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: 26 september 2022

Inhoudstafel

Inhoudstafel 2
Lijst van afkortingen 6
Lijst van figuren 7
Lijst van tabellen 9
1 Inleiding 11
1.1 Doel van dit rapport 11
1.2 Methodologie 12
1.2.1 Algemene methodologie 12
1.2.2 Scenariokeuze 13
1.2.3 Bijdrage van de stuurgroep 13
1.3 Structuur van het rapport 14
2 Bronoverzicht 15
2.1 Heat Roadmap Belgium – Aalborg University (2018) 15
2.2 European Heat Pump Association (EHPA) 15
2.3 Electric Mobility: Inevitable, or Not? – Element Energy (2022) 15
2.4 Elektriciteitsscenario's voor België naar 2050 - Elia (2017) 15
2.5 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia (2021) 16
2.6 EnergyVille, 2017 16
2.7 EU Reference Scenario – Europese Commissie (2021) 16
2.8 RePower EU with Clean Energy – European Commissie (2022) 16
2.9 Klimaatdoelstellingsplan 2030 – European Commissie (2020) 16
2.10 EU strategy on energy system integration – European Commissie (2020) 17
2.11 Hotmaps project (2021) 17
2.12 World Energy Transitions Outlook 2022 - IRENA (2021) 17
2.13 Net-zero Europe - McKinsey & Company (2020) 17
2.14 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) 17
2.15 The REHVA European HVAC Journal – REHVA (2021) 17
2.16 Future impact of EVs on the Belgian electricity network – Synergrid (2019) 18
2.17 Electrical vehicle charging integration in buildings - Doctoraat van J. Van Roy (2015) 18
2.18 Belgian long-term electricity system scenarios – VITO/EnergyVille (2020) 18
2.19 Warmte in Vlaanderen – VEKA (2021) 18
2.20 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille (2022) 18
2.21 Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen – Vlaamse Regering (2020) 19
2.22 Clean Power for Transport Visie 2030 – Vlaamse Regering (2021) 19
2.23 Vlaams Energie- en Klimaat Plan – Vlaamse Regering 19
2.24 Gestructureerd Overzicht 20
3 Elektrische voertuigen 22
3.1 Vlaams Energie- en Klimaatplan en Clean Power for Transport Visie 2030 – Vlaamse Regering 22

3.1.1 Aannames en cijfers 22
3.1.2 Extrapolatie door VITO 22
3.2 EU Referentiescenario 2020 – Europese Commissie 23
3.2.1 Aannames en cijfers 23
3.2.2 Extrapolatie door VITO 24
3.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia 24
3.3.1 Aannames en cijfers 24
3.3.2 Extrapolatie door VITO 26
3.4 Belgian long-term electricity system scenarios – VITO/EnergyVille 27
3.4.1 Aannames en cijfers 27
3.5 IEA world energy outlook 2021 27
3.5.1 Aannames en cijfers 27
3.5.2 Extrapolatie door VITO 28
3.6 World Energy Transitions Outlook 2022 - IRENA 28
3.6.1 Aannames en cijfers 28
3.6.2 Extrapolatie door VITO 28
3.7 Klimaatdoelstellingsplan 2030 - EU 28
3.7.1 Aannames en cijfers 28
3.7.2 Extrapolatie door VITO 29
3.8 “Electric Mobility: Inevitable, or Not?” – Element Energy 2022 29
3.8.1 Aannames en cijfers 29
3.8.2 Extrapolatie door VITO 30
3.9 Future impact of EVs on the Belgian electricity network – Synergrid 2019 30
3.9.1 Aannames en cijfers 30
3.9.2 Extrapolatie door VITO 31
3.10 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille 2022 32
3.10.1 Aannames en cijfers 32
3.10.2 Extrapolatie door VITO 32
3.11 Doctoraat van Juan Van Roy “Electrical vehicle charging integration in buildings” 32
3.11.1 Aannames en cijfers 32
3.11.2 Extrapolatie door VITO 33
3.12 Voorstel scenario 33
3.12.1 Overzichtgrafiek voor de scenario’s 33
3.12.2 Overzichtgrafiek voor Pmax en gelijktijdigheidsfactor 34
4 Warmtepompen 36
4.1 Vlaams Energie- en Klimaat Plan – Vlaamse Regering 36
4.1.1 Aannames en cijfers 36
4.1.2 Extrapolatie door VITO 36
4.2 EU Reference Scenario – Europese Commissie 38
4.2.1 Aannames en cijfers 38
4.2.2 Extrapolatie door VITO 39

4.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia 39
4.3.1 Aannames en cijfers 39
4.3.2 Extrapolatie door VITO 40
4.4 RePower EU with Clean Energy – European Commissie 40
4.4.1 Aannames en cijfers 40
4.4.2 Extrapolatie door VITO 40
4.5 EU Strategie voor Energiesysteemintegratie – Europese Commissie 40
4.5.1 Aannames en cijfers 40
4.5.2 Extrapolatie door VITO 41
4.6 Hotmaps project 41
4.6.1 Aannames en cijfers 41
4.6.2 Extrapolatie door VITO 41
4.7 Net-Zero Europe - McKinsey 42
4.7.1 Aannames en cijfers 42
4.7.2 Extrapolatie door VITO 42
4.8 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille 2022 43
4.8.1 Aannames en cijfers 43
4.8.2 Extrapolatie door VITO 43
4.9 Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen – Vlaamse Regering 43
4.9.1 Aannames en cijfers 43
4.9.2 Extrapolatie door VITO 44
4.10 Doctoraat van Christina Protopapadaki “A probabilistic framework towards metamodeling the impact of residential heat pumps and PV on low-voltage grids” 44
4.10.1 Aannames en cijfers 44
4.10.2 Extrapolatie door VITO 46
4.11 Voorstel scenario 46
4.11.1 Overzichtgrafiek 46
5 Zonnepanelen 48
5.1 Vlaams Energie- en Klimaatplan – Vlaamse Regering 48
5.1.1 Aannames en cijfers 48
5.1.2 Extrapolatie door VITO 48
5.2 EU Referentiescenario 2020 – Europese Commissie 49
5.2.1 Aannames en cijfers 49
5.2.2 Extrapolatie door VITO 49
5.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia 49
5.3.1 Aannames en cijfers 49
5.3.2 Extrapolatie door VITO 50
5.4 Belgian long-term electricity system scenarios – VITO/EnergyVille 50
5.4.1 Aannames en cijfers 50
5.4.2 Extrapolatie door VITO 50
5.5 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille 50
5.5.1 Aannames en cijfers 50

5.5.2 Extrapolatie door VITO 51
5.6 Voorstel scenario 51
5.6.1 Overzichtgrafieken 51
6 Warmtenetten 54
6.1 Vlaams Energie-en Klimaatplan – Vlaamse Regering 54
6.1.1 Aannames en cijfers 54
6.2 Warmtenetrapport - VREG 54
6.2.1 Aannames en cijfers 54
6.3 Warmte in Vlaanderen – VEKA 55
6.3.1 Aannames en cijfers 55
6.4 Net-Zero Europe – McKinsey & Company 56
6.4.1 Aannames en cijfers 56
6.5 Heat Roadmap Belgium – Universiteit Aalborg 57
6.5.1 Aannames en cijfers 57
6.6 Voorstel scenario 57
6.6.1 Overzicht 57
7 Bronnen 58
8 Annex 61
8.1 Elektrische voertuigen 61
8.2 Warmtepompen 62
8.3 Zonnepanelen 63

Lijst van afkortingen

APS	Anounced Pledges Scenario
BEV	batterij elektrische voertuigen
BKG	broeikasgassen
CPE	charge point equivalents
CPT	Clean power for Transport
EHPA	European Heat Pump Association
EV	elektrisch voertuig
HS	hoogspanning
LOESS	locally estimated scatterplot smoothing
LS	laagspanning
MS	middenspanning
NEKP	Nationaal Energie- en Klimaatplan
NZE	Net Zero Emissions by 2050
Pmax	Laadvermogen
PV	Photovoltaics - zonnepanelen
REHVA	Federatie van Europese verenigingen voor verwarming, ventilatie en airconditioning
SMR	kleine modulaire nucleaire reactoren
SoC	State of Charge
STEPS	Stated Policies Scenario
V1G	Geoptimaliseerd laden
V2G	Vehicle-to-grid laden
VEKP	Vlaams Energie- en Klimaatplan
WAM	with additional measures
WEM	with existing measures
WP	warmtepomp

Lijst van figuren

Figuur 1.1: Plan van aan pak voor de studie 11

Figuur 1.2: Overzicht van de gebruikte methodologie 12

Figuur 1.3: Grafische voorstelling van de LOESS-methode (Bron: StatQuest, 2019) 13

Figuur 1.4: Bijdrage van de stuurgroep 13

Figuur 3.1: Evolutie van het aantal reizigerskilometers per vervoerswijze (index 2019=100) (Bron: (Federaal Planbureau, 2022) 23

Figuur 3.2: EU referentie scenario: verwachting van het aantal lichte voertuigen ('Light Duty Vehicles') per type (Bron: European Commission, 2021b) 24

Figuur 3.3: Evolutie van het aantal elektrische voertuigen in België (Bron: Elia, 2021) 25

Figuur 3.4 Laadpatroon van een elektrisch voertuig zoals gemodelleerd in de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 (Bron: Elia, 2021) 26

Figuur 3.5: Aandeel auto's per type aandrijving volgens de verschillende scenario's in het EU 2030 Climate Target Plan (Bron: European Commission, 2020) 28

Figuur 3.6: 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) 30

Figuur 3.7: Aantal elektrische voertuigen in België, zoals ingeschat in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019) 31

Figuur 3.8 : EV laadprofielen zoals aangenomen in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019) 31

Figuur 3.9: EV gelijktijdigheisfactor als een functie van de laadsnelheid en het aantal EVs opgeladen in een appartementsgebouw (Bron: Van Roy, 2015) 33

Figuur 3.10: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal EVs in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames per bron zoals uitgelegd in Secties 3.1 tot 3.9. 34

Figuur 3.11: Overzichtsgrafiek voor de verzamelde datapunten voor Pmax en gelijktijdigheidsfactor 35

Figuur 4.1: Overzicht type data, aannames en bijhorende bronnen 36

Figuur 4.2: Verkoopsevolutie per type warmtepomp (Bron: REHVA, 2021) 37

Figuur 4.3: Hernieuwbare thermische energie voorzien per land en per type WP voor het jaar 2020 (in TWh) (Bron: REHVA, 2021) 38

Figuur 4.4: Elektrische/hybride WP penetratie voor elk scenario in België (Bron: Elia, 2017) 38

Figuur 4.5: Residentiële energievraag per brandstoftype (Bron: European Commission, 2021) 39

Figuur 4.6: Evolutie van de WP installaties in de residentiële en tertiaire sectoren (Bron: Elia, 2021) 39

Figuur 4.7: Totale energievraag voor verwarmen en koelen voor het huidige en ambitieuze scenario voor de EU-28 in TWh (Bron: Hotmaps Project, 2021) 41

Figuur 4.8: Marktpenetratieniveau in % van verschillende verwarmingstechnologieën voor de periode 2017 - 2050. Het aandeel van WP is weergegeven in groen (Bron: McKinsey & Company, 2020) 42

Figuur 4.10: 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) 44

Figuur 4.11: Gelijktijdigheidsfactoren k_s voor verschillende types belasting. Total is de combinatie van alle andere belastingen. Medianen (volle lijnen) en 5de en 95ste percentielen (gekleurde gebieden) worden weergegeven (Bron: Protopapadaki & Saelens, 2017) 45

Figuur 4.12: 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) 45

Figuur 4.13: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor het aantal WPn in woningen voor Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames 47

Figuur 5.1: Overzicht type data en aannames 48

Figuur 5.1: Evolutie van de geïnstalleerde capaciteit voor zonnepanelen per scenario in België (Bron: Elia, 2021) 49

Figuur 5.2: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal geïnstalleerd residentieel PV vermogen voor Vlaanderen , gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames 52

Figuur 5.3: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal PV installaties voor Vlaanderen op laagspanning, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames 53

Figuur 6.1: Het warmteverbruik in Vlaamse warmtenetten [MWh], opgesplitst naar huishoudelijk en niet-huishoudelijk gebruik (Bron: VREG, 2021) 55

Figuur 6.2: Het warmteverbruik opgesplitst per type warmtenet (Bron: VREG, 2021) 55

Figuur 6.3: Aantal energie-intensieve bedrijven in een straal van 5km rond elke statistische sector met mogelijke vraag/aanbod van restwarmte (Bron: Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, 2021) 56

Figuur 6.4 Resultaten van de kosten-baten analyse voor de aanleg van warmtenetten in Vlaanderen (Bron: Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, 2021) 56

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 20

Tabel 3.1: 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) 22

Tabel 3.2: Cijfers betreffende aantal elektrische personenwagens in België voor het Vlaams Energie-en Klimaatplan (Bron: Vlaamse Regering, 2021; Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019) 23

Tabel 3.3: EU referentiescenario: verwachting van het elektrische voertuigen (Bron: European Commission, 2021b) 24

Tabel 3.4 Extrapolatie van het aantal BEV en plug-in hybride EV naar Vlaanderen van het EU Referentie scenario 2020 ..24

Tabel 3.5: Extrapolatie van het totaal aantal elektrische voertuigen in het CENTRAL scenario van de Adequacy-en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 naar Vlaanderen 26

Tabel 3.6: Extrapolatie van het laadvermogen van EVs en gelijktijdigheid volgens de Adequacy- en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 (Bron: Elia, 2022) 27

Tabel 3.7: Extrapolatie naar Vlaanderen van het geprojecteerde aantal elektrische voertuigen uit EU Klimaatdoelstellingplan 2030 29

Tabel 3.8: Aantal elektrische voertuigen geëxtrapoleerd naar Vlaanderen vanuit de Element Energy studie 30

Tabel 3.9: Aantal EVs in Vlaanderen geëxtrapoleerd vanuit de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' 31

Tabel 3.10: Piek laadvermogen per auto (bereikt om 19h) en gelijktijdigheid bij een laadvermogen (Pmax) van 6 kW voor 2 laadprofielen (Bron: Synergrid, 2019)' 32

Tabel 3.11: Totale verbruik van EVs in België berekend voor de verschillende jaren 32

Tabel 3.12: Totale verbruik van EVs in België berekend voor de verschillende jaren 32

Tabel 3.13 Pmax en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoleerd uit het doctoraat van J. Van Roy (2015) 33

Tabel 3.14: Overzichtstabel van de scenario's voor totaal aantal EVs in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames 34

Tabel 4.1: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2030 (Bron: Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019) 37

Tabel 4.2: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2020 tot 2032 (Bron: Elia, 2021) 40

Tabel 4.3: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2023 tot 2027 (Bron: European Commission, 2022) 40

Tabel 4.4: Marktpenetratieniveau in % van WP voor de periode 2017 – 2050 (Bron: McKinsey & Company, 2020) 42

Tabel 4.5: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2023 tot 2027 (Bron: McKinsey & Company, 2020; Statistiek Vlaanderen, 2021) 42

Tabel 4.6: Totale verbruik van WPn in België berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022) 43

Tabel 4.7: Aantal WPn in Vlaanderen berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022) 43

Tabel 4.10: Pmax en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoleerd uit het doctoraat van C. Protopapadaki (2018) 46

Tabel 4.11: Overzichtstabel van de scenario's voor totaal aantal WPn in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames 47

Tabel 5.1: Geraamde traject voor installatie van PV in Vlaanderen 48

Tabel 5.2: Huidige en toekomstige PV capaciteit op het niveau van de regio's en sectoren (Bron: EnergyVille, 2021) 49

Tabel 5.4: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: European Commission, 2021) 49

Tabel 5.4: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus voor de verschillende geselecteerde cases en jaartallen (Bron: VITO/EnergyVille, 2020) 50

Tabel 4.6: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: VITO/EnergyVille, 2022) 50

Tabel 5.6: Overzichtstabel van de scenario's voor totaal geïnstalleerd PV vermogen en totaal aantal installaties voor Vlaanderen op laagspanning, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames 53

Tabel 6.1: Overzicht van het na te streven aandeel warmtenetten dat wordt geformuleerd in de verschillende bronnen 57

Tabel 8.1: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal personenwagen BEVs in Vlaanderen 61

Tabel 8.2: Overzicht per bron van de Pmax en gelijktijdigheidsfactor voor EVs 62

Tabel 8.3: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal WPn in de residentiële sector in Vlaanderen 62

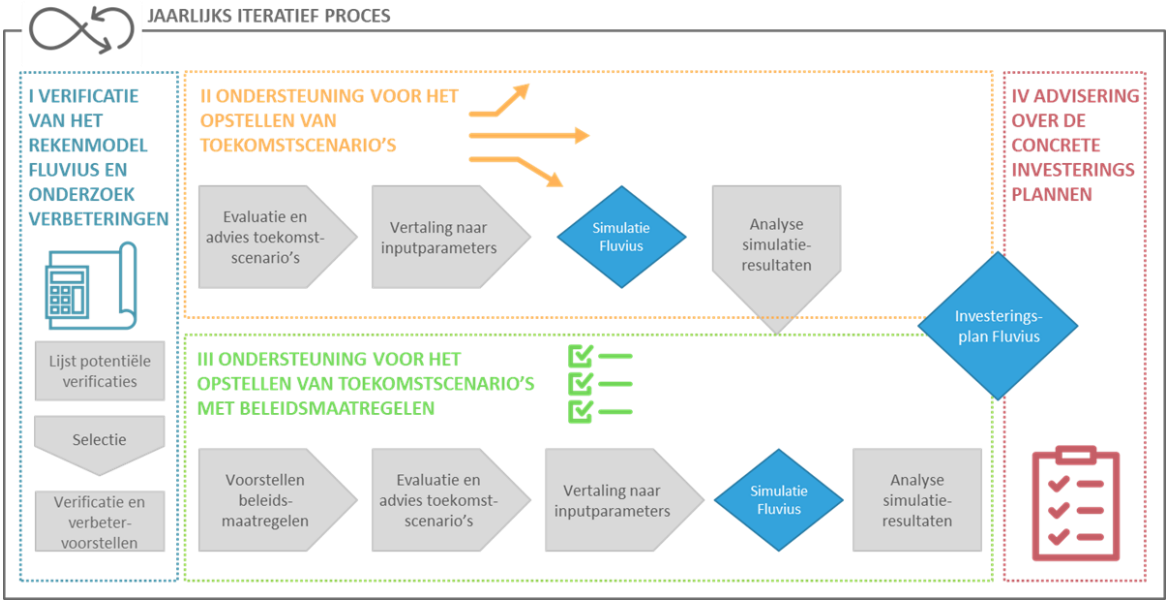
Tabel 8.4: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het aantal PV installaties 63

Tabel 8.5: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het totaal geïnstalleerde PV vermogen op residentiële daken in Vlaanderen [MWe] 63

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 en hoe dit onderdeel, i.e., Onderdeel II, in dit plan past, wordt weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1: Plan van aan pak voor de studie

Het doel van dit rapport is om ondersteuning te bieden bij het opstellen van toekomstscenario's. Dit proces is een blinde verificatie die gebeurt 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 waar naar 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 geven vooral informatie over 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.

Impact van de huidige energiecrisis

Het merendeel van de geraadpleegde bronnen dateren van vóór 2022 en zijn, gezien de significant veranderde realiteit, zoals de invasie in Oekraïne en de daaropvolgende energiecrisis, achterhaald. Sinds 2021 zijn de brandstof- en elektriciteitsprijzen labiel geworden. Daardoor is bijvoorbeeld de rendabiliteit van zonnepanelen op vandaag zeer hoog, wat een grote stijging van de installatiesnelheid veroorzaakt heeft. Bovendien is op vandaag gas niet langer de vanzelfsprekend meest economische keuze voor bv. het verwarmen van woningen in Vlaanderen. De documenten die dateren van na de invasie, e.g., REPower EU, spreken dan ook van een significante versnelling om de vooropgestelde beleidsdoelen te halen. Daarom zijn de huidige geciteerde bronnen een mogelijke onderschatting van de reële groei aan warmtepompen, elektrische voertuigen, warmtepompen en warmtenetten. Anderzijds zien we dat de prijzen ook snel terug kunnen dalen. De gemiddelde elektriciteitsprijs voor een typisch Vlaams gezin (3500kWh/jaar verbruik) bedroeg in augustus 2022 0,63€/kWh. In september steeg dit naar 0,94€/kWh, om in oktober terug te dalen naar 0,71€/kWh (VREG, n.d.). De algemene onzekerheid is sterk toegenomen, en dit vergroot de vork van wat de toekomst mogelijk brengt. Zo zijn bijvoorbeeld elektrische voertuigen en elektrisch rijden door de energiecrisis en het huidige chiptekort veel duurder geworden. Dit betekent dat de scenario's waarop we in deze literatuurstudie bouwen zowel een onderschatting, als een overschatting kunnen zijn.

In 2023 en 2024 krijgt deze studie een update. De aanpak voor dit jaar was om – gezien alle onzekerheden – zoveel mogelijk bronnen op te nemen en zoveel mogelijk de breedte van mogelijke toekomsten te capteren. Bij de herzieningen in de komende twee jaar zal, op basis van de evoluties die zich aftekenen/afgetekend hebben, en op basis van de nieuwe bronnen die beschikbaar worden, de oefening gevoerd worden om eerdere bronnen die aantoonbaar achterhaald zijn uit het overzicht te halen.

1.2 Methodologie

1.2.1 Algemene methodologie

Figuur 1.2 geeft een overzicht van de gebruikte methodologie.

Figuur 1.2: Overzicht van de gebruikte methodologie

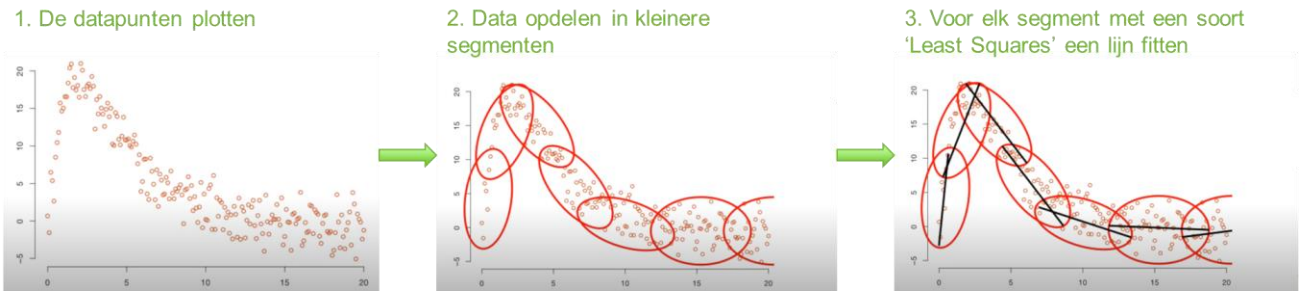
We onderscheiden vier opeenvolgende stappen. Ten eerste wordt relevante literatuur verzameld. Zoals eerder vermeld maken we gebruik van drie types documenten, nl., (i) beleidsdocumenten die beleidsdoelstellingen bevatten, (ii) scenariostudies die energiescenario's vastleggen, en (iii) bottom-up studies die individuele technologiegegevens bevatten. Vervolgens worden 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. Tenslotte worden op basis van de verzamelde data per technologie drie scenario's bepaald, nl. een laag, midden en hoog scenario, en dit voor de verschillende tijdshorizonten (2030, 2040 en 2050).

1.2.2 Scenariokeuze

In een eerste stap, worden de scenario's opgesteld volgens een vaste methode die geen interpretatie toelaat. Dat wil zeggen dat we ons louter focussen op de gevonden datapunten en geen bijkomende punten definiëren.

Om tot het lage en hoge scenario te komen, filteren we, na het plotten van de datapunten, de minimum en maximum waarden per jaar. Vervolgens verbinden we de minima in een lijn voor het lage scenario, en de maxima in een lijn voor het hoge scenario. Om tot een logische lijn te komen stellen we als bijkomende voorwaarde dat de lijn strikt stijgend moet zijn en dat laag en hoog scenario elkaar niet mogen snijden. Als er voor het laatste jaar (2050) een datapunt ontbreekt trekken we de lijn van het vorige punt horizontaal door.

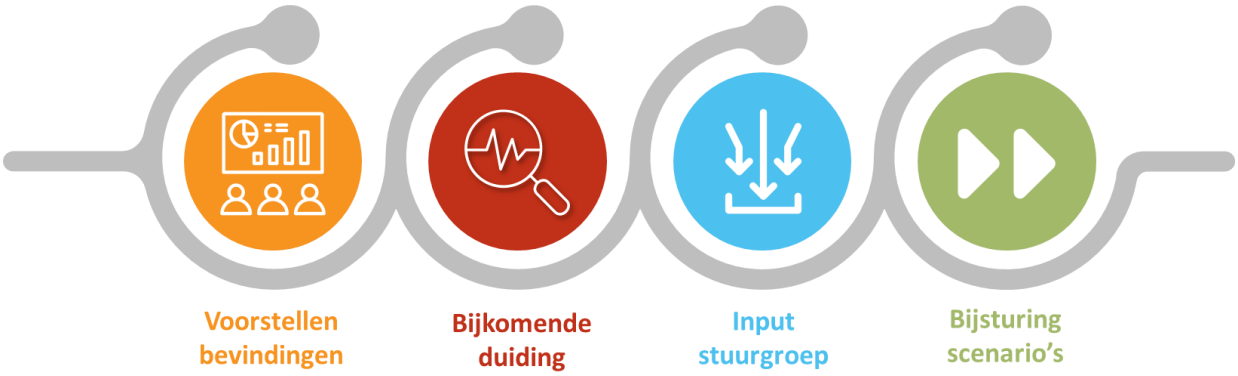
Om tot het midden scenario te komen maken we gebruik van de LOESS ("locally estimated scatterplot smoothing") methode. Deze methode gebruikt simpele modellen om lokale fits op de data te maken. In ons geval zijn de simpele lokale modellen tweedegraads polynomen. Hierdoor moeten we geen aannames maken over de vorm van de curve (bv. lineair of exponentieel), aangezien iedere curve lokaal goed kan benaderd worden door een polynoom van lage graad. Uitschieters hebben minder effect op de curve vergeleken met bv. lineaire regressie, aangezien ze enkel lokaal invloed hebben. Een mogelijk nadeel van deze methode is dat het niet mogelijk is om een regressiefunctie op te stellen die wiskundig geïnterpreteerd kan worden om bv. te gebruiken voor extrapolaties ná 2050 (Cleveland et al., 1992). Figuur 1.3 schetst kort hoe de methode toegepast wordt.



Figuur 1.3: Grafische voorstelling van de LOESS-methode (Bron: StatQuest, 2019*)*

1.2.3 Bijdrage van de stuurgroep

Zoals vermeld in Sectie 1.2.2 worden de scenario's in eerste instantie bepaald met een vaste methode die geen interpretatie toelaat. Deze scenario's, samen met de onderliggende databronnen en assumpties worden voorgesteld aan de stuurgroep en zo nodig van bijkomende duiding voorzien. Op basis van deze gegevens wordt er input gegeven door de stuurgroep en worden de vervolgstappen bepaald. Scenario's worden als nodig aangepast en de aanpassing wordt beschreven in het rapport. Dit proces wordt verduidelijkt in Figuur 1.4.



Figuur 1.4: Bijdrage van de stuurgroep

1.3 Structuur van het rapport

Het rapport is onderverdeeld in zes grote delen.

Hoofdstuk 1 bevat de inleiding, die uitlegt wat het doel van het rapport is en welke de methodologie is die gebruikt is.

Hoofdstuk 2 bevat 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.

Hoofdstuk 3 tot 6 deel gaan 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).

Tenslotte geeft Hoofdstuk 7 de oplijsting van de bronnen weer en Hoofdstuk 8 bevat bijkomende tabellen in Annex.

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 en om deze sector opnieuw te ontwerpen 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) en een beter begrip en nauwkeurigere kwantificering van de Europese verwarmings- en koelingssector mogelijk maken. 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).

2.2 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.

2.3 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).

2.4 Elektriciteitsscenario's voor België naar 2050 - Elia (2017)

Deze gekwantificeerde studie bouwt voort op het rapport dat Elia in 2016 publiceerde over 'De behoefte aan adequacy en flexibiliteit in het Belgische elektriciteitssysteem voor 2017-2027'. Naast het becijferen van de verschillende toekomstscenario's voor 2030 en 2040, richt Elia zich ook op enkele mogelijkheden om de leveringszekerheid op korte termijn duurzaam te borgen. Deze zijn nodig om de geplande nucleaire exit in 2025 op te vangen en om voldoende vervangingscapaciteit te bieden om de leveringszekerheid te garanderen. Voor de periode na 2040 gaat de studie uit van de behoefte aan aanvullende technologische en maatschappelijke ontwikkelingen die nu nog onbekend of onvoldoende ontwikkeld zijn. In deze studie analyseert Elia zowel korte- als langetermijnbeleidsopties over de toekomstige energiemix voor België op weg naar 2050.

Drie verschillende scenario's werden uitgewerkt:

1. 'Base Case' scenario (BC): scenario dat aansluit bij het huidige beleid om de Europese klimaatdoelstellingen voor 2030 te halen, waarbij sectoren als warmte en transport worden geëlektrificeerd.
2. Scenario 'Decentraal' (DEC): basisscenario plus o.a. extra duurzame energieopwekking via decentrale bronnen, zoals een groot aantal PV installaties (tot 11,6 GW in 2030 en 18 GW in 2040) in combinatie met opslag (van 3 GW in 2030 naar 5 GW in 2040; inclusief stationaire en EV-batterijen en pompopslag) en waarin prosumenten een prominente rol spelen.
3. 'Large Scale RES'-scenario (RES): basisscenario plus o.a. extra opwekking van hernieuwbare energie via grootschalige projecten die vooral in wind op land en op zee liggen (tot 4 GW wind op zee in 2030 en 8 GW in 2040).

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, 2021).

2.6 EnergyVille, 2017

EnergyVille is een samenwerking tussen de Belgische onderzoekspartners KU Leuven, VITO, imec en UHasselt voor onderzoek naar duurzame energie en intelligente energiesystemen. Op hun website publiceren ze samenvattingen over gepubliceerde studies. Deze bron is één van deze publicaties (EnergyVille, 2017).

2.7 EU Reference Scenario – Europese Commissie (2021)

Het EU Referentiescenario projecteert de impact van macro-economische, brandstofprijs- 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).

2.8 RePower EU with Clean Energy – European 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 voorzien in Fit for 55 voor 2030 (European Commission, 2022).

2.9 Klimaatdoelstellingsplan 2030 – European Commissie (2020)

De EU streeft ernaar om tegen 2050 klimaatneutraal te zijn. Om dit te bereiken zal zij voor 2030 een reductie van de uitstoot van broeikasgassen van ten minste 50% tot 55% voorstellen ten opzichte van het niveau van 1990, in plaats van ten minste 40 % momenteel, inclusief een wijziging van de onlangs voorgestelde Europese klimaatwet. Het initiatief zal ook de economische, sociale en milieueffecten en mogelijke beleidsmaatregelen beoordelen (European Commission, 2020a, 2020b).

2.10 EU strategy on energy system integration – European Commissie (2020)

Deze strategie schetst een visie over hoe de overgang naar een meer geïntegreerd energiesysteem kan worden versneld, en stelt concrete beleids- en wetgevende maatregelen op EU-niveau voor om geleidelijk vorm te geven aan een nieuw geïntegreerd energiesysteem, met inachtneming van de verschillende uitgangspunten van de lidstaten. Het draagt bij aan het werk van de Commissie aan een alomvattend plan om de klimaatdoelstelling van de EU voor 2030 op een verantwoorde manier te verhogen tot minstens 50%, maar naar 55% toe, en identificeert vervolgvoorstellen die zullen worden opgesteld als onderdeel van de wetgevingsevaluaties van juni 2021, aangekondigd in de Europese Green Deal (European Commission, 2020d).

2.11 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. 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, 2021).

2.12 World Energy Transitions Outlook 2022 - IRENA (2021)

In dit rapport stelt IRENA een roadmap voor de komende acht jaar voor om beleidsmakers te helpen de doelstellingen van 2050 te halen. Het beschrijft ook de sociaaleconomische gevolgen van het 1,5 °C-traject en suggereert manieren om de voortgang naar Sustainable Development Goal nr. 7, i.e., universele toegang tot betaalbare, betrouwbare, duurzame en moderne energie, te versnellen (IRENA, 2021).

2.13 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.

2.14 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.

2.15 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.

2.16 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).

2.17 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):

- 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.
- De Modelica bibliotheek voor elektrische modellering kan gebruikt worden voor de integratie van verschillende multidisciplinaire energiesystemen in gebouwen en wijken.

2.18 Belgian long-term electricity system scenarios – VITO/EnergyVille (2020)

Om de mogelijke trajecten van de energietransitie beter te begrijpen, heeft EnergyVille opeenvolgende, objectieve analyses ontwikkeld van mogelijke scenario's voor de elektriciteitsopwekking in België voor de jaren 2020 – 2030 – 2050. De scenarioanalyse met het Belgische TIMES-model is gebaseerd op een systeemkostenoptimalisatiebenadering voor de volledige tijdshorizon tot 2050. In de laatste analyse zijn twee trajecten en, per traject, drie identieke scenario’s gedefinieerd (VITO/EnergyVille, 2020).

De trajecten zijn:

- Huidig ambitieus traject voor hernieuwbare energie: huidige trends op het gebied van beleid en wereldwijde markten worden behouden
- Hoger ambitieus traject voor hernieuwbare energie: onderzoek naar de impact van lage PV- en batterijopslagkosten op de investeringen, plus een hogere jaarlijkse groei van onshore wind na 2030 en de toevoeging van 6 GW offshore wind in België na 2040.

De gedefinieerde scenario’s zijn:

- Centraal scenario: nucleaire sluiting vindt plaats van 2023-2025
- Uitbreiding nucleaire operatie: uitbreiding van 2 GW nucleaire capaciteit
    - 2 GW, 10 jaar verlenging na 2025
    - 2 GW, 20 jaar verlenging na 2025

2.19 Warmte in Vlaanderen – VEKA (2021)

In dit werk werd een warmtekaart opgemaakt voor Vlaanderen en een projectie van de warmtevraag richting 2050 gemaakt, waar bepaalde gegevens zo goed mogelijk werden ingeschat op basis van beschikbare data (Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, 2021).

2.20 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 klimaatneutrale 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 datagestuurde 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:

- 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.
- 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.
- 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_2-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 CO2-opslag beperkt tot 5 miljoen ton per jaar.

2.21 Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen – Vlaamse Regering (2020)

Deze strategie geeft uitvoering aan artikel 2bis van de EPBD-richtlijn (2010/31/EU) inzake de langetermijn renovatiestrategieën van gebouwen en geeft verdere uitleg bij hoe private en publieke gebouwen op kosteneffectieve wijze tot de langetermijn doelstelling kunnen worden gerenoveerd. De strategie maakt deel uit van een aantal bredere strategieën van het Vlaamse Gewest en is inhoudelijk ook afgestemd op centrale beleidsdoelstellingen uit het woonbeleid en het omgevingsbeleid (Vlaamse Regering, 2020).

Verschillende scenario's werden bestudeerd, met elk een typerend mogelijk traject om de lange termijn doelstellingen te bereiken. Deze scenario's zijn gebaseerd op volgende onderliggende vaststellingen en assumpties:

- Bijna alle gebouwen (96,5%) moeten worden gerenoveerd (of waar meer opportuun gesloopt en vervangen door hoogperformante nieuwbouw)
- Er is een aanzienlijke toename van zowel het tempo als de diepte van de renovatieactiviteit vereist.
- Hindernissen (bv. in de regelgeving) moeten versneld worden weggewerkt om de lange termijn renovatiedoelstelling 2050 te kunnen realiseren.

2.22 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.

2.23 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). Het bevat per sector aangekondigde actieplannen en beleidspakketten, met daarbij ook de ingeschatte impact van dit beleid op de prognoses. De prognoses zonder de maatregelen opgenomen in dit plan zijn de prognoses onder het WEM-scenario ("With Existing Measures"), de prognoses waarin de opgenomen maatregelen zijn doorgerekend zijn de prognoses van het WAM-scenario ("With Additional Measures"). Beide scenario"s werden gedefinieerd in het Nationale Energie- en Klimaatplan (NEKP) (Federale Overheid, 2019). Het WEM scenario is gebaseerd op bestaande beleidsmaatregelen terwijl het WAM scenario gebaseerd is op de bijkomende beleidsmaatregelen.

2.24 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			■		■	■	■	
EnergyVille, 2017	Bottom-up				■		■		
EC, EU Klimaatdoelstellingsplan, 2020	Scenario		■			■			
EC, EU strategie voor energiesysteemintegratie, 2020	Beleid		■				■		
EC, EU Reference scenario, 2021	Scenario		■	■		■	■	■	
EC, RePower EU, 2022	Beleid		■				■	■	
Eurostat	Bottom-up		■				■		
Federale overheid, NEKP, 2019	Beleid	■					■		
Hotmaps, 2021	Scenario		■				■		
IRENA, 2022	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, 2020	Scenario								
VITO/EnergyVille, 2022	Scenario								
VEKA, Warmte in Vlaanderen, 2021	Bottom-up								
Vlaamse Regering, Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen, 2020	Beleid								
Vlaamse Regering, Beleidsnota energie, 2019	Beleid								
Vlaamse Regering, VEKP, 2019	Beleid								
Vlaamse Regering, CPT-visie, 2021	Beleid								
Van Roy, 2015	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 en de definiëring van een laag, midden en hoog scenario.

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

3.1.1 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 om 1,000,000 EVs in Vlaanderen te hebben tegen 2030 geformuleerd.

Tabel 3.1: 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.

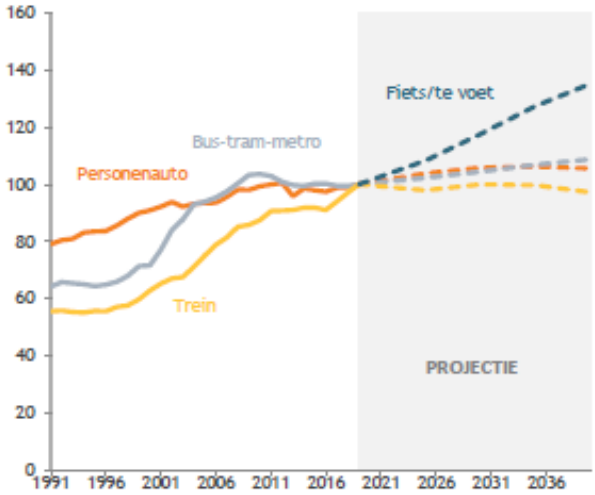
3.1.2 Extrapolatie door VITO

Volgens StatBel (StatBel, 2021) telde België op 1 augustus 2021 5.927.912 personenwagens, voor Vlaanderen was dit 3.591.052 personenwagens. Het aantal personenwagens steeg de afgelopen tien jaar in België gemiddeld met 0,92%. Het aandeel nieuw ingeschreven personenwagens in 2021 was 4.4% van het totaal aantal personenwagens.

Gegeven deze aantallen, en veronderstellende dat de groei in aantal voertuigen gemiddeld gelijk blijft de komende jaren, en die groei voor Vlaanderen dezelfde is als voor België, bekomen we de streefcijfers gegeven in Tabel 3.2 voor het aantal elektrische voertuigen in Vlaanderen. We veronderstellen dat het aandeel nieuw ingeschreven wagens 4.4% 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 3.1. 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 3.1. Dit zou kunnen wijzen op een kleinere (toekomstige) groei van het wagenpark.



Figuur 3.1: Evolutie van het aantal reizigerskilometers per vervoerswijze (index 2019=100) (Bron: (Federaal Planbureau, 2022)

Het aantal bestelwagens wordt door StatBel niet afzonderlijk geteld. 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.

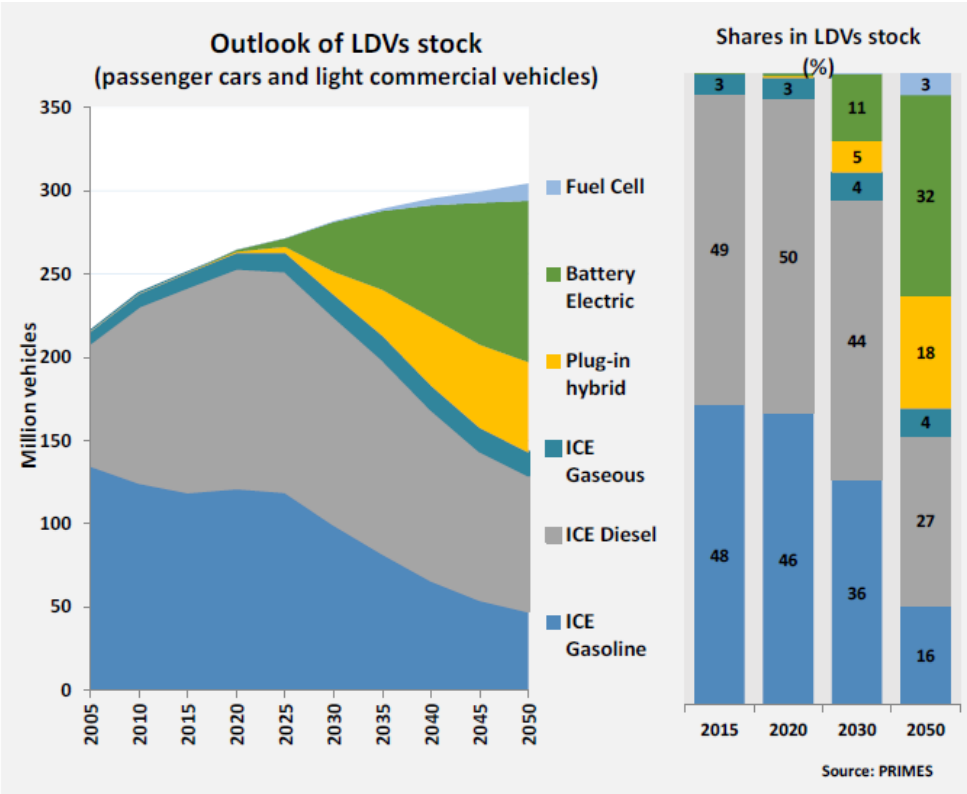
Tabel 3.2: Cijfers betreffende aantal elektrische personenwagens in België voor het Vlaams Energie-en Klimaatplan (Bron: Vlaamse Regering, 2021; Vlaamse regering & Vlaams parlement, 2019*) .*

Aantal elektrische personenwagens	2025	2030
Clean Power for Transport 2030 (geëxtrapoleerd)	122.981	444.021
Bijkomende maatregelen VEKP	/	1.000.000

3.2 EU Referentiescenario 2020 – Europese Commissie

3.2.1 Aannames en cijfers

Voor elektrische voertuigen wordt in het EU Referentiescenario rekening gehouden met nationale ondersteuningsmechanismes. De globale getallen voor het aantal elektrische voertuigen in deze projectie worden evenwel enkel gegeven voor de globale EU, zie Figuur 3.2.



Figuur 3.2: EU referentie scenario: verwachting van het aantal lichte voertuigen ('Light Duty Vehicles') per type (Bron: European Commission, 2021b*)*

Tabel 3.3: EU referentiescenario: verwachting van het elektrische voertuigen
(Bron: European Commission, 2021b*)*

	2020	2030	2050
Aandeel BEV [%]	0	11	32
Aandeel plug-in hybride voertuigen [%]	0	5	18
Totaal aantal voertuigen [Miljoen voertuigen]	265	285	305

3.2.2 Extrapolatie door VITO

We nemen voor deze extrapolatie dezelfde aannames als in paragraaf 3.1.2 wat betreft de projectie van het aantal voertuigen in Vlaanderen. We veronderstellen hier ook dat het aandeel BEV in Vlaanderen hetzelfde is als het aandeel elektrische voertuigen binnen de totale vloot in de hele EU.

Tabel 3.4 Extrapolatie van het aantal BEV en plug-in hybride EV naar Vlaanderen van het EU Referentie scenario 2020

	2020	2030	2050
Aantal BEV	0	428.952	1.498.690
Aantal plug-in hybrid voertuigen	0	194.979	843.012

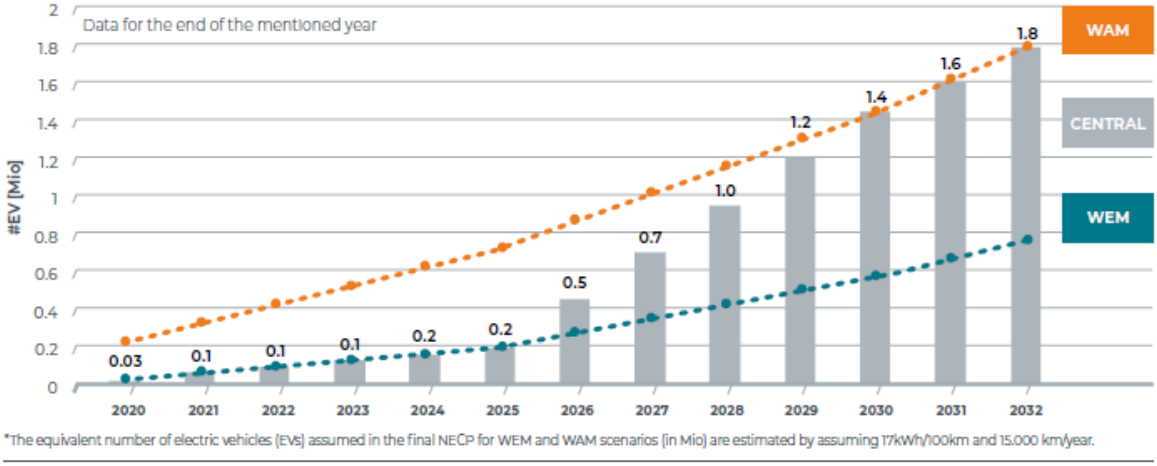
3.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia

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 3.3). 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 15000 km/jaar per elektrisch voertuig.

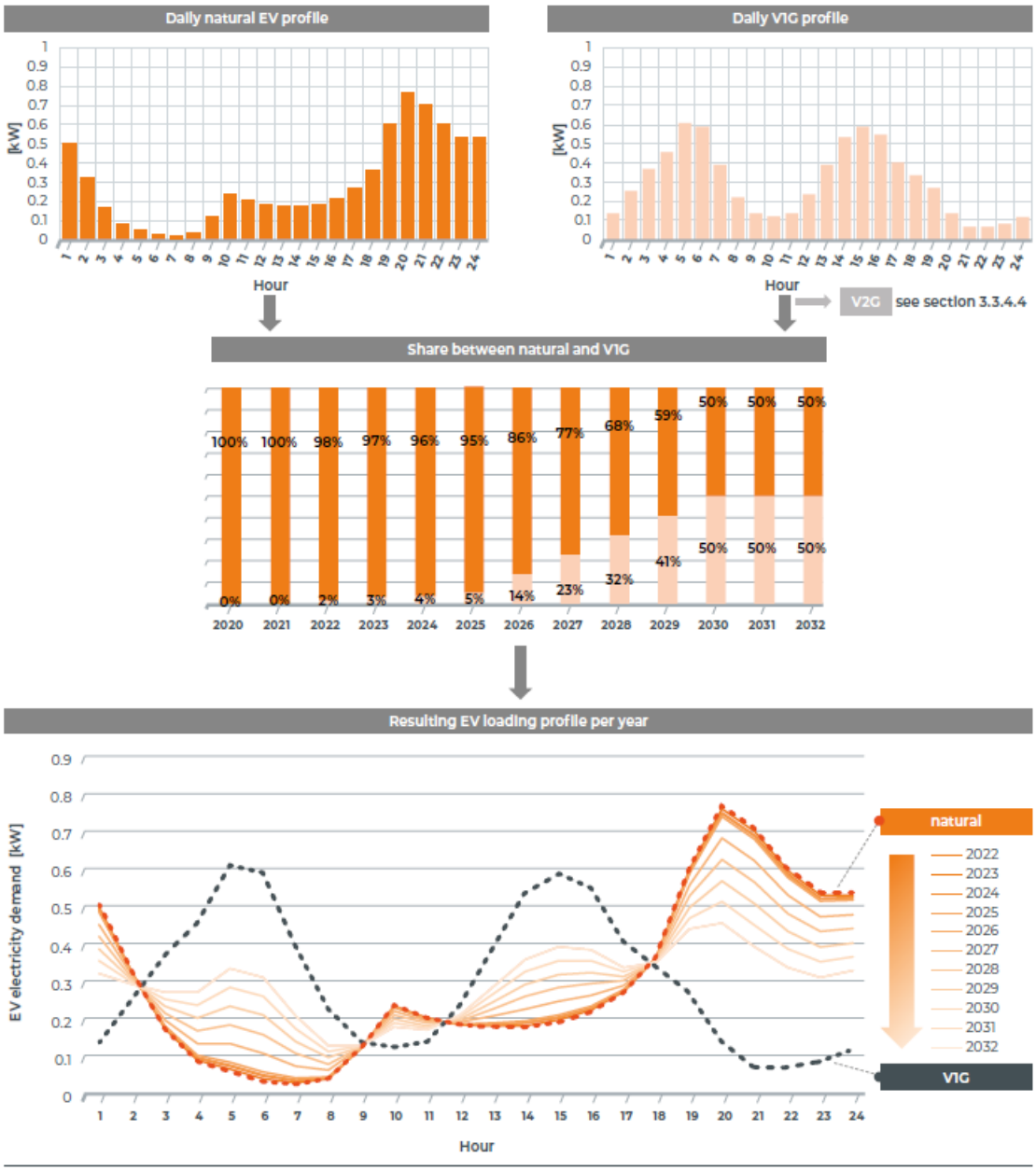


Figuur 3.3: Evolutie van het aantal elektrische voertuigen in België (Bron: Elia, 2021*)*

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

- ‘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.
- ‘Geoptimaliseerd’ (V1G) laden: Er is technologie, en er zijn stimulansen om tijdens ‘off-peak’ periodes te laden.
- ‘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 3.4.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 3.4 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 StatBel (StatBel, 2021), i.e. 60.6% (zie ook paragraaf 3.1.2). Tabel 3.5 toont de bekomen aantallen.

Tabel 3.5: Extrapolatie van het totaal aantal elektrische voertuigen in het CENTRAL scenario van de Adequacy-en Flexibiliteitsstudie 2020-2032 naar Vlaanderen

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Aantal EVs in Vlaanderen [Mio]	0,02	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 van een voertuig 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 3.4.

In Tabel 3.6 wordt deze evolutie van het piekvermogen, i.e. het laadvermogen per EV om 20h, weergegeven, zoals gegeven in Figuur 3.4. 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 3.6 verondersteld door Elia.

Tabel 3.6: 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
Laadvermogen EV om 20h, incl. gelijktijdigheid [kW]	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
Gelijktijdigheid als laadvermogen van 7.5kW verondersteld [%]	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 Belgian long-term electricity system scenarios – VITO/EnergyVille

3.4.1 Aannames en cijfers

Wat betreft elektrificatie van transport geeft deze studie enkel globale cijfers voor de groei van de elektriciteitsvraag: voor transport stijgt de vraag van 1 TWh (elektrisch) in 2020 naar 16 TWh in 2045. Specifiekere cijfers voor personenwagens worden niet gegeven. Daarom wordt verder niet op deze studie ingegaan.

3.5 IEA world energy outlook 2021

3.5.1 Aannames en cijfers

Het IEA world energy outlook rapport geeft cijfers voor 3 scenario's:

- STEPS (Stated Policies Scenario): dit is een scenario waarin gevestigd beleid wordt aangenomen als startpunt.
- APS (Anounced Pledges Scenario): neemt al het aangekondigde beleid mee in rekening
- NZE (Net Zero Emissions by 2050 Scenario): toont een mogelijke weg naar een CO2 emissievrij energiesysteem tegen 2050.

De cijfers over elektrische voertuigen die gegeven worden in het rapport zijn globale cijfers: in het STEPS scenario worden er 135 miljoen EVs verondersteld in de globale vloot in 2030. In het APS scenario is dit 190 miljoen in 2030. In het NZE scenario zijn dat 300 miljoen EVs globaal gezien in 2030, en wordt een globaal eind van de verkoop van auto's met een verbrandingsmotor verondersteld vanaf 2035.

3.5.2 Extrapolatie door VITO

Aangezien de cijfers die in de IEA Outlook gegeven worden globale cijfers zijn, kunnen we geen zinvolle extrapolatie naar Vlaanderen maken.

3.6 World Energy Transitions Outlook 2022 - IRENA

3.6.1 Aannames en cijfers

In de World Energy Transitions Outlook van IRENA (IRENA, 2021) wordt gesteld dat het aantal elektrische auto's globaal gezien zal stijgen tot 380 miljoen in 2030.

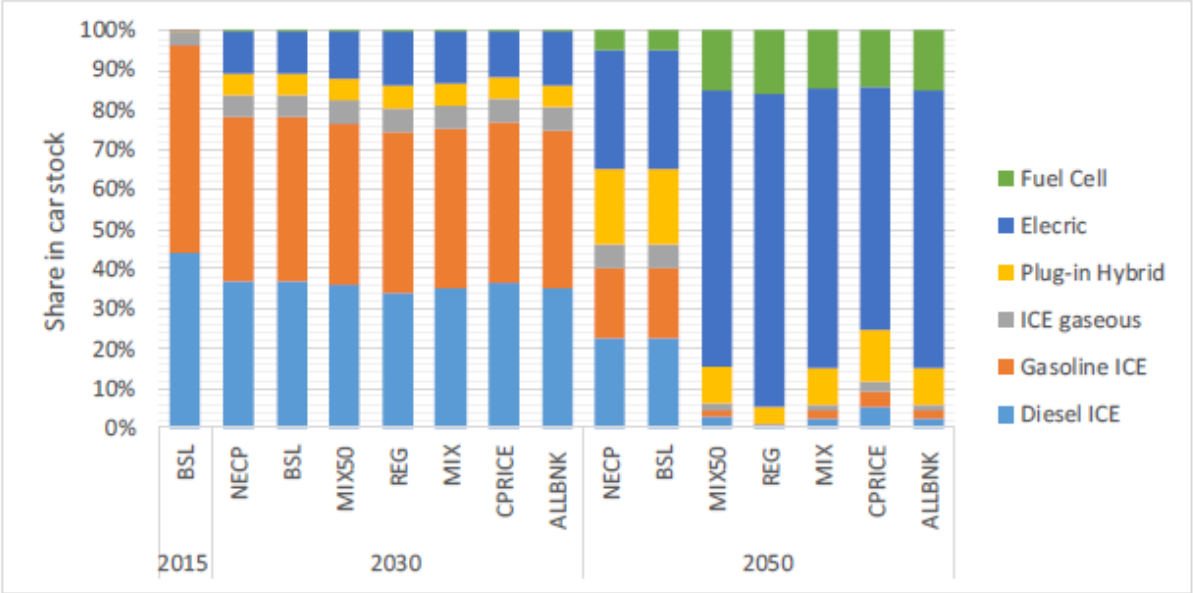
3.6.2 Extrapolatie door VITO

Aangezien de cijfers die in de IRENA Outlook gegeven worden globale cijfers zijn, kunnen we geen zinvolle extrapolatie naar Vlaanderen maken.

3.7 Klimaatdoelstellingsplan 2030 - EU

3.7.1 Aannames en cijfers

De cijfers voor het aantal elektrische voertuigen in het klimaatdoelstellingsplan (European Commission, 2020c) worden gegeven voor de totale EU, en niet voor de lidstaten afzonderlijk. Figuur 3.5 toont voor de verschillende scenario's in dit doelstellingenplan het aandeel elektrische wagens in de totale EU vloot. Het aandeel elektrische wagens wordt bijvoorbeeld op 11% geschat in 2030 in het baseline scenario (BSL). Na 2030 wordt het aandeel elektrische voertuigen snel hoger ingeschat dankzij vernieuwing van de vloot. Er wordt gesteld dat tegen 2050 bijna alle auto's (88-99% van de totale vloot) een laag-emissie voertuig moet zijn om de klimaatdoelstellingen te halen.



Figuur 3.5: Aandeel auto's per type aandrijving volgens de verschillende scenario's in het EU 2030 Climate Target Plan (Bron: European Commission, 2020)

3.7.2 Extrapolatie door VITO

Om de extrapolatie naar Vlaanderen te doen, vertrekkende van Europese cijfers, nemen we aan dat het aandeel elektrische wagens in de Europese vloot overeenkomt met het aandeel in Vlaanderen. Daarnaast veronderstellen we eenzelfde groei in aantal auto's in Vlaanderen tussen nu en 2050 als de voorbije jaren, zie ook paragraaf 3.1.2.

Tabel 3.7: Extrapolatie naar Vlaanderen van het geprojecteerde aantal elektrische voertuigen uit EU Klimaatdoelstellingplan 2030

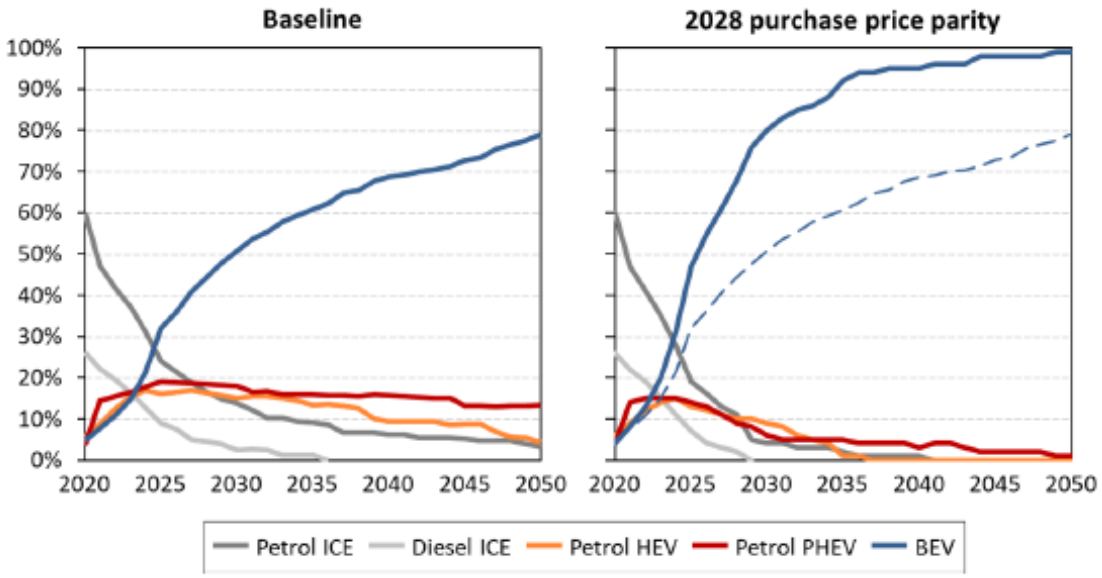
		2015	2030	2050
Aantal BEV	BSL	0	428.953	1.405.021
	NECP		428.953	1.405.021
	MIX50		467.949	3.278.383
	REG		545.940	3.699.890
	MIX		506.944	3.278.383
	CPRICE		428.953	2.856.877
	ALLBNK		545.940	3.278.383
Aantal plug-in hybrid voertuigen	BSL	0	194.979	889.847
	NECP		194.979	889.847
	MIX50		194.979	421.506
	REG		233.974	197.336
	MIX		233.974	421.506
	CPRICE		194.979	608.843
	ALLBNK		233.974	421.506

3.8 "Electric Mobility: Inevitable, or Not?" – Element Energy 2022

3.8.1 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 3.6.

De getallen die gegeven worden zijn gebaseerd op enquêtes in verschillende Europese landen (waar België niet bij zit), en worden geëxtrapoleerd naar Europa.



Figuur 3.6: 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*)*

3.8.2 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, zie ook paragraaf 3.1.2, en veronderstellen we het aandeel nieuw ingeschreven auto's hetzelfde als vandaag. Uiteindelijk wordt het totale aantal elektrische auto's bekomen dat is weergegeven in Tabel 3.8.

Tabel 3.8: Aantal elektrische voertuigen geëxtrapoleerd naar Vlaanderen vanuit de Element Energy studie

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Aantal EVs in Vlaanderen	185.660	540.088	1.034.262	1.643.909	2.349.596	3.138.934

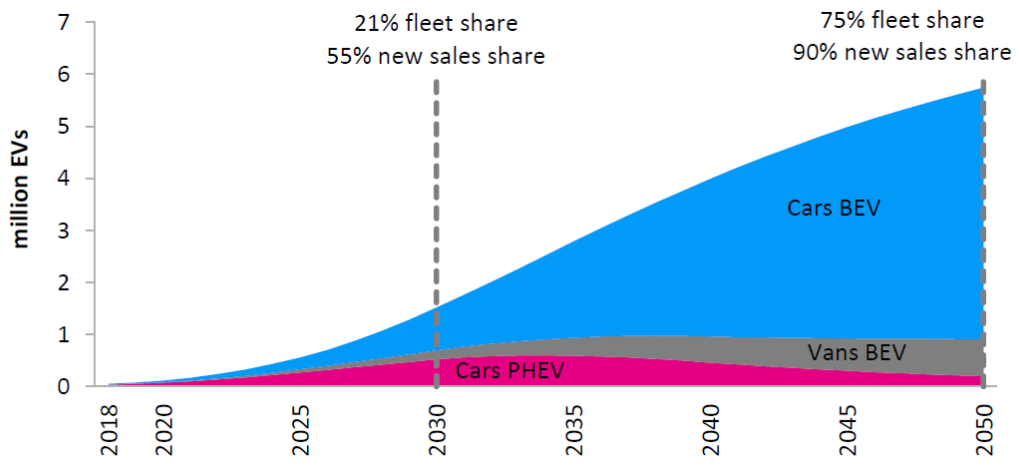
3.9 Future impact of EVs on the Belgian electricity network – Synergrid 2019

3.9.1 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 3.7): 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[1]. Deze detaildata wordt niet specifiek vermeld in het studierapport.

[1] 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.).

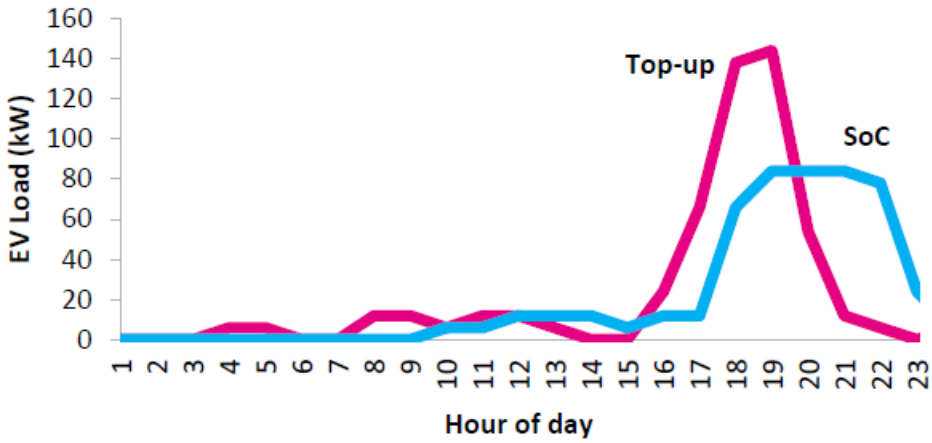


Figuur 3.7: Aantal elektrische voertuigen in België, zoals ingeschat in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019*)*

In de studie worden twee types laadprofielen verondersteld, getoond in Figuur 3.8:

- 'Top-up charging': de auto wordt elke weekdag opgeladen, bij thuiskomst na het werk.
- '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: simultated 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 3.8 : EV laadprofielen zoals aangenomen in de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network' (Bron: Synergrid, 2019*)*

3.9.2 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 3.9.

Tabel 3.9: Aantal EVs in Vlaanderen geëxtrapoleerd vanuit de studie 'Future impact of EVs on the Belgian electricity network'

	2030	2040	2050
Aantal EVs in Vlaanderen	908.680	2.423.148	3.452.986

Vanuit de grafieken voor de laadprofielen halen we een maximaal laadvermogen (inclusief de gelijktijdigheid) zoals gegeven in de eerste rij van Tabel 3.10. Wanneer een laadvermogen (Pmax) van 6kW wordt verondersteld bekomen we een gelijktijdigheid zoals gegeven in de tweede rij van Tabel 3.10.

Tabel 3.10: Piek laadvermogen per auto (bereikt om 19h) en gelijktijdigheid bij een laadvermogen (Pmax) 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

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

3.10.1 Aannames en cijfers

We gebruiken de data van het Centrale scenario. De data geeft meer informatie over het energieverbruik door EVs voor transport (zowel pendelen van en naar het werk als ander privé transport, zowel voor korte als lange afstand) in België.

Tabel 3.11: Totale verbruik van EVs in België berekend voor de verschillende jaren

	2030	2040	2050
Totale verbruik EVs BE (TWh)	5.2	14.64	14.81

3.10.2 Extrapolatie door VITO

Om van verbruik in België naar aantal EVs in Vlaanderen te gaan hanteren we de volgende aannames:

- Gemiddeld verbruik EV: 15 kWh/100km
- Gemiddelde afstand afgelegd: 15.000 km/jaar/wagen
- 60% van het Belgische wagenpark is Vlaams

We berekenen het gemiddeld verbruik per wagen per jaar (gemiddelde afstand afgelegd gedeeld door gemiddeld verbruik, zijnde 2250 kWh/wagen/jaar) en delen vervolgens het totale verbruik (zie

Tabel 3.11) door het gemiddelde verbruik. Dit geeft ons een schatting van het totaal aantal EVs in België. Tenslotte nemen we 60% van dit getal om tot aantal EVs in Vlaanderen te komen, zie Tabel 3.12.

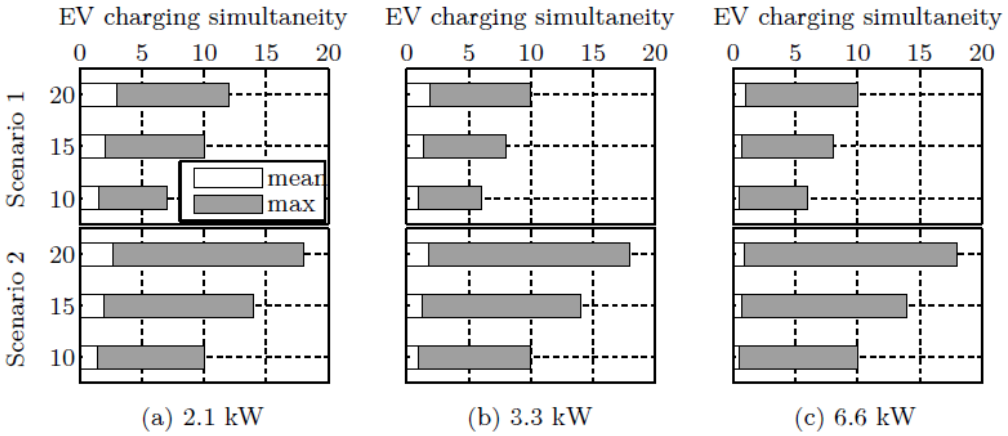
Tabel 3.12: Totale verbruik van EVs in België berekend voor de verschillende jaren

	2030	2040	2050
Aantal EVs in VL	1.401.889	3.945.100	3.989.087

3.11 Doctoraat van Juan Van Roy "Electrical vehicle charging integration in buildings"

3.11.1 Aannames en cijfers

Modellen van laadgedrag van EVs zijn gemaakt a.d.h.v. data over rij- en laadgedrag in Vlaanderen. In Figuur 3.9 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 3.9: EV gelijktijdigheisfactor als een functie van de laadsnelheid en het aantal EVs opgeladen in een appartementsgebouw (Bron: Van Roy, 2015*)*

3.11.2 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 Pmax en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoleerd uit het doctoraat van J. Van Roy (2015)

Pmax [kW]	Gelijktijdigheid [%]
2,1	70
3,3	50
6,6	50

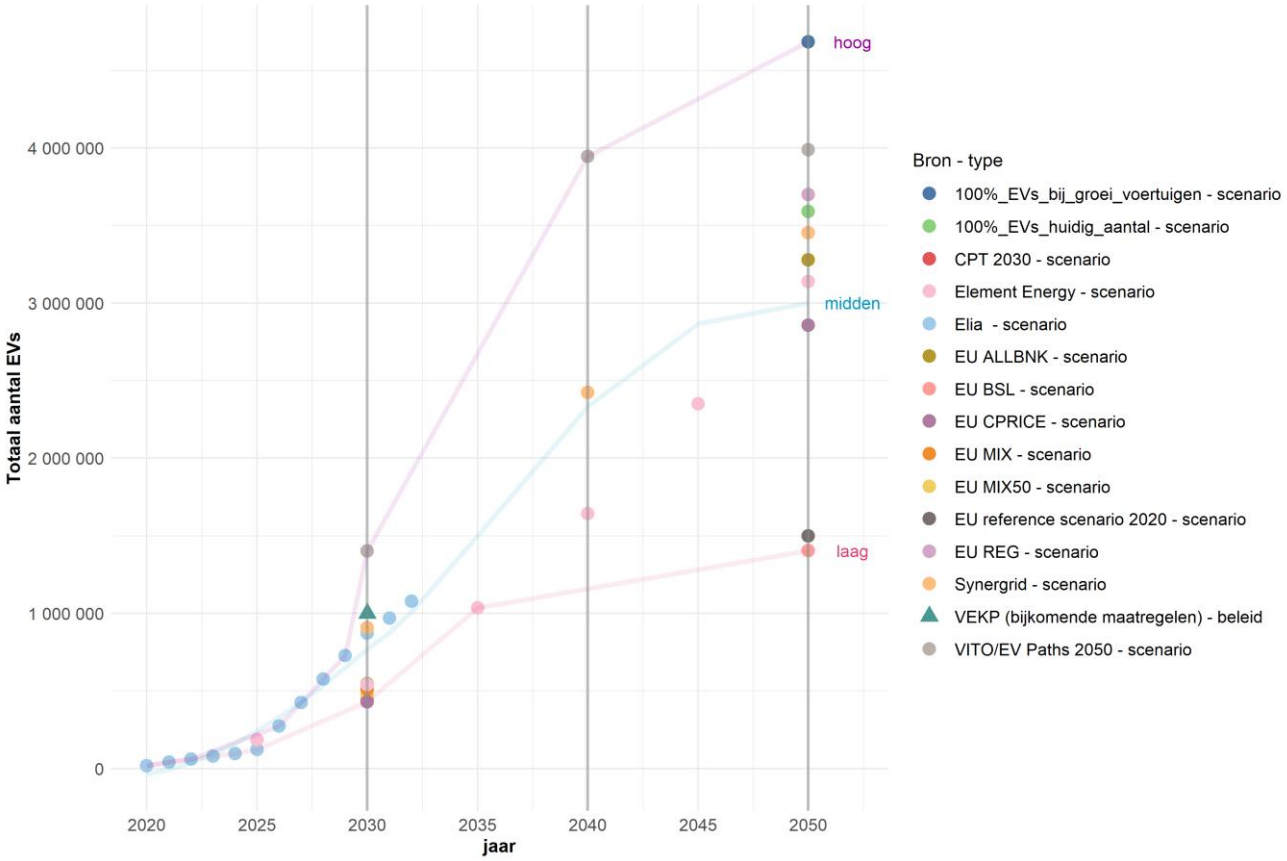
3.12 Voorstel scenario

3.12.1 Overzichtgrafiek voor de scenario's

Figuur 3.10 geeft het overzicht weer, op basis van de gevonden bronnen, voor het aantal EVs en de daarop gebaseerde scenario's, waarbij de kleur van een punt aanduidt over welke bron het gaat en de vorm aanduidt over welk type bron het gaat (i.e., beleid, scenario of technologie-specifiek). De verticale donkergrijze lijnen benadrukken de jaren 2030, 2040 en 2050, i.e., de jaren waarvoor de aantallen in laag, midden en hoog scenario's gegoten moeten worden. Tenslotte geven de roze, blauwe en paarse curves de respectievelijke laag, midden en hoge scenario's weer.
In de scenario's wordt het aantal plug-in hybrides buiten beschouwing gelaten, aangezien deze aantallen volgens alle bronnen (veel) lager ligt dan het aantal volledig elektrische voertuigen, en door veel bronnen als een overgangstechnologie beschouwd wordt.

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 8.1 van dit rapport in annex.

Tijdens overleg met de stuurgroep is er besloten dat het punt '100% EVs huidig aantal' zichtbaar blijft als datapunt in de grafiek maar niet wordt meegenomen in de berekening van de scenario's. Ook werd er besloten dat, aangezien de verschillende EU scenario's allemaal uit éénzelfde studie komen, we voor de berekening van het midden scenario alleen rekening houden met het 'EU BSL' scenario.



Figuur 3.10: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal EVs in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames per bron zoals uitgelegd in Secties 3.1 tot 3.9.

Tabel 3.14 geeft het totaal aantal EVs weer voor het lage, midden en hoge scenario, voor de geselecteerde jaren 2030, 2040 en 2050 volgens de methode uitgelegd in Sectie 1.2.

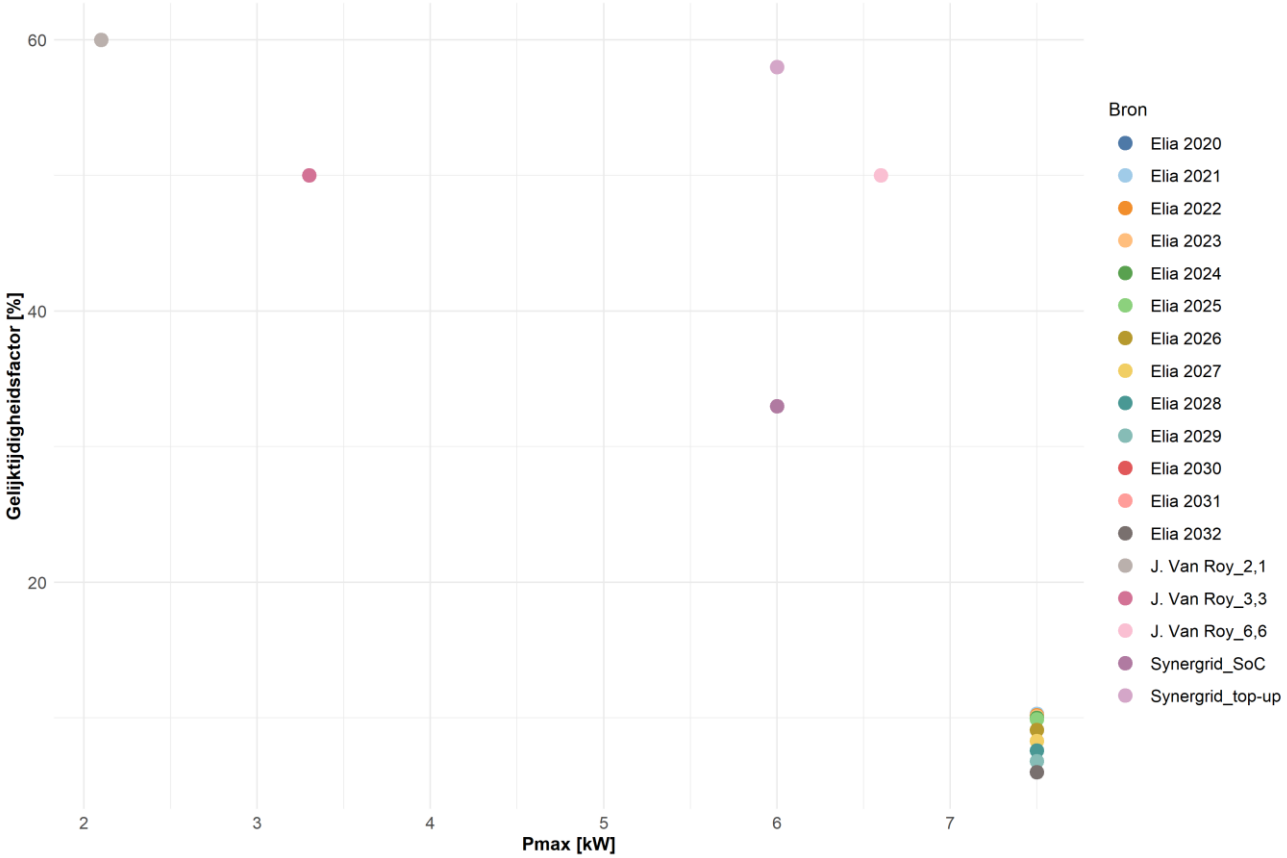
Tabel 3.14: Overzichtstabel van de scenario's voor totaal aantal EVs in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

scenario	2020	2030	2040	2050
laag	18.174	428.952	916.987	1.405.021
midden	18.174	706.524	2.301.705	3.123.881
hoog	18.174	1.401.889	3.945.100	4.683.405

3.12.2 Overzichtgrafiek voor Pmax en gelijktijdigheidsfactor

Figuur 3.11 geeft het overzicht van de verzamelde literatuur over Pmax en de gelijktijdigheidsfactor. Op basis van onze eigen expert knowledge schatten we de waarden van Elia in als te laag[2] en waarden voor gelijktijdigheid rond de 60% als realistisch.
In de literatuur vinden geen informatie terug rond de verdeling van monofasig traag laden, en driefasig laden van 11 of 22 kW. Bovendien kan de rekentool van Fluvius geen rekening houden met het verschil tussen monofasig en driefasig laden, daarom wordt dit ook verder buiten beschouwing gelaten.

[2] Deze waarden hebben trouwens enkel betrekking op HS.



Figuur 3.11: Overzichtsgrafiek voor de verzamelde datapunten voor Pmax en gelijktijdigheidsfactor

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 en de definiëring van een laag, midden en hoog scenario.

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 om de scenario's op te stellen. Dit wordt dan wel uitdrukkelijk vermeld. Voor de finale scenarioberekening kiezen we voor 'aantal WPn' als parameter omdat deze ook door de stuurgroep gebruikt wordt en eventueel later opgesplitst kan worden per WP vermogen, 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 verwarmingssysteem van de woning (vloerverwarming, radiatoren, etc.) en overige factoren. Dit is een tekortkoming in onze huidige methodologie die we trachten te verbeteren naar volgend jaar toe.

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).

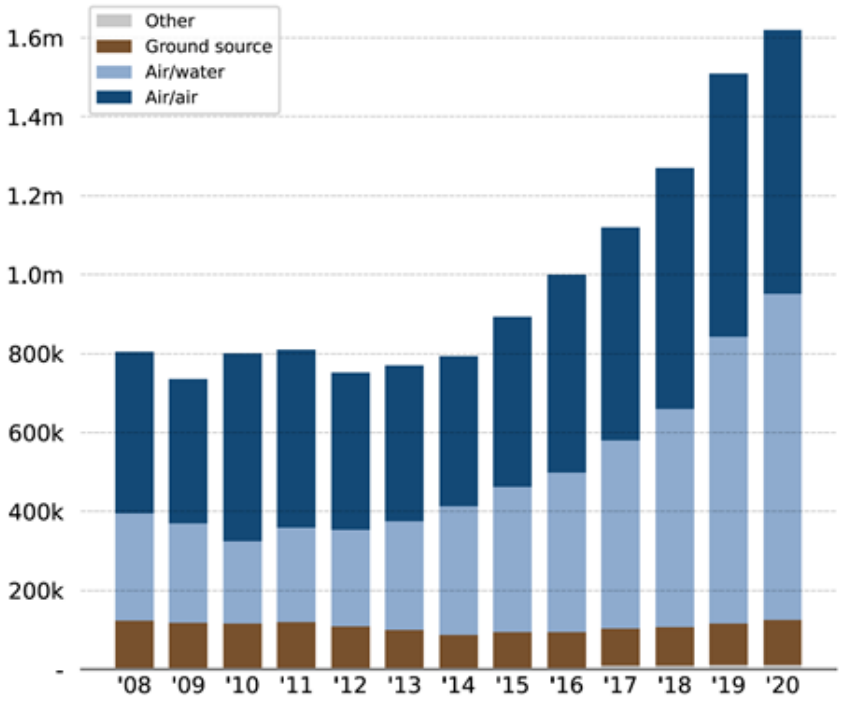
4.1.2 Extrapolatie door VITO

We nemen aan dat de stijging in het aantal bjikomende 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

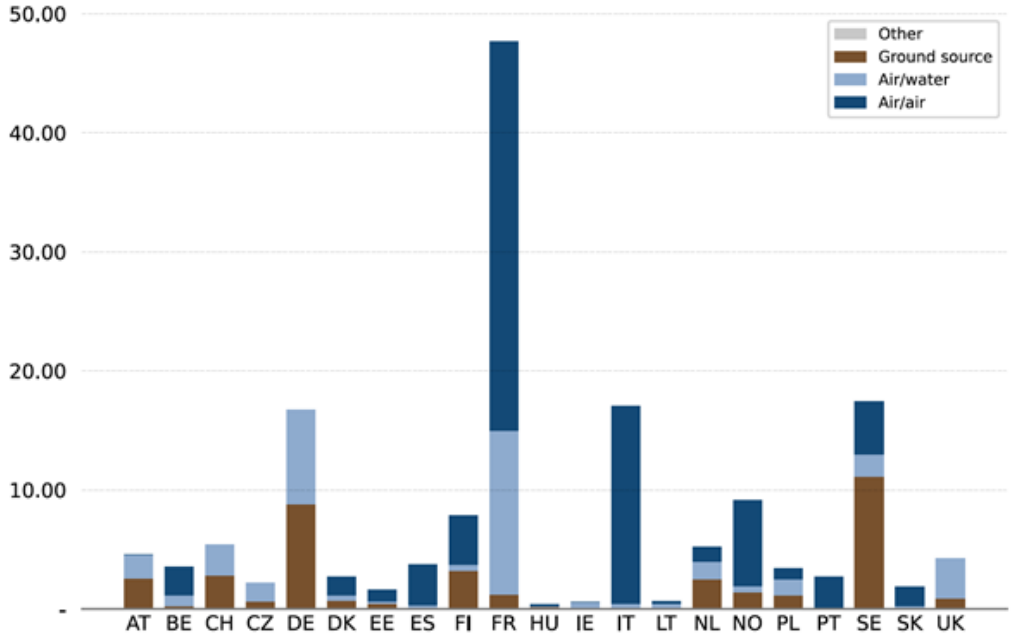
Specifieke cijfers over de verhouding tussen de verschillende soorten WP wordt niet gegeven. Wel kunnen we op basis van figuren van REHVA, de federatie van Europese verenigingen voor verwarming, ventilatie en airconditioning, afleiden hoe deze verhouding zou kunnen evolueren in de toekomst (REHVA, 2021). Uit Figuur 4.2 blijkt dat vooral lucht-lucht en lucht-water WP in aantal en aandeel winnen terwijl het aantal grond-water WP eerder constant blijft. Er wordt verder niets gedaan met deze cijfers, ze zijn louter indicatief. Als bij de volgende iteratie (in 2023) bijkomende relevante en bruikbare data gevonden wordt, zal die natuurlijk meegenomen worden.



Figuur 4.2: Verkoopsevolutie per type warmtepomp (Bron: REHVA, 2021*)*

.

Verder geeft Figuur 4.3 voor een aantal Europese landen, waaronder België, de hoeveelheid thermische energie weer per type WP voor het jaar 2020. Uit deze figuur blijkt dat in België energie voornamelijk uit lucht-lucht WPn gehaald wordt. Ook hier wordt er verder niets gedaan met deze cijfers, en bekijken we eveneens of er bij de volgende iteratie (in 2023) bijkomende relevante en bruikbare data gevonden wordt.



Figuur 4.3: Hernieuwbare thermische energie voorzien per land en per type WP voor het jaar 2020 (in TWh) (Bron: REHVA, 2021*)*

Tenslotte geeft de Elia studie over "Electricity scenarios for Belgium towards 2050 - Elia's quantified study on the energy transition in 2030 and 2040" (Elia, 2017) een inschatting over hoe de verdeling tussen volledige elektrische en hybride WPn eruit zou kunnen zien voor de drie verschillende scenario's. Deze inschatting wordt getoond in Figuur 4.4 maar er wordt verder niets mee gedaan.

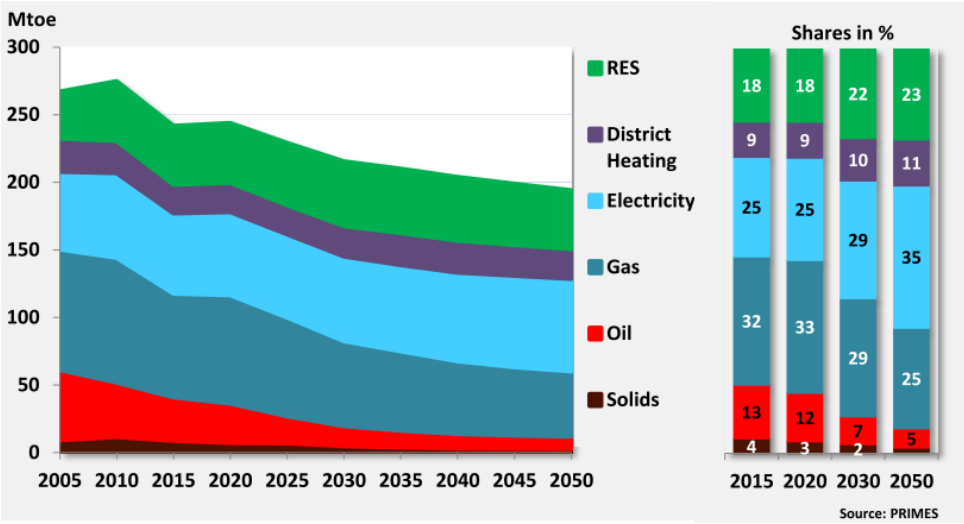
Figuur 4.4: Elektrische/hybride WP penetratie voor elk scenario in België (Bron: Elia, 2017*)*

In de verdere literatuurstudie wordt alleen gekeken naar het totale aantal volledige elektrische WP en bijgevolg niet naar een verdere onderverdeling in de verschillende types volledig elektrische WP of naar het verwachte aantal hybride WP. Aangezien we in deze studie wel percentages vinden voor 2030 en 2040 wat betreft volledig elektrische WPn voor 3 scenario's, tonen we deze cijfers in het scenario-overzicht. Aangezien deze cijfers echter sterk aansluiten bij de Elia adequacy studie (zie Sectie 4.3) nemen we ze niet mee in de berekening van het midden scenario.

4.2 EU Reference Scenario – Europese Commissie

4.2.1 Aannames en cijfers

Figuur 4.5 geeft de residentiële energievraag weer per brandstoftype op Europees niveau. Volgens de simulaties zal het aandeel van de vraag dat beantwoord wordt d.m.v. elektriciteit stijgen naar 29% en 35% in 2030 en 2050 respectievelijk.



Figuur 4.5: Residentiële energievraag per brandstoftype (Bron: European Commission, 2021*)*

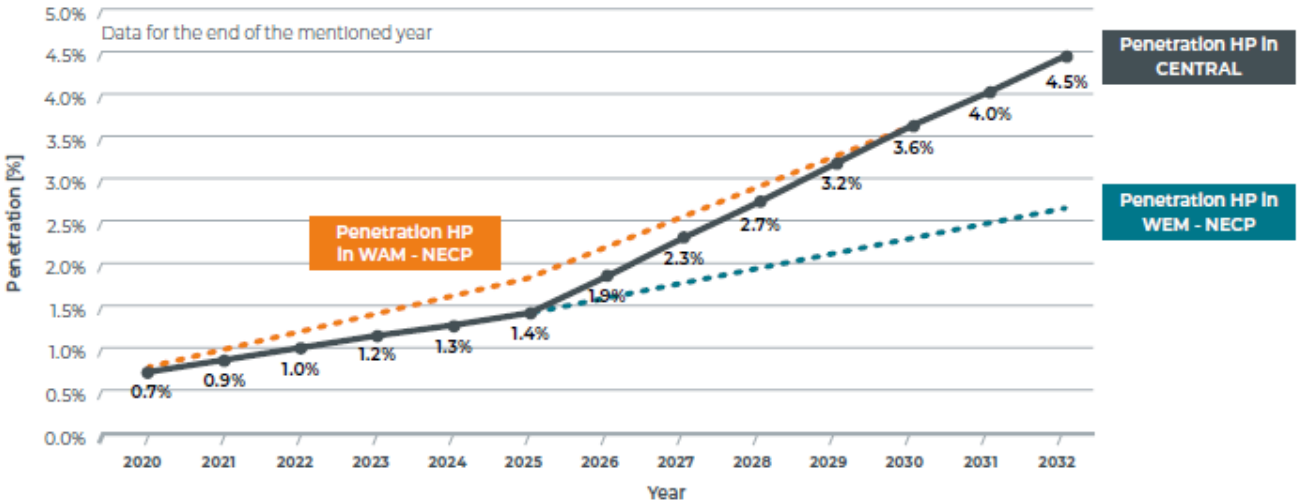
4.2.2 Extrapolatie door VITO

Voor de scenarioberekening zijn we echter op zoek naar aantallen WP of het percentage WP op het totaal Vlaamse woningen. Het EU Referentiescenario geeft aan hoeveel % van de warmtevraag (in Mtoe) ingevuld wordt door elektriciteit. We kunnen deze gegevens niet op een transparante manier extrapoleren naar aantal of percentage WP in Vlaanderen. Daarom worden zij in de scenarioberekening niet meegenomen.

4.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia

4.3.1 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 4.6. 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 4.6: Evolutie van de WP installaties in de residentiële en tertiaire sectoren (Bron: Elia, 2021*)*

4.3.2 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

4.4 RePower EU with Clean Energy – European Commissie

4.4.1 Aannames en cijfers

Volgens RePower 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).

4.4.2 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 4.3).

Tabel 4.3: 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

4.5 EU Strategie voor Energiesysteemintegratie – Europese Commissie

4.5.1 Aannames en cijfers

Volgens de EU Strategie voor Energiesysteemintegratie (European Commission, 2020d) zal elektrificatie een centrale rol gaan spelen in gebouwen, met name door de uitrol van WPn voor ruimteverwarming en -koeling. In de residentiële sector

moet het aandeel van elektriciteit in de vraag naar verwarming groeien tot 40% in 2030 en tot 50-70% in 2050; in de dienstensector liggen deze aandelen naar verwachting rond de 65% in 2030 en 80% in 2050.

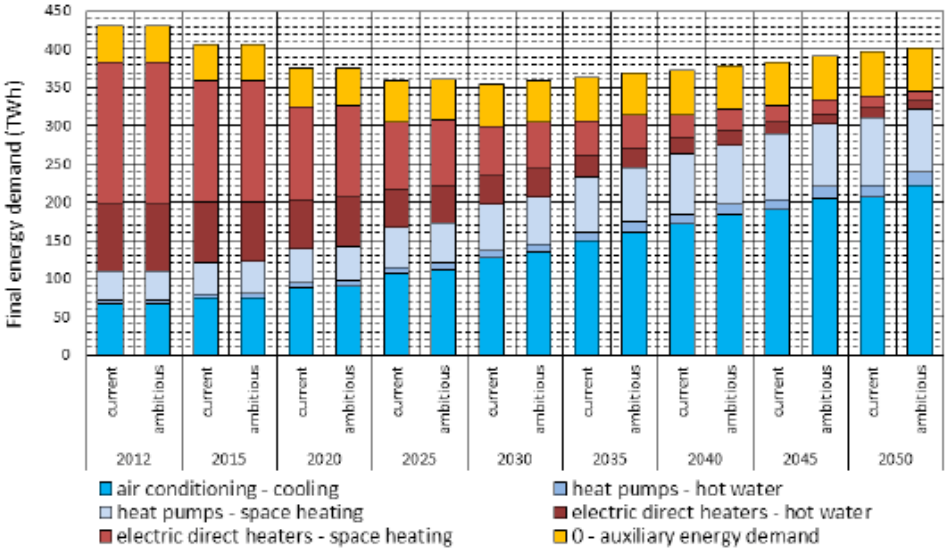
4.5.2 Extrapolatie door VITO

We kunnen aannemen dat de percentages op Vlaams niveau dezelfde zijn als de percentages op Europees niveau. Het gaat hier echter over het 'aandeel van elektriciteit' in de vraag naar verwarming en deze gegevens zijn niet specifiek genoeg om te kunnen afleiden of dit enkel gaat over WPn en welk soort percentage bedoeld wordt (i.e., aandeel WPn/verwarmingstoestellen op totaal aantal toestellen of aandeel warmtevraag door WPn/verwarmingstoestellen op totale vraag). We nemen deze studie daarom niet verder mee in de scenarioberekening.

4.6 Hotmaps project

4.6.1 Aannames en cijfers

De analyse van het Hotmaps project (Hotmaps Project, 2021) gaat ervan uit dat de energievraag voor verwarming en koeling in Europese gebouwen min of meer constant blijft, of licht afneemt (-7% tot -8%). Er is echter een merkbare verschuiving van ruimteverwarming naar ruimtekoeling, zoals te zien is in Figuur 4.7. De energievraag voor ruimteverwarming en warmwatervoorziening in de twee gedefinieerde scenario's ("current" en "ambitious") daalt met ongeveer 60% tot 2050, ondanks een aanzienlijke toename van het marktaandeel van elektrische WPn. WPn zullen naar verwachting met name worden ingezet in nieuwe gebouwen, maar ook als vervanging van bestaande directe elektrische verwarmingssystemen.



Figuur 4.7: Totale energievraag voor verwarmen en koelen voor het huidige en ambitieuze scenario voor de EU-28 in TWh (Bron: Hotmaps Project, 2021*)*

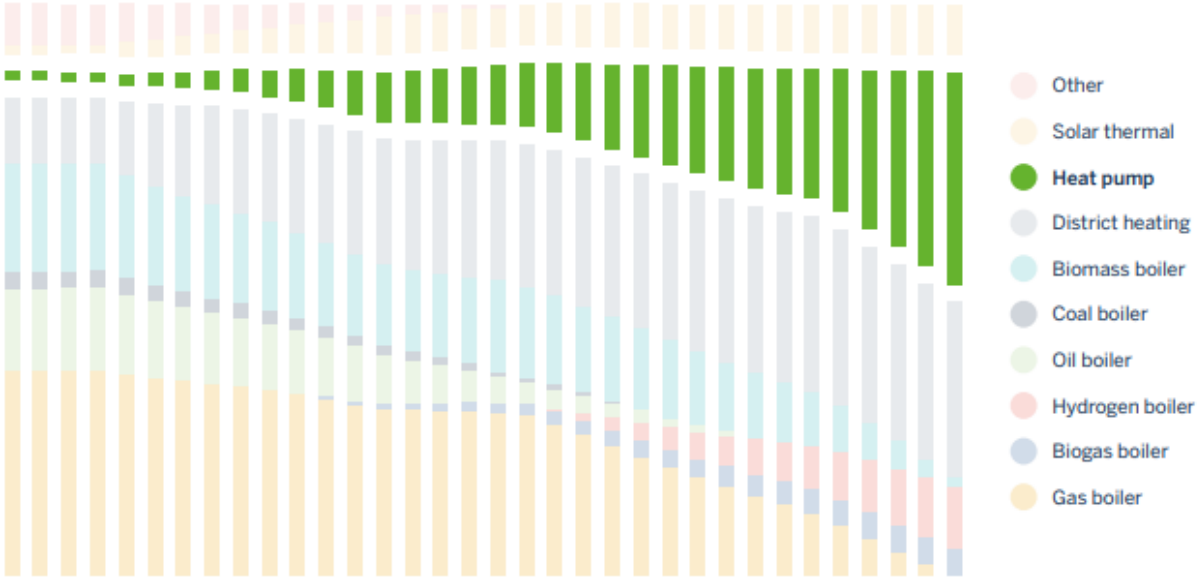
4.6.2 Extrapolatie door VITO

Net zoals in het EU Referentiescenario (European Commission, 2021) wordt er hier een analyse gemaakt o.b.v. energievraag. Opnieuw kunnen deze cijfers niet eenvoudig geëxtrapoleerd worden naar aantal WPn in Vlaanderen en wordt deze studie dus niet verder meegenomen.

4.7 Net-Zero Europe - McKinsey

4.7.1 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 4.8 en Tabel 4.4.



Figuur 4.8: Marktpenetratieniveau in % van verschillende verwarmingstechnologieën voor de periode 2017 - 2050. Het aandeel van WP is weergegeven in groen (Bron: McKinsey & Company, 2020*)*

Tabel 4.4: Marktpenetratieniveau in % van WP voor de periode 2017 – 2050 (Bron: McKinsey & Company, 2020*)*

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

4.7.2 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 4.4 en het aantal woningen (Statistiek Vlaanderen, 2021).

Tabel 4.5: Geraamde traject voor WP voor Vlaanderen van 2023 tot 2027 (Bron: McKinsey & Company, 2020; Statistiek Vlaanderen, 2021*)*

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Aantal woningen in Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen)	3.254.829	3.420.858	3.595.356	3.778.755	3.971.510	4.174.097	4.387.018
Aantal WPn in Vlaanderen	65.097	171.043	323.582	453.451	754.587	1.043.524	1.754.807

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

4.8.1 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 4.6: Totale verbruik van WPn in België berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022*)*

	2030	2040	2050
Totale verbruik WPn BE (TWh)	4.1	5.5	13.22

4.8.2 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 4.7.

Tabel 4.7: Aantal WPn in Vlaanderen berekend voor de verschillende jaren (Bron: VITO/EnergyVille, 2022*)*

	2030	2040	2050
Aantal WPn in VL	1.374.943	1.825.488	4.387.018

4.9 Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen – Vlaamse Regering

4.9.1 Aannames en cijfers

De langetermijnstrategie voorziet dat 'de bestaande woongebouwen uiterlijk in 2050 een vergelijkbaar energieprestatieniveau moeten halen als nieuwbouwwoningen met vergunningsaanvraag in 2015'. Dat wil zeggen dat tegen 2050 alle woningen moeten voorzien zijn van een energielabel A (EPC-kengetal 100). Meer specifiek betekent dit dat er per jaar, tussen 2020 en 2050, ruim 95.000 woningen een grondige renovatie tot de lange termijn doelstelling label A moeten ondergaan. Renovatie hangt samen met energie-efficiëntie en de transitie naar een haalbare, betaalbare, aanvaardbare, veilige en koolstofarme energievoorziening. Waar mogelijk zet Vlaanderen in op warmtenetten maar voor meer verspreide gebouwen - waar warmtenetten dus een minder efficiënte oplossing zijn - wordt de klemtoon gelegd op thermische zonne-energie en elektrificatie, voornamelijk via warmtepompen. Het maatregelenpakket o.b.v. het Renovatiepact stelt dat elke woning een verwarmingsinstallatie zal hebben bestaande uit een condensatieketel, (micro)WKK, een verwarmingssysteem op basis van een hernieuwbare energiebron (warmtepomp, …), een decentraal verwarmingstoestel met een totaal maximaal vermogen 15 W/m2 of aangesloten op een efficiënt warmtenet (Vlaamse Regering, 2020).

4.9.2 Extrapolatie door VITO

Hoewel geen rechtstreekse data gevonden werden over WP in deze bron, zouden we o.b.v. een aantal aannames uit het document en een aantal bijkomende aannames toch een inschatting kunnen maken. De aannames uit het document zijn dat het aantal label A woningen door renovatie elk jaar met 3% zou moeten toenemen en dat in 2020 6% van de woningvoorraad bestond uit woningen met label A.

Volgens de extra maatregelen van het VEKP zijn, vanaf 1 januari 2023, eigenaren van nieuwbouwwoningen verplicht om (minimaal) een hybride warmtepomp te plaatsen. Ook moeten vanaf 2023 woningen met een slecht EPC label (E of F) ten minste gerenoveerd worden tot label D. Hybride en elektrische warmtepompen passen binnen deze doelstelling en we zouden dus kunnen aannemen dat nieuwbouwwoningen en gerenoveerde woningen met renovatielabels A t.e.m. D over een WP beschikken.

Omdat we echter, op dit moment, nergens in de literatuur een concrete link vinden tussen renovatielabels en warmtepompen, en ook meer specifieker, tussen types renovatielabel en vermogens van WPn, werd in samenspraak met de stuurgroep beslist om deze bron niet te weerhouden.

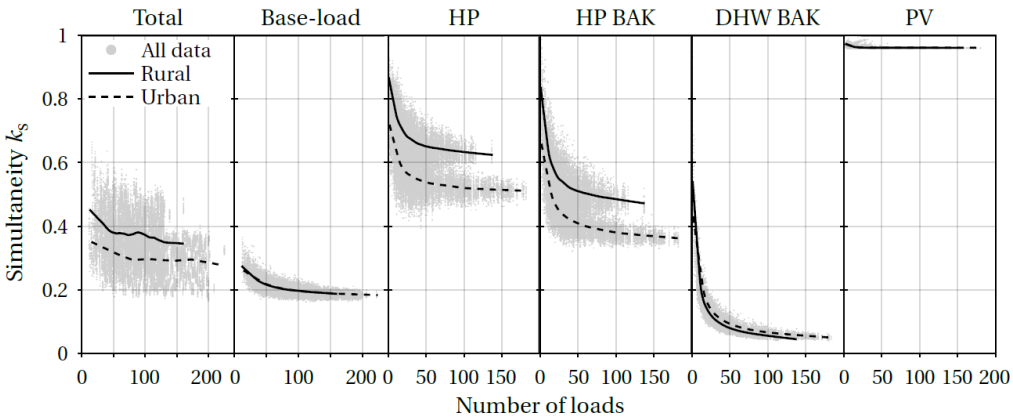
4.10 Doctoraat van Christina Protopapadaki "A probabilistic framework towards metamodeling the impact of residential heat pumps and PV on low-voltage grids"

4.10.1 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.

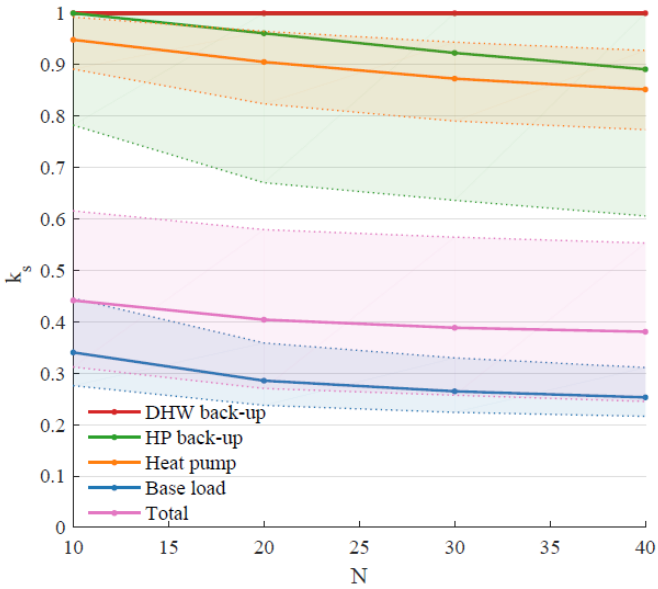
Men gaat ervan uit dat gebouwen met een WP op zijn minst lichte renovaties hebben ondergaan, waardoor er slechts matige tot kleine energieverliezen zijn via de muren. De huisparameters zijn voor het Belgisch huizenbestand uit 1990. Uit een sensitiviteitsanalyse blijkt dat parameters zoals Pmax en gelijktijdigheidsfactor 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 4.9 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.

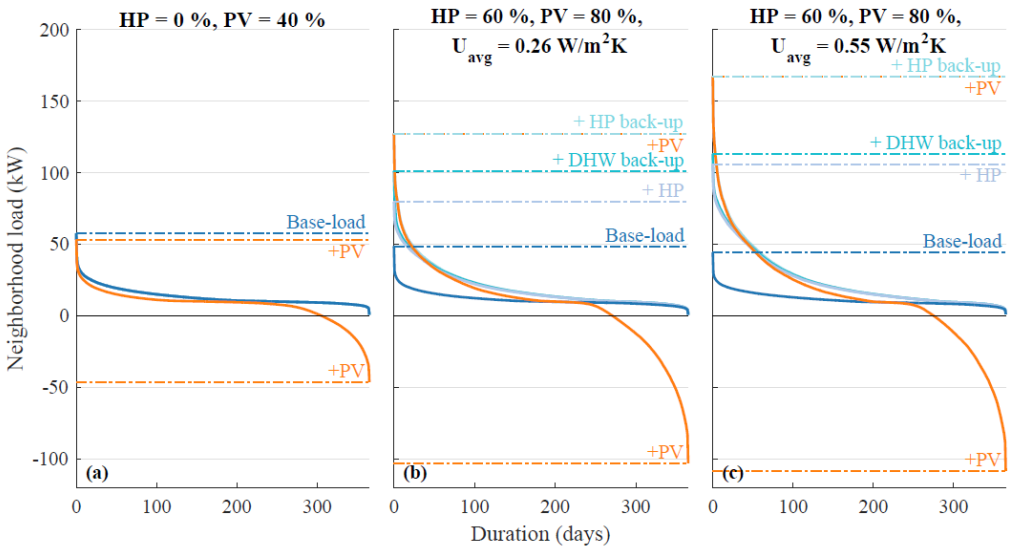


Figuur 4.9: Gelijktijdigheidsfactoren k_s voor verschillende types belasting. Total is de combinatie van alle andere belastingen. Grijze punten stellen alle datapunten voor, terwijl de lijnen de fit voor rurale en stedelijke eilanden apart voorstellen (Bron: Protopapadaki, 2018)

In een artikel van dezelfde auteurs (Protopapadaki & Saelens, 2017) worden extra getallen gegeven. Hier berekent men op dezelfde wijze Pmax en de gelijktijdigheidsfactor. In dit geval zijn de cijfers op feeder niveau voor een resolutie van 10 minuten. De resultaten zijn geplot in Figuur 4.10. 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 4.11 is de Pmax geplot voor een feeder met 40 huizen en 0% of 60% warmtepompen. Bij 60% warmtepompen gaat Pmax van ongeveer 50 kW naar ongeveer 100 kW voor huizen met gemiddelde isolatiewaarde van 0.55 W/m^2K. Wanneer de isolatie dubbel zo goed is (0.26 W/m^2K) daalt de Pmax naar 75kW. In alle gevallen worden Pmax en gelijktijdigheidsfactor bepaald door een extreem koude dag. Dit is in overeenstemming met de aanname van de simulaties van Fluvius.



Figuur 4.10: Gelijktijdigheidsfactoren k_s voor verschillende types belasting. Total is de combinatie van alle andere belastingen. Medianen (volle lijnen) en 5de en 95ste percentielen (gekleurde gebieden) worden weergegeven (Bron: Protopapadaki & Saelens, 2017*)*



Figuur 4.11: 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*)*

4.10.2 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 Pmax en gelijktijdigheid zijn echter afhankelijk van de gebouwkarakteristieken zoals isolatieniveau. Aangezien het huizenbestand van 1990 als basis is genomen, kunnen we betere isolatie aannemen, hetgeen het 0.26 W/m^2K scenario is. Tabel 4.8 geeft de extrapolatie van Pmax en de gelijktijdigheid o.b.v. (Protopapadaki, 2018). Pmax is gehaald uit Figuur 4.11 (b): de Pmax van HP is ongeveer 25 kW extra bovenop de baseload, gedeeld door 40 * 60% = 24 huizen. De gelijktijdigheid k=0.9 is bekomen uit Figuur 4.10 voor N=24. Dit geeft Pmax van een huis = k * Pmax totaal / 24.

Tabel 4.8: Pmax en gelijktijdigheidsfactor zoals geëxtrapoleerd uit het doctoraat van C. Protopapadaki (2018)

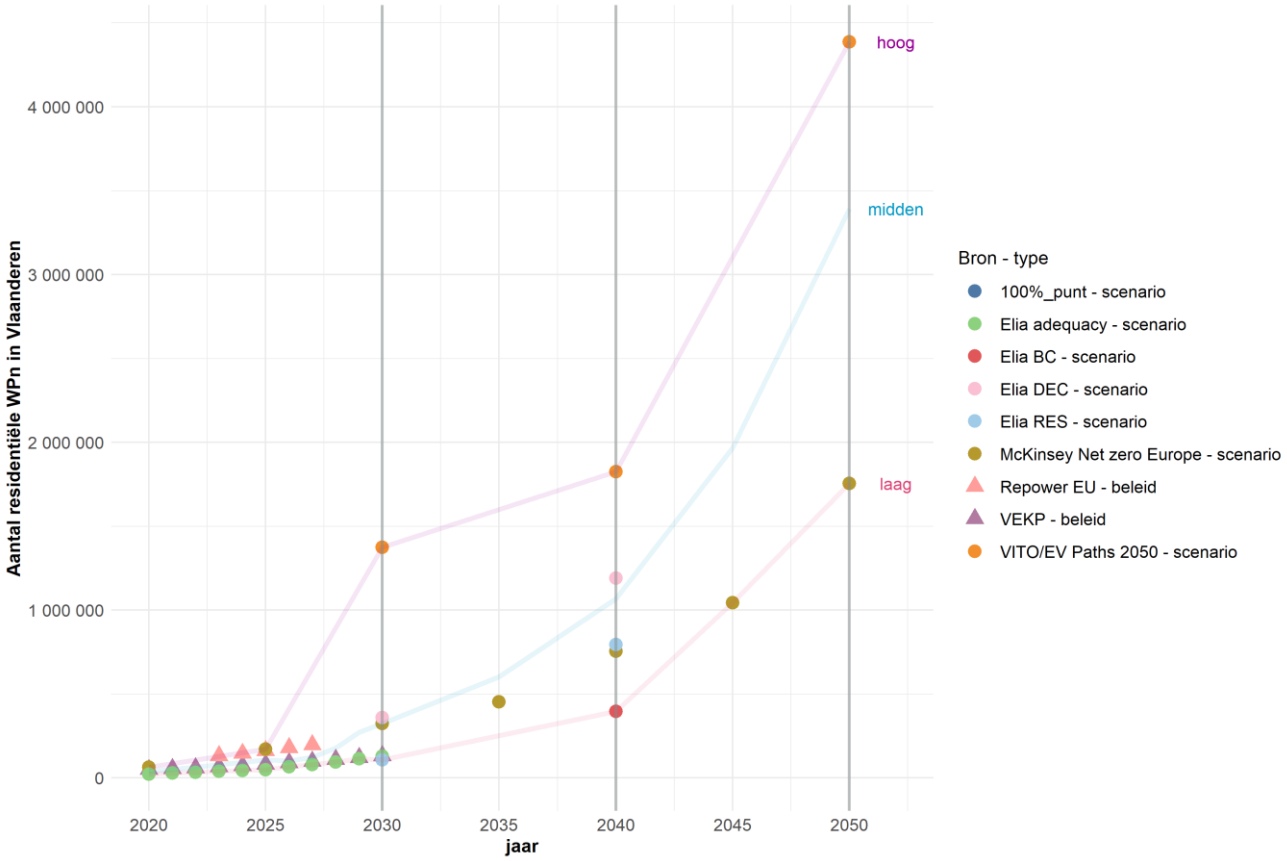
Pmax [kW]	Gelijktijdigheid [%]
0,94	90

4.11 Voorstel scenario

4.11.1 Overzichtgrafiek

Figuur 4.12 geeft het overzicht weer van de verschillende datapunten, waarbij de kleur van een punt aanduidt over welke bron het gaat en de vorm van een punt aanduidt over welk type bron het gaat. De verticale donkergrijze lijnen benadrukken de jaren 2030, 2040 en 2050, i.e., de jaren waarvoor de aantallen in laag, midden en hoog scenario's gegoten moeten worden. Tenslotte geven de roze, blauwe en paarse curves de respectievelijke laag, midden en hoge scenario's weer. We voegen ook nog een 100% punt toe dat aangeeft dat elk huis in Vlaanderen tegen 2050 uitgerust is met een WP[3]. Een overzichtstabel met alle cijfers per databron kan gevonden worden in Sectie 8.2 in annex. Het overzicht van de datapunten voor de scenario's wordt getoond in Tabel 4.9. Omdat de bronnen die dateren van vóór 2020 soms ook voorspellingen geven voor 2020, en omdat deze cijfers verschillen van bron tot bron, baseren we ons in alle scenario's op de historische waarde voor dat jaar (en dus op slechts 1 en dezelfde waarde voor alle scenario's).

[3] DIt punt is echter hetzelfde als het VITO/EV Paths 2050 punt voor het jaar 2050 en is niet zichtbaar op de grafiek omdat het verborgen ligt achter dat laatste punt.



Figuur 4.12: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor het aantal WPn in woningen voor Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

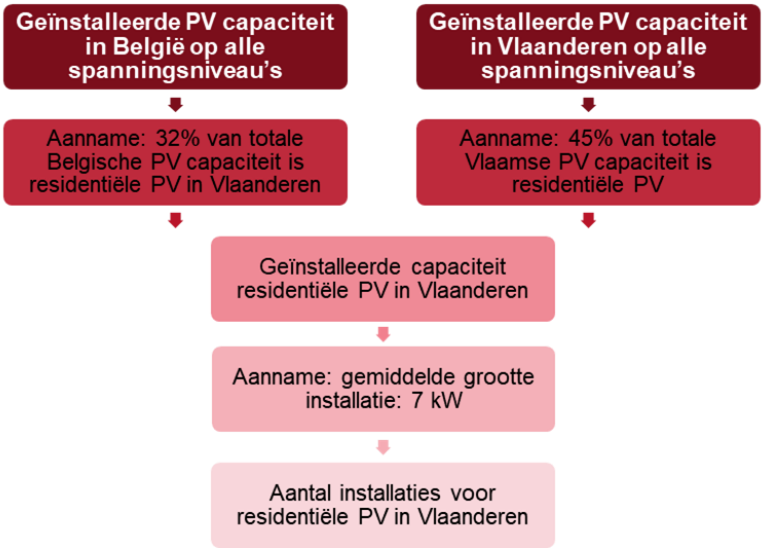
Tabel 4.9: Overzichtstabel van de scenario's voor totaal aantal WPn in Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

scenario	2020	2030	2040	2050
laag	33.500	107.861	397.151	1.754.807
midden	33.500	330.952	1.220.311	3.384.553
hoog	33.500	1.374.943	1.825.488	4.387.018

5 Zonnepanelen

In dit hoofdstuk bespreken we gevonden publieke literatuur over zonnepanelen en vullen we deze bronnen waar nodig verder aan met bijkomende aannames en assumpties. We concluderen dit hoofdstuk met een overzicht van alle datapunten en de definiëring van een laag, midden en hoog scenario.

Onderstaand 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 uitgelegd in de verschillende secties van dit hoofdstuk.



Figuur 5.1: Overzicht type data en aannames

5.1 Vlaams Energie- en Klimaatplan – Vlaamse Regering

5.1.1 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 5.1: 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).

5.1.2 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 5.2 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 5.2: 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	331	196	1.696	5.202
	Totaal	**6.756**	**423**	**3.154**	**10.333**

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 5.1 worden vermenigvuldigd met 49 % en kunnen zo herleid worden residentiële PV in Vlaanderen.

5.2 EU Referentiescenario 2020 – Europese Commissie

5.2.1 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

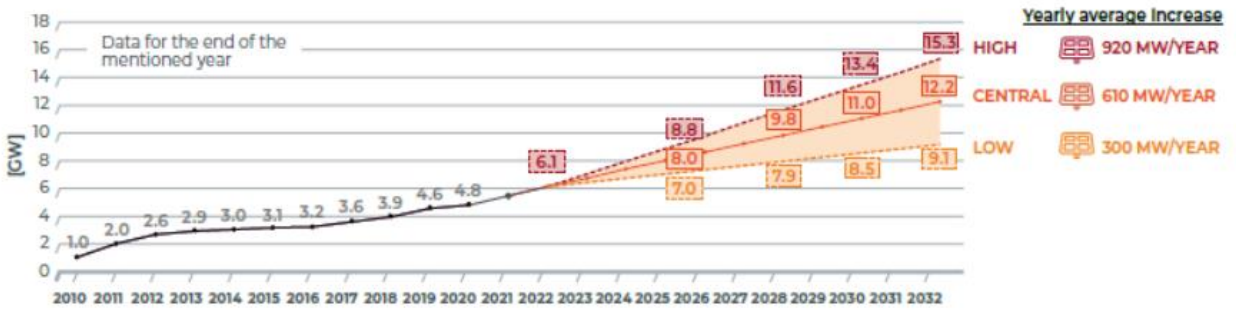
5.2.2 Extrapolatie door VITO

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 5.1.2 kunnen we de (totale Belgische) waarden uit Tabel 5.3 herleiden naar Vlaamse residentiële cijfers door de originele waarden te vermenigvuldigen met 32%.

5.3 Adequacy- en Flexibiliteitsstudie voor België 2022-2032 - Elia

5.3.1 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*)*

5.3.2 Extrapolatie door VITO

Net zoals in het EU Referentiescenario zijn de voorspellingen van Elia 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 5.1.2.

5.4 Belgian long-term electricity system scenarios – VITO/EnergyVille

5.4.1 Aannames en cijfers

Op basis van de twee trajecten en drie scenario's die gedefinieerd worden, geeft de studie van VITO/EnergyVille de volgende prognoses.

Tabel 5.4: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus voor de verschillende geselecteerde cases en jaartallen (Bron: VITO/EnergyVille, 2020*)*

Geïnstalleerde capaciteit [MW] per case	2020	2026	2030	2035	2040	2045
Huidig traject - centraal	4.826	4.830	12.569	18.198	20.773	22.965
Huidig traject - nucleair 10	4.826	4.830	11.306	18.353	21.155	22.965
Huidig traject - nucleair 20	4.826	4.830	11.043	18.108	18.979	22.945
Ambitieus traject - centraal	4.826	4.830	20.115	29.088	31.595	43.734
Ambitieus traject - nucleair 10	4.826	4.830	19.663	29.211	31.596	43.699
Ambitieus traject - nucleair 20	4.826	4.830	19.710	27.116	27.902	45.168

5.4.2 Extrapolatie door VITO

Net zoals in het EU Referentiescenario en bij de Elia studie zijn de voorspellingen van VITO/EnergyVille gemaakt op Belgisch niveau. Om de cijfers terug te brengen naar residentiële daken op Vlaams niveau maken we gebruik van dezelfde aannames als in Secties 5.1.2.

5.5 Paths 2050, the power of perspective – VITO/EnergyVille

5.5.1 Aannames en cijfers

We gebruiken de data van het Centrale scenario. De data geeft meer informatie over het totaal geïnstalleerde PV capaciteit in België.

Tabel 5.5: Geïnstalleerde capaciteit aan zonnepanelen voor België op alle spanningsniveaus (Bron: VITO/EnergyVille, 2022*)*

Geïnstalleerde capaciteit [MW]	2030	2040	2050
Zonnepanelen	24.556	56.718	96.649

5.5.2 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 Secties 5.1.2.

5.6 Voorstel scenario

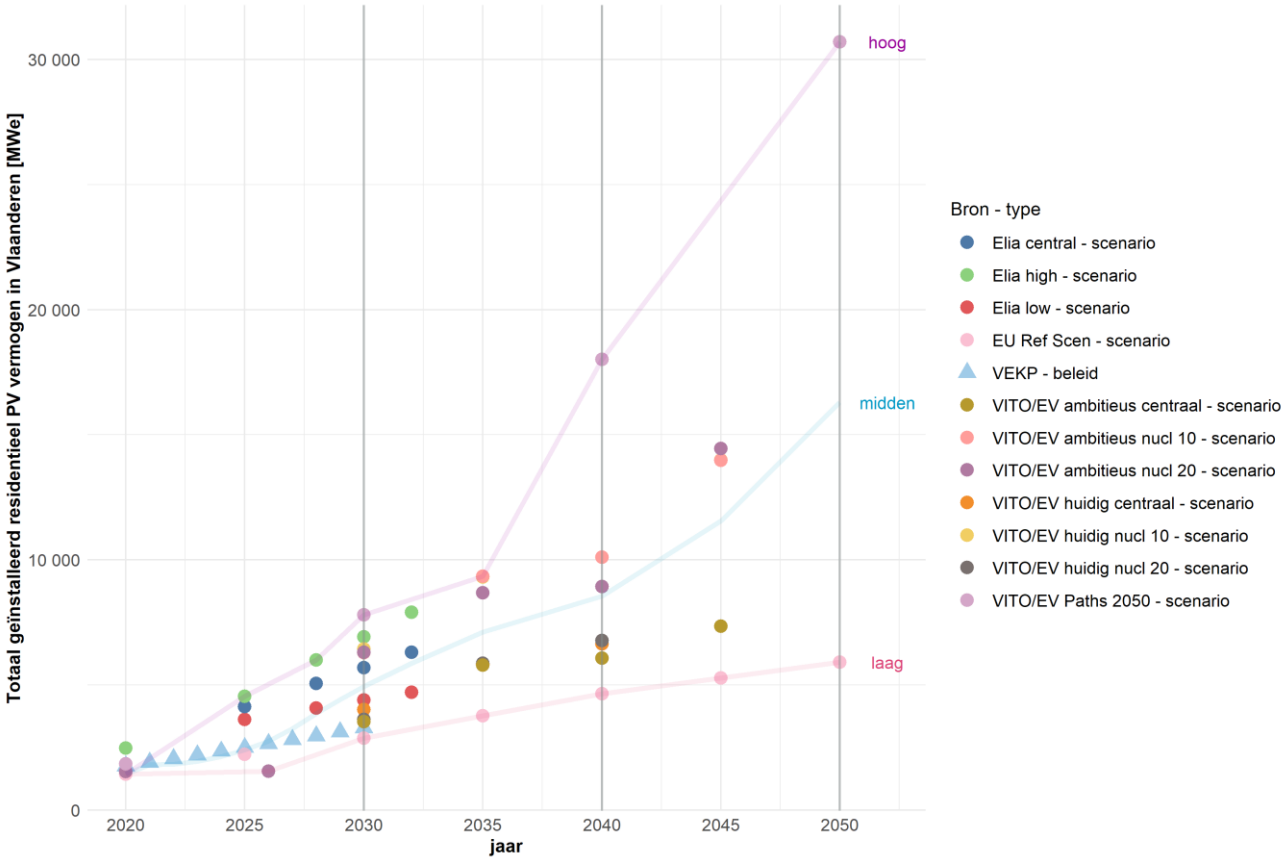
In het PV scenario geven we zowel inschattingen over de geïnstalleerde capaciteit alsook een verdere berekening naar het aantal installaties weer. Zoals eerder vermeld moeten we de cijfers uit de literatuur verder herleiden naar Vlaams niveau en naar residentiële daken. Voor het berekenen van het aantal residentiële installaties moeten we weten hoe groot een gemiddelde installatie is. Om de gemiddelde grootte (in kW) van een installatie te kennen, maken we gebruik van de Vlaamse energiekaart (Vlaamse Overheid, n.d.). De energiekaart geeft o.a. weer wat de geïnstalleerde capaciteit was en hoeveel installaties er in Vlaanderen waren in 2020. We delen de totale capaciteit in 2020, i.e., 2.527 MW, dan door het aantal installaties, i.e., 586.325, in datzelfde jaar en bekomen zo de gemiddelde capaciteit per installatie, i.e., 4,3 kW.

Als we dan echter de hoogst gevonden waarde, i.e., 31 GW in 2050 (VITO/EnergyVille, 2022) delen door de gemiddelde installatiegrootte (4,3 kW), komen we uit op 7.192.484 installaties. Dit is veel meer dan het aantal verwachtte woningen in Vlaanderen in 2050, nl. 4.387.018. Daarom gaan we ervan uit dat de gemiddelde grootte van een installatie zal stijgen tegen 2050 om het volle potentieel te kunnen benutten. Om een idee te krijgen over de grootte van de toekomstige installatie delen we de maximale capaciteit (31 MW) door het aantal woningen in 2050 (4.387.018). Dit geeft ons een installatiegrootte van 7 kW. We gebruiken deze waarde ook om het aantal installaties te berekenen voor 2030 en 2040. Dit kan natuurlijk wel zorgen voor een onderschatting van het werkelijke aantal installaties omdat de werkelijke grootte in die jaren ergens tussen 4,3 en 7 kW zal liggen. De exacte grootte en evolutie in die grootte is echter onmogelijk exact in te schatten waardoor we, in samenspraak met de stuurgroep, ervoor gekozen hebben om met slechts 1 waarde te werken, zijnde 7 kW.

Aan het overzicht van aantal PV installaties voegen we ook nog een ‘100% punt’ toe. Dit punt gaat ervan uit dat elke woning in Vlaanderen in 2050 een PV-installatie heeft. Het aantal woningen is gebaseerd op gegevens van Statistiek Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen, 2021) betreffende de woningvoorraad en de gemiddelde jaarlijkse stijging van het aantal woningen. Meer bepaald, volgens Statistiek Vlaanderen waren er in 2020 3.254.829 woningen in Vlaanderen en stijgt de woningvoorraad met gemiddeld 1% per jaar (zie ook Tabel 4.5).

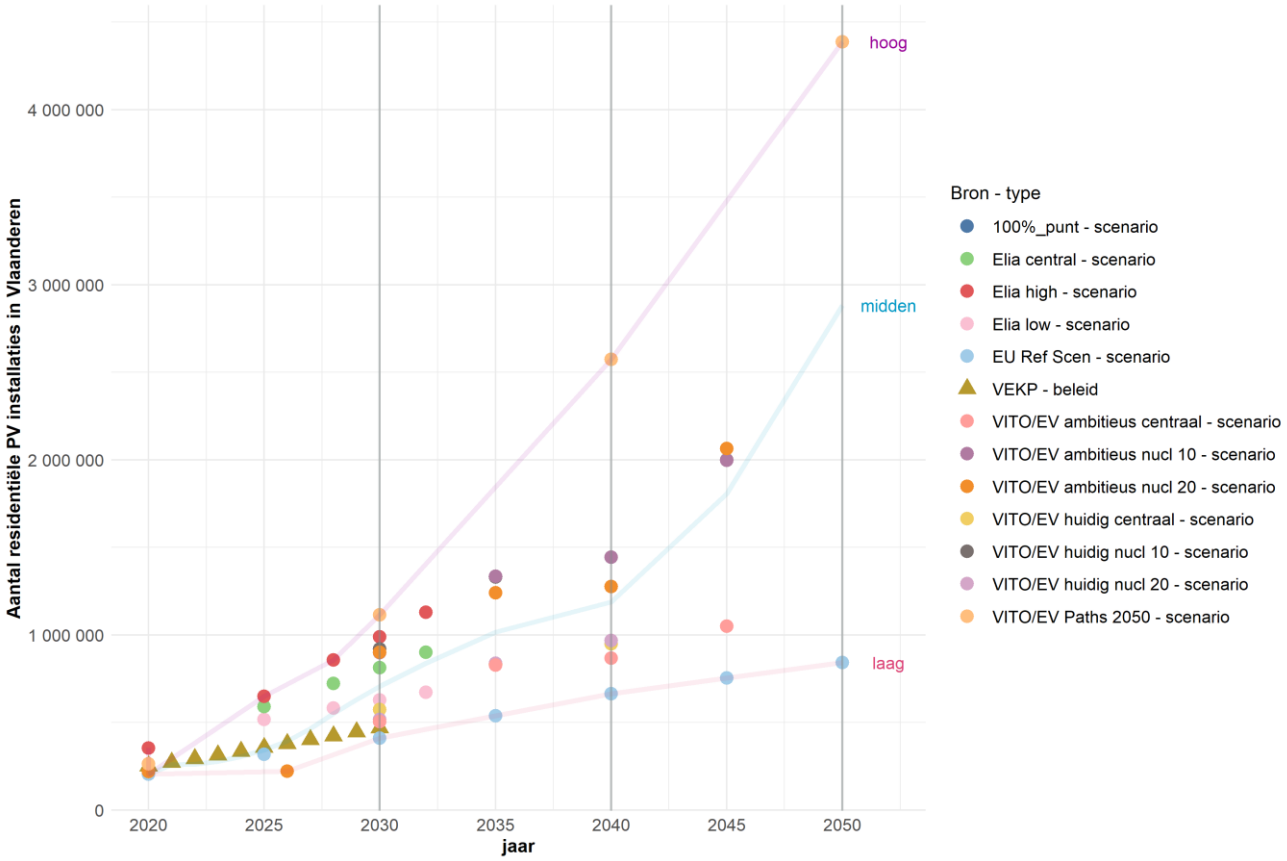
5.6.1 Overzichtgrafieken

Figuur 5.3 en Figuur 5.4 geven het overzicht weer voor, respectievelijk, het totaal geïnstalleerde PV vermogen en het totaal aantal PV-installaties. Beide figuren geven een overzicht van de verschillende datapunten, waarbij de kleur van een punt aanduidt over welke bron het gaat en de vorm van een punt aanduidt over welk type bron het gaat. De verticale grijze lijnen benadrukken de jaren 2030, 2040 en 2050, i.e., de jaren waarvoor de aantallen in laag, midden en hoog scenario’s gegoten moeten worden. Tenslotte geven de roze, blauwe en paarse curves de respectievelijke laag, midden en hoge scenario’s weer. Het overzicht van de datapunten voor de scenario’s wordt getoond in Tabel 5.6. Omdat de bronnen die dateren van vóór 2020 soms ook voorspellingen geven voor 2020, en omdat deze cijfers verschillen van bron tot bron, baseren we ons in alle scenario’s op de historische waarde voor dat jaar (en dus op slechts 1 en dezelfde waarde voor alle scenario’s).



Figuur 5.3: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal geïnstalleerd residentieel PV vermogen voor Vlaanderen, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

Op deze grafiek met het totale vermogen hebben we geen '100%' punt aangeduid. De reden hiervoor is dat het 100% punt samenvalt met het datapunt van de VITO/EnergyVille Paths 2050 studie, waar alle potentiële PV capaciteit aangewend wordt om een net-zero carbon 2050 te bekomen.



Figuur 5.4: Overzichtsgrafiek van de scenario's voor totaal aantal PV installaties voor Vlaanderen op laagspanning, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

In Figuur 5.4 is het 100% punt wel toegevoegd, nl., alle woningen in 2050 hebben een PV installatie. Dit punt valt echter samen met het datapunt van de VITO/EnergyVille Paths 2050 studie, omdat, om het volle PV potentieel te benutten, we ervan uitgaan dat alle woningen eveneens een PV installatie hebben[4].

Tabel 5.6: Overzichtstabel van de scenario's voor totaal geïnstalleerd PV vermogen en totaal aantal installaties voor Vlaanderen op laagspanning, gebaseerd op de geraadpleegde bronnen en bijkomende aannames

Geïnstalleerd vermogen per scenario (MW)	2020	2030	2040	2050
laag	1.435	2.878	4.646	5.903
midden	1.435	5.388	8.472	16.373
hoog	1.435	7.801	18.017	30.702
Aantal installaties per scenario	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
laag	205.120	411.109	663.680	843.246
midden	205.120	739.674	1.182.569	2.886.950
hoog	205.120	1.114.627	2.574.500	4.387.018

Om in de gedefinieerde scenario's van 'geïnstalleerd vermogen op residentieel Vlaams niveau' naar 'aantal installaties' te gaan, delen we, zoals eerder, het vermogen door de gemiddelde installatie grootte, nl. 7 kW.

[4] De twee punten vallen echter samen waardoor enkel het bovenste punt, i.e. het VITO/EnergyVille Paths 2050 punt, te zien is.

6 Warmtenetten

In dit hoofdstuk bespreken we gevonden 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 daarentegen, zijn 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. We beschikken ook niet over voldoende data om 3 scenario's over de tijd te definiëren. Daarom beperken we ons hier tot het aanduiden van percentages voor onder- en bovengrens, en een middenscenario.

6.1 Vlaams Energie-en Klimaatplan – Vlaamse Regering

6.1.1 Aannames en cijfers

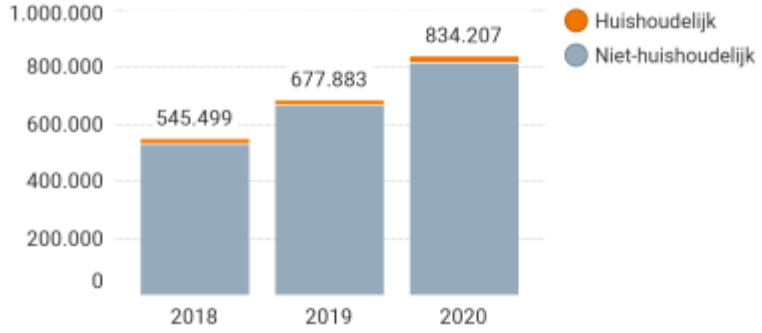
In het Vlaams Energie-en Klimaatplan staat dat er een belangrijke rol wordt toegekend aan de verdere uitbouw van warmtenetten in Vlaanderen. Er staat dat in 2017 bij benadering 560 GWh warmte per jaar geleverd werd via warmtenetten, en tegen 2020 een verdere groei van 1000 GWh extra tegen 2020 (250 GWh/jaar in de periode 2017-2020) werd verwacht. Deze groei van 250 GWh/jaar wordt verder doorgetrokken tot 2030. Een warmtezoneringsplan wordt opgemaakt waar de mogelijkheden tot aanleg van warmtenetten wordt aangeduid.

De cijfers geven het aandeel warmte geleverd door warmtenetten voor zowel niet-huishoudelijk als huishoudelijke aansluitingen. Met deze info is het is moeilijk om te extrapoleren naar een percentage van het aandeel huishoudelijke aansluitingen waarbij de warmte volledig voorzien wordt door een warmtenet, en die dus niet uitgerust zullen worden met een warmtepomp. Enkel deze aansluitingen zullen immers een impact hebben op de nodige laagspanningsnetcapaciteit. Daarom nemen we deze bron niet verder mee in de scenariobepaling.

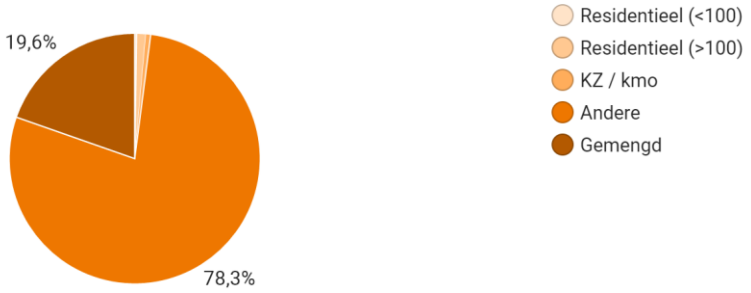
6.2 Warmtenetrapport - VREG

6.2.1 Aannames en cijfers

In het Warmtenetrapport (VREG, 2021) staat dat het totale warmteverbruik in de Vlaamse warmtenetten in 2020 834 GWh bedroeg (zie Figuur 6.1). Het aandeel niet-huishoudelijk warmteverbruik hierin is heel wat belangrijker dan het huishoudelijk warmteverbruik, zie ook Figuur 6.2, waar respectievelijk 78,3% en 19,6% van de totale geleverde warmte naar de Andere en Gemengde netten ging. Dit zijn de netten met industriële bedrijven, typisch grote verbruikers van warmte.



Figuur 6.1: Het warmteverbruik in Vlaamse warmtenetten [MWh], opgesplitst naar huishoudelijk en niet-huishoudelijk gebruik (Bron: VREG, 2021*)*



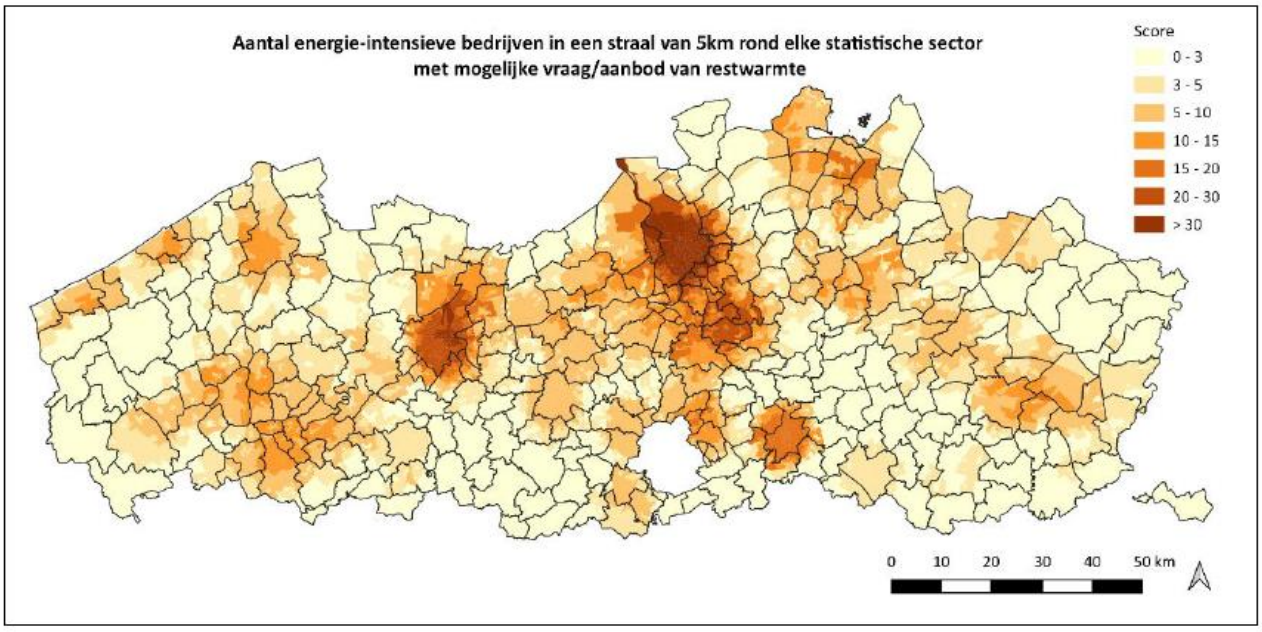
Figuur 6.2: Het warmteverbruik opgesplitst per type warmtenet (Bron: VREG, 2021*)*

Het is moeilijk om met de bestaande informatie en eventuele verdere assumpties tot een waarde of percentage voor warmtenetten te komen. Daarom nemen we deze bron niet verder mee in de scenariobepaling.

6.3 Warmte in Vlaanderen – VEKA

6.3.1 Aannames en cijfers

In het Warmte in Vlaanderen rapport (Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, 2021) wordt een inschatting gemaakt van het potentieel van warmtenetten in Vlaanderen. Figuur 6.3 geeft op basis van de beschikbare data een indicatie van de mogelijkheid tot vraag naar en/of aanbod van restwarmte per statistische sector. Er wordt wel een kanttekening gemaakt dat de lokale omstandigheden anders kunnen zijn dan wat theoretisch afgeleid werd.



Figuur 6.3: Aantal energie-intensieve bedrijven in een straal van 5km rond elke statistische sector met mogelijke vraag/aanbod van restwarmte (Bron: Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, 2021*)*

In het rapport wordt voor alle statistische sectoren in Vlaanderen een high-level kosten-baten analyse, specifiek voor de aanleg van warmtenetten gegeven. Daarvoor wordt de aanwezigheid gebruikt van grootverbruikers met een warmtevraag >2GWh/jaar in een straal van 5 km rond de statistische sector als indicator voor een mogelijke vraag en aanbod van restwarmte. De resultaten van deze oefening staan in Figuur 6.4. Het rapport stelt dat een minderheid van de regio's in ons land geschikt zal zijn voor de aanleg van een warmtenet, maar aangezien de warmtevraagdichtheid in die regio's waar een warmtenet zinvol is, hoog is, vertegenwoordigen de warmtenetten op die locaties een relatief belangrijk aandeel in de totale warmtevraag (13-52%). Deze cijfers nemen we mee in de scenariobepaling.

Scenario	Restwarmte beschik-baar-heid	kost warm-tenet	Brandstof-kost	Aantal km warmtenet	% regio's met NCW >0	% warmte-vraag met NCW>0	Kapitaal In-vestering (miljard €)	Potentieel jaarlijks ver-meden Uitstoot (Mton CO_2)
1	hoog	laag	laag	5755	9%	31%	9,7	5,9
2	laag	laag	laag	3090	5%	19%	5,5	3,6
3	hoog	hoog	laag	3217	4%	21%	6,5	4,0
4	laag	hoog	laag	1655	2%	13%	3,8	2,4
5	hoog	laag	hoog	11802	23%	52%	25,1	9,7
6	laag	laag	hoog	5886	11%	32%	12,2	5,9
7	hoog	hoog	hoog	7530	12%	38%	20,1	7,2
8	laag	hoog	hoog	4311	7%	25%	11,5	4,7

Tabel 14: Aantal regio's en overeenkomstige warmtevraag voor de aanleg van een warmtenet. Hoge/lage restwarmtebeschikbaarheid wordt bepaald door het aantal bedrijven met een hoge warmtevraag in een straal van 5km. Hoge/lage kost van een warmtenet is 1000-2000€/m. De lage brandstofprijzen zijn 40€/MWh voor gas en 37€/MWh voor stookolie, en het scenario met hogere brandstofprijzen veronderstelt 66€/MWh voor gas en 57€/MWh voor stookolie. Kapitaalinvestering duidt de initiële investering aan enkel in die regio's waarvan de netto contante waarde voor de aanleg van een warmtenet groter is dan nul.

Figuur 6.4 Resultaten van de kosten-baten analyse voor de aanleg van warmtenetten in Vlaanderen (Bron: Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, 2021*)*

6.4 Net-Zero Europe – McKinsey & Company

6.4.1 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.

6.5 Heat Roadmap Belgium – Universiteit Aalborg

6.5.1 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.

6.6 Voorstel scenario

6.6.1 Overzicht

In de literatuur worden enkel uitspraken gedaan over een economisch en/of technisch haalbaar percentage aan (huishoudelijke) warmte die geleverd zou kunnen worden via een warmtenet. Een overzicht van de genoemde percentages wordt gegeven in Tabel 6.1, met daarbij een laag, midden en hoge inschatting (waarbij laag-midden-hoog aangeeft wat de impact is op het laagspanningsdistributienet).

Elke publicatie stelt ook duidelijk dat de plaatsen waar warmtenetten zinvol zijn zich beperken tot plaatsen met een voldoende hoge bebouwingsdichtheid en een voldoende beschikbaarheid van restwarmte. Het meenemen van deze specifieke locaties kan een impact hebben op de benodigde netcapaciteit, aangezien deze aansluitingen geen (bijkomende) warmtepomp nodig hebben.

Hoewel lage temperatuur warmtenetten naar de toekomst eveneens een belangrijke bron van warmte kunnen vormen, nemen we deze verder niet mee in de scenario's, aangezien in dit geval een warmtepomp bijkomend voorzien moet worden, en de impact op het laagspanningsdistributienet niet significant wijzigt, in vergelijking met een situatie zonder warmtenet.

Tabel 6.1: Overzicht van het na te streven aandeel warmtenetten dat wordt geformuleerd in de verschillende bronnen

	Aandeel warmtenetten in de warmtevoorziening
VEKA	13%-52%
McKinsey	33%
Aalborg	37%
Laag	52%
Midden	33%
Hoog	13%

7 Bronnen

Aalborg University. (2018). *Heat Roadmap Belgium - Quantifying the Impact of Low-carbon*.

Cleveland, W. S., Grosse, E., & Shyu, W. M. (1992). Chapter 8: Local regression models. In J. M. C. and T. J. Hastie (Ed.), *Statistical Models in S*. Wadsworth & Brooks/Cole.

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. (2017). *Electricity scenarios for Belgium towards 2050 - Elia's quantified study on the energy transition in 2030 and 2040*.

Elia. (2021). *Adequacy- en flexibiliteitsstudie voor België 2022 - 2032*.

Elia. (2022). *Adequacy and Flexibility Study for Belgium 2022-2032*.

EnergyVille. (2017). *Aantal warmtepompen verdubbelt op 4 jaar tijd*. https://www.energyville.be/nieuws-events/aantal-warmtepompen-verdubbelt-op-4-jaar-tijd#:~:text=Vandaag verwarmen 22.000 warmtepompen woningen,nodig van het jaarlijks installatietempo

EnergyVille. (2021). *Hoeveel hernieuwbare elektriciteit kan er opgewekt worden binnen België? (dynamische energieatlas)*. https://www.energyville.be/pers/hoeveel-hernieuwbare-elektriciteit-kan-er-opgewekt-worden-binnen-belgie-dynamische

European Commission. (2020a). *2030 Climate Target Plan - supplementary information*.

European Commission. (2020b). *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT - IMPACT ASSESSMENT,Accompanying the document "COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS - Stepping up Europe's*.

European Commission. (2020c). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS - Stepping up Europe's 2030 climate ambition, Investing in a climate-neutral future for the benefit of o*.

European Commission. (2020d). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Powering a climate-neutral economy: An EU Strategy for Energy System Integration*.

European Commission. (2021a). *EU Reference Scenario 2020: Energy, transport and GHG emissions - Trends to 2050*. https://op.europa.eu/s/shWr

European Commission. (2021b). *EU Reference Scenario 2020*. https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en

European Commission. (2022). *REPowerEU with Clean Energy*. https://doi.org/10.2775/245144

Federaal Planbureau. (2022). *Vooruitzichten van de transportvraag in België tegen 2040*.

Federale Overheid. (2019). *Nationaal energie- en klimaatplan 2021-2030*.

Hotmaps Project. (2021). *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

IRENA. (2021). World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway. In *International Renewable Energy Agency*. www.irena.org/publications

McKinsey & Company. (2020). *Net-Zero Europe*.

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 veltilation. *Volume 54, Issue 2*, *58*(4).

StatBel. (n.d.). *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.

StatBel. (2021). *Belgisch wagenpark groeit met 100.000 hybride en bijna 18.000 elektrische wagens*. https://statbel.fgov.be/nl/themas/mobiliteit/verkeer/voertuigenpark

Statistiek Vlaanderen. (2021). *Woningvoorraad*. https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/bouwen-en-wonen/woningvoorraad

StatQuest. (2019). *LOWESS-LOESS demo*. https://github.com/StatQuest/lowess_loess_demo/blob/master/lowess_loess_demo.R

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*.

VITO/EnergyVille. (2020). *Belgian Long Term Electricity System Scenarios*. https://www.energyville.be/belgian-long-term-electricity-system-scenarios

VITO/EnergyVille. (2022). *Paths 2050 - The power of perspective*. https://perspective2050.energyville.be/

Vlaams Energie- & Klimaatagentschap. (2021). *Warmte in Vlaanderen, rapport 2020*. www.energiesparen.be

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 Zuhal Demir,Vlaams minister van Justitie en Handhaving, Omgeving,Energie en Toerisme*.

Vlaamse Regering. (2020). *Langetermijnstrategie voor de renovatie van Vlaamse gebouwen*. https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/be_flanders_ltrs_2020.pdf

Vlaamse Regering. (2021). *Clean Power for Transport - Visie 2030 - Op weg naar zero-emissievervoer*.

Vlaamse regering, & Vlaams parlement. (2019). *Vlaams Energie- en klimaatplan, VR 2019 0912 DOC.1208/3BIS*.

VREG. (n.d.). *Opbouw gemiddelde elektriciteitsprijs*. https://dashboard.vreg.be/report/DMR_Prijzen_elektriciteit.html

VREG. (2021). *Warmtenetrapport*.

8 Annex

8.1 Elektrische voertuigen

Tabel 8.1: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal personenwagen BEVs in Vlaanderen

bron	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
100%_EVs_bij_groei_voertuigen							4.683.405
100%_EVs_huidig_aantal							3.591.052
CPT 2030		122.981	444.021				
Element Energy		185.660	540.088	1.034.262	1.643.909	2.349.596	3.138.934
Elia	18.174	121.157	872.333				
EU ALLBNK			545.940				3.278.383
EU BSL			428.953				1.405.021
EU CPRICE			428.953				2.856.877
EU MIX			506.944				3.278.383
EU MIX50			467.949				3.278.383
EU reference scenario 2020			428.952				1.498.690
EU REG			545.940				3.699.890
Synergrid			908.680		2.423.148		3.452.986
VEKP (bijkomende maatregelen)			1.000.000				
VITO/EV Paths 2050			1.401.889		3.945.100		3.989.087

Tabel 8.2: Overzicht per bron van de Pmax en gelijktijdigheidsfactor voor EVs

bron	Pmax	gelijktijdigheidsfactor
Elia 2020	7,5	10,3
Elia 2021	7,5	10,3
Elia 2022	7,5	10,2
Elia 2023	7,5	10,1
Elia 2024	7,5	10
Elia 2025	7,5	9,9
Elia 2026	7,5	9,1
Elia 2027	7,5	8,3
Elia 2028	7,5	7,6
Elia 2029	7,5	6,8
Elia 2030	7,5	6
Elia 2031	7,5	6
Elia 2032	7,5	6
J. Van Roy_2,1	2,1	60
J. Van Roy_3,3	3,3	50
J. Van Roy_6,6	6,6	50
Synergrid_top-up	6	58
Synergrid_SoC	6	33

8.2 Warmtepompen

Tabel 8.3: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor aantal WPn in de residentiële sector in Vlaanderen

bron	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
100%_punt							4.387.018
Elia adequacy	22.784	47.892	129.433				
Elia BC			107.861		397.151		
Elia DEC			359.536		1.191.453		
Elia RES			107.861		794.302		
McKinsey Net zero Europe	65.097	171.043	323.582	453.451	754.587	1.043.524	1.754.807
Repower EU		162.056					
VEKP	50.000	81.028	132.750				
VITO/EV Paths 2050			1.374.943		1.825.488		4.387.018

8.3 Zonnepanelen

Tabel 8.4: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het aantal PV installaties

bron	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
100%_punt							4.387.018
Elia central	354.377	590.629	812.114				
Elia high	354.377	649.691	989.303				
Elia low	354.377	516.800	627.543				
EU Ref Scen	205.120	318.583	411.109	539.017	663.680	754.926	843.246
VEKP	390.857	553.714	726.234				
VITO/EV ambitieus centraal	220.617		504.823	827.794	867.611	1.048.914	
VITO/EV ambitieus nucl 10	220.617		898.880	1.335.360	1.444.389	1.997.669	
VITO/EV ambitieus nucl 20	220.617		901.029	1.239.589	1.275.520	2.064.823	
VITO/EV huidig centraal	220.617		574.583	831.909	949.623	1.049.829	
VITO/EV huidig nucl 10	220.617		919.543	1.329.737	1.444.343	1.999.269	
VITO/EV huidig nucl 20	220.617		516.846	838.994	967.086	1.049.829	
VITO/EV Paths 2050	264.359		1.114.627		2.574.500		4.387.018

Tabel 8.5: Overzicht per bron van de gevonden datapunten voor het totaal geïnstalleerde PV vermogen op residentiële daken in Vlaanderen [MWe]

bron	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elia central	2.481	4.134	5.685				
Elia high	2.481	4.548	6.925				
Elia low	2.481	3.618	4.393				
EU Ref Scen	1.436	2.230	2.878	3.773	4.646	5.284	5.903
VEKP	1.764	2.499	3.278				
VITO/EV ambitieus centraal	1.544		3.534	5.795	6.073	7.342	
VITO/EV ambitieus nucl 10	1.544		6.292	9.348	10.111	13.984	
VITO/EV ambitieus nucl 20	1.544		6.307	8.677	8.929	14.454	
VITO/EV huidig centraal	1.544		4.022	5.823	6.647	7.349	
VITO/EV huidig nucl 10	1.544		6.437	9.308	10.110	13.995	
VITO/EV huidig nucl 20	1.544		3.618	5.873	6.770	7.349	
VITO/EnergyVille Paths 2050 Central scenario	1.850		7.801		18.017		30.702