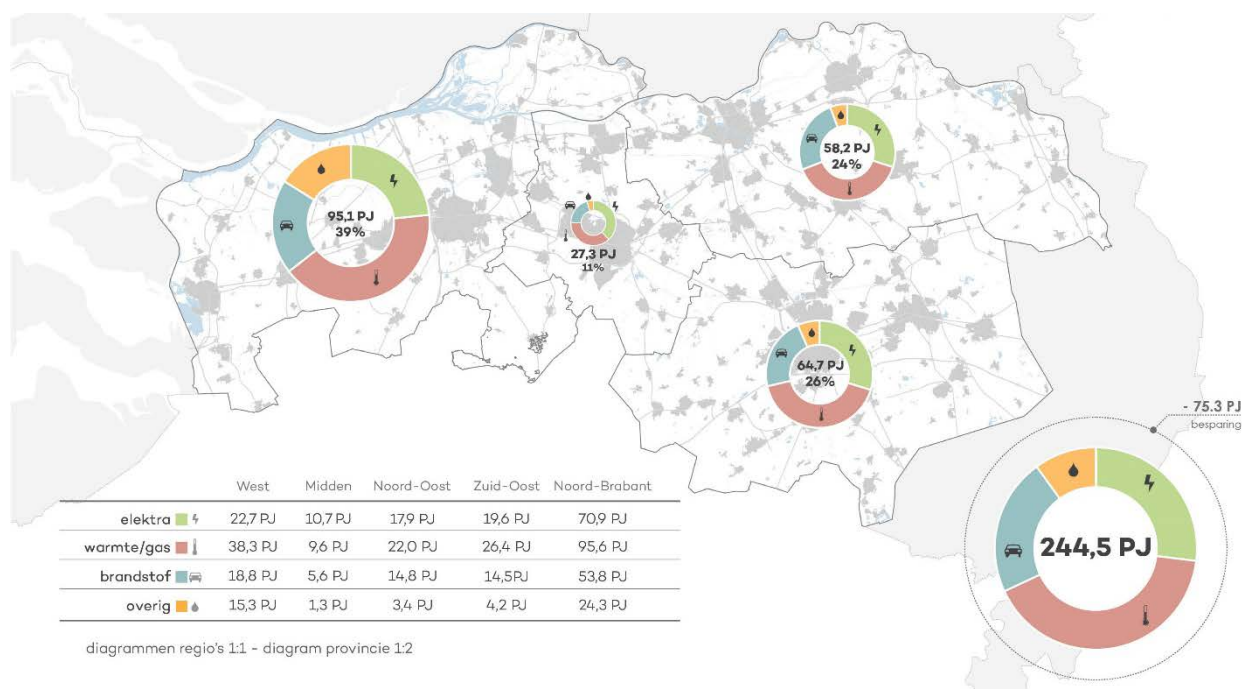
De besparingsopties voor de land- en tuinbouw hebben vooral betrekking op het terugdringen van de gasbehoefte. In de Nederlandse Energieverkenning gaat ECN uit van een besparingstempo van 1,7% per jaar (ECN 2015). Deze besparingswinst kan met name behaald worden door het toepassen van 'het nieuwe telen', wat een combinatie is van nieuwe technieken en technische innovatie en het toepassen van andere luchtbehandelingssystemen, energieschermen en warmte-koudekoppeling. Een klein deel van de energievraag van deze sector kan worden bespaard door vervanging van verlichting door LED. Als bovengenoemd besparingstempo wordt aangehouden, dan levert dit een besparingspotentie op van 7,9PJ voor deze sector.

Mobiliteit



Een groot deel van de mobiliteit bestaat uit personenauto's. Om de besparingspotentie te bepalen is bekeken wat het oplevert als alle personenauto's die nu op de brandstoffen benzine of diesel rijden in 2050 volledig elektrisch zijn. Naar schatting van ECN zal dit een besparing opleveren van 1,38 MJ/km in 2030. Voor Noord-Brabant levert dit naar schatting een energiebesparing op van 40,4 PJ brandstof. Doordat er naar verwachting vooral elektrisch gereden zal worden is er tevens sprake van verschuiving van energiedrager en zal er een toenemende vraag naar elektriciteit bijkomen. Deze energievraag zal in 2015 naar schatting 15,5 PJ zijn voor de provincie.

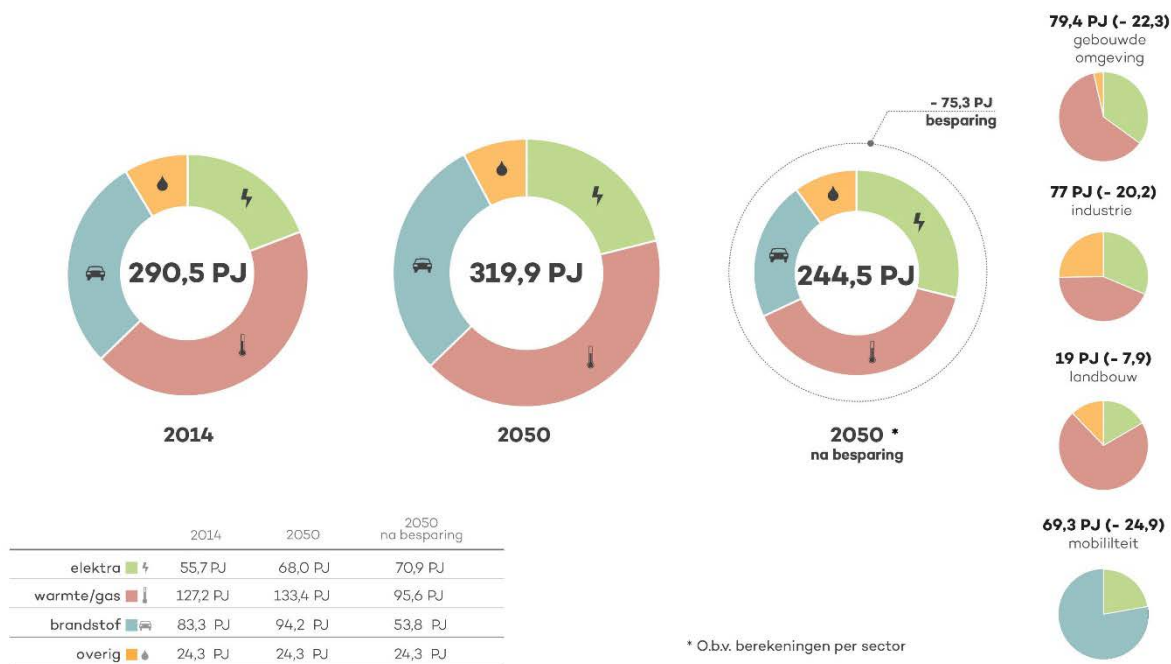
3.4 Resterende energievraag 2050



Na het toepassen van alle besparingsopties is te zien dat er vooral veel bespaard kan worden in de mobiliteit, de gebouwde omgeving en de industrie.

Deze besparing ligt vooral bij warmte en het gebruik van brandstof. Besparing op elektriciteit lijkt klein doordat er een grote nieuwe vraag wordt verwacht als gevolg van het elektrisch rijden. Daarnaast is niet in te schatten of een resterende warmtevraag nog zal leiden tot een verdere toename van het elektriciteitsgebruik.

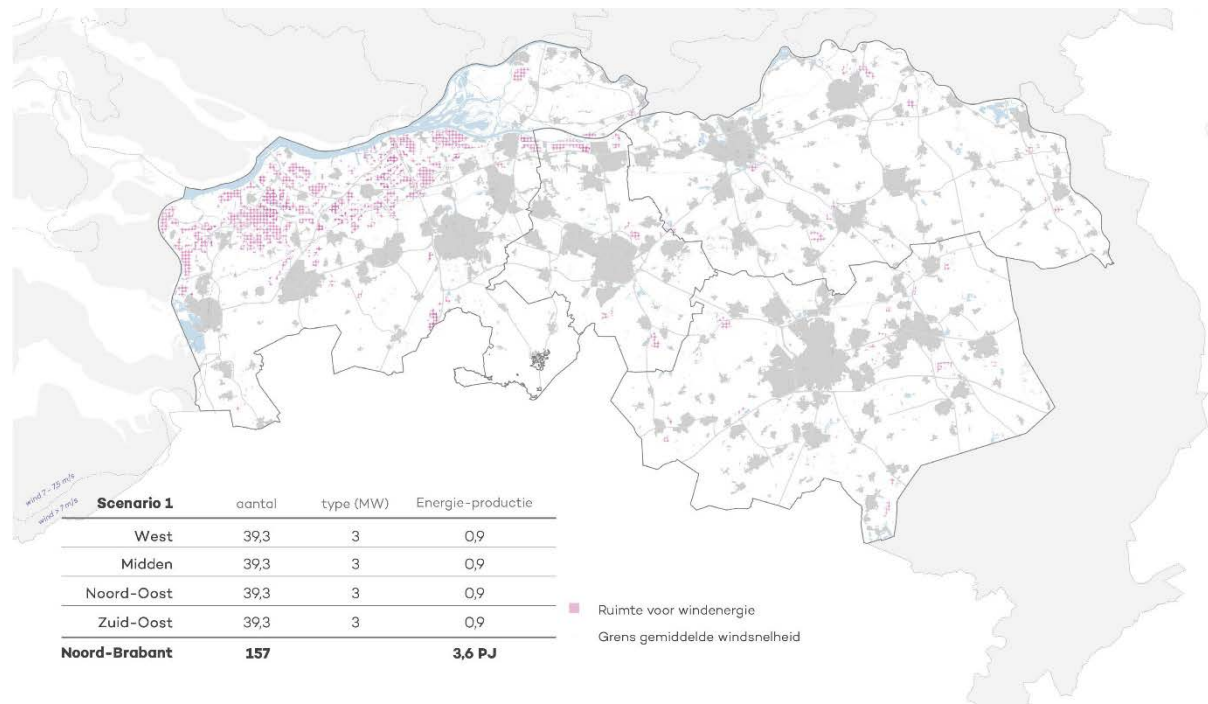
Grote regionale verschillen zijn in de totale besparingspotentie niet terug te vinden. De resterende energievraag is 244.5 PJ.



4 SCENARIO'S POTENTIE HERNIEUWBARE ENERGIE

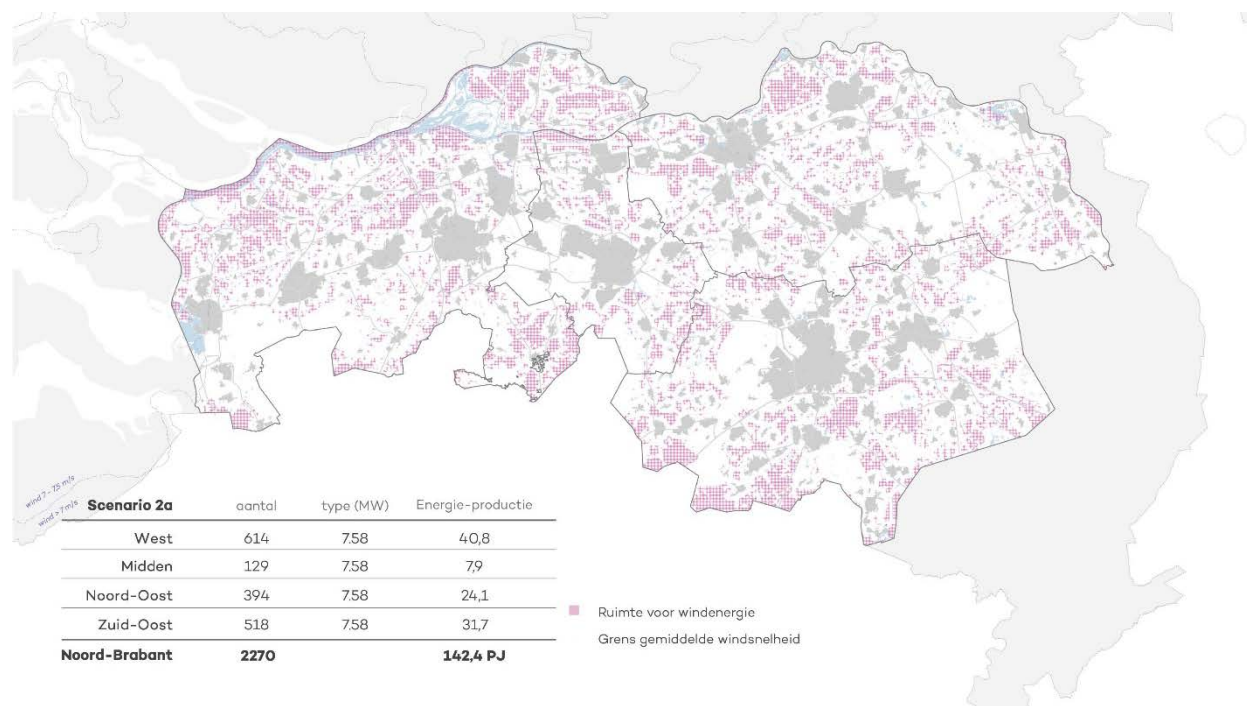
4.1 Wind

Scenario 1: Minimaal - 470,5 MW volgens bestaand beleid



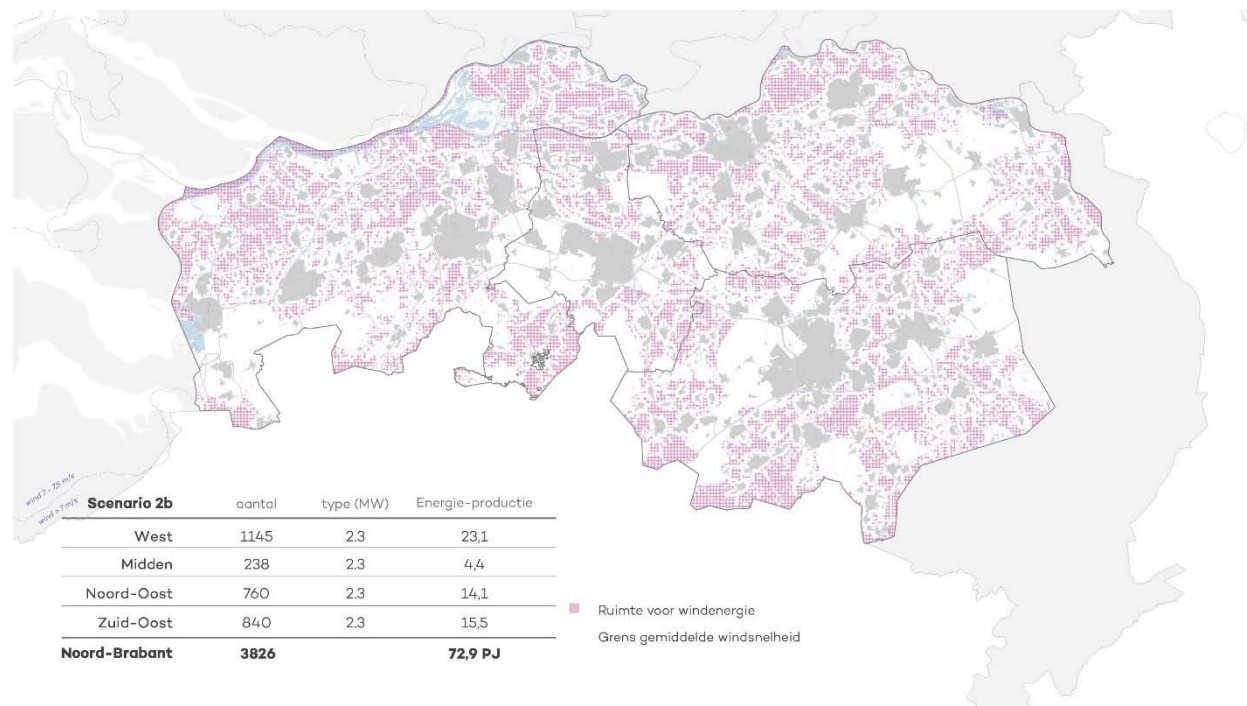
In dit scenario is op basis van de huidige verordening ruimte gezocht naar plaatsing van 470,5 MW wind met 3MW turbines. Hierbij wordt verder rekening gehouden met de veiligheids- en milieueisen. Dit betekent plaatsing binnen het zoekgebied en in of naast bedrijventerreinen groter dan 20ha.

Scenario 2a: Maximaal - Veiligheids- en milieueisen

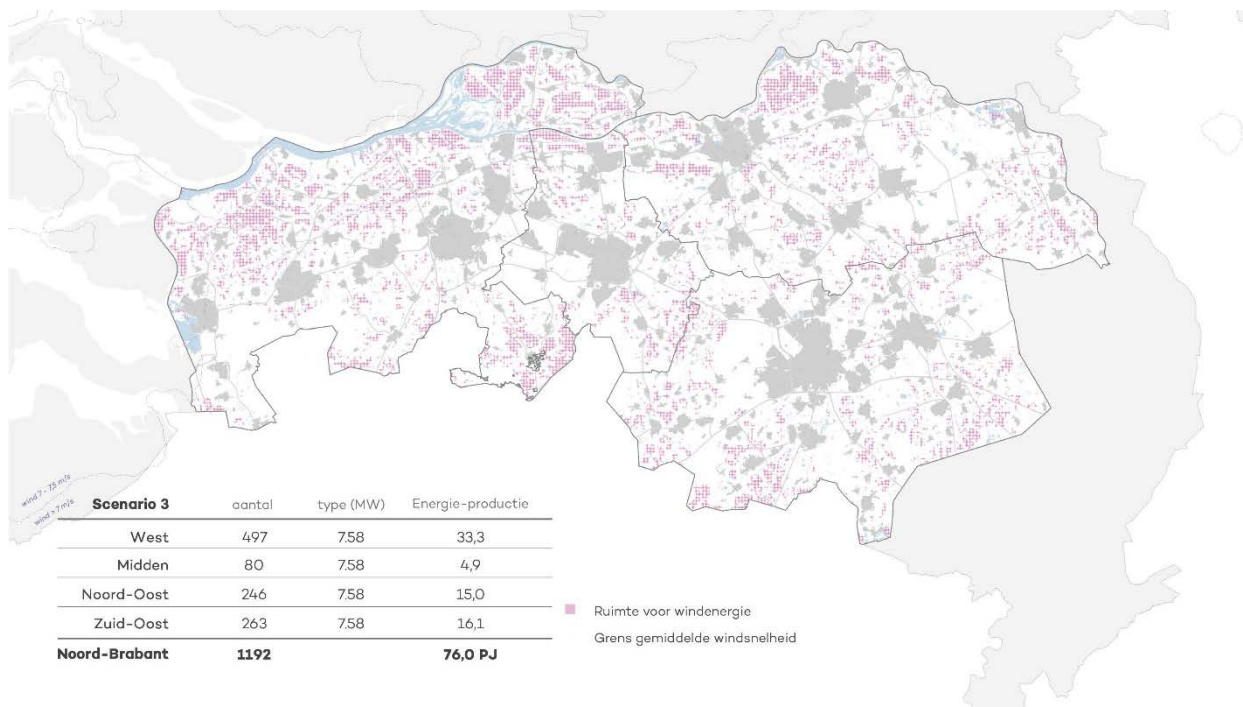


Binnen de provincie Noord-Brabant is dit het maximaalscenario voor wind. Wel wordt rekening gehouden met veiligheids- en milieueisen. In dit scenario zijn de grootste windturbines (7,58MW) geplaatst en deze hebben de hoogste energieopbrengst binnen de beschikbare ruimte. Scenario 2b is een vergelijkbaar scenario maar dan ingevuld met 2,3 MW windturbines in plaats van 7,58MW. Ondanks een flinke toename in het aantal windturbines heeft dit scenario een aanzienlijk lagere energieopbrengst dan scenario 2a.

Scenario 2b: Maximaal - Veiligheids- en milieueisen

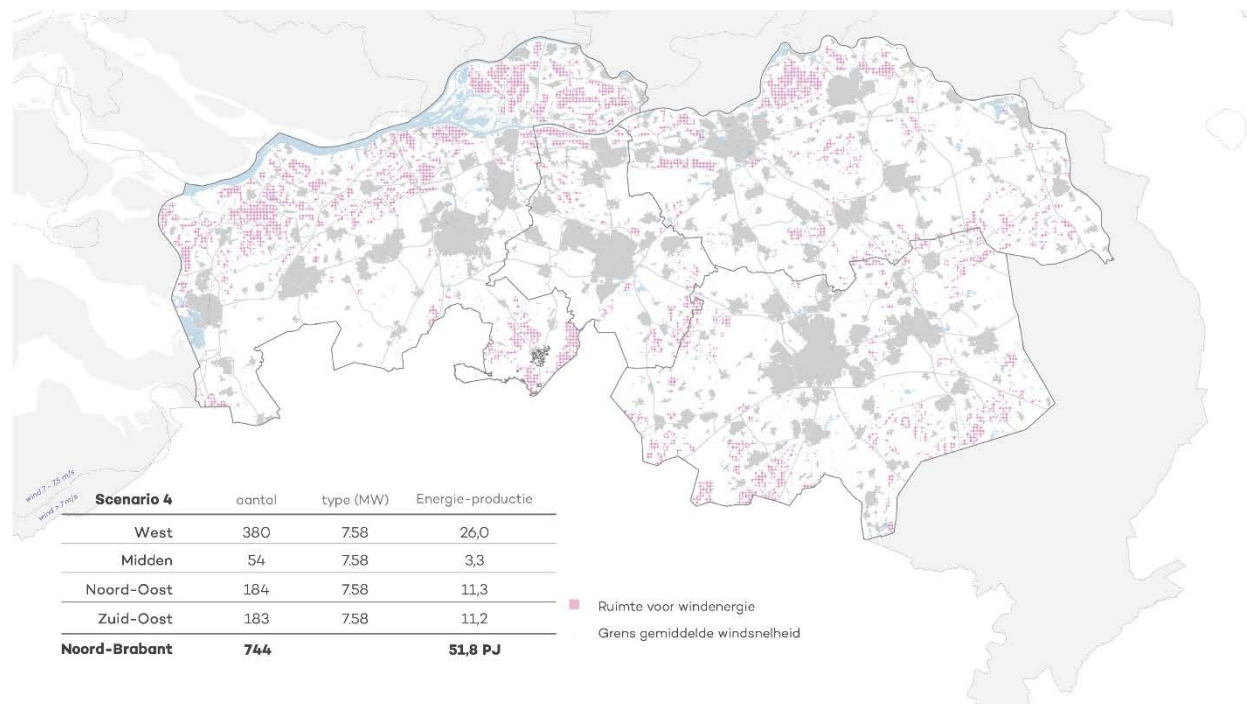


Scenario 3: Maximaal - Veiligheids- en milieueisen en NNB



Binnen de provincie Noord-Brabant is dit het maximaalscenario voor wind rekening houdend met het natuurnetwerk Brabant. Ook wordt rekening gehouden met veiligheids- en milieueisen. In dit scenario zijn de grootste windturbines (7,58MW) geplaatst en deze hebben de hoogste energieopbrengst binnen de beschikbare ruimte.

Scenario 4: Maximaal - volgens verwacht beleid

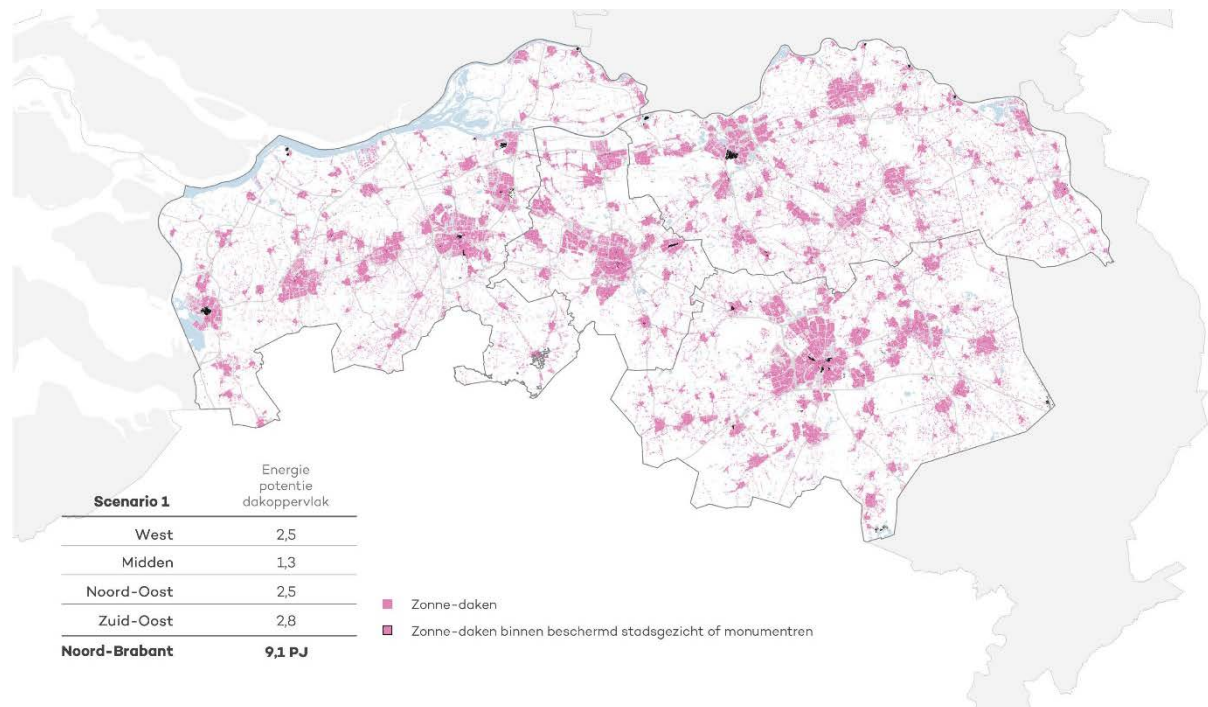


In dit scenario wordt maximaal ingezet op wind binnen aangewezen landschappen. Randvoorwaarde is dat de locatie past binnen de algemene uitgangspunten van de Structuurvisie ruimtelijke ordening, dat wil zeggen 'in landschappen die zich qua maat en schaal lenen voor het plaatsen van windenergie'. In overleg met de provincie kunnen de volgende landschappen uit de gebiedspaspoorten potentieel in aanmerking komen voor windenergie: Zeekleipolder, Oeverwal, Komgrond, Jonge zandontginning, Langstraat, Peelkernontginning en Peelrandontginning.

Hiernaast wordt rekening gehouden met veiligheids- en milieueisen. In dit scenario zijn de grootste windturbines (7,58MW) geplaatst en deze hebben de hoogste energieopbrengst binnen de beschikbare ruimte.

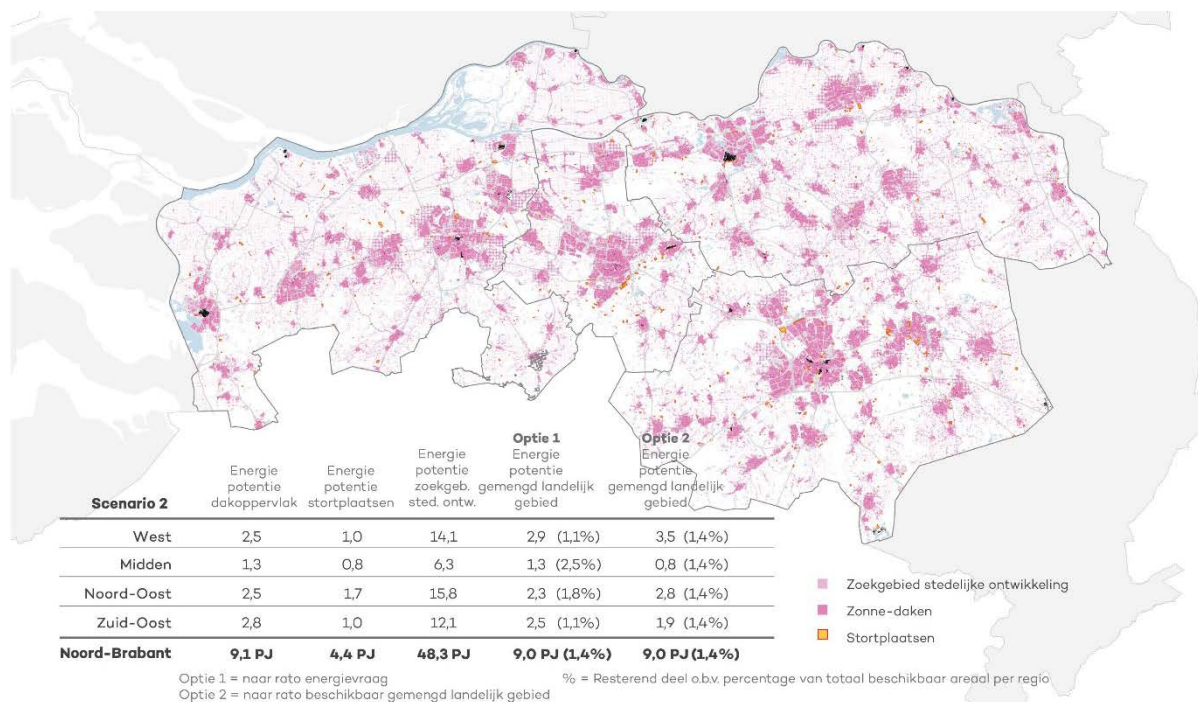
4.2 Zon

Scenario 1: Minimaal - beschikbaar dakoppervlak



In dit scenario wordt al het binnen de provincie effectief beschikbaar dakoppervlak aangewend om zonne-energie op te wekken. Bij beschermd stadsgezichten en monumenten wordt een correctie doorgevoerd aangezien de potentie daar een stuk lager ligt.

**Scenario 2: Maximaal - aansluiten bij verwachte energievraag 2050
beschikbaar dakoppervlak+vuilstortlocaties+zoekgebieden stedelijke
ontwikkeling+gemengd landelijk gebied**



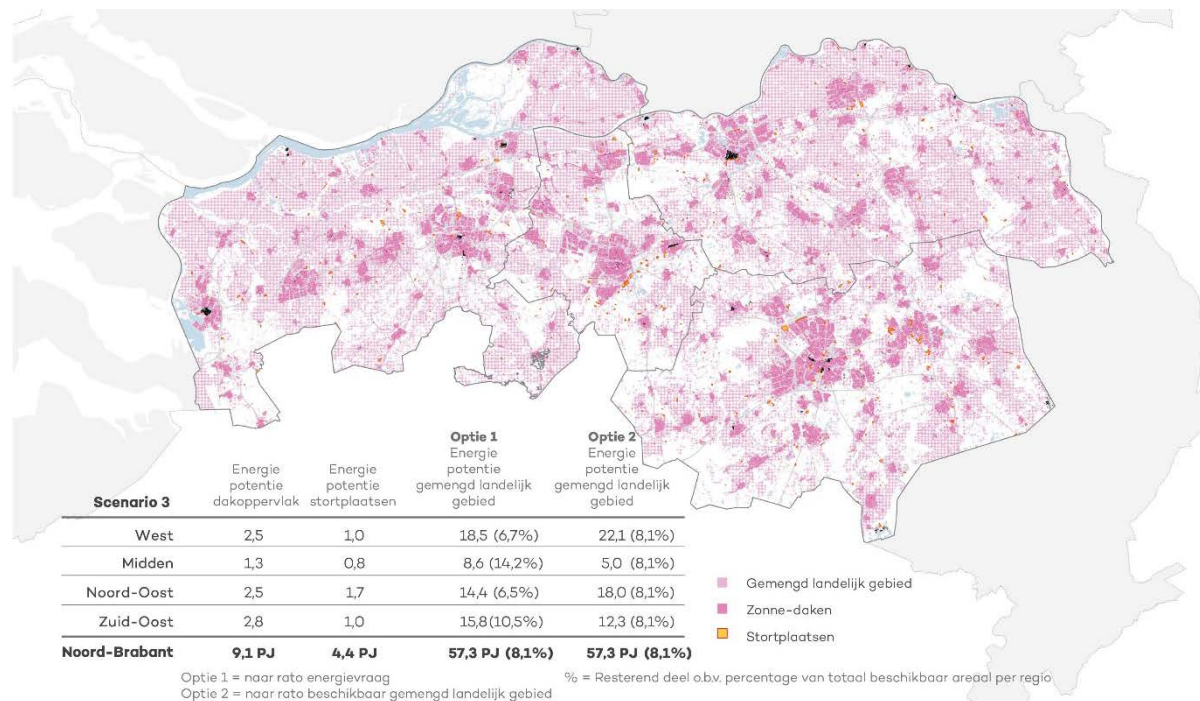
In dit scenario wordt het totaal verwachte elektriciteitsverbruik in 2050 hernieuwbaar opgewekt met zonne-energie door eerst al het beschikbaar dakoppervlak te benutten, vervolgens de vuilstortlocaties en de transformatiegebieden en de restvraag binnen gemengd landelijk gebied op te lossen.

Al het binnen de provincie effectief beschikbaar dakoppervlak wordt aangewend om zonne-energie op te wekken. Bij beschermde stadsgezichten en monumenten wordt een correctie doorgevoerd aangezien de potentie daar een stuk lager ligt. Ook alle stortlocaties worden ingezet om zonne-akkers te plaatsen. Daarnaast worden hier alle transformatiegebieden ingevuld met zonne-akkers. De kleine restvraag die overblijft wordt opgewekt binnen het gemengd landelijk gebied. Hierbij wordt het natuurnetwerk Brabant gezien als restrictie en daar dus geen zonne-akkers geplaatst.

Optie 1 laat de op te wekken energie zien binnen het gemengd landelijk gebied naar rato van het energieverbruik van de betreffende regio. Optie 2 laat de op te wekken energie zien binnen het gemengd landelijk gebied naar rato van beschikbare areaal gemengd landelijk gebied binnen de betreffende regio.

Stel dat je – na de daken, stortplaatsen en zoekgebieden - de resterende energievraag binnen de regio opwekt op basis van de regionale energievraag dan heb je in West-Brabant 2,9PJ aan zonnevelden nodig wat overeenkomt met 1,1% van het in West-Brabant gelegen gemengd landelijk gebied. Stel dat je de resterende energievraag binnen de regio opwekt op basis van het beschikbaar gemengd landelijk gebied dan heb je in West-Brabant 3,5PJ aan zonnevelden nodig wat overeenkomt met 1,4% van het in West-Brabant gelegen gemengd landelijk gebied. Dit komt omdat in West-Brabant het grootste areaal gemengd landelijk gebied is te vinden.

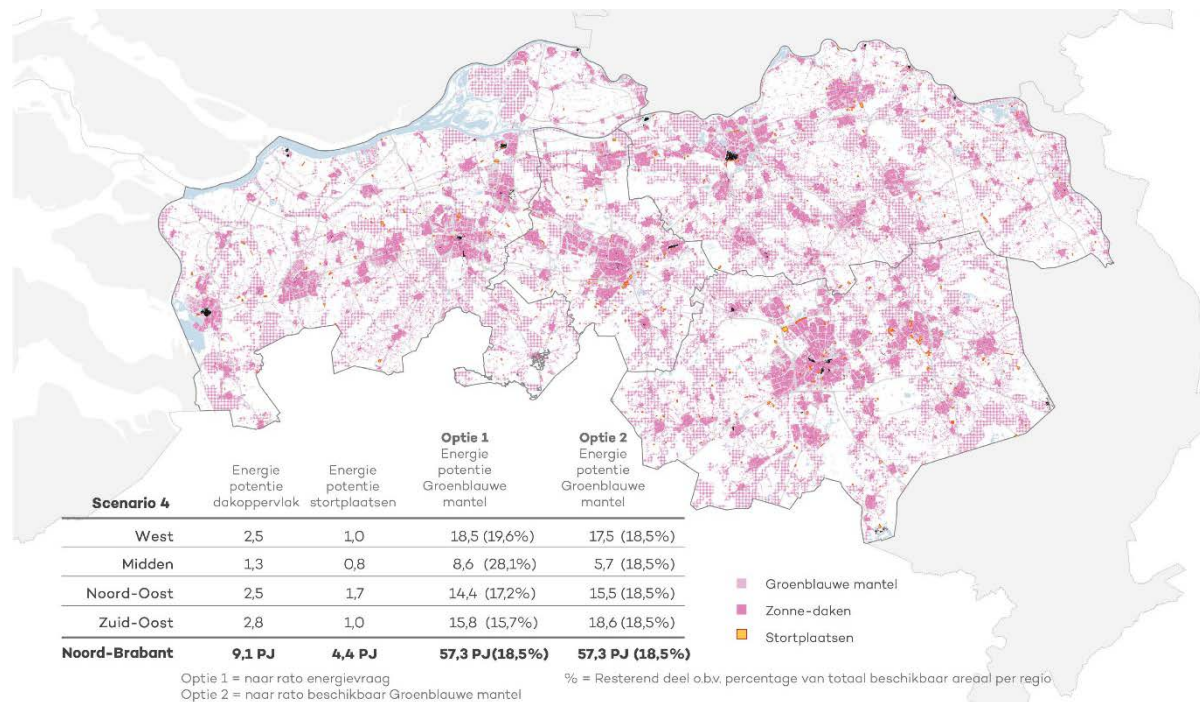
**Scenario 3: Maximaal - aansluiten bij verwachte energievraag 2050
beschikbaar dakoppervlak+vuilstortlocaties+gemengd landelijk gebied**



In dit scenario wordt het totaal verwachte elektriciteitsverbruik in 2050 hernieuwbaar opgewekt met zonne-energie door eerst al het beschikbaar dakoppervlak te benutten, vervolgens de vuilstortlocaties en de restvraag binnen gemengd landelijk gebied op te lossen.

Al het binnen de provincie effectief beschikbaar dakoppervlak wordt aangewend om zonne-energie op te wekken. Bij beschermde stadsgezichten en monumenten wordt een correctie doorgevoerd aangezien de potentie daar een stuk lager ligt. Ook alle stortlocaties worden ingezet om zonne-akkers te plaatsen. Daarnaast wordt het resterende deel opgewekt binnen het gemengd landelijk gebied. Hierbij wordt het natuurnetwerk Brabant gezien als restrictie en daar dus geen zonne-akkers geplaatst.

Scenario 4: Maximaal - aansluiten bij verwachte energievraag 2050 beschikbaar dakoppervlak+vuilstortlocaties+groenblauwe mantel

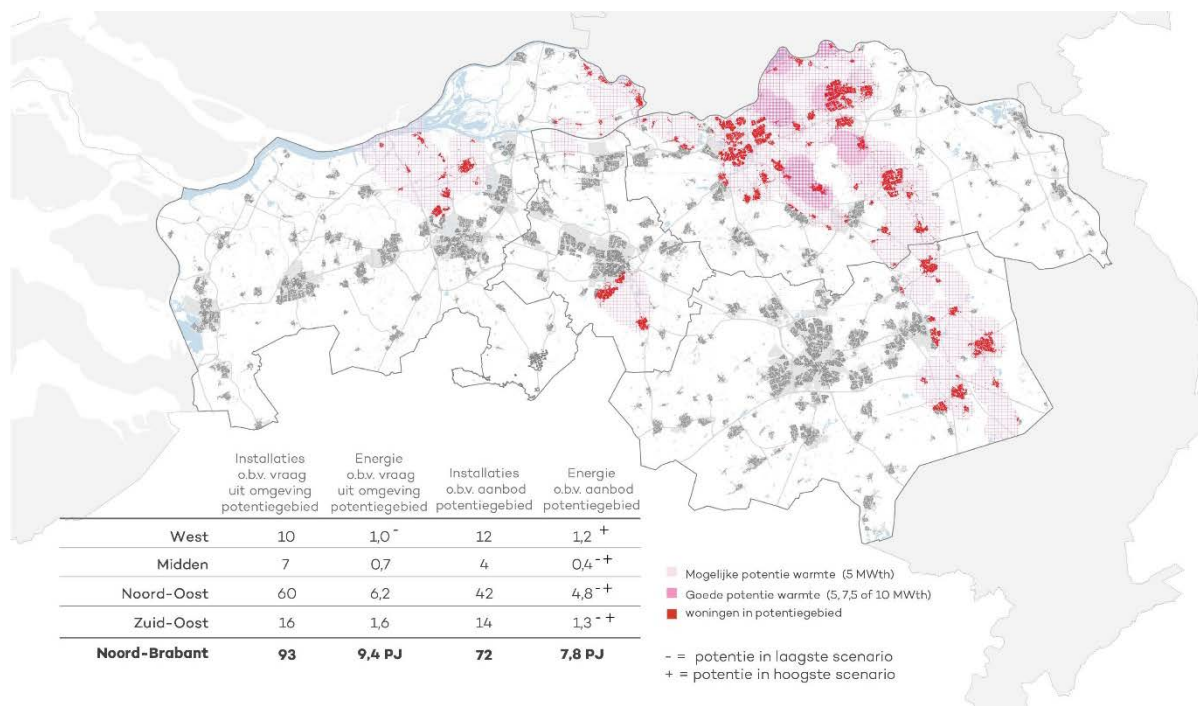


In dit scenario wordt het totaal verwachte elektriciteitsverbruik in 2050 hernieuwbaar opgewekt met zonne-energie door eerst al het beschikbaar dakoppervlak te benutten, vervolgens de vuilstortlocaties en de restvraag binnen de groenblauwe mantel op te lossen.

Al het binnen de provincie effectief beschikbaar dakoppervlak wordt aangewend om zonne-energie op te wekken. Bij beschermde stadsgezichten en monumenten wordt een correctie doorgevoerd aangezien de potentie daar een stuk lager ligt. Ook alle stortlocaties worden ingezet om zonne-akkers te plaatsen. Daarnaast wordt het resterende deel opgewekt binnen de groenblauwe mantel. Hierbij wordt het natuurnetwerk Brabant gezien als restrictie en daar dus geen zonne-akkers geplaatst.

4.3 Geothermie

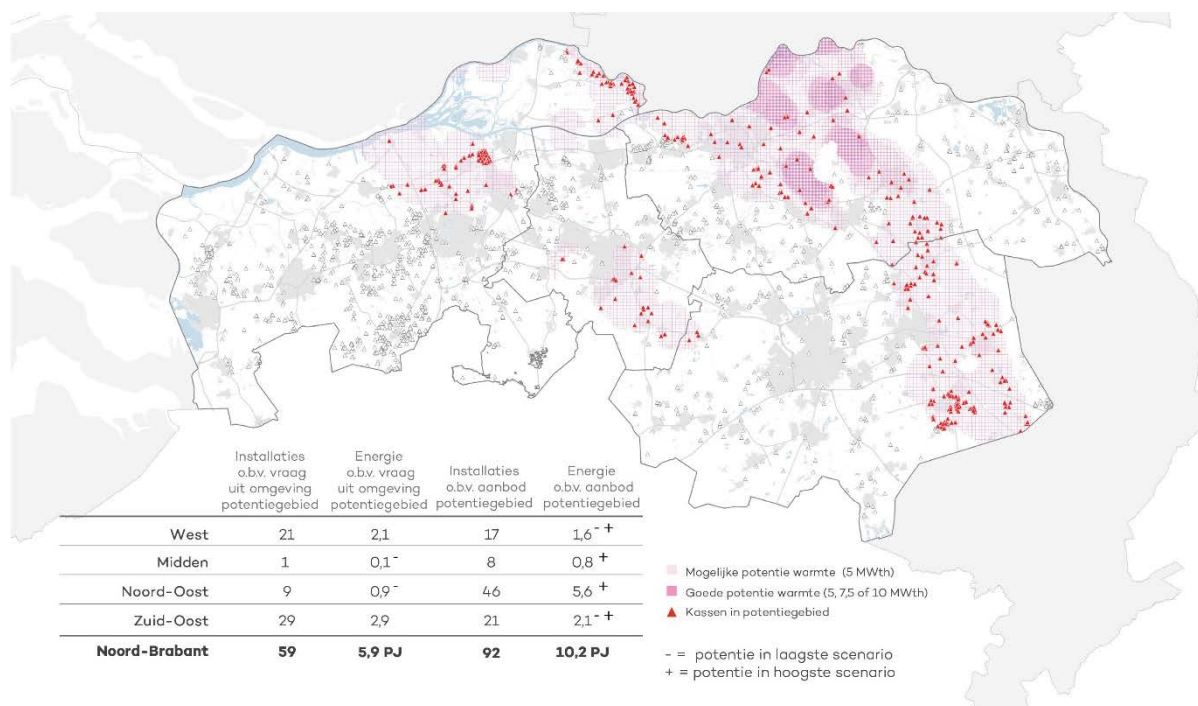
Maximaal potentieel Geothermie (woningen)



In dit scenario wordt maximaal gezocht naar een combinatie van geschiktheid van de ondergrond en de bovenliggende aanwezigheid van woningbouwlocaties met een voldoende vraag naar warmte. In de figuur hierboven is de potentie inzichtelijk gemaakt op basis van de verwachte warmtevraag van woningbouwlocaties in gebieden geschikt voor geothermie. Soms lijkt de potentie in een gebied echter groter, maar kan daar op dit moment geen afnemer bij worden gevonden binnen 1.500 meter afstand.

In de eerste kolom van de tabel is het aantal potentiële installaties weergegeven op basis van de energievraag uit de omgeving (binnen het potentiegebied voor geothermie). In de tweede kolom de hierbij behorende energiepotentie. In de derde kolom is aangegeven hoeveel installaties op basis van de ondergrondse potentie kunnen worden geplaatst. In de laatste kolom de bijbehorende energiepotentie. Dit betekent dat in regio West-Brabant er meer potentie in de ondergrond aanwezig is dan dat er binnen 1.500 voldoende vraag is bij woningen.

Maximaal potentieel Geothermie (kassen)

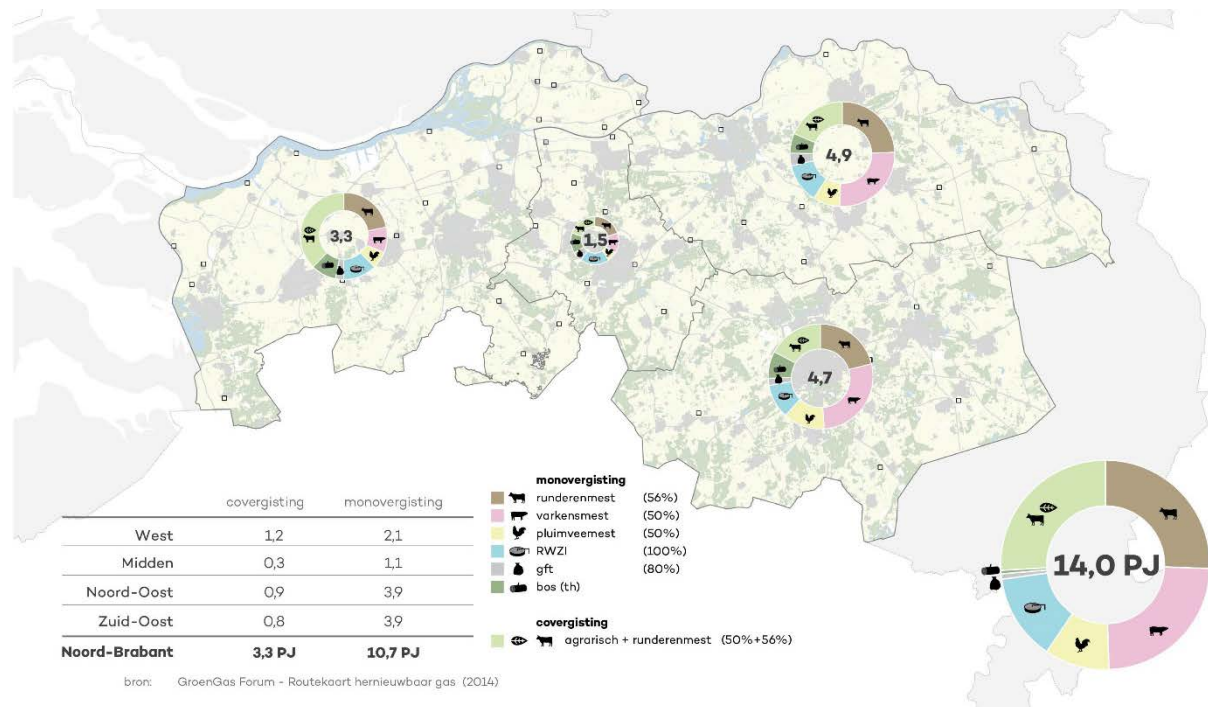


In dit scenario wordt maximaal gezocht naar een combinatie van geschiktheid van de ondergrond en de bovenliggende kassencomplexen. In de figuur hierboven is de potentie inzichtelijk gemaakt op basis van de verwachte warmtevraag van kassen in gebieden geschikt voor geothermie. Soms lijkt de potentie in een gebied echter groter, maar kan daar op dit moment geen afnemer bij worden gevonden binnen 1.500 meter afstand.

Dit betekent dat in regio Noord-oost Brabant er meer potentie in de ondergrond aanwezig is dan dat er binnen 1.500 voldoende energievraag is bij kassen.

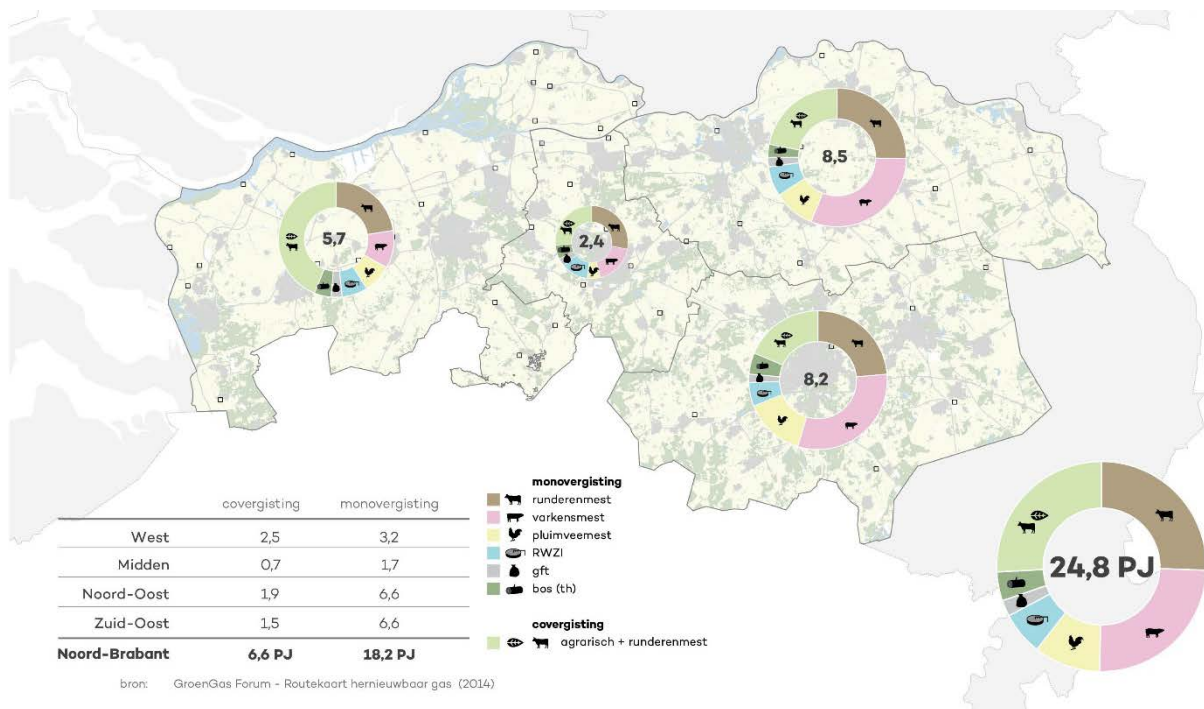
4.4 Biomassa

Minimaal potentieel Biomassa



Het eerste scenario voor biomassa gaat ervan uit dat niet alle biomassa stromen daadwerkelijk gewonnen kunnen worden. Dit omdat enkele van deze stromen al voor andere doeleinden benut worden of in de praktijk lastig te winnen zijn. Dit levert zodoende een lager potentieel op dan het maximale scenario voor biomassa.

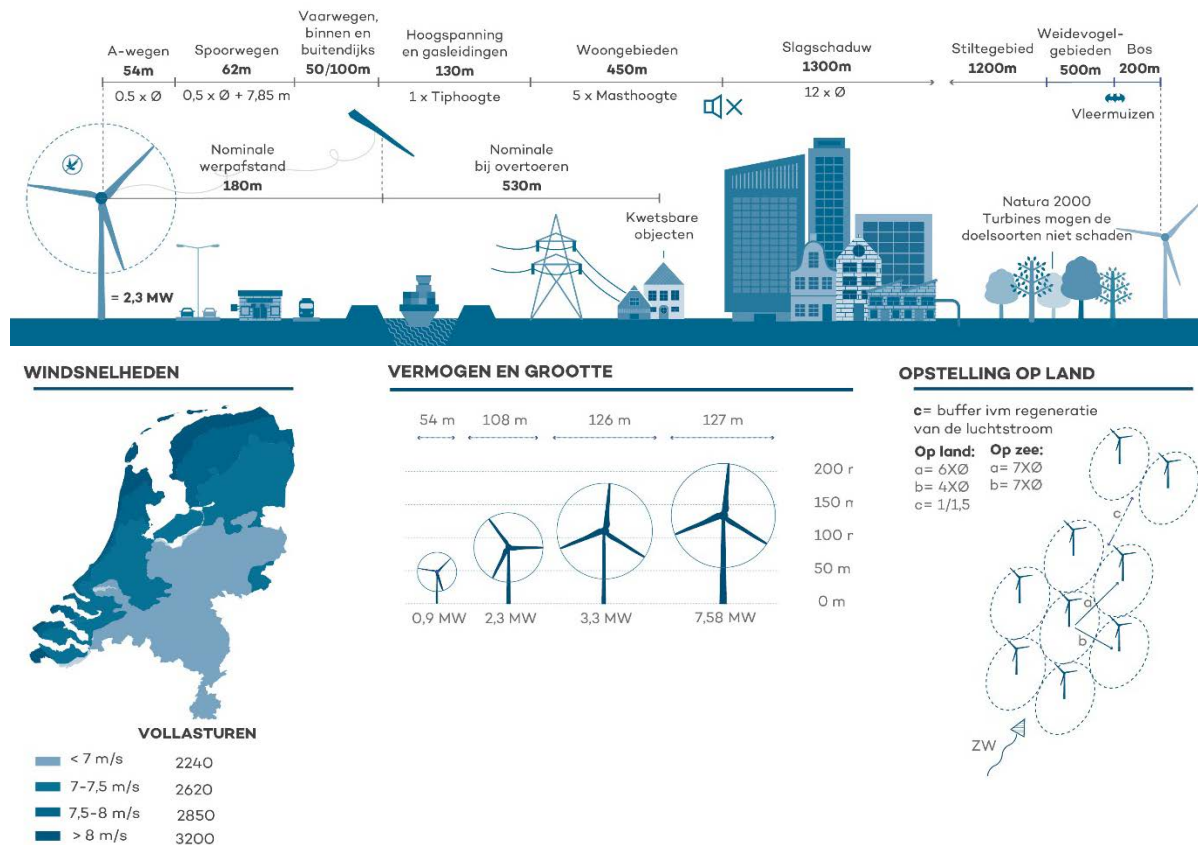
Maximaal potentieel Biomassa



Het tweede scenario voor biomassa gaat er wel van uit dat alle biomassa stromen daadwerkelijk gewonnen kunnen worden. Hiermee wordt logischerwijs een veel hoger potentieel bereikt.

5 ONDERBOUWING POTENTIE HERNIEUWBARE ENERGIE

5.1 Wind



Techniek en plaatsing

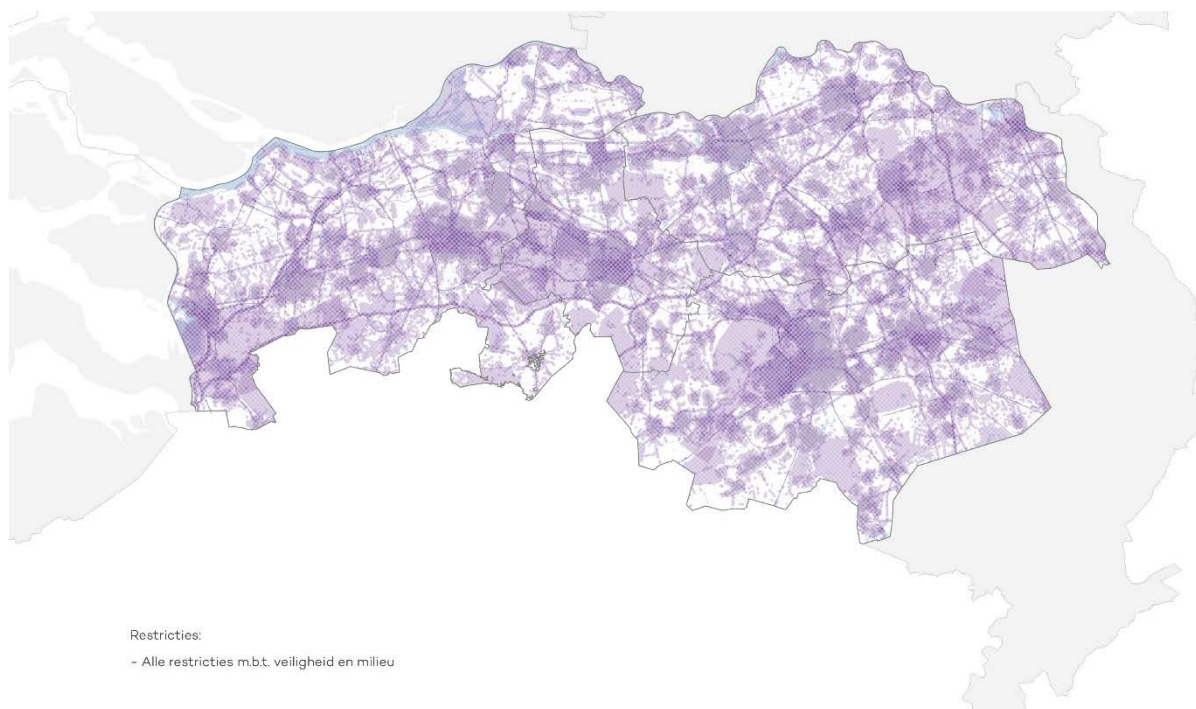
Windenergie is de energie die besloten ligt in een bewegende luchtstroom. Hoe sneller de lucht stroomt, hoe meer energie deze bevat. Waar vroeger de beweging van molenwieken direct omgezet werd in de beweging van een molensteen of waterpomp, drijven moderne molens een turbine aan die elektriciteit opwekt. Hoe hoger de windkracht, hoe groter de capaciteit van een turbine moet zijn om de beschikbare windsnelheid zo goed mogelijk te benutten. De hoeveelheid opgewekte windenergie is afhankelijk van het weer en kent dus pieken en dalen, wat gevolgen heeft voor de opslag en transport van energie.

De gebruikte turbines in deze studie zijn, inclusief de rotorbladen, tussen de 100 en 200 meter hoog. Windturbines halen energie uit de luchtstroom, zijn daarmee van invloed op de kracht van de doorstromende lucht. Dit betekent dat bij achter elkaar geplaatste turbines, de opbrengst afneemt. Voor een maximale opbrengst moeten daarom de volgende regels in acht worden genomen.

Afstand tot andere windturbines:

- 4 keer de rotordiameter haaks op de overheersende windrichting en 6 keer de rotordiameter in de overheersende windrichting
- Turbines worden in lijnopstellingen geplaatst.
- Maximaal 3 lijnen achter elkaar, daarna minimaal 1,5 km buffer i.v.m. regeneratie van de luchtstroom.

Harde restricties



De mogelijkheden voor het plaatsen van windturbines is onderhevig aan wet- en regelgeving die betrekking heeft op de bescherming van milieu of personen. Rondom bebouwing en infrastructuur zijn veiligheidsbuffers vastgesteld en vanuit de milieu- en natuurregelgeving worden beperkingen opgelegd. Deze restricties gelden in dit onderzoek als 'harde' randvoorwaarden. Deze buffers worden vastgesteld aan de hand van de afmetingen van de turbine. Een kleinere turbine heeft meer plaatsingsmogelijkheden dan een grote turbine, maar kan echter weer minder energie produceren.

In deze verkenning zijn de volgende restricties als harde restrictie meegenomen:

- geluidszones rondom woonkernen
- veiligheidszones rondom kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten
- veiligheidszones rondom A-, N- en S-wegen
- veiligheidszones rondom spoorwegen
- veiligheidszones rondom hoogspannings-, gas- en buisleidingen
- invloedzones rondom vaarroutes
- veiligheidszones of hoogtebeperking rondom luchthavens en laagvlieggebieden
- beschermingszones rondom waterkering
- veiligheidscontour rondom categoriale industrie
- uitsluiting van stiltegebieden
- uitsluiting van nationale natuurmonumenten
- invloed zones van bestaande windturbines

Tot slot heeft er een correctie plaatsgevonden bij de berekeningen, waarbij geen turbines kunnen worden geplaatst op bestaande bebouwing, wegen en in waterwegen.

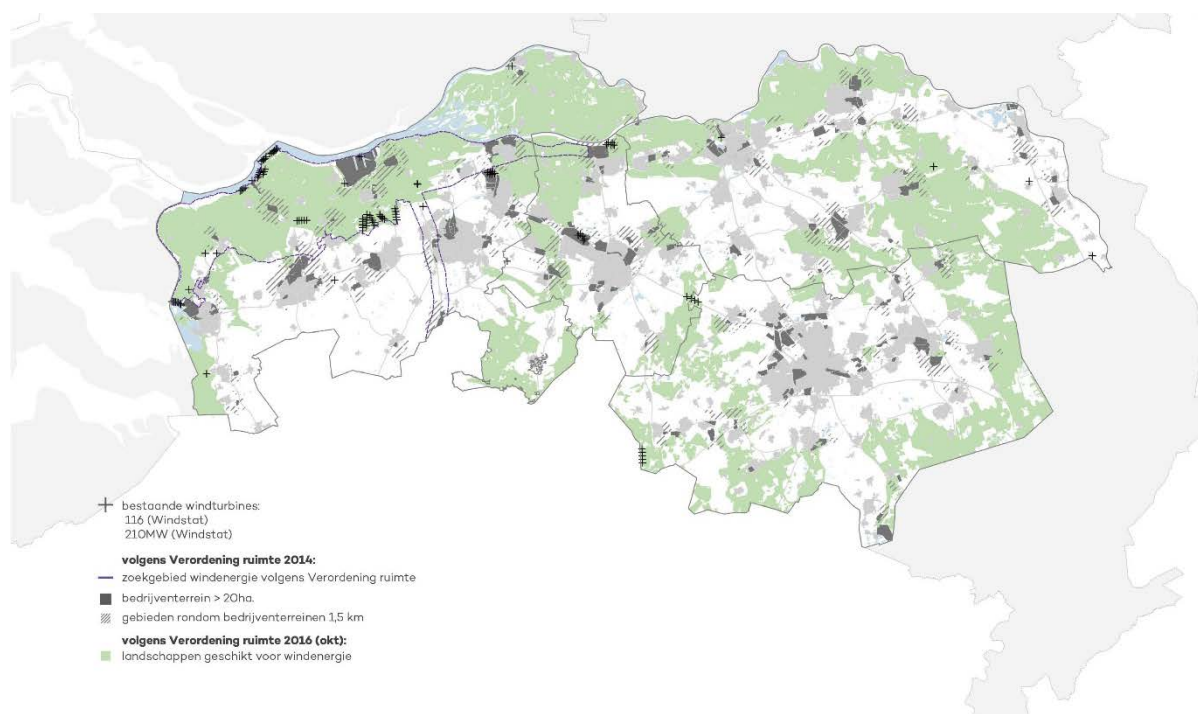
* Slagschaduw die wordt veroorzaakt door het ronddraaien van de wieken is in deze studie niet meegenomen. Voor dit probleem bestaan technische oplossingen als het automatisch tijdelijk stopzetten van de turbine bij een bepaalde stand van de zon.

Zachte restricties of condities

Naast de harde restricties, bestaan er restricties met een meer subjectief karakter en die door de lokale autoriteiten bepaald kunnen worden. Deze randvoorwaarden kunnen per locatie verschillen. Veelal is er wel een mogelijkheid voor windenergie, mits deze geen schade aanricht aan doelsoorten of condities. In de Structuurvisie Ruimtelijke Ordening wordt het natuurnetwerk Brabant (NNB) omschreven als gebied dat vanwege de natuurwaarden niet mag worden aangetast of enkel onder strikte voorwaarden. Hier rekening mee houdend is dit gebied in het tweede scenario uitgesloten voor de plaatsing van windturbines.

Windenergie in de Verordening ruimte

De huidige Verordening ruimte stelt voor windturbines dat deze geplaatst kunnen worden op of aansluitend aan middelzware of zware bedrijventerreinen die groter zijn dan 20 ha of in het zoekgebied in West-Brabant. In oktober 2016 wordt een besluit van Provinciale Staten van Noord-Brabant verwacht, waarbij er, onder voorwaarden, meer ruimte in Brabant wordt geboden voor windenergie. Randvoorwaarde is dat de locatie past binnen de algemene uitgangspunten van de Structuurvisie ruimtelijke ordening, dat wil zeggen 'in landschappen die zich qua maat en schaal lenen voor het plaatsen van windenergie'. In overleg met de provincie kunnen de volgende landschappen uit de gebiedspaspoorten potentieel in aanmerking komen voor windenergie: Zeekleipolder, Oeverwal, Komgrond, Jonge zandontginning, Langstraat, Peelkernontginning en Peelrandontginning.

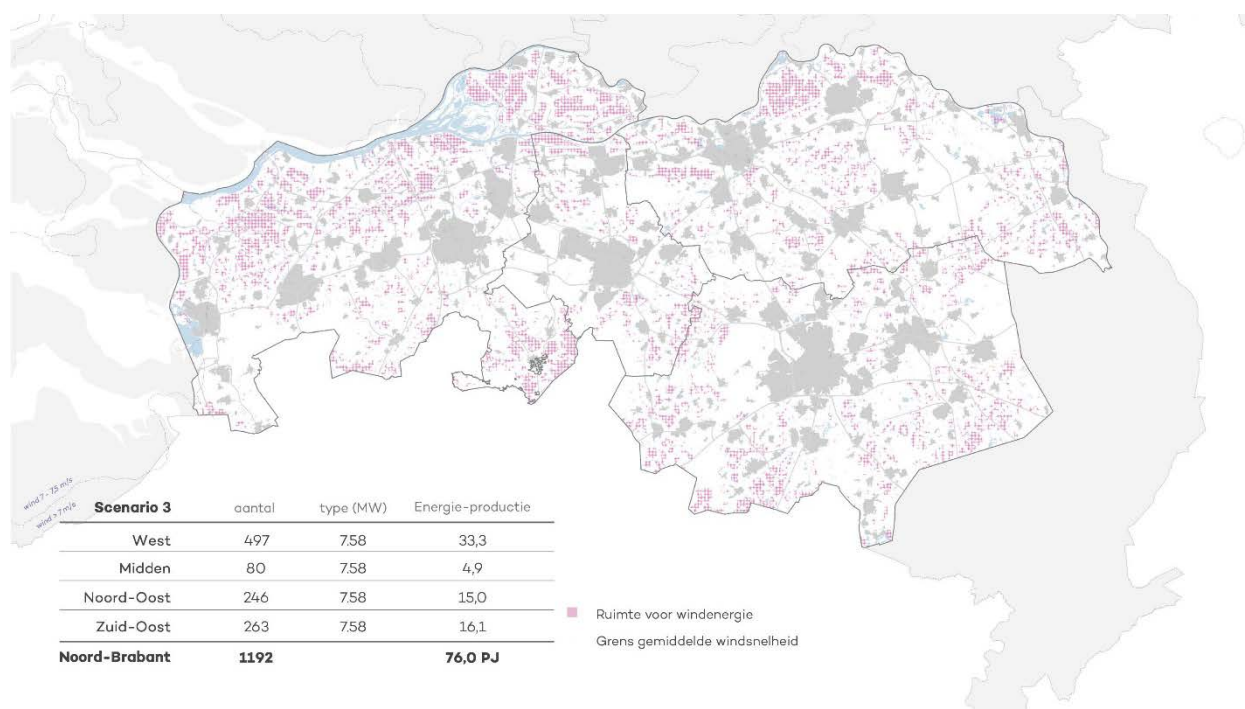


Opbrengst

De potentiële opbrengst van een windturbine is afhankelijk van de gemiddelde windsnelheid die geldt op de plek waar de turbine staat. Bij een hogere windsnelheid is het aantal vollasturen⁴ hoger, wat inhoudt dat de potentiële opwekking van energie hoger is.

De ruimte die overblijft na het aftrekken van alle restricties en condities, is beschikbaar voor windenergie. Een 'theoretisch maximum' kan worden bepaald door deze ruimte volledig te gebruiken voor windturbines, rekening houdend met de ruimtelijke restricties en condities. In de vergelijking van de individuele regio's is gebruik gemaakt van dezelfde standaard als die voor de hele provincie is genomen. Op deze manier kunnen de regio's onderling goed vergeleken worden. De hoogste potentie voor windenergie bevindt zich in de regio West-Brabant. Wanneer gekeken wordt naar de verschillende turbines dan is de hoogste energieopbrengst te realiseren met de grootste turbines. Tegelijk kunnen er hiervan het kleinste aantal worden geplaatst als gevolg van de bijbehorende beperkingen voor veiligheid en milieu.

Maximum scenario 3 (Harde restricties + NNB) Windturbine 7,58MW



	Oppervlakte beschikbaar gebied (ha.)	Aantal turbines	Opwekking PJ
Noord-Brabant	54.949	1.192	76
West	25.128	497	33
Midden	3.721	80	5
Noord-oost	12.931	246	15
Zuid-oost	13.167	263	16

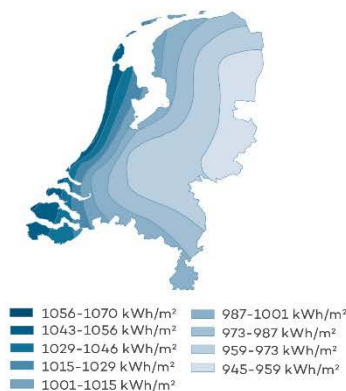
⁴ Een vollastuur is de hoeveelheid tijd per jaar dat een windturbine draait op vol vermogen

5.2 Zon



Zon

OPBRENGST ZONNEPANELEN



In deze verkenning is de potentie van zonne-energie berekend voor de opwekking van elektriciteit. Zonne-energie kan worden opgewekt door zonlicht om te zetten in elektriciteit door middel van fotovoltaïsche cellen (PV-cellen).

Het percentage van de invallende zon die PV-cellen kunnen omzetten naar elektriciteit is nog laag. Er is dan ook een groot oppervlak aan panelen nodig om elektriciteit op te wekken. Voor één huishouden is dat ongeveer 40m². De elektriciteit uit PV-cellen kan lokaal gebruikt worden of teruggeleverd worden aan het stroomnet.

Het vermogen van een PV-paneel wordt aangeduid in Wattpiek (Wp) onder standaardomstandigheden. Hierbij is de sterkte van de invallende zonnestralen 1000W/m² loodrecht op het oppervlak en bij een temperatuur van 25 °C. Het rendement van panelen ligt tussen de 10 en 20%, dus theoretisch heeft een paneel van 1m² een vermogen van 100 tot 200 Wp. Omdat de plaatsings- en weersomstandigheden niet altijd ideaal zijn, wordt dit maximale vermogen vrijwel nooit gehaald. In deze studie is gerekend met het gewogen gemiddelde van de opbrengst van PV-systemen in Nederland in 2011.

Zon op daken

Techniek en plaatsing

De optimale plaatsingshoek in Nederland is 35° met een oriëntatie tussen zuidoost en zuidwest. Panelen kunnen zowel op platte als op schuine daken geplaatst worden. Op basis van de hoogtes van gebouwen kan er voor Noord-Brabant een inschatting gemaakt worden welke gebouwen een schuin dak hebben en welke een plat dak. Om de ongunstige oriëntatie uit te sluiten bij schuine daken is uitgegaan van een beschikbaarheid van 50% van het oppervlak. Daarvan is verondersteld dat de helft zuidgeoriënteerd is en de andere helft oostgeoriënteerd. Daarnaast dient er rekening gehouden te worden met obstakels op de daken zelf of in de directe omgeving. Uitgangssituatie voor de berekening is uiteindelijk een effectieve benutting van 18% van het beschikbare dakoppervlak binnen de provincie.

Restricties

Voor rijksmonumenten en panden binnen een rijksbeschermd stads- of dorpsgezicht geldt dat deze te maken hebben met extra randvoorwaarden bij het plaatsen van PV-cellen. Binnen deze verkenning wordt met deze restrictie rekening gehouden door de potentiële opbrengst ten opzichte van een normaal dak te halveren.

Opbrengst per m² opstelling

Voor PV-panelen op woningen is de opbrengst per jaar per vierkante meter dakoppervlak 0,3276 GJ/m² per jaar (oostgeoriënteerd) tot 0,3744 GJ/m² per jaar (zuidgeoriënteerd) is. Voor alle schuine daken is hier aangenomen dat de helft oost- en de helft zuidgeoriënteerd is. Daarmee is de opbrengst dus gemiddeld 0,351 GJ/m² voor schuine daken. Voor PV-panelen op platte daken is de opbrengst per jaar 0,3744 GJ/m².

Van het totaal dakoppervlak (20.484 ha.) binnen de provincie is 18% (3.687 ha.) aangenomen als beschikbaar dakoppervlak. Daarvan is het deel van platte daken vermenigvuldigd met de opbrengst per m² van platte daken en hetzelfde voor de schuine daken maar dan met de gemiddelde opbrengst voor schuine daken. Dit levert een maximale opwekkingspotentie op van 9,1 PJ.

	Effectief benutbaar dakoppervlak (ha.)	Opwekking PJ
Noord-Brabant	3.687	9,1
West	1.026	2,5
Midden	524	1,3
Noord-oost	1.004	2,5
Zuid-oost	1.133	2,8

Zonne-akkers

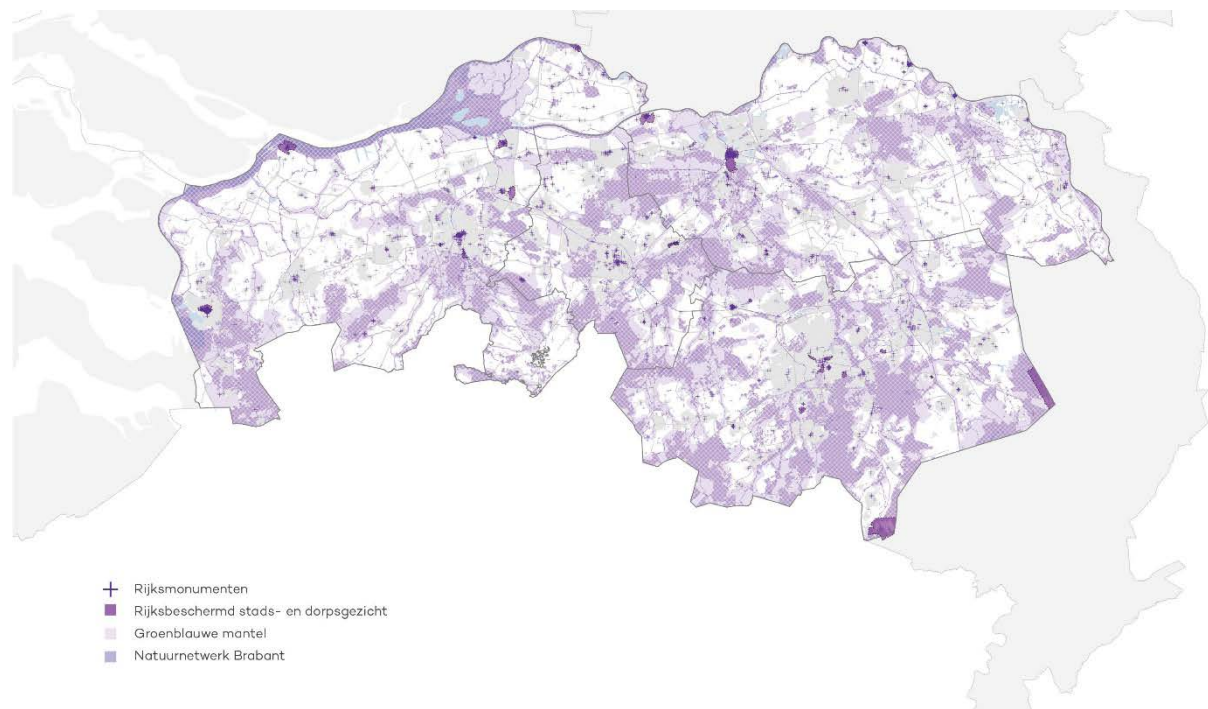
Techniek en plaatsing

De optimale plaatsingshoek in Nederland is 30-34° met een oriëntatie tussen zuidoost en zuidwest. Bij plaatsing op velden worden er vaak meerdere panelen van ca. 1,6 m² boven- en naast elkaar geplaatst op beweegbare stellages waarbij de hoogte tussen de 1,5 tot ca 1,8 m bedraagt en de stellages ver genoeg uit elkaar moeten staan zodat ze elkaar niet beschaduen. Bij plaatsing in het open veld moet rekening gehouden worden met omringende objecten die schaduw kunnen werpen, zoals bebouwing of bomenrijen. Daarnaast dient enige afstand te bewaard te worden tot infrastructuur of activiteiten die schade kunnen opleveren.

Doordat de panelen op maaiveldniveau geplaatst worden, kunnen relatief lage objecten ze al grotendeels aan het zicht onttrekken. Hierbij kan gedacht worden aan dijkjes, bosschages die vaak langs wegen aangeplant worden, bebouwing of bestaande heggen rond de velden.

In deze verkenning is aangenomen dat zonne-akkers gerealiseerd kunnen worden op oude stortplaatsen, en hergebruiklocaties. Daarnaast kunnen zonnepanelen op het beschikbare areaal gemengd landelijk gebied worden geplaatst en de zoekgebieden voor stedelijke ontwikkeling. De resterende vraag kan/moet op agrarische gronden. Hierbij is het onderscheid gemaakt tussen gemengd landelijk gebied en Groenblauwe mantel.

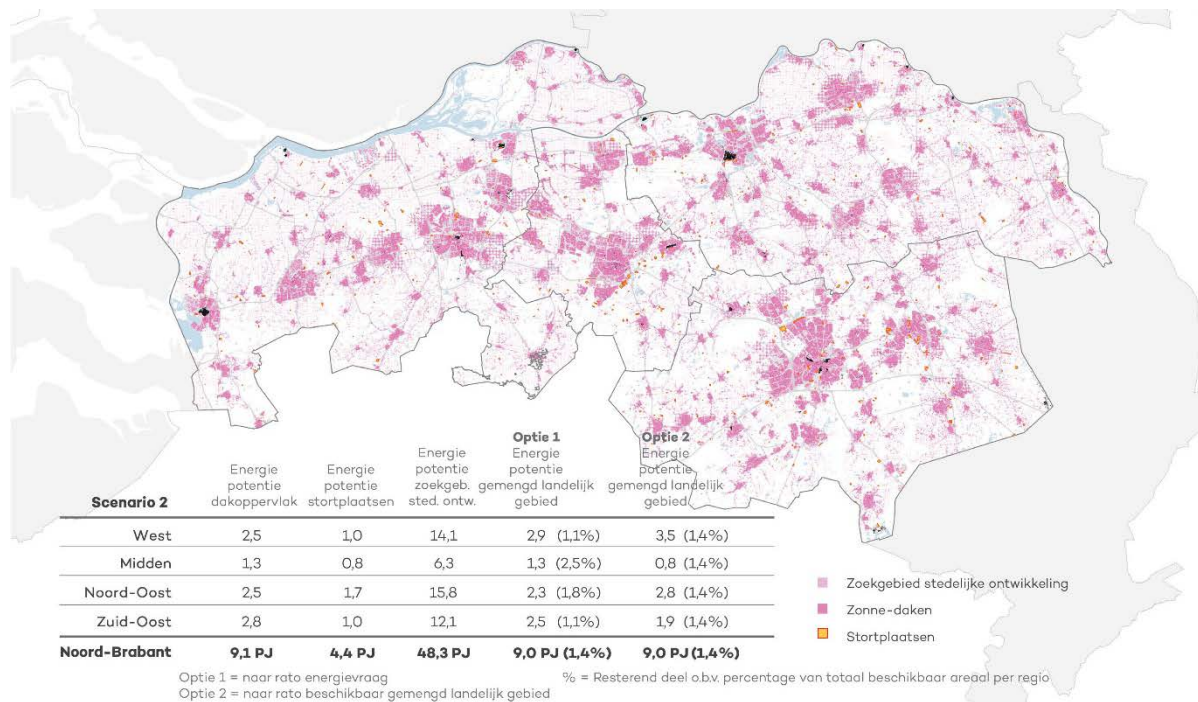
Restricties



De groenblauwe mantel binnen de provincie Noord-Brabant betreft agrarisch gebied, waar de natuur- en landschapswaarden als zeer belangrijk worden geacht voor de identiteit van de provincie. Binnen het gemengd landelijk gebied staat de ontwikkeling van de landbouw voorop.

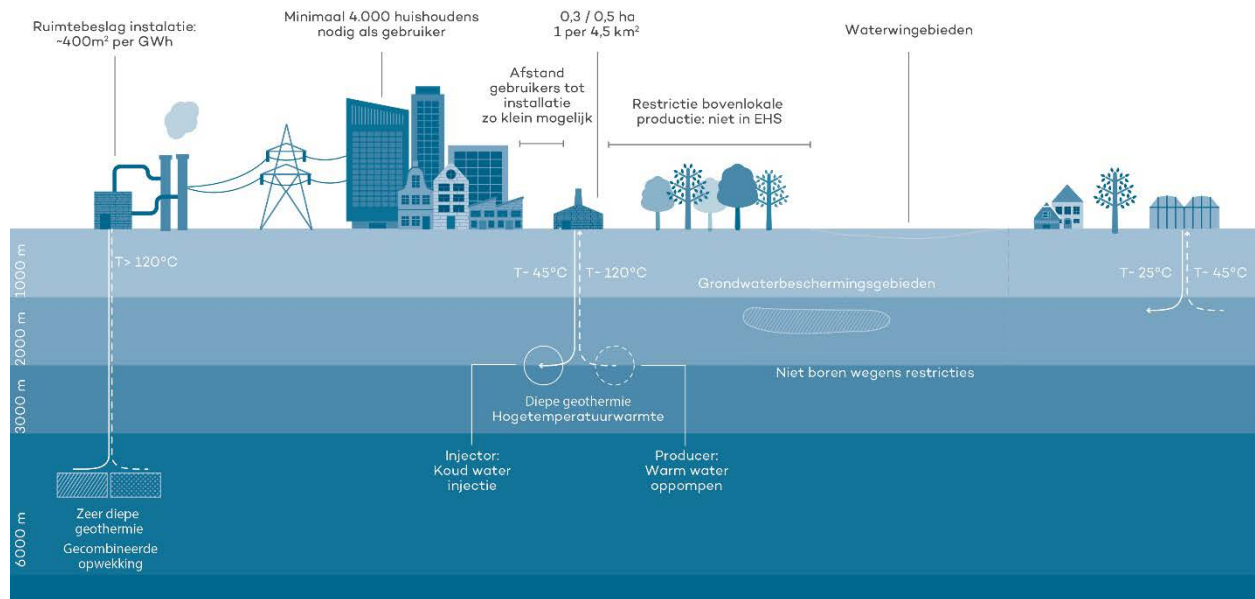
Opbrengst per m2 opstelling

Voor commerciële zonne-akkers is de opbrengst per jaar per vierkante meter grondoppervlak 0,3978 GJ.

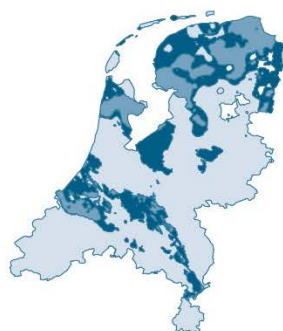


Bovenstaand scenario bestaat uit 2 opties die tot hetzelfde potentieel optellen. De eerste optie zoekt na de daken en de stortplaatsen de resterende energievraag naar rato van de energievraag van de verschillende regio's en de tweede optie zoekt de resterende energievraag naar rato van de beschikbaar areaal gemengd landelijk gebied.

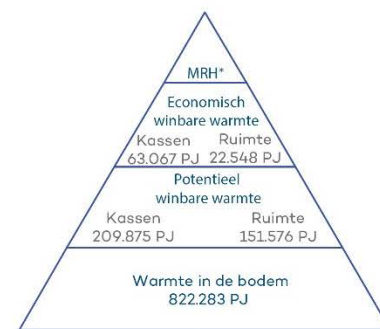
5.3 Geothermie en warmte



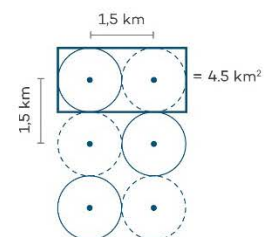
GEOTHERMIE POTENTIE



onbekend
 mogelijke potentie
 goede potentie



*gekoppeld aan warmte afnemer



Trias-laag

De potenties zoals die in dit onderzoek naar voren komen, zijn gebaseerd op gegevens van TNO voor heel Nederland, waarbij op 1.200m (voor kassen) en 2.000m (voor woningen) onder maaiveld de temperatuur van het water in de grond is bepaald. Vanaf een bepaalde watertemperatuur is een laag in potentie geschikt voor geothermie. Of de laag ook daadwerkelijk geschikt is, is onder meer afhankelijk van de compactheid/doorlatendheid van deze laag. Dit zal gericht onderzoek desgewenst verder uit moeten wijzen.

In Brabant is op dit moment het meeste bekend over de zogenaamde Trias-laag. Onderzoek naar deze laag heeft aangegeven dat er vooral potenties zijn voor geothermie in de in deze laag aanwezige breukvlakken in globaal het gebied Made/Tilburg en bij Helmond. De rest van de Trias-laag is te compact om direct water uit op te pompen.

Daarnaast is in België onderzoek gedaan naar de potenties voor geothermie in het zogenaamde 'Kolenkalk'; een laag onder het Trias. Op basis van een aantal succesvolle ultradiepe boringen heeft men in België geconstateerd dat deze laag in potentie geschikt is voor diepe geothermie. Deze laag strekt zich op grote diepte ook uit onder Brabant. Echter, voor Brabant is voor deze laag geen seismische informatie beschikbaar op basis waarvan eerste aannames kunnen worden gedaan.

In West-Brabant gaat onderzocht worden of warmte van geringe diepte (1000 m) gewonnen kan worden ten behoeve van de glastuinbouw. Hierbij moet het water met behulp van warmtepompen bij verwarmd worden tot de gewenste temperatuur.

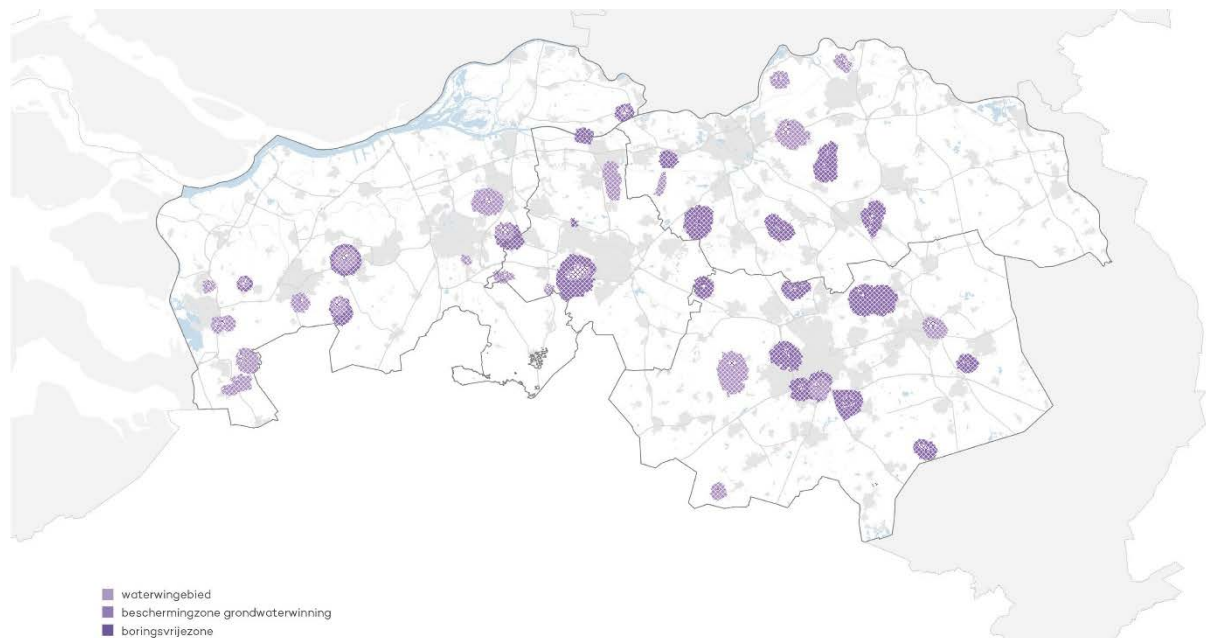
Techniek en plaatsing

Bij geothermie wordt gebruik gemaakt van aardwarmte. In deze verkenning is uitgegaan van installaties die een relatief lage productietemperatuur leveren van minimaal 65 °C voor woningen en minimaal 45°C voor kassen en waarbij enkel warmte wordt gewonnen en geen omzetting naar elektriciteit plaatsvindt. Voor dat laatste is een veel hogere productietemperatuur nodig. De hier gekozen installaties zijn gebaseerd op de referentie-installatie uit de SDE+ 2015 en draaien 5.500 uur per jaar. Een geothermische installatie is het meest zinvol in gebieden waar de warmte in de directe omgeving gebruikt kan worden, zodat bij het transport van warmte zo min mogelijk verliezen optreden. Wij gaan uit van een maximale afstand van 1,5 km. Gebieden met een hoge warmtevraag zijn stedelijk gebied, bedrijventerreinen en glastuinbouwgebieden. Als de installatie afgebouwd is, kan hij goed worden ingepast in de bebouwde omgeving. Inpassing lijkt daarmee met name in nieuw te ontwikkelen gebied interessant, of in gebieden die getransformeerd gaan worden.

De putten die nodig zijn bij deze installaties gaan minstens 1.200m(voor kassen) en 2.000m(voor woningen) diep om water met een geschikte temperatuur te bereiken. In deze verkenning wordt uitgegaan van bekende data die door TNO openbaar beschikbaar worden gesteld. Deze data geven inzicht in de te verwachten temperatuur van het grondwater op een bepaalde diepte, maar geven geen inzicht in de bruikbaarheid van de betreffende aardlagen op specifieke locaties voor geothermie-doeleinden. Hiervoor zal per locatie of gebied specifiek onderzoek plaats moeten vinden.

Bij een aangenomen ondergrondse afstand van 1,5 km tussen injector(pompt koude naar reservoir) en producer(haalt warmte naar de oppervlakte) is het ruimtebeslag $1,5 \text{ km} \times 3 \text{ km} = 4,5 \text{ km}^2$. Uiteraard is dit een vereenvoudiging en kan ook onder een hoek geboord worden zodat de installatie niet exact in het midden van de $4,5 \text{ km}^2$ hoeft te staan. Tijdens de boring is de benodigde ruimte minimaal 0,06 en maximaal 1 hectare. De bovengrondse ruimte die benodigd is voor de centrale is 0,3 tot 0,5 hectare.

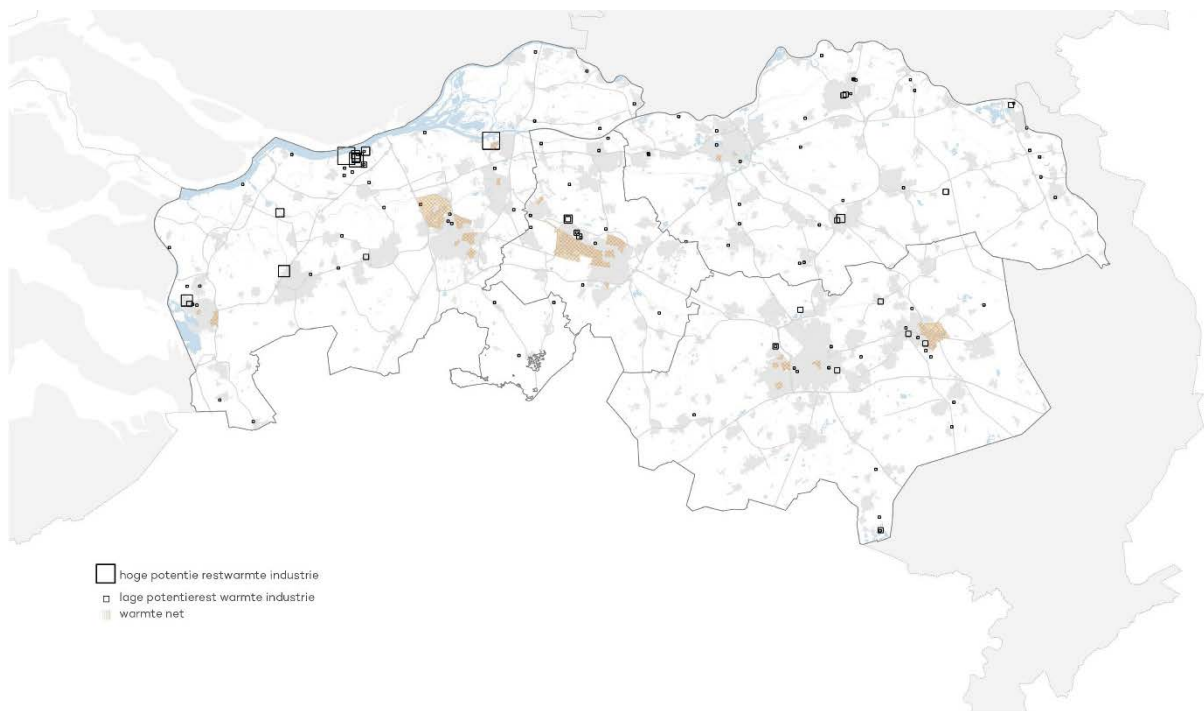
Restricties



Restricties voor het toepassen van geothermie worden bepaald door de gebieden waar beperkingen gelden voor het boren in de ondergrond. In deze verkenning zijn de boringsvrije zones uitgesloten bij de bepaling van de potentie. De waterwingebieden en beschermingszones voor grondwaterwinning worden aangeduid als mogelijke restricties. Afhankelijk van de boortechnieken en randvoorwaarden kunnen deze gebieden later nog worden uitgesloten.

Restwarmte industrie

In dit onderzoek is gekeken naar de mogelijkheid om restwarmte uit de industrie in te zetten voor de verwarming van woningen. Dit onderzoek gaat niet zo ver dat er inzicht gegeven kan worden in hoge temperatuur restwarmte 200°C en lage temperatuur restwarmte 120°C. In Noord-Brabant is op een aantal plekken industrie aanwezig die mogelijk beschikken over restwarmte, blijkt uit de data van RVO (emissieregistratie). De bedrijven die over de meeste restwarmte beschikken zitten in de energiesector, chemische industrie, afvalindustrie en de voedselindustrie. Deze bedrijven hebben naar schatting tussen de 1 PJ en de 5 PJ aan restwarmte per jaar over. Het is interessant als deze restwarmte kan worden aangesloten op het bestaande warmtenet. Daarnaast moet altijd worden bekeken of er direct meegekoppeld kan worden met geothermische installaties om het bereik van deze installaties te vergroten door het ontwikkelen van nieuwe of het uitbreiden van bestaande warmtenetten. Bijvoorbeeld in het gebied tussen Breda, Moerdijk en Geertruidenberg zou hiervoor potentie kunnen zijn. Ook rond Tilburg en Helmond bestaan hiervoor mogelijk kansen.



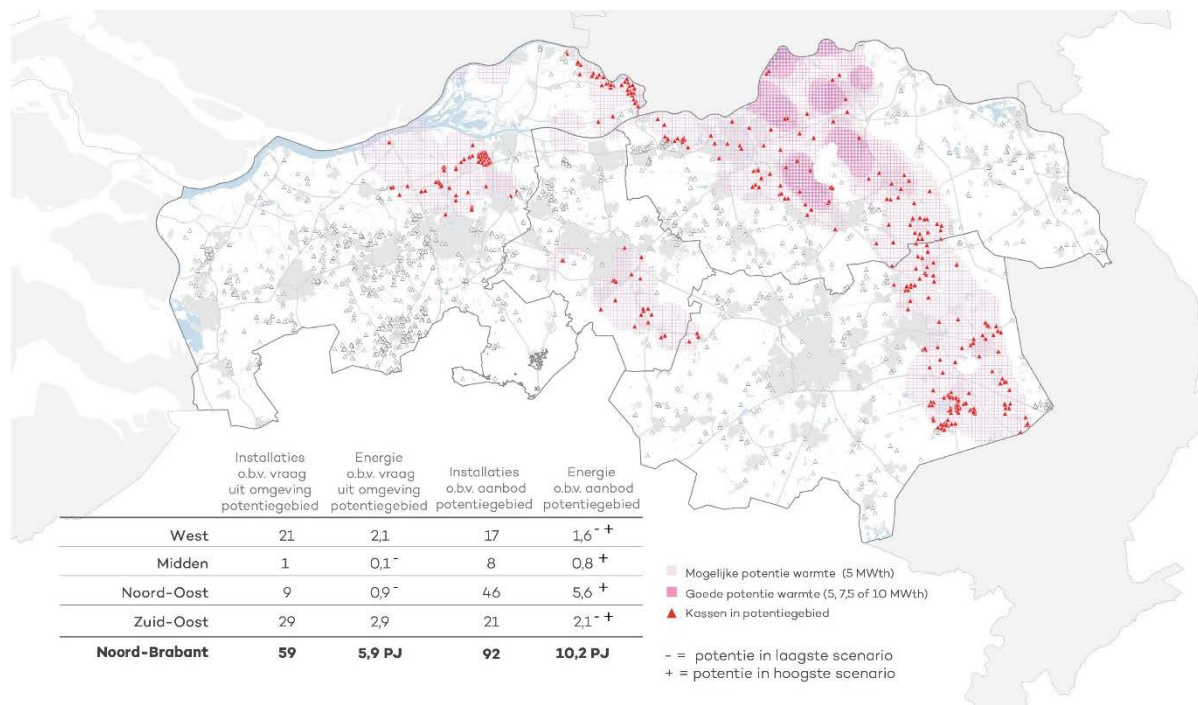
Opbrengst

De opbrengst per installatie is afhankelijk van de potentie van de ondergrond en het gemak waarmee de warmte die in de ondergrond aanwezig is kan worden bereikt. Op de kaarten is te zien welke zones de meeste potentie hebben voor kassen en voor woningbouw. In de berekeningen van de potentie is rekening gehouden met de kans op een succesvolle boring van de bijbehorende installatie.

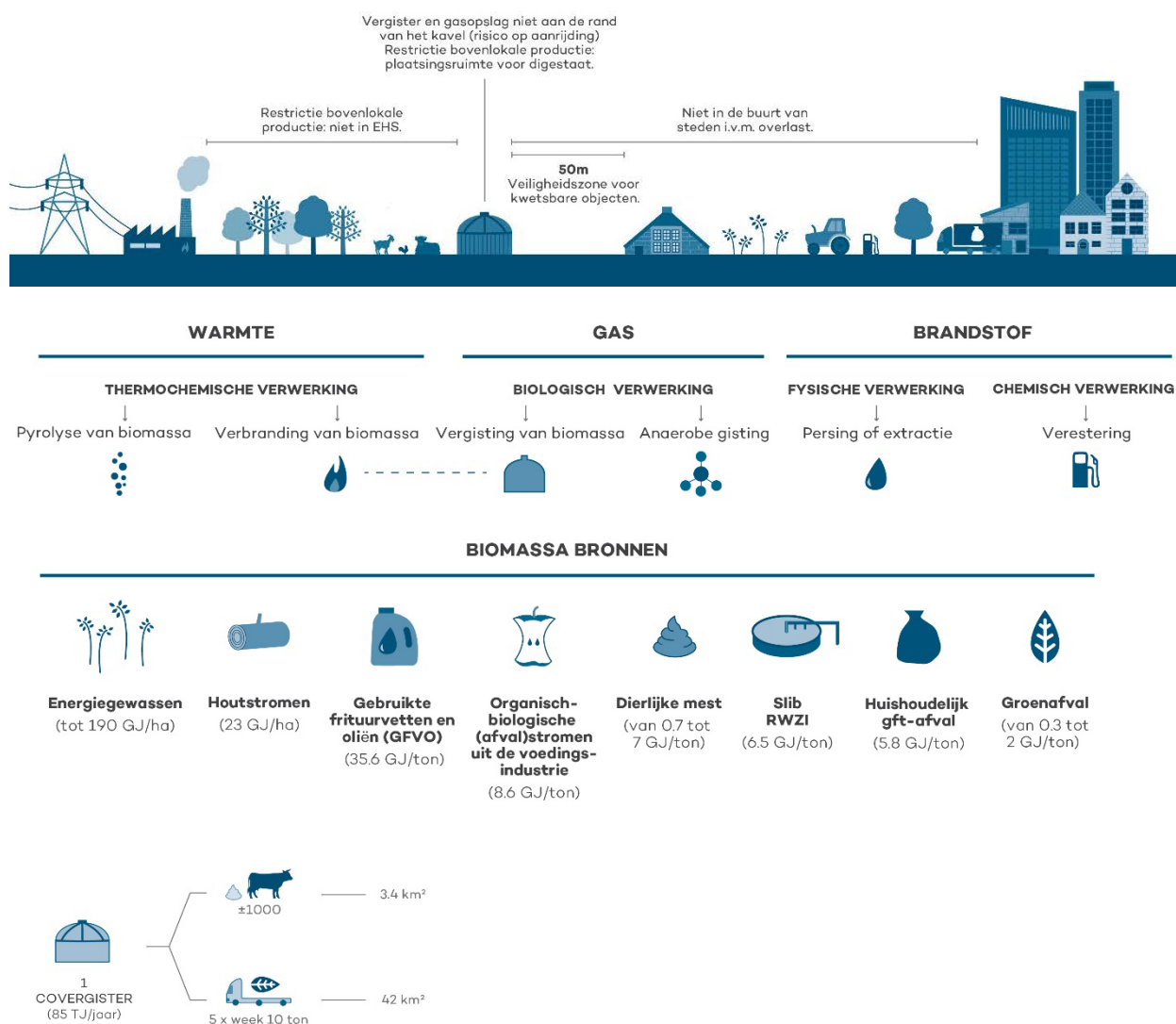
Per installatie is 4,5 km² aan ondergrondse ruimte nodig zoals is te lezen in 'techniek en plaatsing'.

Als minimale grootte van een woonkern als afzetgebied, is een omvang van ca. 4.500 huishoudens genomen.

Door het oppervlak van de verschillende potentiegebieden binnen 1,5 km van de voornaamste afzetgebieden te vermenigvuldigen met de kans dat het genoemde vermogen te bereiken is en te delen door de benodigde ruimte per installatie, kan het aantal installaties per woonkern of kassencomplex berekend worden. Er is altijd sprake van een potentie die aanwezig is in de ondergrond en een potentiële vraag, die wordt bepaald door de aanwezigheid van woningen of van kassen. De laagste waarde is bepalend voor het aantal installaties dat toepasbaar is en bepaald daarmee de potentiële opwekking.



5.4 Biomassa



Techniek en plaatsing

Bij co-vergisting wordt mest samen met ander organisch materiaal (snoeiafval, bermgras etc.) vergist. Het gas dat vrijkomt kan opgewerkt worden tot ruw biogas. Vervolgens kan dit biogas door middel van een warmtekracht koppeling (WKK) in elektriciteit en (rest)warmte worden omgezet, of opgewerkt worden tot groen gas. Het restproduct wordt gezien als mest en kan op het omringende land worden uitgereden. Het rendement van het opwerken naar groen gas is ongeveer 62%. Bij het omzetten van biogas middels een WKK is het elektrisch rendement laag, maar als zowel de vrijkomende mest als de (rest)warmte kan worden gebruikt, is een vergister toch aantrekkelijk. Binnen de provinciale grenzen zijn meerdere bronnen beschikbaar die potentieel ingezet kunnen worden voor het vergisten tot biogas.

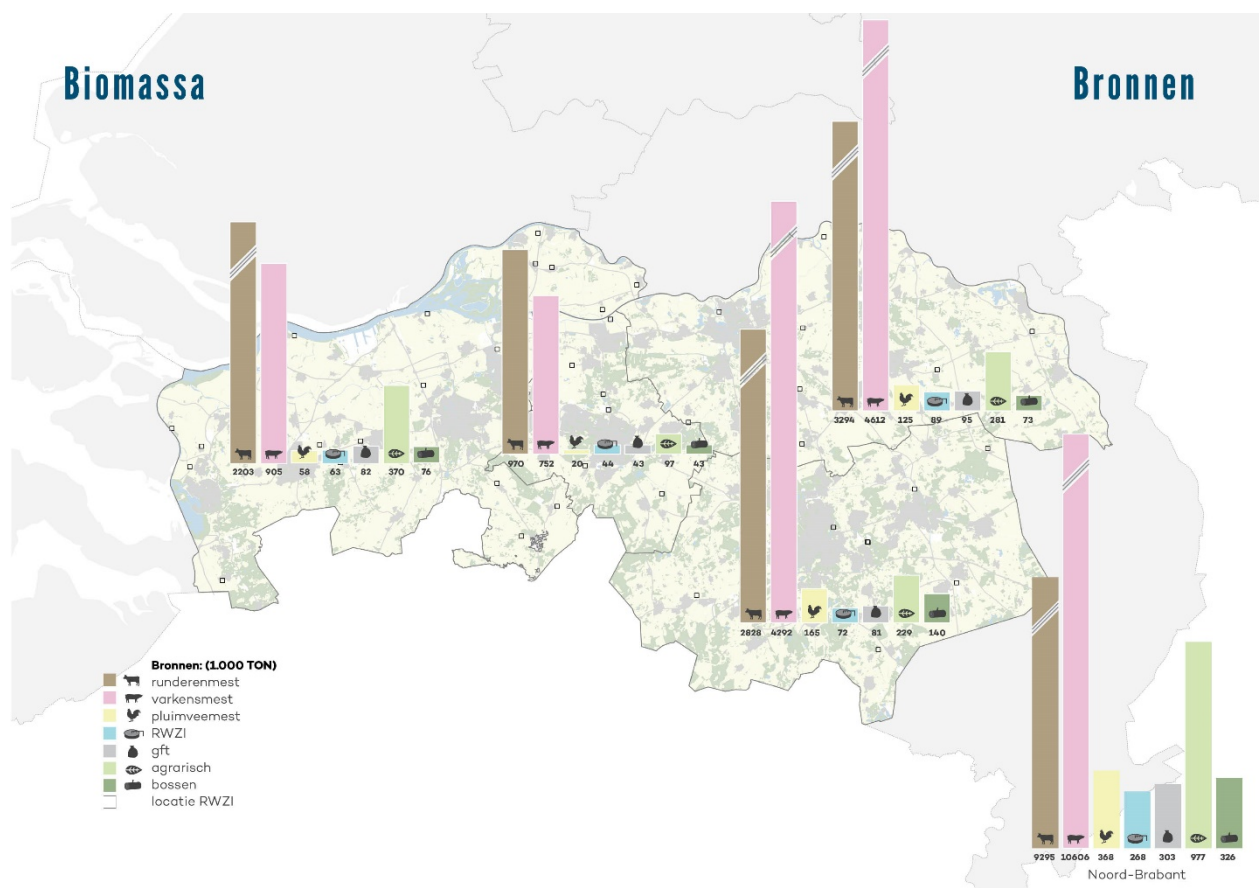
Binnen deze studie is allereerst de potentie berekend voor co-vergisting, waarbij de reststoffen van gras en akkerland worden samengevoegd met rundermest. Voor de resterende potentiële reststromen van rundermest, varkensmest, pluimveemest, gft-afval en slib uit RWZI is de potentie voor biogas berekend aan de hand van monovergisting.

Voor de plaatsing van een installatie geldt:

- Voor de aanvoer van organisch materiaal moet de installatie bereikbaar zijn voor vrachtwagens;
- Er is voldoende ruimte nodig voor de opslag van organisch materiaal, mest, digestaat, en eventueel gas.
- Bij moderne installaties is de geuroverlast minimaal, echter kan er bij onderhoudswerkzaamheden enige overlast ontstaan, waardoor plaatsing nabij grote aantallen woningen niet de voorkeur verdient.

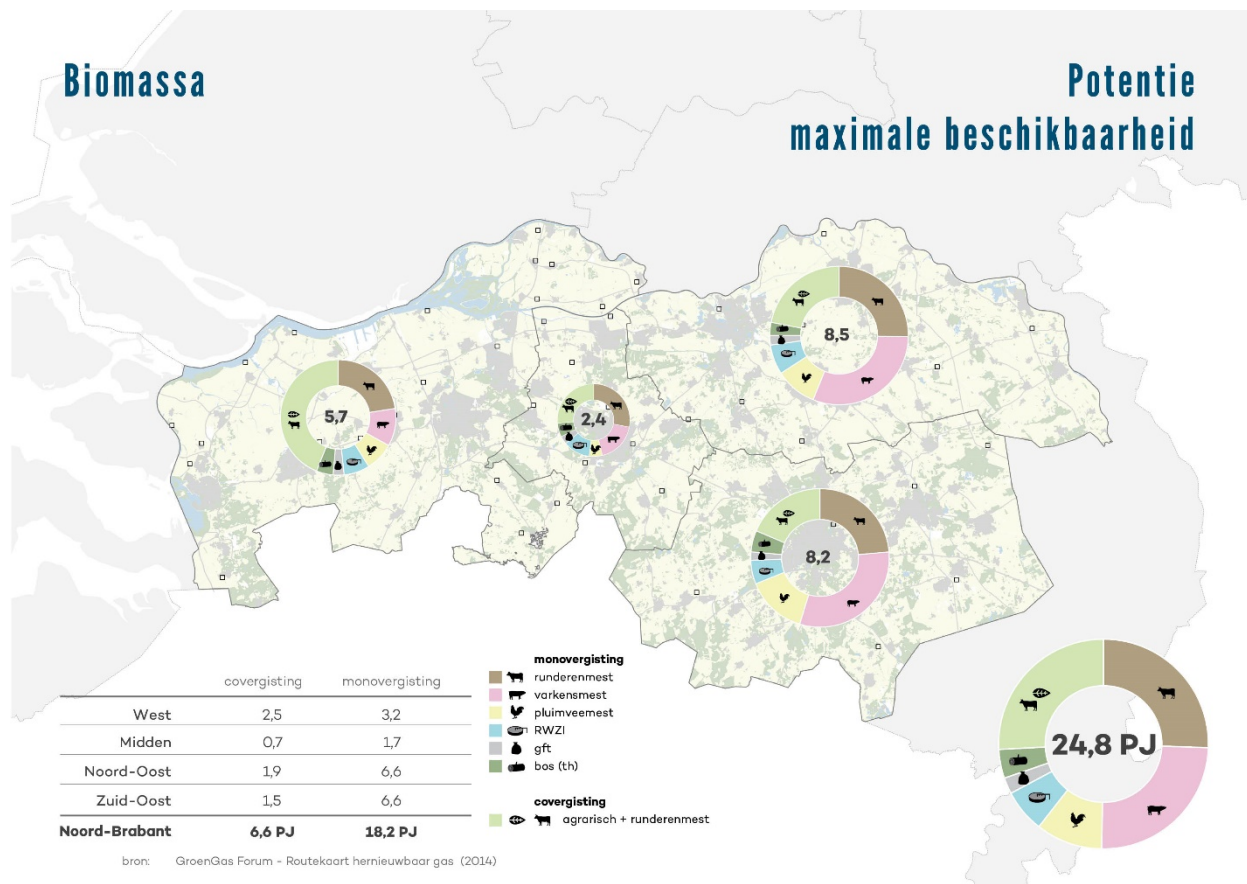
Beschikbaarheid van bronnen

De maximale potentie van biomassavergisting en biomassa co-vergisting is bepaald op basis van beschikbaarheid van alle reststromen. Een beperkende factor is de beschikbaarheid van de reststromen. Veel reststromen hebben al een bestemming en worden gebruikt in andere industrieën. Het minimumscenario is daarom gebaseerd op een verwachte beschikbaarheid van de bronnen voor biogas zoals deze is ingeschat door het Groengas forum (2014).



Opbrengst per installatie

Een co-vergistingsinstallatie is theoretisch simpel op te schalen door vergisters en bijbehorende voorzieningen bij te plaatsen. De schaal van een vergistingsinstallatie wordt voornamelijk bepaald door de beschikbare hoeveelheid mest, droge stof en de plaatsingsruimte voor digestaat. Daarnaast is een installatie die gekoppeld is aan de WKK enkel aantrekkelijk als de restwarmte nuttig kan worden gebruikt in de directe omgeving. In dit voorbeeld wordt gerekend met een standaardtype vergister die 505 Nm³/h ruw biogas produceert (of 315 Nm³/h groen gas). Dit is qua afmetingen te vergelijken met een bio-WKK installatie van 1,1 MWe. Dit is het type installatie dat nog kan worden toegepast onder de MER-grens. Één installatie die 8000 vollasturen draait levert daarmee per jaar 84,84 TJ/jaar.



Voor monovergisting is de verwachting van de potentiële biomassa opbrengst in 2030 van het Groengasforum terug geschaald naar de omvang van de reststromen voor de provincie Noord-Brabant.

GFT:	0,002 TJ/ton
Rundermest:	0,0007 TJ/ton
Varkensmest:	0,0006 TJ/ton
Kippenmest:	0,0071 TJ/ton
RWZI:	0,0065 TJ/ton
Gras en Akkerland:	0,0023 TJ/ton

6 CONCLUSIES



- Het is in theorie mogelijk om in de provincie energieneutraal te zijn in 2050 (bij optelling van de maximale scenario's).
 - o Bij realisatie van deze doelstelling zijn er dus nog keuzes te nemen in de energiemix, al zullen de maatregelen wel altijd substantieel zijn.
 - o Dit levert bijvoorbeeld een landschap op waarin de benodigde elektriciteitsvraag opgewekt wordt met zonne-energie voornamelijk uit zonne-akkers, er een productielandschap bestaat van wind in het gemengd landelijk gebied en de groenblauwe mantel. Tevens wordt alle geothermische potentie en biomassa aangewend.
 - Overschotten aan elektriciteit van wind kunnen worden uitgeruild tegen de benodigde brandstoffen en gas.
- Om de ruimtelijke impact zo minimaal mogelijk te houden is het essentieel om maximaal te besparen.
- Het is tevens van belang te besparen op gas/warmte/brandstof om de opgewekte energie zoveel mogelijk aan te laten sluiten bij de energievraag.
- Wanneer het door gekozen scenario's niet mogelijk blijkt om met hernieuwbare energiebronnen binnen de provincie energieneutraal te worden kan het resterende deel via eventuele overschotten uit naastliggende provincies, wind op zee (naar rato provincie), dan wel de import van biomassa aangewend worden.
- Wind- en zonne-energie zijn momenteel de hernieuwbare bronnen met de grootste potentie, maar wel elk met een ander soort ruimtebeslag op het landschap.
 - o Tegelijk kunnen deze bronnen momenteel alleen elektriciteit leveren, de energiedrager waar na besparen niet de grootste vraag naar is binnen de provincie.
- Gezien de – ook na besparen – hoge vraag naar warmte lijken biomassa en geothermie zinvolle opties.
 - o Voor de daadwerkelijke potentie van geothermie zal nog wel nader onderzoek moeten worden gedaan. Zeker in combinatie met uitbreiding van warmtenetten en aankoppelen restwarmte

COLOFON

Deze studie is uitgevoerd door Posad in opdracht van Provincie Noord-Brabant

Posad:

Boris Hocks, Taco Kuijers, Jaap Witte,
Francesca Becchi, *Mario Doneddu, Irina Constantinescu*

Provincie Noord-Brabant:

Eltjo Kugel

Posad spatial strategies

Binckhorstlaan 36

2516 BE Den Haag

tel: 070 322 2869

mail@posad.nl

september 2016

