



Empowered by: KU Leuven, VITO, imec & UHasselt

## Advies en expertise in het kader van het beoordelen van de capaciteit van (laagspannings)netten

### Onderdeel II: Ondersteuning voor het opstellen van toekomstscenario's

Auteurs: Gwen Willeghems, Thijs Becker, Reinhilde D'hulst, Kris Kessels, en Koen Vanthournout

Datum: 19 oktober 2023

## Inhoudstafel

Inhoudstafel .....	2
Lijst van afkortingen .....	7
Lijst van figuren .....	8
Lijst van tabellen .....	10
1 Inleiding .....	13
1.1 Doel van dit rapport .....	13
1.2 Methodologie .....	14
1.3 Structuur van dit rapport .....	15
<b>DEEL A - LITERATUUROVERZICHT .....</b>	<b>16</b>
2 Bronoverzicht .....	17
2.1 Heat Roadmap Belgium – Aalborg University (2018) .....	17
2.2 Belgium Consumer Flexibility Potential – Delta-EE/Elia (2022) .....	17
2.3 European Heat Pump Association (EHPA) .....	17
2.4 Electric Mobility: Inevitable, or Not? – Element Energy (2022) .....	17
2.5 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia (2021) .....	17
2.6 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034, Publieke consultatie over het scenario en de methodologie - Elia (2022) .....	18
2.7 Roadmap to net zero - Elia (2021) .....	18
2.8 Federaal ontwikkelingsplan van het transmissienet 2024-2034 – Elia (2022) .....	19
2.9 Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G (2022) .....	19
2.10 EU Reference Scenario – Europese Commissie (2021) .....	20
2.11 RePower EU with Clean Energy – Europese Commissie (2022) .....	20
2.12 Fit for 55 – Europese Commissie (2021) .....	21
2.13 Investeringsplan 2023 -2032 – Fluvius (2022) .....	21
2.14 Hotmaps project (2021) .....	22
2.15 JRC Science for Policy report - Global Energy and Climate Outlook 2022: Energy trade in a decarbonised world (2022) .....	22
2.16 Net-zero Europe - McKinsey & Company (2020) .....	22
2.17 A probabilistic framework towards metamodeling the impact of residential heat pumps and PV on low-voltage grids – Doctoraat en paper van C. Protopapadaki (2017, 2018) .....	22
2.18 The REHVA European HVAC Journal – REHVA (2021) .....	23
2.19 Future impact of EVs on the Belgian electricity network – Synergrid (2019) .....	23
2.20 Electrical vehicle charging integration in buildings - Doctoraat van J. Van Roy (2015) .....	23
2.21 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille (2022) .....	23
2.22 Optimalisatie vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer als input voor het Vlaams lucht- en klimaatbeleid – VITO, VMM (2023) .....	24
2.23 Warmte in Vlaanderen – VEKA (2021) .....	24
2.24 Clean Power for Transport Visie 2030 – Vlaamse Regering (2021) .....	24
2.25 Vlaams Energie- en Klimaat Plan – Vlaamse Regering .....	24

2.26	OpenENTRANCE – H2020 project (2022) .....	24
2.27	Gestructureerd Overzicht.....	26
3	Elektrische voertuigen .....	28
3.1	Belgium Consumer Flexibility Potential – Delta-EE/Elia .....	28
3.1.1	Aannames en cijfers .....	28
3.1.2	Extrapolatie door VITO .....	28
3.2	“Electric Mobility: Inevitable, or Not?” – Element Energy 2022 .....	28
3.2.1	Aannames en cijfers .....	28
3.2.2	Extrapolatie door VITO .....	29
3.3	Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia .....	29
3.3.1	Aannames en cijfers .....	29
3.3.2	Extrapolatie door VITO .....	31
3.4	Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034, Publieke consultatie over het scenario en de methodologie .....	32
3.4.1	Aannames en cijfers .....	32
3.4.2	Extrapolatie door VITO .....	32
3.5	Ten Year Network Development Plan – ENTSO-E scenarios .....	33
3.5.1	Aannames en cijfers .....	33
3.5.2	Extrapolatie door VITO .....	33
3.6	Investeringsplan 2023 – 2032 - Fluvius .....	33
3.6.1	Aannames en cijfers .....	33
3.7	JRC Science for Policy report.....	34
3.7.1	Aannames en cijfers .....	34
3.7.2	Extrapolatie door VITO .....	34
3.8	Future impact of EVs on the Belgian electricity network – Synergrid 2019 .....	34
3.8.1	Aannames en cijfers .....	34
3.8.2	Extrapolatie door VITO .....	35
3.9	Doctoraat van Juan Van Roy “Electrical vehicle charging integration in buildings” .....	36
3.9.1	Aannames en cijfers .....	36
3.9.2	Extrapolatie door VITO .....	36
3.10	Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille 2022 .....	37
3.10.1	Aannames en cijfers .....	37
3.10.2	Extrapolatie door VITO .....	37
3.11	Optimalisatie vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer als input voor het Vlaams lucht- en klimaatbeleid – VITO, VMM .....	37
3.11.1	Aannames en cijfers .....	37
3.12	Vlaams Energie- en Klimaatplan en Clean Power for Transport Visie 2030 – Vlaamse Regering .....	38
3.12.1	Aannames en cijfers .....	38
3.12.2	Extrapolatie door VITO .....	38
3.13	Overzichtsgrafiek voor EV .....	39
3.13.1	Overzichtsgrafiek voor de scenario’s .....	39
4	Warmtepompen.....	41

4.1	Vlaams Energie- en Klimaat Plan – Vlaamse Regering .....	41
4.1.1	Aannames en cijfers .....	41
4.1.2	Extrapolatie door VITO .....	41
4.2	Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia .....	42
4.2.1	Aannames en cijfers .....	42
4.2.2	Extrapolatie door VITO .....	42
4.3	Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034 - Elia .....	43
4.3.1	Aannames en cijfers .....	43
4.3.2	Extrapolatie door VITO .....	43
4.4	Roadmap to net zero - Elia .....	44
4.4.1	Aannames en cijfers .....	44
4.4.2	Extrapolatie door VITO .....	44
4.5	Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G .....	44
4.5.1	Aannames en cijfers .....	44
4.5.2	Extrapolatie door VITO .....	44
4.6	RePower EU with Clean Energy – European Commissie .....	45
4.6.1	Aannames en cijfers .....	45
4.6.2	Extrapolatie door VITO .....	45
4.7	Investeringsplan 2023-2032 – Fluvius .....	45
4.7.1	Aannames en cijfers .....	45
4.7.2	Extrapolatie door VITO .....	46
4.8	Net-Zero Europe - McKinsey .....	46
4.8.1	Aannames en cijfers .....	46
4.8.2	Extrapolatie door VITO .....	47
4.9	Doctoraat van Christina Protopapadaki “A probabilistic framework towards metamodeling the impact of residential heat pumps and PV on low-voltage grids” .....	47
4.9.1	Aannames en cijfers .....	47
4.9.2	Extrapolatie door VITO .....	48
4.10	Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille 2022 .....	49
4.10.1	Aannames en cijfers .....	49
4.10.2	Extrapolatie door VITO .....	49
4.11	Overzichtgrafiek voor WP .....	50
5	Zonnepanelen.....	51
5.1	Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia .....	51
5.1.1	Aannames en cijfers .....	51
5.1.2	Extrapolatie door VITO .....	51
5.2	Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034 - Elia .....	52
5.2.1	Aannames en cijfers .....	52
5.2.2	Extrapolatie door VITO .....	52
5.3	Federaal ontwikkelingsplan van het transmissienet – Elia .....	52
5.3.1	Aannames en cijfers .....	52
5.3.2	Extrapolatie door VITO .....	53

5.4	Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G .....	53
5.4.1	Aannames en cijfers .....	53
5.4.2	Extrapolatie door VITO .....	53
5.5	EU Referentiescenario 2020 – Europese Commissie .....	54
5.5.1	Aannames en cijfers .....	54
5.5.2	Extrapolatie door VITO .....	54
5.6	Fit for 55 – Europese Commissie .....	54
5.6.1	Aannames en cijfers .....	54
5.6.2	Extrapolatie door VITO .....	54
5.7	Investeringsplan 2023-2032 – Fluvius .....	54
5.7.1	Aannames en cijfers .....	54
5.7.2	Extrapolatie door VITO .....	55
5.8	Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille .....	55
5.8.1	Aannames en cijfers .....	55
5.8.2	Extrapolatie door VITO .....	55
5.9	Vlaams Energie- en Klimaatplan – Vlaamse Regering.....	55
5.9.1	Aannames en cijfers .....	55
5.9.2	Extrapolatie door VITO .....	56
5.10	Overzichtgrafiek voor PV .....	56
6	Warmtenetten.....	58
6.1	Heat Roadmap Belgium – Universiteit Aalborg.....	58
6.1.1	Aannames en cijfers .....	58
6.2	Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034 - Elia .....	58
6.2.1	Aannames en cijfers .....	58
6.3	Roadmap to net zero - Elia .....	58
6.3.1	Aannames en cijfers .....	58
6.4	Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G .....	58
6.4.1	Aannames en cijfers .....	58
6.5	Investeringsplan 2023-2032 – Fluvius .....	59
6.5.1	Aannames en cijfers .....	59
6.6	Net-Zero Europe – McKinsey & Company.....	59
6.6.1	Aannames en cijfers .....	59
6.7	Overzichtsgrafiek voor warmtenetten.....	60
<b>DEEL B – SCENARIO'S</b>	.....	<b>61</b>
7	Toekomstpaden voor de scenario-opbouw.....	62
7.1	Energie-efficiëntie toekomstpad .....	64
7.2	Technologie toekomstpad.....	65
7.3	Evolutie toekomstpad.....	66
8	Data en aannames voor de scenario-opbouw.....	67
8.1	Wonen en renovatie .....	67
8.1.1	Evolutie woningvoorraad .....	67

8.1.2	Verdichting.....	67
8.1.3	Renovatieprojecten .....	68
8.2	Verwarming.....	70
8.2.1	Aantallen WPn .....	70
8.2.2	Warmtepompvermogens en gelijktijdigheid .....	71
8.3	Residentiële PV .....	72
8.3.1	Aantallen PV-installaties.....	72
8.3.2	PV-capaciteit en gelijktijdigheid.....	73
8.4	Mobiliteit.....	74
8.4.1	Aantallen EVs .....	74
8.4.2	Laadgedrag EVs.....	75
9	Overzicht van de aantallen toestellen per scenario.....	77
9.1	Warmtepompen .....	77
9.2	Zonnepanelen .....	78
9.3	Elektrische voertuigen .....	79
10	Bronnen .....	80
11	Annex.....	83
11.1	Elektrische voertuigen .....	83
11.2	Warmtepompen .....	85
11.3	Zonnepanelen .....	86
11.4	Warmtenetten .....	87

## Lijst van afkortingen

<b>BEV</b>	Batterij elektrische voertuigen
<b>BKG</b>	Broeikasgas
<b>CPE</b>	Charge point equivalents
<b>CPT</b>	Clean power for Transport
<b>CTP</b>	Climate Target Plan
<b>EHPA</b>	European Heat Pump Association
<b>ETS</b>	Emissions Trading System/Emissiehandelssysteem
<b>EV</b>	Elektrisch voertuig
<b>FOP</b>	Federaal Ontwikkelingsplan
<b>HS</b>	Hoogspanning
<b>LS</b>	Laagspanning
<b>MS</b>	Middenspanning
<b>NEKP</b>	Nationaal Energie- en Klimaatplan
<b>NZE</b>	Net Zero Emissions by 2050
<b>Pmax</b>	Laadvermogen
<b>PV</b>	Photovoltaics - zonnepanelen
<b>REHVA</b>	Federatie van Europese verenigingen voor verwarming, ventilatie en airconditioning
<b>SMR</b>	Kleine modulaire nucleaire reactoren
<b>SoC</b>	State of Charge
<b>TYNDP</b>	Ten-year network development plan
<b>V1G</b>	Geoptimaliseerd laden
<b>V2G</b>	Vehicle-to-grid laden
<b>VEKP</b>	Vlaams Energie- en Klimaatplan
<b>WAM</b>	With Additional Measures
<b>WEM</b>	With Existing Measures
<b>WP</b>	Warmtepomp

## Lijst van figuren

Figuur 1.1: Plan van aanpak voor de studie .....	13
Figuur 1.2: Overzicht van de gebruikte methodologie .....	14
Figuur 3.1: Aandeel auto's per aandrijving in de nieuwe inschrijvingen. Het aandeel elektrische wagens stijgt wanneer pariteit tussen elektrische auto's en auto's met een verbrandingsmotor bereikt wordt in 2028 (Bron: Element Energy, 2022) .....	29
Figuur 3.2: Evolutie van het aantal elektrische voertuigen in België (Bron: Elia, 2021) .....	30
Figuur 3.3 Laadpatroon van een elektrisch voertuig zoals gemodelleerd in de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 (Bron: Elia, 2021) .....	31
Figuur 3.4: Aantal elektrische voertuigen in België, zoals ingeschat in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019) .....	35
Figuur 3.5 : EV laadprofielen zoals aangenomen in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019) .....	35
Figuur 3.6: EV gelijktijdigheidsfactor als een functie van de laadsnelheid en het aantal EVs opgeladen in een appartementsgebouw (Bron: Van Roy, 2015).....	36
Figuur 3.7: Evolutie van het aantal reizigerskilometers per vervoerswijze (index 2019=100) (sBron: Federaal Planbureau, 2022) .....	39
Figuur 3.8: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal EVs in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames per bron .....	40
Figuur 3.9: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal EVs per 1000 inwoners in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames per bron .....	40
Figuur 4.1: Overzicht type data, aannames en bijhorende bronnen .....	41
Figuur 4.2: Evolutie van de WP installaties in de residentiële en tertiaire sectoren (Bron: Elia, 2021) .....	42
Figuur 4.3: Marktaandeel van individuele WPn voor de EU-27, voor het 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022).....	44
Figuur 4.4: Verwachte evolutie aandeel warmtepomp en -net bij residentiële verwarming (Bron: Fluvius, 2022) .....	45
Figuur 4.5: Marktpenetratieniveau in % van verschillende verwarmingstechnologieën voor de periode 2017 - 2050. Het aandeel van WP is weergegeven in groen (Bron: McKinsey & Company, 2020) .....	46
Figuur 4.6: Gelijktijdigheidsfactoren $k_s$ voor verschillende types belasting. Total is de combinatie van alle andere belastingen. Grijs punten stellen alle datapunten voor, terwijl de lijnen de fit voor rurale en stedelijke eilanden apart voorstellen (Bron: Protopapadaki, 2018) .....	47
Figuur 4.7: Gelijktijdigheidsfactoren $k_s$ voor verschillende types belasting. Total is de combinatie van alle andere belastingen. Medianen (volle lijnen) en 5 <sup>de</sup> en 95 <sup>ste</sup> percentielen (gekleurde gebieden) worden weergegeven (Bron: Protopapadaki & Saelens, 2017).....	48
Figuur 4.8: Load curves voor ruraal gebied met 40 huizen, met verschillende penetratiegraden van PV en HP. De Piekwaarden zijn aangeduid met gestreepte lijnen (Bron: Protopapadaki & Saelens, 2017) .....	48
Figuur 4.9: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor het aantal WPn in woningen voor Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames .....	50
Figuur 5.1: Overzicht type data en aannames .....	51
Figuur 5.2: Evolutie van de geïnstalleerde capaciteit voor zonnepanelen per scenario in België (Bron: Elia, 2021) .....	51
Figuur 5.3: Evolutie van de geïnstalleerde capaciteit voor zonnepanelen voor het centrale scenario in België (Bron: Elia, 2022) .....	52
Figuur 5.4: Evolutie van de geïnstalleerde capaciteit voor zonnepanelen voor het GI, LSeRES en ePros scenario in België (Bron: Elia, 2022b) .....	53



Figuur 5.5: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal geïnstalleerd residentieel PV vermogen voor Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames .....	57
Figuur 6.1: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor warmtenetten in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames.....	60
Figuur 7.1: De twee soorten narratieven die gebruikt werden in de scenario-opbouw .....	62
Figuur 7.2: Overzicht van de verhaallijnen .....	63
Figuur 8.1: Cumulatief percentage van de EAN nummers in functie van de bevolkingsdichtheid per statistische sector ...	70
Figuur 8.2: Overzicht van het totaal geschatte vermogen van de residentiële WPn in Vlaanderen voor de verschillende scenario's. ....	72
Figuur 8.3: Totaal geïnstalleerde residentiële PV capaciteit in Vlaanderen voor de verschillende scenario's .....	74
Figuur 9.1: Overzichtsfiguur van het aantal geschatte WPn per scenario in vergelijking met de literatuurbronnen .....	77
Figuur 9.2: Overzichtsfiguur van het totaal geschatte residentieel PV vermogen per scenario in vergelijking met de literatuurbronnen .....	78
Figuur 9.3: Overzichtsfiguur van het aantal geschatte EVs per scenario. in vergelijking met de literatuurbronnen .....	79

## Lijst van tabellen

Tabel 2.1: Gestructureerd bronoverzicht met, per bron, het type bron, het niveau waarover de bron uitspraak doet, en het type toestel waarover de bron uitspraak doet.....	26
Tabel 3.1 Aantal EVs in België volgens het rapport van Delta-EE, en de van daaruit geëxtrapoleerde aantal EVs in Vlaanderen.....	28
Tabel 3.2: Aantal elektrische voertuigen geëxtrapoleerd naar Vlaanderen vanuit de Element Energy studie.....	29
Tabel 3.3: Extrapolatie van het totaal aantal elektrische voertuigen in het CENTRAL scenario van de Adequacy-en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 naar Vlaanderen .....	31
Tabel 3.4: Extrapolatie van het laadvermogen van EVs en gelijktijdigheid volgens de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 (Bron: Elia, 2022) .....	32
Tabel 3.5: Aantal EVs in België volgens de publieke consultatie over de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie, en de van daaruit geëxtrapoleerde aantal EVs in Vlaanderen. ....	32
Tabel 3.6. Het aandeel elektrische wagens volgens de TYNDP scenarios. ....	33
Tabel 3.7: Aantal EVs in Vlaanderen, geëxtrapoleerd op basis van de TYNDP scenario's. ....	33
Tabel 3.8: Aantal EVs in Vlaanderen volgens het investeringsplan 2023-2032 van Fluvius. ....	33
Tabel 3.9: Aandeel EVs in de globale vloot volgens JRC for Science Policy Report.....	34
Tabel 3.10: Aantal EVs in Vlaanderen, geëxtrapoleerd op basis van JRC Science for Policy scenario's. ....	34
Tabel 3.11: Aantal EVs in Vlaanderen geëxtrapoleerd vanuit de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' .....	35
Tabel 3.12: Piek laadvermogen per auto (bereikt om 19h) en gelijktijdigheid bij een laadvermogen (Pmax) van 6 kW voor 2 laadprofielen (Bron: Synergrid, 2019)' .....	36
Tabel 3.13 Pmax en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoleerd uit het doctoraat van J. Van Roy (2015) .....	36
Tabel 3.14: Aantal EVs in België voor de drie scenario's uit de Paths2050 studie. ....	37
Tabel 3.15: Totale verbruik van EVs in Vlaanderen berekend voor de verschillende jaren in de Paths2050 studie. ....	37
Tabel 3.16 Aantal EVs in Vlaanderen volgens de studie 'Optimalisatie vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer als input voor het Vlaams lucht-en klimaatbeleid' .....	37
Tabel 3.17: Streefcijfers aandeel nieuwe inschrijvingen van zero-emissie personenwagens en bestelwagens t.o.v. alle nieuwe inschrijvingen volgens de 'Clean Power for Transport' Visie 2030 (Bron:Vlaamse Regering, 2021) .....	38
Tabel 3.18: Cijfers betreffende aantal elektrische personenwagens in België voor het Vlaams Energie-en Klimaatplan (Bron: Vlaamse Regering, 2021; Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019) .....	39
Tabel 4.1: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2030 (Bron: Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019) .....	42
Tabel 4.2: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2032 (Bron: Elia, 2021) .....	43
Tabel 4.3: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2021 tot 2035 (Bron: Elia, 2022a) .....	43
Tabel 4.4: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2032 (Bron: (Elia, 2022a) .....	43
Tabel 4.5: Marktaandeel van individuele WPn voor de EU-27, voor het 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022).....	44
Tabel 4.6: Aantal residentiële WPn in Vlaanderen, voor het 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario.....	45
Tabel 4.7: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2023 tot 2027 (Bron: European Commission, 2022) .....	45
Tabel 4.8: Geraamde traject voor residentiële WPn voor Vlaanderen (Bron: (Fluvius, 2022) .....	46
Tabel 4.9: Marktpenetratieniveau in % van WP voor de periode 2017 – 2050 (Bron: McKinsey & Company, 2020).....	46
Tabel 4.10: Geraamde traject voor WPn voor Vlaanderen van 2023 tot 2027 (Bron: McKinsey & Company, 2020; Statistiek Vlaanderen, 2021) .....	47

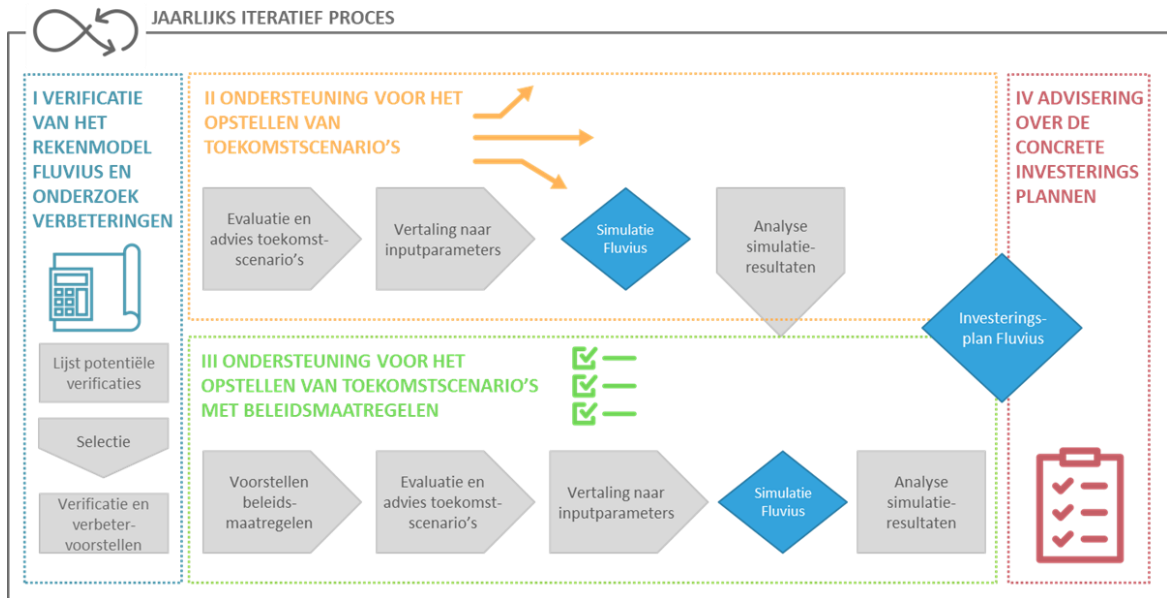
Tabel 4.11: Pmax en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoleerd uit het doctoraat van C. Protopapadaki (2018) .....	49
Tabel 4.12: Totale verbruik van WPn in België berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022) .....	49
Tabel 4.13: Aantal WPn in Vlaanderen berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022).....	49
Tabel 5.1: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: Elia, 2022b) .....	53
Tabel 5.2: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022) .....	53
Tabel 5.3: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: European Commission, 2021) .....	54
Tabel 5.4: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: European Commission, 2021c) .....	54
Tabel 5.5: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: Fluvius, 2022) .....	55
Tabel 5.6: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: VITO/EnergyVille, 2022) .....	55
Tabel 5.7: Geraamde traject voor installatie van PV in Vlaanderen .....	55
Tabel 5.8: Huidige en toekomstige PV capaciteit op het niveau van de regio's en sectoren (Bron: EnergyVille, 2021) .....	56
Tabel 6.1: Aandeel warmtenetten per scenario en jaar (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022) .....	59
Tabel 7.1: Betekenis van het 'Energie-efficiëntie' toekomstpad .....	64
Tabel 7.2: Betekenis van het 'Technologie' toekomstpad .....	65
Tabel 7.3: Betekenis van het 'Evolutie' toekomstpad .....	66
Tabel 8.1: Evolutie van de woningvoorraad (Bron: Statistiek Vlaanderen, 2021) .....	67
Tabel 8.2: Aandeel nieuwbouw in verdichting versus greenfield (Bron: eigen aannames op basis van Verachttert et al., 2021) .....	68
Tabel 8.3: Renovatiegraad o.b.v. het langetermijndoel van het VEKP (Bron: Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019) .....	69
Tabel 8.4: Renovatiegraad o.b.v praktische evolutie VEKP (Bron: Fluvius, 2022) .....	69
Tabel 8.5: Renovatiegraad o.b.v. een extrapolatie van de huidige trends (Bron: Fluvius, 2022) .....	69
Tabel 8.6: Aantal WPn voor scenario 'Energie-efficiëntie' .....	71
Tabel 8.7: Aantal WPn voor scenario 'Technologie' .....	71
Tabel 8.8: Aantal WPn voor scenario 'Evolutie' .....	71
Tabel 8.9: WP vermogen per type woning.....	72
Tabel 8.10: Aantal PV installaties voor scenario 'Energie-efficiëntie' .....	73
Tabel 8.11: Aantal PV installaties voor scenario 'Technologie' .....	73
Tabel 8.12: Aantal PV installaties voor scenario 'Evolutie' .....	73
Tabel 8.13: Aantal EVs voor scenario 'Energie-efficiëntie' .....	74
Tabel 8.14: Aantal EVs voor scenario 'Technologie' .....	75
Tabel 8.15: Aantal EVs voor scenario 'Evolutie' .....	75
Tabel 8.16: Vermogensverdeling laadgedrag EVs, vanuit analyse digitale meterdata. ....	75
Tabel 8.17: Overzicht van de verdeling van de laadvermogens in de verschillende scenario's.....	76
Tabel 9.1: Overzicht van het aantal WPn in Vlaanderen per scenario en scenariojaar .....	77
Tabel 9.2: Overzicht van het aantal residentiële PV installaties in Vlaanderen per scenario en scenariojaar .....	78
Tabel 9.3: Overzicht van het totaal geïnstalleerd residentieel PV vermogen in Vlaanderen per scenario en scenariojaar ..	78

Tabel 9.4: Overzicht van het aantal EVs in Vlaanderen per scenario en scenariojaar .....	79
Tabel 11.1: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal personenwagen BEVs in Vlaanderen .....	83
Tabel 11.2 Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal personenwagen BEVs per 1000 inwoners in Vlaanderen .....	84
Tabel 11.3: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal WPN in de residentiële sector in Vlaanderen ...	85
Tabel 11.4: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het totaal geïnstalleerde PV vermogen op residentiële daken in Vlaanderen [MWe] .....	86
Tabel 11.5: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het percentage residentiële warmtenetten in Vlaanderen [%] .....	87

# 1 Inleiding

## 1.1 Doel van dit rapport

Dit rapport beschrijft het tweede onderdeel van de studie om advies en expertise aan te bieden in het kader van het beoordelen van de capaciteit van laagspanningsnetten. Een samenvatting van het gehele plan van aanpak van de studie en hoe dit onderdeel (Onderdeel II) in dit plan past, wordt weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1: Plan van aanpak voor de studie

Het doel van dit rapport is om ondersteuning te bieden bij het opstellen van toekomstscenario's, waar mogelijk op basis van bestaande publieke bronnen. Meer specifiek, voor de tijdshorizonten 2030, 2040 en 2050 wordt data verzameld over aantallen van elektrische voertuigen (EVs), warmtepompen (WPN), zonnepanelen (PV) en warmtenetten. De bronnen waar we ons op baseren zijn beleidsdocumenten, scenariostudies, en bottom-up/technologie-specifieke bronnen, o.a. van sectororganisaties. Ze geven met andere woorden de inschatting weer van andere stakeholders over de mogelijk evolutie in de tijd van het aantal toestellen. De verschillende types documenten dienen elk een ander doel. Beleidsdocumenten geven de streefdoelen aan van het beleid, m.a.w., hoeveel aantallen/capaciteit van een bepaald toestel tegen een bepaald jaar geïnstalleerd moeten zijn, dan wel waarnaar gestreefd wordt. Scenariostudies simuleren, op basis van een aantal assumpties, waaronder mogelijks ook beleidsdoelstellingen, hoe de aantallen/capaciteit van toestellen zullen/moeten evolueren doorheen de tijd, naar de toekomst toe. Vaak worden in 1 enkele studie verschillende scenario's gesimuleerd om de gevoeligheid van bepaalde assumpties of de impact van bijvoorbeeld een ander beleid te meten en beter te begrijpen. Technologie-specifieke bronnen geven, in ons geval, meer gedetailleerde informatie over 1 bepaald type toestel. De bronnen waar wij ons op beroepen baseren hun informatie voornamelijk op het verleden, bijvoorbeeld over de evolutie van het aantal toestellen, de opdeling in verschillende categorieën van een bepaald type toestel, etc. Deze evoluties kunnen dan verder geëxtrapoleerd worden. Het is m.a.w. belangrijk om bij het opstellen en het interpreteren van de bekomen scenario's rekening te houden met welk type bron welke cijfers aangeleverd heeft. Vaak zullen cijfers uit beleidsdocumenten hoger liggen dan cijfers uit simulaties omdat het in het eerste geval over doelstellingen gaat, terwijl er in het tweede geval ook rekening mee gehouden wordt dat de doelstellingen mogelijks niet gehaald worden omwille van, bijvoorbeeld, de economische realiteit. Ten slotte is er een derde categorie bronnen, namelijk degene die in kaart brengen welke scenario's het pad naar klimaatneutraliteit in 2050 realiseren. Deze zijn typisch hoger en ambitieuzer dan de scenario's gebaseerd op beleid en/of wat realistisch geacht wordt door sommige auteurs.

## Update 2023

Dit document is een update van het rapport dat werd opgeleverd in 2022. In deze versie werden een aantal scenario bronnen geschrapt, voornamelijk omdat ze gedateerd zijn omwille van de significant veranderende context, en werden een aantal recente referenties toegevoegd. Van een aantal instanties werd bijvoorbeeld ondertussen een update gepubliceerd van een voorgaande studie.

Ook de methodiek om vanuit de bronnen tot scenario's te komen werd aangepast. In het 2022 rapport werden de hoog, midden en laag scenario's rechtstreeks, en zonder interpretatie, uit de bronnen afgeleid. In 2023 werd de scenario methodiek aangepast, waarbij scenario's opgebouwd worden aan de hand van consistente verhaallijnen.

Gezien de sterk veranderende realiteit blijven we wel benadrukken dat de algemene onzekerheid sterk is toegenomen, en dit vergroot de vork van wat de toekomst mogelijk brengt. Dit betekent dat de scenario's waarop we in deze literatuurstudie bouwen zowel een onderschatting, als een overschatting kunnen zijn.

## 1.2 Methodologie

De methodologie die gevolgd werd om toekomstscenario's te definiëren volgt drie opeenvolgende stappen. Een schematisch overzicht van deze methodologie wordt gegeven in Figuur 1.2.



Figuur 1.2: Overzicht van de gebruikte methodologie

1. **Actualisatie literatuur:** Eerst werd de literatuur geüpdated. Dit wil zeggen dat we starten vanuit de bronnen die voor de studie in 2022 (VREG, 2023) verzameld werden. Er werd bekeken welke van die bronnen nog wel of niet meer relevant zijn, en gezocht naar nieuwe studies die sindsdien gepubliceerd zijn. Bronnen die reeds te oud zijn of vervangen zijn door een meer recente update werden weggelaten uit het overzicht. Zoals eerder vermeld maken we gebruik van drie types documenten, nl., (i) beleidsdocumenten die beleidsdoelstellingen bevatten, (ii) scenariostudies die energiescenario's vastleggen, en (iii) bottom-up studies die individuele technologiegegevens bevatten. Vervolgens wordt uit deze bronnen de relevante data verzameld. Dit gaat dan vnl. over aantallen en penetratiegraden voor de relevante technologieën, i.e., EV, WP, PV en warmtenetten. Waar nodig en mogelijk worden nog bijkomende aannames gemaakt om te komen tot aantallen/penetratiegraden in Vlaanderen. Naast een overzicht van de cijfers uit deze bronnen kijken we ook naar relevante verhaallijnen die gebruikt werden in deze bronnen om tot specifieke aantallen en penetratiegraden te komen. Deze verhaallijnen worden meestal opgebouwd in verschillende scenario's binnen één bron.  
In tegenstelling tot het rapport van vorig jaar leiden we deze keer geen scenario's af uit de literatuurbronnen maar bouwen we zelf onze eigen scenario's op. De manier waarop we dat gedaan hebben wordt uitgelegd in de volgende sectie.
2. **Mogelijke toekomstpaden:** In een tweede stap, onwikkelde we, op basis van de verhaallijnelementen uit de literatuur en andere macro-trends, onze eigen verhaallijnen die mogelijke toekomstpaden weergeven. Op basis van een interne brainstorm werden dan drie algemene toekomstpaden gedefinieerd.
3. **Scenario's:** De toekomstpaden starten vanuit meer algemene trends en worden in een derde stap specifiek gemaakt door ze aan te vullen met cijfers over aantallen/penetratiegraden van elk van de relevante technologieën (i.e., EV, WP, PV en warmtenetten) in Vlaanderen. We maken hiervoor gebruik van bijkomende assumpties uit de literatuur (voor bijvoorbeeld renovatietrajecten en laadgedrag voor EV's). Op deze manier worden de verhaallijnen, samen met de cijfers en bijkomende aannames, omgezet in volwaardige scenario's, en dit voor de verschillende tijdshorizonten (2030, 2040 en 2050). Deze scenario's dienen dan als basis voor de netsimulaties in de Fluvius tool.

### 1.3 Structuur van dit rapport

Het rapport start met deze inleiding (Hoofdstuk 1), die uitlegt wat het doel van het rapport is en welke de methodologie is die gebruikt is. Daarna is het rapport onderverdeeld in twee grote delen, gelinkt aan de stappen in de methodologie. Deel A bespreekt de literatuur. In dit deel bevat Hoofdstuk 2 het bronoverzicht waarbij, voor elke geciteerde bron, kort uitgelegd wordt waarover de bron in kwestie gaat. Op het einde van dit hoofdstuk is ook een gestructureerd bronoverzicht te vinden in tabelvorm, die samenvat over welk type bron het gaat, over welk niveau de bron informatie aanbrengt en over welk toestel de bron informatie aanbrengt. Vervolgens gaan Hoofdstuk 3 tot 6 elk dieper in op de bronnen die gevonden zijn met informatie betreffende, respectievelijk, elektrische voertuigen (Hoofdstuk 3), warmtepompen (Hoofdstuk 4), zonnepanelen (Hoofdstuk 5) en warmtenetten (Hoofdstuk 6).

Deel B gaat dieper in op de opbouw van de scenario's. Eerst wordt in Hoofdstuk 7 uitgelegd welke drie toekomstpaden gedefinieerd werden en hoe we tot deze definities gekomen zijn. Ook worden elk van de toekomstpaden in detail besproken, respectievelijk het 'Energie-efficiëntie scenario' (Sectie 7.1), 'Technologiescenario' (Sectie 7.2), en 'Evolutie scenario' (Sectie 7.3). In Hoofdstuk 8 wordt toegelicht welke de data en aannames gebruikt werden om van toekomstpaden tot scenario's te komen. Hoofdstuk 9 geeft een overzicht voor de drie toestellen per scenario en jaar. Tenslotte kunnen de gebruikte bronnen en annex teruggevonden worden in Hoofdstukken 10 en 11 respectievelijk.

# DEEL A- LITERATUUROVERZICHT



## 2 Bronoverzicht

Deze sectie geeft een overzicht van de gebruikte bronnen met een beknopte uitleg over de bron en eventuele scenario's die gebruikt worden. De specifieke uitleg en cijfers per technologie kunnen in de technologie-specifieke secties teruggevonden worden. Voor meer gedetailleerde informatie verwijzen we naar de bron zelf.

### 2.1 Heat Roadmap Belgium – Aalborg University (2018)

Het doel van Heat Roadmap Europe 4 (HRE4) is om het wetenschappelijke bewijs te creëren dat nodig is om de decarbonisatie van de verwarmings- en koelingssector in Europa te ondersteunen door de kennis van lokale warmtemarkten, potentiële besparingen en energiesysteemanalyse te combineren. HRE4 wil met name koolstofarme verwarmings- en koelingsstrategieën ontwikkelen, Heat Roadmaps genaamd, voor 14 lidstaten van de Europese Unie (inclusief België). Het project combineert energiesysteemanalyse met ruimtelijke planningstools en biedt een diepgaand inzicht in de thermische eisen in de gebouwde omgeving en de industrie, voor zowel verwarming als koeling (Aalborg University, 2018).

De verhaallijn die gevolgd wordt in deze referentie is dat er volop wordt ingezet op renovatie en energie-efficiëntie. Binnen een stad wordt maximaal geïnvesteerd in warmtenetten, gevoed door grotere warmtepompen en excess-heat uit de industrie. Buiten de stedelijke context worden warmtepompen gebruikt.

### 2.2 Belgium Consumer Flexibility Potential – Delta-EE/Elia (2022)

Ter ondersteuning van Elia's adequacy-en flexibiliteitsstudie voerde Delta-EE een studie uit om het potentieel van flexibiliteit van eindgebruikers (residentieel en tertiair) tot in 2035 in kaart te brengen (Delta-EE, 2022). Het rapport bevat een forecast van het aantal EVs, batterijen en warmtepompen in België tot en met 2035.

### 2.3 European Heat Pump Association (EHPA)

De marktdata van de EHPA is verkrijgbaar op de website van de associatie: <https://www.ehpa.org/market-data/> (EHPA, n.d.). Deze data bevat o.a. verkoopcijfers van WPn voor de voorbije jaren, opgedeeld per type WP.

### 2.4 Electric Mobility: Inevitable, or Not? – Element Energy (2022)

Dit onderzoek richt zich op het aankoopgedrag van kopers van nieuwe auto's. In juni 2021 voerde Element Energy een onderzoek uit onder 14052 kopers van nieuwe auto's in zeven Europese markten, waarmee 80% van de registraties van nieuwe auto's in Europa werd gedekt. De kern van dit onderzoek was een consumentenkeuze-experiment, dat inzicht verschafte in de aankoopbeslissingen van de respondenten van het onderzoek. Dit is het grootste keuze-experiment dat tot nu toe is uitgevoerd met kopers van nieuwe auto's in Europa (Element Energy, 2022).

In de studie wordt aangegeven dat hoe goedkoper elektrische voertuigen worden, hoe sneller die worden aangekocht. Aankoopkosten zijn de driver in de beslissing welke auto wordt gekocht, minder dan 'gebruikskosten', of de aanwezigheid van laadinfrastructuur.

### 2.5 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia (2021)

De 'Wet betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt' ("elektriciteitswet, Electricity Act"), geeft Elia de opdracht om een tweejaarlijkse studie uit te voeren van de tienjarige verwachte adequacy en flexibiliteitsbehoeften van het Belgische elektriciteitssysteem. Deze twee centrale onderwerpen zijn beide cruciale aspecten voor het goed functioneren van het elektriciteitssysteem. Adequacy zorgt ervoor dat de som van de verwachte beschikbare capaciteit, inclusief import, te allen tijde voldoende is om aan de vraag te voldoen. De flexibiliteitsbeoordeling onderzoekt in hoeverre dit vermogen over de juiste technische kenmerken beschikt om toekomstige (on)verwachte variaties van opwekking (met name aangedreven door hernieuwbare energiebronnen of RES) en vraag op te vangen.

In de studie definieert Elia drie scenario's, nl. (i) het centrale scenario, en dan twee variaties op dit scenario, zijnde (ii) 'high load', waar het elektriciteitsverbruik t.o.v. het centrale scenario met 1.5% stijgt in 2022-2025, tot 3% in 2032 (lineaire toename); en (iii) 'low load', waar het elektriciteitsverbruik t.o.v. het centrale scenario met 1.5% daalt in 2022-2025, tot 3% in 2032 (lineaire afname) (Elia, 2021a). Het centrale scenario volgt de voorspellingen en aannames van het NEKP, met waar gevraagd door de stakeholders een hoge en lage sensitiviteit.

We willen opmerken dat ten tijde van het uitvoeren van de literatuurstudie deze editie van de adequacy- en flexibiliteitsstudie, nl. handelend over 2022-2032, de meest recente versie was. De nieuwe editie, handelend over 2024-2034, was nog niet gepubliceerd, zie ook de paragraaf 2.6 hieronder.

## 2.6 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034, Publieke consultatie over het scenario en de methodologie - Elia (2022)

In de aanloop naar de nieuwe adequacy- en flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034 organiseerde Elia een publieke consultatie over de input data, aannames en methodologie die gebruikt zal worden voor de studie rond adequacy- en flexibiliteitsbehoeften voor het Belgische energiesysteem voor de 2024-2034 periode (Elia, 2022a).

In het huidige document verwijst Elia slechts naar 1 scenario, nl. het centrale scenario dat kan gezien worden als een 'huidig/vastgesteld beleid' gebaseerd op Belgische/Europese ambities. Voor België is dit gebaseerd op de meest recente informatie waarover Elia beschikt. Omdat het nieuwe Belgische NEKP pas medio 2023 bekend zijn, heeft Elia zich ingespannen om een zo realistisch mogelijke evolutie van de verschillende scenariocomponenten voor te stellen.

## 2.7 Roadmap to net zero - Elia (2021)

Deze studie (Elia, 2021c) probeert een antwoord te geven op vragen zoals 'Hoe zou een gedecarboniseerd Europees energy systeem er kunnen uitzien in 2050?', 'Heeft Europa voldoende hernieuwbare energie om volledig te decarboniseren?', 'Hoe zullen we vraag en aanbod balanceren in een systeem met veel hernieuwbare energie en het licht kunnen aanhouden in periodes met weinig wind en zon?'. De studie vertrekt vanuit twee mogelijke trajecten die gebaseerd zijn op het 1.5TECH scenario van de Europese Commissie (European Commission, 2018) en bijkomende Belgische studies en scenario's. Het 1.5TECH-scenario presenteert een volledig koolstofvrij Europees energiesysteem met netto nul broeikasgasemissies tegen 2050, samen met het realiseren van duurzame economische groei. De economische productie is volledig ontkoppeld van de uitstoot van broeikasgassen. Verder wordt deze ontkoppeling gerealiseerd door een sterke toename van energie-efficiëntie. Deze energie-efficiëntiewinsten worden o.a. gerealiseerd door een sterke toename van directe elektrificatie van de finale energievraag. Die stijgt van ongeveer 23% vandaag tot ongeveer 50% in 2050.

De twee trajecten die hierop gebaseerd werden zijn:

1. **Het ELEC-traject**, waar aangenomen wordt dat Europa's finale elektriciteitsvraag zal toenemen met 70% in vergelijking met de huidige vraag als gevolg van een sterke elektrificatie. In alle sectoren wordt sterk ingezet op directe elektrificatie. Elektrische warmtepompen leveren het grootste deel van de warmte in gebouwen. Al het lichte en voor een groot deel zwaar vrachtvervoer wordt elektrisch vervoerd. In de industrie wordt de meeste lage temperatuurswarmte en een belangrijk deel van de middelhoge tot hoge temperatuurswarmte als geëlektrificeerd beschouwd. Bovendien zouden nieuwe baanbrekende technologieën ook de toepassing van op elektriciteit gebaseerde processen in bepaalde industriële processen mogelijk maken. Waterstof, e-fuels en e-gas worden toegepast in het zwaarste vrachtvervoersegment, als niet-energetische grondstof en in specifieke industriële processen. Op residentieel niveau vertaalt zich dit in een groot aandeel aan (volledig elektrische) warmtepompen om de warmtevraag te voldoen, en een 100% elektrificatie van personenwagens.
2. **Het MOL-traject**, waar aangenomen wordt dat Europa's finale elektriciteitsvraag zal toenemen met 30% omwille van een hoger aandeel van 'groene moleculen' in het finale energieverbruik. In het MOL-traject stijgt het aandeel van directe elektrificatie van 23% vandaag naar 45% in 2050. Het traject richt zich op een relatief hoog aandeel van op moleculen-gebaseerde energievoorziening, met name 'groene moleculen' die waterstof en zijn derivaten (e-gassen en vloeibare e-brandstoffen) bevatten. Het traject wordt verder gekenmerkt door hoge niveaus van 'indirecte elektriciteitsvraag', die nodig zijn om groene moleculen te produceren op basis van het elektrolyseproces. Een groot deel van de verwarming is gebaseerd op (e-)gasketels en waterstofbrandstofcellen. Voor zwaar vrachtvervoer worden waterstofbrandstofcellen en e-brandstoffen als belangrijkste energievectors genomen. Personenvervoer en lichtgewicht vervoer worden beschouwd als zijnde (bijna geheel) geëlektrificeerd. In de industrie spelen e-gassen een belangrijke rol voor hoge temperatuurswarmte, terwijl waterstof en e-

brandstoffen worden gebruikt in specifieke industriële processen. Op residentieel niveau vertaalt dit traject zich naar een lager aandeel van (volledig elektrische) warmtepompen: er worden ook hybride warmtepompen en gasboilers gebruikt voor gebouwverwarming. Ook zijn niet alle personenwagens elektrisch, maar worden er ook wagens met brandstofcellen gebruikt.

## 2.8 Federaal ontwikkelingsplan van het transmissienet 2024-2034 – Elia (2022)

Met het Federaal Ontwikkelingsplan 2024-2034 (Elia, 2022b) wil Elia anticiperen op de dringende vraag om de Belgische energiepolitiek onafhankelijker, weerbaarder en duurzamer te maken. Er wordt maximaal rekening gehouden met de verwachte gevolgen van een alsmat toenemende ambitie naar integratie van hernieuwbare energie en met de grootse investeringsplannen van de industrie die zich in Europa wil verankeren door in het komende decennium volop te investeren in elektrificatie. In dit plan doet Elia een aantal concrete voorstellen om hen de nodige flexibiliteit te geven om voldoende snel te reageren op vragen van de netgebruikers en ervoor te zorgen dat de energietransitie niet geblokkeerd of afgeremd wordt door de beperkingen in het net.

Elia baseert zich hiervoor op vier scenario's:

### 1. 'Global import' (GI) scenario:

Het GI-scenario stelt een toekomst voor waarin minder doorgedreven ambities op het gebied van onder andere elektrificatie en energie-efficiëntie gecompenseerd worden door deel uit te maken van een geglobaliseerde energiemarkt met een focus op Europese invoer van gedecarboniseerde moleculen om zo te voldoen aan de Europese klimaatdoelen. Volgend op TYNDP 2022 "Global Ambition" scenario (zie Sectie 2.9) ligt de nadruk in dit scenario meer op het inzetten van (groene) moleculen dan elektrificatie en zijn verbeteringen op het gebied van energie-efficiëntie in dit scenario minder doorgedreven. Europa is hier dus afhankelijk van het importeren van grote hoeveelheden gedecarboniseerde energie van buiten Europa.

### 2. 'E-Prosumers' (ePros) scenario:

Het ePros scenario stelt een toekomst voor waarin Europa op meer autonome wijze, door een heel sterke groei van elektrificatie, energie-efficiëntie, flexibiliteit en decentrale energiebronnen, de Europese klimaatdoelstellingen behaalt. Voor het opstellen van dit scenario wordt gestart van het TYNDP 2022 "Distributed Energy" scenario (zie Sectie 2.9). De focus van dit scenario ligt op het elektrificeren van transport en gedecentraliseerde energieoplossingen, gecombineerd met een efficiëntieverhoging van de finale energievraag. Er wordt ook de nadruk gelegd op flexibiliteit aan vraagzijde.

### 3. 'Large scale RES' (LSeRES) scenario :

Het LSeRES-scenario stelt een toekomst voor waar de elektrificatie zich tussen het 'GI' en 'ePros'-scenario bevindt, en waar dit, gecombineerd met slimme plaatsing van hernieuwbare energiebronnen, leidt tot het halen van de Europese klimaatdoelstellingen. Dit compleet nieuw scenario tracht een middenweg te vinden tussen het 'GI' en 'ePros' scenario. Zonder af te wijken van klimaatdoelen op de lange termijn wordt hier een combinatie gemaakt van gecentraliseerde hernieuwbare energie (hoofdzakelijk offshore) en decentrale oplossingen terwijl de graad van elektrificatie hoger ligt dan het TYNDP 'GI' scenario. De locatie van de hernieuwbare energiebronnen werd in dit scenario, startend van de TYNDP-scenario's, herverdeeld over de simulatieperimeter op basis van potentieel en capaciteitsfactor.

### 4. 'Flex+' (Flex) scenario:

Het Flex-scenario stelt een toekomst voor waarin bovenop het 'ePROS' scenario zeer sterk wordt ingezet op bijkomende flexibiliteit in het elektriciteitssysteem in de vorm van opslag en vraagbeheer. Deze sensitiviteit werd opgesteld startend van het 'ePROS' scenario waarna de flexibiliteit van de energievraag tot een zeer hoog doch nog steeds haalbaar niveau opgevoerd werd.

## 2.9 Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G (2022)

Elke 2 jaar stellen ENTSO-E en ENTSO-G hun zogenaamde 'Ten-Year Network Development Plan (TYNDP) voor (ENTSO-E & ENTSO-G, 2022). Dit plan bevat de overkoepelende Europese visie voor het toekomstige elektriciteitssysteem, en is complementair en aanvullend aan de nationale ontwikkel- en investeringsplannen.

Het TYNDP is gebaseerd op 3 scenario's die specifiek voor deze plannen zijn opgesteld: het 'National Trends', 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario:

### 1. 'National Trends' scenario:

Dit scenario sluit aan bij het NEKP, afgeleid van de Europese doelstellingen. De datasets voor elektriciteit en gas voor dit scenario zijn gebaseerd op cijfers verzameld bij de nationale TSO's en dewelken een vertaling

zijn van de laatste beleids- en marktgestuurde ontwikkelingen zoals besproken op nationaal niveau. De kwantificering van Nationale Trends richt zich op elektriciteit en gas tot 2040.

2. **‘Distributed energy’ scenario:**

Dit scenario wordt gedreven door de bereidheid van de samenleving om energie-autonomie te bereiken met algemeen beschikbare inheemse hernieuwbare energiebronnen. Dit vertaalt zich naar een evolutie van de manier van leven, en ook naar een streven naar een ‘gedecentraliseerde’ koolstofarme economie via lokale initiatieven van burgers, gemeenschappen en bedrijven. Aan de vraagzijde betekent dit een sterk engagement om het energieverbruik te verminderen door renovatie en isolatie van residentiële en commerciële gebouwen, een afname van de individuele mobiliteit en een hoge circulariteit in de industriële sector. Technologieën zoals warmtepompen en EV's zorgen voor de hoge efficiëntiewinsten die nodig zijn om de vraag te beperken.

Aan de aanbodzijde wordt maatschappelijke acceptatie bereikt voor een zeer ambitieuze RES-ontwikkeling. Het prosumenten-zijn wordt gemeengoed naarmate burgers een beter begrip krijgen van het energiesysteem en de impact ervan op het klimaat. Daarnaast is een grotere betrokkenheid van burgers bij lokale RES-projecten (bijv. PV, windturbines, stadsverwarming/-koeling, geothermie en biomassa) cruciaal.

3. **‘Global Ambition’ scenario:**

Dit scenario vertaalt zich naar de ontwikkeling van een zeer breed scala aan technologieën (waarvan vele gecentraliseerd zijn) en het gebruik van de wereldwijde energiehandel als instrument om de decarbonisatie te versnellen. Dit scenario gaat uit van een *globale* benadering van vermeden CO<sub>2</sub>-kosten, en dus met alle beschikbare technologieën en energiebronnen om de CO<sub>2</sub>-uitstoot tegen de laagst mogelijke kosten te verminderen. Aan de vraagzijde is er een snelle ontwikkeling van energie- en kostenefficiënte technologieën zoals EV's voor personenvervoer en warmtepompen voor residentiële en tertiaire verwarming. In koude gebieden met bestaande wijdverbreide gasdistributie-infrastructuur bieden hybride warmtepompen optimalisatiepotentieel om de behoefte aan ingrijpende renovaties te verminderen en flexibiliteit aan het elektriciteitssysteem te bieden. Elektriciteitstechnologieën worden aangevuld met een breed scala aan oplossingen, zoals bio-LNG, biomethaan en elektrische voertuigen met brandstofcellen.

## 2.10 EU Reference Scenario – Europese Commissie (2021)

Het EU Referentiescenario projecteert de impact van macro-economische, brandstofprijis- en technologietrends alsook het beleid op de evolutie van het EU-energiesysteem, op vervoer en op de uitstoot van broeikasgassen (BKG). De prognoses hebben betrekking op de 27 EU-lidstaten afzonderlijk en gezamenlijk. Het referentiescenario omvat ook trends in de uitstoot van BKGn die geen verband houden met energie. In wezen is het referentiescenario een geïnformeerde, intern consistente en beleidsrelevante projectie over de toekomstige ontwikkelingen van het EU-energiesysteem, het transportsysteem en de broeikasgasemissies, die als maatstaf dient voor nieuwe beleidsinitiatieven. Het weerspiegelt beleidsdoelstellingen en markttrends die door beleidsmakers worden gebruikt als uitgangspunt voor het ontwerpen van beleid dat de kloof kan overbruggen tussen waar het EU-energie- en klimaatbeleid nu staat en waar het op middellange en lange termijn wil zijn, met name in 2030 en 2050.

De projecties voor het EU Referentiescenario worden berekend o.b.v modellen voor energie- en broeikasgassysteemanalyse. Ze maken gebruik van gedetailleerde en actuele databases om projecties per sector en land te berekenen. Continuïteit tussen historische data en projecties is verzekerd (European Commission, 2021a).

Het doel van het Referentiescenario is niet om klimaatneutraliteit te bereiken, maar om de weg die daarvoor afgelegd moet worden in beeld te brengen, uitgaande van het huidige beleidskader. Om deze reden neemt de intensiteit van het beleid na 2030 niet toe, maar zijn technologie en marktdynamiek samen met het EU-ETS de factoren die de projecties in de periode 2030-2050 bepalen. Het referentiescenario is een projectie, geen prognose, van de evolutie van het EU-energiesysteem, het transportsysteem en de uitstoot van broeikasgassen. Het voorspelt niet hoe deze er in de toekomst uit zullen zien, maar biedt een op modellen-gebaseerde simulatie van mogelijke toekomstperspectieven, gegeven de huidige beleidscontext, op basis van bepaalde randvoorwaarden, aannames en historische trends, met name in het licht van de meest recente statistische gegevens over het energiesysteem, vervoer en broeikasgasemissies.

## 2.11 RePower EU with Clean Energy – Europese Commissie (2022)

Om een einde te maken aan de afhankelijkheid van de EU van Russische fossiele brandstoffen zal een massale opschaling van hernieuwbare energie nodig zijn, evenals een snellere elektrificatie en vervanging van fossiele warmte en brandstof in de industrie, gebouwen en de transportsector. In RePowerEU stelt de Europese Commissie voor om de EU-doelstelling

voor 2030 voor hernieuwbare energiebronnen te verhogen van de huidige 40% naar 45%. Het RePowerEU-plan zou de totale capaciteit voor de opwekking van hernieuwbare energie tegen 2030 op 1236 GW brengen, in vergelijking met 1067 GW tegen 2030 zoals was voorzien in Fit for 55 voor 2030 (European Commission, 2022).

## 2.12 Fit for 55 – Europese Commissie (2021)

Het Fit for 55-pakket (European Commission, 2021b) heeft tot doel de verhoogde emissiereductiedoelstelling van de EU te verwezenlijken ten voordele van alle Europeanen en kansen te creëren om deel te nemen aan de transitie, de meest behoeftigen te helpen en een sterkere algehele emissiereductie te stimuleren. Het pakket bestaat uit een reeks onderling verbonden voorstellen, die allemaal hetzelfde doel nastreven: zorgen voor een eerlijke, concurrerende en groene transitie tegen 2030 en daarna. Waar mogelijk wordt bestaande wetgeving ambitieuzer gemaakt en waar nodig komen nieuwe voorstellen op tafel. In totaal versterkt het pakket acht bestaande wetgevingsteksten en presenteert het vijf nieuwe initiatieven, verspreid over een reeks beleidsterreinen en economische sectoren: klimaat, energie en brandstoffen, vervoer, gebouwen, landgebruik en bosbouw.

Voortbouwend op de analyse van het Climate Target Plan (CTP)<sup>1</sup> zijn drie kernscenario's voor het beleid gedefinieerd die dienen als gemeenschappelijke instrumenten voor analyse van de effectbeoordelingen van verschillende initiatieven van Fit for 55-pakket. Deze kernscenario's voor het beleid zijn opgesteld uitgaande van het EU-Referentie Scenario 2020 en gebruiken dus dezelfde geactualiseerde macro-economische aannames, inclusief de impact van de COVID-pandemie en internationale brandstofprijzen. Deze scenario's zijn:

**1. 'REG' scenario:**

Dit scenario gaat uit van een zeer sterke intensivering van het energie- en vervoersbeleid bij afwezigheid van koolstofprijzen in het wegvervoer en gebouwen. De maritieme vervoerssector is opgenomen in de EU-ETS.

**2. 'MIX' scenario:**

Dit scenario gaat uit van zowel een koolstofprijssignaaluitbreiding naar wegvervoer en gebouwen als van een sterke intensivering van het energie- en vervoersbeleid. Vanaf 2025 is er een uniforme koolstofprijs die ofwel een uitgebreide en volledig geïntegreerde EU-ETS weerspiegelt, ofwel een bestaande EU-ETS en een nieuwe ETS voor wegvervoer en gebouwen met emissieplafonds die in lijn zijn met kostendekkende bijdragen van de respectievelijke sectoren. De maritieme vervoerssector is opgenomen in de bestaande EU-ETS.

**3. 'MIX-CP' scenario:**

Dit scenario vertegenwoordigt een meer koolstofprijsgestuurde beleidsmix die een herziening van de Richtlijn Energie-Efficiëntie en de Richtlijn Hernieuwbare Energie illustreert maar zich beperkt tot een lagere intensivering van het huidige beleid naast een koolstofprijssignaal toegepast op nieuwe sectoren. In tegenstelling tot het 'MIX' scenario maakt dit scenario het mogelijk om koolstofprijssignalen van 'huidige' en 'nieuwe' ETS te scheiden. De relatieve verdeling van de ambitie op het gebied van broeikasgasreducties tussen 'huidige' en 'nieuwe' ETS blijft bestaan, maar sluit in MIX-CP echter aan bij het MIX-scenario. Bijgevolg leidt dit, rekening houdend met de verschillende aannames over beleid, tot gedifferentieerde koolstofprijzen tussen 'huidige' en 'nieuwe' ETS. De maritieme vervoerssector wordt verondersteld te zijn opgenomen in het 'huidige' ETS in MIX-CP.

## 2.13 Investeringsplan 2023 -2032 – Fluvius (2022)

Het Investeringsplan 2023-2032 van Fluvius (Fluvius, 2022) geeft een grondig overzicht van de investeringen die de Vlaamse distributienetbeheerders voor de komende tien jaar plannen in de distributienetten voor elektriciteit en gas. Het plan is gebaseerd op overleg met overheden en input van heel wat sector- federaties, en op grondige technische analyses en simulaties. Om de investeringen vast te leggen, baseert Fluvius zich op een aantal lange-termijnassumpties, die onder andere gebaseerd zijn op de ambities in het VEKP. Deze assumpties zijn (i) een volledige elektrificatie van het personenvervoer; (ii) het gebruik van restwarmte met warmtenetten; (iii) de elektrificatie van verwarming in nieuwbouw en bij grondige renovatie van gebouwen; (iv) een versnelling van de groei bij zonne- en windenergie; (v) een stijgend elektrisch verbruik en (vi) toenemende piekbelasting in de industrie.

Omwille van de onzekerheid over hoe de toekomst eruit zal zien, kiest Fluvius voor een brede vork van scenario's die ook de nodige extra 'no-regret'-investeringen identificeren die aan een voldoende hoge snelheid moeten worden uitgevoerd (voor 2032) om niet in de problemen te komen, en die zeker niet overbodig zijn i.f.v. de elektrificatie die er tegen 2050

---

<sup>1</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en)

verwacht wordt, zelfs niet als met allerlei mitigerende maatregelen (capaciteitstarief, flexibiliteit) de impact van de elektrificatie op de piekbelasting van het net en de investeringsbehoefte beperkt zou kunnen worden.

## 2.14 Hotmaps project (2021)

Het door de EU gefinancierde project Hotmaps heeft tot doel om een toolbox te ontwerpen om overheden, energieagentschappen en stedenbouwkundigen te ondersteunen bij strategische planning van verwarming en koeling op lokaal, regionaal en nationaal niveau, en in overeenstemming met het EU-beleid.

Er worden twee scenario's gesimuleerd die de huidige of meer ambitieuze nationale beleidsmaatregelen volgen. De scenario's zijn gebaseerd op het EU Referentiescenario (zie Sectie 2.7), met specifieke aandacht voor verwarming en koeling. Het huidige beleidsscenario gaat ervan uit dat het huidige beleid van kracht blijft en effectief wordt uitgevoerd. Het ambitieuze beleidsscenario gaat ervan uit dat gematigd, ambitieuzer beleid wordt gevoerd (Hotmaps Project, 2018).

## 2.15 JRC Science for Policy report - Global Energy and Climate Outlook 2022: Energy trade in a decarbonised world (2022)

Sinds 2015 publiceert JRC jaarlijks de 'Global Energy and Climate Outlook'. Dit rapport geeft elk jaar een geactualiseerd beeld van de implicaties van energie- en klimaatbeleid over de hele wereld. Van daaruit worden ook de globale CO<sub>2</sub>-emissies geëxtrapoleerd samen met de geprojecteerde globale temperatuurstijgingen.

In het rapport van 2022 worden de implicaties van de post-pandemische economische situatie meegenomen, net als de situatie in Oekraïne.

Het rapport bespreekt verschillende scenario's: een referentie scenario waarbij uitgegaan wordt van het bestaande beleid, en daarnaast een 1.5°C-scenario. Dit laatste is een scenario waarin de temperatuurstijging onder 1.5°C wordt gehouden door een zo kost-effectief mogelijke decarbonisatie. Er wordt berekend dat in het referentie-scenario een temperatuurstijging tot 3°C op het einde van deze eeuw wordt bereikt.

Volgens dit rapport zijn de belangrijkste maatregelen om tot een maximale temperatuurstijging van 1.5°C te komen, een versnelde uitrol van hernieuwbare energiebronnen, voortdurende verbeteringen in de energie-efficiëntie en de elektrificatie van zoveel mogelijk eindgebruikers.

## 2.16 Net-zero Europe - McKinsey & Company (2020)

In december 2019 heeft de Europese Commissie een ambitieus voorstel ingediend om de Europese Unie in 2050 klimaatneutraal te maken. Hoewel het voorstel specifieke emissiereductiedoelstellingen voor 2030 en 2050 vastlegde, werd niet uitgelegd hoeveel elke sector en lidstaat zou moeten bijdragen aan de gewenste emissiereducties of wat het zou kosten om die reducties te bereiken. Om de planningsinspanningen van beleidsmakers en bedrijfsleiders te helpen informeren en de implicaties van de vereiste veranderingen te onderzoeken, heeft McKinsey (McKinsey & Company, 2020) in dit rapport geprobeerd een maatschappelijk kosten optimaal pad te vinden om de emissiedoelstellingen van het Europese Green Deal-plan te bereiken.

## 2.17 A probabilistic framework towards metamodeling the impact of residential heat pumps and PV on low-voltage grids – Doctoraat en paper van C. Protopapadaki (2017, 2018)

In dit doctoraat (Protopapadaki, 2018) gebruikt men modellen die het energieverbruik van individuele gebouwen op het Belgische laagspanningsnet simuleren, op het niveau van individuele toestellen. De focus is op de impact van warmtepompen op het Belgische LS net. Eén jaar met een extreem koude winter (10-jaarlijks extreem) is gesimuleerd. Er wordt aangenomen dat er geen buffervat is voor verwarming van het huis. Er is wel een buffervat van 200 liter aanwezig voor warm water.



## 2.18 The REHVA European HVAC Journal – REHVA (2021)

REHVA Journal is een technisch, praktisch tijdschrift voor professionals in de HVAC-industrie met REHVA de federatie van Europese verenigingen voor verwarming, ventilatie en airconditioning, (REHVA, 2021). Voor deze studie kunnen we hier meer informatie vinden over de verhouding van het type WP dat verkocht werd en de verhoudingen tussen de verschillende Europese landen.

## 2.19 Future impact of EVs on the Belgian electricity network – Synergrid (2019)

Eind 2018 heeft Synergrid, de federatie van Belgische elektriciteits- en gasnetwerkbedrijven, de opdracht gegeven om een studie uit te voeren naar de mogelijke impact van elektrische voertuigen op de midden- en laagspanningsdistributienetten. Het doel van deze studie was om de potentiële netimpact en investeringskosten als gevolg van EVs te projecteren en de maatregelen te beoordelen die kunnen helpen om deze kosten te verlagen (Synergrid, 2019).

Om de impact van elektrische voertuigen (EVs) op het net te becijferen werd uitgegaan van 2 scenario's:

1. **Een 'High impact' scenario**, waarbij EVs voornamelijk thuis worden opgeladen aan een relatief hoog vermogen (6kW gemiddeld). Het opladen begint rond de avondpiek (rond 6pm). Er wordt aangenomen dat bestuurders met een EV gemiddeld 60 km per dag rijden, en dat er vaker met EVs wordt gereden door mensen vanuit de hogere inkomensklasse wonende in een stedelijke omgeving.
2. **Een 'Laag impact' scenario**, waarbij EVs aan een lager vermogen wordt opgeladen, en waarbij ook een kleiner aandeel van de EVs wordt opgeladen tijdens de avondpiek. Slechts de helft van de laadsessies gebeurt thuis, de rest van het laden gebeurt op het werk of op andere locaties.

Het totaal aantal auto's werd overgenomen uit de IEA's EV outlook high scenario (2018), en werd gelijk beschouwd voor beide impact scenario's.

## 2.20 Electrical vehicle charging integration in buildings - Doctoraat van J. Van Roy (2015)

In dit doctoraat werden twee simulatietools ontwikkeld om de impact van het laden van EVs te onderzoeken (Van Roy, 2015):

1. De simulatietool voor het mobiliteitsgedrag creëert realistische rijprofielen voor individuele voertuigen in de vloot. Deze tool is gebaseerd op beschikbare statistische data voor het mobiliteitsgedrag in Vlaanderen.
2. De Modelica bibliotheek voor elektrische modellering kan gebruikt worden voor de integratie van verschillende multidisciplinaire energiesystemen in gebouwen en wijken.

## 2.21 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille (2022)

Deze techno-economische studie (VITO/EnergyVille, 2022) tracht de volgende drie vragen te beantwoorden: (i) Hoe ziet ons huidige Belgische energielandschap eruit, (ii) Hoe ziet een klimaat-neutrale samenleving er in 2050 uit, en (iii) Wat is er nodig om daar te komen. VITO/EnergyVille ontwikkelde hiervoor het TIMES-Be-model, i.e., een model dat verschillende scenario's voor net-zero-emissies berekent op basis van de evolutie van technische en economische parameters, en zoekt naar de meest kosteneffectieve oplossing om te voldoen aan de huidige en toekomstige (2050) energievraag. Met behulp van dit model werden er data-gestuurde kaarten getekend voor drie verschillende scenario's - die elk een andere mogelijke route beschrijven voor het traject naar een klimaatneutraal België tegen 2050. Deze drie scenario's zijn:

1. **Centrale scenario**: de aannames in dit scenario bestaan uit een uitgebalanceerde reeks van mogelijke technologische opties als het gaat om energie-efficiëntie, brandstofsubstitutie, elektrificatie, het gebruik van synthetische moleculen zoals waterstof en koolstofverwijderingstechnologie.
2. **Elektrificatie scenario**: in dit scenario wordt ervan uitgegaan dat België de mogelijkheid heeft om vanaf 2030 extra toegang te verwerven tot een grote offshore windzone in de Noordzee, met een toevoeging van 16 GW aan offshore windenergie. Bovendien maakt dit scenario investeringen mogelijk in een nieuwe generatie kleine modulaire nucleaire reactoren (SMR's) die vanaf 2050 operationeel zijn.
3. **Clean Molecules scenario**: de productiekosten van synthetische moleculen zoals groene waterstof en derivaten zijn sterk afhankelijk van de kosten van elektriciteit. In dit scenario gaat men ervan uit dat er in België de mogelijkheid is om tegen zeer lage kosten toegang te krijgen tot groene waterstof en andere synthetische moleculen. Aangezien België geen natuurlijke locaties heeft om toekomstige opgevangen CO<sub>2</sub>-emissies op te slaan

zal het daarom aangewezen zijn op locaties in de Noordzee en Noorwegen. Volgens dit Clean Molecules Scenario is de toegang van België tot grensoverschrijdende CO<sub>2</sub>-opslag beperkt tot 5 miljoen ton per jaar.

## 2.22 Optimalisatie vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer als input voor het Vlaams lucht- en klimaatbeleid – VITO, VMM (2023)

VMM voert momenteel in samenwerking met VITO een studie uit om de wegverkeer-emissies te actualiseren. In deze studie gebeurden ook inschattingen van het aantal nieuwe elektrische voertuigen en hun impact op de totale vloot. De eindrapporten van deze studie zijn echter nog niet finaal, en daarom ook niet publiek (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023).

## 2.23 Warmte in Vlaanderen – VEKA (2021)

In dit werk werd een warmtekaart opgemaakt voor Vlaanderen en daarnaast werd een projectie van de warmtevraag richting 2050 opgesteld, met een inschatting op basis van beschikbare data (Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, 2021). Deze warmtekaart vormt de mogelijke basis voor een potentieelinschatting van warmtenetten in Vlaanderen.

## 2.24 Clean Power for Transport Visie 2030 – Vlaamse Regering (2021)

In de 'Clean Power for Transport' Visie 2030 (Vlaamse Regering, 2021), die gebaseerd is op het geformuleerde beleid in het Vlaams Energie- en Klimaatplan, worden streefcijfers voor het aantal nieuwe inschrijvingen van zero-emissie voertuigen gegeven. Deze omvatten naast elektrische voertuigen, ook de voertuigen op waterstof.

## 2.25 Vlaams Energie- en Klimaat Plan – Vlaamse Regering

Het Vlaams Energie- en Klimaatplan (VEKP) is een beleidsdocument en zet de grote lijnen uit voor het beleid in de periode 2021-2030 (Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019)<sup>2</sup>. Het bevat per sector aangekondigde actieplannen en beleidspakketten, met daarbij ook de ingeschatte impact van dit beleid op bestaande prognoses.

## 2.26 OpenENTRANCE – H2020 project (2022)

OpenENTRANCE (open ENergy TRAnsition ANALyses for a low-Carbon Economy) (openENTRANCE Project, 2022b, 2022a) is een Europees H2020 project waarin wordt getracht complete en consistente scenario's te ontwikkelen om een koolstofarme toekomst te bereiken. Deze scenario's zijn het resultaat van een open-source platform voor het uitvoeren van wetenschappelijke berekeningen voor verschillende toekomstige opties van een koolstofarm Europa. Dit platform koppelt en integreert macro-economische en energiesysteemmodellen, en levert economische (bijv. BBP, werkgelegenheid) en sociologische gedragsgegevens (bijv. energieconsumptiegewoonten) die relevant zijn voor de energietransitie.

Voor de ontwikkeling van de verhaallijnen of scenario's in het openENTRANCE project, werden drie onzekerheden gekozen als belangrijkste drijfveren:

1. **De houding en levensstijl van de samenleving:** Hoe flexibel zullen het individu en de samenleving zijn, en hoe serieus nemen ze de verantwoordelijkheid voor de overgang naar een koolstofarme energiewereld? Bij een 'smart society' wordt betrokkenheid bij de samenleving en het ondernemen van concrete acties gemaximaliseerd.
2. **Innovaties en beschikbaarheid van technologieën.** Technologische vooruitgang is altijd een grote onzekerheid geweest. Zal de technologische vooruitgang zich snel genoeg ontwikkelen om een soepele overgang te ondersteunen naar een koolstofarme energiewereld? Bij 'technologische innovatie' helpen technologische doorbraken de energietransitie te bevorderen.

---

<sup>2</sup> Bemerkt dat er ondertussen (op 12-05-2023) een update van het VEKP werd goedgekeurd. De cijfers van deze update worden niet meegenomen in dit document, aangezien ze bij het opstellen van het document nog niet beschikbaar waren.



3. **Geopolitieke en economische ontwikkeling.** Komt er een soepele wereldwijde energietransitie naar een koolstofarme samenleving, en wordt deze vergezeld van harmonieuze geopolitieke ontwikkelingen die de transitie ondersteunen? Of wordt het een ontwrichtende wereldwijde energietransitie met geopolitieke spanningen en ongelijke verdeling van economische welvaart? Onder 'sterk beleid', wordt de wereld gestuurd naar een koolstofarme energiewereld door middel van effectieve beleidsmaatregelen.

Op basis van deze key drivers werden 4 verhaallijnen ontwikkeld als mogelijke toekomstscenario's. Elke verhaallijn wordt telkens gedefinieerd door een combinatie van twee 'key drivers'. De 4 verhaallijnen zijn:

1. **"Directed Transition"**: de 'key drivers' in dit scenario zijn technologische innovaties en sterk beleid.
2. **"Techno Friendly"**: de 'key drivers' van dit scenario zijn technologische innovaties en 'smart society'.
3. **"Societal commitment"**: de key drivers zijn smart society en sterk beleid
4. **"Gradual development"**: dit scenario bevat een combinatie van de drie key drivers samen.

## 2.27 Gestructureerd Overzicht

De bovenstaande bronnen worden in onderstaande tabel (Tabel 2.1) op gestructureerde wijze weergegeven, waarbij voor elke bron vermeld wordt over welk type bron het gaat, over welk niveau de bron uitspraak doet (i.e., globaal, Europees, Federaal of Vlaams) en over welk type toestel de bron informatie geeft.

Tabel 2.1: Gestructureerd bronoverzicht met, per bron, het type bron, het niveau waarover de bron uitspraak doet, en het type toestel waarover de bron uitspraak doet

Naam bron	Type bron	Niveau				Type toestel			
		Globaal	Europees	Federaal	Vlaams	EV	WP	PV	Warmtenet
Aalborg University	Scenario								
EHPA, 2022	Bottom-up								
Element Energy, 2022	Scenario								
Elia, 2021	Scenario								
EC, EU Reference scenario, 2021	Scenario								
EC, RePower EU, 2022	Beleid								
Eurostat, Ecoscore.be	Bottom-up								
Federale overheid, NEKP, 2019	Beleid								
Hotmaps, 2021	Scenario								
McKinsey & Company, 2020	Scenario								
Protopapadaki & Saelens, 2017, 2018	Scenario								
REHVA, 2022	Bottom-up								
StatBel	Bottom-up								
Statistiek Vlaanderen	Bottom-up								
Synergrid, 2019	Scenario								
VITO/EnergyVille, 2022	Scenario								
VEKA, Warmte in Vlaanderen, 2021	Bottom-up								

Vlaamse Regering, Beleidsnota energie, 2019	Beleid								
Vlaamse Regering, VEKP, 2019	Beleid								
Vlaamse Regering, CPT-visie, 2021	Beleid								
Van Roy, 2015	Scenario								
Elia, 2021	Scenario								
Ugent/VEKA, 2021	Bottom-up								
Entso-e, 2022	Scenario								
JRC, 2022	Scenario								
Delta-EE/Elia, 2022	Scenario								
VITO/VEKA, 2023	Beleid								
Elia, 2022	Scenario								
Elia, 2019	Scenario								
VITO, VMM	Scenario								
Investeringsplan Fluvius 2022	Scenario								

### 3 Elektrische voertuigen

In dit hoofdstuk bespreken we gevonden publieke literatuur over elektrische voertuigen en vullen we deze bronnen waar nodig verder aan met bijkomende aannames en assumpties. We concluderen dit hoofdstuk met een overzicht van alle datapunten.

#### 3.1 Belgium Consumer Flexibility Potential – Delta-EE/Elia

##### 3.1.1 Aannames en cijfers

In het rapport over Belgium Consumer Flexibility Potential (Delta-EE, 2022), worden aannames gemaakt rond het aantal elektrische voertuigen in België, deze worden weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Aantal EVs in België volgens het rapport van Delta-EE, en de van daaruit geëxtrapoleerde aantal EVs in Vlaanderen.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035
Aantal EVs in België	389.705	595.588	838.235	1.102.941	1.375.000	1.625.000	2.595.588
Aantal EVs in Vlaanderen	236.220	361.016	508.096	668.548	833.457	984.994	1.573.316

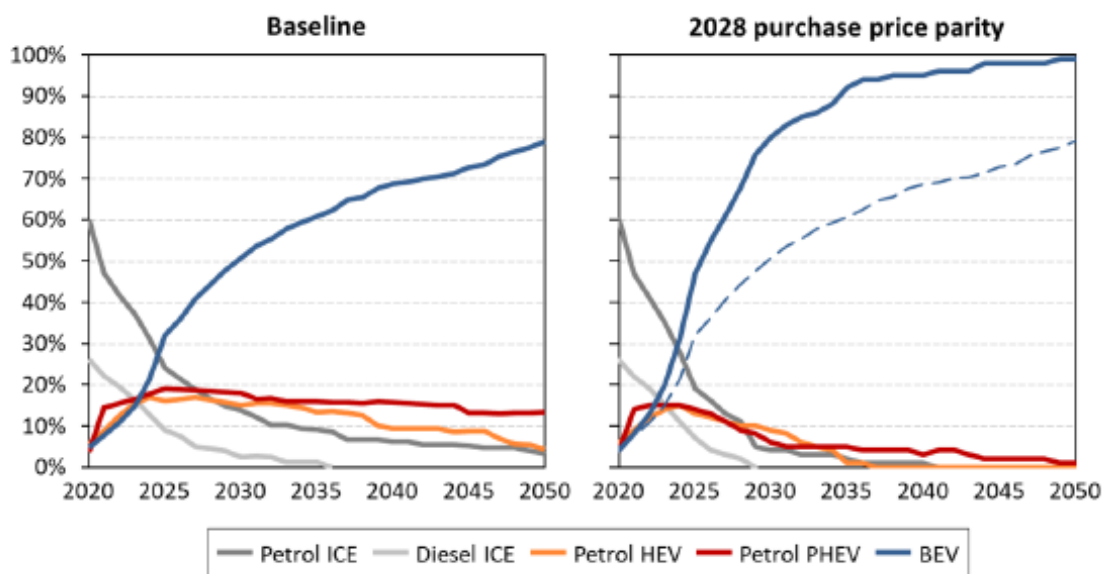
##### 3.1.2 Extrapolatie door VITO

We veronderstellen dat 60% van de wagens in België in Vlaanderen zijn ingeschreven, om tot een waarde voor Vlaanderen te komen, zie eveneens Tabel 3.1.

#### 3.2 “Electric Mobility: Inevitable, or Not?” – Element Energy 2022

##### 3.2.1 Aannames en cijfers

In het rapport ‘Electric Mobility: Inevitable or Not?’ (Element Energy, 2022) wordt gefocust op het aankoopgedrag bij het kopen van een nieuwe wagen. In het rapport worden scenario’s aangereikt die het aandeel elektrische wagens weergeven in het aantal nieuwe inschrijvingen, zie Figuur 3.1. De getallen die gegeven worden zijn gebaseerd op enquêtes in verschillende Europese landen (waar België niet bij zit), en worden geëxtrapoleerd naar Europa.



Figuur 3.1: Aandeel auto's per aandrijving in de nieuwe inschrijvingen. Het aandeel elektrische wagens stijgt wanneer pariteit tussen elektrische auto's en auto's met een verbrandingsmotor bereikt wordt in 2028 (Bron: Element Energy, 2022)

### 3.2.2 Extrapolatie door VITO

Om de extrapolatie naar Vlaanderen te doen, veronderstellen we hetzelfde aandeel in de nieuwe inschrijvingen van EVs in Vlaanderen als in Europa. Daarnaast veronderstellen we eenzelfde groei in aantal auto's in Vlaanderen tussen nu en 2050 als de voorbije jaren, en veronderstellen we het aandeel nieuw ingeschreven auto's hetzelfde als vandaag.

Volgens de statistieken van het Belgische wagenpark zoals beschikbaar op Ecoscore.be (VITO, n.d.) telde Vlaanderen in 2022 in totaal 3.562.000 personenwagens. Het aantal personenwagens steeg de afgelopen 8 jaar in België gemiddeld met 0,98% per jaar. Het aandeel nieuw ingeschreven personenwagens in 2022 was 6.6% van het totaal aantal personenwagens. Uiteindelijk wordt het totale aantal elektrische auto's bekomen dat is weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Aantal elektrische voertuigen geëxtrapoleerd naar Vlaanderen vanuit de Element Energy studie

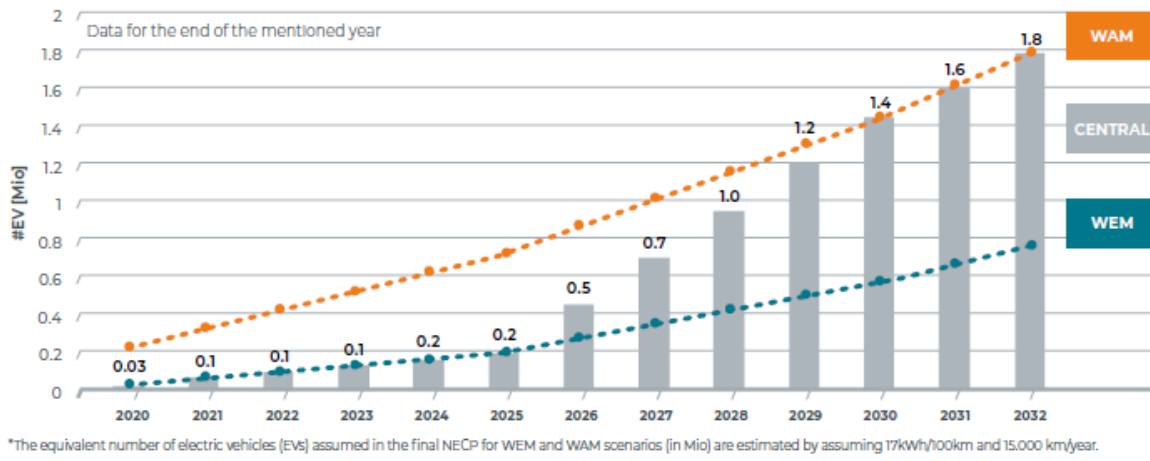
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Aantal EVs in Vlaanderen	198.403	552.749	950.937	1.317.672	1.626.875	1.872.969

## 3.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia

### 3.3.1 Aannames en cijfers

In de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032, werd het aantal elektrische voertuigen in het 'CENTRAL' scenario gebaseerd op de trends uit het Nationaal Energie-en Klimaat plan (NEKP) (zie Figuur 3.2). Tot 2025 wordt voor het 'CENTRAL' scenario uitgegaan van het WEM-scenario uit het NEKP. Vanaf 2026 volgt het 'CENTRAL' scenario het WAM-scenario uit het NEKP. De redenering is dat vanaf 2026 het aantal elektrische voertuigen sneller zal stijgen door de stijgende ambities van de Belgische overheid, o.a. via de maatregel dat alle bedrijfsvoertuigen emissievrije voertuigen moeten zijn tegen 2026.

Om het aantal elektrische voertuigen te schatten werd uitgegaan van een verbruik van 17kWh/100km en een rijafstand van 15.000 km/jaar per elektrisch voertuig.

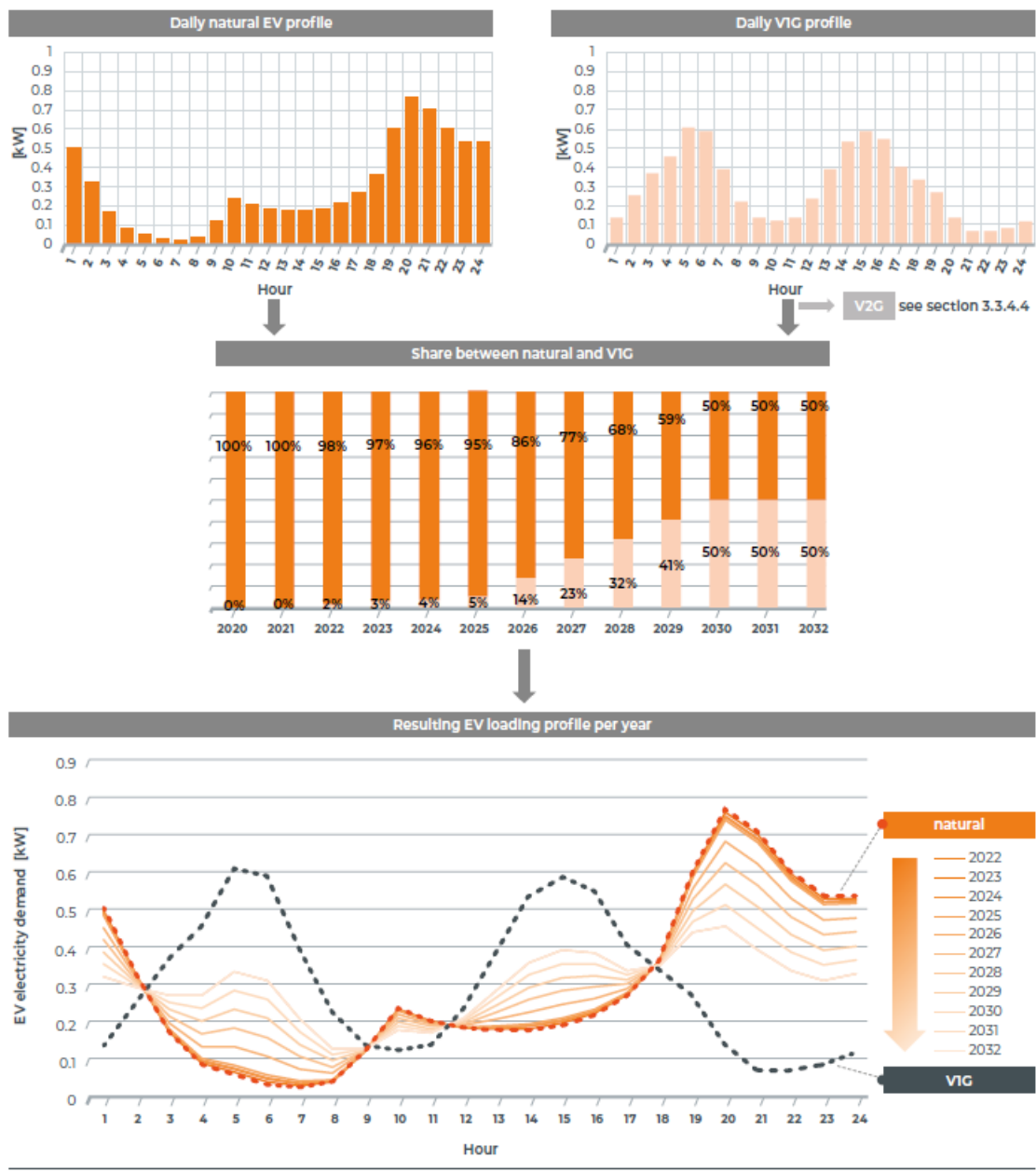


Figuur 3.2: Evolutie van het aantal elektrische voertuigen in België (Bron: Elia, 2021)

Om het piekvermogen dat de elektrische voertuigen verbruiken te berekenen, onderscheidt Elia in de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie 3 laadprofielen:

1. **'Natuurlijk' laden:** in dit profiel overlapt het laadpatroon van de EV met de avondpiek, het voertuig wordt opgeladen wanneer nodig, na het werk wanneer ook de traditionele avondpiek valt.
2. **'Geoptimaliseerd' (V1G) laden:** Er is technologie, en er zijn stimulansen om tijdens 'off-peak' periodes te laden.
3. **'Vehicle-to-grid' (V2G) laden:** Er is niet alleen technologie beschikbaar om tijdens 'off-peak' periodes te laden, maar voertuigen kunnen ook energie terugleveren aan het net.

In het 'CENTRAL' scenario beschouwt Elia het algemeen laadgedrag als een combinatie van 'natuurlijk' en 'geoptimaliseerd' laden, en er wordt aangenomen dat het aandeel 'natuurlijk' versus 'geoptimaliseerd' laden verschuift doorheen de tijd. Meer specifiek wordt ervan uitgegaan dat, tot 2025, een beperkt aantal EVs hun consumptie zal optimaliseren tijdens de dag gezien de beperkte beschikbaarheid van slimme meters en contracten. Na 2025, met de verwachte toename in de verkoop van EVs en in de slimme meters en contracten, wordt ervan uitgegaan dat het aandeel 'V1G' verder zal groeien. Deze verschuiving en het uiteindelijke laadpatroon wordt geïllustreerd in Figuur 3.3. V2G laden wordt in de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie meegenomen als een van de bronnen van flexibiliteit voor de adequacy optimalisaties. Er wordt verondersteld dat het aantal V2G voertuigen 1% van de nieuwe EV-inschrijving bedraagt in 2021, en dat dit stijgt naar 10% van de nieuwe EVs in 2030.



Figuur 3.3 Laadpatroon van een elektrisch voertuig zoals gemodelleerd in de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 (Bron: Elia, 2021)

### 3.3.2 Extrapolatie door VITO

De aantallen in de Adequacy- en flexibiliteitsstudie worden gegeven voor België. Om het aantal elektrische voertuigen in Vlaanderen te bepalen gaan we uit van de verhouding totaal aantal personenwagens in Vlaanderen versus totaal aantal personenwagens in België in 2021 volgens Ecoscore, i.e., 60%. Tabel 3.3 toont de bekomen aantallen.

Tabel 3.3: Extrapolatie van het totaal aantal elektrische voertuigen in het CENTRAL scenario van de Adequacy-en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 naar Vlaanderen

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Aantal EVs in Vlaanderen [Mio]	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,27	0,42	0,58	0,73	0,87	0,97	1,08

Het piekvermogen om een voertuig te laden wordt in de Elia studie verondersteld te liggen om 20h. Hoewel niet geëxpliciteerd omvat dit piekvermogen de werkelijke piek van een voertuig (i.e., Pmax), gecombineerd met de gelijktijdigheid t.o.v. andere voertuigen. Omwille van de veronderstelde verschuiving van 'natuurlijk' naar 'geoptimaliseerd' laden, evolueert dit piekverbruik eveneens, zie Figuur 3.3.

In Tabel 3.4 wordt deze evolutie van het piekvermogen, i.e. het laadvermogen per EV om 20h, weergegeven, zoals gegeven in Figuur 3.3. Deze getallen geven het piekvermogen per voertuig, wanneer het laadgedrag van alle voertuigen geaggregeerd wordt, met andere woorden, de gelijktijdigheid van het laden van verschillende wagens is hier in rekening gebracht. Let wel dat dit gaat om een gelijktijdigheid van laden op het transmissienet, en dat deze gelijktijdigheid niet noodzakelijk gelijk is aan de gelijktijdigheid op het laagspanningsnet. V2G laden zorgt enkel voor een mogelijk verlagen van dit gegeven piekvermogen, daarom wordt dit laadgedrag verder niet in rekening gebracht. Wanneer we veronderstellen dat elke elektrische wagen laadt aan een vermogen (Pmax) van 7.5kW, worden de gelijktijdigheden zoals getoond in de tweede rij van Tabel 3.4 verondersteld door Elia.

Tabel 3.4: Extrapolatie van het laadvermogen van EVs en gelijktijdigheid volgens de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 (Bron: Elia, 2022)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
<b>Laadvermogen EV om 20h, incl. gelijktijdigheid [kW]</b>	0,78	0,78	0,76	0,76	0,75	0,74	0,68	0,63	0,57	0,51	0,45	0,45	0,45
<b>Gelijktijdigheid als laadvermogen van 7.5kW verondersteld [%]</b>	10,3	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9	9,1	8,3	7,6	6,8	6,0	6,0	6,0

### 3.4 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034, Publieke consultatie over het scenario en de methodologie

#### 3.4.1 Aannames en cijfers

Voor de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor 2024-2034 (Elia, 2022a), stelt Elia voor om de aantallen EVs in België aan te nemen als weergegeven in Tabel 3.5.

Tabel 3.5: Aantal EVs in België volgens de publieke consultatie over de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie, en de van daaruit geëxtrapoleerde aantal EVs in Vlaanderen.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035
<b>Aantal EVs in België</b>	481.481	611.111	833.333	1.092.593	1.351.852	1.555.556	2.481.481
<b>Aantal EVs in Vlaanderen</b>	291.850	370.425	505.125	662.275	819.425	942.900	1.504.150

#### 3.4.2 Extrapolatie door VITO

We veronderstellen dat 60% van de wagens in België in Vlaanderen zijn ingeschreven, om tot een waarde voor Vlaanderen te komen, zie eveneens Tabel 3.5.



## 3.5 Ten Year Network Development Plan – ENTSO-E scenarios

### 3.5.1 Aannames en cijfers

In het Ten-Year Network Development plan gaat ENTSO-E uit van een zeker marktaandeel aan elektrische wagens in België, gegeven in Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Het aandeel elektrische wagens volgens de TYNDP scenarios.

Marktaandeel [%]	2025	2030	2040	2045
Global ambition scenario	7%	14%	63%	88%
Distributed energy scenario	7%	21%	48%	84%

### 3.5.2 Extrapolatie door VITO

Om tot een aantal EVs voor Vlaanderen te komen, veronderstellen we hetzelfde marktaandeel voor Vlaanderen als voor België. We extrapoleren het totale aantal wagens in Vlaanderen op basis van de gemiddelde groei van de voorbije 8 jaar. De resulterende cijfers staan in Tabel 3.7.

Tabel 3.7: Aantal EVs in Vlaanderen, geëxtrapoleerd op basis van de TYNDP scenario's.

Aantal EVs in Vlaanderen	2025	2030	2040	2045
Global ambition scenario	256.748	539.172	2.674.987	4.119.509
Distributed energy scenario	256.748	808.758	2.038.085	3.932.259

## 3.6 Investeringsplan 2023 – 2032 - Fluvius

### 3.6.1 Aannames en cijfers

In het investeringsplan voorgesteld door Fluvius in 2022 (Fluvius, 2022), worden 3 scenario's wat betreft het aantal elektrische voertuigen besproken: een laag, midden en hoog scenario. Het aantal EVs in Vlaanderen volgens deze scenario's wordt weergegeven in Tabel 3.8.

Tabel 3.8: Aantal EVs in Vlaanderen volgens het investeringsplan 2023-2032 van Fluvius.

#EVs in Vlaanderen	2025	2030	2035	2040	2050
EV hoog scenario	600.000	1.900.000	3.700.000	3.750.000	3.850.000
EV midden scenario	600.000	1.500.000	2.750.000	3.500.000	3.850.000
EV laag scenario	400.000	1.000.000	2.000.000	3.000.000	3.850.000

## 3.7 JRC Science for Policy report

### 3.7.1 Aannames en cijfers

Het JRC Science for Policy report (Keramidas et al., 2022) beschrijft hoe via beleidskeuzes en technologiecost evoluties de globale CO2 emissies evolueren en de daarbij horende wereldwijde temperatuursimpact.

In het rapport worden 2 scenario's uitgebreid besproken: een referentiescenario, dit is een 'business-as-usual-scenario' en een '1.5°C'-scenario, dit is een scenario waarbij geprobeerd wordt om de globale temperatuur niet meer dan 1.5°C te laten stijgen.

Wat betreft elektrische voertuigen, wordt voor beide scenario's het marktaandeel elektrische voertuigen binnen de globale vloot van voertuigen gegeven, hieronder weergegeven in Tabel 3.9.

Tabel 3.9: Aandeel EVs in de globale vloot volgens JRC for Science Policy Report.

	Referentie scenario 2050	1.5°C scenario 2050
Aandeel EVs in de globale vloot	0.6	0.7

### 3.7.2 Extrapolatie door VITO

Om tot een aantal EVs voor Vlaanderen te komen, veronderstellen we hetzelfde marktaandeel voor Vlaanderen als globaal. We extrapoleren het totale aantal wagens in Vlaanderen op basis van de gemiddelde groei van de voorbije 8 jaar. De resulterende cijfers staan in Tabel 3.10

Tabel 3.10: Aantal EVs in Vlaanderen, geëxtrapeleerd op basis van JRC Science for Policy scenario's.

	Referentie scenario 2050	1.5°C scenario 2050
Aantal EVs in Vlaanderen	2.808.756	3.276.882

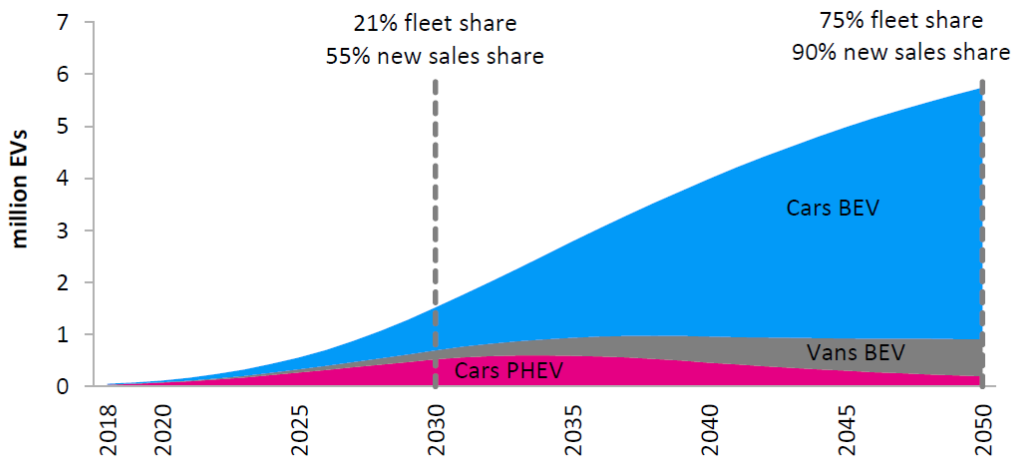
## 3.8 Future impact of EVs on the Belgian electricity network – Synergrid 2019

### 3.8.1 Aannames en cijfers

In de studie over impact van toekomstige EVs op het elektriciteitsnet die werd uitgevoerd in opdracht van Synergrid (Synergrid, 2019), werden de volgende assumpties genomen over aantal EVs in België (zie ook Figuur 3.4): 1.5 miljoen EVs in 2030, 4 miljoen EVs in 2040, en 5.7 miljoen EVs in 2050.

In deze studie worden de EVs niet gelijkmatig verdeeld over België, maar verschillend verdeeld volgens statistische sector<sup>3</sup>. Deze detaildata wordt niet specifiek vermeld in het studierapport.

<sup>3</sup> De statistische sector is de territoriale basiseenheid die ontstaan is uit een opdeling van de gemeenten en de vroegere gemeenten door Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium) voor de verspreiding van statistieken op een gedetailleerder niveau dan het gemeentelijk niveau (StatBel, n.d.-b).

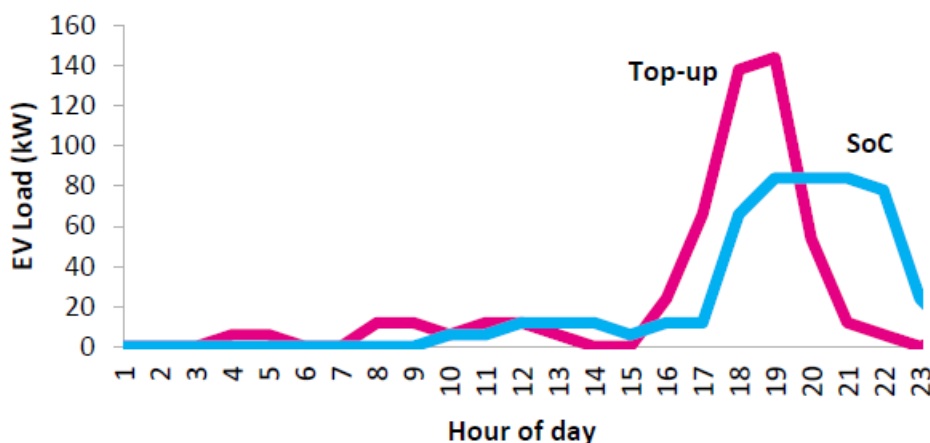


Figuur 3.4: Aantal elektrische voertuigen in België, zoals ingeschat in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019)

In de studie worden twee types laadprofielen verondersteld, getoond in Figuur 3.5:

1. 'Top-up charging': de auto wordt elke weekdag opgeladen, bij thuiskomst na het werk.
2. 'SoC charging': de auto wordt enkel opgeladen wanneer zijn state-of-charge beneden een bepaald niveau gezakt is.

Beide laadprofielen geven aanleiding tot een verschillend piekvermogen dat gevraagd wordt.



*Note: simulated aggregated charging profile for 40 EVs (one simulation).  
Charger rating: 6kW, home arrival time: 6PM +/- 1 hour standard deviation, avg km driven/day: 60km, SoC threshold: 40%*

Figuur 3.5 : EV laadprofielen zoals aangenomen in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019)

### 3.8.2 Extrapolatie door VITO

Om de getallen te extrapoleren naar Vlaanderen, passen we dezelfde verhouding toe van het totaal aantal personenwagens dat nu in Vlaanderen is ingeschreven versus het totaal aantal personenwagens in België. De uiteindelijke aantallen staan in Tabel 3.11.

Tabel 3.11: Aantal EVs in Vlaanderen geëxtrapoleerd vanuit de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network'

	2030	2040	2050
Aantal EVs in Vlaanderen	909.225	2.424.601	3.455.056

Vanuit de grafieken voor de laadprofielen halen we een maximaal laadvermogen (inclusief de gelijktijdigheid) zoals gegeven in de eerste rij van Tabel 3.12. Wanneer een laadvermogen ( $P_{max}$ ) van 6kW wordt verondersteld bekomen we een gelijktijdigheid zoals gegeven in de tweede rij van Tabel 3.12.

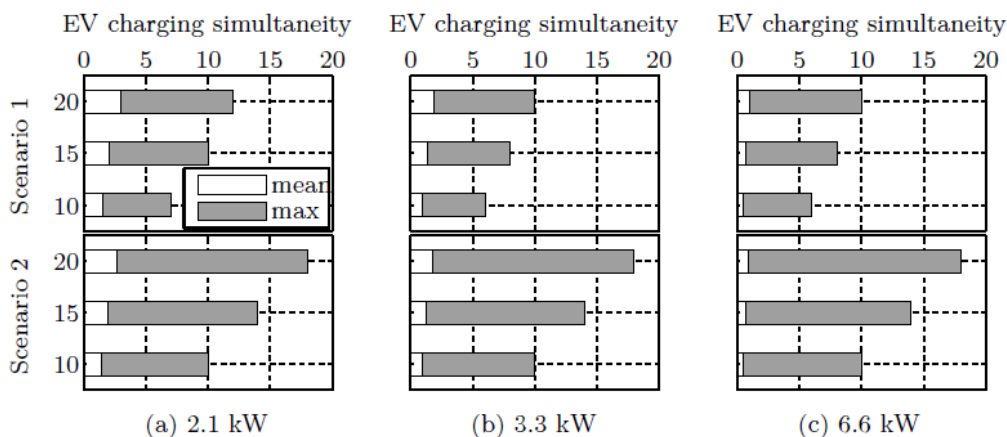
Tabel 3.12: Piek laadvermogen per auto (bereikt om 19h) en gelijktijdigheid bij een laadvermogen ( $P_{max}$ ) van 6 kW voor 2 laadprofielen (Bron: Synergrid, 2019)

	Top-up charging	Soc charging
laadvermogen per EV @ 19h, incl. gelijktijdigheid [kW]	3,5	2
Gelijktijdigheid bij een laadvermogen van 6 kW [%]	58	33

### 3.9 Doctoraat van Juan Van Roy “Electrical vehicle charging integration in buildings”

#### 3.9.1 Aannames en cijfers

Modellen van laadgedrag van EVs zijn gemaakt a.d.h.v. data over rij- en laadgedrag in Vlaanderen. In Figuur 3.6 slaat Scenario 1 op ongecoördineerd laden van EVs in een appartementsgebouw. De gelijktijdigheidsfactor gaat van ongeveer 70% voor 10 auto’s bij 2.1kW naar ongeveer 50% bij 3.3kW en 6.6kW.



Figuur 3.6: EV gelijktijdigheidsfactor als een functie van de laadsnelheid en het aantal EVs opgeladen in een appartementsgebouw (Bron: Van Roy, 2015)

#### 3.9.2 Extrapolatie door VITO

Laadgedrag in een appartementsgebouw kan aangenomen worden gelijkaardig te zijn aan dat van verschillende huizen op dezelfde LS feeder. Deze studie is uit 2015, waardoor deze data misschien niet meer volledig up-to-date is.

Tabel 3.13  $P_{max}$  en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoléerd uit het doctoraat van J. Van Roy (2015)

$P_{max}$ [kW]	Gelijktijdigheid [%]
2,1	70
3,3	50
6,6	50

## 3.10 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille 2022

### 3.10.1 Aannames en cijfers

In de Paths 2050 studie worden 3 scenario's behandeld: 'Central', 'Elec' en 'Mol' scenario. Tabel 3.14 geeft het aantal personenwagens dat in rekening werd gebracht voor België weer voor de verschillende scenario's. Om tot deze cijfers te komen werd uitgegaan van een gemiddeld verbruik van 15 kWh/100km, en een jaarlijkse gereden afstand van 15000 km.

Tabel 3.14: Aantal EVs in België voor de drie scenario's uit de Paths2050 studie.

# EVs in België	2030	2040	2050
Central scenario	1.688.995	3.943.507	4.316.420
Elec scenario	1.381.052	3.774.877	4.466.268
Mol scenario	1.668.780		4.290.603

### 3.10.2 Extrapolatie door VITO

We veronderstellen dat 60% van de wagens in België in Vlaanderen zijn ingeschreven, om tot een waarde voor Vlaanderen te komen, zie Tabel 3.15.

Tabel 3.15: Totale verbruik van EVs in Vlaanderen berekend voor de verschillende jaren in de Paths2050 studie.

Aantal EVs in VL	2030	2040	2050
Central scenario	1.023.531	2.389.764	2.615.750
Elec scenario	836.918	2.287.575	2.706.558
Mol scenario	1.011.281		2.600.105

## 3.11 Optimalisatie vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer als input voor het Vlaams lucht- en klimaatbeleid – VITO, VMM

### 3.11.1 Aannames en cijfers

Voor de studie rond optimalisatie van vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023) brachten VMM en VITO 2 scenario's in rekening : een Business-as-Usual scenario (BAU-FED), en een scenario dat het nieuwe Vlaams Energie en Klimaatplan volgt (VEKP+22). Dit brengt volgende assumpties wat betreft aantal elektrische voertuigen in Vlaanderen:

Tabel 3.16 Aantal EVs in Vlaanderen volgens de studie 'Optimalisatie vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer als input voor het Vlaams lucht-en klimaatbeleid'.

#EVs in Vlaanderen	2025	2030	2035	2040
BAU-FED scenario	243.323	831.948	1.662.320	2.566.037
VEKP +22 scenario	249.428	1.122.926	2.153.386	2.902.908

## 3.12 Vlaams Energie- en Klimaatplan en Clean Power for Transport Visie 2030 – Vlaamse Regering

### 3.12.1 Aannames en cijfers

In de 'Clean Power for Transport' Visie 2030 (Vlaamse Regering, 2021), die gebaseerd is op het geformuleerde beleid in het VEKP (Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019), worden streefcijfers voor het aantal nieuwe inschrijvingen van zero-emissie voertuigen gegeven. Deze omvatten naast elektrische voertuigen, ook de voertuigen op waterstof. Er wordt duidelijk gesteld dat de focus zal liggen op batterij elektrische voertuigen (BEV), en niet op plug-in hybride wagens. Nadien werd in de bijkomende maatregelen van het VEKP, goedgekeurd in november 2021, de ambitie geformuleerd om 1,000,000 EVs in Vlaanderen te hebben tegen 2030.

Tabel 3.17: Streefcijfers aandeel nieuwe inschrijvingen van zero-emissie personenwagens en bestelwagens t.o.v. alle nieuwe inschrijvingen volgens de 'Clean Power for Transport' Visie 2030 (Bron: Vlaamse Regering, 2021)

	2025	2030
Personenwagens	20%	50%
Bestelwagens	11%	30%

In het voorjaar 2021 was een basislaadinfrastructuur uitgerold van publiek toegankelijke laadpunten (11-22 kW), verspreid over Vlaanderen. Deze laadpunten worden voornamelijk gekoppeld aan het laagspanningsdistributienet, en betekenen een extra belasting voor het net op die locaties. Dat zijn er ongeveer 5000. In de 'Clean Power for Transport' Visie 2030 wordt ook gestipuleerd dat een uitrol van 30.000 extra CPE (charge point equivalents) tegen 2025 wordt voorzien. Naar 2030 toe is de doelstelling 1 CPE per 100 inwoners, zijnde 66.000 CPE tegen 2030. In de bijkomende maatregelen van het VEKP werd de ambitie verhoogd naar 99.000 CPE tegen 2030.

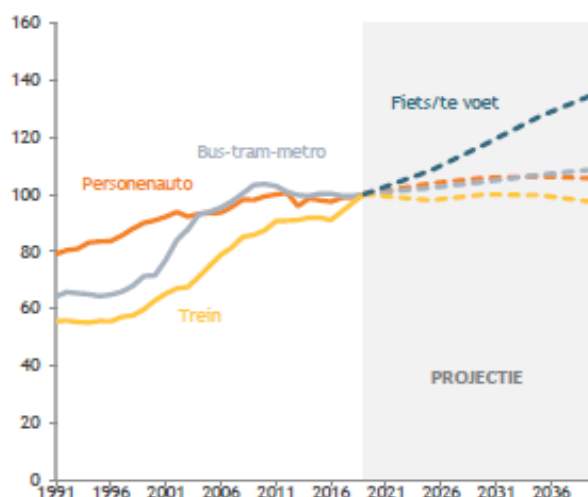
Een laadpunt met een beperkt vermogen (3-11 kW) komt overeen met 1 CPE, bij een laadpunt met een hoger vermogen (22 kW) zijn dat 2 CPE, bij een AC-snellaadpunt (43 kW) zijn het er 4, bij een DC-snellaadpunt (50 kW tot minder dan 150 kW) worden er 5 bijgeteld en bij een ultrasnellaadpunt (150 kW en meer) 10. Dit geldt voor publieke laadpunten (24/7). Semi-publieke laadpunten, i.e. verbonden aan een bestaande aansluiting, die minstens 10u per etmaal voor iedereen toegankelijk zijn, tellen voor de helft.

### 3.12.2 Extrapolatie door VITO

Volgens de statistieken van het Belgische wagenpark zoals beschikbaar op Ecoscore.be (VITO, n.d.) telde Vlaanderen in 2022 356.200 personenwagens. Het aantal personenwagens steeg de afgelopen 8 jaar in België gemiddeld met 0,98%. Het aandeel nieuw ingeschreven personenwagens in 2022 was 6.6% van het totaal aantal personenwagens.

Gegeven deze aantallen, en veronderstellende dat de groei in aantal voertuigen gemiddeld gelijk blijft de komende jaren, bekomen we de streefcijfers gegeven in Tabel 3.18 voor het aantal elektrische voertuigen in Vlaanderen. We veronderstellen dat het aandeel nieuw ingeschreven wagens 6.6% is voor Vlaanderen en dit aandeel gelijk blijft tot 2030. We veronderstellen ook een lineaire toename tussen nu, 2025 en 2030 van de streefcijfers gegeven in Tabel 3.17. We nemen ook de assumptie dat het aandeel waterstofvoertuigen zeer beperkt is in vergelijking met de elektrisch aangedreven voertuigen in deze streefcijfers.

Het is onmogelijk te zeggen of deze groeicijfers een onderschatting, dan wel een overschatting zijn van het toekomstige wagenpark in 2030 en 2050. Enige nuance is bijvoorbeeld te vinden in de 'Vooruitzichten van de transportvraag in België tegen 2040', opgesteld door het Federaal Planbureau (Federaal Planbureau, 2022). Daarin wordt de projectie gemaakt dat het aantal reizigerskilometers per wagen met (slechts) 5.6% stijgt tussen 2019 en 2040 (bij ongewijzigd beleid), zie ook Figuur 3.7. Dit zou kunnen wijzen op een kleinere (toekomstige) groei van het wagenpark.



Figuur 3.7: Evolutie van het aantal reizigerskilometers per vervoerswijze (index 2019=100) (sBron: Federaal Planbureau, 2022)

We veronderstellen dat het merendeel van de bestelwagens wordt opgeladen op het werk, via laadinfrastructuur aangesloten op MS, daarom houden we er hier verder geen rekening mee.

Tabel 3.18: Cijfers betreffende aantal elektrische personenwagens in België voor het Vlaams Energie-en Klimaatplan (Bron: Vlaamse Regering, 2021; Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019) .

Aantal elektrische personenwagens	2025	2030
Clean Power for Transport 2030 (geëxtrapoleerd)	157.720	454.580
Bijkomende maatregelen VEKP	/	1.000.000

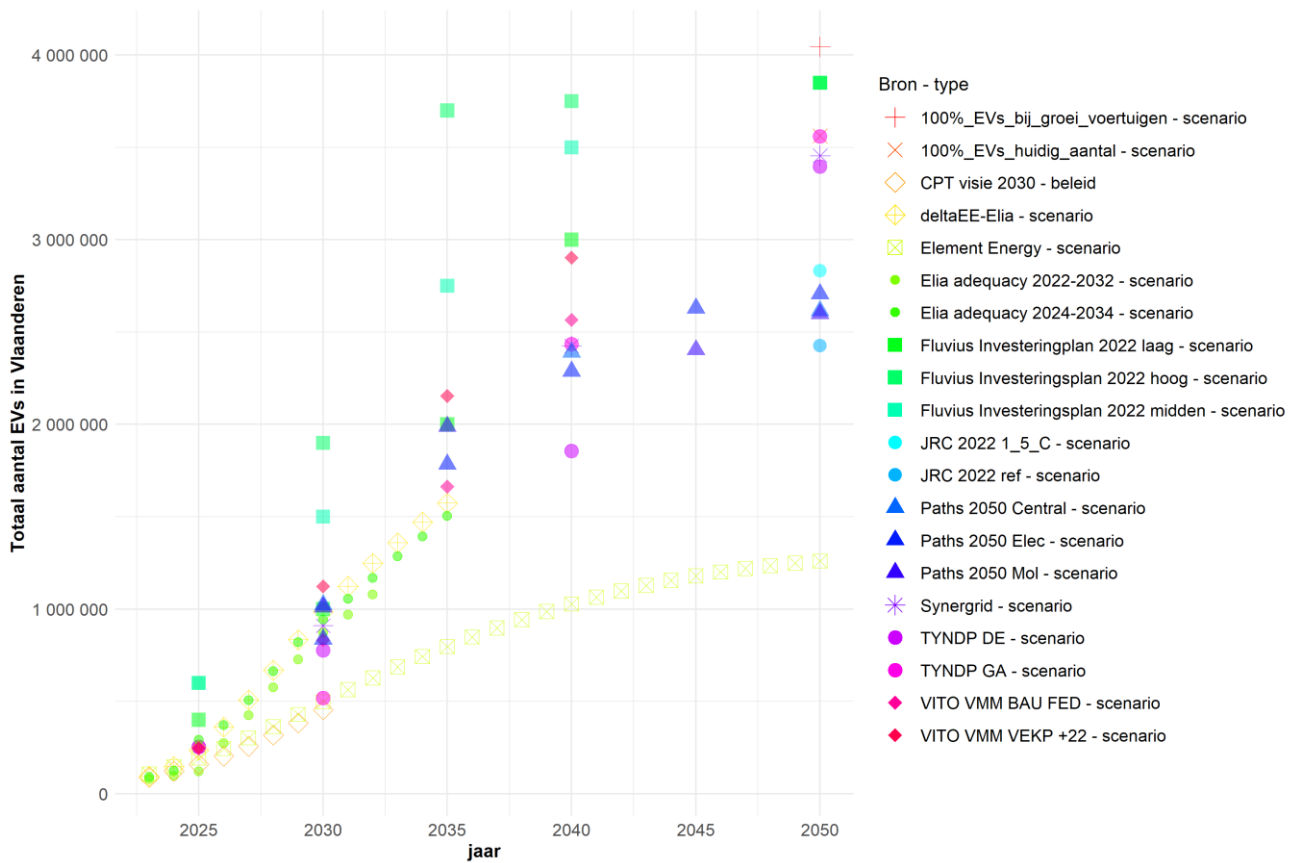
### 3.13 Overzichtsgrafiek voor EV

#### 3.13.1 Overzichtsgrafiek voor de scenario's

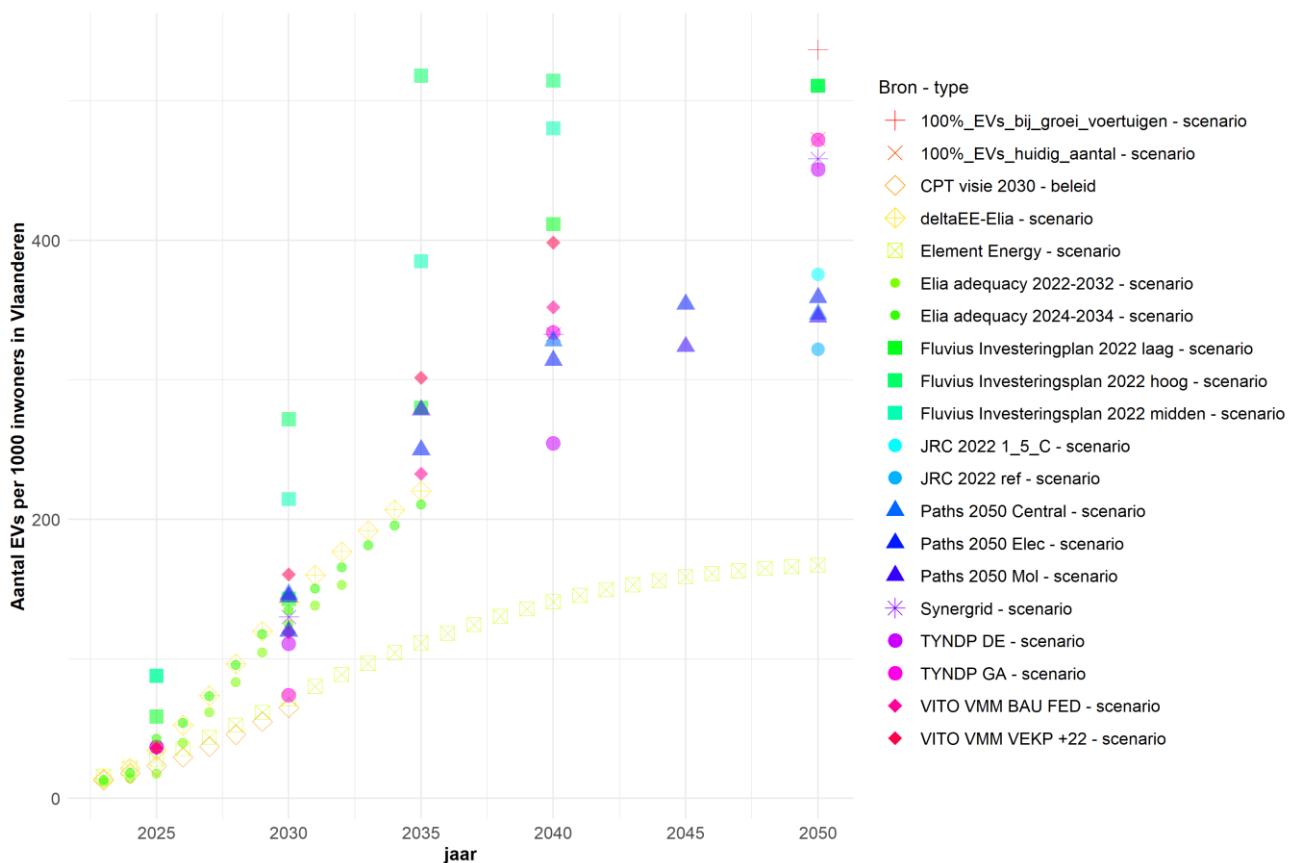
Figuur 3.8 geeft het overzicht weer, op basis van de gevonden bronnen, voor het aantal EVs.

Naast de gevonden literatuur voegen we nog twee extra punten toe, nl., het '100% EVs bij groei voertuigen' punt, en het '100% EVs bij huidig aantal' punt. Het eerste punt, '100% EVs bij groei voertuigen', volgt de groei van auto's van de voorbije 10 jaar, i.e., 0,92% per jaar, waarbij de groei doorgetrokken wordt tot 2050 en aangenomen wordt dat alle auto's dan BEVs zijn. Het tweede punt, '100% EVs bij huidig aantal', verwijst naar het aantal auto's dat momenteel in Vlaanderen rondrijdt (i.e., 3,6 miljoen ongeveer), waarbij we aannemen dat alles blijft zoals het nu is maar alle auto's BEVs zijn. Een numeriek overzicht van de data van de verschillende bronnen kan gevonden worden in Sectie 11.1 van dit rapport in annex.

Dezelfde aantallen, maar uitgedrukt in aantal EVs per 1000 inwoners in Vlaanderen, wordt gegeven in Figuur 3.9. Voor de inschatting van het totaal aantal inwoners in Vlaanderen werden cijfers van Statbel gebruikt (StatBel, n.d.-a).



Figuur 3.8: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal EVs in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames per bron



Figuur 3.9: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal EVs per 1000 inwoners in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames per bron

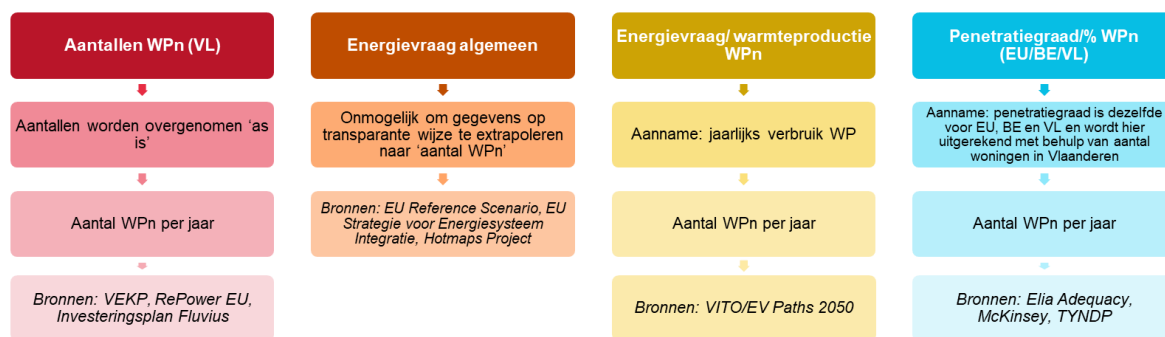


## 4 Warmtepompen

In dit hoofdstuk bespreken we gevonden publieke literatuur over warmtepompen en vullen we deze bronnen waar nodig verder aan met bijkomende aannames en assumpties. We concluderen dit hoofdstuk met een overzicht van alle datapunten.

In de literatuurstudie over WPn vonden we verschillende soorten data. Een eerste soort data is de meest voor de hand liggende, nl. aantallen WPn. Een andere manier waarop naar WPn verwezen wordt is de zogenaamde ‘penetratiegraad’. Het is echter heel moeilijk om een (consistente) definitie te vinden voor dit begrip. Het kan bijvoorbeeld verwijzen naar ‘penetratie in de markt’, zijnde het percentage WPn op het totale aantal verwarmingstoestellen. Het kan ook verwijzen naar het percentage van de totale warmtevraag (in mtoe of TWh) dat opgevangen wordt door WPn. Het is ook niet altijd even makkelijk af te leiden uit de bronnen welke definitie ze nu specifiek gebruiken. Daarom is niet alle gevonden literatuur bruikbaar als input voor scenario’s. Dit wordt dan wel uitdrukkelijk vermeld. In dit overzicht kiezen we voor ‘aantal WPn’ als parameter, wat een belangrijke input is voor het berekenen van de impact op het LS net.

Onderstaande figuur geeft een schematisch overzicht van de verschillende soorten data, hoe deze data (indien nodig) geëxtrapoleerd werd en welke bronnen gebruikt werden.



Figuur 4.1: Overzicht type data, aannames en bijhorende bronnen

Tenslotte moet vermeld worden dat het niet eenvoudig is om bijkomende data te vinden die toelaat om eenduidige, consistente aannames te maken, zoals bijvoorbeeld het jaarlijks verbruik van WPn. Dat verbruik hangt namelijk af van het type WP (lucht/lucht, lucht/water, etc.), de isolatiegraad van de woning, de temperatuur van de warmtebron (bv. buitenluchttemperatuur), het warmteafgiftesysteem van de woning (vloerverwarming, radiatoren, etc.) en overige factoren.

### 4.1 Vlaams Energie- en Klimaat Plan – Vlaamse Regering

#### 4.1.1 Aannames en cijfers

Volgens het VEKP werden in 2017 en 2018 respectievelijk 3.832 en 4.196 warmtepompen (WP) geïnstalleerd (nieuwbouw en renovatie). Verder wordt er voorgesteld om tegen 2030 een productie van 1.455 GWh te voorzien. Om dit te realiseren dient het aantal bijkomende warmtepompen volgens het VEKP jaarlijks toe te nemen van 4.550 in 2021 tot 12.000 in 2030 (Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019).

#### 4.1.2 Extrapolatie door VITO

We nemen aan dat de stijging in het aantal bijkomende WPn tussen 2021 en 2030 lineair is. Deze stijging alsook het totale aantal WPn kan teruggevonden worden in Tabel 4.1.

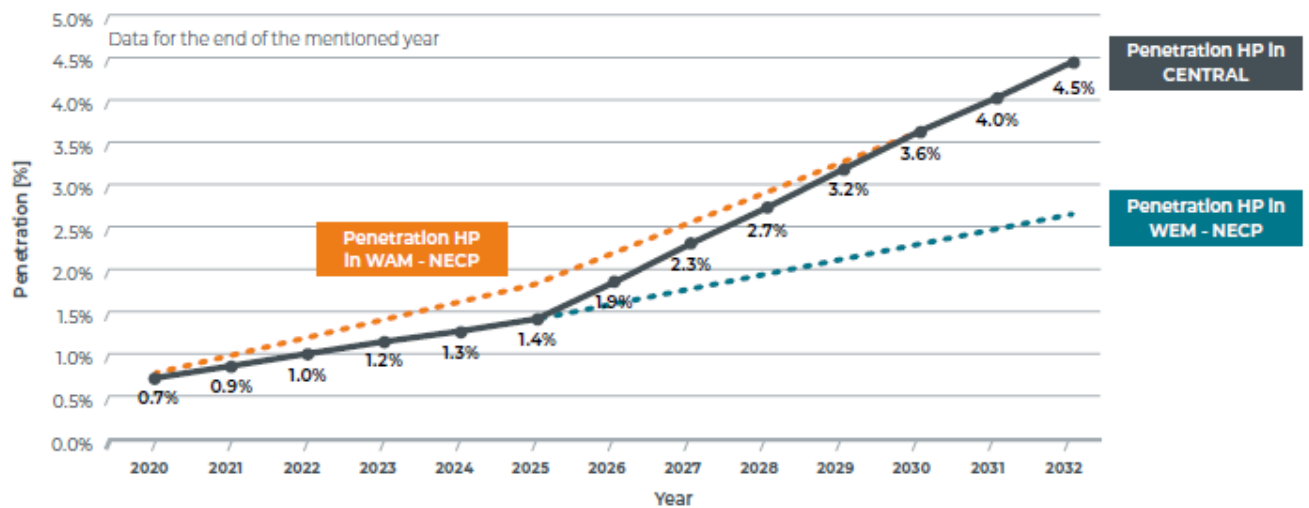
Tabel 4.1: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2030 (Bron: Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Bijkomend aantal WPn		4.550	5.378	6.206	7.033	7.861	8.689	9.517	10.344	11.172	12.000
Totaal aantal WPn	50.000	54.550	59.928	66.133	73.167	81.028	89.717	99.233	109.578	120.750	132.750

## 4.2 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia

### 4.2.1 Aannames en cijfers

Net als bij de EVs volgt de penetratie van WPn in België (in de residentiële en tertiaire sector) in het centrale scenario het WEM-scenario tot 2025. Na 2025 wordt er rekening gehouden met een toename van de penetratie van WP om zo geleidelijk de WAM 2030-doelstelling te bereiken. Deze evolutie wordt weergegeven in Figuur 4.2. De studie van Elia geeft geen duidelijke definitie weer voor penetratiegraad. Aangezien de cijfers aansluiten bij deze berekend in Tabel 4.1, gaan we ervan uit dat het hier gaat om het percentage gebouwen (woningen plus tertiair) met een WP.



Figuur 4.2: Evolutie van de WP installaties in de residentiële en tertiaire sectoren (Bron: Elia, 2021)

### 4.2.2 Extrapolatie door VITO

Voor deze bron is geen verdere extrapolatie nodig. Bij gebrek aan beschikbare data wat betreft verdeling residentieel/tertiair en de verdeling tussen de verschillende Belgische regio's, nemen we aan dat de WP-penetratiegraad voor de residentiële en tertiaire sector, alsook die van de 3 regio's, dezelfde is. Het aantal WPn wordt vervolgens berekend door het percentage te nemen van het aantal woningen per jaar. Deze getallen zijn gebaseerd op de woningvoorraadgegevens van Statistiek Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen, 2021), die ervan uitgaat dat het aantal woningen jaarlijks met 1% stijgt.

Tabel 4.2: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2032 (Bron: Elia, 2021)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Aantal woningen in Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen)	3.254.829	3.287.377	3.320.251	3.353.454	3.386.988	3.420.858
Aantal WPn in Vlaanderen	22.784	29.586	33.203	40.241	44.031	47.892
	2026	2027	2028	2029	2030	2032
Aantal woningen in Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen)	3.455.067	3.489.617	3.524.513	3.559.759	3.595.356	3.667.623
Aantal WPn in Vlaanderen	65.646	80.261	95.162	113.912	129.433	165.043

### 4.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034 - Elia

#### 4.3.1 Aannames en cijfers

Ook in deze nieuwe adequacy- en flexibiliteitsstudie voor 2024-2034, gebruikt Elia percentages voor de penetratiegraad van WP in België. Deze worden weergegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2021 tot 2035 (Bron: Elia, 2022a)

	2022	2025	2030	2035
Penetratiegraad WPn (%)	8,9	11,4	17,9	25,5

#### 4.3.2 Extrapolatie door VITO

Op dezelfde manier als in Sectie 4.2.2 wordt op basis van de penetratiegraad en voorspellingen over de woningvoorraad een extrapolatie gemaakt naar aantal WPn op residentieel niveau in Vlaanderen.

Tabel 4.4: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2032 (Bron: (Elia, 2022a)

	2022	2025	2030	2035
Aantal woningen in Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen)	3.320.251	3.420.858	3.595.356	3.386.988
Aantal WPn in Vlaanderen	295.502	389.978	643.569	963.583

## 4.4 Roadmap to net zero - Elia

### 4.4.1 Aannames en cijfers

In de 'Roadmap to net zero' (Elia, 2021c) geeft Elia voor het ELEC en MOL scenario een inschatting over de verwachte penetratiegraad van WPn in 2050. Voor het ELEC scenario is dit 75% terwijl het voor het MOL scenario 30% is.

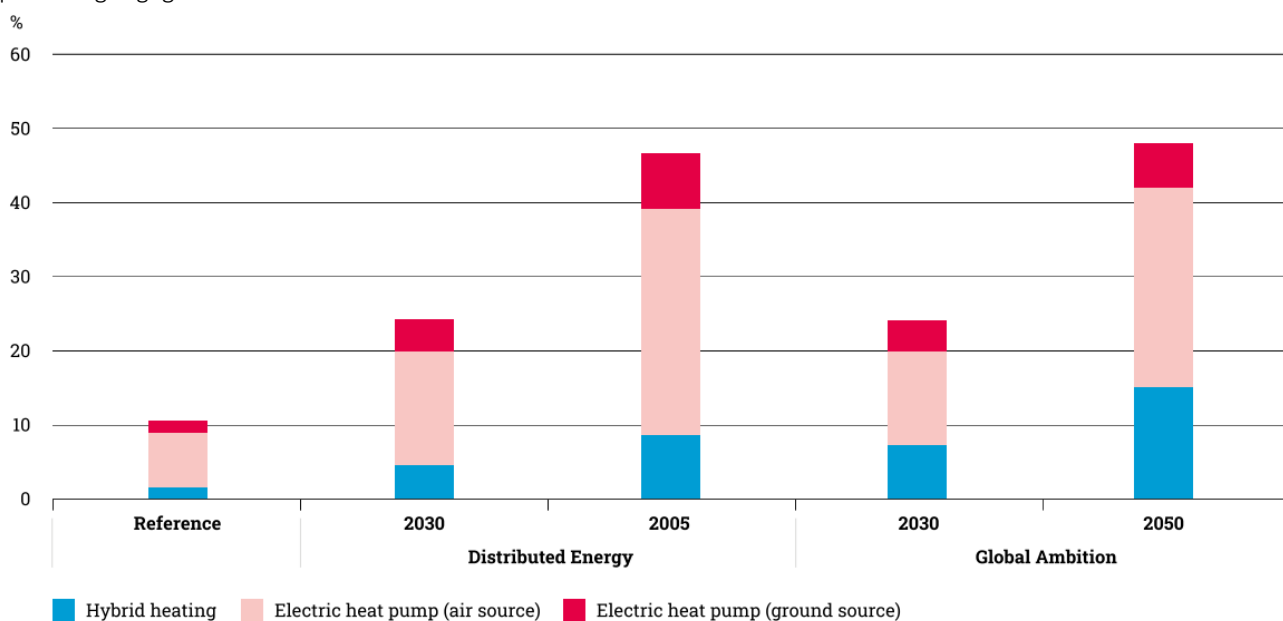
### 4.4.2 Extrapolatie door VITO

Op dezelfde manier als in Sectie 4.2.2, kunnen we hieruit afleiden dat het aantal residentiële WPn in Vlaanderen in 2050 3.290.263 en 1.316.105 zal bedragen, respectievelijk voor het ELEC en MOL scenario.

## 4.5 Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G

### 4.5.1 Aannames en cijfers

Figuur 4.3 illustreert het aandeel van WPn in het 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario. In beide scenario's zijn tegen 2050 bijna de helft van de gebouwen uitgerust met een elektrische WP. De grafiek neemt ook hybride systemen mee maar met deze wordt geen rekening gehouden in onze grafieken, net als de WPn die gelinkt zijn aan warmtenetten (niet weergegeven op de figuur). Als we alleen rekening houden met volledig elektrische WPn, komen we op de percentages gegeven in Tabel 4.5.



Figuur 4.3: Marktaandeel van individuele WPn voor de EU-27, voor het 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022)

Tabel 4.5: Marktaandeel van individuele WPn voor de EU-27, voor het 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022)

Aandeel WPn (%)	2030	2040	2050
Distributed Energy scenario	18,7	37,6	52,2
Global Ambition scenario	15,4	28,1	38,8

### 4.5.2 Extrapolatie door VITO

Op dezelfde manier als in Sectie 4.2.2, kunnen we het aantal residentiële WPn in Vlaanderen afleiden, deze aantallen worden weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Aantal residentiële WPn in Vlaanderen, voor het 'Distributed Energy' en 'Global Ambition' scenario

Aantal residentiële WPn in Vlaanderen	2030	2040	2050
Distributed Energy scenario	672.332	1.493.288	2.290.023
Global Ambition scenario	553.685	1.115.994	1.702.163

## 4.6 RePower EU with Clean Energy – European Commissie

### 4.6.1 Aannames en cijfers

Volgens RePower EU moet de Europese Unie de huidige installatiesnelheid van individuele WP verdubbelen met als resultaat een extra 10 miljoen units over de komende 5 jaar (European Commission, 2022).

### 4.6.2 Extrapolatie door VITO

Om deze stelling te extrapoleren naar Vlaanderen volstaat het de aantallen in Tabel 4.1 te verdubbelen voor de komende 5 jaar. Gezien het document geen informatie geeft over wat er moet gebeuren na de komende vijf jaar, blijft de data voor deze bron beperkt tot 2027 (zie Tabel 4.7).

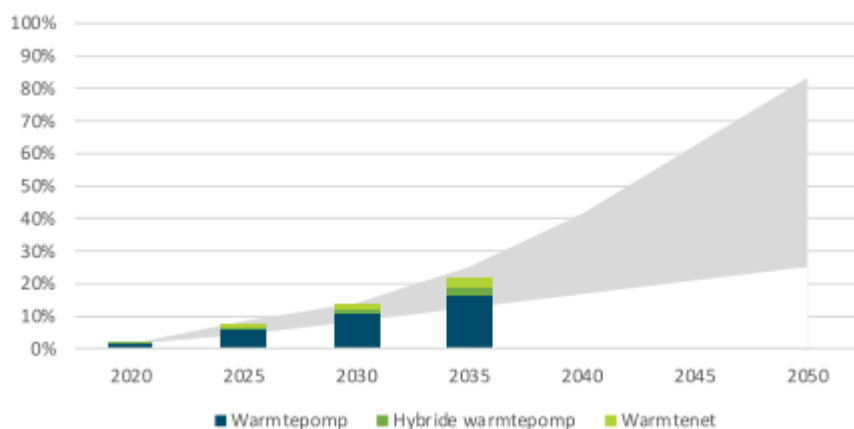
Tabel 4.7: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2023 tot 2027 (Bron: European Commission, 2022)

	2023	2024	2025	2026	2027
Totaal aantal WPn	132.267	146.333	162.056	179.433	198.467

## 4.7 Investeringsplan 2023-2032 – Fluvius

### 4.7.1 Aannames en cijfers

In hun investeringsplan gaat Fluvius (Fluvius, 2022) uit van een overgangsfase van de huidige renovatiegraad tot bijna 3% vanaf 2030. Verder wordt er een alsmear groter aandeel volledig elektrische WPn voorzien bij renovatie. Bij een gedeeltelijke renovatie (energielabel B of hoger) voorziet Fluvius ook een aandeel hybride WPn. Bij nieuwbouwwoningen wordt vanaf 2026 altijd een WP geplaatst (zie Figuur 4.4).



Figuur 4.4: Verwachte evolutie aandeel warmtepomp en -net bij residentiële verwarming (Bron: Fluvius, 2022)

Van Fluvius kregen we ook de absolute aantallen elektrische WPn die zij verwachten, en dit voor een laag, midden en hoog scenario. Deze getallen worden weergegeven in Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Geraamde traject voor residentiële WPn voor Vlaanderen (Bron: (Fluvius, 2022))

Aantal residentiële WPn in Vlaanderen	2030	2040	2050
Laag scenario	374.258	919.043	1.405.943
Midden scenario	382.546	1.213.425	2.268.832
Hoog scenario	403.921	1.727.506	2.840.561

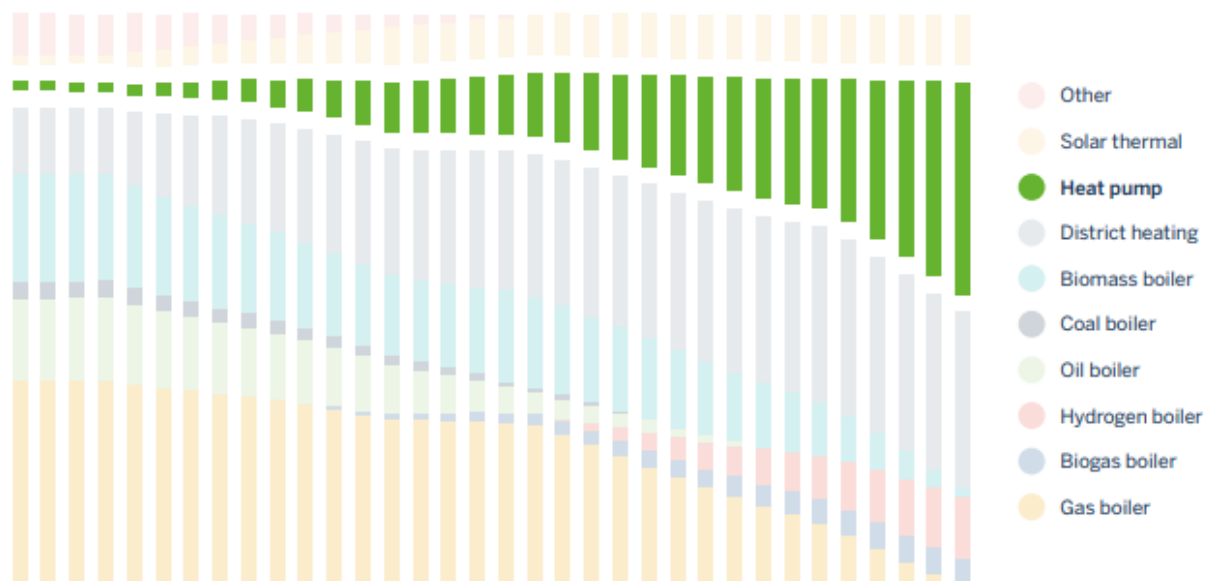
#### 4.7.2 Extrapolatie door VITO

Verdere extrapolatie is niet nodig voor deze bron.

## 4.8 Net-Zero Europe - McKinsey

### 4.8.1 Aannames en cijfers

In hun rapport geven McKinsey & Partners (McKinsey & Company, 2020) aan dat WPn een belangrijke rol zullen spelen bij de decarbonisatie van de bouwsector, en dat hun aandeel zal groeien van 2 procent in 2020 tot 40 procent van de totale mix van mogelijke verwarmingstechnologieën in 2050. De evolutie van dat aandeel wordt weergegeven in Figuur 4.5 en Tabel 4.9.



Figuur 4.5: Marktpenetratieniveau in % van verschillende verwarmingstechnologieën voor de periode 2017 - 2050. Het aandeel van WP is weergegeven in groen (Bron: McKinsey & Company, 2020)

Tabel 4.9: Marktpenetratieniveau in % van WP voor de periode 2017 – 2050 (Bron: McKinsey & Company, 2020)

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Marktpenetratie [%] voor WP in Europa	2	5	9	12	19	25	40

#### 4.8.2 Extrapolatie door VITO

We nemen aan dat het marktpenetratieniveau voor WPn in Vlaanderen hetzelfde is als dat in Europa, zoals berekend in de studie. We berekenen vervolgens het aantal WPn op basis van de percentages in Tabel 4.9 en het aantal woningen (Statistiek Vlaanderen, 2021) (zie Sectie 4.2.2).

Tabel 4.10: Geraamde traject voor WPn voor Vlaanderen van 2023 tot 2027 (Bron: McKinsey & Company, 2020; Statistiek Vlaanderen, 2021)

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Aantal WPn in Vlaanderen	162.741	292.935	390.579	618.418	813.707	1.301.932

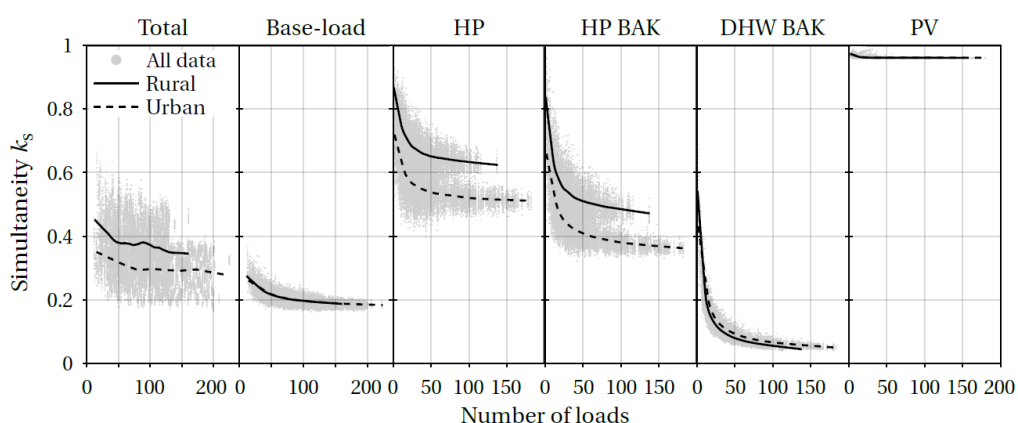
### 4.9 Doctoraat van Christina Protopapadaki “A probabilistic framework towards metamodeling the impact of residential heat pumps and PV on low-voltage grids”

#### 4.9.1 Aannames en cijfers

In dit doctoraat (Protopapadaki, 2018) gebruikt men modellen die het energieverbruik van individuele gebouwen op het Belgische LS net simuleren, op het niveau van individuele toestellen. De focus is op de impact van WP op het Belgische LS net. Eén jaar met een extreem koude winter (10-jaarlijks extreem) is gesimuleerd. Er wordt aangenomen dat er geen buffervat is voor verwarming van het huis. Er is wel een buffervat van 200 liter aanwezig voor warm water.

Men gaat ervan uit dat gebouwen met een WP op zijn minst lichte renovaties hebben ondergaan, waardoor er slechts matige tot kleine energieverliezen zijn via de muren. De huisparameters zijn voor het Belgisch huizenbestand uit 1990. Uit een sensitiviteitsanalyse blijkt dat parameters zoals  $P_{max}$  en gelijktijdigheidsfactor afhangen van mate van isolatie in de gebouwen (sectie 4.6 van de doctoraatsthesis).

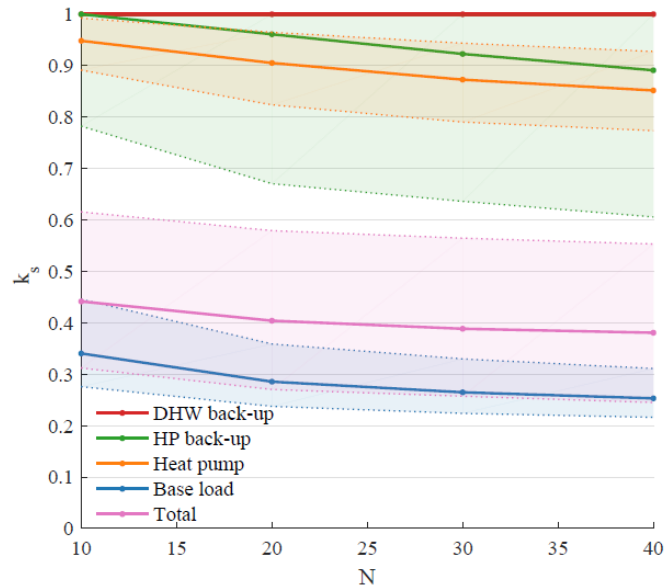
Er wordt een gelijktijdigheidsfactor gegeven op het “distribution island” niveau in Figuur 4.6 bij HP. Dit is het niveau van alle feeders aangesloten op één MS naar LS-transformator. De berekening is voor één jaar met een resolutie van 30 minuten. Afhankelijk van het aantal WP op het “distribution island” gaat de gelijktijdigheidsfactor van 0.8 voor slechts enkele WP in een landelijk gebied tot 0.5 voor een stedelijk gebied met 150 WP.



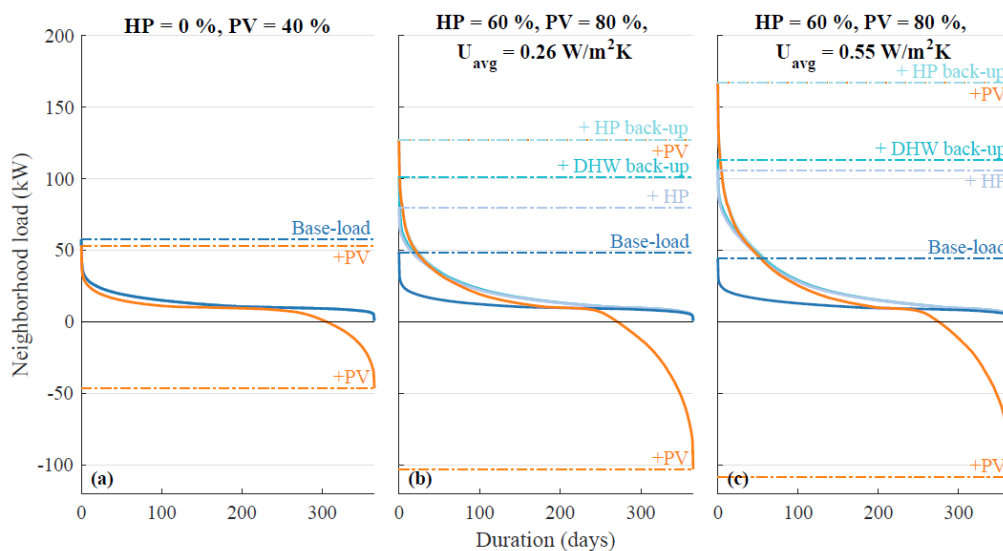
Figuur 4.6: Gelijktijdigheidsfactoren  $k_s$  voor verschillende types belasting. Total is de combinatie van alle andere belastingen. Grijze punten stellen alle datapunten voor, terwijl de lijnen de fit voor rurale en stedelijke eilanden apart voorstellen (Bron: Protopapadaki, 2018)

In een artikel van dezelfde auteurs (Protopapadaki & Saelens, 2017) worden extra getallen gegeven. Hier berekent men op dezelfde wijze  $P_{max}$  en de gelijktijdigheidsfactor. In dit geval zijn de cijfers op feeder niveau voor een resolutie van 10 minuten. De resultaten zijn geplot in Figuur 4.7. Voor WPn (oranje) vindt men een gelijktijdigheidsfactor tussen 0.95 (voor 10 WP op een feeder) tot 0.85 (voor 40 WP op een feeder). In Figuur 4.8 is de  $P_{max}$  geplot voor een feeder met 40 huizen en 0% of 60% warmtepompen. Bij 60% warmtepompen gaat  $P_{max}$  van ongeveer 50 kW naar ongeveer 100 kW voor huizen

met gemiddelde isolatiewaarde van  $0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Wanneer de isolatie dubbel zo goed is ( $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) daalt de  $P_{\text{max}}$  naar  $75 \text{ kW}$ . In alle gevallen worden  $P_{\text{max}}$  en gelijktijdigheidsfactor bepaald door een extreem koude dag. Dit is in overeenstemming met de aanname van de simulaties van Fluvius.



Figuur 4.7: Gelijktijdigheidsfactoren  $k_s$  voor verschillende types belasting. Total is de combinatie van alle andere belastingen. Medianen (volle lijnen) en 5<sup>de</sup> en 95<sup>ste</sup> percentielen (gekleurde gebieden) worden weergegeven (Bron: Protopapadaki & Saelens, 2017)



Figuur 4.8: Load curves voor ruraal gebied met 40 huizen, met verschillende penetratiegraden van PV en HP. De Piekwaarden zijn aangeduid met gestreepte lijnen (Bron: Protopapadaki & Saelens, 2017)

#### 4.9.2 Extrapolatie door VITO

Aangezien dit simulaties zijn van een zeer koude dag op het Belgisch LS net, zijn voor deze factoren geen extrapolaties nodig. De  $P_{\text{max}}$  en gelijktijdigheid zijn echter afhankelijk van de gebouwkenmerken zoals isolatieniveau. Aangezien het huizenbestand van 1990 als basis is genomen, kunnen we betere isolatie aannemen, hetgeen het  $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$  scenario is. Tabel 4.11 geeft de extrapolatie van  $P_{\text{max}}$  en de gelijktijdigheid o.b.v. (Protopapadaki, 2018).  $P_{\text{max}}$  is gehaald uit Figuur 4.8 (b): de  $P_{\text{max}}$  van HP is ongeveer  $25 \text{ kW}$  extra boven op de baseload, gedeeld door  $40 * 60\% = 24$  huizen. De gelijktijdigheid  $k=0.9$  is bekomen uit Figuur 4.7 voor  $N=24$ . Dit geeft  $P_{\text{max}}$  van een huis =  $k * P_{\text{max}} \text{ totaal} / 24$ .



Tabel 4.11: Pmax en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoleerd uit het doctoraat van C. Protopapadaki (2018)

Pmax [kW]	Gelijktijdigheid [%]
0,94	90

## 4.10 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille 2022

### 4.10.1 Aannames en cijfers

We gebruiken de data van het Centrale scenario. De data geeft meer informatie over het energieverbruik door residentiële WPn in België.

Tabel 4.12: Totale verbruik van WPn in België berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022)

Totale verbruik WPn BE (TWh)	2030	2040	2050
Centrale scenario	4.14	5.50	13.22
Elektrificatie scenario	4.25	5.86	11.69
Schone moleculen scenario	4.14	5.49	11.65

### 4.10.2 Extrapolatie door VITO

Om WP verbruik in België te kunnen herleiden naar aantal WPn in Vlaanderen, hanteren we de volgende aannames:

- Startpunt is verbruik door WPn in België in 2050
- 60% van het verbruik ligt in Vlaanderen: 7931 GWh
- In 2050 heeft elke woning in Vlaanderen een WP: 4387018 woningen en WP
- Totaal Vlaams verbruik delen door aantal WP in Vlaanderen geeft een gemiddeld verbruik van 1800 kWh per WP per jaar voor 2050.

Voor het jaar 2050 nemen we zoals eerder gezegd voor de eenvoud aan dat elke woning een WP heeft. Dit zal op zich een overschatting zijn omdat er ook deel woningen op warmtenetten verbonden zullen zijn. Het exacte aandeel hiervan is echter onduidelijk. Voor 2030 en 2040 nemen we aan dat het gemiddelde verbruik van een WP eveneens op 1800 kWh ligt. Dit getal is echter een onderschatting omdat de woningen in 2050 algemeen gezien een hogere renovatiegraad zullen hebben en dus beter geïsoleerd zullen zijn dan de woningen in 2030 en 2040, waardoor het verbruik van WP in 2030 en 2040 hoger zal liggen dan in 2050. Het is echter moeilijk om correcte inschattingen te maken over wat het reële verbruik van WP in die jaren zal zijn waardoor ervoor gekozen is om slecht 1 getal te gebruiken voor alle jaartallen. Het aantal berekende WP per jaar voor Vlaanderen is weergegeven in Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Aantal WPn in Vlaanderen berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022)

Aantal WPn in VL	2030	2040	2050
Centrale scenario	1.374.943	1.825.488	4.387.018
Elektrificatie scenario	1.372.681	1.824.799	3.865.719
Schone moleculen	1.409.975	1.946.366	3.878.415

## 4.11 Overzichtgrafiek voor WP

Figuur 4.9 geeft het overzicht weer van de verschillende datapunten. Dit overzicht is ook beschikbaar in tabelvorm in annex (Tabel 11.3).

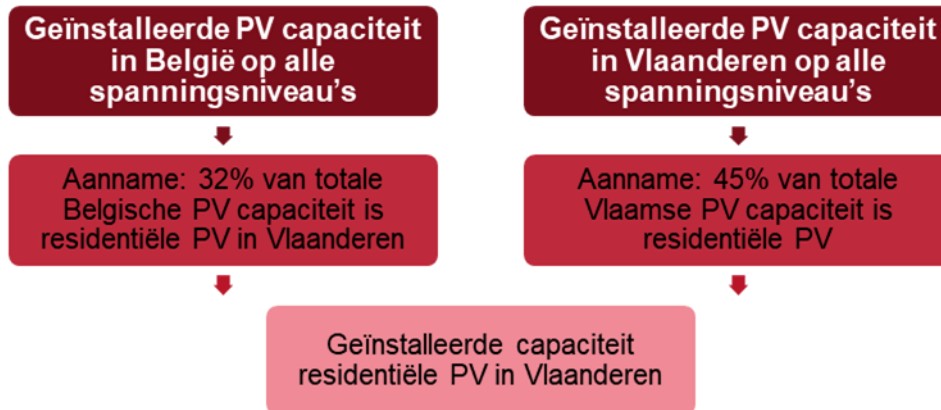


Figuur 4.9: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor het aantal WPn in woningen voor Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

## 5 Zonnepanelen

In dit hoofdstuk bespreken we de publiek beschikbare literatuur over zonnepanelen en vullen we deze bronnen waar nodig verder aan met bijkomende aannames en assumpties.

Onderstaande figuur geeft een schematisch overzicht van de verschillende soorten data en hoe deze data geëxtrapoleerd werd. De bronnen waarop de aannames gebaseerd zijn worden specifiek toegelicht in de verschillende secties van dit hoofdstuk.

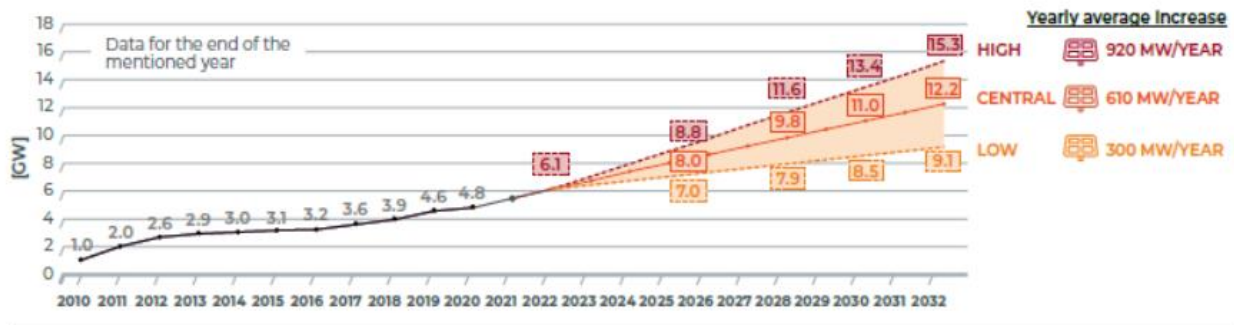


Figuur 5.1: Overzicht type data en aannames

### 5.1 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia

#### 5.1.1 Aannames en cijfers

Figuur 5.2 geeft de evolutie weer van de geïnstalleerde capaciteit voor PV per scenario (laag, centraal, hoog) voor België van 2010 tot 2032.



Figuur 5.2: Evolutie van de geïnstalleerde capaciteit voor zonnepanelen per scenario in België (Bron: Elia, 2021)

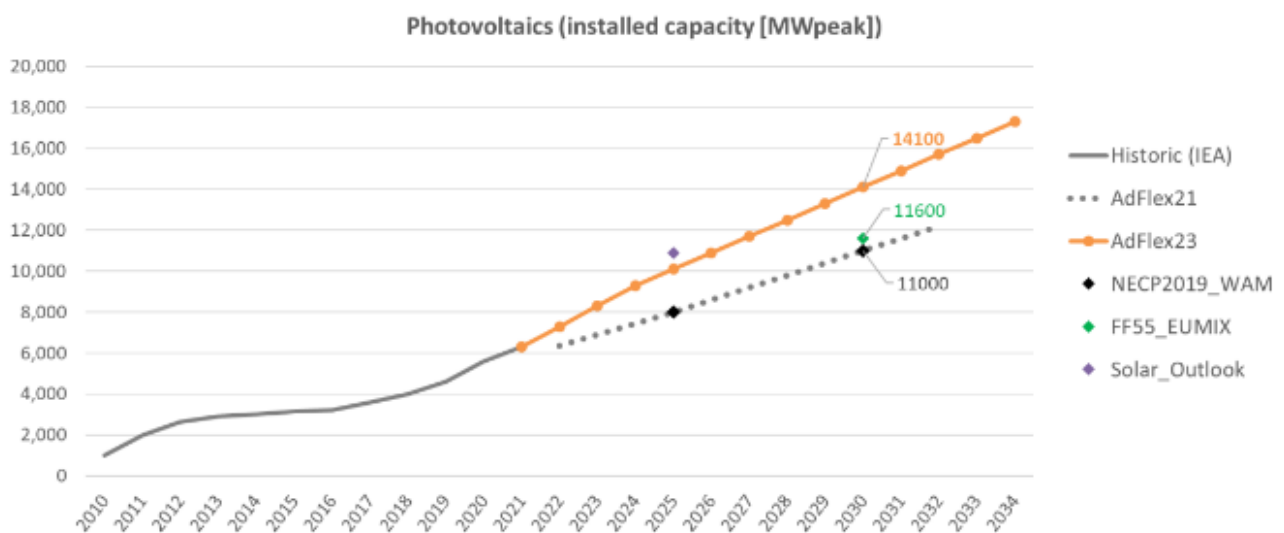
#### 5.1.2 Extrapolatie door VITO

De voorspellingen van Elia zijn gemaakt op Belgisch niveau zonder te differentiëren op vlak van aansluitspanning. Om de cijfers terug te brengen naar residentiële PV op Vlaams niveau maken we gebruik van de aanname dat residentiële daken in Vlaanderen ongeveer 49% uitmaken van de totale (huidige en potentiële) PV-capaciteit in Vlaanderen, of 32% van de totale (huidige en potentiële) PV capaciteit in België (zie ook Sectie 5.9.2).

## 5.2 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034 - Elia

### 5.2.1 Aannames en cijfers

Elia verwacht een belangrijke sprong in PV-capaciteit in 2022 en verwacht dat de hoge vraag naar PV geleid heeft tot belangrijke vertragingen in toeleveringsketens en installaties. Daarom zal niet al het gevraagde vermogen in 2022 geïnstalleerd zijn in 2022. Elia gaat verder ook uit van een jaarlijkse toename van 1000 MW per jaar voor 2023 en 2024, op Belgisch niveau. Na 2024 zouden wijzigingen in het beleid in Wallonië het installatietempo kunnen vertragen. Echter, met elektriciteitsprijzen die mogelijk hoger blijven dan voorheen en met een aanzienlijk aantal daken dat nog moet worden bedekt (inclusief sociale woningen, openbare gebouwen, enz.), wordt een hogere installatiesnelheid aangenomen dan eerder werd aangenomen (800 MW/jaar). De verwachte evolutie wordt weergegeven in Figuur 5.3



Figuur 5.3: Evolutie van de geïnstalleerde capaciteit voor zonnepanelen voor het centrale scenario in België (Bron: Elia, 2022)

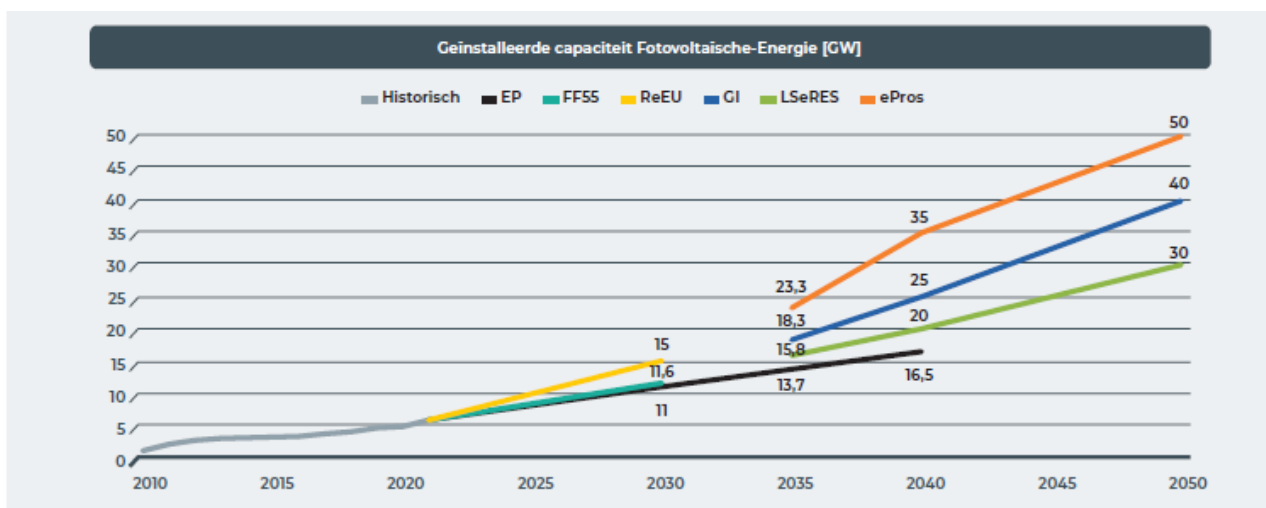
### 5.2.2 Extrapolatie door VITO

De voorspellingen van Elia zijn gemaakt op Belgisch niveau zonder te differentiëren op vlak van spanning. Om de cijfers terug te brengen naar residentiële PV op Vlaams niveau maken we gebruik van dezelfde aannames als in Secties 5.9.2.

## 5.3 Federaal ontwikkelingsplan van het transmissienet – Elia

### 5.3.1 Aannames en cijfers

Het Federaal ontwikkelingsplan (FOP) van het transmissienet beschrijft 3 scenario's voor de evolutie van geïnstalleerde PV capaciteit in België. De evolutie volgens de drie scenario's wordt weergegeven in Figuur 5.4 en Tabel 5.1.



Figuur 5.4: Evolutie van de geïnstalleerde capaciteit voor zonnepanelen voor het GI, LSeRES en ePros scenario in België (Bron: Elia, 2022b)

Tabel 5.1: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: Elia, 2022b)

Geïnstalleerde PV capaciteit in België [MW]	2030	2040	2050
GI scenario	18.300	25.000	40.000
LSeRES scenario	15.800	20.000	30.000
ePros scenario	23.300	35.000	50.000

### 5.3.2 Extrapolatie door VITO

De voorspellingen zijn gemaakt op Belgisch niveau. Om de cijfers terug te brengen naar residentiële daken op Vlaams niveau maken we gebruik van dezelfde aannames als in Sectie 5.9.2.

## 5.4 Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G

### 5.4.1 Aannames en cijfers

Het TYNDP van ENTSO-E en ENTSO-G geeft voorspellingen over de evolutie van de geïnstalleerde PV capaciteit op Belgisch niveau. Deze cijfers worden weergegeven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022)

Geïnstalleerde PV capaciteit in België [MW]	2030	2040	2050
Distributed energy scenario	17.063	32.405	43.305
Global ambition scenario	15.567	23.910	28.689
National Trends scenario	10.400	16.400	-

### 5.4.2 Extrapolatie door VITO

De voorspellingen zijn gemaakt op Belgisch niveau. Om de cijfers terug te brengen naar residentiële daken op Vlaams niveau maken we gebruik van dezelfde aannames als in Sectie 5.9.2.

## 5.5 EU Referentiescenario 2020 – Europese Commissie

### 5.5.1 Aannames en cijfers

Het EU Referentiescenario maakt projecties over de geïnstalleerde PV capaciteit voor België van 2020 tot 2050. Tabel 5.3 geeft de waarden weer.

Tabel 5.3: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: European Commission, 2021)

Geïnstalleerde capaciteit [MW]	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zonnepanelen	4.487	6.969	8.993	11.791	14.518	16.514	18.446

### 5.5.2 Extrapolatie door VITO

De cijfers van het EU Referentiescenario geven voorspellingen weer voor (i) België en (ii) zonder een spanningsniveau te definiëren. Op basis van de aannames uit Sectie 5.9.2 kunnen we de (totale Belgische) waarden uit Tabel 5.3 herleiden naar Vlaamse residentiële cijfers door de originele waarden te vermenigvuldigen met 32%.

## 5.6 Fit for 55 – Europese Commissie

### 5.6.1 Aannames en cijfers

In de Fit for 55 studie geeft de Europese Commissie een voorspelling van de geïnstalleerde PV capaciteit in België voor het jaar 2030 (zie Tabel 5.4).

Tabel 5.4: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: European Commission, 2021c)

Geïnstalleerde PV capaciteit in België [MW]	2030	2040	2050
MIX+REG scenario	10.519	-	-
MIX CP scenario	11.558	-	-

### 5.6.2 Extrapolatie door VITO

De voorspellingen zijn gemaakt op Belgisch niveau. Om de cijfers terug te brengen naar residentiële daken op Vlaams niveau maken we gebruik van dezelfde aannames als in Sectie 5.9.2

## 5.7 Investeringsplan 2023-2032 – Fluvius

### 5.7.1 Aannames en cijfers

Het investeringsplan van Fluvius voor de periode 2023-2032 bevat drie scenario's voor de evolutie van PV in Vlaanderen (laag, midden en hoog scenario). De cijfers worden weergegeven in Tabel 5.5.

Tabel 5.5: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: Fluvius, 2022)

Geïnstalleerde residentiële PV capaciteit in Vlaanderen [MW]	2030	2040	2050
Laag scenario	5.674	8.674	11.674
Midden scenario	6.874	11.374	15.874
Hoog scenario	8.074	14.074	20.074

## 5.7.2 Extrapolatie door VITO

Voor deze cijfers zijn geen verder extrapolaties nodig.

## 5.8 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille

### 5.8.1 Aannames en cijfers

We gebruiken de data van de drie scenario's van de studie. De data geeft meer informatie over de totaal geïnstalleerde PV-capaciteit in België en kan teruggevonden worden in Tabel 5.6.

Tabel 5.6: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: VITO/EnergyVille, 2022)

Geïnstalleerde PV capaciteit in België [MW]	2030	2040	2050
Centrale scenario	24.556	56.718	96.649
Elektrificatie scenario	20.939	31.563	39.479
Schone moleculen scenario	23.915	48.898	88.677

### 5.8.2 Extrapolatie door VITO

De voorspellingen van VITO/EnergyVille zijn gemaakt op Belgisch niveau. Om de cijfers terug te brengen naar residentiële daken op Vlaams niveau maken we gebruik van dezelfde aannames als in Sectie 5.9.2.

## 5.9 Vlaams Energie- en Klimaatplan – Vlaamse Regering

### 5.9.1 Aannames en cijfers

Het VEKP (Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019), en de daaropvolgende beleidsnota (Vlaamse Regering, 2019) stelt het volgende geraamde traject voor wat betreft zonne-energie voor Vlaanderen, van 2020 tot 2030 [in MW].

Tabel 5.7: Geraamde traject voor installatie van PV in Vlaanderen

Geïnstalleerde capaciteit [MW]	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Zonnepanelen	3600	3900	4200	4500	4800	5100	5418	5736	6053	6371	6689

Het VEKP stelt dat, eind 2019, het opgestelde vermogen aan PV ongeveer 3.2 GW bedroeg. In de periode 2021- 2025 wordt een verdere jaarlijkse groei ingeschat van 300 MW en vanaf 2025 een groei van 318 MW zodat in 2030 een capaciteit van 6,7 GW in Vlaanderen wordt bereikt (Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019).

## 5.9.2 Extrapolatie door VITO

De cijfers van het VEKP geven de geïnstalleerde capaciteit weer voor Vlaanderen. Echter, in het kader van deze studie is het belangrijk om in te schatten hoeveel van deze capaciteit zich op het laagspanningsnet, en meer specifiek, op residentiële daken zal bevinden. Tabel 5.8 geeft daarom het totale potentieel van PV [in MW] weer op niveau van de regio's en sectoren. Het totale potentieel bestaat uit de huidige geïnstalleerde capaciteit en de potentiële toekomstige capaciteit (EnergyVille, 2021).

Tabel 5.8: Huidige en toekomstige PV capaciteit op het niveau van de regio's en sectoren (Bron: EnergyVille, 2021)

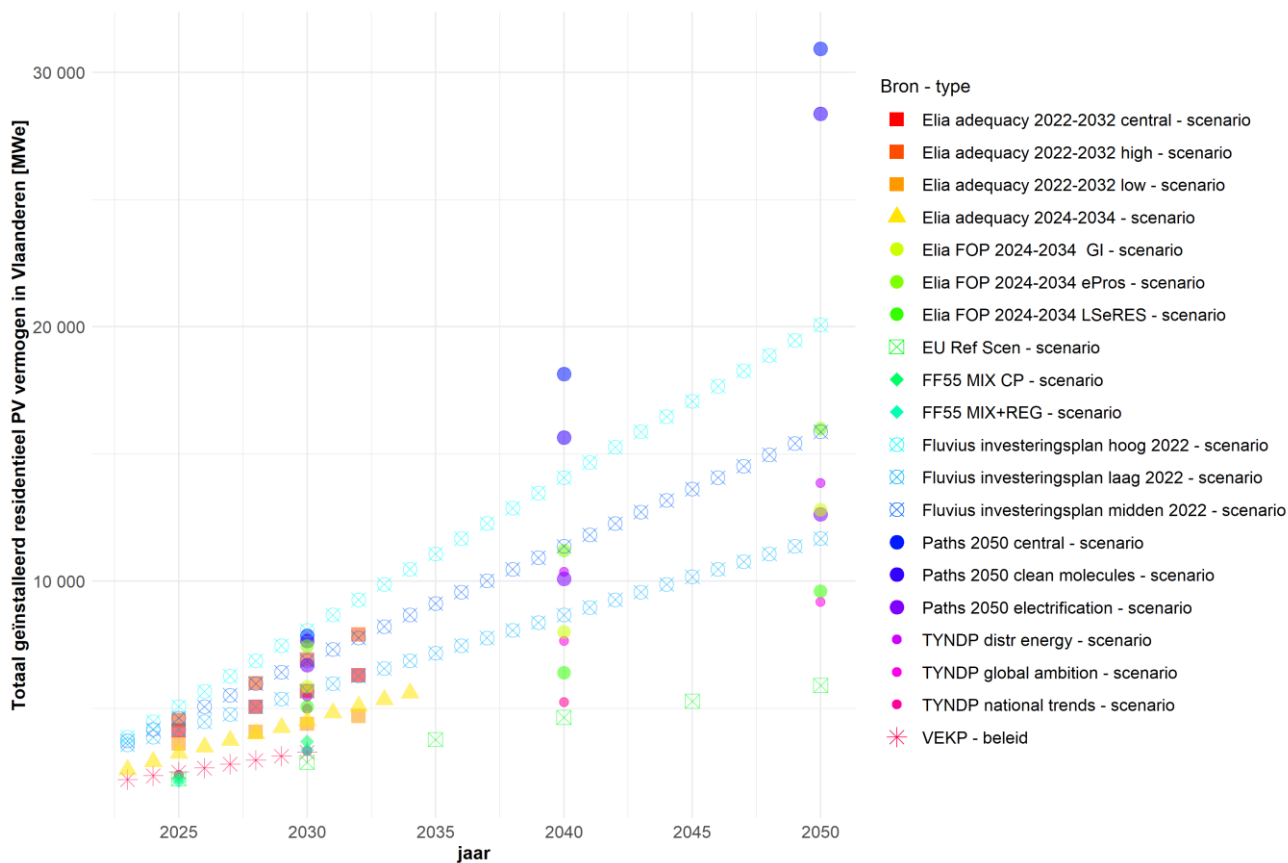
PV potentieel [MW]	Sector	Vlaanderen	Brussel	Wallonië	België
Totaal (huidig + potentieel)	Commercieel & industrieel	3.446	227	1.458	5.131
	Residentieel	3.310	196	1.696	5.202
	<b>Totaal</b>	<b>6.756</b>	<b>423</b>	<b>3.154</b>	<b>10.333</b>

Uit deze data kunnen we afleiden dat residentiële daken in Vlaanderen ongeveer 49% uitmaken van de totale (huidige en potentiële) PV-capaciteit in Vlaanderen, of 32% van de totale (huidige en potentiële) PV-capaciteit in België. De data in Tabel 5.7 worden vermenigvuldigd met 49 % en kunnen zo herleid worden residentiële PV in Vlaanderen.

## 5.10 Overzichtgrafiek voor PV

In de vorige versie van dit rapport (VREG, 2023) werden in het PV scenario inschattingen gegeven over de geïnstalleerde capaciteit alsook een verdere berekening naar het aantal installaties. We gebruikten toen een gemiddelde installatiegrootte van 7 kWp om van geïnstalleerde capaciteit naar aantal installaties te gaan. Dit zorgde voor een onderschatting van het werkelijke aantal installaties omdat de werkelijke grootte voor de jaren 2030 en 2040 ergens tussen 4,3 en 7 kWp zal liggen. In de huidige versie van het rapport hebben we ervoor gekozen om zelf scenario's op te stellen waar we, afhankelijk van het scenario, een gemiddelde installatiegrootte gebruiken (zie Sectie 8.3). Daarom geven we in deze sectie alleen het bronoverzicht weer voor de geïnstalleerde capaciteit in Vlaanderen. Dit overzicht wordt gevisualiseerd in Figuur 5.5. De specifieke waarden voor de verschillende datapunten zijn te vinden in de tabel in annex (Sectie 11.3).





Figuur 5.5: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal geïnstalleerd residentieel PV vermogen voor Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

## 6 Warmtenetten

In dit hoofdstuk bespreken we de publieke literatuur over warmtenetten. We nemen enkel hoge-temperatuur warmtenetten in rekening, waarbij de volledige warmtevraag van een woning door het warmtenet kan worden geleverd. Op die locaties waar een hoge temperatuur-warmtenet wordt aangelegd, hoeft met andere woorden geen netcapaciteit voor warmtepompen voorzien te worden. Het meenemen van deze warmtenetten kan dus een verschil maken bij de berekening van de nodige netcapaciteit op de lange termijn. Lage temperatuur-warmtenetten zijn daarentegen in dit kader van minder belang, aangezien bij deze warmtenetten er nog steeds warmtepompen nodig zijn om aan de volledige warmtevraag van de woning te voldoen. De aanleg van dit type warmtenetten gaat met andere woorden minder impact hebben op de benodigde laagspanningscapaciteit, en nemen we verder dus niet in rekening in dit rapport.

Omdat er weinig informatie beschikbaar is over dit onderwerp binnen de Vlaamse context kunnen we weinig tot geen bijkomende aannames en assumpties maken.

### 6.1 Heat Roadmap Belgium – Universiteit Aalborg

#### 6.1.1 Aannames en cijfers

De Heat Roadmap Belgium opgesteld door de Universiteit Aalborg (Aalborg University, 2018) stelt dat warmte geleverd door warmtenetten voor residentiële toepassingen moet stijgen van 2% in 2018 tot minstens 37% in 2050 voor België. Er is ook sprake van een economische haalbaarheid voor een marktaandeel in levering van warmte van 20% tot 54% door warmtenetten. Het is niet mogelijk om deze cijfers verder te extrapoleren naar Vlaanderen. We nemen dit cijfer daarom letterlijk over voor de scenario-analyse.

### 6.2 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2024-2034 - Elia

#### 6.2.1 Aannames en cijfers

De adequacy- en flexibiliteitsstudie van Elia gaat ervan uit dat in Vlaanderen tegen 2025 alle nieuwe gebouwen uitgerust zullen zijn met een volledig elektrische WP (96%) of warmtenetten (4%) (Elia, 2022a). We nemen aan dat die 4% niet veel hoger zal zijn als we de huidige bestaande warmtenetten meenemen en veranderen de waarde dus niet. Bemerkt wel dat in deze studie er geen onderscheid werd gemaakt tussen hoge en lage temperatuurswarmtenetten, aangezien er onvoldoende gedifferentieerde data beschikbaar is.

### 6.3 Roadmap to net zero - Elia

#### 6.3.1 Aannames en cijfers

In de 'Roadmap to net zero' (Elia, 2021c) wordt er in beide scenario's (MOL en ELEC) van uitgegaan dat tegen 2050 15% van de huizen verwarmd zal worden via warmtenetten. Dit zijn Belgische cijfers maar we nemen ze over zonder bijkomende aannames te maken.

### 6.4 Ten-Year Network Development Plan – ENTSO-E en ENTSO-G

#### 6.4.1 Aannames en cijfers

Het TYNDP (ENTSO-E & ENTSO-G, 2022) geeft voor het 'distributed energy' en 'global ambition' scenario voorspellingen voor percentage warmtenetten in Europa. De energiedragers voor deze netten zijn een mix van gas, elektriciteit en restwarmte en biomassa. We nemen deze percentages over voor Vlaanderen zonder bijkomende aannames te maken. Het overzicht van de percentages wordt gegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1: Aandeel warmtenetten per scenario en jaar (Bron: ENTSO-E & ENTSO-G, 2022)

Geïnstalleerde PV capaciteit in België [MW]	2030	2040	2050
Distributed energy scenario	7,83	14,09	16,00
Global ambition scenario	13,98	24,80	28,70

## 6.5 Investeringsplan 2023-2032 – Fluvius

### 6.5.1 Aannames en cijfers

Het investeringsplan van Fluvius (Fluvius, 2022) gaat uit van 8% warmtenetten in 2050 in Vlaanderen. Dit gaat dan om hoge temperatuur warmtenetten op basis van duurzame warmte.

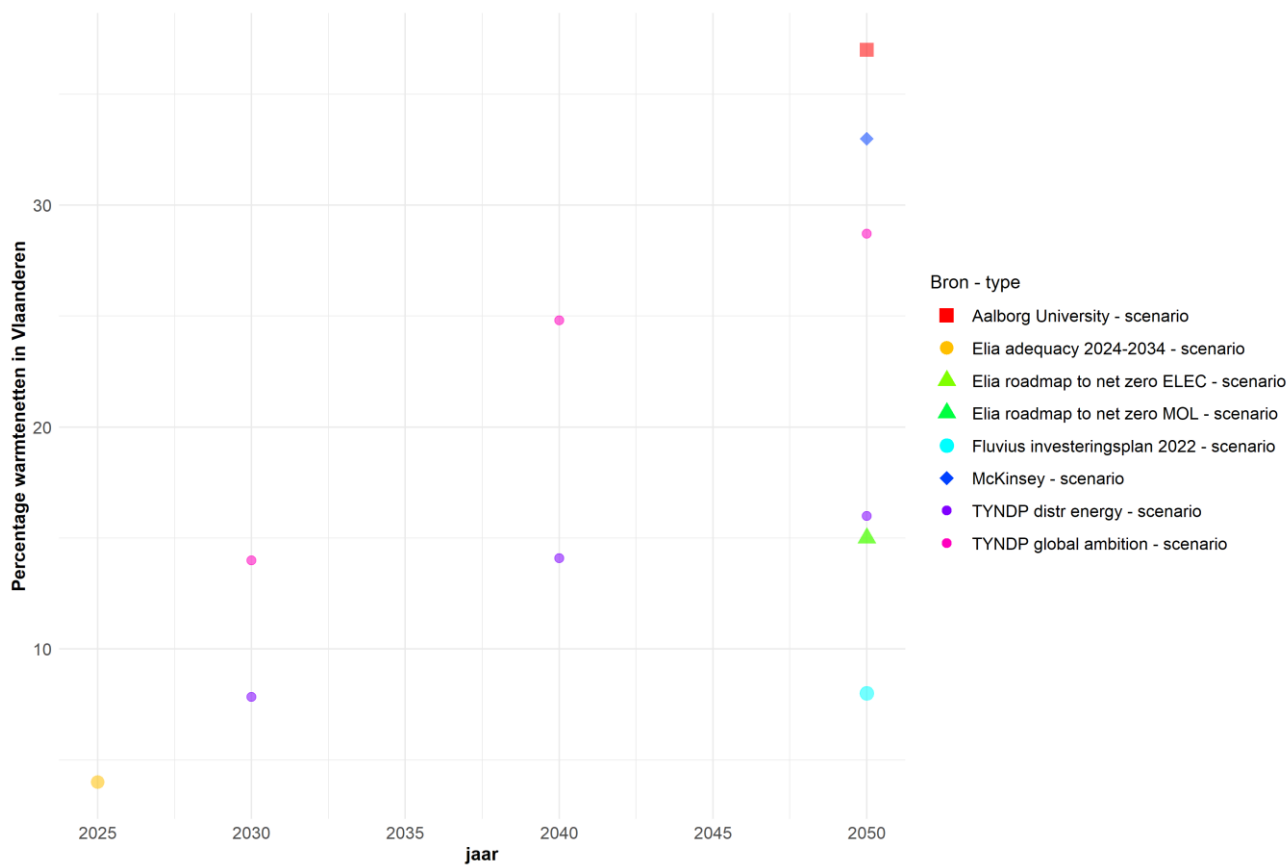
## 6.6 Net-Zero Europe – McKinsey & Company

### 6.6.1 Aannames en cijfers

Volgens Het McKinsey rapport 'Net-Zero Europe' (McKinsey & Company, 2020) is een stijging van het aandeel warmtenetten in de totale verwarmingstechnologie-mix nodig, voor heel Europa is dit meer bepaald een stijging van 12% vandaag tot 33% tegen 2050 voor de verwarming van residentiële en commerciële gebouwen. Er wordt in het rapport ook vermeld dat warmtenetten enkel zinvol zijn in plaatsen met een hoge bevolkingsdichtheid en een grote beschikbaarheid van restwarmte. Het is niet mogelijk om deze cijfers verder te extrapoleren naar Vlaanderen. We nemen dit cijfer daarom letterlijk over voor de scenario-analyse.

## 6.7 Overzichtsgrafiek voor warmtenetten

Figuur 6.1 geeft het overzicht weer van de verschillende datapunten. Dit overzicht is ook beschikbaar in tabelvorm in annex (Tabel 11.5).



Figuur 6.1: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor warmtenetten in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

# DEEL B – SCENARIO'S

## 7 Toekomstpaden voor de scenario-opbouw

Zoals uitgelegd in de methodologie (Sectie 1.2), ontwikkelden we, op basis van de verhaallijnelementen uit de literatuur en andere macro-trends, onze eigen verhaallijnen die mogelijke toekomstpaden weergeven.

In de literatuur vinden we twee soorten narratieven terug. Deze worden weergegeven in Figuur 7.1. Enerzijds zijn er de high-level verhaallijnen die focussen op een globale context, en anderzijds zijn er de technologie-specifieke verhaallijnen die focussen op mogelijke ontwikkelingen van één technologie. Hoewel beide invalshoeken waardevol zijn, geven deze niet de specifieke focus die we zochten, nl. toekomstpaden die vertaald kunnen worden naar een specifieke impact op het laagspanningsnet.



### High-level verhaallijn

De verhaallijn vertrekt vanuit een high-level toekomstbeeld, waarbij verschillende globale contexten geschetst worden. Deze worden vervolgens naar verschillende technologiekeuzes vertaald.

Voorbeelden uit de literatuur: Roadmap to net-zero (Elia, 2021), Paths 2050 (VITO/EnergyVille, 2022), TYNDP (ENTSO-E, 2022), OpenENTRANCE (EU H2020, 2022)



### Technologie-specifieke verhaallijn

Er zijn verschillende verhaallijnen voor specifieke toestellen/technologieën en hun evolutie.

Voorbeelden uit de literatuur: Impact EVs (Synergrid, 2019), Lange-termijn strategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen (Vlaamse Regering, 2020), Heat Roadmap Belgium (Aalborg University, 2018)

*Figuur 7.1: De twee soorten narratieven die gebruikt werden in de scenario-opbouw*

Daarom werden de verhaallijnen uit de literatuur aangevuld met macrotrends (bijvoorbeeld de verwachte bevolkingsaan groei). Deze trends werden uit publicaties van het Federaal Planbureau en de website 'Our world in data' (Federaal Planbureau, 2020, 2022; Global Change Data Lab, n.d.) gehaald. Belangrijk om te vermelden is dat we vertrekken vanuit de trends die vandaag al (latent) aanwezig zijn en dat er geen rekening gehouden wordt met 'black swan events'<sup>4</sup>.

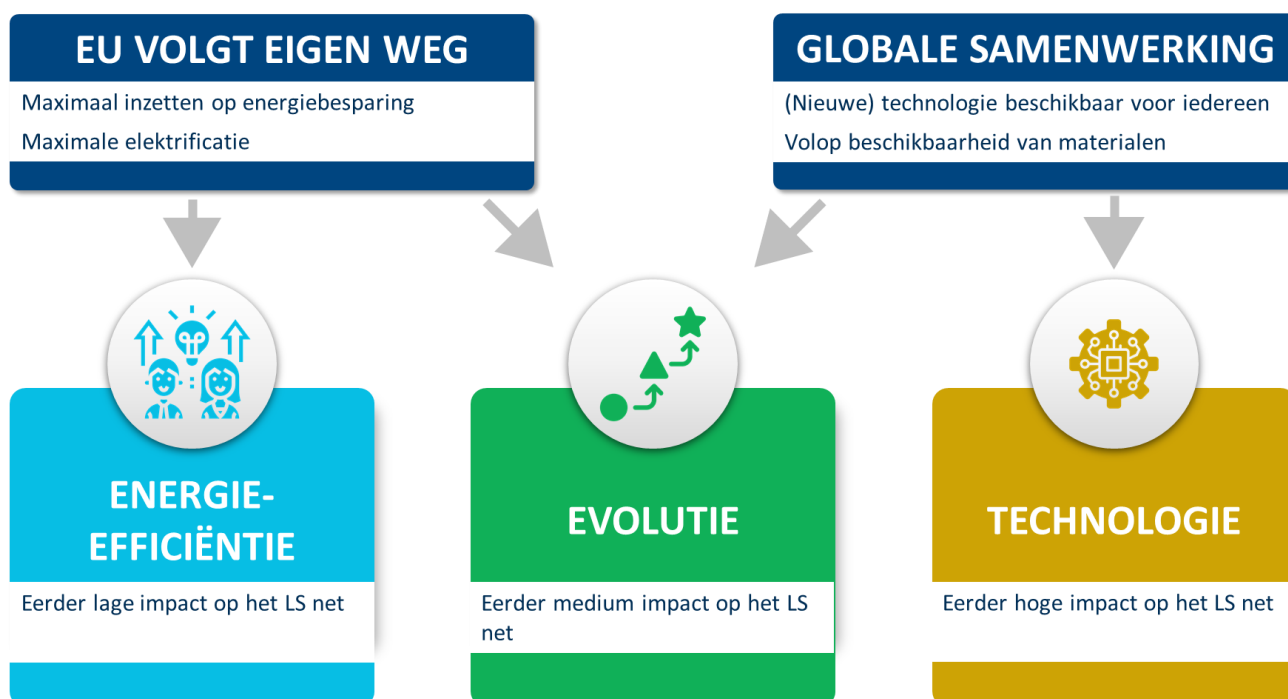
Uit een interne brainstorm, en geïnspireerd door bovengenoemde elementen vanuit de literatuur, definieerden we twee potentiële ontwikkelingslijnen die gebaseerd zijn op mogelijke politieke beleidskeuzes. Aan de ene kant is er de mogelijke ontwikkeling waar de EU haar eigen weg volgt en strategische onafhankelijkheid nastreeft. Dit betekent dat er maximaal ingezet zou worden op energiebesparing en elektrificatie. Daartegenover staat de mogelijke ontwikkeling naar intense globale samenwerking waar (nieuwe) technologieën en materialen volop beschikbaar zijn voor iedereen. Uit deze mogelijke ontwikkelingslijnen formuleren we drie toekomstpaden, waarbij in het eerste er maximaal op strategische onafhankelijkheid wordt ingezet, er een tweede is waarin de globalisatie zeer succesvol is en een derde ertussenin ligt. Een illustratie van de verhaallijnen en hun samenhang wordt gegeven in Figuur 7.2. De drie toekomstpaden worden in detail

<sup>4</sup> Met 'black swan events' wordt in de economische wetenschap een onverwachte gebeurtenis aangeduid, een gebeurtenis die niemand heeft zien aankomen of voorspeld. Een dergelijke gebeurtenis ontwricht alle bestaande economische modellen en kan zeer schadelijk voor de welvaart zijn (Krause-Jackson & Blas, 2015). De term is bedacht door Nassim Nicholas Taleb. Voorbeelden hiervan zijn de COVID-19 pandemie (2019), of de Russische invasie in Oekraïne (2022).

besproken in de volgende secties aan de hand van vier categorieën, namelijk wonen en renovaties, mobiliteit, verwarming en residentiële PV.

Voor alle scenario's nemen we aan dat er groene waterstof beschikbaar is maar dat deze alleen gebruikt wordt in de industrie waar er geen elektrificatie-alternatief is.

Er worden geen aannames gemaakt over de beschikbaarheid en het succes van thuisbatterijen omdat we ervan uitgaan dat deze batterijen slechts een beperkte impact hebben op de maximale belasting van het net in vergelijking met bv. elektrische voertuigen. Immers, thuisbatterijen hebben een beperkte opslagcapaciteit. Het is vooralsnog ook onduidelijk in welke mate ze werkelijk een gecoördineerde bijdrage kunnen leveren aan de worst-case pieken. In de winter en in een scenario waarbij flexibiliteit maximaal ingezet wordt om de pieken te reduceren, kan een thuisbatterij minder opladen om de piek te reduceren. In datzelfde scenario in de zomer, zal een thuisbatterij meteen volgeladen zijn, zodat de injectiepieken maar beperkt opgevangen kunnen worden. In Onderdeel III van deze studie wordt een scenario onderzocht waarbij flexibiliteit maximaal ingezet wordt om het elektriciteitssysteem te balanceren en die lokaal de piek in de netten kan verhogen. In verhouding tot (V2G) elektrische voertuigen is het vermogen en de impact van thuisbatterijen opnieuw laag en kunnen deze beschouwd worden als een (beperkt) onderdeel van de elektrische wagen vloot.



Figuur 7.2: Overzicht van de verhaallijnen

## 7.1 Energie-efficiëntie toekomstpad

Het eerste toekomstpad is het 'Energie-efficiëntie' pad. Tabel 7.1 geeft meer uitleg over wat dit toekomstpad precies inhoudt. Voor dit pad verwachten we een eerder lage impact op het LS net omdat er volop wordt ingezet op het coöperatieve aspect, zoals autodelen, warmtenetten en energiedelen.

Tabel 7.1: Betekenis van het 'Energie-efficiëntie' toekomstpad

 <b>Energie-efficiëntie toekomstpad</b>	
 <b>Wonen en renovatie</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Het beleid zet sterk in op renovatie, verdichting en kleiner wonen.</li><li>• Het tempo van renovaties verloopt volgens het langetermijndoel van het VEKP (zie ook Tabel 8.3).</li><li>• Het woningaanbod is compact en kernversterkend (zie ook Sectie 8.1.2, scenario 3).</li></ul>	 <b>Mobiliteit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Het beleid zet sterk in op openbaar vervoer.</li><li>• Privé-wagenbezit daalt, carpoolen en autodelen wordt steeds succesvoller.</li><li>• In statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid van meer dan 5000 inwoners per km<sup>2</sup> heeft slechts 60% van de gezinnen een eigen wagen.</li><li>• Het aantal elektrische voertuigen stijgt minder snel.</li></ul>
 <b>Verwarming</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Warmtepompen zijn het nieuwe normaal.</li><li>• Het aantal WP stijgt maar het vermogen wordt kleiner o.w.v. de sterke renovatiegraad.</li><li>• Geen hybride warmtepompen</li><li>• Het beleid zet maximaal in op collectieve verwarming d.m.v. warmtenetten, vnl. bij een hoge woondensiteit (i.e., in stadscentra).</li></ul>	 <b>Residentiële PV</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Energiedelen, energiecoöperaties etc. zijn populaire concepten.</li><li>• De uitrol van PV-panelen blijft belangrijk.</li><li>• Bij renovatie en nieuwbouw horen de facto zonnepanelen.</li><li>• In 2050 hebben alle woningen een PV-installatie.</li><li>• De gemiddelde installatiegrootte is 4 kWp.</li></ul>



## 7.2 Technologie toekomstpad

Het tweede toekomstpad is het 'Technologie' pad. Tabel 7.2 geeft meer uitleg over wat dit toekomstpad precies inhoudt. Voor dit pad verwachten we een eerder hoge impact op het LS net omdat er volop wordt ingezet op individuele oplossingen.

Tabel 7.2: Betekenis van het 'Technologie' toekomstpad

 <h3>Technologietoekomstpad</h3>	
 <h4>Wonen en renovatie</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er wordt gerenoveerd maar de minimale vereisten stijgen minder snel.</li> <li>• Het tempo van renovaties verloopt volgens de praktische invulling van de VEKP-renovatiegraad (Tabel 8.4).</li> <li>• De evolutie van het woningaanbod verloopt volgens een business-as-usual scenario (zie ook Sectie 8.1.2, scenario 1).</li> </ul>	 <h4>Mobiliteit</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De automarkt trekt terug naar de klassieke jaarlijkse toename van voertuigen op de weg.</li> <li>• Mede hierdoor worden EVs breed geadopteerd.</li> <li>• Vanaf 2026 zijn zo goed als alle nieuwe wagens elektrisch, vanaf 2029 zijn ze dat allemaal.</li> <li>• In statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid van meer dan 5000 inwoners per km<sup>2</sup> heeft slechts 60% van de gezinnen een eigen wagen.</li> </ul>
 <h4>Verwarming</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warmtepompen zijn het nieuwe normaal.</li> <li>• Het aantal WP stijgt, grote vermogens zijn ook courant o.w.v. de minder sterke renovatievereisten en lage kost van WP-technologie.</li> <li>• Nieuwbouw en renovaties kiezen sowieso voor een WP, maar ook wie zijn stookolie- of gasketel moet vervangen kiest voor een WP. In beter geïsoleerde woningen worden deze ketels soms zelfs vervangen door een WP vóór einde levensduur.</li> <li>• Hybride WPn trekken nooit aan.</li> <li>• Individuele verwarmingssystemen genieten de voorkeur. Er wordt dus niet gekozen voor collectieve verwarming d.m.v. warmtenetten, ook niet in stadscentra.</li> </ul>	 <h4>Residentiële PV</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiedelen, energiecoöperaties etc. zijn eerder een uitzondering.</li> <li>• De uitrol van PV-panelen is zeer succesvol, de daken worden maximaal vol gelegd, en dit niet enkel bij nieuwbouw of renovaties.</li> <li>• In 2050 hebben alle woningen een PV-installatie.</li> <li>• In 2023 is er een markt van 1 GW, vanaf 2028 wordt dit een 2 GW markt.</li> <li>• De gemiddelde installatiegrootte is 7 kWp.</li> </ul>

## 7.3 Evolutie toekomstpad

Het derde toekomstpad is er eentje dat tussenin de meer 'extreme' paden van 'Energie-efficiëntie' en 'Technologie' ligt, namelijk het 'Evolutie' pad. Tabel 7.3 geeft meer uitleg over wat dit toekomstpad precies inhoudt. Voor dit pad verwachten we eerder een medium impact op het LS net.

Tabel 7.3: Betekenis van het 'Evolutie' toekomstpad

 <b>Evolutie toekomstpad</b>	
 <h3>Wonen en renovatie</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Er wordt gerenoveerd maar de minimale vereisten stijgen minder snel.</li><li>• Het tempo van renovaties verloopt volgens de extrapolatie van de huidige trend door Fluvius (Tabel 8.5)</li><li>• Het woningaanbod evolueert kernversterkend (zie ook Sectie 8.1.2, scenario 2).</li></ul>	 <h3>Mobiliteit</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• De automarkt blijft stabiel en het aantal personenvoertuigen blijft constant.</li><li>• Vanaf 2026 zijn zo goed als alle nieuwe wagens elektrisch, vanaf 2029 zijn ze dat allemaal.</li><li>• In statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid van meer dan 5000 inwoners per km<sup>2</sup> heeft slechts 60% van de gezinnen een eigen wagen.</li></ul>
 <h3>Verwarming</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Warmtepompen zijn het nieuwe normaal.</li><li>• Het aantal WP stijgt, grote vermogens zijn ook courant o.w.v. de minder sterke renovatievereisten.</li><li>• Nieuwbouw en renovaties kiezen sowieso voor een WP, maar ook wie zijn stookolie- of gasketel moet vervangen kiest voor een WP.</li><li>• Één derde van de geïnstalleerde WP zijn hybride WP.</li><li>• Individuele verwarmingssystemen genieten de voorkeur. Er wordt dus niet gekozen voor collectieve verwarming d.m.v. warmtenetten, ook niet in stadscentra.</li></ul>	 <h3>Residentiële PV</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Energiedelen, energiecoöperaties etc. zijn eerder een uitzondering.</li><li>• De uitrol van PV-panelen blijft belangrijk.</li><li>• Bij renovatie en nieuwbouw horen de facto zonnepanelen.</li><li>• In 2050 hebben ongeveer 70% van de woningen een PV-installatie.</li><li>• De gemiddelde installatiegrootte is 4 kWp.</li></ul>

## 8 Data en aannames voor de scenario-opbouw

Na het definiëren van de verschillende toekomstpaden bouwen we deze verder uit tot scenario's, door voor elk pad, in elk scenariojaar en voor elk toestel een inschatting te maken van de aantallen van elk toestel. Om aantallen te kunnen inschatten, maken we gebruik van bijkomende aannames die verschillen per scenario. Deze aannames worden verder toegelicht in de volgende secties, die opgebouwd zijn volgens de vier categorieën op basis van dewelke de toekomstpaden besproken werden in Sectie 7.

### 8.1 Wonen en renovatie

#### 8.1.1 Evolutie woningvoorraad

Om een idee te hebben over hoe het aantal woningen zal evolueren, en dus ook het aantal connecties op het LS net, maken we gebruik van de woningvoorraadgegevens van Statistiek Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen, 2021). Hier wordt ervan uitgegaan dat het aantal woningen jaarlijks met 1% stijgt. Ook is het belangrijk om aan te geven hoeveel van deze woningen nieuwbouwwoningen en bestaande woningen zijn. Dit wordt weergegeven in Tabel 8.1.

De gegevens over nieuwbouw en bestaande woningen zijn nodig om in een volgend stadium te kunnen inschatten (i) hoeveel nieuwbouwwoningen er in een greenfield gebouwd zullen worden (m.a.w., in een nieuwe wijk of ontwikkeling met een nieuwe te leggen distributienet, en dus sowieso aangesloten op een voldoende sterk LS net), (ii) hoeveel nieuwbouwwoningen in verdichtingsprojecten gebouwd worden (m.a.w., aangesloten op een bestaand LS net, dat dus mogelijk bijkomend versterkt zal moeten worden), en (iii) welke bestaande woningen op welk moment gerenoveerd zullen worden en tot welk EPC-label (want de renovatiegraad van een woning heeft een impact op het energie- en elektriciteitsverbruik en bepaalt zo ook deels of en in welke mate bestaande LS netten versterkt moeten worden). Deze aspecten worden verder uitgelicht in Sectie 8.1.2 (locatie van de nieuwbouwwoningen) en Sectie 8.1.3 (evolutie van renovatie).

Tabel 8.1: Evolutie van de woningvoorraad (Bron: Statistiek Vlaanderen, 2021)

	2022	2030	2040	2050
Aantal bestaande woningen	3,353,454	3,353,454	3,353,454	3,353,454
Aantal nieuwe woningen (cumulatief t.o.v. 2022)	-	241,903	618,056	1,033,564
Totaal aantal woningen	3,353,454	3,595,356	3,971,510	4,387,018

#### 8.1.2 Verdichting

In deze sectie gaan we dieper in op de mogelijke locaties van de nieuwbouwwoningen. We doen hiervoor beroep op de studie 'Waar woont de Vlaming in 2035', uitgevoerd door 'Spatie maakt ruimte', VITO en HIVA-KULeuven voor het Departement Omgeving (Verachtert et al., 2021).

In deze studie werd onderzocht hoeveel woningen van welk type er nodig zal zijn, uitgaande van de Vlaamse huishoudensprognoses tot 2035. Daarnaast werd bekeken hoeveel ruimte voor nieuwe woningen er nog beschikbaar is, en hoeveel woningen van welk type daarop gerealiseerd kunnen worden. Ten derde werd dan bekeken of het potentiële woningaanbod in lijn ligt met de toekomstige behoefte.

In de studie werd uitgegaan van een toekomstige extra woonbehoefte van 295.000 woningen tussen 2020 en 2035. Om te bekijken van welk type deze woningen dienen te zijn werd gewerkt met 3 scenario's:

- **Scenario 1 'status quo'**: de verschillende types huishoudens blijven het woongedrag vertonen zoals 'vandaag' vastgesteld. Onbebouwde percelen met een woonbestemming komen allemaal in aanmerking, die onbebouwde percelen worden ingevuld met woningtypes en aan dichtheden die in de directe omgeving worden vastgesteld, dus 'in harmonie'.
- **Scenario 2 'Richting een kernversterkend woningaanbod'**: de vastgestelde trend sinds 2001 naar steeds meer wonen in compactere woningtypes, wordt doorgetrokken naar 2035. Onbebouwde percelen met een woonbestemming komen allemaal in aanmerking, m.u.v. clusters van percelen die niet aan een uitgeruste weg

liggen. Die onbebouwde percelen worden ingevuld met woningtypes en aan dichtheden die in de directe omgeving worden vastgesteld, dus 'in harmonie'.

- **Scenario 3 'Compact en kernversterkend woningaanbod'**: vertrekt van het trendscenario, maar er wordt aangenomen dat het wonen in open en halfopen gebouwde eengezinswoningen niet meer toeneemt vanaf 2025: die behoefte wordt gecompenseerd door meer eengezinswoningen in gesloten bebouwing (rijwoningen). Enkel de onbebouwde percelen met een woonbestemming die een 'positieve' uitspraak of 'geen uitspraak' op de kanskaart 'ruimtelijk uitbreiden' hebben komen in aanmerking voor ontwikkeling. Die onbebouwde percelen worden aan een hogere dichtheid en enkel met compacte woontypes (meergezinswoningen, rijwoningen).

De studie resulteerde in de getallen i.v.m. woningbehoefte, en potentieel aan woningen op reeds bebouwde en nog onbebouwd percelen, zoals gegeven in Tabel 8.2.

Op basis van deze getallen extrapoleerden we het percentage nieuwe bebouwing op een reeds bebouwde percelen, het percentage aan een uitgeruste weg, en het percentage nieuwe bebouwing op een greenfield. Deze percentages worden eveneens gegeven in Tabel 8.2.

Tabel 8.2: Aandeel nieuwbouw in verdichting versus greenfield (Bron: eigen aannames op basis van Verachtert et al., 2021)

	Scenario 1 Status-quo	Scenario 2 Richting een kernversterkend woningaanbod	Scenario 3 Compact en kernversterkend woningaanbod
Woningbehoefte 2035 (netto-groei)	294.655	294.655	294.655
Potentieel aantal woningen op reeds bebouwde percelen	62.032	91.004	187.652
Potentieel aantal woningen op onbebouwde percelen	568.199	381.248	707.607
Potentieel aantal woningen op onbebouwde percelen aan uitgeruste weg	358.780	275.190	505.120
% van woningen op bebouwde percelen:	0,21	0,31	0,64
% nieuwe bebouwing aan uitgeruste weg	0,50	0,50	0,26
% greenfield	0,29	0,19	0,10

De resultaten de studie koppelen we als volgt met de scenario's die gehanteerd worden binnen dit werk:

- Voor het "Energie-efficiëntie" scenario nemen we de cijfers over uit het bovenstaande "scenario 3- Compact en kernversterkend woningaanbod"
- Voor het "Technologie" scenario nemen we de cijfers over uit het bovenstaande "scenario 1- status-quo".
- Voor het "Evolutie" scenario nemen we de cijfers over uit het bovenstaande "scenario 2 - Richting een kernversterkend woningaanbod".

### 8.1.3 Renovatietrajecten

Zoals eerder vermeld is het belangrijk om te weten welke bestaande woningen op welk moment gerenoveerd zullen worden tot welk EPC-label. Deze renovatietrajecten zijn belangrijk bij het inschatten van de aantallen en vermogens van WPn en aantallen PV-installaties voor de verschillende scenario's.

Om voor de verschillende toekomstpaden renovatietrajecten uit te tekenen maken we gebruik van de mogelijke evoluties waarop het Investeringsplan van Fluvius (Fluvius, 2022) zich baseerde, en worden drie verschillende renovatietrajecten geselecteerd. Deze trajecten geven aan hoe het aantal bestaande woningen zal evolueren op basis van hun EPC-label. De trajecten zijn de volgende: (i) de renovatiegraad o.b.v. het langetermijndoel uit het VEKP waarbij alle bestaande woningen in 2050 een label A hebben (Tabel 8.3), (ii) de renovatiegraad o.b.v. de praktische evolutie van het VEKP waarbij 70% van

de bestaande woningen een label A heeft in 2050 (Tabel 8.4), en (iii) de renovatiegraad die door Fluvius geëxtrapoleerd werd o.b.v. de huidige trends, waarbij slechts 30% van de bestaande woningen in 2050 een label A heeft en 50% een label B (Tabel 8.5)<sup>5</sup>.

Tabel 8.3: Renovatiegraad o.b.v. het langetermijndoel van het VEKP (Bron: Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019)

% van woningen	2020	2030	2040	2050
label A	5	15	50	100
label B/C	40	33	20	0
label D/E/F	55	52	30	0
Aantal bestaande woningen	2020	2030	2040	2050
label A	167.673	503.018	1.676.727	3.353.454
label B/C	1.341.381	1.106.640	670.691	
label D/E/F	1.844.399	1.743.796	1.006.036	

Tabel 8.4: Renovatiegraad o.b.v praktische evolutie VEKP (Bron: Fluvius, 2022)

% van woningen	2020	2030	2040	2050
label A	5	19	45	70
label B/C	40	46	40	24
label D/E/F	55	35	15	6
Aantal bestaande woningen	2020	2030	2040	2050
label A	167.673	637.156	1.509.054	2.347.418
label B/C	1.341.381	1.542.589	1.341.381	804.829
label D/E/F	1.844.399	1.173.709	503.018	201.207

Tabel 8.5: Renovatiegraad o.b.v. een extrapolatie van de huidige trends (Bron: Fluvius, 2022)

% van woningen	2020	2030	2040	2050
label A	5	10	20	30
label B/C	40	40	45	50
label D/E/F	55	50	35	20
Aantal bestaande woningen	2020	2030	2040	2050
label A	167.673	335.345	670.691	1.006.036
label B/C	1.341.381	1.341.381	1.509.054	1.676.727
label D/E/F	1.844.399	1.676.727	1.173.709	670.691

Vervolgens worden deze trajecten gekoppeld aan de verschillende scenario's, namelijk

- 'Energie-efficiëntie' volgt het **langetermijndoel van het VEKP**
- 'Technologie' volgt de **praktische evolutie van het VEKP**
- 'Evolutie' volgt de **extrapolatie van de huidige trends**.

In een volgende fase worden de aantallen bestaande woningen en hun EPC-label gebruikt om inschattingen te maken over het aantal WPn en PV-installaties, op basis van de aannames voor elk scenario.

<sup>5</sup> Bemerkt wel dat dit renovatiescenario verder niet gebruikt werd in het investeringsplan van Fluvius.

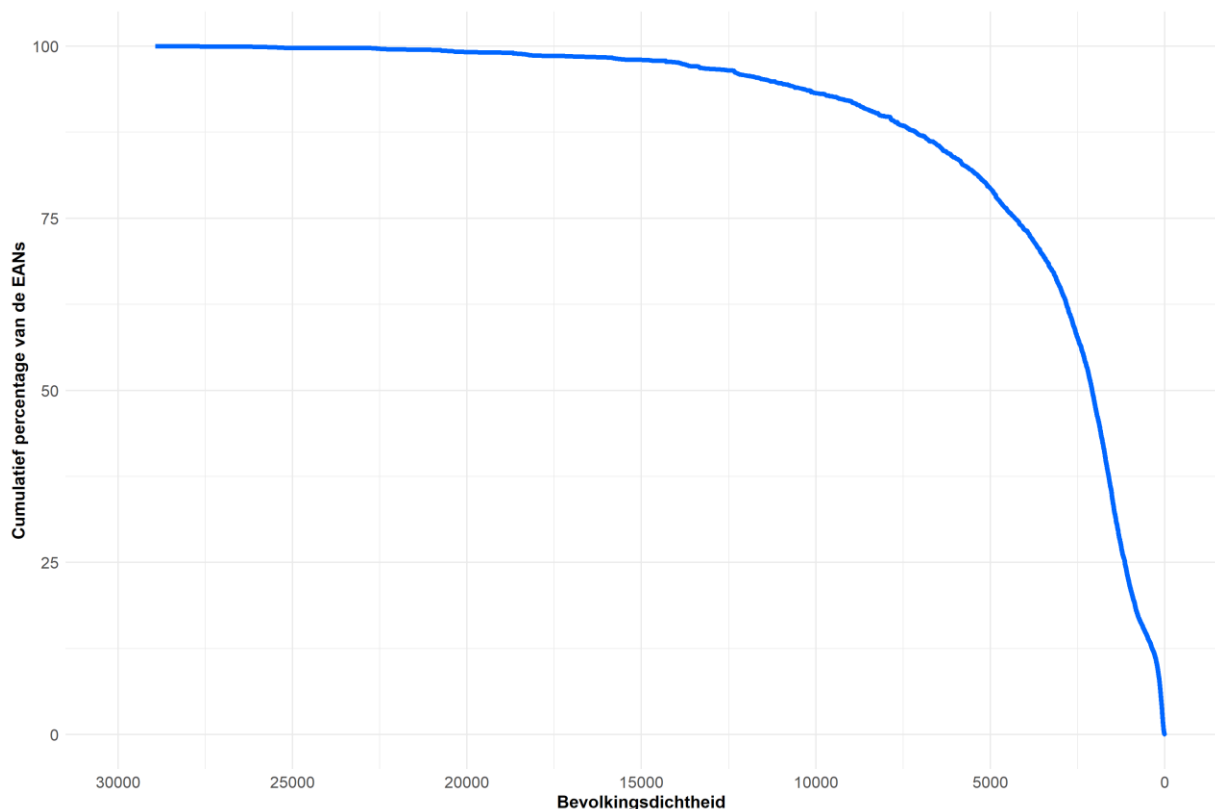
## 8.2 Verwarming

Na het bepalen van de renovatietrajecten voor de verschillende scenario's, worden deze trajecten toegepast op de verschillende scenario's. We bepalen, per scenario, het aantal WPn, het totale vermogen van de WPn en de gelijktijdigheid van de WPn.

### 8.2.1 Aantallen WPn

Als we de aantallen nieuwbouwwoningen en bestaande woningen, de verschillende renovatietrajecten en de aanwezigheid van warmtepompen en hun vermogen samenbrengen, kunnen we berekenen hoeveel warmtepompen er in elk scenario aanwezig zijn. Extra aannames die in rekening gebracht moeten worden zijn de aanwezigheid van warmtenetten en hybride warmtepompen.

**Energie-efficiëntie:** In het 'Energie-efficiëntie' scenario zijn geen hybride WPn aanwezig maar wordt er wel sterk ingezet op warmtenetten in gebieden met een hoge woondichtheid. Daarbij veronderstellen we dat in statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid van meer dan 10000 inwoners per km<sup>2</sup> een warmtenet gelegd wordt en er in die gebieden dus geen WPn zijn. Dit komt neer op 6,82% minder WPn. Dit getal leiden we af door per statistische sector het procentuele aantal EANS, te vergelijken met de bevolkingsdichtheid. Cumulatief geeft dit de grafiek die weergegeven is in Figuur 8.1. Als we dan kijken naar bevolkingsdichtheid 10.000, zien we dat 6,82% van de EANS zich bevindt in een statistische sector met een bevolkingsdichtheid groter dan 10.000.



Figuur 8.1: Cumulatief percentage van de EAN nummers in functie van de bevolkingsdichtheid per statistische sector

We nemen verder aan dat dat percentage evenredig verdeeld is over alle type woningen. We berekenen dus eerst het aantal WPn per woningtype op basis van de woningvoorraad en renovatiegraad (in dit geval de lange termijn doelen vanuit het VEKP) en reduceren dit met 6,82%. Er worden warmtepompen verondersteld in alle nieuwbouwwoningen en daarnaast in alle woningen met EPC label A en B.

Tabel 8.6 geeft het overzicht van het aantal WPn voor het scenario 'Energie-efficiëntie'.

Tabel 8.6: Aantal WPn voor scenario 'Energie-efficiëntie'

Aantal WPn	2030	2040	2050
Nieuwbouw	225.405	575.905	963.075
EPC label A	468.712	1.562.374	3.124.748
EPC label B	515.583	312.475	-
EPC label C	-	-	-
<b>Totaal aantal WPn</b>	<b>1.209.700</b>	<b>2.450.754</b>	<b>4.087.823</b>

**Technologie:** In het 'Technologie' scenario zijn geen hybride WPn en geen warmtenetten aanwezig. We berekenen hier enkel het aantal WPn per woningtype op basis van de woningvoorraad en renovatiegraad (in dit geval de praktische evolutie van de langetermijndoelen). We veronderstellen warmtepompen in alle nieuwbouwwoningen, en in alle woningen met EPC-label A en B. Vanaf 2040 veronderstellen we ook warmtepompen in woningen met label C. Tabel 8.7 geeft het overzicht van het aantal WPn voor het scenario 'Technologie'.

Tabel 8.7: Aantal WPn voor scenario 'Technologie'

Aantal WPn	2030	2040	2050
Nieuwbouw	241.903	618.056	1.033.564
EPC label A	637.156	1.509.054	2.347.418
EPC label B	771.294	670.691	402.414
EPC label C	-	670.691	402.414
<b>Totaal aantal WPn</b>	<b>1.650.353</b>	<b>3.468.492</b>	<b>4.185.811</b>

**Evolutie:** In het 'Evolutie' scenario zijn er geen warmtenetten aanwezig maar gaan we er wel van uit dat twee derde van de WPn hybride WPn zijn. Deze worden niet meegenomen in de tabellen omdat zij op piekbelastingmomenten geen impact op het LS net hebben (de bijstook via gas neemt het over op extreem koude dagen)<sup>6</sup>. We berekenen hier het aantal WPn per woningtype op basis van de woningvoorraad en renovatiegraad (in dit geval de extrapolatie van de huidige trends) en reduceren dit met 33% om tot zuiver elektrische WPn te komen. Opnieuw veronderstellen we warmtepompen voor alle nieuwbouwwoningen en woningen met label A en B. Tabel 8.8 geeft het overzicht van het aantal WPn voor het scenario 'Evolutie'.

Tabel 8.8: Aantal WPn voor scenario 'Evolutie'

Aantal WPn	2030	2040	2050
Nieuwbouw	161.268	412.038	689.043
EPC label A	223.564	447.127	670.691
EPC label B	447.127	503.018	558.909
EPC label C	-	-	-
<b>Totaal aantal WPn</b>	<b>831.959</b>	<b>1.362.183</b>	<b>1.918.642</b>

Een vergelijkende tabel met totale aantallen WPn per scenario en een grafiek waarop deze aantallen geplotted worden samen met de literatuurbronnen kan gevonden worden in Sectie 9.1.

### 8.2.2 Warmtepompvermogens en gelijktijdigheid

Op basis van de totale aantallen WPn per type woning kunnen we berekenen wat het totale warmtepompvermogen is en zo dus ook de totale impact op het LS. Tabel 8.9 geeft een overzicht van de gebruikte vermogens voor de WPn per type woning. Op basis van de publieke bronnen, en op basis van niet-publieke analyses door Fluvius van digitale meter, nemen we aan dat nieuwbouwwoningen en woningen gerenoveerd tot label A typisch een vermogen van 3 kW hebben, en dat in

<sup>6</sup> Een belangrijke kanttekening bij deze assumptie, is dat recente inzichten uit Nederland (BDH, 2022) aantonen dat hybride warmtepompen ook op koude dagen toch nog elektrisch verbruik hebben en dus mogelijk bijdragen aan de elektrische piek. In de 2024 update van deze studie zal dit aspect beter in kaart gebracht worden, en zullen de assumpties rond hybride warmtepompen dus mogelijk aangepast worden.

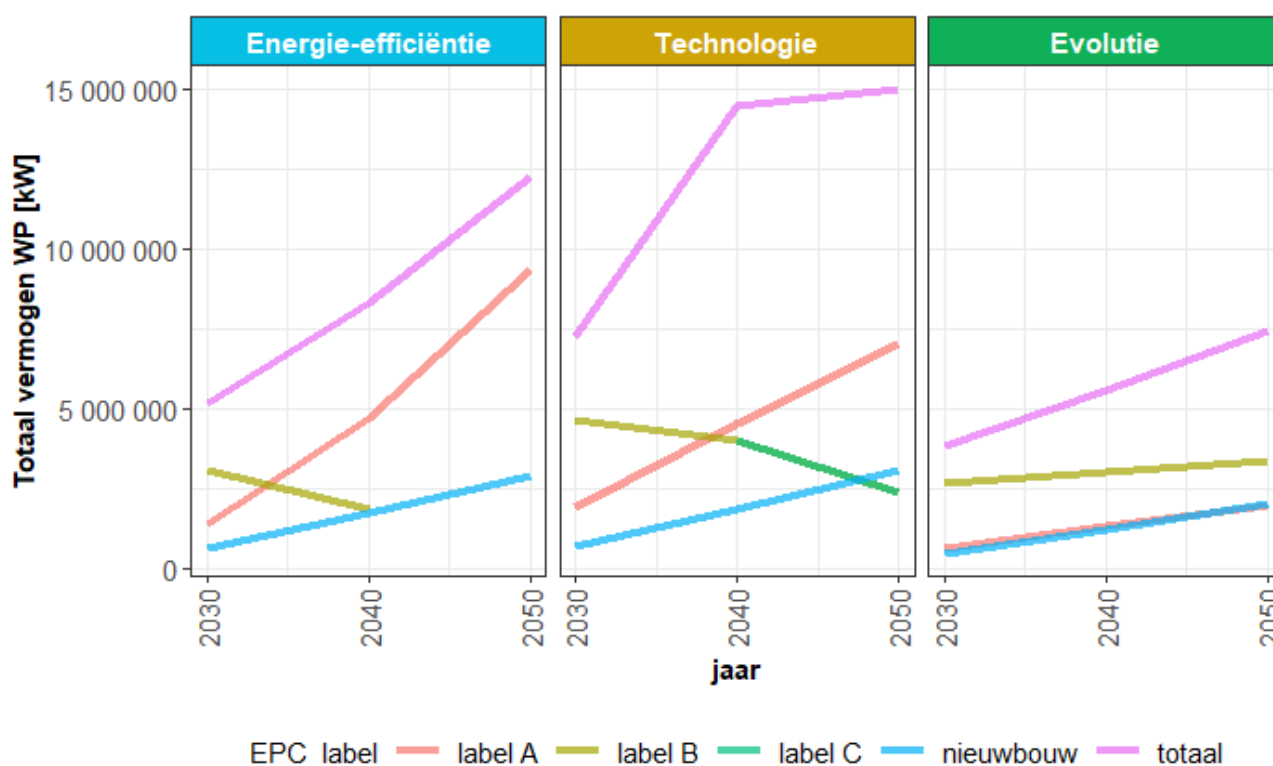
bestaande woningen gerenoveerd tot label B of C typisch een WP-vermogen van 6 kW aanwezig is. Voor de lagere labels (D/E/F) veronderstellen we dat er geen of een verwaarloosbaar aantal WPn aanwezig zijn.

Wat betreft de gelijktijdigheid van deze warmtepompen gaan we voor de drie scenario's uit van een gelijktijdigheid van 50% voor de nieuwbouwwoningen en de woningen met label A, en een gelijktijdigheid van 75% voor de woningen met label B of C.

Tabel 8.9: WP vermogen per type woning

Type woning	Vermogen WP (kW)	Gelijktijdigheid
Nieuwbouw/ EPC label A	3	50%
EPC label B/C	6	75%
EPC label D/E/F	-	-

Figuur 8.2 toont dan het totale berekende WP-vermogen per scenario, zowel het totaal per type woning als het totaal van alle WPn samen.



Figuur 8.2: Overzicht van het totaal geschatte vermogen van de residentiële WPn in Vlaanderen voor de verschillende scenario's.

Uit de figuur blijkt dat het laagste totale vermogen voorkomt bij het 'Evolutie' scenario. De reden hiervoor is voornamelijk de aanwezigheid van hybride warmtepompen. Het hoogste totale vermogen zien we in het 'Technologie' scenario. De voornaamste reden hiervoor is het ontbreken van warmtenetten en hybride WPn.

## 8.3 Residentiële PV

### 8.3.1 Aantallen PV-installaties

Voor het bepalen van het aantal PV-installaties kijken we per scenario hoeveel nieuwbouwwoningen er zijn en hoe het renovatietraject er uitziet. Voor de berekening van het totale vermogen houden we ook rekening met de gemiddelde installatiegrootte.



**Energie-efficiëntie:** Om het totale aantal PV-installaties voor het ‘Energie-efficiëntie’ scenario te berekenen, vertrekken we vanuit het aantal huidige installaties. Op basis van de zonnekaart<sup>7</sup> weten we dat er in 2022 744,081 PV installaties waren. Hierbij tellen we, voor 2030, 2040 en 2050, de voorziene installaties voor elke nieuwbouwwoning (zie Tabel 8.1). Daarbij tellen we voor elk van diezelfde jaren ook nog de PV-installaties die geïnstalleerd worden bij renovatie (in dit scenario volgens het langetermijndoel VEKP). Tabel 8.10 geeft de resultaten van deze berekening weer.

Tabel 8.10: Aantal PV installaties voor scenario ‘Energie-efficiëntie’

Aantal PV installaties	2030	2040	2050
Nieuwbouw	241.903	618.056	1.033.564
Renovaties	1.079.426	2.253.135	3.353.454
<b>Totaal aantal installaties</b>	<b>1.321.329</b>	<b>2.871.191</b>	<b>4.387.018</b>

**Technologie:** Om het totale aantal PV-installaties voor het ‘Technologie’ scenario te berekenen, vertrekken we opnieuw vanuit het aantal huidige installaties. Vervolgens gaan we er, tot 2030, van uit dat er 1 GW PV per jaar bijkomt, waarvan 60% residentieel is. Van 2030 tot 2050 gaan we ervan uit dat er 2 GW PV per jaar bijkomt, waarvan 60% residentieel is. We houden hier dus niet apart rekening met het aantal nieuwbouwwoningen. Tabel 8.11 geeft de resultaten van deze berekening weer.

Tabel 8.11: Aantal PV installaties voor scenario ‘Technologie’

Aantal PV installaties	2030	2040	2050
<b>Totaal aantal installaties</b>	<b>1.344.081</b>	<b>3.058.367</b>	<b>4.387.018</b>

**Evolutie:** Om het totale aantal PV-installaties voor het ‘Evolutie’ scenario te berekenen, vertrekken we, zoals in de vorige twee gevallen, vanuit het aantal huidige installaties. Hierbij tellen we, voor 2030, 2040 en 2050, de voorziene installaties voor elke nieuwbouwwoning (zie Tabel 8.1). Daarbij tellen we voor elk van diezelfde jaren ook nog de PV-installaties die geïnstalleerd worden bij renovatie (volgens de extrapolatie van de huidige trend). Tabel 8.12 geeft de resultaten van deze berekening weer.

Tabel 8.12: Aantal PV installaties voor scenario ‘Evolutie’

Aantal PV installaties	2030	2040	2050
Nieuwbouw	241.903	618.056	1.033.564
Renovaties	911.754	1.414.772	1.917.790
<b>Totaal aantal installaties</b>	<b>1.153.656</b>	<b>2.032.828</b>	<b>2.951.354</b>

Een vergelijkende tabel met totale aantallen PV-installaties per scenario en een grafiek waarop deze aantallen geplott worden samen met de literatuurbronnen kan gevonden worden in Sectie 9.2.

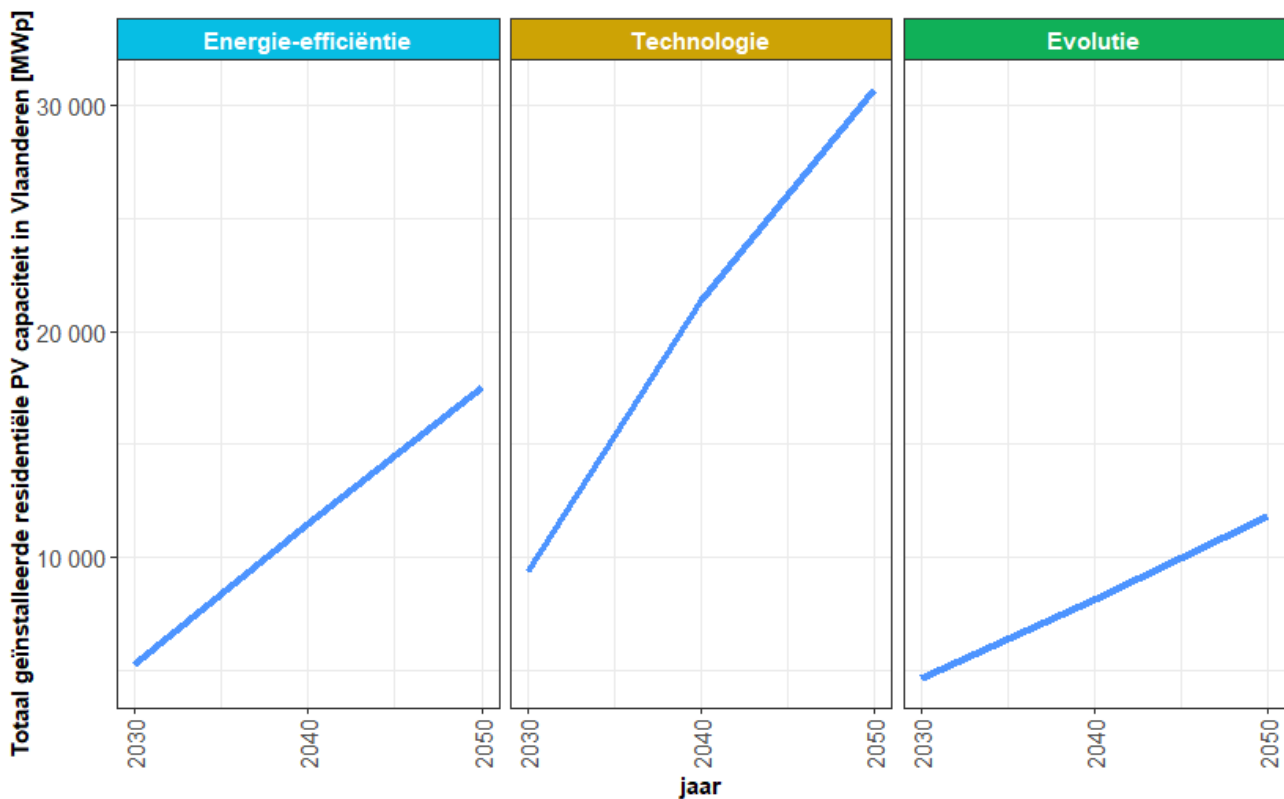
### 8.3.2 PV-capaciteit en gelijktijdigheid

Voor het ‘Energie-efficiëntie’ en ‘Evolutie’ scenario veronderstellen we een gemiddelde PV-installatie van 4kWp. Voor het ‘Technologie’ scenario veronderstellen we daarentegen 7 kWp gemiddeld.

Figuur 8.3 geeft een overzicht van de totaal geïnstalleerde PV-capaciteit op Vlaams niveau voor de verschillende scenario’s. De verschillen tussen de scenario’s kunnen verklaard worden door het verschil in aantal installaties (zie bovenstaande sectie) en het verschil in de gemiddelde PV-capaciteit per installatie.

Voor PV veronderstellen we een gelijktijdigheid van 85% voor elk van de drie scenario’s.

<sup>7</sup> <https://www.vlaanderen.be/veka/energie-en-klimaatbeleid-in-cijfers/energiekaart#gegevens-selecteren-en-downloaden>



Figuur 8.3: Totaal geïnstalleerde residentiële PV capaciteit in Vlaanderen voor de verschillende scenario's

Een vergelijkende tabel met het totaal geïnstalleerd vermogen per scenario en een grafiek waarop deze aantallen geplott worden samen met de literatuurbronnen kan gevonden worden in Sectie 9.2.

## 8.4 Mobiliteit

### 8.4.1 Aantallen EVs

**Energie-efficiëntie:** Voor het bepalen van het aantal EVs in het 'Energie-efficiëntie' scenario starten we van het huidige aantal EVs in Vlaanderen (i.e., 67,102) (VITO, n.d.). We veronderstellen dat de groei van het aantal nieuwe wagens -5% is. Dit is een significant lagere groei dan de -0.9% groei van de voorbije jaren. Met andere woorden, het totaal aantal auto's neem in de toekomst versneld verder af volgens dit scenario. De nieuwe wagens veronderstellen we allemaal elektrisch (volgens het huidig beleid zullen vanaf 2030 alle nieuwe wagens elektrisch zijn). Daarbovenop nemen we aan dat jaarlijks 6% van de EVs vervangen wordt. Dit is gelijk aan de huidige vervangingsgraad.

Tabel 8.13 geeft een overzicht van de berekende evolutie van het aantal EVs.

Tabel 8.13: Aantal EVs voor scenario 'Energie-efficiëntie'

	2030	2040	2050
Aantal EVs	1,349,721	2,120,941	2,404,327

**Technologie :** Voor het bepalen van de aantal EVs in het 'Technologie' scenario starten we van het huidige aantal EVs (i.e., 67,102) (VITO, n.d.). We nemen aan dat de groei van het aantal nieuwe wagens -0,9 % is, identiek aan de gemiddelde groei van de voorbije jaren, en dat jaarlijks 6% van de wagens vervangen wordt, eveneens gelijk aan de huidige vervangingsgraad. We veronderstellen hierbij dat alle nieuwe wagens elektrisch zijn, volgens het huidig beleid zullen vanaf 2030 alle nieuwe wagens elektrisch zijn.

Tabel 8.14 geeft een overzicht van de berekende evolutie van het aantal EVs.

Tabel 8.14: Aantal EVs voor scenario 'Technologie'

	2030	2040	2050
Aantal EVs	1,645,459	3,011,776	3,758,231

**Evolutie:** Voor het bepalen van het aantal EVs in het 'Evolutie' scenario starten we van het huidige aantal EVs (i.e., 67,102) (VITO, n.d.). We nemen aan dat de groei van het aantal nieuwe wagens -3 % is, dit is een lagere groei dan het gemiddelde van de voorbije jaren maar minder laag dan in het 'Energie-efficiëntie' scenario. We veronderstellen net zoals in de andere scenario's dat alle nieuwe wagens elektrisch zijn. Eveneens nemen we net zoals in de andere scenario's aan dat jaarlijks 6% van de wagens vervangen wordt.

Tabel 8.14 geeft een overzicht van de berekende evolutie van het aantal EVs.

Tabel 8.15: Aantal EVs voor scenario 'Evolutie'

	2030	2040	2050
Aantal EVs	1,489,287	2,516,543	2,976,617

Een vergelijkende tabel met totale aantallen EVs per scenario en een grafiek waarop deze aantallen geplott worden samen met de literatuurbronnen kan gevonden worden in Sectie 9.3.

#### 8.4.2 Laadgedrag EVs

Het gedrag van de netgebruiker (de EV-gebruiker in dit geval), bepaalt aan welk vermogen de EV wordt opgeladen en wanneer die wordt opgeladen. Dit gedrag bepaalt ook de gelijktijdigheid van alle laadsessies op een feeder. Het reële laadvermogen van EVs kunnen we halen uit digitale meter data. Fluvius heeft een dergelijke analyse uitgevoerd, en vanuit die analyse werd de vermogensverdeling van de laadvermogens zoals gegeven in Tabel 8.16 geëxtraheerd.

Tabel 8.16: Vermogensverdeling laadgedrag EVs, vanuit analyse digitale meterdata.

Laadvermogen	Frequentie voorkomen
2,3 kW	50%
3,7 kW	35%
7,4 kW	8%
11 kW	8%

Om vanuit deze informatie de laadvermogens en de bijhorende gelijktijdigheid te koppelen met de voorgestelde scenario's worden de volgende principes gevolgd:

- **Energie-efficiëntie:** Er wordt geladen aan een lagere laadsnelheid, want er is een hoger bewustzijn wat betreft de impact op het net, en er wordt volop ingezet op slim laden. We volgen daarom de vermogensverdeling vanuit de data-analyse van de digitale meterdata. Daarnaast wordt tijdens 20% van de laadsessies op middenspanning opgeladen via collectieve laadpleinen.
- **Technologie:** Een EV opladen via een 'klassiek stopcontact' komt niet voor, er wordt overal minstens een laadpaal voorzien van minimum 3.7 kW. Daarnaast wordt ook volop ingezet op slim laden. Mono traag laden aan 7.4kW komt niet voor, omwille van de hoge netimpact. Daarnaast wordt tijdens 10% van de laadsessies op middenspanning opgeladen.
- **Evolutie:** In dit scenario gaan we uit van iets hogere laadsnelheden dan in de andere scenario's: mono traag laden aan 7.4kW is courant, zoals ook zichtbaar is in de analyse van de slimme meter data vandaag. Er wordt eveneens vaker opgeladen aan 11 kW.

Een overzicht van de verdeling van de laadsnelheden, en de bijhorende gelijktijdigheid in de verschillende scenario's wordt getoond in Tabel 8.17. Voor de volledigheid werd de verdeling die vorig jaar gebruikt werd in het business-as-usual scenario toegevoegd. De tabel toont voor elk scenario de gemiddelde bijdrage aan de feederpiek (op LS) gegeven de voorgestelde vermogensverdeling en gelijktijdigheden. Deze aannames voor de gelijktijdigheid zijn gebaseerd op een niet publieke analyse door Fluvius van digitale meter data.

Tabel 8.17: Overzicht van de verdeling van de laadvermogens in de verschillende scenario's.

	Energie-efficiëntie		Technologie		Evolutie		BAU-scenario vorig jaar:	
	Vermogen verdeling	Gelijktijdigheid	Vermogen verdeling	Gelijktijdigheid	Vermogen verdeling	Gelijktijdigheid	Vermogen verdeling	Gelijktijdigheid
Mono laden - traag 2.3kW	40%	0.65			15%	0.65		
Mono laden - traag 3.7 kW	28%	0.4	40%	0.4	20%	0.4	36%	0.7
Mono laden - snel 7.4 kW	6%	0.6			10%	0.6		
3F - Full 11 kW	6%	0.4	30%	0.4	35%	0.4	45%	0.6
3F - Full 22 kW			20%	0.2	10%	0.2	9%	0.5
Opladen MS	20%		10%		10%		10%	
Gemiddelde bijdrage feeder piek (zonder MS)	1.5kW		2.7kW		2.9kW		4.9kW	

## 9 Overzicht van de aantallen toestellen per scenario

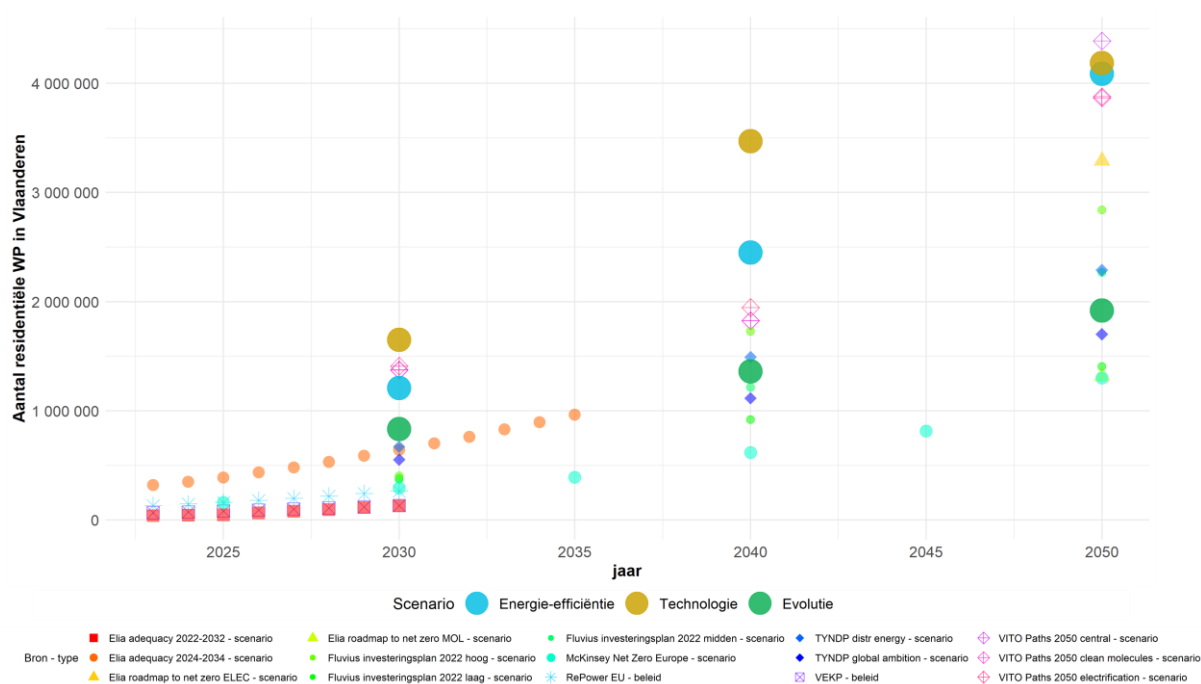
In deze sectie geven we een overzicht van de verschillende aantallen toestellen (en eventueel bijkomende parameters) per scenario.

### 9.1 Warmtepompen

Tabel 9.1 en Figuur 9.1 geven een overzicht van het aantal WPn per scenario en scenariojaar, zowel in tabel- als in grafiekvorm. In Figuur 9.1 kunnen deze aantallen dan nog eens bijkomend vergeleken worden met de getallen uit de literatuur.

Tabel 9.1: Overzicht van het aantal WPn in Vlaanderen per scenario en scenariojaar

Aantal WP	2030	2040	2050
Energie-efficiëntie	1.209.700	2.450.754	4.087.823
Technologie	1.650.353	3.468.492	4.185.811
Evolutie	831.959	1.362.183	1.918.642



Figuur 9.1: Overzichtsfiguur van het aantal geschatte WPn per scenario in vergelijking met de literatuurbronnen

## 9.2 Zonnepanelen

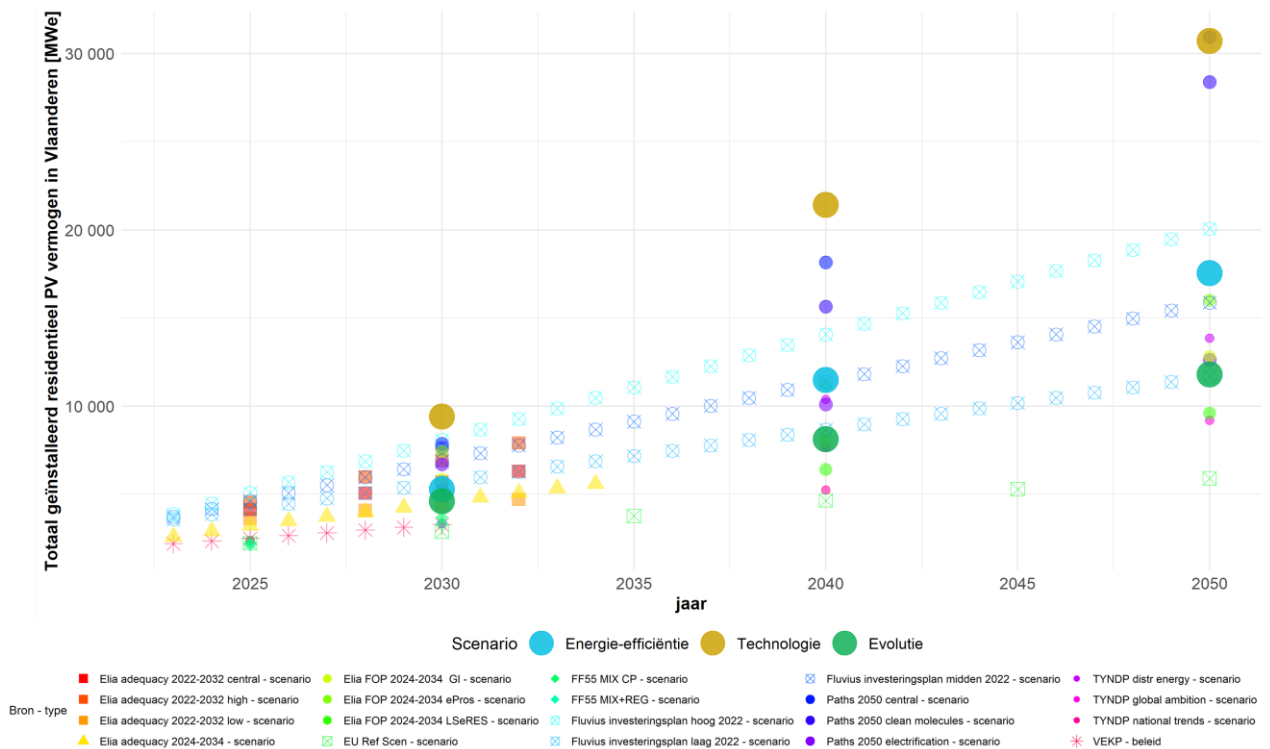
Tabel 9.2, Tabel 9.3 en Figuur 9.2 geven een overzicht van het aantal PV-installaties en totaal vermogen per scenario en scenariojaar, zowel in tabel- als in grafiekvorm. In Figuur 9.2 kunnen deze vermogens dan nog eens bijkomend vergeleken worden met de getallen uit de literatuur. We merken op dat er in september 2023 een totaal van 3593 MWp geïnstalleerd residentieel PV vermogen in Vlaanderen gerapporteerd werd (Vlaamse Overheid, n.d.) terwijl sommige literatuurbronnen deze capaciteit pas voorspellen in de toekomst.

Tabel 9.2: Overzicht van het aantal residentiële PV installaties in Vlaanderen per scenario en scenariojaar

Aantal PV-installaties	2030	2040	2050
Energie-efficiëntie	1.321.329	2.871.191	4.387.018
Technologie	1.344.081	3.058.367	4.387.018
Evolutie	1.153.656	2.032.828	2.951.354

Tabel 9.3: Overzicht van het totaal geïnstalleerd residentieel PV vermogen in Vlaanderen per scenario en scenariojaar

Totaal geïnstalleerd residentieel PV vermogen [MWp]	2030	2040	2050
Energie-efficiëntie	5.285	11.485	17.548
Technologie	9.409	21.409	30.709
Evolutie	4.615	8.131	11.805



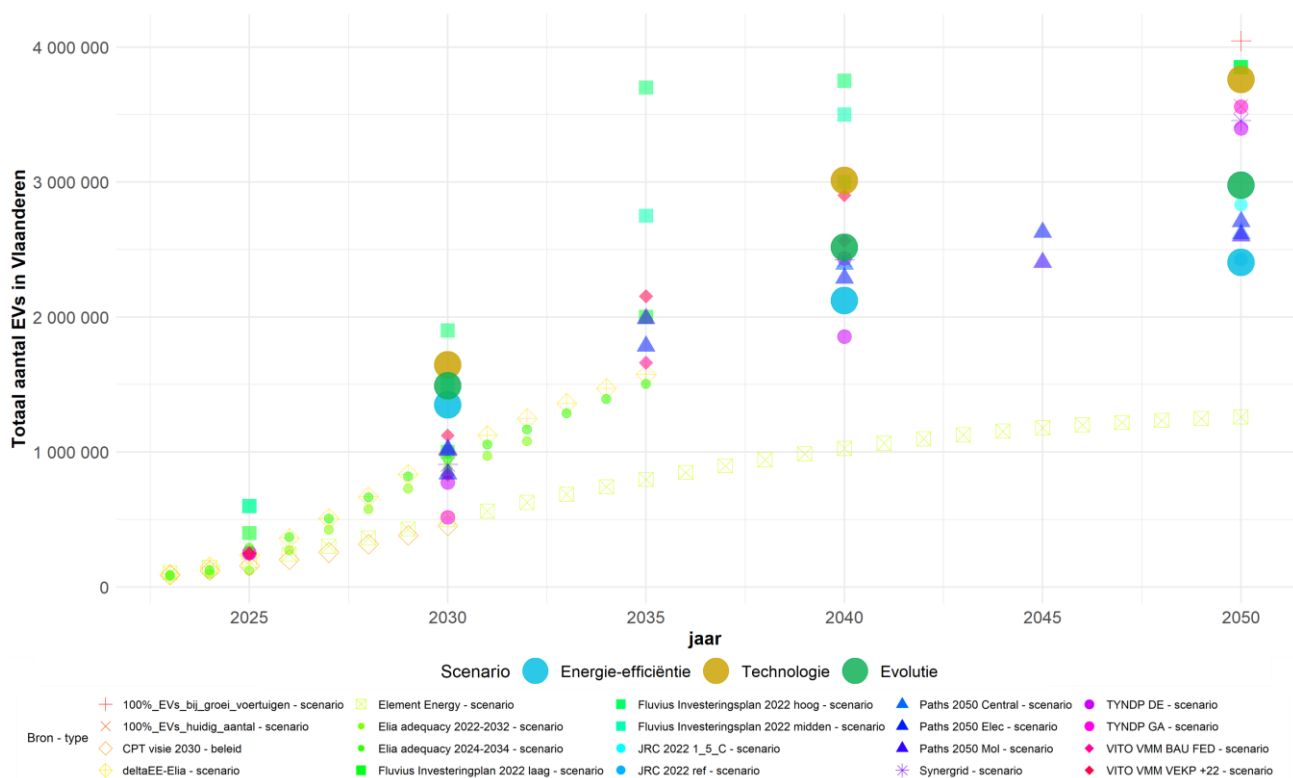
Figuur 9.2: Overzichtsfiguur van het totaal geschatte residentieel PV vermogen per scenario in vergelijking met de literatuurbronnen

### 9.3 Elektrische voertuigen

Tabel 9.4 en Figuur 3.9 geven een overzicht van het aantal EVs per scenario and scenariojaar, zowel in tabel- als in grafiekvorm. In Figuur 9.3 kunnen deze aantallen dan nog eens bijkomend vergeleken worden met de getallen uit de literatuur.

Tabel 9.4: Overzicht van het aantal EVs in Vlaanderen per scenario en scenariojaar

Aantal EVs	2030	2040	2050
Energie-efficiëntie	1.349.721	2.120.941	2.404.327
Technologie	1.645.459	3.011.776	3.758.231
Evolutie	1.489.287	2.516.543	2.976.617



Figuur 9.3: Overzichtsfiguur van het aantal geschatte EVs per scenario in vergelijking met de literatuurbronnen

## 10 Bronnen

- Aalborg University. (2018). *Heat Roadmap Belgium - Quantifying the Impact of Low-carbon*.
- BDH. (2022). *Eindrapportage-Installatiemonitor-v2.1*. <https://www.installatiemonitor.nl/wp-content/uploads/2022/02/Eindrapportage-Installatiemonitor-v2.1.pdf>
- Delta-EE. (2022). *Belgium consumer flexibility potential - Final report for Elia*.
- EHPA. (n.d.). *Market Data*. Retrieved August 26, 2022, from <https://www.ehpa.org/market-data/>
- Element Energy. (2022). *Electric Mobility: Inevitable, or Not? A report for the Platform for Electromobility* (Vol. 44, Issue January). <http://www.element-energy.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2022/01/Electric-mobility-inevitable-or-not.pdf>
- Elia. (2021a). *Adequacy- en flexibiliteitsstudie voor België 2022 - 2032*.
- Elia. (2021b). *Adequacy and Flexibility Study for Belgium 2022-2032*.
- Elia. (2021c). *Roadmap to net zero - Elia Group's vision on building a climate-neutral European energy system by 2050*.
- Elia. (2022a). *Adequacy and Flexibility Study 2024-2034 - Public consultation on the scenario and methodology*.
- Elia. (2022b). *Federaal Ontwikkelingsplan van het transmissienet 2024-2034*.
- EnergyVille. (2021). *Hoeveel hernieuwbare elektriciteit kan er opgewekt worden binnen België? (dynamische energiatlas)*. <https://www.energyville.be/pers/hoeveel-hernieuwbare-elektriciteit-kan-er-opgewekt-worden-binnen-belgie-dynamische>
- ENTSO-E, & ENTSO-G. (2022). *Ten-Year Network Development Plan 2022 - Scenario Report*.
- European Commission. (2018). *COM(2018) 773 - COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK - A Clean Planet for all A European*.
- European Commission. (2021a). *EU Reference Scenario 2020: Energy, transport and GHG emissions - Trends to 2050*. <https://op.europa.eu/s/shWr>
- European Commission. (2021b). *Fit for 55: Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality. COM(2021) 550 Final, 15*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0550>
- European Commission. (2022). *REPowerEU with Clean Energy*. <https://doi.org/10.2775/245144>
- Federaal Planbureau. (2020). *Twintig jaar langetermijnenergievooruitzichten - Een retrospectieve analyse*.
- Federaal Planbureau. (2022). *Vooruitzichten van de transportvraag in België tegen 2040*.
- Federale Overheid. (2019). *Nationaal energie- en klimaatplan 2021-2030*.
- Fluvius. (2022). *Investeringsplan 2023-2032 - Versie 8 juni 2022 voor publieke consultatie*.
- Global Change Data Lab. (n.d.). *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/>



- Hotmaps Project. (2018). *Heating & Cooling outlook until 2050, EU-28*. [https://www.hotmaps-project.eu/wp-content/uploads/2018/05/Hotmaps\\_D5-2\\_v16\\_2019-03-01.pdf](https://www.hotmaps-project.eu/wp-content/uploads/2018/05/Hotmaps_D5-2_v16_2019-03-01.pdf)
- Keramidas, K., Fosse, F., Diaz Rincon, A., Dowling, P., Garaffa, R., Ordonez, J., Russ, P., Schade, B., Schmitz, A., Soria Ramirez, A., Vandyck, T., & Weitzel, M. (2022). *JRC Science for Policy Report: Global Energy and Climate Outlook 2022 : Energy trade in a decarbonised world*. <https://doi.org/10.2760/863694>
- Krause-Jackson, F., & Blas, J. (2015, December 14). Here's Everything That Could Go Wrong in 2016. *Bloomberg Technology*. [https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-12-15/imagine-a-world-where-black-swans-really-do-come-true-in-2016?leadSource=uverify wall](https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-12-15/imagine-a-world-where-black-swans-really-do-come-true-in-2016?leadSource=uverify%20wall)
- McKinsey & Company. (2020). *Net-Zero Europe*.
- openENTRANCE Project. (2022a). *Deliverable 3.2: Quantitative Scenarios for Low Carbon Futures of the European Energy System on Country, Region and Local Level*. <https://openentrance.eu/2022/07/06/quantitative-scenarios-for-low-carbon-futures-of-the-european-energy-system-oncountry-region-and-local-level/>
- openENTRANCE Project. (2022b). *Deliverable 7.: Macro-economic impacts of low-carbon transition*. [http://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2014/06/EY\\_ECF\\_Macro-economic-impacts-of-the-low-carbon-transition\\_Report\\_2014-06-05.pdf%5CnAccessed 25/02/2015](http://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2014/06/EY_ECF_Macro-economic-impacts-of-the-low-carbon-transition_Report_2014-06-05.pdf%5CnAccessed%2025/02/2015)
- Protopapadaki, C. (2018). *A probabilistic framework towards metamodeling the impact of residential heat pumps and PV on low-voltage grids*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33034.72644>
- Protopapadaki, C., & Saelens, D. (2017). Heat pump and PV impact on residential low-voltage distribution grids as a function of building and district properties. *Applied Energy*, 192, 1605–1608. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.238>
- REHVA. (2021). The REHVA European HVAC Journal: EU Green Deal - Fit for 55 by 2030: A paradigm shift on ventilation. *Volume 54, Issue 2, 58(4)*.
- StatBel. (n.d.-a). *Bevolkingsvooruitzichten*. Retrieved June 5, 2023, from <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bevolking/bevolkingsvooruitzichten#panel-14>
- StatBel. (n.d.-b). *Statistische sectoren*. Retrieved September 23, 2022, from [https://statbel.fgov.be/nl/over-statbel/methodologie/classificaties/statistische-sectoren#:~:text=De statistische sector is de,niveau dan het gemeentelijk niveau.](https://statbel.fgov.be/nl/over-statbel/methodologie/classificaties/statistische-sectoren#:~:text=De%20statistische%20sector%20is%20de,niveau%20dan%20het%20gemeentelijk%20niveau.)
- Statistiek Vlaanderen. (2021). *Woningvoorraad*. <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/bouwen-en-wonen/woningvoorraad>
- Synergrid. (2019). *Future impact of EVs on the Belgian electricity network*.
- Van Roy, J. (2015). *Electric vehicle charging integration in buildings: Local charging coordination and DC grids*.
- Verachtert, K., Poelmans, L., & Vanderstraeten, L. (2021). *Waar woont de Vlaming in 2035 ? Een modellering van de woonbehoefte naar de goed gelegen woongebieden - Syntheserapport*. [https://archieff.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/833499/waar\\_woont\\_vlaming\\_in\\_](https://archieff.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/833499/waar_woont_vlaming_in_)

2035.pdf

- VITO/EnergyVille. (2022). *Paths 2050 - The power of perspective*. <https://perspective2050.energyville.be/>
- VITO. (n.d.). *Statistieken van het Belgische wagenpark (2008-2022) - Ecoscore*. Retrieved June 1, 2023, from <https://ecoscore.be/fiches>
- Vlaams Energie- & Klimaatagentschap. (2021). *Warmte in Vlaanderen, rapport 2020*. [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be)
- Vlaamse Milieumaatschappij. (2023). *Optimalisatie vlootprognoses en emissieberekeningen voor wegverkeer als input voor het Vlaams lucht- en klimaatbeleid (nog niet publiek beschikbaar)*.
- Vlaamse Overheid. (n.d.). *Energiekaart Vlaanderen*. Retrieved September 7, 2022, from <https://apps.energiesparen.be/energiekaart/vlaanderen>
- Vlaamse Regering. (2019). *Beleidsnota 2019-2024 Energie, ingediend door Zuhair Demir, Vlaams minister van Justitie en Handhaving, Omgeving, Energie en Toerisme*.
- Vlaamse Regering. (2021). *Clean Power for Transport - Visie 2030 - Op weg naar zero-emissie vervoer*.
- Vlaamse regering, & Vlaams parlement. (2019). *Vlaams Energie- en klimaatplan, VR 2019 0912 DOC.1208/3BIS*.
- VREG. (2023). *Studie over de capaciteit van het laagspanningsdistributienet in Vlaanderen - RAPP-2023-02*. <https://www.vreg.be/nl/document/rapp-2023-02>

## 11 Annex

### 11.1 Elektrische voertuigen

Tabel 11.1: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal personenwagen BEVs in Vlaanderen

Bron	2025	2030	2035	2040	2045	2050
100%_EVs_bij_groei_voertuigen						4.681.260
100%_EVs_huidig_aantal						3.562.000
CPT visie 2030	162.661	506.982				
deltaEE-Elia	236.220	984.994	1.573.316			
Element Energy	198.403	552.749	950.937	1.317.672	1.626.875	1.872.969
Elia adequacy 2022-2032	121.230	872.856				
Elia adequacy 2024-2034	291.850	942.900	1.504.150			
Fluvius Investeringsplan 2022 laag	400.000	1.000.000	2.000.000	3.000.000		3.850.000
Fluvius Investeringsplan 2022 hoog	600.000	1.900.000	3.700.000	3.750.000		3.850.000
Fluvius Investeringsplan 2022 midden	600.000	1.500.000	2.750.000	3.500.000		3.850.000
JRC 2022 1_5_C						3.276.882
JRC 2022 ref						2.808.756
Paths 2050 Central		1.023.531		2.389.765		2.615.750
Paths 2050 Elec		836.918	1.784.108	2.287.575	2.628.262	2.706.559
Paths 2050 Mol		1.011.281	1.989.124		2.403.603	2.600.105
Synergrid		909.225		2.424.601		3.455.056
TYNDP DE	256.748	808.758		2.038.085		3.932.259
TYNDP GA	256.748	539.172		2.674.987		4.119.509
VITO VMM BAU FED	243.323	831.948	1.662.320	2.566.037		
VITO VMM VEKP +22	249.428	1.122.926	2.153.386	2.902.908		

Tabel 11.2 Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal personenwagen BEVs per 1000 inwoners in Vlaanderen

Bron	2025	2030	2035	2040	2045	2050
100%_EVs_bij_groei_voertuigen						621
100%_EVs_huidig_aantal						473
CPT visie 2030	29	79				
deltaEE-Elia	18	125				
Element Energy		130		333		458
Elia adequacy 2022-2032	24	73				
Elia adequacy 2024-2034	38	77				
Fluvius Investeringsplan 2022 laag	38	116		280		522
Fluvius Investeringsplan 2022 hoog						373
Fluvius Investeringsplan 2022 midden						435
JRC 2022 1_5_C						
JRC 2022 ref						
Paths 2050 Central		119		352		
Paths 2050 Elec		161	302	398		
Paths 2050 Mol		272	518			511
Synergrid		215		480		511
TYNDP DE	59	143		412		511
TYNDP GA		146		328		347
VITO VMM BAU FED		120	250	314		
VITO VMM VEKP +22		145	279			

## 11.2 Warmtepompen

Tabel 11.3: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal WPn in de residentiële sector in Vlaanderen

Bron	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elia adequacy 2022-2032	47.892	129.433				
Elia adequacy 2024-2034	389.978	643.569	963.583			
Elia roadmap to net zero ELEC						3.290.263
Elia roadmap to net zero MOL						1.316.105
Fluvius investeringsplan 2022 hoog		403.921		1.727.506		2.840.561
Fluvius investeringsplan 2022 laag		374.258		919.043		1.405.943
Fluvius investeringsplan 2022 midden		382.546		1.213.425		2.268.832
McKinsey Net Zero Europe	162.741	292.935	390.579	618.418	813.707	1.301.932
RePower EU	162.056	265.500				
TYNDP distr energy		672.332		1.493.288		2.290.023
TYNDP global ambition		553.685		1.115.994		1.702.163
VEKP	81.028	132.750				
VITO Paths 2050 central		1.374.943		1.825.488		4.387.018
VITO Paths 2050 clean molecules		1.372.681		1.824.799		3.865.719
VITO Paths 2050 electrification		1.409.975		1.946.366		3.878.415

## 11.3 Zonnepanelen

Tabel 11.4: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het totaal geïnstalleerde PV vermogen op residentiële daken in Vlaanderen [MWe]

Bron	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elia adequacy 2022-2032 central	4134,4	5684,8	0	0	0	0
Elia adequacy 2022-2032 high	4547,84	6925,12	0	0	0	0
Elia adequacy 2022-2032 low	3617,6	4392,8	0	0	0	0
Elia adequacy 2024-2034	3232	4512				
Elia FOP 2024-2034 GI	0	5856	0	8000	0	12800
Elia FOP 2024-2034 ePros	0	7456	0	11200	0	16000
Elia FOP 2024-2034 LSeRES	0	5056	0	6400	0	9600
EU Ref Scen	2230,08	2877,76	3773,12	4645,76	5284,48	5902,72
FF55 MIX CP	2266,56	3698,56	0	0	0	0
FF55 MIX+REG	2143,04	3366,08	0	0	0	0
Fluvius investeringsplan hoog 2022	5074	8074	11074	14074	17074	20074
Fluvius investeringsplan laag 2022	4174	5674	7174	8674	10174	11674
Fluvius investeringsplan midden 2022	4624	6874	9124	11374	13624	15874
Paths 2050 central	0	7857,92	0	18149,76	0	30927,68
Paths 2050 clean molecules	0	7652,8	0	15647,36	0	28376,64
Paths 2050 electrification	0	6700,48	0	10100,16	0	12633,28
TYNDP distr energy	0	5460,16	0	10369,6	0	13857,6
TYNDP global ambition	0	4981,44	0	7651,2	0	9180,48
TYNDP national trends	2384,32	3328	0	5248	0	0
VEKP	2499	3277,61	0	0	0	0

## 11.4 Warmtenetten

Tabel 11.5: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het percentage residentiële warmtenetten in Vlaanderen [%]

Bron	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Aalborg University						37.00
Elia adequacy 2024-2034	4.00					
Elia roadmap to net zero ELEC						15.00
Elia roadmap to net zero MOL						15.00
Fluvius investeringsplan 2022						8.00
McKinsey						33.00
TYNDP distr energy		7.83		14.09		15.99
TYNDP global ambition		13.98		24.81		28.71