



Bijlagen bij Bouwstenen voor het Brabants energieperspectief

Provincie Noord-Brabant

Inhoud

1. Achtergrond bij Brabantse waarden	3
2. Verdieping Brabantse energievraag	7
3. Verdieping Brabants energieaanbod	41
4. Kaarten bij Brabantse opgaven	76

1. Achtergrond bij Brabantse waarden

De Brabantse waarden komen voort uit bijdragen van verschillende bronnen en stakeholders:

- Een breed perspectief: het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) van het Rijk, de energievisies van de andere Brabantse RES-regio's en de provinciale en gemeentelijke omgevingsvisies bevatten een set maatschappelijke waarden die zijn geïnventariseerd.
- Een perspectief vanuit de energieprofessionals bij de provincie, waarbij de provinciale speerpunten en specifieke kennis zijn ingebracht (werksessie 17 mei 2024).
- Bijdragen van stakeholders (werksessie 3 juli 2024) in het energiedomein (i.e. vertegenwoordiging van de Brabantse RES-regio's, gemeenten, netbeheerders, NPRES, Rijk, brancheverenigingen).
- Representatieve consultatie onder bijna 1.500 Brabanders naar wat zij van belang vinden bij de ontwikkeling van het energiesysteem (juni-juli 2024).

Deze bijdragen zijn getrechterd tot de drie Brabantse waarden: **betaalbaar**, **betrouwbaar** en **omgevingsbewust** voor het Brabants energieperspectief. Deze bijlage geeft een toelichting op de verschillende bijdragen en de vertaling naar de waarden betaalbaar, betrouwbaar en omgevingsbewust.

Een breed perspectief: het Nationaal Plan Energiesysteem

In het Nationaal Plan Energiesysteem wordt een set van zes maatschappelijke waarden gepresenteerd, die een inspiratie zijn voor de ontwikkeling van de Brabantse waarden:

1. Betaalbaar en economisch krachtig: Betaalbaarheid gaat om passende kosten voor gebruikers en zo laag mogelijke maatschappelijke kosten voor de

samenleving als geheel. Economisch krachtig betreft het bijdragen aan het toekomstig verdienvermogen van Nederland.

2. Betrouwbaar en veilig: Betrouwbaarheid betekent zekerheid van toegang tot energie. Veiligheid richt zich op het beperken van fysieke en digitale (veiligheids)risico's.
3. Duurzaam: Duurzaam betekent een klimaatneutraal energiesysteem voor 2050. En beperking van het gebruik van grondstoffen en het minimaliseren van de impact van het energiesysteem op natuur en biodiversiteit.
4. Rechtvaardig, participatief en transparante afweging van belangen: Een rechtvaardig energiesysteem is een systeem waaraan iedereen mee kan doen en inspraak heeft. De baten en lasten van het energiesysteem worden eerlijk verdeeld. Met "participatief" wordt bedoeld dat ruimte wordt geboden aan initiatieven en inspraak van burgers.
5. Ruimte en milieu: De energietransitie vraagt om ruimte. De kwaliteit van de leefomgeving, fysiek en milieutechnisch, moet worden geborgd.
6. Transparante afweging van belangen: De publieke belangen kunnen tegenstrijdig zijn. Afwegingen worden altijd transparant gemaakt.

Brabantse gemeenten

Brabantse gemeenten hebben in beleidsdocumenten, zoals de omgevingsvisie, maatschappelijke waarden gedefinieerd die voor hen van belang zijn. Deze zijn geïnventariseerd. De volgende vijf waarden komen daarbij structureel terug:

1. Milieu: De energietransitie moet plaatsvinden binnen de ecologische draagkracht van de natuur en kansen benutten die er zijn om de natuur te beschermen (bv. natuur inclusief bouwen).
2. Duurzaam: Besparing van energie en grondstoffen.

3. Ruimte: Beperken van ruimtegebruik (bv. combineren van ruimte voor energie met andere functies of kernenergie).
4. Betrouwbaar: Een robuust energiesysteem met diversiteit van bronnen.
5. Rechtvaardig: Een eerlijke verdeling van de lusten en lasten.

Een perspectief vanuit kennisdragers en experts bij de provincie

In een werksessie met kennisdragers en experts van de provincie zijn provinciale speerpunten en specifieke kennis ingebracht. Dit is vertaald naar de volgende top vijf van belangrijke waarden voor het energiesysteem:

1. Veiligheid: Dit houdt in het waarborgen van (externe) veiligheid, geen gevaar voor mens, dier of plant, reduceren van risico's, voor de volksgezondheid, veiligheid in transport en het beschermen van drinkwater en de natuur.
2. Betrouwbaar: Dit houdt in dat het energiesysteem een hoge leveringszekerheid heeft en dat er grenzen zijn aan de prijsvolatiliteit voor de burgers.
3. Betaalbaar: Iedereen moet in staat zijn om zijn of haar energierekening te betalen.
4. Rechtvaardig: Lusten en lasten worden eerlijk verdeeld en iedereen kan meedoen. Ook zijn afwegingen rondom het systeem transparant.
5. Milieu: Het toekomstig energiesysteem mag geen nadelige invloed hebben op de kwaliteit van de lucht, water, bodem en gezondheid.

Bijdragen van stakeholders in het energiedomein

Stakeholders in het energiedomein, waaronder vertegenwoordiging van de Brabantse energieregio's, gemeenten, netbeheerders, NPRES, Rijk en brancheverenigingen hebben tijdens een werksessie op 3 juli 2024 bijdragen gedeeld voor de waarden die zij van belang vinden voor de ontwikkeling van het Brabants energiesysteem. De volgende top vijf aan maatschappelijke waarden zijn hier uitgekomen:

1. Duurzaam: Het energiesysteem van Brabant is toekomstbestendig, klimaat- & CO₂-neutraal, hernieuwbaar, circulair in energie en grondstoffen. Het is zo min

mogelijk belastend voor het milieu en heeft zelfs een positieve bijdrage aan de omgeving.

2. Betrouwbaar: De levering van energie en grondstoffen is voorspelbaar en continu op de lange termijn. Het energiesysteem is robuust en vraag en aanbod zijn in balans.
3. Betaalbaar: Iedereen moet toegang kunnen hebben tot energie en de samenleving moet gezamenlijk de kosten kunnen dragen.
4. Klimaat: Het energiesysteem levert geen negatieve bijdrage aan het klimaat.
5. Rechtvaardig: De kosten voor het energiesysteem zijn rechtvaardig verdeeld.

Consultatie onder bijna 1.500 Brabanders

In juni en juli van 2024 heeft PON Telos 1.500 Brabanders geconsulteerd over wat zij van belang vinden bij de ontwikkeling van het Brabantse energiesysteem. De volgende top vijf waarden zijn hieruit naar voren gekomen:

1. Betaalbaarheid: Energie is een basisbehoefte en het moet toegankelijk blijven voor iedereen, ongeacht inkomen.
2. Gezondheid: Het energiesysteem mag absoluut geen negatieve invloed hebben op de gezondheid.
3. Veiligheid: In het toekomstig energiesysteem moet veiligheid voorop staan. Dit betekent een goede bescherming tegen cyberaanvallen, een onafhankelijk en betrouwbaar energiesysteem en de bescherming van de leefomgeving.
4. Betrouwbaarheid: Een energiesysteem wat consistent presteert en geen onverwachte storingen heeft, waardoor er continu toegang is tot energie.
5. Milieu: Men vindt het belangrijk dat een gezonde leefomgeving nu en in de toekomst geborgd wordt en dat de natuur beschermd wordt.

Vertaling naar de Brabantse waarden

Tabel 1 geeft een overzicht van de waarden. Dit laat zien hoe de bijdragen zijn samengebracht tot betrouwbaar, betaalbaar en omgevingsbewust.

Tabel 1. Vertaling ontvangen bijdragen tot voorstel Brabantse waarden.

Een breed perspectief: het Nationaal Plan Energiesysteem	Brabantse gemeenten	Een perspectief vanuit de professionals bij de provincie	Bijdragen van professionele stakeholders in het energiedomein	Consultatie onder bijna 1.500 Brabanders	Voorstel Brabantse waarden
Betrouwbaar	Betrouwbaar	Betrouwbaar	Betrouwbaar	Betrouwbaarheid	→ Betrouwbaar
Veiligheid		Veiligheid		Veiligheid	
Betaalbaar en economisch krachtig		Betaalbaar	Betaalbaar	Betaalbaarheid	→ Betaalbaar
Rechtvaardig, participatief en transparant	Rechtvaardigheid	Rechtvaardig	Rechtvaardig		
Ruimte en milieu	Ruimte en Milieu	Milieu	Klimaat	Milieu	→ Omgevingsbewust
				Gezondheid	
Duurzaam	Duurzaam		Duurzaam		

Betrouwbaar

Een betrouwbaar energiesysteem gaat over de zekerheid van en de toegang tot het energiesysteem. Dat geldt voor elke (potentiële) gebruiker: het Brabantse energiesysteem is er voor iedereen. De Brabanders drukken een betrouwbaar energiesysteem uit in:

- De samenleving mag ervan uitgaan dat energie beschikbaar is en het systeem werkt. Wij ontwikkelen hiervoor een robuuste energie-infrastructuur en maken gebruik van diverse energiebronnen.
- Het toekomstige energiesysteem functioneert betrouwbaar: de beschikbaarheid en toegang zijn voorspelbaar. Prijzen zijn stabiel en vooraf bekend voor gebruikers.
- Het energiesysteem is veilig voor externe invloeden en voor haar omgeving. Fysieke en digitale veiligheid zijn geborgd.
- Het toekomstig energiesysteem is ook betrouwbaar bij conflicten en crises, en daarmee onafhankelijk van geopolitieke spanningen.

Betaalbaar

Energie is een basisvoorziening voor inwoners en bedrijven. Daarom moeten bedrijven en huishoudens energie kunnen betalen. Dat geldt ook voor bijkomende investeringen voor bijvoorbeeld het isoleren van een woning en de aanschaf van warmtepompen, zonnepanelen of thuisbatterijen. De Brabanders drukken betaalbaarheid uit in:

- Zo laag mogelijke maatschappelijke kosten voor het energiesysteem en de samenleving. Deze kostenminimalisatie moet in verhouding tot de economische impact en toekomstige opbrengsten worden beschouwd.
- Het toekomstig energiesysteem is voor iedereen financieel toegankelijk. Energie is betaalbaar in zowel vaste als variabele lasten voor ieder huishouden en financieel gezond bedrijf.
- Een eerlijke verdeling van lasten en lusten is belangrijk. Dat betekent dat specifieke investeringen die slechts een beperkte doelgroep dienen niet door iedereen worden gedragen. Andersom moeten investeringen met een groot

maatschappelijk belang – zoals een warmtenet – eerlijk worden gedeeld. Dit betekent ook brede financiële participatie bij energieopwekking, zodat de samenleving hiervan kan profiteren.

Omgevingsbewust

Ontwikkelen van het energiesysteem vraagt om nieuwe bronnen en infrastructuur. Die vragen om ruimte en zijn direct zichtbaar en hebben invloed op onze leefomgeving. Een omgevingsbewust energiesysteem houdt hier rekening mee en vermindert de negatieve impact op de omgeving; nu en voor de toekomstige generaties. De Brabanders drukken een omgevingsbewust energiesysteem uit in:

- Het toekomstige energiesysteem minimaliseert schadelijke effecten voor de gezondheid. Waar mogelijk draagt het bij aan een gezonde leefomgeving.
- Het toekomstige energiesysteem draagt waar mogelijk bij aan een schoner en gezonder ecosysteem en het verminderen van lucht- en watervervuiling. Onder andere om ervoor te zorgen dat de toekomstige generaties kunnen leven in een gezonde en leefbare wereld.
- Het toekomstige energiesysteem minimaliseert haar impact op de natuur, het landschap, de leefomgeving van mens en dieren en het milieu. Waar mogelijk dragen oplossingen bij aan natuurherstel.
- Het toekomstige energiesysteem wordt ontwikkeld voor de toekomstige generaties. Hierbij houden wij het gewenste toekomstbeeld voor ogen en kijken we niet alleen naar de korte termijn.

2. Verdieping Brabantse energievraag

De bouwstenennotitie geeft de belangrijkste trends in de ontwikkeling van de Brabantse energievraag. Deze bijlage geeft daarop een onderbouwing en toelichting op gebruikte aannames. In opdracht van de provincie Noord-Brabant heeft Generation.Energy in augustus en september 2024¹ een analyse gemaakt van de huidige en verwachte toekomstige energievraag. Hierbij is onderscheid gemaakt in:

- De sectoren: gebouwde omgeving, industrie, mobiliteit en landbouw;
- Gebieden: uitgesplitst naar de Brabantse gemeenten;
- Ontwikkeling in de tijd: huidige vraag en de verwachte energievraag in 2030, 2040 en 2050;
- Ontwikkeling van verschillende energiedragers: elektriciteit, warmte voor gebouwen en processen en moleculen zoals brandstof.

Deze bijlage geeft per sector een toelichting op de verwachte ontwikkeling van de energievraag, inclusief aannames. Voor de huidige energievraag is gebruik gemaakt van de meest recente data die beschikbaar is vanuit de Klimaatmonitor². Daarnaast zijn de totaal verwachte energievraag per RES-regio en ontwikkeling per gemeente op kaart opgenomen.

Gebouwde omgeving

De energievraag in de gebouwde omgeving heeft betrekking op woningen en utiliteiten (c.q. bedrijven). Woningen en utiliteiten maken gebruik van elektriciteit (bijv. voor apparaten en verlichting) en warmte (voor ruimteverwarming en tapwater). In de gebouwde omgeving zien wij de volgende grote ontwikkelingen:

- Het aantal woningen groeit van 1,18 miljoen in 2023 tot naar verwachting 1,44 miljoen in 2050³. Voor de locaties voor de ontwikkeling van deze nieuwe woningen zijn via regionale woondeals afspraken gemaakt. De grootste groei wordt voorzien in de regio's Eindhoven en Helmond⁴. Hier, en in de rest van Brabant, wordt het meest ingezet op stedelijke verdichtingen, waarbij nieuwe woningen rondom sterke openbaar vervoerlocaties worden ontwikkeld. Denk hierbij aan de ontwikkeling van KnoopXL in Eindhoven en de groei van de binnensteden in Breda, Tilburg en 's-Hertogenbosch⁵.
- In Brabant zijn meer dan 600 bedrijventerreinen, waar zich zowel industrie als (grote) bedrijven bevinden. Hiervan zijn 13 grote bedrijventerreinen met veel energie- en materiaalverbruik samen goed voor 65% van het energieverbruik op alle Brabantse bedrijventerreinen. Het energieverbruik is sterk afhankelijk van het type bedrijven en industrieën dat hier gevestigd is. Alleen al tot 2035 verzesvoudigt het aantal m² voor utiliteit⁶.

¹ Alle hieruit beschikbare brondata is bij de provincie Noord-Brabant beschikbaar.

² De betreffende data van de Klimaatmonitor is te raadplegen via <https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/dashboard/>

³ Provincie Noord-Brabant, 2023

⁴ Provincie Noord-Brabant, 2023

⁵ Brabants Ruimtelijk Voorstel, 2023.

⁶ Enexis, 2024.

Voor het inzichtelijk maken van de huidige en toekomstige energievraag zijn de volgende bronnen en aannames gebruikt:

Woningen, elektriciteit:

- De huidige elektriciteitsvraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022.
- De verwachte elektriciteitsvraag voor 2030, 2040 en 2050 is gebaseerd op de verwachte groei van het aantal woningen, waarbij het aangenomen elektriciteitsgebruik van een nieuwe woning 11,6 GJ per jaar is.
- Er is geen rekening gehouden met een besparing op elektriciteit in de toekomstige vraag. Aangenomen is dat energiebesparing door zuinigere apparaten wordt gecompenseerd door een toenemend gebruik van elektrische apparaten.

Woningen, warmte:

- De huidige warmtevraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen warmtevraag die met een warmtenet of met aardgas wordt geleverd.
- Voor woningen die op warmtenetten zijn aangesloten, is de aanname dat de warmtevraag gelijk blijft aan het referentiejaar.
- De warmtevraag voor 2030, 2040 en 2050 van nieuwe woningen is op basis van de verwachte groei van het aantal woningen, waarbij de aangenomen warmtevraag van een nieuwe woning 4,5 GJ per jaar is.
- Voor de besparing op de warmtevraag in 2050, ten opzichte van nu, is een reductie van 20% aangenomen voor de bestaande bouw. Er is aangenomen dat deze warmtevraag lineair zal afnemen tussen nu en 2050.

Utiliteiten, elektriciteit:

- De huidige elektriciteitsvraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022. Voor een aantal gemeenten is data uit 2022 niet beschikbaar. Bij deze gemeenten is data uit het meest recent beschikbare jaar gebruikt.
- De verwachte elektriciteitsvraag voor 2030, 2040 en 2050 is gebaseerd op een verwachte groei van 20% ten opzichte van het referentiejaar. Bijvoorbeeld

door intensivering van bestaande bedrijven en de komst van nieuwe bedrijven.

- Er wordt rekening gehouden met een besparing op de elektriciteitsvraag. De aanname is dat deze besparing 5% bedraagt in 2050, ten opzichte van nu. Er is aangenomen dat deze elektriciteitsvraag lineair zal afnemen tussen nu en 2050.

Utiliteiten, warmte:

- De huidige warmtevraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022. Voor een aantal gemeenten is data uit 2022 niet beschikbaar. Bij deze gemeenten is data uit het meest recent beschikbare jaar gebruikt.
- De verwachte elektriciteitsvraag voor 2030, 2040 en 2050 is gebaseerd op een verwachte groei van 20% ten opzichte van het referentiejaar, bijvoorbeeld door intensivering van bestaande bedrijven en de komst van nieuwe bedrijven.
- Er wordt rekening gehouden met een besparing op de elektriciteitsvraag van 30%, ten opzichte van nu. Er is aangenomen dat deze warmtevraag lineair zal afnemen tussen nu en 2050.

Tabel 2. Ontwikkeling energievraag gebouwde omgeving (PJ/jaar)

Vraag	Huidig	2030	2040	2050
Woningen, elektriciteit	13,3	14,7	15,8	16,7
Woningen, warmte	42,6	41,2	39,5	35,7
Utiliteiten, elektriciteit	16,7	16,8	16,7	16,5
Utiliteiten, warmte	13,7	12,8	11,3	9,8

Industrie

De sector industrie maakt gebruik van elektriciteit (bijv. voor gebouwen en processen), lagetemperatuurwarmte (bijv. voor ruimteverwarming, tapwater en lagetemperatuurprocessen) en hogetemperatuurwarmte (bijv. voor productieprocessen).

De ruim 600 Brabantse bedrijventerreinen blijven groeien zoals beschreven bij de gebouwde omgeving. Daarnaast kent Brabant een aantal specifieke industrielocaties met individuele grote bedrijven met een grote hogetemperatuurwarmtevraag die vallen onder de cluster energiestrategie, zoals Nyrstar in Budel, Coca-Cola in Dongen en Friesland-Campina in Veghel. Verder heeft Brabant enkele grote clusters van industrie in Moerdijk en Bergen op Zoom.

Verspreid over Brabant verwachten wij de volgende industriële ontwikkelingen:

- Veruit de grootste energievraag van de Brabantse industrie bevindt zich in West-Brabant (regio Bergen op Zoom en Moerdijk). In deze regio nemen de komende jaren de omvang en ruimtevrage van deze industrie toe. Met name de druk op het zeehaven terrein in Moerdijk is zeer groot. Invulling van dit gebied – en daarmee ook de industriële energievraag – volgt uit de ontwerpafel Powerport Moerdijk. Een vergelijkbare opgave is ook zichtbaar rondom Geertruidenberg. Moerdijk en Geertruidenberg zijn daar vanwege de voorziene aanlanding van wind op zee en huidige energievoorzieningen zeer aantrekkelijk voor de energie-intensieve (proces)industrie. In Bergen op Zoom vindt een grote groei plaats: naar verwachting verdubbelt de energievraag tussen nu en 2050.
- In de Brainport-regio bevinden zich slechts een beperkt aantal producerende energie-intensieve industriële bedrijven. De regio onderscheidt zich door een concentratie van top-technologische bedrijven, kennisindustrie en hoogwaardige maakindustrie. De intensiveringsopgave van deze industrie (project Beethoven) is nog niet gekwantificeerd. Hierom kan de energievraag uit deze opgave niet worden meegenomen in de aankomende versie van het energieperspectief.
- Verspreid over Nederland en Brabant liggen de zogenaamde Cluster 6 bedrijven. De Cluster 6 vertegenwoordigt tien sectoren met een hoog energiegebruik. Via het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie wordt gewerkt aan de verduurzaming van deze bedrijven. Brabant telt 36 deelnemende bedrijven met 42 locaties. Voor het inzichtelijk maken van de huidige en toekomstige energievraag zijn de volgende bronnen en aannames gebruikt:

Elektriciteit:

- De huidige elektriciteitsvraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022. Voor een aantal gemeenten is data uit 2022 niet beschikbaar. Voor deze gemeenten is, waar mogelijk, data uit het meest recent beschikbare jaar gebruikt. Tot slot zijn de resterende ontbrekende waarden gelijk verdeeld op basis van de totale vraag in de provincie. Hierbij is aangenomen dat 25% wordt gebruikt voor gebouwen en 75% voor processen.
- De verwachte elektriciteitsvraag voor 2030, 2040 en 2050, op basis van de Stec-scenario's (EIB hoog 2030 en EIB laag 2040), is toegekend aan de industriële sector. Hiervoor is uitgegaan van een 0.468 mw/ha en 3.662 vollasturen per jaar.
- Er wordt rekening gehouden met een besparing van 5% op de elektriciteitsvraag van gebouwen en van 15% op processen, ten opzichte van nu. Er is aangenomen dat beide soorten energievraag lineair zullen afnemen tussen nu en 2050.

Lage temperatuurwarmte:

- De huidige warmtevraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022. Voor een aantal gemeenten is data uit 2022 niet beschikbaar. Voor deze gemeenten is, waar mogelijk, data uit het meest recent beschikbare jaar gebruikt. Tot slot zijn de resterende ontbrekende waarden gelijk verdeeld op basis van de totale vraag in de provincie. Hier is aangenomen dat 17% wordt gebruikt voor verwarming van gebouwen en 83% voor processen.
- Voor de groei van de warmtevraag is aangenomen dat deze volledig elektrisch wordt ingevuld en daarmee onderdeel wordt van de elektriciteitsvraag.
- Er wordt rekening gehouden met een besparing van 5% op de warmtevraag, ten opzichte van nu. Er is aangenomen dat de warmtevraag lineair zal afnemen tussen nu en 2050.

Hogetemperatuurwarmte:

- De huidige warmtevraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022. Voor deze gemeenten is, waar mogelijk, data uit het meest recent beschikbare jaar gebruikt. Tot slot zijn de resterende ontbrekende waarden

gelijk verdeeld op basis van de totale vraag in de provincie. Hierbij is aangenomen dat 17% wordt gebruikt voor verwarming van gebouwen en 83% voor processen.

- Voor de groei van de warmtevraag is aangenomen dat deze volledig elektrisch wordt ingevuld en daarmee onderdeel wordt van de elektriciteitsvraag.
- Er wordt rekening gehouden met een besparing van 2% op de warmtevraag, ten opzichte van nu. Er is aangenomen dat de warmtevraag lineair zal afnemen tussen nu en 2050.

Tabel 3. Ontwikkeling energievraag industrie (PJ/jaar)

Vraag	Huidig	2030	2040	2050
Elektriciteit	24,2	31,2	31,2	31,1
Lagetemperatuurwarmte	5,9	5,8	5,7	5,6
Hogetemperatuurwarmte	28,6	28,4	28,2	27,9

Mobiliteit

Mobiliteit maakt nu hoofdzakelijk gebruik van brandstof (voor voer- en vaartuigen) terwijl het aandeel elektriciteit toeneemt. Wij zien in Brabant de volgende ontwikkelingen voor mobiliteit:

- Voor personen- en bestelvoertuigen zijn elektrische voertuigen met een comfortabele actieradius volop beschikbaar. Europees is vastgelegd dat elke nieuwe personenauto vanaf 2035 emissievrij is en daardoor, naar verwachting, elektrisch is. De betaalbaarheid staat door (nog) relatief hoge aanschafprijzen ten opzichte van vergelijkbare niet-elektrische varianten en snel afbouwende fiscale voordelen op dit moment nog onder druk. Desondanks groeit het aantal elektrische voertuigen op de weg – ook in Brabant – snel. In Nederland voeren enkele gemeenten extra stimulerend beleid met de ambitie voor de invoering van emissievrije zones voor personenvervoer vanaf 2030. In Brabant hebben onder andere Eindhoven, Tilburg en 's-Hertogenbosch deze ambitie. De invoering van emissievrije zones voor stadslogistiek stimuleert de aanschaf

van elektrische bestelvoertuigen. Bovendien investeert de provincie actief in de ontwikkeling van het publiek toegankelijke laadnetwerk via onder andere aanbestedingen voor laadinfrastructuur.

- Langzaamaan groeit het aanbod van elektrische voertuigen voor (inter) nationaal vrachtvervoer. In deze sector is de total cost of ownership (TCO) sterk bepalend. De kostprijs én beschikbaarheid van energie hebben daarbij een grote invloed. De huidige schaarste in netcapaciteit werkt daarbij belemmerend: ondernemers kunnen de overstap daardoor niet maken of zijn gedwongen extra investeringen te doen. Desondanks wordt richting 2030 verwacht dat de TCO positief is en vervoerders en ondernemers steeds meer kiezen voor elektrisch vrachtvervoer. Op dit moment verwachten wij dat op lange termijn het grootste deel van het vrachtvervoer gaat elektrificeren.
- In het openbaar vervoer zet Brabant, als concessieverlener voor het stad- en streekvervoer, in op de inzet van emissievrije voertuigen. Een groot deel van deze bussen is in Brabant al elektrisch. Conform de landelijke afspraken is de volledige vloot emissievrij en naar verwachting grotendeels elektrisch in 2030.
- Evenals bij het vrachtvervoer neemt het aanbod van emissievrij bouw materieel toe. Voorzien in de energievraag op en rond de bouwplaats is een belangrijke opgave. Naar verwachting ontstaan op termijn laadhubs voor bouwvoertuigen – al dan niet in combinatie met vrachtvervoer – bij grotere steden.
- De verduurzaming van de scheepvaart en luchtvaart staat nog in de kinderschoenen. Dit heeft onder andere te maken met de beperkte beschikbare duurzame technieken en lange afschrijvingstermijn van vaar- en vliegtuigen. In de scheepvaart wordt wel op steeds grotere schaal geëxperimenteerd met de inzet van elektrische vaartuigen. Het perspectief op de luchtvaart is ondanks enkele kleine elektrische vliegtuigen nog ongewis.
- Vervoer over spoor in Brabant is op een enkel tracé na geëlektrificeerd. Intensivering van het spoorgebruik door bijvoorbeeld binnenstedelijke verdichting en ander vervoer kan zorgen voor een toenemende energievraag. De omvang en impact van deze ontwikkeling zijn niet in beeld gebracht.

Voor het inzichtelijk maken van de ontwikkeling in de energievraag zijn de volgende aannames gedaan:

- Het gebruik van fossiele brandstoffen in de mobiliteit wordt uitgefaseerd tussen nu en 2050. Er is aangenomen dat het gebruik van fossiele brandstoffen lineair afneemt tussen nu en 2050. Hierbij worden in 2050 geen fossiele brandstoffen meer gebruikt voor wegverkeer en binnen- en pleziervaart.
- De huidige elektriciteitsvraag voor het wegverkeer is gebaseerd op de Klimaatmonitor, met referentiejaar 2022.
- De ontwikkeling van de elektriciteitsvraag voor het wegverkeer in 2030, 2040 en 2050 is gebaseerd op een prognose van het aantal elektrische voertuigen per jaar uit de ElaadNL-outlooks. Hierbij is een elektriciteitsvraag aangenomen van 2,7 MWh/jaar voor personenvoertuigen, van 6,1 MWh/jaar voor bestelvoertuigen en 90,3 MWh/jaar voor bussen en vrachtvoertuigen.
- Voor de toekomstige elektriciteitsvraag van scheepvaart in 2030, 2040 en 2050 is een lineaire ingroei tot 2050 aangenomen. Hierbij is aangehouden dat elektrische motoren een factor drie efficiënter zijn en dus minder energie gebruiken dan de huidige brandstofmotoren.
- Aangenomen is dat waterstof nauwelijks tot niet voor wegverkeer en scheepvaart wordt ingezet, en de vraag naar waterstof voor mobiliteit daarmee nihil is.
- Luchtvaart en vervoer over spoor zijn niet meegenomen in de data-analyse.

Tabel 4. Ontwikkeling energievraag mobiliteit (PJ/jaar)

Vraag	Huidig	2030	2040	2050
Brandstof	70,2	55,5	30,2	0,0
Elektriciteit	0,4	6,5	24,1	30,4

⁷ CBS, 2022.

Landbouw

Landbouw maakt gebruik van elektriciteit en warmte. De Brabantse landbouwsector is omvangrijk in termen van aantallen bedrijven in vergelijking met andere provincies⁷. De omvang van de glastuinbouw in Brabant is op dit moment ruim 1.600 hectare, waarvan zich ruim de helft (875 hectare) in West-Brabant bevindt en een derde (515 hectare) in Noordoost-Brabant. Daarbij kent Brabant een aantal clusters met glastuinbouw.

Voor het inzichtelijk maken van de huidige en toekomstige energievraag zijn de volgende bronnen en aannames gedaan:

Elektriciteit

- De huidige elektriciteitsvraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022. Voor een aantal gemeenten is data uit 2022 niet beschikbaar. Bij deze gemeenten is data uit het meest recent beschikbare jaar gebruikt.
- Voor de verwachte elektriciteitsvraag in 2030, 2040 en 2050 is aangenomen dat deze gelijk blijft ten opzichte van de huidige situatie.

Warmte

- De huidige warmtevraag is gebaseerd op de Klimaatmonitor, referentiejaar 2022. Voor een aantal gemeenten is data uit 2022 niet beschikbaar. Bij deze gemeenten is data uit het meest recent beschikbare jaar gebruikt.
- Voor de verwachte warmtevraag in 2030, 2040 en 2050 is aangenomen dat die gelijk blijft ten opzichte van de huidige situatie.

Tabel 5. Ontwikkeling energievraag landbouw (PJ/jaar)

Vraag	Huidig	2030	2040	2050
Elektriciteit	2,5	2,5	2,5	2,5
Warmte	12,1	12,1	12,1	12,1

Ontwikkeling energievraag per Brabantse RES-regio

Op basis van de bovengenoemde databronnen en aannames, geven de onderstaande tabellen de verwachte ontwikkeling van de energievraag per Brabantse RES-regio weer.

Tabel 6. Huidige en verwachte energievraag West-Brabant (PJ/jaar)

Jaar	2022	2030	2040	2050
Elektriciteit				
Woningen	3,6	3,8	4,0	4,1
Utiliteiten	4,8	4,8	4,8	4,7
Mobiliteit	0,1	2,0	7,1	8,8
Industrie	8,1	10,2	9,9	9,6
Landbouw	0,8	0,8	0,8	0,8
Totaal elektriciteit	17,4	21,6	26,6	28,0
Warmte				
Woningen	11,0	10,6	10,0	9,0
Woningen warmtenet	0,5	0,5	0,5	0,5
Utiliteiten	3,9	3,6	3,2	2,7
Industrie lage temperatuur	3,4	3,3	3,3	3,2
Industrie hoge temperatuur	16,3	16,2	16,1	15,9
Landbouw	6,7	6,7	6,7	6,7
Totaal warmte	41,8	41,0	39,8	38,1
Fossiele brandstof				
Mobiliteit	22,3	17,6	9,6	0,0
Totaal fossiele brandstof	22,3	17,6	9,6	0,0
Totaal	81,4	80,2	76,0	66,0

Tabel 7. Huidige en verwachte energievraag Hart van Brabant (PJ/jaar) Tabel

Jaar	2022	2030	2040	2050
Elektriciteit				
Woningen	2,3	2,5	2,7	2,9
Utiliteiten	3,0	3,0	3,0	3,0
Mobiliteit	0,1	1,1	4,0	5,1
Industrie	3,0	4,4	4,6	4,8
Landbouw	0,2	0,2	0,2	0,2
Totaal elektriciteit	8,7	11,3	14,5	15,9
Warmte				
Woningen	6,6	6,3	6,1	5,5
Woningen warmtenet				
Utiliteiten	2,3	2,2	1,9	1,7
Industrie lage temperatuur	0,7	0,7	0,7	0,7
Industrie hoge temperatuur	3,5	3,5	3,5	3,4
Landbouw	1,3	1,3	1,3	1,3
Totaal warmte	14,4	14,0	13,5	12,6
Fossiele brandstof				
Mobiliteit	10,2	8,0	4,4	0
Totaal fossiele brandstof	10,2	8,0	4,4	0
Totaal	33,3	33,3	32,4	28,5

Tabel 8. Huidige en verwachte energievraag Metropoolregio Eindhoven (PJ/jaar)

Jaar	2022	2030	2040	2050
Elektriciteit				
Woningen	4,1	4,6	5,1	5,5
Utiliteiten	5,1	5,2	5,2	5,1
Mobiliteit	0,1	1,9	7,2	9,1
Industrie	8,7	10,9	10,8	10,7
Landbouw	0,8	0,8	0,8	0,8
Totaal elektriciteit	18,8	23,4	29,1	31,2
Warmte				
Woningen	13,1	12,7	12,2	11,0
Woningen warmtenet	0,3	0,3	0,3	0,3
Utiliteiten	4,3	4,1	3,6	3,1
Industrie lage temperatuur	0,9	0,9	0,9	0,8
Industrie hoge temperatuur	4,3	4,3	4,3	4,2
Landbouw	3,3	3,3	3,3	3,3
Totaal warmte	26,2	25,6	24,5	22,8
Fossiele brandstof				
Mobiliteit	20,6	16,3	8,9	0,0
Totaal fossiele brandstof	20,6	16,3	8,9	0,0
Totaal	65,7	65,2	62,5	54,1

Tabel 9. Huidige en verwachte energievraag Noordost-Brabant (PJ/jaar)

Jaar	2022	2030	2040	2050
Elektriciteit				
Woningen	3,3	3,7	4,0	4,2
Utiliteiten	3,7	3,8	3,8	3,7
Mobiliteit	0,1	1,5	5,7	7,5
Industrie	4,4	5,7	5,9	6,0
Landbouw	0,7	0,7	0,7	0,7
Totaal elektriciteit	12,2	15,4	20,1	22,2
Warmte				
Woningen	10,4	10,1	9,6	8,7
Woningen warmtenet	0,1	0,1	0,1	0,1
Utiliteiten	3,1	3,0	2,6	2,3
Industrie lage temperatuur	0,9	0,9	0,9	0,9
Industrie hoge temperatuur	4,4	4,4	4,3	4,3
Landbouw	0,8	0,8	0,8	0,8
Totaal warmte	19,7	19,2	18,3	16,9
Fossiele brandstof				
Mobiliteit	17,1	13,5	7,4	0,0
Totaal fossiele brandstof	17,1	13,5	7,4	0,0
Totaal	49,0	48,1	45,7	39,1

Ontwikkeling per sector per gemeente op kaart

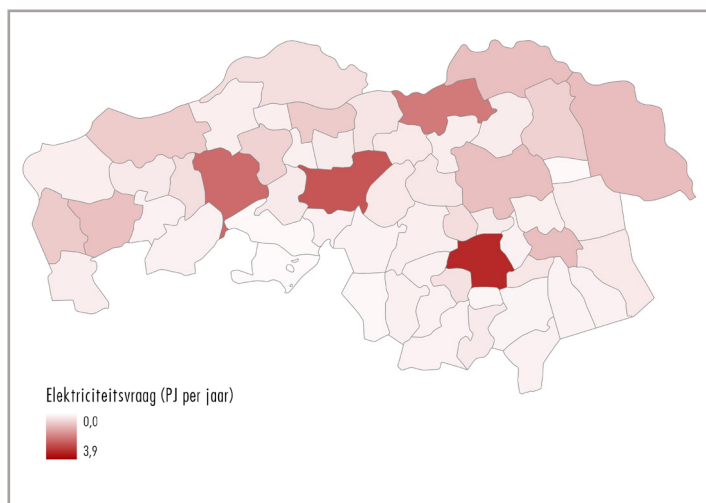
Dit kaartenoverzicht visualiseert per sector de huidige energievraag, de ontwikkeling van de energievraag tussen nu en 2050 en de totale toekomstige energievraag. Op deze kaarten wordt onderscheid gemaakt tussen Brabantse gemeenten. Evenals de bovenstaande tabellen, zijn de onderstaande kaarten gebaseerd op de databronnen en aannames die aan het begin van dit hoofdstuk uiteen zijn gezet.

Aangezien de energievraag per sector sterk verschilt, is gekozen om de kaarten per sector eenzelfde kleurschaal te geven. Hierdoor zijn de kaarten binnen een sector qua kleuring vergelijkbaar en zijn de ontwikkelingen voor kleinere sectoren ook zichtbaar. Voor het goed vergelijken van kaarten tussen sectoren moet de schaal in de legenda nauwlettend in de gaten worden gehouden.

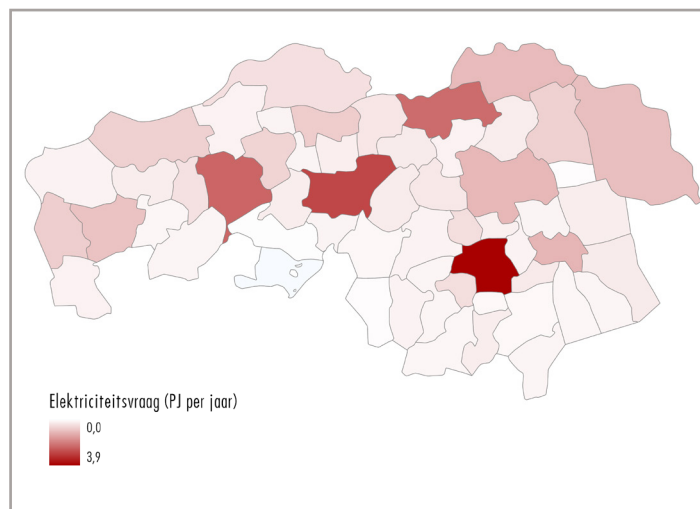
Overzicht kaarten:

1. Huidige elektriciteitsvraag gebouwde omgeving
2. Verwachte elektriciteitsvraag gebouwde omgeving 2050
3. Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag gebouwde omgeving van dit moment tot 2050
4. Huidige warmtevraag gebouwde omgeving
5. Verwachte warmtevraag gebouwde omgeving 2050
6. Verwachte ontwikkeling warmtevraag gebouwde omgeving van dit moment tot 2050
7. Huidige elektriciteitsvraag industrie
8. Verwachte elektriciteitsvraag industrie 2050
9. Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag industrie van dit moment tot 2050
10. Huidige laagtemperatuurwarmtevraag industrie
11. Verwachte laagtemperatuurwarmtevraag industrie 2050
12. Verwachte ontwikkeling laagtemperatuurwarmtevraag industrie van dit moment tot 2050
13. Huidige hogetemperatuurwarmtevraag industrie
14. Verwachte hogetemperatuurwarmtevraag industrie 2050
15. Verwachte ontwikkeling hogetemperatuurwarmtevraag industrie van dit moment tot 2050
16. Huidige elektriciteitsvraag landbouw
17. Verwachte elektriciteitsvraag landbouw 2050
18. Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag landbouw van dit moment tot 2050
19. Huidige warmtevraag landbouw
20. Verwachte warmtevraag landbouw 2050
21. Verwachte ontwikkeling warmtevraag landbouw van dit moment tot 2050
22. Huidige elektriciteitsvraag mobiliteit
23. Verwachte elektriciteitsvraag mobiliteit 2050
24. Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag mobiliteit van dit moment tot 2050

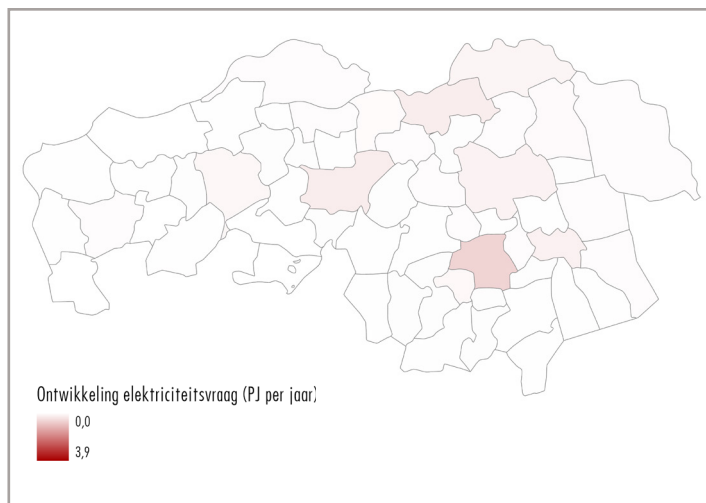
Kaart 1 – Huidige elektriciteitsvraag gebouwde omgeving



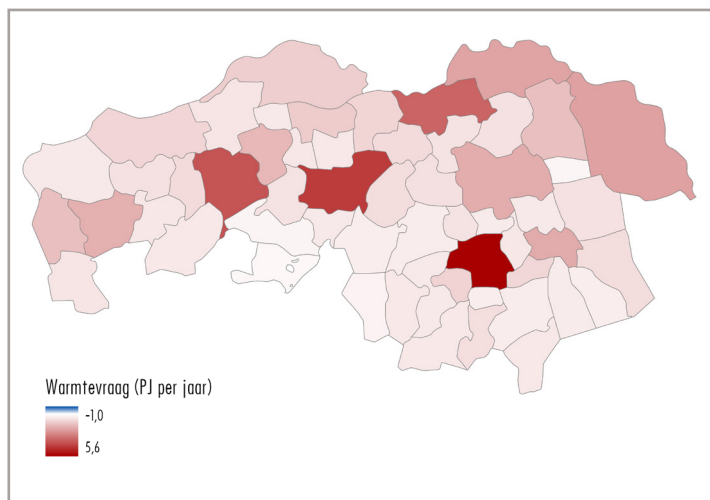
Kaart 2 – Verwachte elektriciteitsvraag gebouwde omgeving in 2050



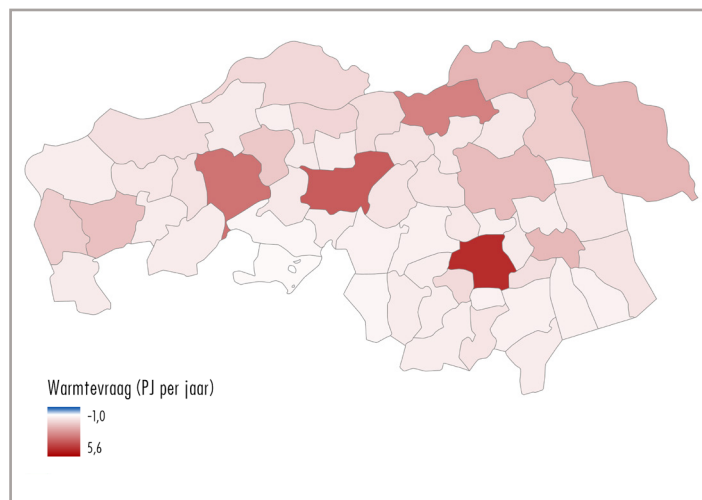
Kaart 3 – Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag gebouwde omgeving van dit moment tot 2050



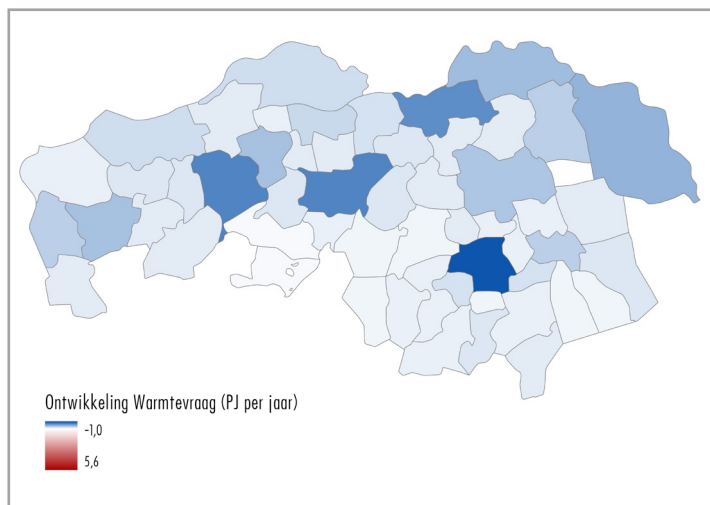
Kaart 4 – Huidige warmtevraag gebouwde omgeving



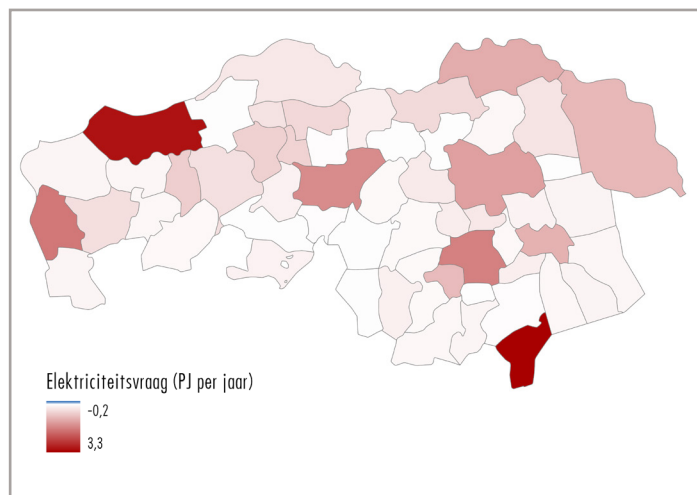
Kaart 5 – Verwachte warmtevraag gebouwde omgeving in 2050



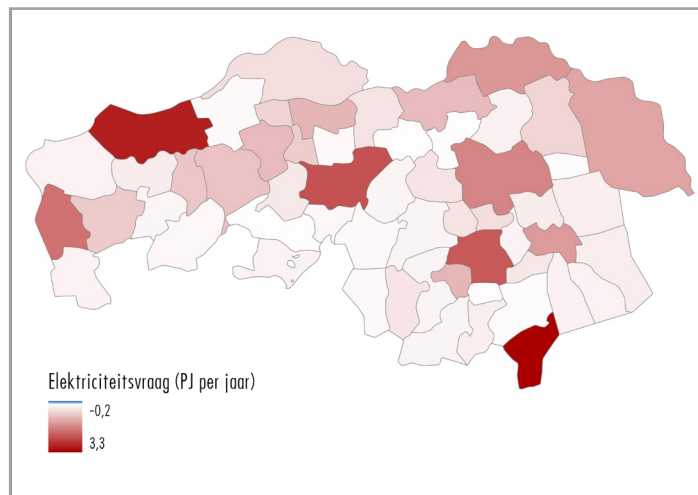
Kaart 6 – Verwachte ontwikkeling warmtevraag gebouwde omgeving van dit moment tot 2050



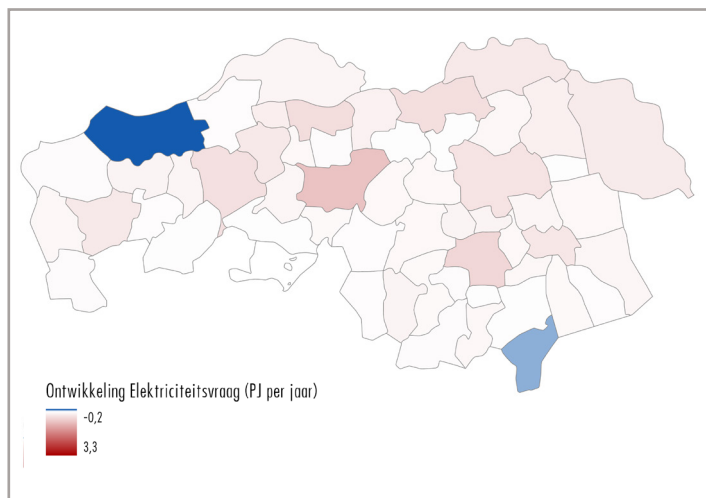
Kaart 7 – Huidige elektriciteitsvraag industrie



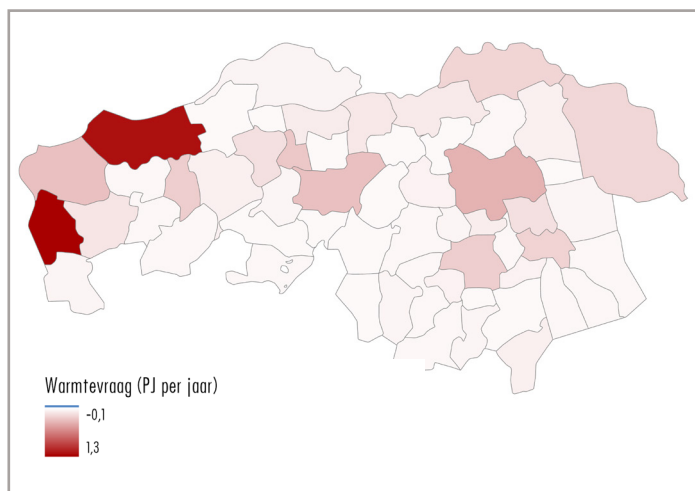
Kaart 8 – Verwachte elektriciteitsvraag industrie in 2050



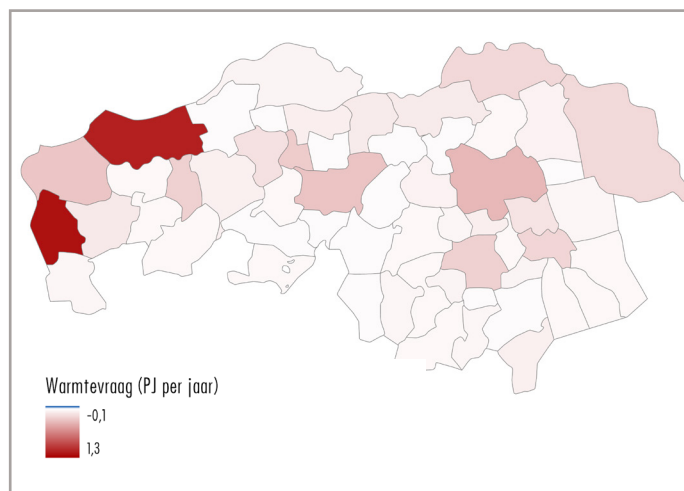
Kaart 9 – Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag industrie van dit moment tot 2050



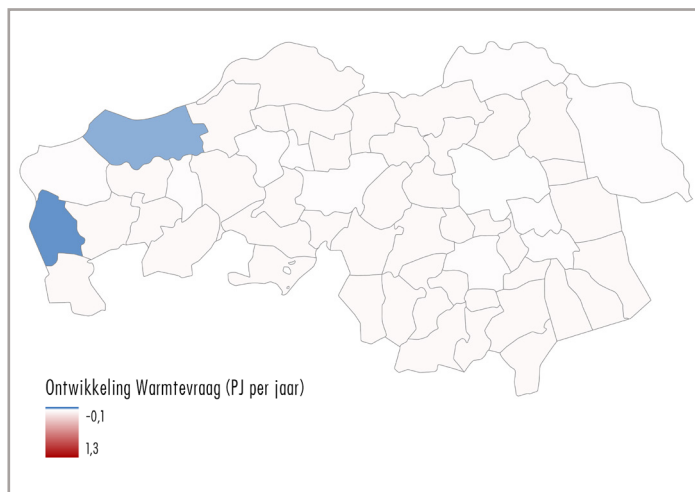
Kaart 10 – Huidige lagetemperatuurwarmtevraag industrie



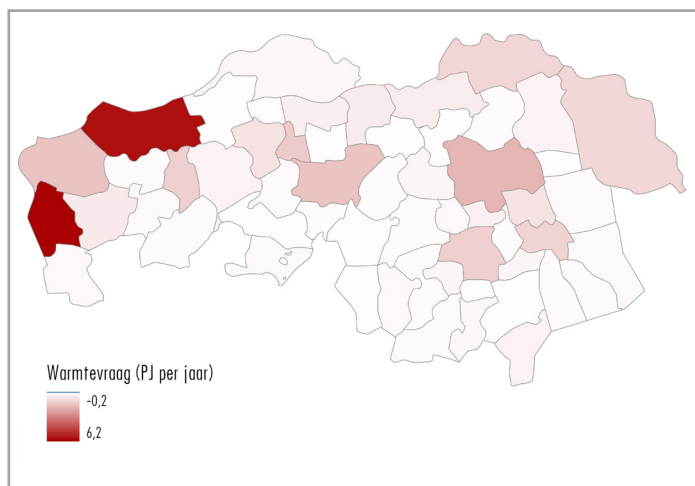
Kaart 11 – Verwachte lagetemperatuurwarmtevraag industrie in 2050



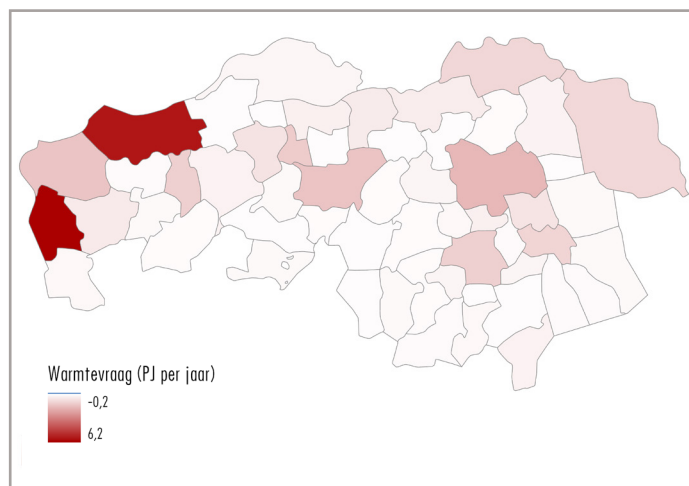
Kaart 12 – Verwachte ontwikkeling lagetemperatuurwarmtevraag industrie van dit moment tot 2050



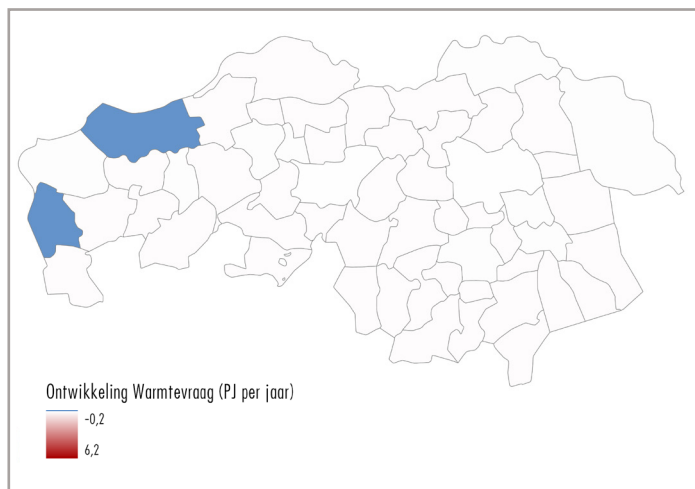
Kaart 13 – Huidige hogetemperatuurwarmtevraag industrie



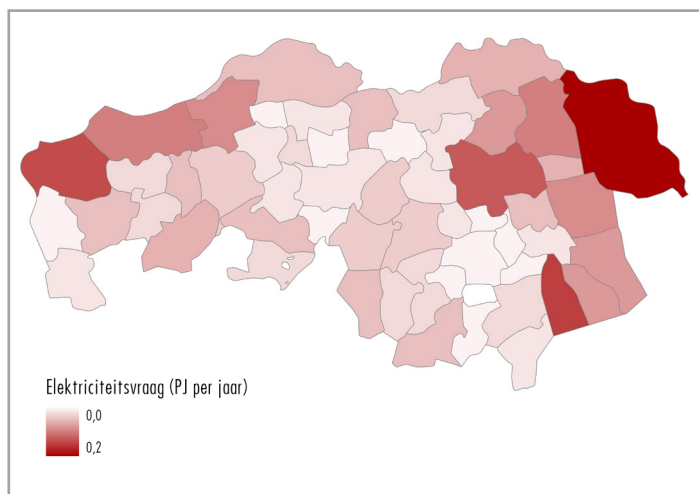
Kaart 14 – Verwachte hogetemperatuurwarmtevraag industrie in 2050



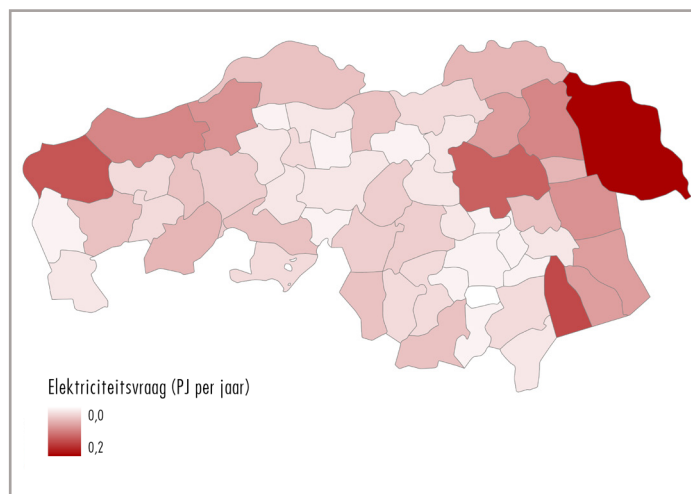
Kaart 15 – Verwachte ontwikkeling hogetemperatuurwarmtevraag industrie van dit moment tot 2050



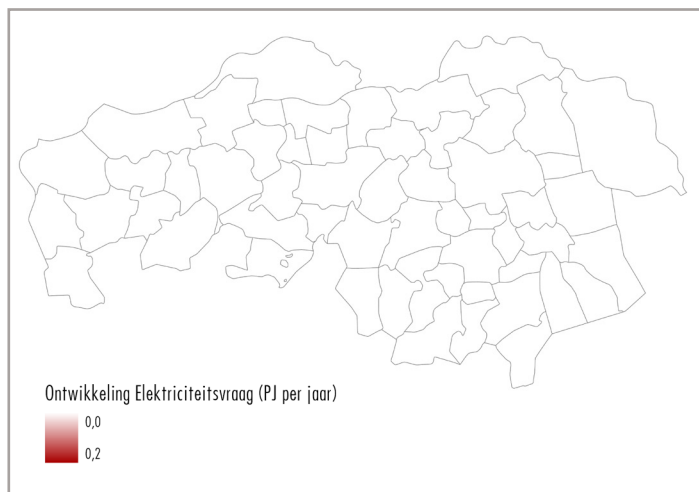
Kaart 16 – Huidige elektriciteitsvraag landbouw



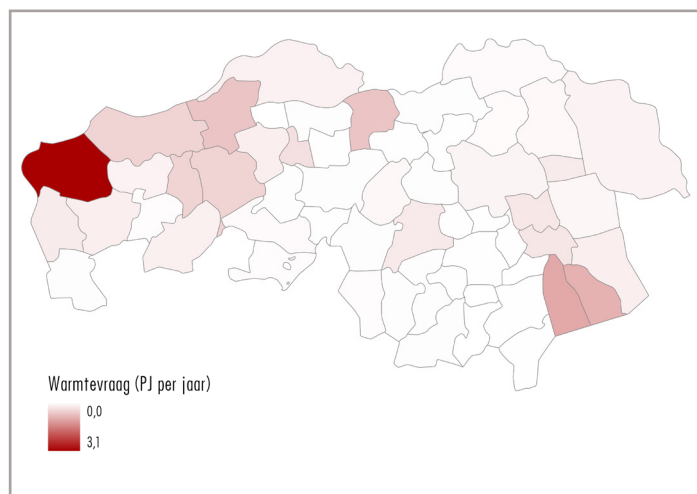
Kaart 17 – Verwachte elektriciteitsvraag landbouw in 2050



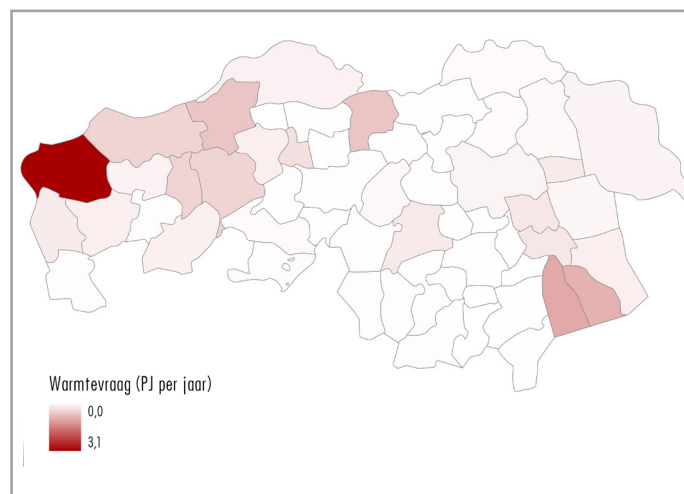
Kaart 18 – Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag landbouw van dit moment tot 2050



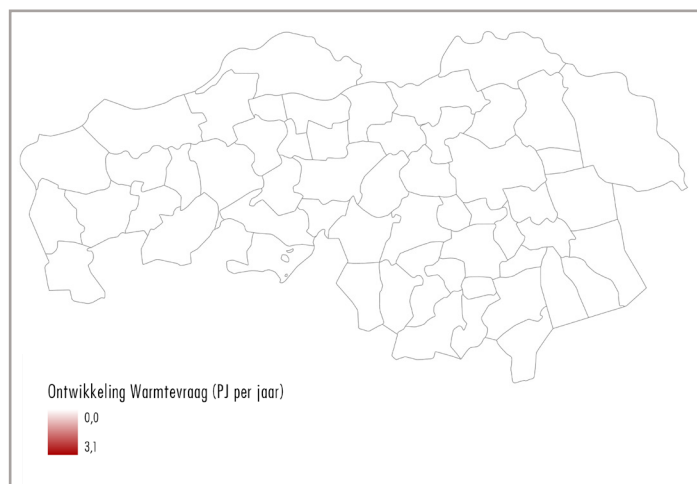
Kaart 19 – Huidige warmtevraag landbouw



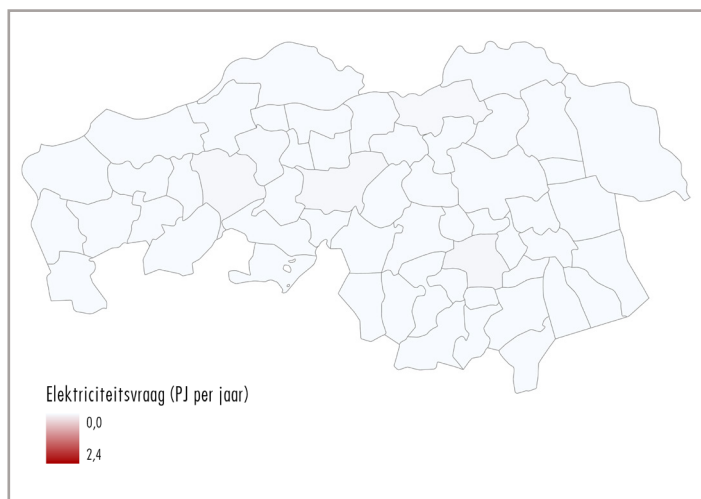
Kaart 20 – Verwachte warmtevraag landbouw in 2050



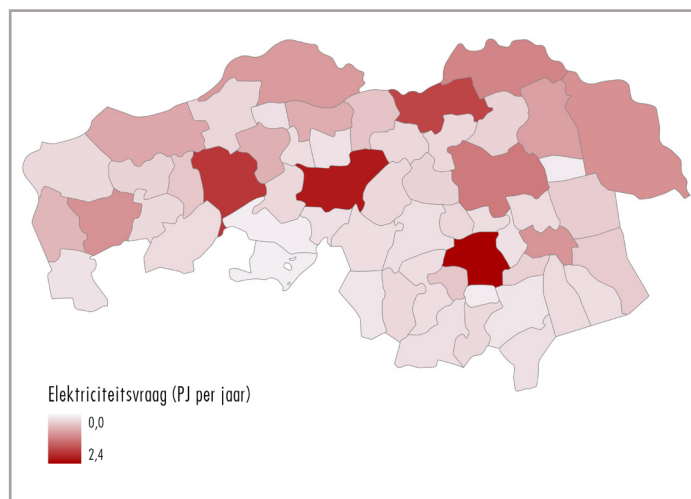
Kaart 21 – Verwachte ontwikkeling warmtevraag landbouw van dit moment tot 2050



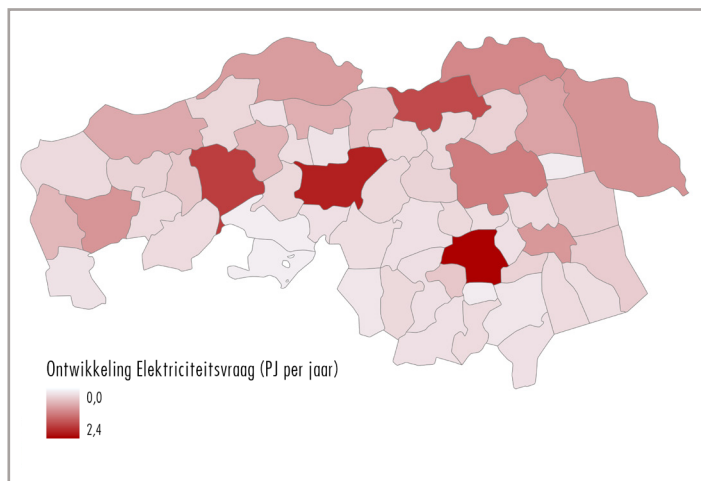
Kaart 22 – Huidige elektriciteitsvraag mobiliteit



Kaart 23 – Verwachte elektriciteitsvraag mobiliteit in 2050



Kaart 24 – Verwachte ontwikkeling elektriciteitsvraag mobiliteit van dit moment tot 2050



3. Verdieping Brabants energieaanbod

De bouwstenennotitie geeft inzicht in het huidige energieaanbod en het mogelijke toekomstige energieaanbod binnen Brabant. Hierbij wordt in deze bijlage de nadruk gelegd op het potentieel van energiebronnen binnen Brabant. In het Brabantse Energieperspectief kunnen keuzes over de benutting van dit potentieel worden gemaakt.

Het potentieel van het Brabantse energieaanbod is door Generation.Energy in kaart gebracht. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat het theoretisch potentieel betreft. Dit betekent dat er geen rekening is gehouden met mogelijke (technische, sociale, financiële of organisatorische) beperkingen. Een tweede kanttekening is dat de beschikbare informatie per energiebron verschilt. Hierdoor is de inschatting van het theoretisch potentieel voor sommige bronnen, bijvoorbeeld geothermie, zeer grofstoffelijk. Voor deze bronnen lopen verdiepende onderzoeken om de potentie beter in kaart te brengen. Echter zijn deze onderzoeken niet tijdig afgerond om als input te dienen voor deze versie van het energieperspectief. Bij een latere herijking van het energieperspectief dienen de resultaten van deze onderzoeken te worden meegenomen.

In het Brabantse energieaanbod wordt onderscheid gemaakt tussen de onderstaande energieketen:

- Moleculen: groen gas, groene waterstof, groene ammoniak, biomassa en metal fuel;
- Warmte: hogetemperatuur- en lagetemperatuurbronnen en hoge- en lagetemperatuurwarmtenetten;
- Elektriciteit: hernieuwbare bronnen, thermische elektriciteitscentrales, infrastructuur en opslag.

Moleculen

Energie die is opgeslagen in moleculen is relatief eenvoudig te transporteren en langdurig op te slaan. Verder kan deze energie worden benut wanneer gewenst. Deze eigenschappen maken dat moleculen een belangrijk rol kunnen spelen in het toekomstige energiesysteem.

Groen gas

- Biomassa kan worden omgezet in groen gas. Groen gas heeft dezelfde eigenschappen als aardgas waardoor het eenvoudig kan worden ingezet in het bestaande energiesysteem.
- Het theoretische potentieel voor de productie van groen gas binnen Brabant wordt in 2050 geschat op 15,1PJ. Deze potentie vloeit voort uit de kaartlaag 'Groen gas potentie 2050' van het Brabantse warmtebronnenregister, die is gebaseerd op een onderzoek door Royal HaskoningDHV uit 2023.

Groene waterstof

- Waterstof is een gasvormig molecuul dat met groene stroom duurzaam kan worden geproduceerd (groene waterstof).
- Verschillende onderdelen van de waterstofketen zijn technologisch nog in ontwikkeling wat onzekerheid met zich meebrengt. Omdat er grootschalige projecten binnen Brabant worden voorzien, valt dit molecuul binnen de scope van de bouwstenennotitie.
- Op basis van de bestaande plannen kan de waterstofproductie binnen Brabant groeien naar 26,2PJ in 2040. Hierbij is per aanlanding van wind op zee uitgegaan van een 1GW elektrolyser met 7000 vollasturen en een conversieverlies van 30%.
- Voor de realisatie van dit potentieel is, naast de technologische ontwikkeling van

de waterstofketen, de aanlanding van wind op zee belangrijk. Op het moment van schrijven wordt per aanlanding wind op zee een grootschalige productiefaciliteit voor groene waterstof voorzien.

- Naast het lokaal produceren van groene waterstof is het ook mogelijk om waterstof af te nemen van nationale waterstofinfrastructuur. Hiervoor is een grote waterstofvraag nodig zoals bij de industriële clusters nabij Moerdijk, Geertruidenberg, Tilburg, Eindhoven en Oss. Voor deze clusters kan een aansluiting op de nationale warmtebackbone of de geplande waterstofleiding in de Delta Rhine Corridor een mogelijke optie zijn.

Groene ammoniak

- Ammoniak is een gasvormig molecuul dat met (groene) waterstof kan worden geproduceerd. Voor ammoniak bestaat al een wereldmarkt en is een transportketen ontwikkeld.
- De energetische eigenschappen van ammoniak maken dat het een interessante optie is voor het transport van de energie in groene waterstof. Tegelijkertijd maakt de giftige eigenschap van ammoniak dat geen omgevingsbewuste optie is.
- Gegeven de transitiefunctie van Brabant en mogelijke plannen voor een ammoniakleiding in de Delta Rhine Corridor valt dit molecuul binnen de scope van de bouwstenennotitie.

Vaste biomassa

- Biomassa komt in verschillende vormen voor: vast, vloeibaar en gas. De gasvormige variant is behandeld onder groen gas. Vloeibare biomassa speelt binnen Brabant een relatief kleine rol en valt daarmee buiten de scope van de bouwstenennotitie.
- Op dit moment speelt vaste biomassa in Brabant een grote rol in de productie van duurzame warmte en elektriciteit. Deze biomassa wordt deels geïmporteerd van buiten Brabant omdat het provinciale aanbod niet voldoende is. Biomassa wordt gezien als een transitiebrandstof en zal richting 2050 een kleinere rol gaan spelen.

- Gegeven de grote rol van vaste biomassa in het huidige Brabantse energiesysteem zal de afbouw hiervan een grote impact hebben. Daarom valt vaste biomassa binnen de scope van de bouwstenennotitie.

Metal fuels

- Metal fuels is een molecuul (ijzer) in vaste vorm. Door deze vaste vorm kunnen bestaande processen die met vaste moleculen in hun energie voorzien relatief eenvoudig worden verduurzaamd. Daarnaast is het transport en de opslag van energie in deze vaste vorm heel eenvoudig.
- De verschillende onderdelen van de metalfuelsketen zijn technologisch nog in ontwikkeling, wat onzekerheid met zich meebrengt. Op basis van de huidige plannen van het Brabantse metalfuelscluster moet de techniek rond 2030 op commerciële schaal beschikbaar zijn.
- Aangezien dit één van de weinige hernieuwbare moleculen in vaste vorm is, en Brabant een belangrijk metalfuelscluster huisvest, valt deze techniek binnen de scope van de bouwstenennotitie.

Warmte

In Brabant is warmte de energievorm waar de grootste vraag naar is. Gegeven de verschillende eigenschappen is het voor deze energievorm belangrijk om onderscheid te maken tussen hoge- en lagetemperatuurwarmte. Tot slot is deze energievraag met nieuwe technieken steeds beter lokaal op te wekken waardoor hier grote kansen liggen voor Brabant.

Hogetemperatuurwarmtebronnen

- Geothermie en restwarmte uit industriële processen of elektriciteitsproductie zijn de belangrijkste duurzame bronnen voor hogetemperatuurwarmte. Deze bronnen kunnen een stabiele hoeveelheid hogetemperatuurwarmte produceren.
- Hogetemperatuurwarmtebronnen maken het mogelijk om de warmtevraag die nu met fossiele moleculen wordt voorzien te verduurzamen met een warmtenet.
- Door restwarmte of geothermie lokaal te benutten, wordt de warmtevraag energetisch efficiënt ingevuld en wordt extra vraag naar elektriciteit en duurzame moleculen voorkomen.

- Voor Brabant is vanaf 2030 zo'n 3 PJ aan restwarmte per jaar beschikbaar. Daarbovenop komt een theoretisch potentieel van 32,2 PJ per jaar, gebaseerd op de restwarmtebronnen in het Brabantse warmtebronnenregister.
- De praktijk leert dat er een groot verschil is tussen de theorie en wat uiteindelijk kan worden gerealiseerd. In het energieperspectief zal op kansrijke locaties het praktisch potentieel van de lokale bronnen moeten worden onderzocht.
- Het theoretische potentieel voor Geothermie in Brabant is slechts grofmazig in beeld gebracht. De huidige schatting van het theoretische potentieel in Brabant bedraagt 34 PJ⁸. Bij de bepaling van dit potentieel is rekening gehouden met dat er in de nabijheid voldoende vraag moet zijn om warmte uit geothermie te kunnen benutten. Echter is er geen rekening gehouden met andere beperkende factoren waardoor in de praktijk slechts een beperkt deel van dit potentieel kan worden benut. Voorbeelden van mogelijke beperkingen zijn dat huidige technieken niet toereikend zijn om de energie te winnen of dat het winnen van de energie niet rendabel is.

Lagetemperatuurwarmtebronnen

- Ondiepe bodemenergie, aquathermie, zonthermie en lagetemperatuurrestwarmte zijn de belangrijkste bronnen voor lagetemperatuurwarmte. Waarbij het grootste verschil in het productieprofiel van de bronnen zit. Waar ondiepe bodemenergie een stabiel productieprofiel heeft, is dat bij restwarmte afhankelijk van de bron. Voor aquathermie en zonthermie geldt dat zij in de zomer meer warmte leveren dan in de winter.
- Het voordeel van lagetemperatuurwarmtebronnen is dat deze eenvoudiger te benutten zijn dan hogetemperatuurwarmtebronnen. Zo is het productiepotentieel van ondiepe bodemenergie beter in te schatten dan dat van diepe geothermie en is de ontwikkeling van de bron goedkoper.
- Het theoretische potentieel voor aardwarmte in Brabant is, net als geothermie, slechts grofmazig in beeld gebracht. De huidige schatting van het theoretische potentieel bedraagt 166 PJ⁹. Dit potentieel is heel hoog en moet als een grove

schatting worden gezien, gegeven de beperkingen van de beschikbare data. Daarnaast geldt, net als bij geothermie, dat in de praktijk slechts een klein deel van dit potentieel kan worden benut omdat er geen rekening is gehouden met beperkende factoren.

- Het theoretische potentieel van aquathermie in Brabant bedraagt 3,4 PJ per jaar, gebaseerd op de aquathermiekaart in het Brabantse warmtebronnenregister. Evenals bij geothermie en aardwarmte geldt dat dit potentieel theoretisch is en er geen rekening is gehouden met beperkende factoren. Hierdoor zal in de praktijk slechts een beperkt deel van het potentieel kunnen worden benut.
- Van zonthermie is het theoretische potentieel in Brabant niet bekend. Echter is het theoretische potentieel van zon-PV voor elektriciteitsproductie wel bekend met 106 PJ. Dit is eveneens een sterke indicatie voor het potentieel voor zonthermie omdat zon-PV en zonthermie beiden de instraling van zonlicht gebruiken. Hierdoor kan worden gekozen of dit potentieel wordt gebruikt voor warmte- of elektriciteitsproductie. Zon-PVT biedt een mogelijke middenweg aangezien deze panelen zowel elektriciteit als warmte produceren.

Warmte-infrastructuur

Bij een duurzaam (collectief) warmtesysteem wordt met water – op hoge, midden of lage temperatuur – warmte door leidingen gedistribueerd. Zo ontstaat een collectief warmtesysteem, dat van kleine (enkele gebouwen of woningen) tot grote schaal (met duizenden aangesloten gebouwen) kan functioneren. In plaats van dat ieder gebouw of huis een eigen verwarmingsinstallatie heeft (zoals een cv-ketel of warmtepomp), wordt de warmte op één plek geproduceerd en gedeeld met meerdere gebruikers. Een (klein of grootschalig) collectief warmtesysteem kan voorzien in ruimteverwarming en in tapwater.

⁸ Berenschot, EBN en Panterra (7 September 2020). Potentie van aardwarmte als duurzame warmtebron.

⁹ CE Delft en IF Technology (mei 2018). Weg van gas.

Hogetemperatuurwarmtenetten

- Hogetemperatuurwarmtenetten bestaan al decennia en zijn al op meerdere plekken in Brabant aangelegd. Hierdoor bestaat deze keten op meerdere plekken in Brabant en zijn de risico's bekend.
- Voor eindgebruikers is het relatief eenvoudig om met dit type warmtenet te verduurzamen. De bestaande verwarmingsinstallatie is met minimale aanpassingen gereed en extra isolatiemaatregelen zijn niet strikt noodzakelijk.
- Dit type warmtenet is geschikt voor bovenlokale warmtenetten, waar dit voor lagetemperatuurnetten doorgaans economisch niet haalbaar is.
- In sommige energieviesies van de Brabantse RES-regio's zijn al mogelijkheden in beeld gebracht voor warmtenetten op basis van beschikbare hogetemperatuurrestwarmtebronnen.

Lagetemperatuurwarmtenetten

- Lagetemperatuurwarmtenetten zijn een relatief nieuwe techniek maar zijn al op meerdere plekken in Brabant aangelegd.
- Dit type warmtenet heeft het voordeel dat het zowel hoge- als lagetemperatuurwarmtebronnen kan gebruiken. Hiermee is deze techniek op meer plekken inzetbaar dan een hogetemperatuurwarmtenet omdat er meer bronnen beschikbaar zijn.
- Voor het totale energiesysteem is dit type warmtenet gunstig omdat het, naast de warmtevraag, ook in de snelgroeiende koudevraag kan worden voorzien. Hiermee vormt dit type warmtenet een totaaloplossing voor de warmte- en koudevraag.

Elektriciteit

De verwachting is dat de rol van elektriciteit in de Brabantse energiemix snel zal groeien gedurende de energietransitie en in 2050 minimaal tweemaal groter zal zijn dan nu. Om deze groeiende vraag aan te kunnen, zullen zowel de elektriciteitsproductie als de -infrastructuur moeten worden vergroot.

¹⁰ HKV (Februari 2019). Energiepotentie uit oppervlaktewater. Casus Waterkracht in Noord-Brabant.

Hernieuwbare elektriciteitsproductie

- Zon, wind en waterkracht zijn hernieuwbare bronnen waarmee elektriciteit kan worden opgewekt.
- Onderzoek heeft uitgewezen dat de potentie voor waterkracht in Brabant te klein is om op provinciale schaal een rol te spelen¹⁰. Om deze reden valt waterkracht buiten de scope van de bouwstenennotitie.
- Het theoretisch potentieel van zon-PV bedraagt 117 PJ binnen Brabant. Aangezien dit theoretisch potentieel betreft, is geen rekening gehouden met beperkende factoren, waardoor in de praktijk slechts een beperkt deel van dit potentieel kan worden benut. Desondanks is zon-PV een potentieel belangrijke bron die met meervoudig ruimtegebruik (zon op dak of gevel) dichtbij de vraag kan worden gerealiseerd.
- Het theoretische potentieel van wind bedraagt 10 PJ binnen Brabant. Hierbij is rekening gehouden met de nieuwe afstandsnormering, defensieradar en het Natuurnetwerk Brabant. Gegeven dat de productieprofielen van wind en zon elkaar aanvullen, kan de ontwikkeling van wind een belangrijke rol spelen om het aanbod van hernieuwbare elektriciteit te stabiliseren.
- De potentie voor de aanlanding van wind op zee in Brabant bedraagt 112 PJ tot en met 2040. Of deze aanlandingen daadwerkelijk in Brabant zullen plaatsvinden en welk deel van het potentieel wordt gerealiseerd, is nog onzeker.

Thermische elektriciteitscentrales

- Voorheen werd alle elektriciteit opgewekt met thermische elektriciteitscentrales, zoals kolen en gascentrales. Hierdoor hebben deze bronnen een centrale plek in het bestaande elektriciteitssysteem.
- Zolang deze centrales worden voorzien van brandstof en koelwater kunnen zij hun elektriciteitsproductie sturen. Deze mogelijkheid hebben zon en wind niet, waardoor thermische centrales een belangrijke rol kunnen blijven spelen. Wel is randvoorwaardelijk dat deze centrales worden voorzien van voldoende koelwater en duurzame brandstoffen zoals groene moleculen of splijtstof.
- Al het koelwater dat de Brabantse rivieren kunnen leveren, is al vergeven en dit

bestaande aanbod zal verder afnemen richting 2050¹¹. Hierdoor wordt een thermische centrale die met rivierwater koelt op termijn een weersafhankelijke elektriciteitsbron.

- Het tekort aan natuurlijk koelwater biedt kansen voor warmtenetten. Door een thermische centrale aan te sluiten op een warmtenet met voldoende warmtevraag wordt de geproduceerde warmte op een nuttige manier gekoeld. Deze oplossing is zowel energetisch efficiënt als een garantie voor voldoende koeling voor de centrale.

Elektriciteitsinfrastructuur

- Het hoogspanningsnet binnen Brabant bestaat uit de nationale 380kV- en 150kV-elektriciteitsinfrastructuur van TenneT. Hierbij zet TenneT in op de ontwikkeling van *pockets* (zelfstandige deelgebieden) die in Brabant elk worden gevoed door een 380kV-station. TenneT heeft in haar investeringsplan uitbreiding van hoogspanningsstations opgenomen. Verdere verdieping is nodig over welke vraag deze *pockets* kunnen bedienen.
- Het middenspanningsnet van Enexis zorgt binnen de TenneT-pockets voor regionaal transport van elektriciteit tot aan stadscentra, woonwijken en bedrijventerreinen. Op het middenspanningsnet zijn ook grote gebruikers aangesloten, zoals snellaadinfrastructuur voor elektrische voertuigen en zonne- en windparken. Uitbreiding van het middenspanningsnet is op diverse locaties nodig om aan de toekomstige vraag te kunnen voldoen. Enexis werkt deze uitbreiding uit in haar investeringsplan. Via het pMIEK kan de provincie aangeven welke uitbreidingen, vanuit maatschappelijk perspectief, prioriteit verdienen.
- Het laagspanningsnet distribueert de elektriciteit naar woningen, publieke laadpalen en kleine bedrijfsgebouwen. Via een buurtaanpak investeert Enexis gericht in de toekomstbestendige (termijn 2050) uitbreiding van de laagspanningsnetten. Naar verwachting vinden de komende periode in een op de drie straten werkzaamheden plaats. Dit heeft een grote impact op inwoners.

- High Voltage Direct Current (HVDC) is infrastructuur die met gelijkstroom in plaats van wisselspanning werkt. De aanleg van HVDC-infrastructuur neemt de laatste jaren wereldwijd in hoog tempo toe en deze groei lijkt de komende decennia verder door te zetten. Het voordeel van deze techniek is dat grote hoeveelheden elektriciteit ondergronds, over grote afstanden en met relatief weinig energieverliezen worden getransporteerd. Dus (weersafhankelijke) hernieuwbare bronnen kunnen over steeds grotere afstanden met elkaar worden verbonden. Hierdoor daalt de correlatie van weersomstandigheden tussen deze locaties. Bijvoorbeeld, wanneer het op plek A windstil is kan het op plek B, C en/of D hard waaien. Hiermee wordt het aanbod van (weersafhankelijke) hernieuwbare elektriciteit op dit HVDC-net stabiel.

Elektriciteitsopslag

- In het klassieke elektriciteitssysteem dat alleen thermische centrales op fossiele brandstoffen gebruikte, was de energie effectief al opgeslagen in fossiele moleculen. Hierdoor was er in het oude systeem nauwelijks vraag naar elektriciteitsopslag.
- In het toekomstige elektriciteitssysteem wordt elektriciteitsproductie variabel en zal opslag een belangrijke rol spelen om verspilling te voorkomen. Daarnaast kan opslag helpen om pieken op het elektriciteitsnet te reduceren of te voorkomen. Hiermee kan de benodigde verzwaring van de infrastructuur worden beperkt.
- Voor kortetermijnopslag zijn batterijen al uitermate geschikt en deze kunnen een belangrijke rol spelen. Daarmee valt deze techniek binnen de scope van de bouwstenennotitie.
- Voor langetermijnopslag is nog onduidelijk welke techniek zal doorbreken als voornaamste oplossing. Met name buiten Brabant zijn er verschillende mogelijkheden zoals stuwmeren of ondergronds samengeperste lucht. Binnen Brabant zijn conversies naar duurzame moleculen een belangrijke mogelijkheid, maar dit kost veel energie. Desondanks vallen deze conversies binnen de

¹¹ Deltares (7 December 2023). Implications of the KNMI'23 climate scenarios for the discharge of the Rhine and Meuse.

scope van de bouwstenennotitie in verband met de noodzaak voor langetermijnopslag.

Ontwikkeling per drager per gemeente op kaart

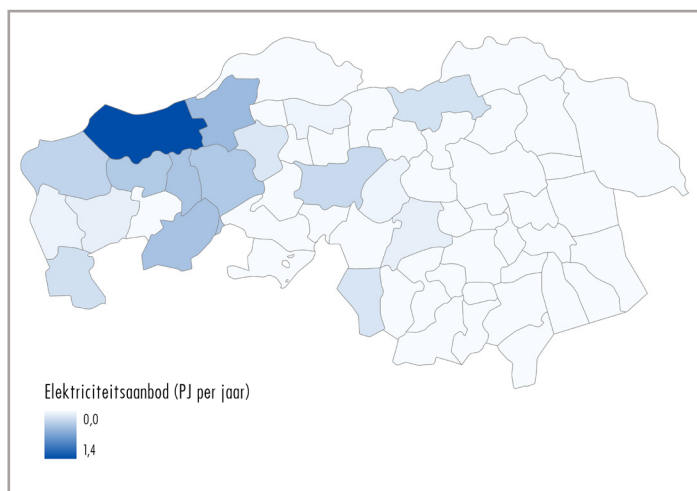
Dit kaartenoverzicht visualiseert per energiedrager het huidige aanbod, toekomstige aanbod en de ontwikkeling van het aanbod tussen nu en 2050. In deze kaarten wordt een onderscheid gemaakt tussen Brabantse gemeenten. De onderstaande kaarten zijn gebaseerd op de databronnen en aannames die aan het begin van dit hoofdstuk uiteen zijn gezet.

Aangezien het energieaanbod per sector sterk verschilt, is gekozen om de kaarten per sector eenzelfde kleurenschaal te geven. Hierdoor zijn de kaarten binnen een sector qua kleuring vergelijkbaar en zijn de ontwikkelingen voor kleinere sectoren ook zichtbaar. Voor het goed vergelijken van kaarten tussen sectoren moet de schaal in de legenda nauwlettend in de gaten worden gehouden.

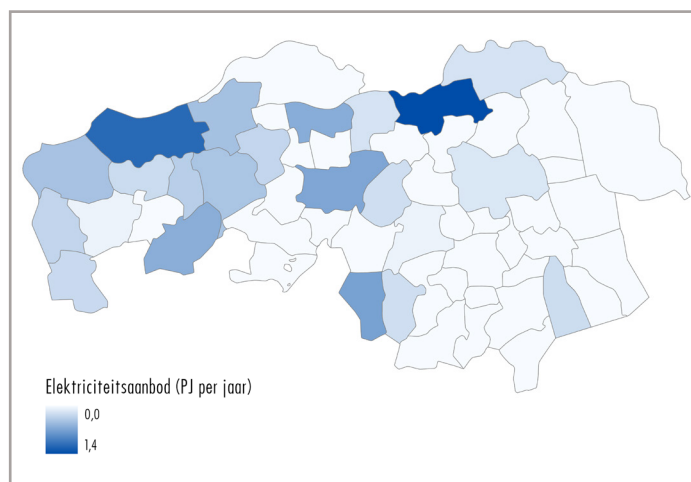
Overzicht kaarten:

25. Huidig aanbod wind op land
26. Verwacht aanbod wind op land 2050
27. Verwachte ontwikkeling aanbod wind op land van dit moment tot 2050
28. Huidig aanbod zon op land
29. Verwacht aanbod zon op land 2050
30. Verwachte ontwikkeling aanbod zon op land van dit moment tot 2050
31. Huidig aanbod zon op dak
32. Verwacht aanbod zon op dak 2050
33. Verwachte ontwikkeling aanbod zon op dak van dit moment tot 2050
34. Theoretisch potentieel wind op land
35. Theoretisch potentieel zon op land binnen en buiten bestaand gebouwd gebied
36. Theoretisch potentieel zon op land op landbouw- en natuurgronden
37. Theoretisch potentieel zon op dak
38. Huidig theoretisch potentieel groen gas
39. Verwacht theoretisch potentieel groen gas 2050
40. Verwachte ontwikkeling theoretisch potentieel groen gas van dit moment tot 2050
41. Huidig aanbod geothermie
42. Verwacht aanbod geothermie 2050
43. Verwachte ontwikkeling aanbod geothermie dit moment tot 2050
44. Theoretisch potentieel geothermie
45. Theoretisch potentieel aardwarmte
46. Aanbod biomassa
47. Huidig aanbod afvalverbranding
48. Verwacht aanbod afvalverbranding 2050
49. Verwachte ontwikkeling aanbod afvalverbranding van dit moment tot 2050
50. Aanbod restwarmte
51. Theoretisch potentieel restwarmte
52. Theoretisch potentieel aquathermie
53. Aanbod bodemwarmte

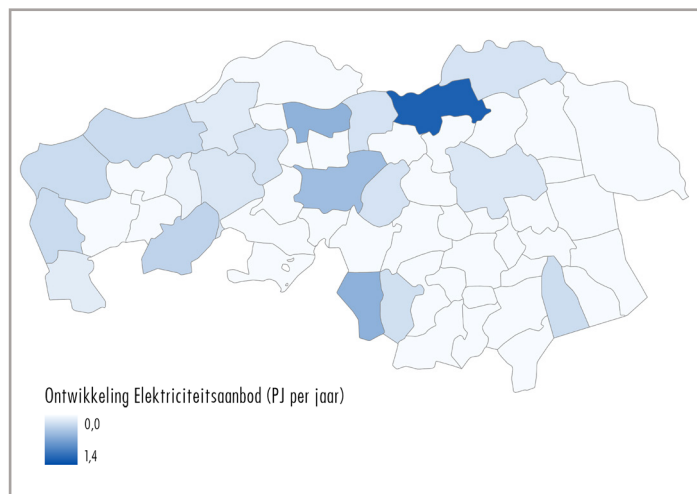
Kaart 25 – Huidig aanbod wind op land



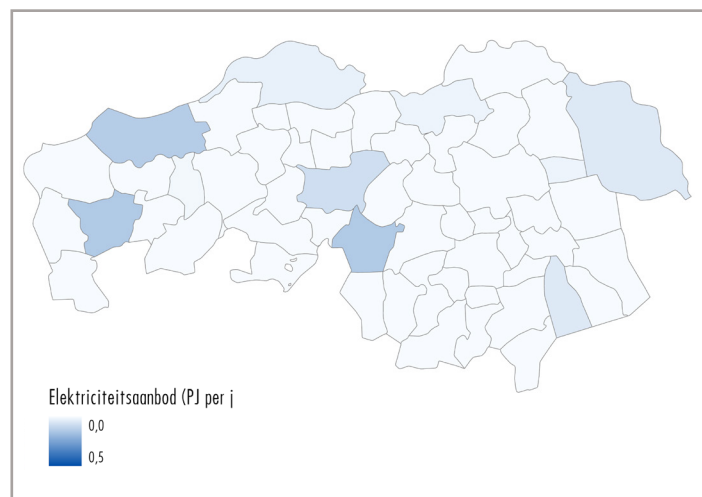
Kaart 26 – Verwacht aanbod wind op land 2050



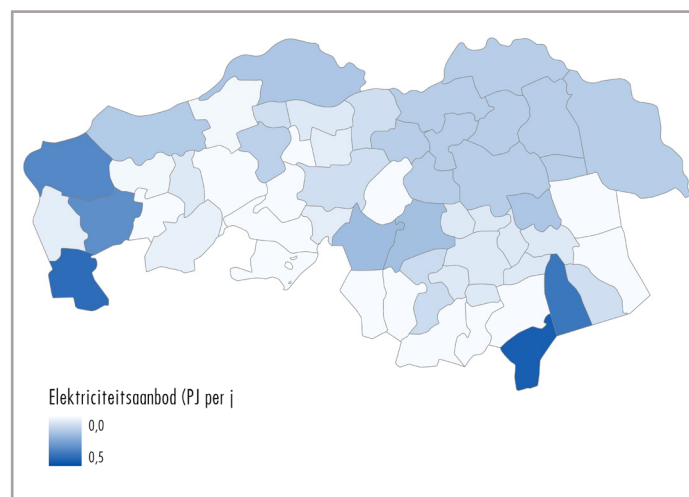
Kaart 27 – Verwachte ontwikkeling aanbod wind op land van dit moment tot 2050



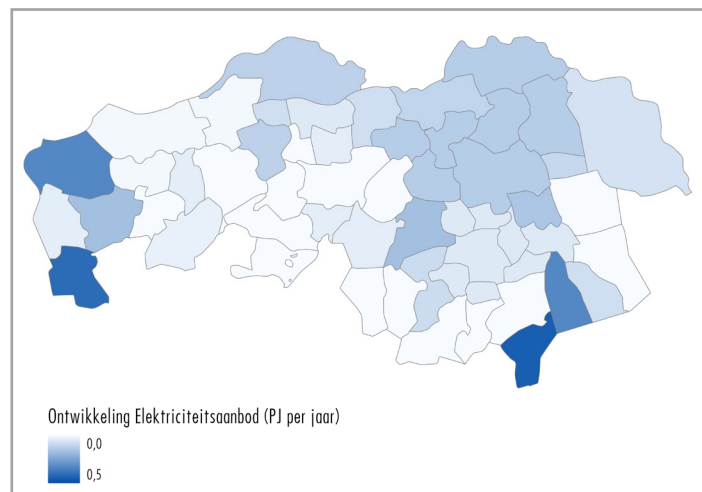
Kaart 28 – Huidig aanbod zon op land



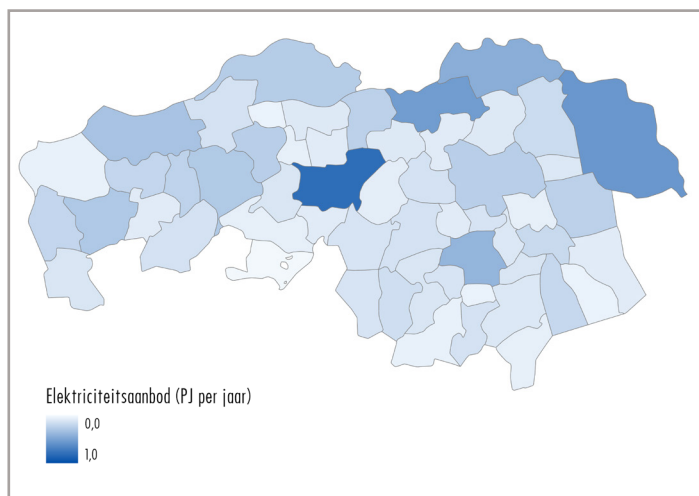
Kaart 29 – Verwacht aanbod zon op land 2050



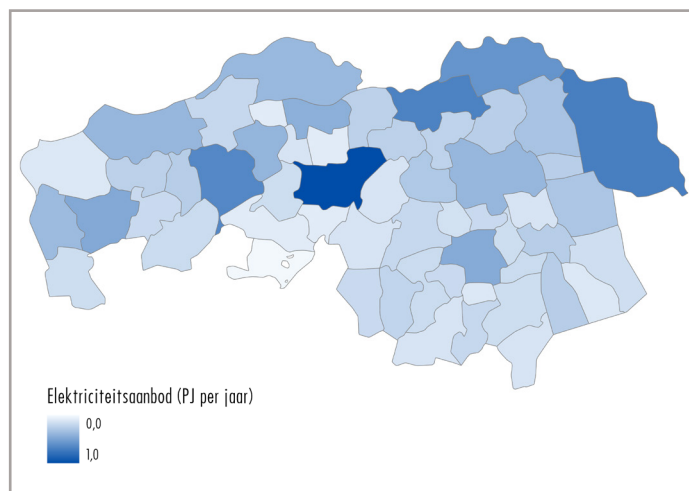
Kaart 30 – Verwachte ontwikkeling aanbod zon op land van dit moment tot 2050



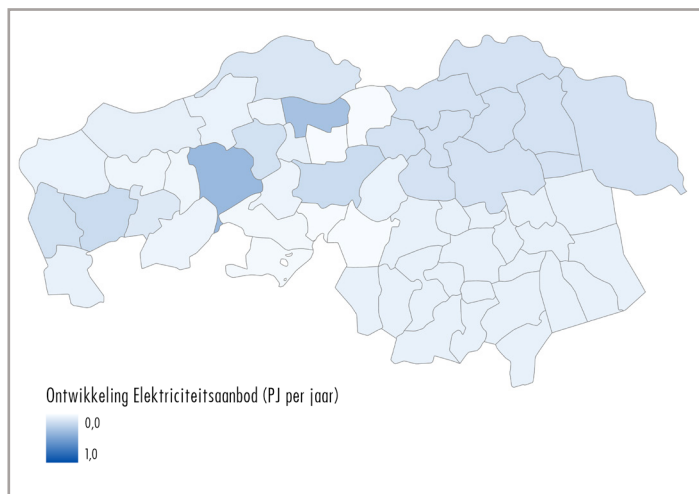
Kaart 31 – Huidig aanbod zon op dak



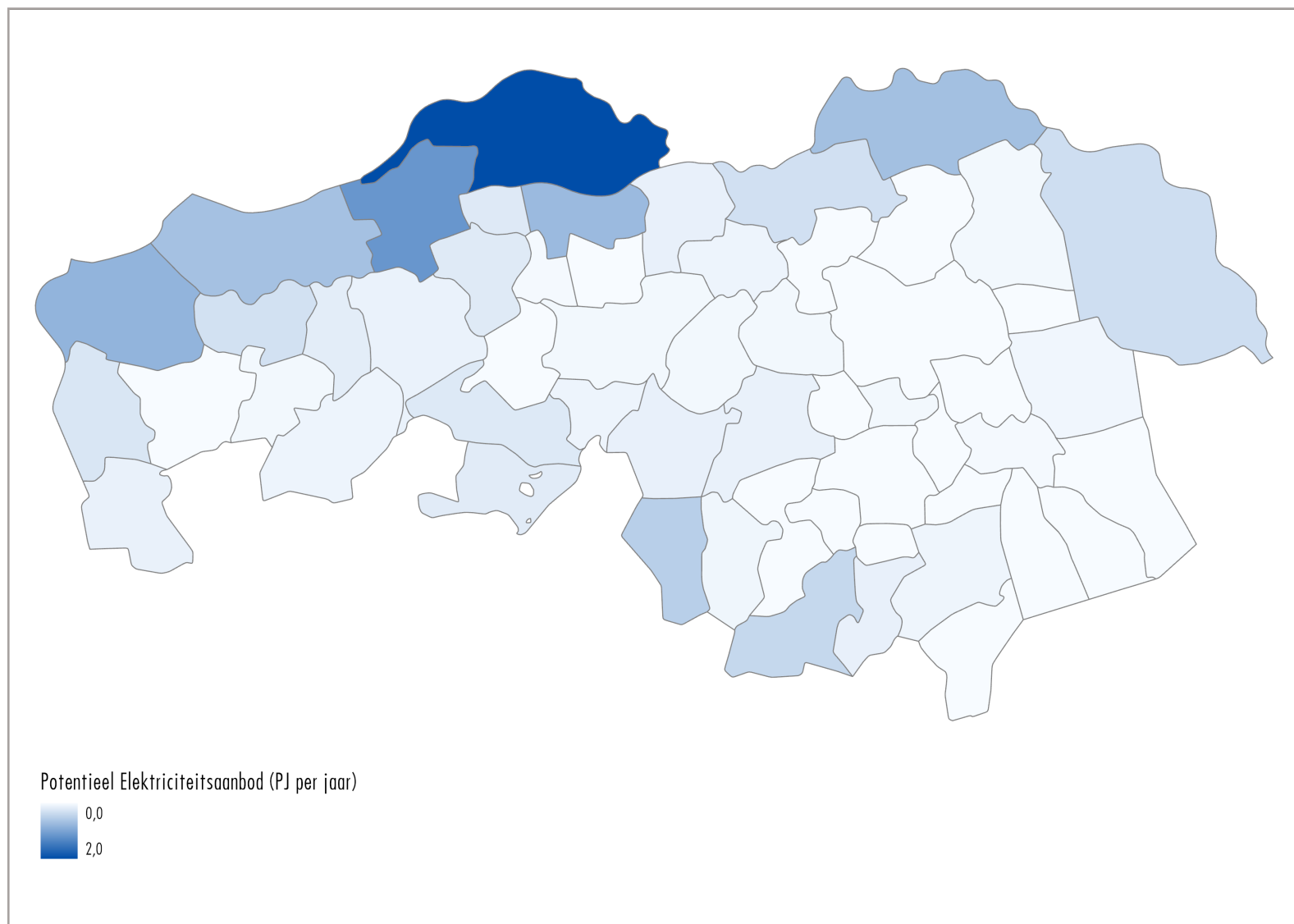
Kaart 32 – Verwacht aanbod zon op dak 2050



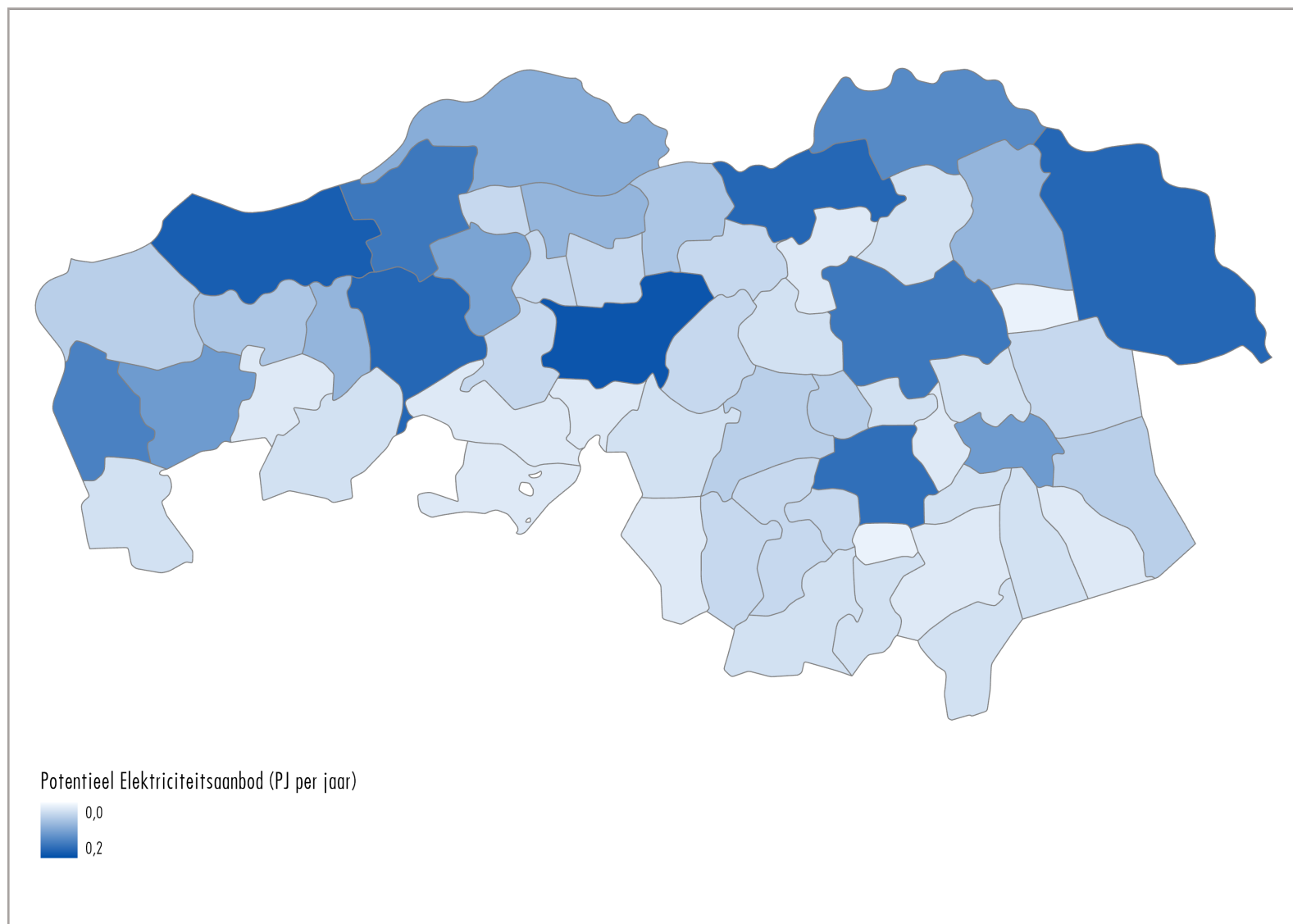
Kaart 33 – Verwachte ontwikkeling aanbod zon op dak van dit moment tot 2050



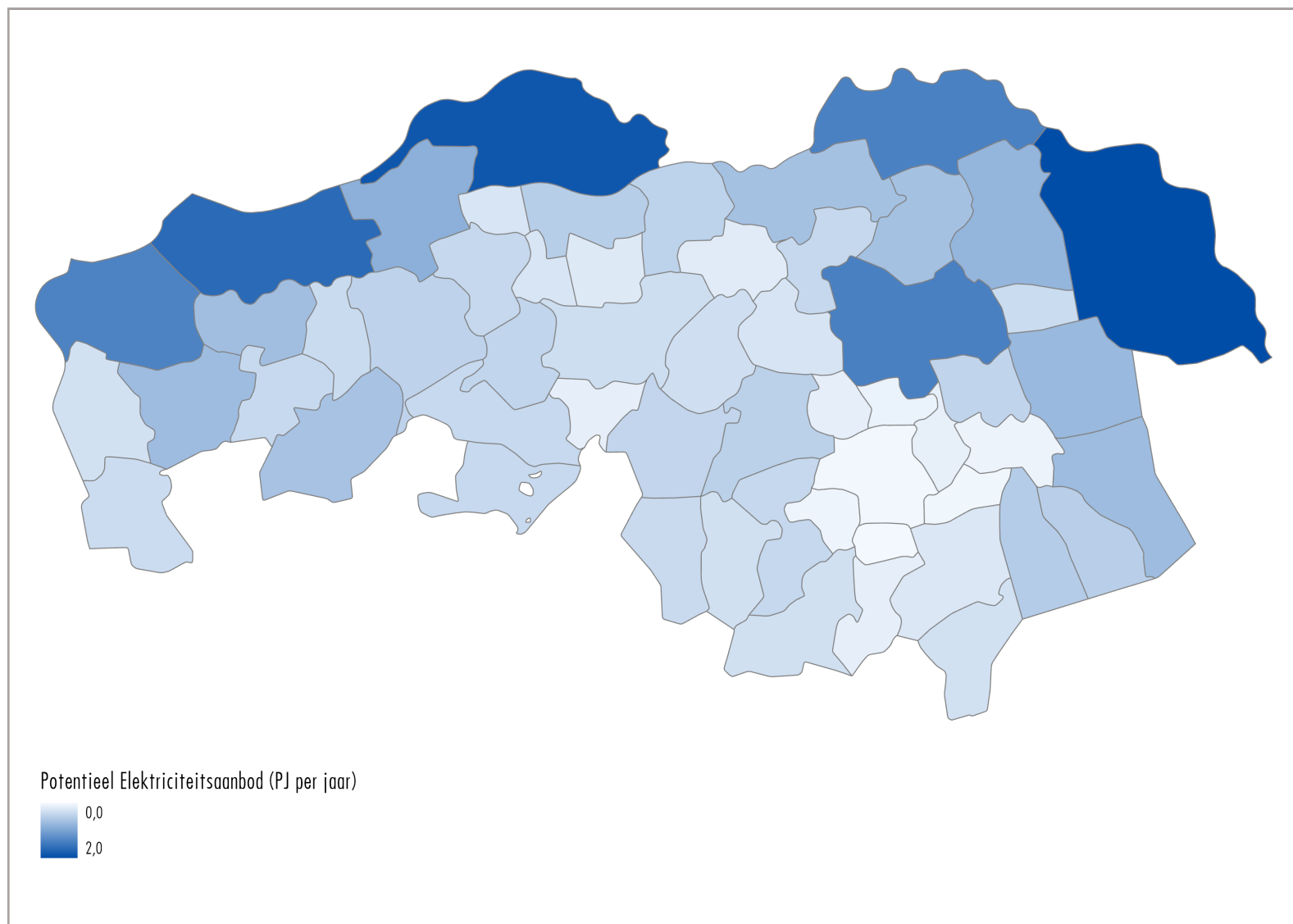
Kaart 34 – Theoretisch potentieel wind op land



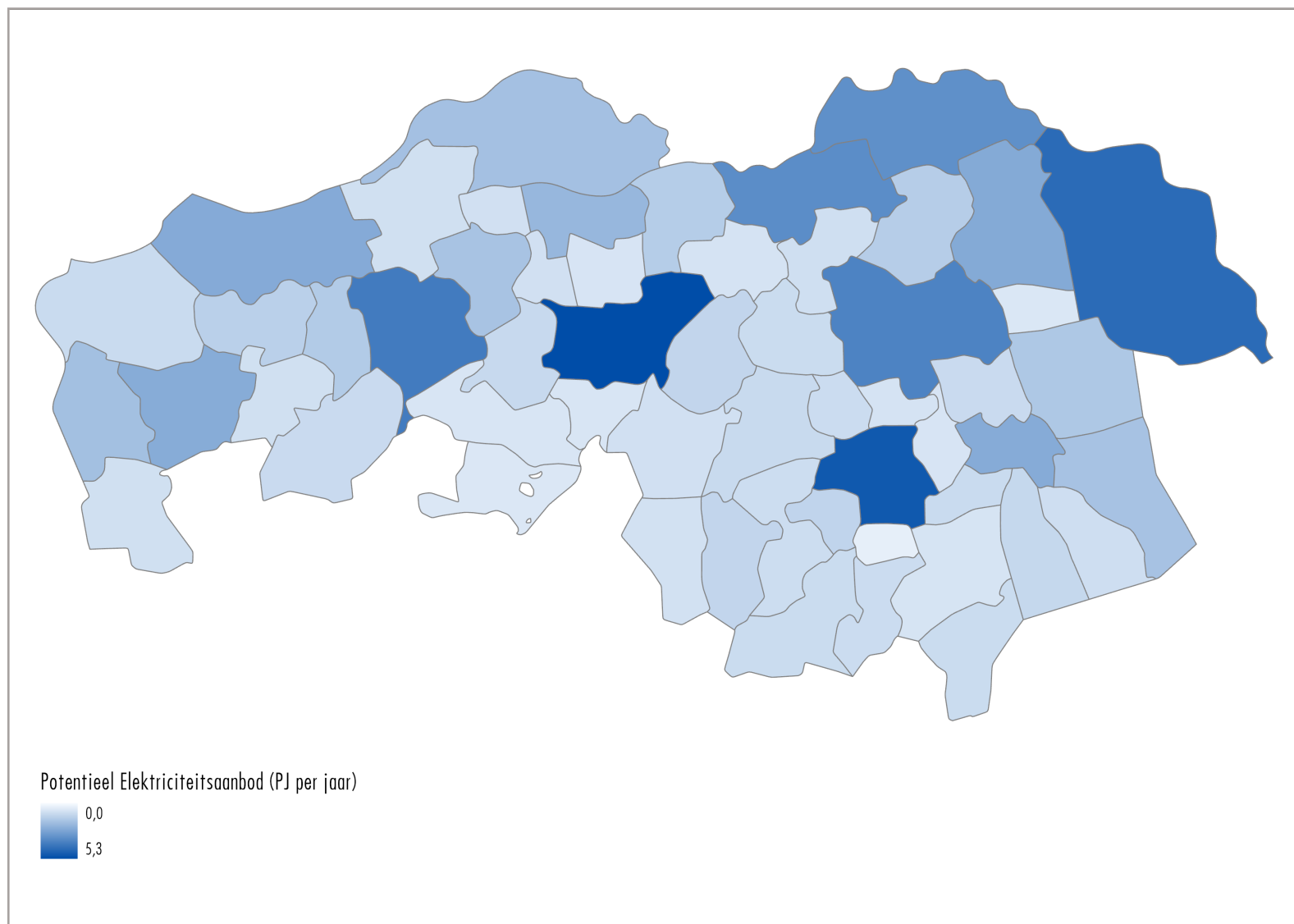
Kaart 35 – Theoretisch potentieel zon op land binnen en buiten bestaand gebouwd gebied



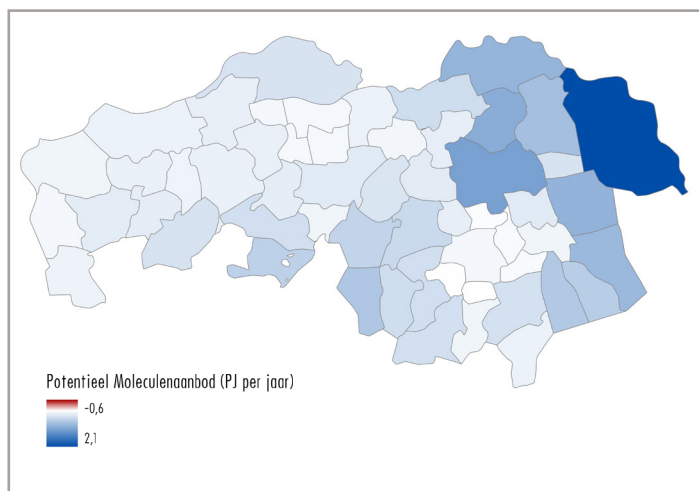
Kaart 36 – Theoretisch potentieel zon op land op landbouw- en natuurgronden



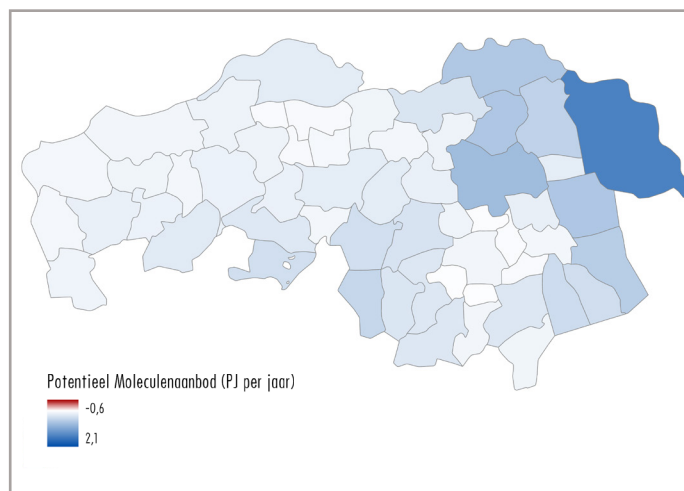
Kaart 37 – Theoretisch potentieel zon op dak



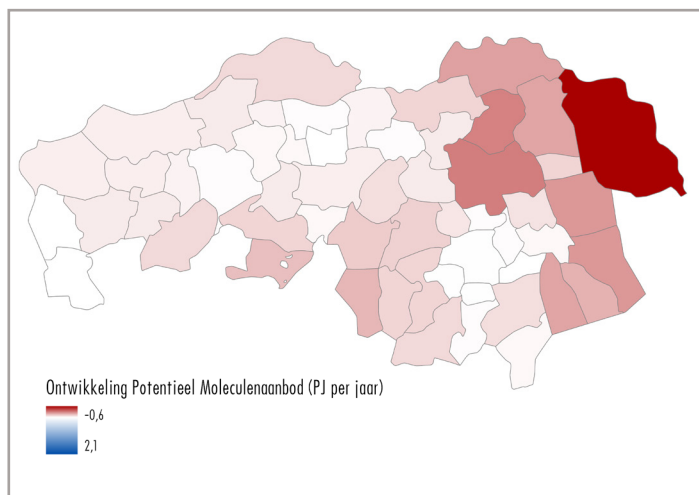
Kaart 38 – Huidig theoretisch potentieel groen gas



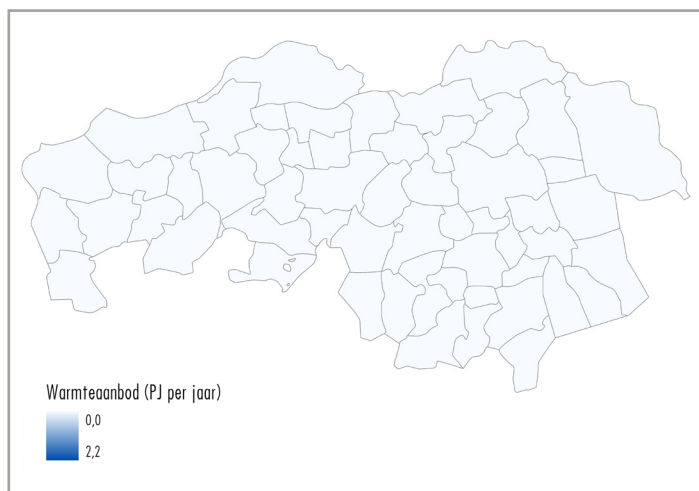
Kaart 39 – Verwacht theoretisch potentieel groen gas 2050



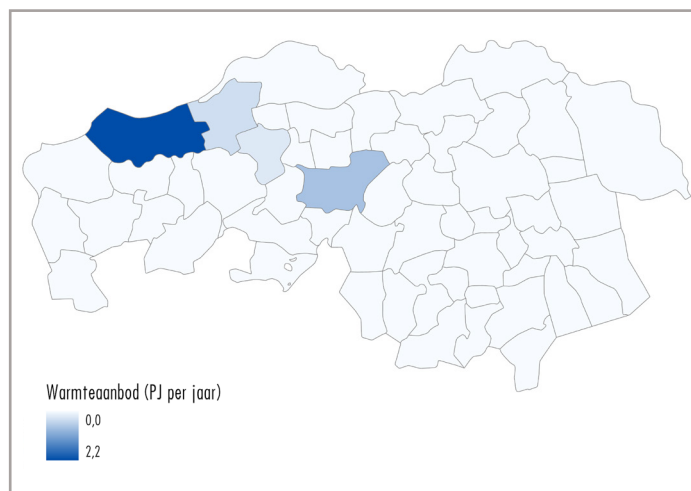
Kaart 40 – Verwachte ontwikkeling theoretisch potentieel groen gas van dit moment tot 2050



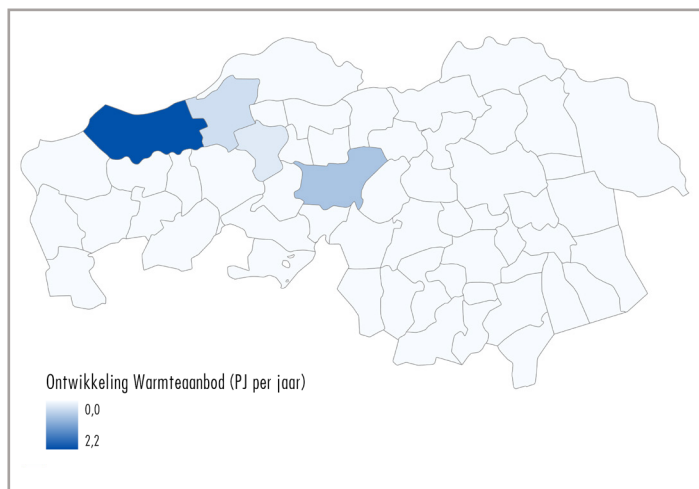
Kaart 41 – Huidig aanbod geothermie



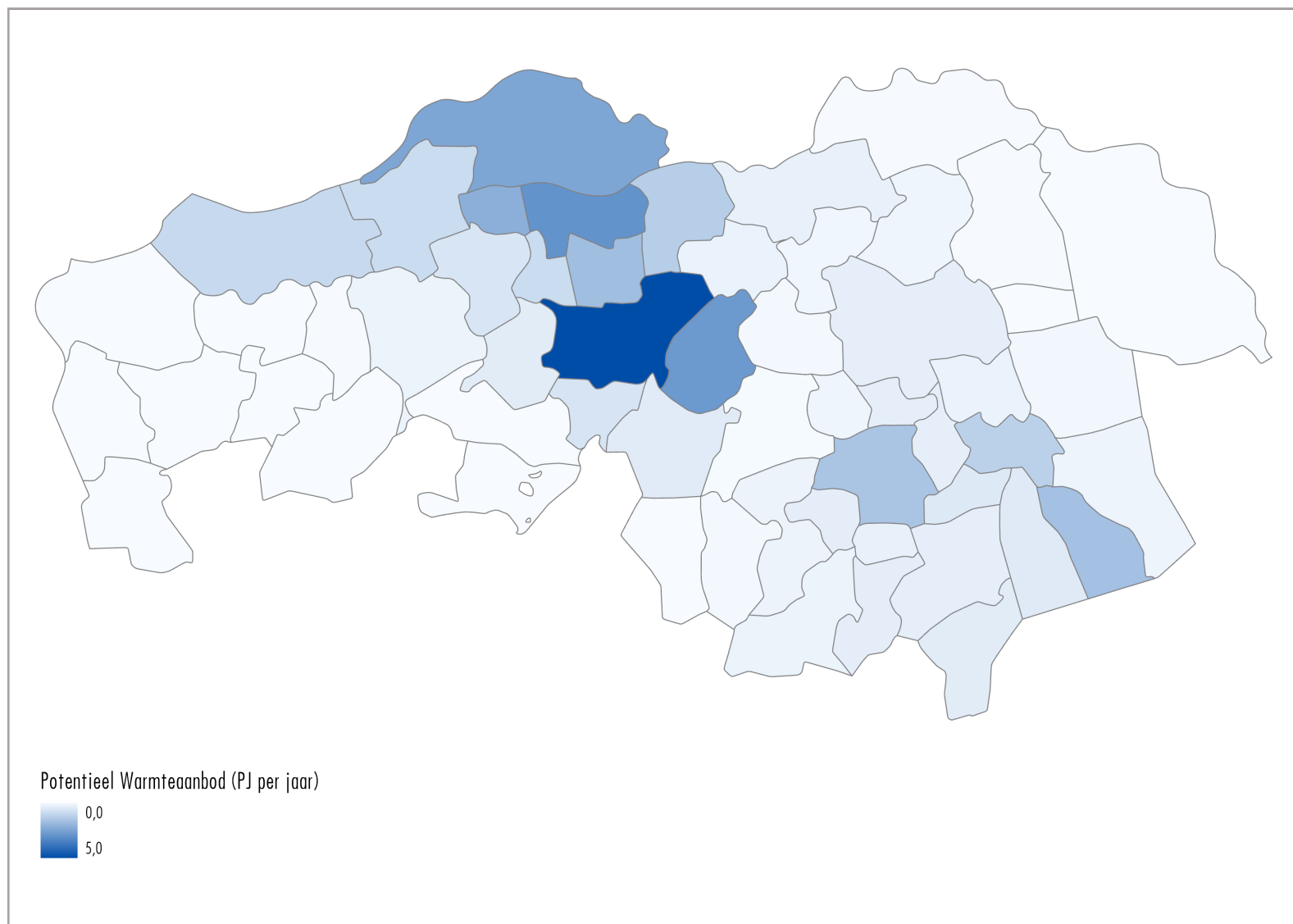
Kaart 42 – Verwacht aanbod geothermie 2050



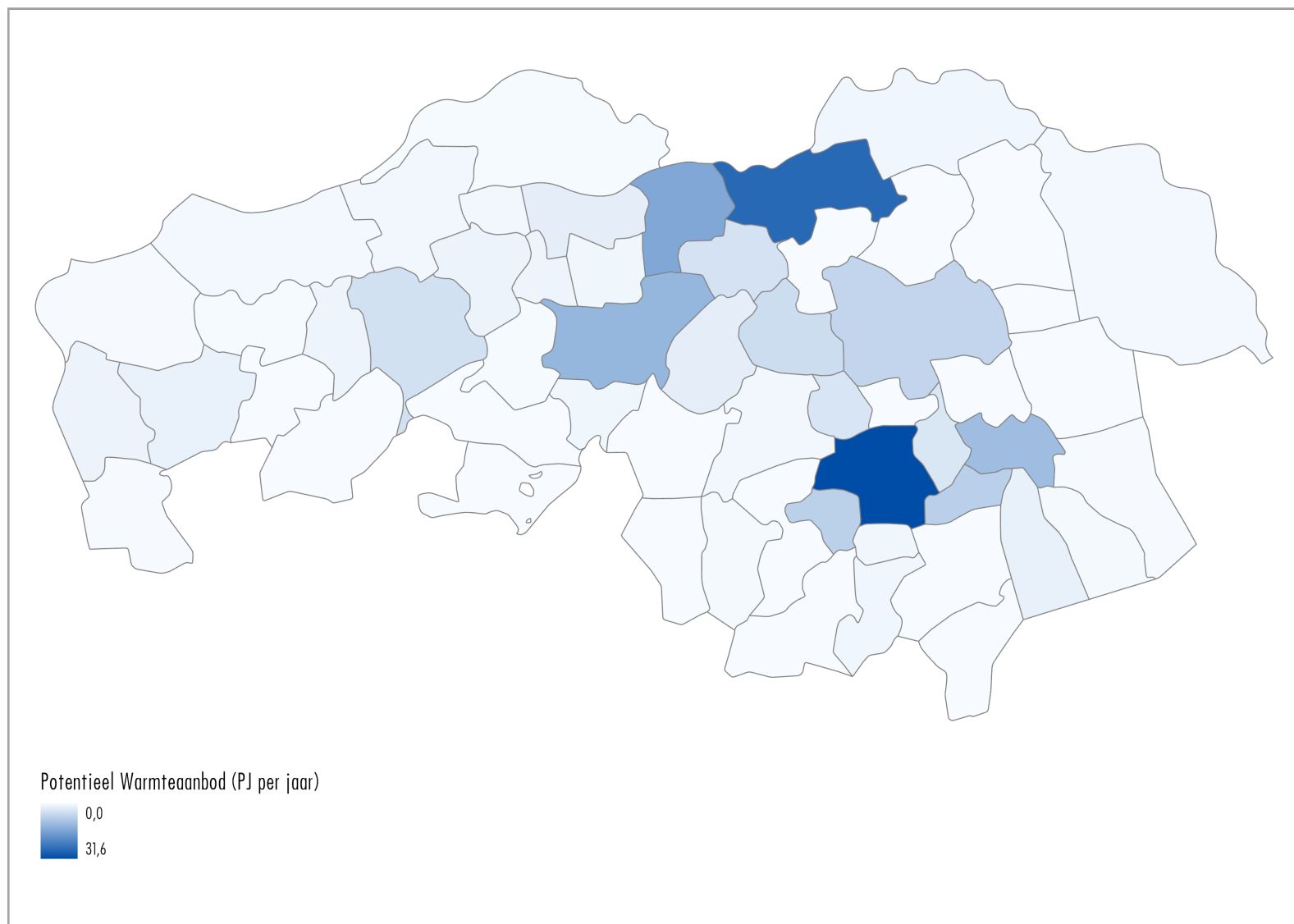
Kaart 43 – Verwachte ontwikkeling aanbod geothermie van dit moment tot 2050



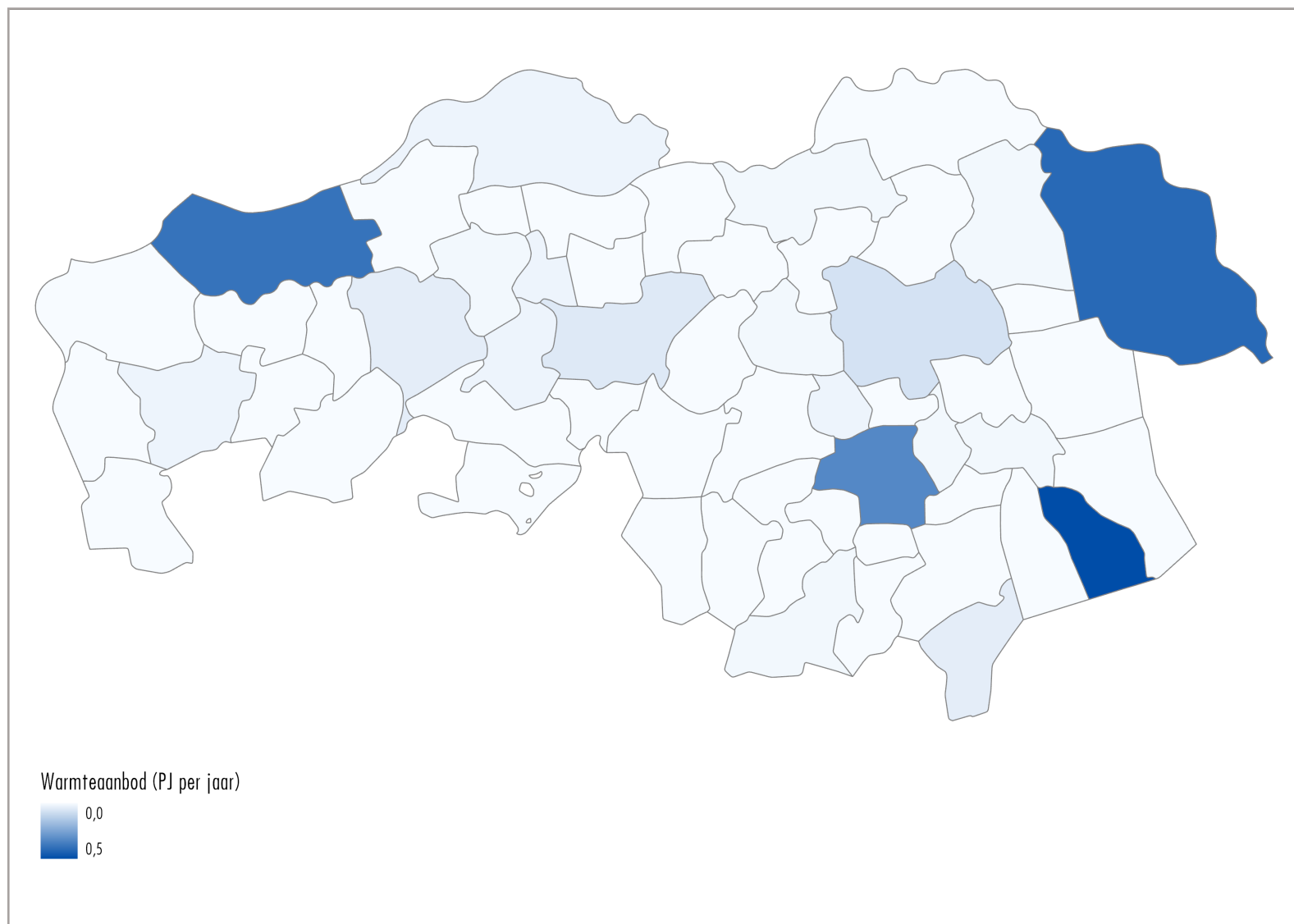
Kaart 44 – Theoretisch potentieel geothermie



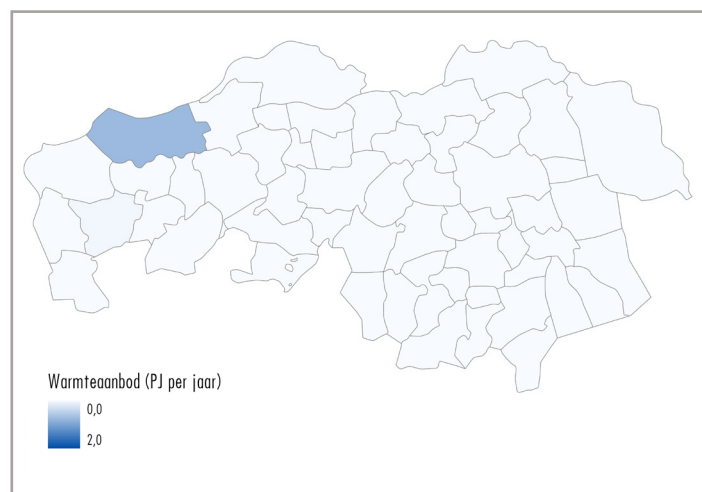
Kaart 45 – Theoretisch potentieel aardwarmte



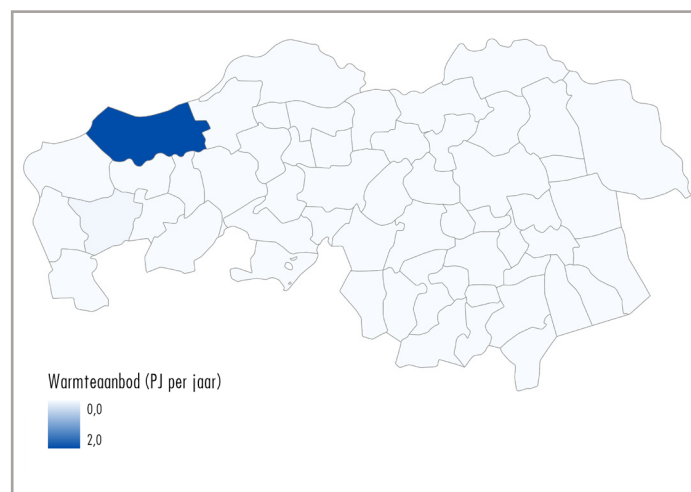
Kaart 46 – Aanbod biomassa



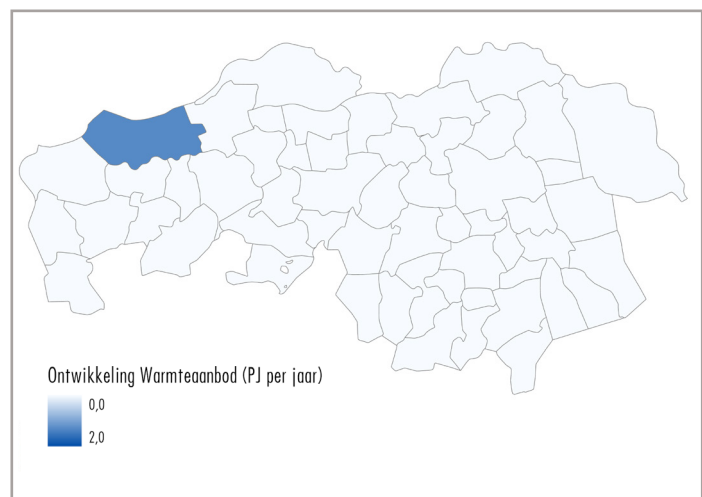
Kaart 47 – Huidig aanbod afvalverbranding



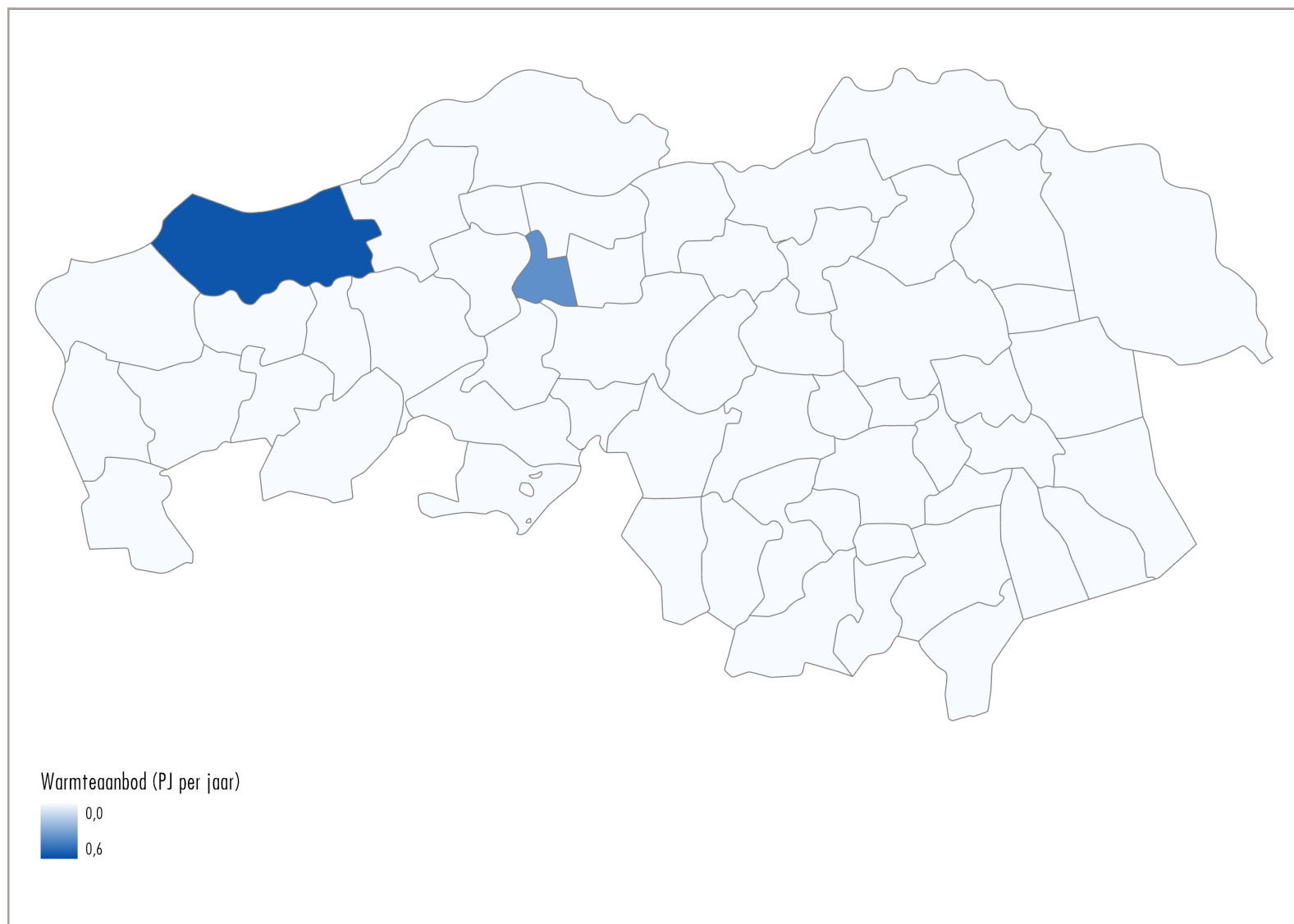
Kaart 48 – Verwacht aanbod afvalverbranding 2050



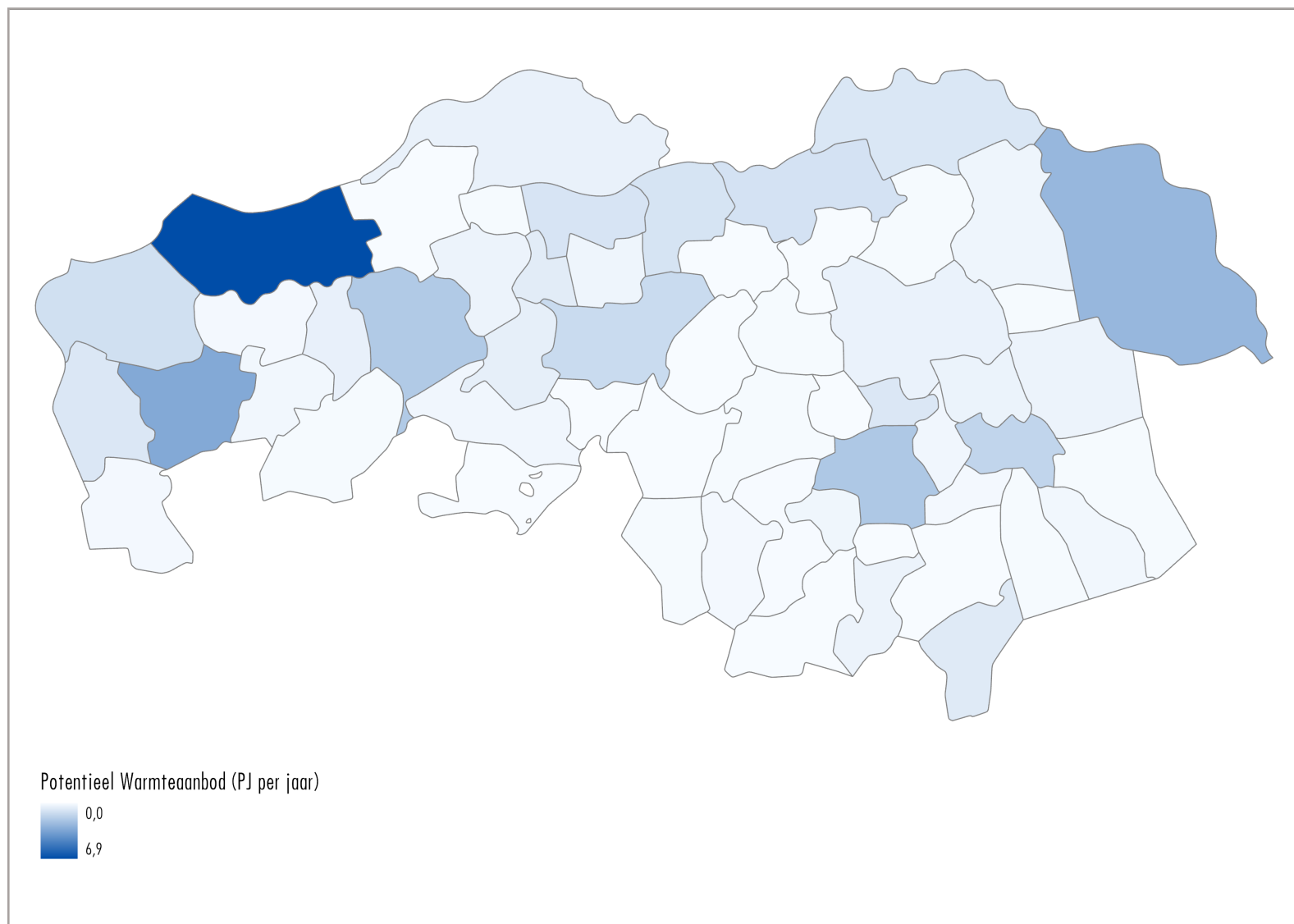
Kaart 49 – Verwachte ontwikkeling aanbod afvalverbranding van dit moment tot 2050



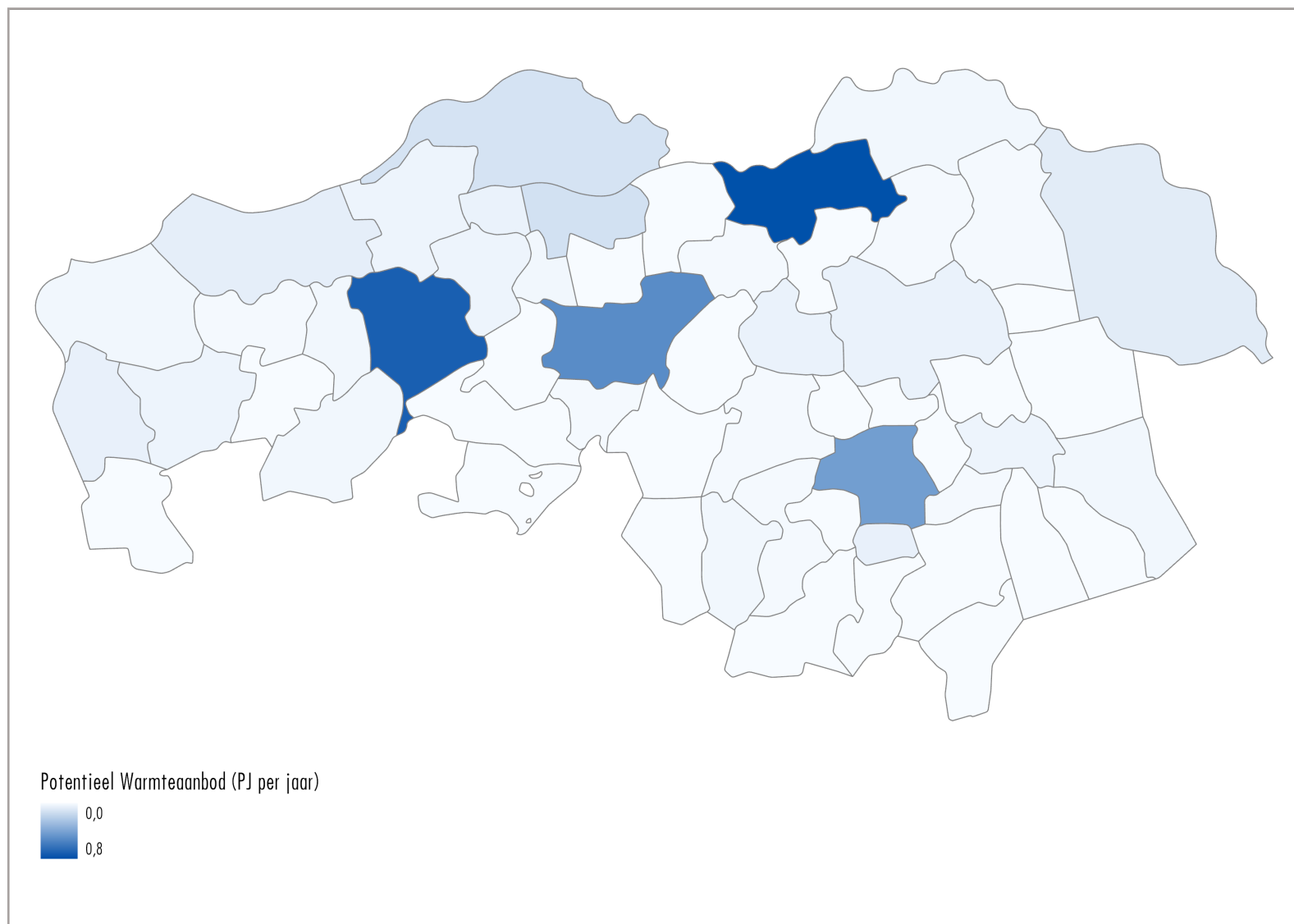
Kaart 50 – Aanbod restwarmte



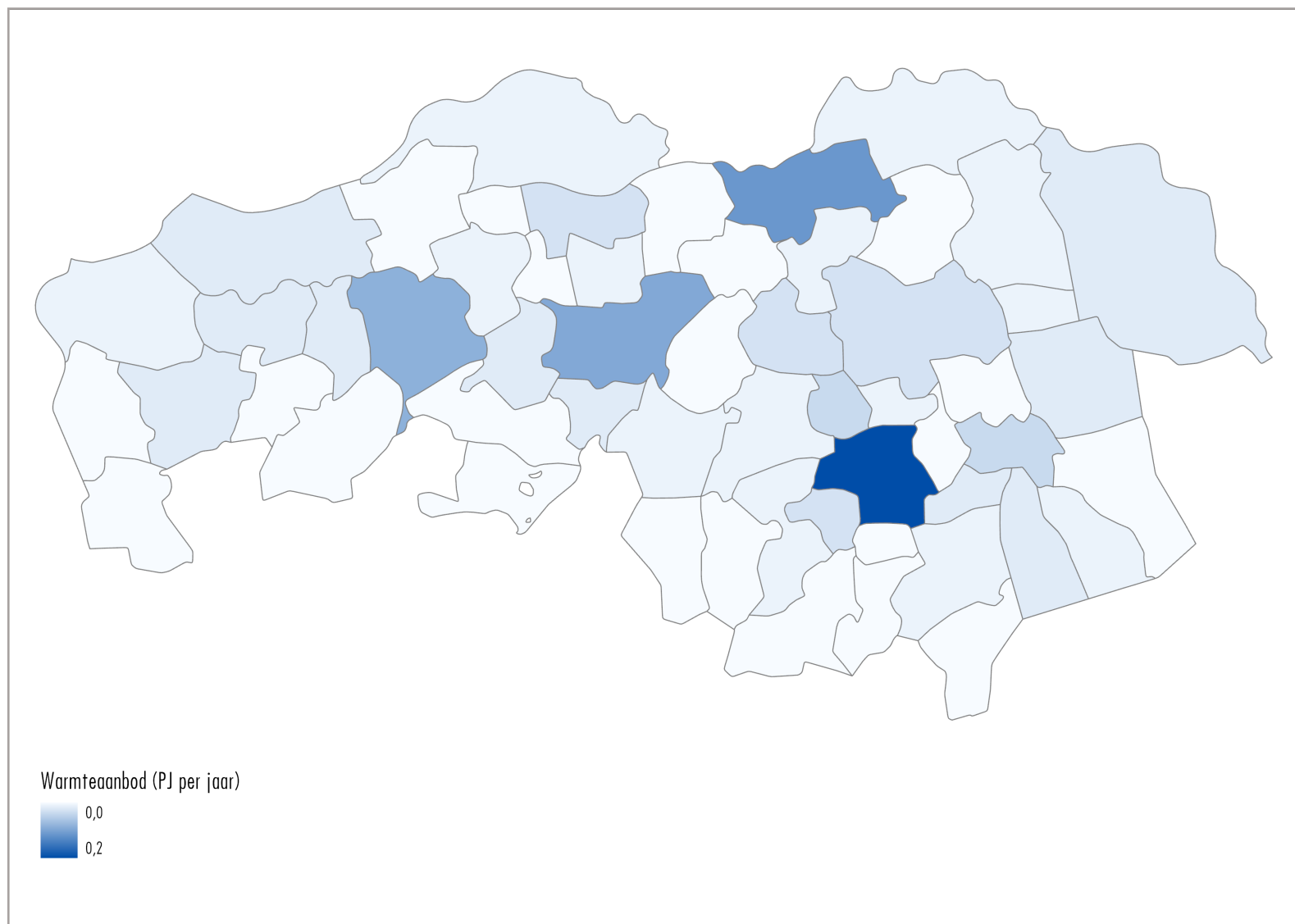
Kaart 51 – Theoretisch potentieel restwarmte



Kaart 52 – Theoretisch potentieel aquathermie



Kaart 53 – Aanbod bodemwarmte



4. Kaarten bij Brabantse opgaven

Deze bijlage geeft per energiedrager weer wat in 2050 het verwachte verschil is tussen energievraag en energieaanbod in iedere Brabantse gemeente. Zo wordt per Brabantse gemeente inzichtelijk of er een tekort aan een energiedrager ontstaat en hoe groot dit tekort naar verwachting wordt. Om de energietransitie als Brabant succesvol te doorlopen, zal een oplossing voor deze tekorten moeten worden gevonden. Door in het energieperspectief keuzes te maken over de zes Brabantse opgaven uit Hoofdstuk 5 kunnen deze oplossingen worden gevonden.

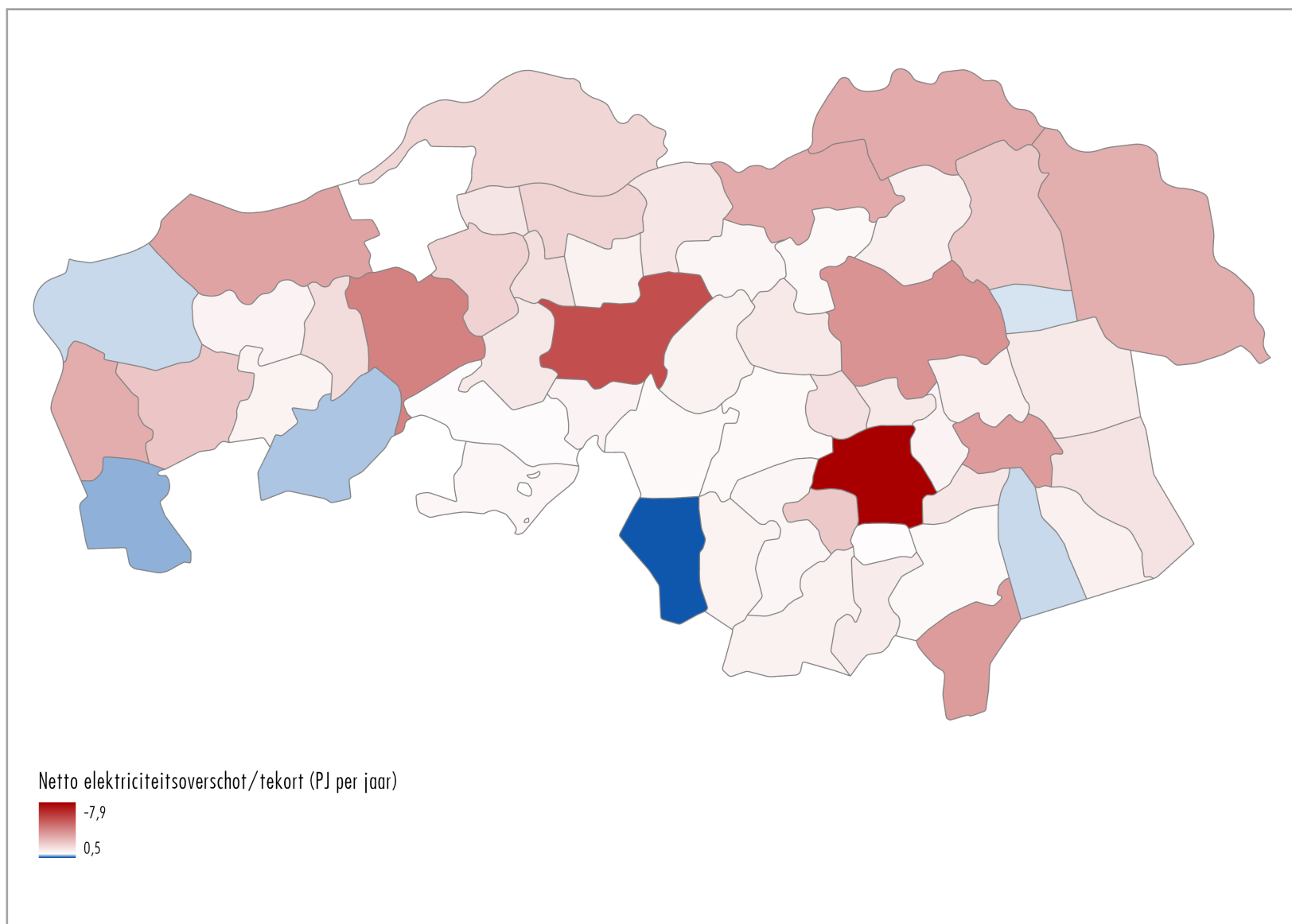
Dit kaartenoverzicht visualiseert voor de energiedragers elektriciteit en warmte de tekorten per Brabantse gemeente in 2050. De nu belangrijke energiedrager Brandstoffen is niet opgenomen omdat deze energiedrager dient te zijn uitgefaseerd in 2050. Hierdoor zijn alleen voor de energiedragers Warmte en Elektriciteit kaarten opgesteld. Voor de kaarten in deze bijlage geldt dat voor het goed vergelijken van de kaarten de schaal in de legenda in ogenschouw dient te worden genomen.

Overzicht kaarten:

54. Verschil vraag en aanbod elektriciteit

55. Verschil vraag en aanbod warmte

Kaart 54 – Verschil vraag en aanbod elektriciteit



Kaart 55 – Verschil vraag en aanbod warmte

