



# Actualisatie energiemix

Meerijstad

Gemeente Meerijstad

720180 | definitief v1.0

25/06/2021

## Pondera

Hoofdvestiging Nederland  
Amsterdamseweg 13  
6814 CM Arnhem  
088 – pondera (088-7663372)  
info@ponderaconsult.com

Postadres  
Postbus 919  
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia  
Jl. Mampang Prapatan XV no 18  
Mampang  
Jakarta Selatan 12790  
Indonesia

Vestiging North East Asia  
Suite 1718, Officia Building 92  
Saemunan-ro, Jongno-gu  
Seoul Province  
Republic of Korea

## Colofon

Soort document  
Actualisatie energiemix

Projectnaam  
Meerijstad

Versienummer  
definitief v1.0

Datum  
25-6-2021

Project nummer  
720180

Opdrachtgever  
Gemeente Meerijstad

Auteur  
Paul Janssen, John van de Lagemaat

Nagekeken door  
Sergej van de Bilt

## Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing.

## Inhoudsopgave

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Inleiding                                   | 1  |
| 1.1 | Achtergrond                                 | 1  |
| 1.2 | Energiemix 2019                             | 1  |
| 2   | Herijking energiemix                        | 2  |
| 2.1 | Elektriciteitsvraag                         | 2  |
| 2.2 | Elektriciteitsvraag 2050                    | 7  |
| 2.3 | Uitgangspunten opwek technieken wind en zon | 10 |
| 3   | Scenario's invulling elektriciteitsvraag    | 15 |
| 3.1 | Invulling elektriciteitsvraag               | 15 |
| 3.2 | Scenario's in verdeling opwek technieken    | 16 |

# 1 Inleiding

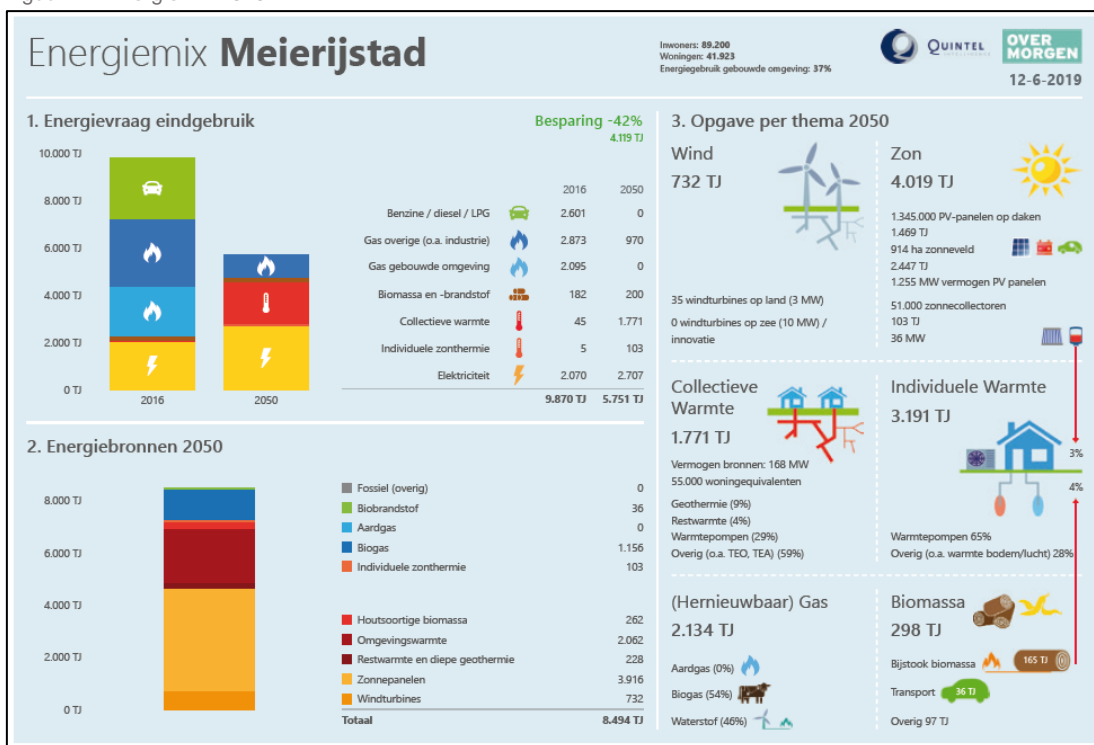
## 1.1 Achtergrond

De gemeente Meierijstad heeft in 2019 door Bureau Overmorgen een verkenning laten opstellen van de verwachte energievraag in 2050<sup>1</sup>. Deze is opgenomen als bijlage 1 in het beleidskader 'De toekomst van zon en wind in Meierijstad'. Inmiddels zijn nieuwe data beschikbaar geworden en zijn er nieuwe inzichten op het gebied van technieken, waardoor het wenselijk is een actualisering te maken van de energiemix. Deze notitie bevat deze actualisering voor de elektriciteitsvraag en invulling van de opwek.

## 1.2 Energiemix 2019

In Figuur 1.1 Energiemix 2019 is de energiemix opgenomen uit 2019. Hieruit blijkt dat er in 2050 een verwachte energievraag voor eindgebruik is van 5.751 TJ. Uit de toelichting blijkt dat rekening gehouden is met omzettingsverliezen en met bijvoorbeeld omgevingswarmte die bij warmtepompen wordt benut voor de verwarming. Als gevolg hiervan zijn de benodigde energiebronnen groter dan de eindvraag.

Figuur 1.1 Energiemix 2019



Bron: Overmorgen, 2019

De Energiemix 2019 voorspelt dat in 2050 circa 4.648 TJ aan energiebronnen benodigd is om de elektriciteitsvraag in te vullen met hernieuwbare oplossingen. Voor de herijking van de energiemix gaan we opnieuw kijken naar de verwachte elektriciteitsvraag in 2050 aan de hand van de huidige beschikbare kennis en voorspellingsmodellen.

<sup>1</sup> Energiemix Meierijstad d.d. 12-6-2019.

## 2 Herijking energiemix

### 2.1 Elektriciteitsvraag

Momenteel is er in de gemeente Meierijstad een elektriciteitsverbruik van circa 2.415 TJ (0,672 TWh)<sup>2</sup> per jaar. Hoe groot die vraag in 2050 zal zijn is sterk afhankelijk van de ontwikkelingen in de energietransitie. Denk aan een stijgende elektriciteitsvraag als gevolg van onder andere elektrische mobiliteit, het elektrificeren van de warmtevraag in gebouwen en het omzetten van elektriciteit in waterstof voor verwarming en industriële processen. Hieronder gaan we voor de grootste verwachte ontwikkelingen in op de verwachte gevolgen die dit heeft voor de elektriciteitsvraag in 2050. Dit betreft nadrukkelijk een globale inschatting gebaseerd op beschikbare verkenningen en hoofdlijnen<sup>3</sup>. Het gaat om de volgende ontwikkelingen:

- Welke cijfers hanteren we als uitgangspunt?
- Welke besparing op elektriciteitsverbruik verwachten we tot 2050?
- Welke gevolgen heeft de mogelijke bevolkingsgroei op de verwachte elektriciteitsvraag?
- Wat zijn de effecten van de groei in elektrische mobiliteit?
- Welke gevolgen heeft de warmtetransitie en toenemende koudevraag<sup>4</sup> in gebouwen?
- Wat zijn de gevolgen van (deels) elektrificeren van de overige warmtevraag (industrie, etc.)?

In onderstaande paragrafen werken we dit nader uit per onderwerp.

#### 2.1.1 Huidige cijfers

In de energiemix hanteren we de meest recente gegevens van het CBS als uitgangspunt voor de actualisatie. Deze zijn geraadpleegd via de klimaatmonitor. Het verbruik is opgesplitst in vraag naar energie voor verwarming, transport en elektriciteit.

Tabel 2.1 Huidige energieverbruik Meierijstad

| Sector                             | TJ     |
|------------------------------------|--------|
| elektriciteitsverbruik             | 2.415  |
| warmteverbruik                     | 5.136  |
| energieverbruik verkeer en vervoer | 2.893  |
| Totaal bekend energieverbruik      | 10.444 |

CBS, 2018-2019

<sup>2</sup> Klimaatmonitor, geraadpleegd 11 maart 2021

<sup>3</sup> Voor veel toekomstige ontwikkelingen worden op landelijk of provinciaal niveau voorspellingen gedaan aan de hand van modellen, maar zijn deze niet beschikbaar op gemeentelijk niveau. Voor deze analyse worden de voorspellingen op landelijk of provinciaal niveau 1:1 overgenomen.

<sup>4</sup> Koudevraag gaat over koeling (airco) van woningen en kantoren op warme dagen en de energie die daarvoor nodig is.

## 2.1.2 Besparing

### Elektriciteit

Besparing is een belangrijke pijler onder de klimaatafspraken. In de Klimaat en Energieverkenning 2020 (KEV)<sup>5</sup> is een besparingstempo van 1 procent per jaar opgenomen voor de periode 2020-2030. Voor de periode 2013-2020 was dit 1,5 procent per jaar. De reden hiervoor is dat het Energieakkoord besparing als expliciet doel had opgenomen, het Klimaatakkoord niet.

Voor het bepalen van de toekomstige elektriciteitsvraag hanteren we 1 procent besparing per jaar voor het elektriciteitsverbruik. Dat betekent een besparing van 26 procent in 2050 ten opzichte van 2020.

Omgerekend is dat een besparing van 629 TJ.

### Warmte

Voor de mogelijke besparing op de warmtevraag sluiten we aan bij de verkenningen die in het kader van de RES Noordoost Brabant zijn gemaakt. In die berekeningen is voor het warmteverbruik uitgegaan van een besparing van 24 procent. Dit wijkt maar beperkt af van de 26 procent uit de KEV, maar is wel gebaseerd op de regionale gebouwvoorraad en mogelijkheden die deze biedt voor besparing. De regionale gebouwvoorraad wijkt iets af van het landelijk gemiddelde in type woningen (vrijstaand, rijtjeswoning, appartement) en verdeling over bouwperiodes. Voor het bepalen van de toekomstige warmtevraag zijn we uitgegaan van een potentiële besparing van 24 procent in 2050. Dat betekent een besparing van 1.233 TJ.

### Mobiliteit

Wat betreft mobiliteit is ook uitgegaan van de besparing van 26 procent uit het KEV. Dat betekent een besparing van 753 TJ.

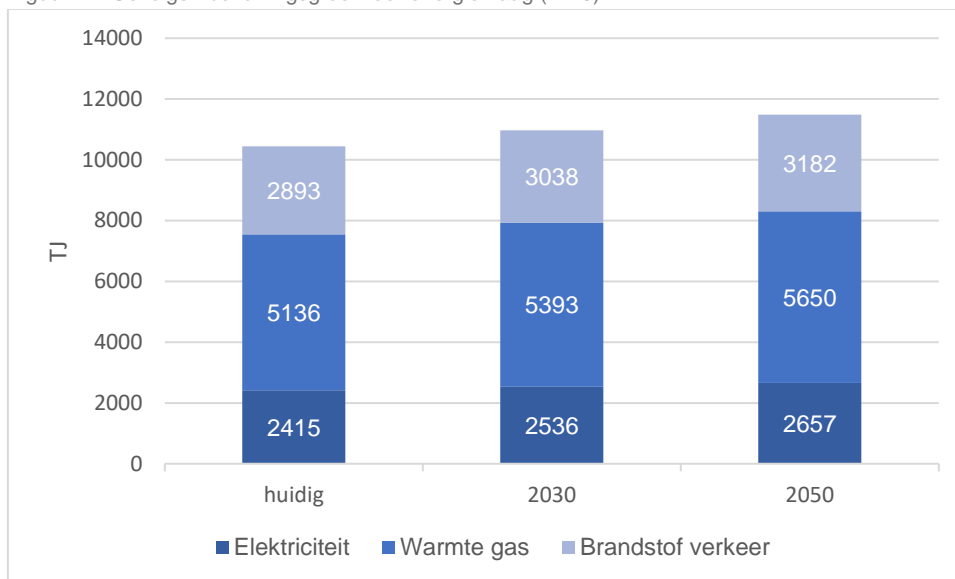
## 2.1.3 Gevolgen bevolkingsgroei

De verwachting is dat de bevolking (beperkt) zal groeien tot 2050. De gemiddelde bevolkingsgroei van de laatste jaren in de gemeente Meierijstad is 0,5 procent per jaar. Wanneer je deze lijn doortrekt kom je op een bevolkingsgroei van circa 5 procent in 2030 en 16 procent in 2050. Volgens de regionale prognose van het CBS<sup>6</sup> is dit respectievelijk 2 procent in 2030 en 8 procent in 2050 voor de gemeente Meierijstad. Regionaal ligt dit getal iets hoger, op circa 3 procent in 2030 en 5 procent in 2050. Voor deze berekening zijn we (conservatief) uitgegaan van 5 procent groei in 2030 en 10 procent groei in 2050 ten opzichte van 2020.

<sup>5</sup> Klimaat en Energieverkenning 2020, geraadpleegd 15 april 2021 via <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-klimaat-en-energieverkenning2020-3995.pdf>

<sup>6</sup> <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84528NED/table>

Figuur 2.1 Gevolgen bevolkingsgroei voor energievraag (in TJ)\*



\*de grafiek toont alleen de gevolgen van bevolkingsgroei, besparing e.d. is hierin niet meegenomen.

Ter vergelijking: in de concept RES-Noordoost Brabant is als percentage voor de groei van het energieverbruik als gevolg van de bevolkingstoename 10% in 2050<sup>7</sup> aangehouden. Daar wijken we niet van af.

#### 2.1.4 Elektrische mobiliteit

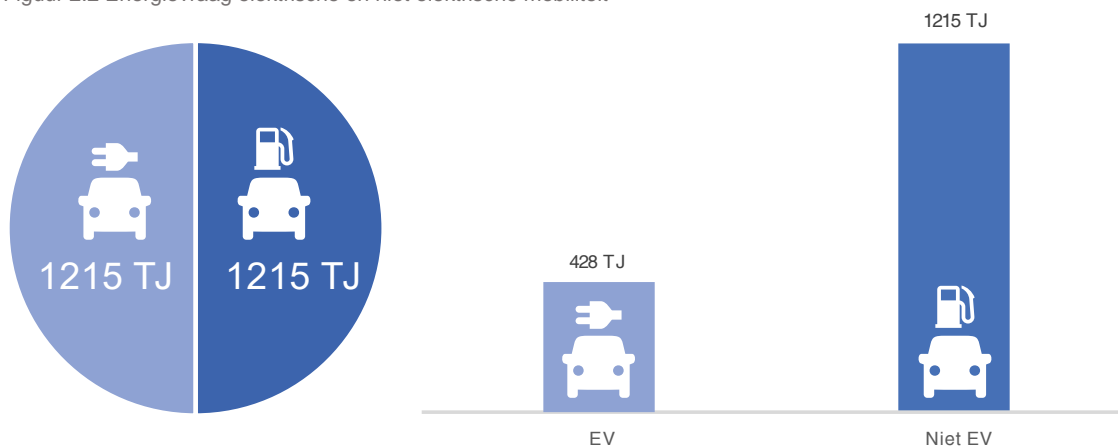
De verwachting is dat het aantal elektrische auto's sterk zal stijgen in de komende decennia. Om tot een inschatting voor 2050 te komen is als uitgangspunt de huidige energievraag voor brandstof uit verkeer genomen gecorrigeerd naar de bevolkingstoename met 10 procent en een besparing van 26 procent (KEV). Daarbij zijn we er - net als in een scenario van het Energy Environment Agency<sup>8</sup> - vanuit gegaan dat 50 procent van de voertuigen in 2050 elektrisch is en 50 procent op een alternatieve duurzame manier rijdt. Voor elektrische auto's hanteren we een energieverbruik van 35 procent<sup>9</sup> t.o.v. het huidige brandstofverbruik van een diesel- of benzineauto. Voor de overige 50 procent niet elektrische voertuigen rekenen we niet met een besparing. Dit resulteert in een extra elektriciteitsvraag van 428 TJ en een resterende energievraag na besparing van 1215 TJ voor het overige verkeer. Dit zal moeten worden ingevuld met bijvoorbeeld groen gas of een andere energiebron. In Figuur 2.2 is de aangehouden verdeling elektrische voertuigen (EV) en niet elektrische voertuigen terug te zien.

<sup>7</sup> POSAD, 2016, gebiedsstrategie duurzame energieopgave Provincie Noord-Brabant

<sup>8</sup> <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-and-the-energy#:~:text=Assuming%20a%2030%20%25%20share,an%2080%20%25%20share%20in%202050.&text=For%20air%20pollutants%2C%20an%2080,in%20comparison%20with%202010%20levels.>

<sup>9</sup> Berekend aan de hand van de gemiddelde kWh/km van een elektrische auto t.o.v. een gemiddelde benzine auto. (<https://ev-database.org/cheatsheet/energy-consumption-electric-car>), ([https://www.researchgate.net/figure/1-Specific-energy-consumption-assumed-for-future-ICE-vehicles-Passenger-cars-and\\_fig1\\_237450919](https://www.researchgate.net/figure/1-Specific-energy-consumption-assumed-for-future-ICE-vehicles-Passenger-cars-and_fig1_237450919))

Figuur 2.2 Energievraag elektrische en niet elektrische mobiliteit\*



\*dit zijn de cijfers voor het verbruik, verschil met aanbod is hierin nog niet meegenomen. Dit zit wel in de energiemix (zie 2.1.7).

In het kader van de RES NOB<sup>10</sup> is het uitgangspunt een gemiddelde groei van 20 procent per jaar wat betreft de laadvraag in de bebouwde omgeving. Dat zou voor de gemeente Meierijstad een elektriciteitsvraag van ongeveer 1.150 TJ in 2050 betekenen met een volledig elektrisch wagenpark. Uitgaande van 50 procent is dat 575 TJ in 2050. Het verschil met de berekende 428 TJ zou kunnen zitten in een overschatting van de besparing.

### 2.1.5 Warmtetransitie en koudevraag

#### Warmtevraag

Voor de verwarming van gebouwen en voor industriële processen is veel energie in de vorm van warmte nodig. De totale warmtevraag in de gemeente Meierijstad was 5.136 TJ in 2018<sup>11</sup>. Uitgaande van een besparing van 24 procent (zie 2.1.2.) en een toename van 10 procent als gevolg van bevolkingsgroei en nieuwe gebouwen is de verwachting dat de warmtevraag circa 4.417 TJ in 2050 bedraagt.

In de RES NOB is de warmtevraag voor 2050 voor de bebouwde omgeving in de gemeente berekend op 1.603 TJ. Dat betekent een overige warmtevraag van ongeveer 2.814 TJ die we toeschrijven aan industrie, energie, afval, water en landbouw.

We gaan ervanuit dat deze 1.603 TJ voor ruimteverwarming elektrisch kan worden ingevuld met een warmtepomp die 4 maal efficiënter is (COP = 4). Dit betekent dat 1 TJ aan elektriciteit via een warmtepomp 4 TJ aan warmte oplevert. Dat betekent dus dat circa 400 TJ elektriciteit nodig zal zijn voor het verwarmen van de bebouwde omgeving in Meierijstad.

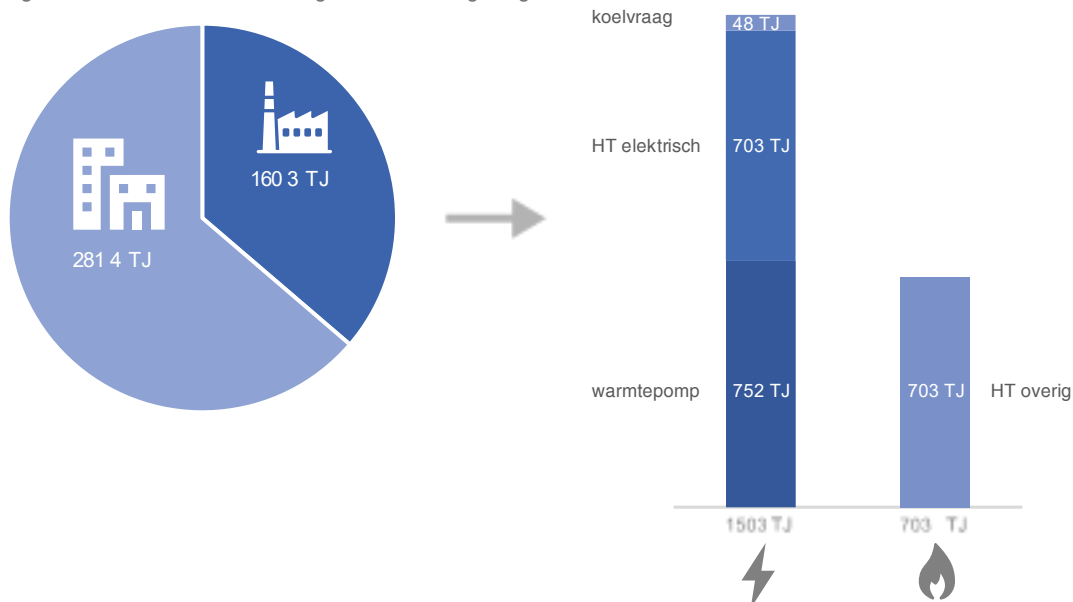
<sup>10</sup>

<https://www.energiewerkplaatsbrabant.nl/res/res+noordoost+brabant/publicaties+en+rapporten+overzicht/regionale+energiestrategie+10/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=1929453>

<sup>11</sup> <https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/dashboard/energieverbruik/>



Figuur 2.3 Warmte en koudevraag bebouwde omgeving en industrie\*



\*dit zijn de cijfers voor het verbruik, verschil met aanbod is hierin nog niet meegenomen. Dit zit wel in de energiemix.

#### Koudevraag

De vraag naar koeling neemt de laatste jaren ook toe. Volgens een rapport van TKI urban energy is de koudevraag voor ruimtekoeling ongeveer 1 procent van de warmtevraag<sup>12</sup>. Dit kan oplopen tot maximaal 3 procent. De berekende koudevraag gaat uit van de bovengrens van 3 procent van de totale warmtevraag voor de bebouwde omgeving. Dat is 48 TJ.

In de RES NOB is deze ingeschat op 0,2 PJ voor de hele regio. Teruggerekend naar Meierijstad is dat 26 TJ. Verschil met de RES is wel dat dit gaat over de verwachte vraag in 2030, terwijl we hier rekenen met 2050, waardoor de vraag in de RES logischerwijs lager uitvalt.

#### 2.1.6 Elektrificatie warmtevraag niet bebouwde omgeving

De totale warmtevraag die we toeschrijven aan industrie, energie, afval, water en landbouw is zoals genoemd 2.814 TJ. We hebben de aanname gedaan dat de helft daarvan lage temperatuurwarmte is en dus elektrisch kan worden verwarmd. Daarvoor gaan we uit van een vergelijkbare efficiënte warmtepomp als voor de warmte in de bebouwde omgeving (COP = 4). De andere helft wordt ook weer verdeeld in 50 procent elektrisch verwarmen zonder efficiëntieslag en 50 procent middels groen gas, waterstof of een andere duurzame oplossing. Dit is de restvraag die nog over blijft. Dat is 703 TJ.

<sup>12</sup> <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisdossiers/factsheets-koude technieken/koudevraag-in-Nederland>

### 2.1.7 Verschil tussen aanbod en verbruik

Volgens het CBS<sup>13</sup> was er landelijk een verlies van circa 22 procent tussen het totale energieaanbod en -verbruik in 2018. Dit is het gevolg van verliezen door omzetting, transport, onbalans, etc. Dit getal is echter berekend op basis van de huidige - grotendeels niet hernieuwbare - technieken en is dus mogelijk niet representatief voor de situatie in 2050. Transportverliezen bijvoorbeeld zullen bij een groter aandeel lokale opwek en direct verbruik lager zijn dan nu. Omdat dit sterk afhankelijk is van hoe het gehele energiesysteem er in 2050 uit zal zien is er voor deze rapportage toch voor gekozen het huidige percentage van 22 procent te hanteren.

## 2.2 Elektriciteitsvraag 2050

### 2.2.1 Scenario met restvraag

De geschatte totale energievraag voor 2050 in het scenario met een restvraag (niet elektrisch) voor warmte en brandstof voor verkeer ziet er daarmee als volgt uit:

Tabel 2.2 geschatte energievraag Meierijstad 2050

| Sector   | TJ           |
|--|--------------|
| Elektriciteit                                  | 4.836        |
| Warmte (HT, niet elektrisch)                   | 859          |
| Brandstof verkeer en vervoer (niet elektrisch) | 1.478        |
| <b>Totaal verwacht energieverbruik</b>         | <b>7.172</b> |

Voor elektriciteit is dit opgebouwd uit de volgende onderdelen:

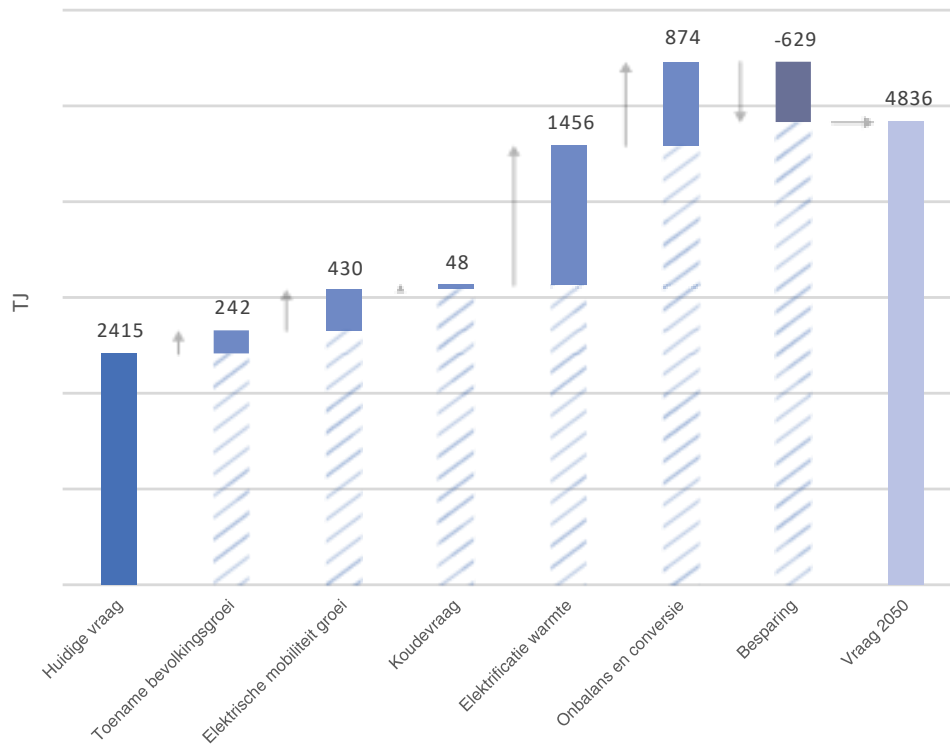
- Huidige vraag: 2.415 TJ
- Toename als gevolg bevolkingsgroei: 242 TJ
- Elektrische mobiliteit groei: 430 TJ
- Koudevraag: 48 TJ
- Elektrificatie warmte: 1.777 TJ
- Onbalans (aanbod/verbruik) en conversie 553 TJ
- Besparing - 629 TJ

#### Kader 2.1 Hernieuwbare energie Klimaatmonitor

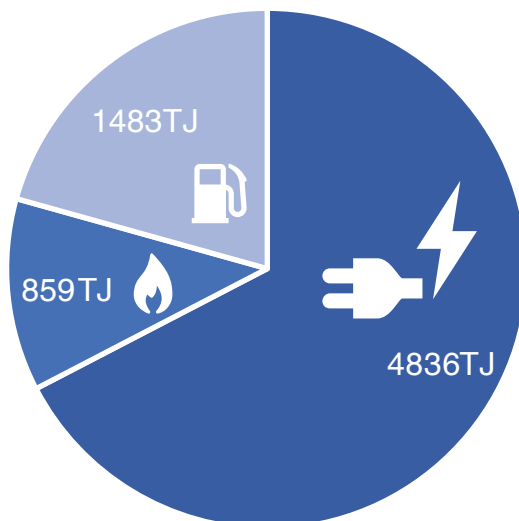
In de klimaatmonitor zijn enkele hernieuwbare bronnen opgenomen. Dat gaat om zowel elektriciteit als warmte. Eerstgenoemde zal worden afgetrokken van de benodigde elektriciteitsvraag in de invulling van de opwekscenario's. Voor warmte zijn de volgende hernieuwbare bronnen opgenomen: ondiepe bodemenergie (24 TJ), biomassaketels (44 TJ), Biomassa WKK (103 TJ) en houtkachels (106 TJ). De rol van biomassa in de toekomstige energievoorziening is nog onduidelijk. Gezien de toenemende kritiek is het niet waarschijnlijk dat dit ingezet zal worden als hernieuwbare bron. Daarom is er voor gekozen het buiten beschouwing te laten. De overige hernieuwbare warmtebronnen zijn dermate klein dat ze niet meegenomen zijn in de energiemix.

<sup>13</sup> <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83140NED/table>

Figuur 2.4 Opbouw elektriciteitsvraag in 2050 scenario met restvraag



Figuur 2.5 Verdeling totale energievraag



■ Elektriciteit ■ Warmte (restvraag) ■ Brandstof verkeer

Dit scenario heeft een elektriciteitsvraag in het eindverbruik van circa **4.836 TJ in 2050**. Dit ligt in lijn met de eerder bepaalde elektriciteitsvraag (zon en wind) door Overmorgen van 4.751 TJ. Het betreft

nadrukkelijk een grove schatting, omdat voorspellingen worden gedaan over ontwikkelingen en over hoe het energiesysteem van de toekomst eruit zal gaan zien. Dit heeft gevolgen voor bijvoorbeeld de uiteindelijke onbalans tussen vraag en aanbod (en seizoensverschillen) en verliezen als gevolg van conversie, opslag, etc. Ook is dit getal sterk afhankelijk van nog te maken keuzes in de energietransitie, bijvoorbeeld ten aanzien van het al dan niet toepassen van collectieve warmteoplossingen versus individuele, of het lokaal, regionaal of nationaal produceren van waterstof\* (en waar de daarvoor benodigde elektriciteit dan moet worden opgewekt). De onzekerheid in het genoemde getal is daarmee behoorlijk groot.

In bovenstaand scenario is uitgegaan van een restvraag. De hoge temperatuur warmtevraag en een deel van de brandstof voor voertuigen zal dan op een andere manier ingevuld worden. Denk bijvoorbeeld aan waterstof die middels elektrolyse wordt geproduceerd. Om inzicht te geven in wat dit betekent voor de elektriciteitsvraag is het volgende scenario doorgerekend.

### 2.2.2 Scenario volledig elektrisch

In dit scenario gaan we uit van een volledige elektrificatie van de energievraag. In de praktijk zal dit niet realistisch zijn omdat het niet mogelijk is om industriële processen met hoge temperatuur en zware voertuigen direct te elektrificeren. Om toch elektriciteit te kunnen gebruiken zal bijvoorbeeld een omzetting van duurzame energie naar waterstof (zie Kader 2.2) nodig zijn. Het nadeel hiervan is dat dit niet efficiënt is. In het scenario is doorgerekend wat de totale elektriciteitsvraag is wanneer toch wordt ingezet op waterstof in plaats van bijvoorbeeld groen gas.

#### Kader 2.2 waterstof als energiedrager

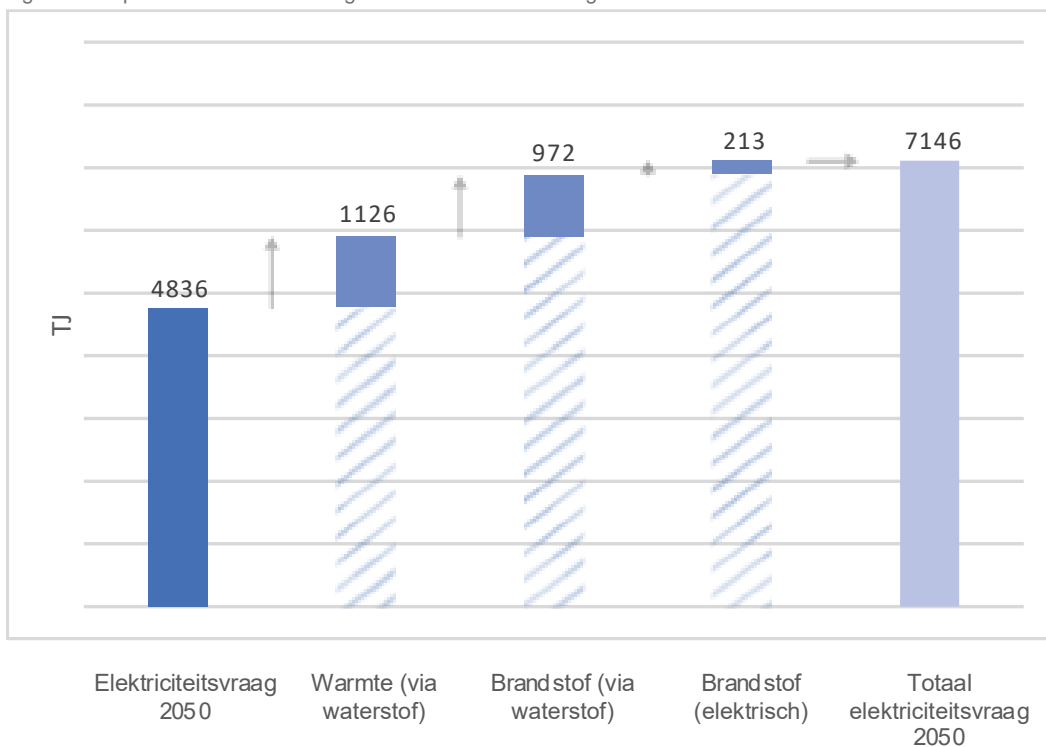
Waterstof is geen energiebron maar een energiedrager. Het wordt geproduceerd door middel van elektrolyse waarbij water ( $H_2O$ ) via groene elektriciteit wordt gesplitst in waterstof ( $H_2$ ) en zuurstof ( $O_2$ ). Het voordeel van groene waterstof is dat er geen  $CO_2$  vrijkomt. Het nadeel is dat er bij de omzetting van elektriciteit naar waterstof en weer terug in elektriciteit ongeveer 60 procent energie verloren gaat met de huidige beschikbare technieken. Het is als toepassing dus met name interessant daar waar geen andere duurzame oplossingen bestaan. Te denken valt aan groene waterstof als grondstof en hoge temperatuur warmte voor de industrie, zwaar transport en als energiebuffer voor het opvangen van een piekvraag. Naast groene waterstof bestaat er ook grijze waterstof die geproduceerd wordt uit aardgas of kolen.

In dit scenario zijn we uitgegaan van de bestaande elektriciteitsvraag van 4.836 TJ. Daarbovenop komt het gebruik van waterstof voor HT warmte in de industrie. Daarbij gaat zoals toegelicht in Kader 2.2 ongeveer 60 procent van de energie verloren tijdens de conversie. Dat betekent een extra elektriciteitsvraag van  $703 \cdot 160\% = 1.126$  TJ.

Voor elektrisch verkeer gaan we ervanuit dat 50 procent van de restvraag van brandstof (1.215 TJ) verandert in waterstof. Dit is gedaan omdat er technische en praktische bezwaren zijn voor het elektrificeren van zwaar vervoer. Het is daarom niet aannemelijk dat al het vervoer geëlektrificeerd kan worden. De helft van de restvraag is 608 TJ. Gerekend met het verlies naar de omzet in waterstof is dat  $608 \cdot 160\% = 972$  TJ. De overige 50 procent (608 TJ) wordt wel direct elektrisch aangedreven. Daarvoor rekenen we met een energieverbruik van 35% voor elektrische voertuigen t.o.v. huidige benzinevoertuigen. Dat betekent een extra elektriciteitsvraag van  $608 \cdot 35\% = 213$  TJ.

Het volledig invullen van de energievraag door middel van elektriciteit zorgt dus voor een extra elektriciteitsvraag van **2.310 TJ**. In figuur 2.6 is dit weergegeven.

Figuur 2.6 Opbouw elektriciteitsvraag in 2050 scenario volledig elektrisch



## 2.3 Uitgangspunten opwek technieken wind en zon

### 2.3.1 Opbrengst windturbine (2021)

#### Representatieve windturbine

Het type windturbine (en de bijbehorende afmetingen en generatorvermogen) waarmee wordt gerekend heeft direct effect op de verwachte opbrengst per windmolen en dus op hoeveel windmolens er nodig zijn om een bepaalde doelstelling in te vullen. Het is daarom belangrijk om een representatief en realistisch uitgangspunt te kiezen dat recht doet aan de situatie in de gemeente Meierijstad. Die is immers niet hetzelfde als de situatie in bijvoorbeeld de Eemshaven.

#### Type windturbine en afmetingen

In de huidige markt voor windturbines is kostprijsreductie de belangrijkste ontwerpparameter voor fabrikanten. Dit betekent dat vooral ontworpen wordt om zoveel mogelijk elektriciteit op te weken tegen zo laag mogelijke investeringskosten, ofwel de prijs per geproduceerde kWh moet zo laag mogelijk liggen. Omdat grotere windmolens meer wind kunnen vangen en daarmee meer kWh kunnen produceren heeft dit streven naar kostprijsreductie tot gevolg dat windturbines steeds groter worden.

In de huidige markt zijn een ashoogte van circa 130 tot 170 meter gebruikelijk. Ook de lengte van de bladen (wieken) wordt steeds groter en deze varieert tussen de circa 65 en 100 meter. Dit levert een

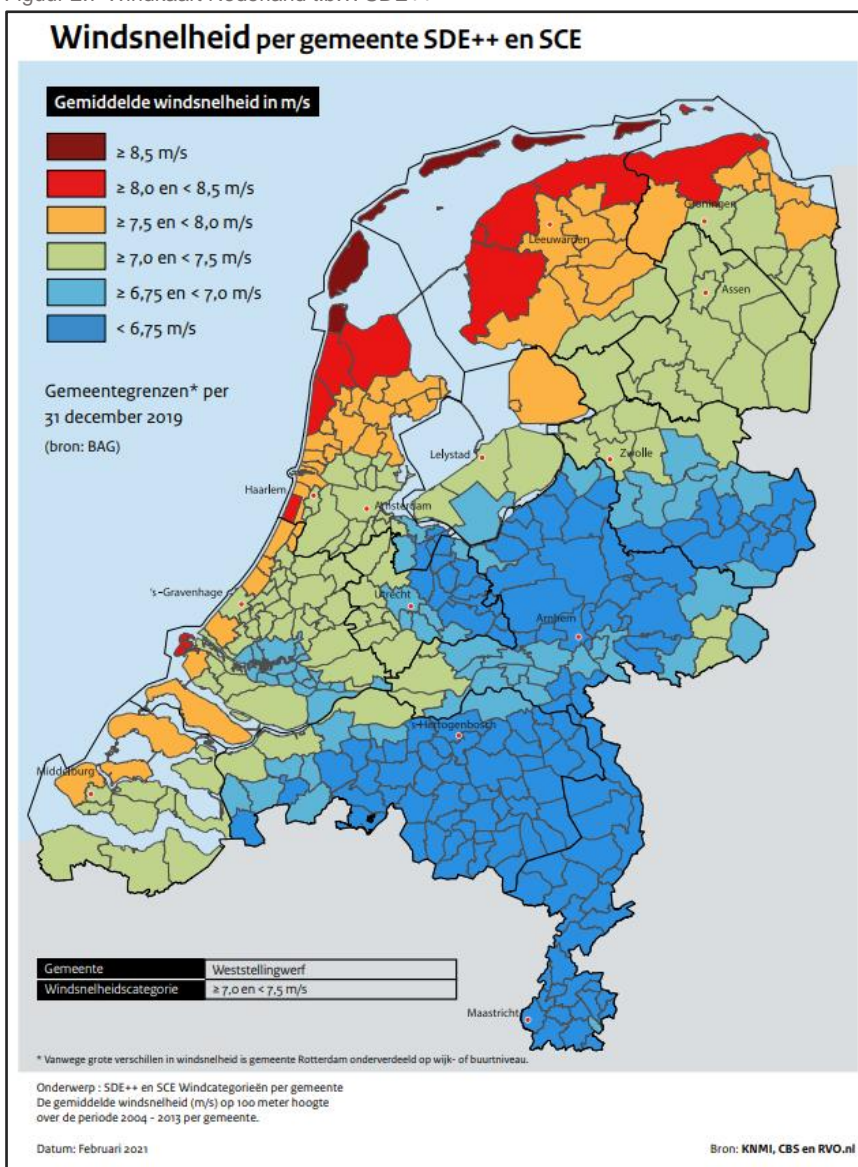
windturbine op met een tiphoogte van tussen de circa 200 en 250 meter<sup>14</sup>. Deze windturbines hebben een generatorvermogen van tussen de 4 en 6 megawatt per stuk.

#### Windregime

In de gemeente Meierijstad is sprake van een relatief lage gemiddelde windsnelheid (< 6,75 m/sec gemiddeld op 100 meter hoogte). Zie

Figuur 2.7. In Meierijstad is dit gemiddeld circa 6,6 m/s op 100 meter hoogte en circa 7,4 m/s op 150 meter hoogte. Met een toenemende hoogte wordt deze windsnelheid dus hoger. Dit heeft gevolgen voor het type windturbine dat hier het best passend is en voor de verwachte opbrengst van een dergelijke windturbine.

Figuur 2.7 Windkaart Nederland t.b.v. SDE++



<sup>14</sup> Kleinere windturbines (< 100 meter tiphoogte) worden nog wel gemaakt, bijvoorbeeld door fabrikanten als EWT. Deze turbines zijn echter in de huidige marktomstandigheden niet rendabel exploiteerbaar in de gemeente Meierijstad.

Bron: RVO, 2021

#### Voorbeeld windturbine

Omdat de gemiddelde windsnelheid relatief beperkt is, moet een windturbine gekozen worden die daarbij passend is. Windturbines zijn ingedeeld in IEC klassen I, II en III. Windklasse I is voor de hoogste windsnelheden, aan de kust en op zee. Windklasse II is een gemiddelde windsnelheid, locaties in de westelijke provincies bijvoorbeeld. Windklasse III is een windluwe binnenland locatie. Voor Meierijstad zouden we daarom uitgaan van een windklasse III windturbine.

Windturbines in klasse III hebben vaak een grote rotordiameter, gekoppeld aan een relatief hogere ashoogte, om daarmee zoveel mogelijk wind te kunnen 'vangen'. Als voorbeeld kiezen we hier voor een windturbine met een rotordiameter van 160 meter en een ashoogte van 140 meter, met een nominaal vermogen van 4 tot 5 MW<sup>15</sup>.

#### Verwachte jaarlijkse opbrengst

Op basis van de genoemde voorbeeldwindturbine bij een windsnelheid van 7,4 m/s op ashoogte gaan we uit van een jaarlijkse opbrengst van circa 3.500 vollasturen, ofwel 14,7 miljoen kWh per windturbine per jaar. Omgerekend naar TeraJoule (TJ) is dit **circa 53 TJ per windturbine per jaar**.

#### Kader 2.3 kleine windturbines en wiekloze windturbines<sup>16</sup>

In deze energiemix en ook in het afwegingskader windenergie Meierijstad gaan we uit van grote moderne windmolens met drie wieken. Dit doen we omdat deze windmolens het meest efficiënt zijn en veel elektriciteit per windmolen produceren. Er bestaan ook kleinere type windmolens (bijvoorbeeld een EAZ windmolen met een ashoogte van 15 meter en een rotordiameter van 12 meter) en er wordt gewerkt aan de ontwikkeling van wiekloze apparaten om windenergie op te wekken (bijvoorbeeld Vortex Bladeless). Voor beide technieken geldt dat de hoeveelheid opgewekte elektriciteit zo laag is dat de kosten van de geproduceerde elektriciteit heel erg hoog zijn en je ook heel erg veel van deze apparaten nodig hebt om één grote moderne windmolen te vervangen.

Ter vergelijking: één grote moderne windmolen produceert 14.700.000 kWh per jaar. Kleine windmolens zoals de EAZ windmolen produceren circa 50.000 kWh per jaar in gunstige omstandigheden. Om dezelfde hoeveelheid elektriciteit te produceren met kleine windmolens heb je er circa 294 nodig.

### 2.3.2 Opbrengst zonnepanelen in Meierijstad (2021)

De elektriciteitsopbrengst van een zonnepaneel is primair afhankelijk van een drietal factoren: het aantal zonuren per jaar, de instalingshoek en het vermogen van het paneel. Hoeveel elektriciteit een zonnepark kan opwekken is daarnaast nog afhankelijk van de inrichting van het zonnepark.

#### Aantal zonuren per jaar

Het aantal uren zon is niet gelijk verdeeld over Nederland. Aan de kust is het relatief zonniger dan in het binnenland. In

<sup>15</sup> Als voorbeeld in deze klasse kan een Vestas V150 4,2 MW of een Enercon E160 EP5 4,6MW worden gehanteerd.

<sup>16</sup> <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202020/STOWA%202020-40%20Windturbines.pdf>

#### Vermogen per paneel

Een standaard zonnepaneel heeft een afmeting van circa 165x99 cm. Het vermogen van een gemiddeld paneel is momenteel circa 300 – 340 Wp bij de genoemde afmetingen. Er zijn ook grotere afmetingen beschikbaar, echter het gaat uiteindelijk om het vermogen per m<sup>2</sup>. Voor commerciële grootschalige zonne-energieprojecten wordt vrijwel altijd gekozen voor een iets ouder type paneel, met een iets lager vermogen. De reden hiervoor is dat die relatief goedkoper zijn en de extra Wp maar relatief weinig extra kWh oplevert, omdat er niet zoveel dagen zijn dat de zon instraling zo hoog is dat het maximale vermogen wordt bereikt. Voor deze studie gaan we uit van 300 Wp per zonnepaneel, analoog aan de RES.

#### Instralingsfactor

Naast het aantal zonuren is ook de instralingsfactor belangrijk. Alleen in optimale situaties waarin de zon precies goed staat ten opzichte van het paneel wordt de maximale opbrengst gehaald. Dit leidt tot een verliesfactor van circa 15%. Daarnaast maakt de instralingshoek uit. Zonnepanelen kunnen immers niet altijd onder de perfecte hoek geplaatst worden. In Inrichting zonnepark

In een grondgebonden zonnepark is het niet mogelijk om iedere vierkante meter te benutten voor het plaatsen van zonnepanelen. Er moet ruimte zijn voor onderhoud, de panelen moeten een bepaalde afstand uit elkaar staan om geen schaduw op elkaar te veroorzaken en er moet ruimte worden gereserveerd voor bijvoorbeeld landschappelijke inpassing. Dat leidt ertoe dat er gemiddeld circa 3.000 – 3.300 panelen per hectare kunnen worden geïnstalleerd. We gaan voor deze studie uit van 3.100 panelen per hectare.

#### Verwachte jaarlijkse opbrengst

Op basis van de genoemde uitgangspunten rekenen we met circa 1.450 zonuren per jaar, een vermogen van 300 Wp en een verliesfactor van circa 35%. Dit levert per zonnepaneel afgerond gemiddeld circa 950 vollasturen per jaar op. Een zonnepaneel levert in dat geval gemiddeld circa 285 kWh per jaar aan elektriciteit in de gemeente Meierijstad. Per hectare levert dit dan circa 883.500 kWh op, oftewel **circa 3,2 TJ per hectare per jaar.**

#### Kader 2.4 opbrengst windenergie in vergelijking met zonne-energie

Voor een grote moderne windturbine gaan we uit van een jaarlijkse opbrengst van circa 14.700.000 kWh per jaar. Omgerekend naar TeraJoule (TJ) is dit circa 53 TJ per windturbine per jaar. Een hectare zonnepanelen levert circa 883.500 kWh per jaar, oftewel 3,2 TJ. Om dezelfde hoeveelheid elektriciteit op te wekken van één windmolen is dus circa 16-17 hectare zonnepanelen nodig.



## 3 Scenario's invulling elektriciteitsvraag

### 3.1 Invulling elektriciteitsvraag

De benodigde elektrische energie berekend aan de hand van de benodigde eindvraag gecorrigeerd voor eventuele verliezen is 4.836 TJ. Dit kan op meerdere manieren worden ingevuld. Hieronder worden twee scenario's in de tijd en in technieken uitgewerkt.

#### 3.1.1 Scenario 1: versnelling na 2030

We gaan er in dit scenario van uit dat voor 2030 aangesloten wordt bij de doelstellingen en verdeling zoals in de RES Noordoost Brabant is afgesproken. In de RES is afgesproken om in totaal 1,6 TWh op te wekken in de regio in 2030. Hierin heeft Meierijstad een aandeel van 0,28 TWh of 1.008 TJ voor 2030. Dit is circa 21% van de totale elektriciteitsopgave in 2050 voor Meierijstad. Na 2030 treedt dan een versnelling op, waarin de lessen uit de periode tot 2030 optimaal benut worden om tot 2040 een forse slag te slaan. De laatste fase tussen 2040 en 2050 is dan nog beschikbaar om de laatste circa 20% in te vullen. Bekend is dat deze laatste 20% het moeilijkst in te vullen is. Het is daarom logisch om zoveel mogelijk gebruik te maken van eventuele innovaties om dit in te vullen.

Dit scenario ziet er dan als volgt uit:

Realisatieschema opwekcapaciteit in Meierijstad

#### 3.1.2 Scenario 2: lineair scenario op weg naar 100% neutraal in 2050

Een tweede scenario is gebaseerd op een lineaire invulling van de uiteindelijke energievraag richting 2050. Daarbij gaan we er dus vanuit dat de tijd die er beschikbaar is tot 2050 zo wordt ingedeeld dat we jaarlijks een bijdrage moeten doen en niet uitstellen, waarbij ook de groeiende elektriciteitsvraag al wordt meegenomen. In dat geval gaan we uit van circa 31% hernieuwbaar in 2030, 65,5% in 2040 en 100% in 2050.

Dit scenario ziet er dan als volgt uit:

Realisatieschema opwekcapaciteit in Meierijstad

### 3.2 Scenario's in verdeling opwek technieken

Om de benodigde elektriciteit op te wekken zijn meerdere technieken beschikbaar. Mogelijk komen daar ook nog technieken bij in de toekomst. Door de scenario's in de tijd te hanteren is er voldoende ruimte om dergelijke innovaties in te passen. Voor de periode tot 2030 wordt echter uitgegaan van technisch- en economisch volwassen technieken die direct inzetbaar zijn. Omdat het aannemelijk is dat na 2030 ook grotendeels met deze technieken wordt gewerkt, maken we hieronder een invulling van de opgave met behulp van wind en zonne-energie.

Voor windenergie is uit de voorlopige verkenningen bekend dat er maximaal ruimte is voor circa 14 windturbines in Meierijstad onder de huidige wet- en regelgeving. In de scenario's gaan we daarom uit van dit maximum. Daarnaast is de potentie voor zon op dak meegenomen. Deze is overgenomen uit de RES viewer. Daaruit komt de volgende potentie:

- Kleine daken: 1.778 TJ
- Grote daken: 2.224

Het zal niet realistisch zijn om deze potentie geheel te kunnen benutten. Daarom is nu uitgegaan van een benutting van 50 procent. Op dit moment (peiljaar 2019) is er circa 66.720 kWp aan opgesteld vermogen zonnepanelen, die gezamenlijk circa 180 TJ opwekken. Een deel van de elektriciteit in de gemeente Meierijstad bestaat dus al uit hernieuwbare opwek. Op dit moment is dat volgens de Klimaatmonitor 180 TJ (volledig bestaande uit zonne-energie). Dit wordt van de energievraag voor 2050 afgetrokken.

Daarna rest er nog een overige vraag die ingevuld zal moeten worden met een andere energiebron. Hiervoor ligt zon op land het meest voor de hand. In onderstaande tabel 3.1 is weergegeven hoe opgave en potentie zich tot elkaar verhouden.

Tabel 3.1 Energievraag en invulling 2050

| <b>ENERGIEVRAAG 2050</b>    |                  |              |
|-----------------------------|------------------|--------------|
|                             | <b>TJ</b>        |              |
| Elektriciteit               | 4.836            |              |
| Huidige hernieuwbaar        | -180             |              |
| <b>TOTAAL ENERGIEVRAAG</b>  | <b>4.656</b>     |              |
| <b>INVULLING 2050</b>       |                  |              |
|                             | <b>ha/aantal</b> | <b>TJ</b>    |
| zon op dak (ha)             | 364              | 2.001        |
| zon op land (ha)            | 873              | 1.907        |
| windturbine 5,6 MW (aantal) | 14               | 748          |
| <b>TOTAAL ENERGIEMIX</b>    | <b>-</b>         | <b>4.656</b> |

In de tijd scenario's betekent de bovenstaande invulling de volgende opgave in de tijd:

Tabel 3.2 Scenario 1 (conform RES tot 2030)

|                    | <b>tot 2030</b> | <b>21%</b> | <b>2030-2040</b> | <b>60%</b> | <b>2040-2050</b> | <b>19%</b> | <b>Totaal 2050</b> | <b>100%</b>  |
|--------------------|-----------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|--------------------|--------------|
|                    | ha/aantal       | TJ         | ha/aantal        | TJ         | ha/aantal        | TJ         | ha/aantal          | TJ           |
| zon op dak         | 113             | 621        | 125              | 690        | 125              | 690        | 364                | 2001         |
| zon op land        | 269             | 592        | 299              | 658        | 299              | 658        | 867                | 1907         |
| windturbine 5,6 MW | 4               | 232        | 5                | 258        | 5                | 258        | 14                 | 748          |
|                    |                 |            |                  |            |                  |            | <b>Totaal</b>      | <b>4.656</b> |

Tabel 3.3 Scenario 2 (lineair)

|                    | <b>tot 2030</b> | <b>31%</b> | <b>2030-2040</b> | <b>34,5%</b> | <b>2040-2050</b> | <b>34,5%</b> | <b>Totaal 2050</b> | <b>100%</b>  |
|--------------------|-----------------|------------|------------------|--------------|------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                    | ha/aantal       | TJ         | ha/aantal        | TJ           | ha/aantal        | TJ           | ha/aantal          | TJ           |
| zon op dak         | 76              | 420        | 218              | 1201         | 69               | 380          | 364                | 2001         |
| zon op land        | 182             | 400        | 520              | 1144         | 165              | 362          | 867                | 1907         |
| windturbine 5,6 MW | 3               | 157        | 8                | 449          | 3                | 142          | 14                 | 748          |
|                    |                 |            |                  |              |                  |              | <b>Totaal</b>      | <b>4.656</b> |

is de zogenaamde tabel van Hespul opgenomen waarin aangegeven is hoeveel verlies er optreedt bij een bepaalde hoek. Die verliezen lopen van 0 tot circa 43%. Gemiddeld gaan we uit van circa 10-20%.

Figuur 3.1 Jaarlijks aantal zonuren





is een kaart van Nederland opgenomen met het gemiddeld jaarlijks aantal zonuren. In Meierijstad ligt dit tussen de 1.450 en 1.500 uur per jaar.

#### Vermogen per paneel

Een standaard zonnepaneel heeft een afmeting van circa 165x99 cm. Het vermogen van een gemiddeld paneel is momenteel circa 300 – 340 Wp bij de genoemde afmetingen. Er zijn ook grotere afmetingen beschikbaar, echter het gaat uiteindelijk om het vermogen per m<sup>2</sup>. Voor commerciële grootschalige zonne-energieprojecten wordt vrijwel altijd gekozen voor een iets ouder type paneel, met een iets lager vermogen. De reden hiervoor is dat die relatief goedkoper zijn en de extra Wp maar relatief weinig extra kWh oplevert, omdat er niet zoveel dagen zijn dat de zon instraling zo hoog is dat het maximale vermogen wordt bereikt. Voor deze studie gaan we uit van 300 Wp per zonnepaneel, analoog aan de RES.

#### Instralingsfactor

Naast het aantal zonuren is ook de instralingsfactor belangrijk. Alleen in optimale situaties waarin de zon precies goed staat ten opzichte van het paneel wordt de maximale opbrengst gehaald. Dit leidt tot een verliesfactor van circa 15%. Daarnaast maakt de instralingshoek uit. Zonnepanelen kunnen immers niet altijd onder de perfecte hoek geplaatst worden. In Inrichting zonnepark

In een grondgebonden zonnepark is het niet mogelijk om iedere vierkante meter te benutten voor het plaatsen van zonnepanelen. Er moet ruimte zijn voor onderhoud, de panelen moeten een bepaalde afstand uit elkaar staan om geen schaduw op elkaar te veroorzaken en er moet ruimte worden gereserveerd voor bijvoorbeeld landschappelijke inpassing. Dat leidt ertoe dat er gemiddeld circa 3.000 – 3.300 panelen per hectare kunnen worden geïnstalleerd. We gaan voor deze studie uit van 3.100 panelen per hectare.

#### Verwachte jaarlijkse opbrengst

Op basis van de genoemde uitgangspunten rekenen we met circa 1.450 zonuren per jaar, een vermogen van 300 Wp en een verliesfactor van circa 35%. Dit levert per zonnepaneel afgerond gemiddeld circa 950 vollasturen per jaar op. Een zonnepaneel levert in dat geval gemiddeld circa 285 kWh per jaar aan elektriciteit in de gemeente Meierijstad. Per hectare levert dit dan circa 883.500 kWh op, oftewel **circa 3,2 TJ per hectare per jaar.**

#### Kader 2.4 opbrengst windenergie in vergelijking met zonne-energie

Voor een grote moderne windturbine gaan we uit van een jaarlijkse opbrengst van circa 14.700.000 kWh per jaar. Omgerekend naar TeraJoule (TJ) is dit circa 53 TJ per windturbine per jaar. Een hectare zonnepanelen levert circa 883.500 kWh per jaar, oftewel 3,2 TJ. Om dezelfde hoeveelheid elektriciteit op te wekken van één windmolen is dus circa 16-17 hectare zonnepanelen nodig.

## 4 Scenario's invulling elektriciteitsvraag

### 4.1 Invulling elektriciteitsvraag

De benodigde elektrische energie berekend aan de hand van de benodigde eindvraag gecorrigeerd voor eventuele verliezen is 4.836 TJ. Dit kan op meerdere manieren worden ingevuld. Hieronder worden twee scenario's in de tijd en in technieken uitgewerkt.

#### 4.1.1 Scenario 1: versnelling na 2030

We gaan er in dit scenario van uit dat voor 2030 aangesloten wordt bij de doelstellingen en verdeling zoals in de RES Noordoost Brabant is afgesproken. In de RES is afgesproken om in totaal 1,6 TWh op te wekken in de regio in 2030. Hierin heeft Meierijstad een aandeel van 0,28 TWh of 1.008 TJ voor 2030. Dit is circa 21% van de totale elektriciteitsopgave in 2050 voor Meierijstad. Na 2030 treedt dan een versnelling op, waarin de lessen uit de periode tot 2030 optimaal benut worden om tot 2040 een forse slag te slaan. De laatste fase tussen 2040 en 2050 is dan nog beschikbaar om de laatste circa 20% in te vullen. Bekend is dat deze laatste 20% het moeilijkst in te vullen is. Het is daarom logisch om zoveel mogelijk gebruik te maken van eventuele innovaties om dit in te vullen.

Dit scenario ziet er dan als volgt uit:

Realisatieschema opwekcapaciteit in Meierijstad

#### 4.1.2 Scenario 2: lineair scenario op weg naar 100% neutraal in 2050

Een tweede scenario is gebaseerd op een lineaire invulling van de uiteindelijke energievraag richting 2050. Daarbij gaan we er dus vanuit dat de tijd die er beschikbaar is tot 2050 zo wordt ingedeeld dat we jaarlijks een bijdrage moeten doen en niet uitstellen, waarbij ook de groeiende elektriciteitsvraag al wordt meegenomen. In dat geval gaan we uit van circa 31% hernieuwbaar in 2030, 65,5% in 2040 en 100% in 2050.

Dit scenario ziet er dan als volgt uit:

Realisatieschema opwekcapaciteit in Meierijstad

## 4.2 Scenario's in verdeling opwek technieken

Om de benodigde elektriciteit op te wekken zijn meerdere technieken beschikbaar. Mogelijk komen daar ook nog technieken bij in de toekomst. Door de scenario's in de tijd te hanteren is er voldoende ruimte om dergelijke innovaties in te passen. Voor de periode tot 2030 wordt echter uitgegaan van technisch- en economisch volwassen technieken die direct inzetbaar zijn. Omdat het aannemelijk is dat na 2030 ook grotendeels met deze technieken wordt gewerkt, maken we hieronder een invulling van de opgave met behulp van wind en zonne-energie.

Voor windenergie is uit de voorlopige verkenningen bekend dat er maximaal ruimte is voor circa 14 windturbines in Meierijstad onder de huidige wet- en regelgeving. In de scenario's gaan we daarom uit van dit maximum. Daarnaast is de potentie voor zon op dak meegenomen. Deze is overgenomen uit de RES viewer. Daaruit komt de volgende potentie:

- Kleine daken: 1.778 TJ
- Grote daken: 2.224

Het zal niet realistisch zijn om deze potentie geheel te kunnen benutten. Daarom is nu uitgegaan van een benutting van 50 procent. Op dit moment (peiljaar 2019) is er circa 66.720 kWp aan opgesteld vermogen zonnepanelen, die gezamenlijk circa 180 TJ opwekken. Een deel van de elektriciteit in de gemeente Meierijstad bestaat dus al uit hernieuwbare opwek. Op dit moment is dat volgens de Klimaatmonitor 180 TJ (volledig bestaande uit zonne-energie). Dit wordt van de energievraag voor 2050 afgetrokken.

Daarna rest er nog een overige vraag die ingevuld zal moeten worden met een andere energiebron. Hiervoor ligt zon op land het meest voor de hand. In onderstaande tabel 3.1 is weergegeven hoe opgave en potentie zich tot elkaar verhouden.

Tabel 3.1 Energievraag en invulling 2050

| <b>ENERGIEVRAAG 2050</b>    |                  |              |
|-----------------------------|------------------|--------------|
|                             | <b>TJ</b>        |              |
| Elektriciteit               | 4.836            |              |
| Huidige hernieuwbaar        | -180             |              |
| <b>TOTAAL ENERGIEVRAAG</b>  | <b>4.656</b>     |              |
| <b>INVULLING 2050</b>       |                  |              |
|                             | <b>ha/aantal</b> | <b>TJ</b>    |
| zon op dak (ha)             | 364              | 2.001        |
| zon op land (ha)            | 873              | 1.907        |
| windturbine 5,6 MW (aantal) | 14               | 748          |
| <b>TOTAAL ENERGIEMIX</b>    | <b>-</b>         | <b>4.656</b> |

In de tijd scenario's betekent de bovenstaande invulling de volgende opgave in de tijd:



Tabel 3.2 Scenario 1 (conform RES tot 2030)

|                    | <b>tot 2030</b> | <b>21%</b> | <b>2030-2040</b> | <b>60%</b> | <b>2040-2050</b> | <b>19%</b> | <b>Totaal 2050</b> | <b>100%</b>  |
|--------------------|-----------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|--------------------|--------------|
|                    | ha/aantal       | TJ         | ha/aantal        | TJ         | ha/aantal        | TJ         | ha/aantal          | TJ           |
| zon op dak         | 113             | 621        | 125              | 690        | 125              | 690        | 364                | 2001         |
| zon op land        | 269             | 592        | 299              | 658        | 299              | 658        | 867                | 1907         |
| windturbine 5,6 MW | 4               | 232        | 5                | 258        | 5                | 258        | 14                 | 748          |
|                    |                 |            |                  |            |                  |            | <b>Totaal</b>      | <b>4.656</b> |

Tabel 3.3 Scenario 2 (lineair)

|                    | <b>tot 2030</b> | <b>31%</b> | <b>2030-2040</b> | <b>34,5%</b> | <b>2040-2050</b> | <b>34,5%</b> | <b>Totaal 2050</b> | <b>100%</b>  |
|--------------------|-----------------|------------|------------------|--------------|------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                    | ha/aantal       | TJ         | ha/aantal        | TJ           | ha/aantal        | TJ           | ha/aantal          | TJ           |
| zon op dak         | 76              | 420        | 218              | 1201         | 69               | 380          | 364                | 2001         |
| zon op land        | 182             | 400        | 520              | 1144         | 165              | 362          | 867                | 1907         |
| windturbine 5,6 MW | 3               | 157        | 8                | 449          | 3                | 142          | 14                 | 748          |
|                    |                 |            |                  |              |                  |              | <b>Totaal</b>      | <b>4.656</b> |

is de zogenaamde tabel van Hespul opgenomen waarin aangegeven is hoeveel verlies er optreedt bij een bepaalde hoek. Die verliezen lopen van 0 tot circa 43%. Gemiddeld gaan we uit van circa 10-20%.

Figuur 3.1 Jaarlijks aantal zonuren



In een grondgebonden zonnepark is het niet mogelijk om iedere vierkante meter te benutten voor het plaatsen van zonnepanelen. Er moet ruimte zijn voor onderhoud, de panelen moeten een bepaalde afstand uit elkaar staan om geen schaduw op elkaar te veroorzaken en er moet ruimte worden gereserveerd voor bijvoorbeeld landschappelijke inpassing. Dat leidt ertoe dat er gemiddeld circa 3.000 – 3.300 panelen per hectare kunnen worden geïnstalleerd. We gaan voor deze studie uit van 3.100 panelen per hectare.

#### Verwachte jaarlijkse opbrengst

Op basis van de genoemde uitgangspunten rekenen we met circa 1.450 zonuren per jaar, een vermogen van 300 Wp en een verliesfactor van circa 35%. Dit levert per zonnepaneel afgerond gemiddeld circa 950 vollasturen per jaar op. Een zonnepaneel levert in dat geval gemiddeld circa 285 kWh per jaar aan elektriciteit in de gemeente Meierijstad. Per hectare levert dit dan circa 883.500 kWh op, oftewel **circa 3,2 TJ per hectare per jaar**.

#### Kader 2.4 opbrengst windenergie in vergelijking met zonne-energie<sup>17</sup>

Voor een grote moderne windturbine gaan we uit van een jaarlijkse opbrengst van circa 14.700.000 kWh per jaar. Omgerekend naar TeraJoule (TJ) is dit circa 53 TJ per windturbine per jaar. Een hectare zonnepanelen levert circa 883.500 kWh per jaar, oftewel 3,2 TJ. Om dezelfde hoeveelheid elektriciteit op te wekken van één windmolen is dus circa 16-17 hectare zonnepanelen nodig.

<sup>17</sup> <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202020/STOWA%202020-40%20Windturbines.pdf>

## 5 Scenario's invulling elektriciteitsvraag

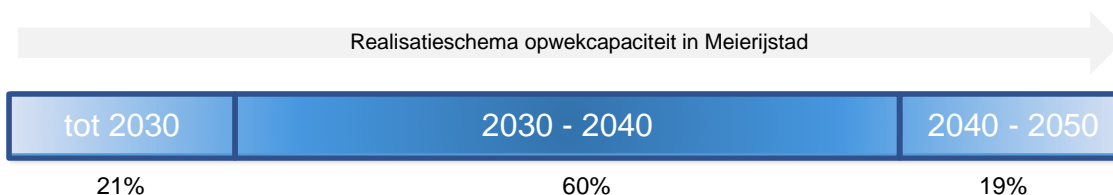
### 5.1 Invulling elektriciteitsvraag

De benodigde elektrische energie berekend aan de hand van de benodigde eindvraag gecorrigeerd voor eventuele verliezen is 4.836 TJ. Dit kan op meerdere manieren worden ingevuld. Hieronder worden twee scenario's in de tijd en in technieken uitgewerkt.

#### 5.1.1 Scenario 1: versnelling na 2030

We gaan er in dit scenario van uit dat voor 2030 aangesloten wordt bij de doelstellingen en verdeling zoals in de RES Noordoost Brabant is afgesproken. In de RES is afgesproken om in totaal 1,6 TWh op te wekken in de regio in 2030. Hierin heeft Meierijstad een aandeel van 0,28 TWh of 1.008 TJ voor 2030. Dit is circa 21% van de totale elektriciteitsopgave in 2050 voor Meierijstad. Na 2030 treedt dan een versnelling op, waarin de lessen uit de periode tot 2030 optimaal benut worden om tot 2040 een forse slag te slaan. De laatste fase tussen 2040 en 2050 is dan nog beschikbaar om de laatste circa 20% in te vullen. Bekend is dat deze laatste 20% het moeilijkst in te vullen is. Het is daarom logisch om zoveel mogelijk gebruik te maken van eventuele innovaties om dit in te vullen.

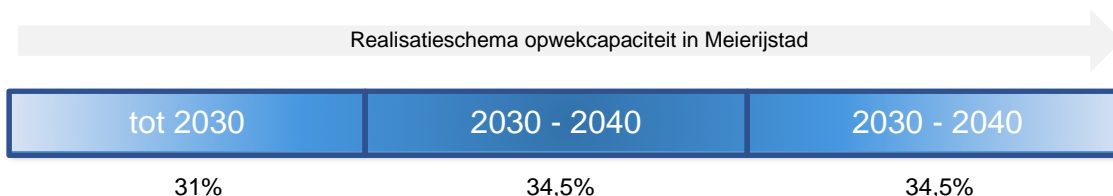
Dit scenario ziet er dan als volgt uit:



#### 5.1.2 Scenario 2: lineair scenario op weg naar 100% neutraal in 2050

Een tweede scenario is gebaseerd op een lineaire invulling van de uiteindelijke energievraag richting 2050. Daarbij gaan we er dus vanuit dat de tijd die er beschikbaar is tot 2050 zo wordt ingedeeld dat we jaarlijks een bijdrage moeten doen en niet uitstellen, waarbij ook de groeiende elektriciteitsvraag al wordt meegenomen. In dat geval gaan we uit van circa 31% hernieuwbaar in 2030, 65,5% in 2040 en 100% in 2050.

Dit scenario ziet er dan als volgt uit:



## 5.2 Scenario's in verdeling opwek technieken

Om de benodigde elektriciteit op te wekken zijn meerdere technieken beschikbaar. Mogelijk komen daar ook nog technieken bij in de toekomst. Door de scenario's in de tijd te hanteren is er voldoende ruimte om dergelijke innovaties in te passen. Voor de periode tot 2030 wordt echter uitgegaan van technisch- en economisch volwassen technieken die direct inzetbaar zijn. Omdat het aannemelijk is dat na 2030 ook grotendeels met deze technieken wordt gewerkt, maken we hieronder een invulling van de opgave met behulp van wind en zonne-energie.

Voor windenergie is uit de voorlopige verkenningen bekend dat er maximaal ruimte is voor circa 14 windturbines in Meierijstad onder de huidige wet- en regelgeving. In de scenario's gaan we daarom uit van dit maximum. Daarnaast is de potentie voor zon op dak meegenomen. Deze is overgenomen uit de RES viewer. Daaruit komt de volgende potentie:

- Kleine daken: 1.778 TJ
- Grote daken: 2.224

Het zal niet realistisch zijn om deze potentie geheel te kunnen benutten. Daarom is nu uitgegaan van een benutting van 50 procent. Op dit moment (peiljaar 2019) is er circa 66.720 kWp aan opgesteld vermogen zonnepanelen, die gezamenlijk circa 180 TJ opwekken<sup>18</sup>. Een deel van de elektriciteit in de gemeente Meierijstad bestaat dus al uit hernieuwbare opwek. Op dit moment is dat volgens de Klimaatmonitor 180 TJ (volledig bestaande uit zonne-energie). Dit wordt van de energievraag voor 2050 afgetrokken.

Daarna rest er nog een overige vraag die ingevuld zal moeten worden met een andere energiebron. Hiervoor ligt zon op land het meest voor de hand. In onderstaande tabel 3.1 is weergegeven hoe opgave en potentie zich tot elkaar verhouden.

Tabel 3.1 Energievraag en invulling 2050

| <b>ENERGIEVRAAG 2050</b>    |                  |              |
|-----------------------------|------------------|--------------|
|                             | <b>TJ</b>        |              |
| Elektriciteit               | 4.836            |              |
| Huidige hernieuwbaar        | -180             |              |
| <b>TOTAAL ENERGIEVRAAG</b>  | <b>4.656</b>     |              |
| <b>INVULLING 2050</b>       |                  |              |
|                             | <b>ha/aantal</b> | <b>TJ</b>    |
| zon op dak (ha)             | 364              | 2.001        |
| zon op land (ha)            | 873              | 1.907        |
| windturbine 5,6 MW (aantal) | 14               | 748          |
| <b>TOTAAL ENERGIEMIX</b>    | <b>-</b>         | <b>4.656</b> |

In de tijd scenario's betekent de bovenstaande invulling de volgende opgave in de tijd:

<sup>18</sup> Klimaatmonitor, 25 juni 2021: <https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/dashboard/hernieuwbare-energie/>

Tabel 3.2 Scenario 1 (conform RES tot 2030)

|                    | <b>tot<br/>2030</b> | <b>21%</b> | <b>2030-<br/>2040</b> | <b>60%</b> | <b>2040-<br/>2050</b> | <b>19%</b> | <b>Totaal 2050</b> | <b>100%</b>  |
|--------------------|---------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|--------------------|--------------|
|                    | ha/aantal           | TJ         | ha/aantal             | TJ         | ha/aantal             | TJ         | ha/aantal          | TJ           |
| zon op dak         | 113                 | 621        | 125                   | 690        | 125                   | 690        | 364                | 2001         |
| zon op land        | 269                 | 592        | 299                   | 658        | 299                   | 658        | 867                | 1907         |
| windturbine 5,6 MW | 4                   | 232        | 5                     | 258        | 5                     | 258        | 14                 | 748          |
|                    |                     |            |                       |            |                       |            | <b>Totaal</b>      | <b>4.656</b> |

Tabel 3.3 Scenario 2 (lineair)

|                    | <b>tot<br/>2030</b> | <b>31%</b> | <b>2030-<br/>2040</b> | <b>34,5%</b> | <b>2040-<br/>2050</b> | <b>34,5%</b> | <b>Totaal 2050</b> | <b>100%</b>  |
|--------------------|---------------------|------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                    | ha/aantal           | TJ         | ha/aantal             | TJ           | ha/aantal             | TJ           | ha/aantal          | TJ           |
| zon op dak         | 76                  | 420        | 218                   | 1201         | 69                    | 380          | 364                | 2001         |
| zon op land        | 182                 | 400        | 520                   | 1144         | 165                   | 362          | 867                | 1907         |
| windturbine 5,6 MW | 3                   | 157        | 8                     | 449          | 3                     | 142          | 14                 | 748          |
|                    |                     |            |                       |              |                       |              | <b>Totaal</b>      | <b>4.656</b> |