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

Onderdeel III: Ondersteuning van de simulatie van toekomstscenario's onder verschillende (beleids)maatregelen

Auteurs: Koen Vanthournout, Kris Kessels, Thijs Becker, Gwen Willeghems.

Datum: 8 december 2022.

Inhoudstafel

Inhoudstafel 2
Lijst van afkortingen 4
Lijst van figuren 5
Lijst van tabellen 7
1 Inleiding 8
1.1 Doel van dit rapport 8
1.2 Methodologie 9
1.2.1 Algemene methodologie 9
1.2.2 Structuur van het rapport 9
2 Identificatie beleidsmaatregelen 10
2.1 Technische maatregelen 10
2.2 Maatregelen ter bevordering van de energie-efficiëntie 14
2.3 Tarieven en prijzen (impliciete flexibiliteit) 17
2.4 Expliciete flexibiliteit 19
2.5 Informeren 20
2.6 Andere maatregelen 22
3 Analyse beleidsmaatregelen 23
3.1 Maatregelen met hoge prioriteit 23
3.1.1 Onbalans reduceren in LS netten 23
3.1.2 Uitrol EV laadpunten 24
3.2 Maatregelen met onzekere prioriteit 24
3.2.1 Beperken weerstandbijstook warmtepompen 25
3.2.2 Subsidie thuisbatterij 25
3.2.3 Steun warmtenetten 26
3.2.4 Technisch kader V2G 26
3.2.5 Netwerkprekwalificatie 27
3.2.6 Dynamische elektriciteitsprijzen 27
3.2.7 Dynamische distributienettarieven om congesties te vermijden 28
3.2.8 Progressief stijgende LS-aansluittarieven voor meer capaciteit 28
3.2.9 Lange termijn overeenkomst (“Non-firm connection agreement”) 29
3.2.10 Deelname LS-flexibiliteit aan systeemdiensten Elia 29
3.2.11 Marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit om congesties op te lossen 30
3.3 Flexibiliteitsscenario’s 30
3.4 Traag laden 31
4 Impact maatregelen op scenario’s en aannames simulaties 32
4.1 EV laden naar MS verschuiven (“MVLaden”) 33
4.2 Traag laden van elektrische voertuigen (“TraagLaden”) 34
4.3 Steun warmtenetten (“warmtenet”) 34

4.4 Netgunstige flexibiliteitsscenario (“MaxFlex”) 35
4.5 Hoge PV scenario (“MaxPV”) 36
4.6 Optimale combinatie (“OptoCombo”) 36
5 Analyse van de NGIN-resultaten 38
5.1 Inhoud en preprocessing van de resultaten 38
5.2 Resultaten voor heel Vlaanderen 39
5.3 Resultaten per gemeente 43
5.4 Voorspellende waarde van NGIN-input variabelen 47
5.5 Conclusies 52
6 Annex: Input simulaties Fluvius voor de gekozen beleidsmaatregelen 54
6.1 Basis laag scenario 54
6.2 Basis midden scenario 57
6.3 Basis hoog scenario 61
6.4 EV laden naar MS verschuiven 64
6.5 TraagLaden 68
6.6 Steun warmtenetten 72
6.7 Netgunstige flexibiliteitsscenario’s 76
6.8 MaxPV scenario 83
6.9 OptoCombo scenario 83
7 Annex: Resultaten voor heel Vlaanderen, relatieve aantallen 94
8 Annex: Definitie NGIN-variabelen 96

Lijst van afkortingen

BEV	Batterij Elektrische Voertuigen
CAPTAR	CAPaciteitsdistributienetTARieven
DNB	DistributieNetBeheerder
ED	Electricity Directive
EPB	Energie Prestatie en Binnen klimaat
EPC	EnergiePrestatieCertificaat
EV	Elektrisch Voertuig
G2V	Grid-to-Vehicle
HS	Hoogspanning
LS	Laagspanning
MS	Middenspanning
Pmax	Piekvermogen
PV	Photovoltaics – zonnepanelen
TNB	Transmissienetbeheerder
ToU	Time of Use
UNT	Uitsluitend nachttarief
V1G	Geoptimaliseerd laden
V2G	Vehicle-to-grid
WP	Warmtepomp

Lijst van figuren

Figuur 1-1: Plan van aan pak voor de studie 8
Figuur 1-2: Overzicht van de gebruikte methodologie 9
Figuur 4-1: Aantal energie-intensieve bedrijven in een straal van 5km rond elke statistische sector met mogelijke vraag/aanbod van restwarmte 34
Figuur 4-2: Count per gemeente van het aantal statsectoren met een bevolkingsdichtheid ≥10.000 35
Figuur 5-1: Totaal aantal km net in Vlaanderen met belasting > 100%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 40
Figuur 5-2: Totaal aantal km net in Vlaanderen met spanningsval > 7,5%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 41
Figuur 5-3: Totaal aantal km net in Vlaanderen met VLI = poor. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 41
Figuur 5-4: Totaal aantal transfo's in Vlaanderen met load consumption > 125%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 42
Figuur 5-5: Totaal aantal transfo's in Vlaanderen met load injection > 125%. Scenario "maxPV" is gebaseerd is op het hoogste scenario qua uitrol van PV. Het simuleert het moment van de maximale injectie. Daarom is het aantal transfo's met load injection > 125% zoveel hoger vergeleken met de andere scenario's. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 42
Figuur 5-6: Percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. Links staat het basis midden scenario en rechts het traagLaden-scenario. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050. 43
Figuur 5-7: Het verschil tussen het traagLaden en basis midden scenario voor het percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050. 44
Figuur 5-8: Percentage van het net met VLI = poor, op gemeenteniveau. Links staat het basis midden scenario en rechts het warmtenet scenario. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050. 45
Figuur 5-9: Het verschil tussen het warmtenet en basis midden scenario voor het percentage van het net met VLI = poor, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050. 45
Figuur 5-10: Het verschil tussen het traagLaden en het MVLaden scenario voor het percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050. 46
Figuur 5-11: Het verschil tussen het traagLaden en het MVLaden scenario voor het percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050. 46
Figuur 5-12: Het verschil tussen het maxPV en het traagLaden scenario voor 2050, op gemeenteniveau, voor het percentage met VLI = poor. 47
Figuur 5-13: Scatterplot met ratio_vli_poor op de y-as en het percentage net bovengronds op de x-as, voor scenario basis midden 2040. De verdelingen van de twee variabelen zijn gegeven naast de scatterplot. Een gemiddelde (LOWESS) trendlijn is geplot in het rood. Ook al is er een duidelijke trend waarbij meer bovengronds is gecorreleerd met meer VLI = poor, is er veel variantie op het niveau van individuele statistische sectoren. 48
Figuur 5-14: Histogrammen van het absoluut verschil tussen de voorspelde en echt waarde van ratio_vli_poor, voor alle statistische sectoren in de test set, voor scenario basis midden 2040. Het baseline model dat geen input variabelen gebruikt (rood) doet het duidelijk slechter dan het random forest model dat getraind is op de input variabelen van NGIN (blauw). We zien dit ook aan de gemiddelde waardes van het baseline model (0.18) en random forest model (0.12), die rechtsboven gegeven zijn. 49
Figuur 5-15: De 10 meest belangrijke variabelen om ratio_vli_poor te voorspellen voor scenario basis midden 2040. Als de balk groen is, is de variabele geassocieerd met minder netcongestie, bij rood met meer netcongestie. Zo zien we hier bijvoorbeeld dat als er meer kabel bovengronds ligt, ratio_vli_poor hoger is. 49
Figuur 5-16: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_cons_overloaded te voorspellen voor scenario traagLaden 2030. 50
Figuur 5-17: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_tfo_overload_cons te voorspellen voor scenario MVLaden 2030. 50
Figuur 5-18: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_tfo_overload_inj te voorspellen voor scenario huidig. 51
Figuur 5-19: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_voltdrop_cons te voorspellen voor scenario basis midden 2030. 51

Figuur 7-1: Relatief aantal km net in Vlaanderen met belasting > 100%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 94
Figuur 7-2: Relatief aantal km net in Vlaanderen met spanningsval > 7,5%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 94
Figuur 7-3: Relatief aantal km net in Vlaanderen met VLI = poor. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 95
Figuur 7-4: Relatief aantal transfo's in Vlaanderen met load consumption > 125%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 95
Figuur 7-5: Relatief aantal transfo's in Vlaanderen met load injection > 125%. Scenario "maxPV" is gebaseerd is op het hoogste scenario qua uitrol van PV. Het simuleert het moment van de maximale injectie. Daarom is het aantal transfo's met load injection > 125% zoveel hoger vergeleken met de andere scenario's. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn. 96

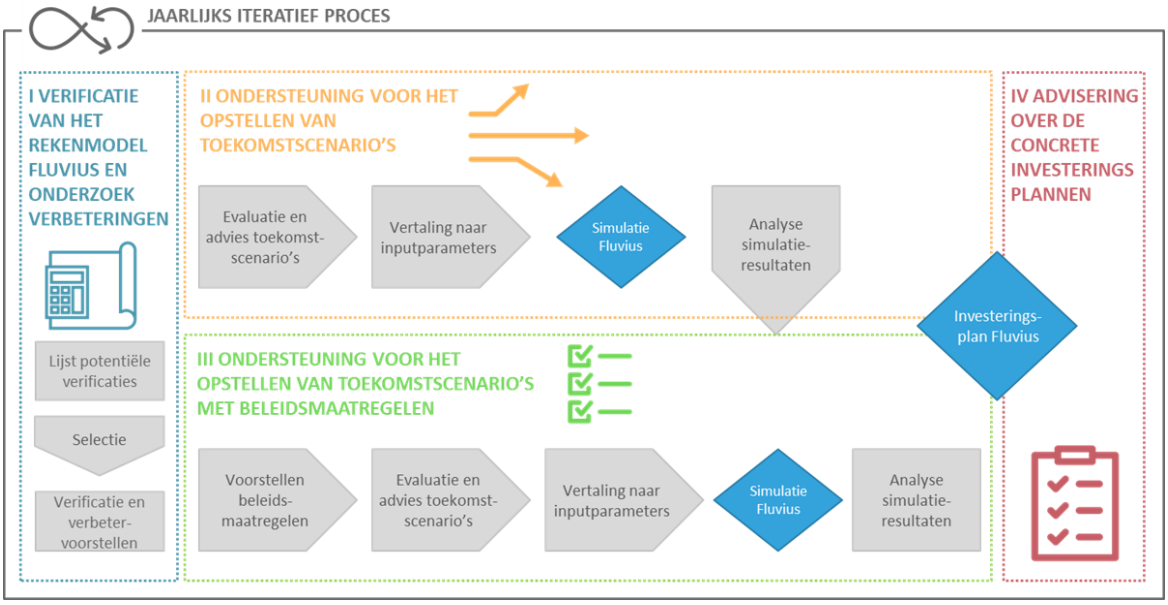
Lijst van tabellen

Tabel 3-1: Beleidsmaatregelen met hoge prioriteit....23
Tabel 3-2: Beleidsmaatregelen met onzekere prioriteit....24
Tabel 3-3: Overzicht van flexibiliteitsmaatregelen met onzekere impact op de belasting van de LS netten....30
Tabel 4-1: Overzicht weerhouden scenario's....32
Tabel 4-2: Aanpassingen inputparameters van het "MVLaden" scenario t.o.v. het midden basisscenario....33
Tabel 4-3: Aanpassingen inputparameters van het "MaxFlex" scenario t.o.v. het basisscenario....36
Tabel 6-1: Aantallen toestellen voor het basis laag scenario....54
Tabel 6-2: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor het basis laag scenario....55
Tabel 6-3: Aantallen toestellen voor het basis midden scenario....57
Tabel 6-4: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor het basis midden scenario....58
Tabel 6-5: Aantallen toestellen voor het basis midden scenario....61
Tabel 6-6: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor het basis midden scenario....62
Tabel 6-7: Aantallen toestellen voor de beleidsmaatregel 'MVLaden'....64
Tabel 6-8: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de beleidsmaatregel 'MVLaden'....65
Tabel 6-9: Aantallen toestellen voor beleidsmaatregel 'traagLaden'....68
Tabel 6-10: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor beleidsmaatregel 'traagLaden'....69
Tabel 6-11: Aantallen toestellen voor de beleidsmaatregel 'warmtenet'....72
Tabel 6-12: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de beleidsmaatregel 'warmtenet'.73
Tabel 6-13: Aantallen toestellen voor de beleidsmaatregel ''maxFlex"....76
Tabel 6-14: Aantallen toestellen voor de work-around voor de beleidsmaatregel 'maxFlex'....77
Tabel 6-15: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de beleidsmaatregel 'maxFlex'....78
Tabel 6-16: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de work-around voor de beleidsmaatregel 'maxFlex'....80
Tabel 6-17: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de work-around voor het maxPV scenario....83
Tabel 6-18: Aantallen toestellen voor de OptoCombo_laag beleidsmaatregel....83
Tabel 6-19: Aantallen toestellen voor de OptoCombo_midden beleidsmaatregel....84
Tabel 6-20: Aantallen toestellen voor de OptoCombo_hoog beleidsmaatregel....86
Tabel 6-21: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de OptoCombo_laag beleidsmaatregel....87
Tabel 6-22: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de OptoCombo_midden beleidsmaatregel....89
Tabel 6-23: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de OptoCombo_hoog beleidsmaatregel....92

1 Inleiding

1.1 Doel van dit rapport

Dit rapport beschrijft het derde 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 III, 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 onder verschillende (beleids)maatregelen. Voor deze taak volgen we het dezelfde werkwijze als voor onderdeel II, maar met een belangrijke voorafgaandelijke stap, namelijk de identificatie en evaluatie van de beleidsmaatregelen.

Rekening houdend met de inzichten van de andere onderdelen, heeft VITO/EnergyVille een brede set aan mogelijke **flankerende beleidsmaatregelen geïdentificeerd**, die de netcapaciteitsnoden kunnen beïnvloeden. Hierbij werd rekening gehouden met de Europese en aankomende Vlaamse verplichtingen inzake het gebruik van flexibiliteit voor lokale en systeemdiensten. Deze preliminaire lijst van beleidsmaatregelen werd besproken met de stuurgroep, aangevuld en aangepast op basis van feedback van de stuurgroep en, in samenspraak met de stuurgroep, werd een **prioriteit toegekend** aan de beschouwde maatregelen (laag/onzeker/hoog).

In een volgende fase werden de beschouwde maatregelen met een onzekere en hoge prioriteit door VITO/EnergyVille **kwalitatief geanalyseerd** op basis van:

a) Het potentieel om de vastgestelde capaciteitsproblemen op te lossen;
b) De technische en economische haalbaarheid;
c) De bijdrage aan de Europese verplichtingen uit de Electricity Directive (2019/944)[1] inzake flexibiliteit voor zowel lokale en systeem-ondersteunende diensten, als voor energiegemeenschappen.
d) Overeenstemming met de algemene beleidsdoelstellingen (zie onderdeel II, deeltaak 1);
e) In overleg met Fluvius, de mate waarin de bestaande simulatiesoftware de maatregel op realistische wijze kan simuleren.

[1] Bron: RICHTLIJN (EU) 2019/944 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 5 juni 2019 betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor elektriciteit en tot wijziging van Richtlijn 2012/27/EU; https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=EN

Op basis van deze analyse werden de **meeste geschikte beleidsmaatregelen in overleg met de stuurgroep weerhouden**. In een daaropvolgende stap, wordt geanalyseerd **hoe de toekomstscenario's** (zie de laag-, midden-, en hoog-scenario's gedefinieerd in onderdeel 2) **beïnvloed worden door de geselecteerde beleidsmaatregelen en/of hoe dit vertaald kan worden naar inputparameters voor NGIN**. Vervolgens worden deze **beleidsmaatregelen door Fluvius uitgerekend**, waarop de impact op de LS netten in kaart gebracht wordt door middel van **data-analyse op de simulatie resultaten**. Ten slotte wordt er een **optimale combo van beleidsmaatregelen gedefinieerd, doorgerekend, en geanalyseerd**.

Deze uiteindelijke selectie is niet finaal. Immers, deze oefening wordt herhaald in 2023 en 2024. Op dat moment wordt de lijst met beleidsmaatregelen aangevuld en bijgesteld op basis van nieuw verworven kennis, inzichten, en aanpassingen in het beleid. Ook de simulatie tooling bij Fluvius evolueert en verbetert. Als daardoor technische barrières wegvallen voor beleidsmaatregelen die eerder niet berekenbaar waren, dan worden deze maatregelen terug mee opgenomen in de analyse. Resultaat is dat in de volgende jaren maatregelen die voor 2022 niet weerhouden werden alsnog verder in kaart gebracht worden en mogelijk onderwerp worden van een uitgebreide simulatie in de volgende jaren.

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 vijf opeenvolgende stappen. Ten eerste worden de beleidsmaatregelen geïdentificeerd en gecatalogiseerd. In een tweede stap wordt aan de verschillende maatregelen een prioriteit toegekend. De maatregelen met een onzekere of hoge prioriteit worden dan verder geanalyseerd in een derde stap en op basis van deze analyse wordt dan gekozen welke maatregelen uiteindelijk weerhouden worden. Voor deze maatregelen zal in een vierde stap bekeken worden hoe ze kunnen meegenomen worden in de Fluvius simulaties. Hierbij zal zowel gekeken worden naar de impact op de scenario's en op de wijze waarop ze gesimuleerd kunnen worden in de software die Fluvius hiervoor hanteert: NGIN. Fluvius zal dan de toekomstscenario's onder de gekozen (beleids)maatregelen simuleren op basis van de inputs van stap vier. In een vijfde stap zal VITO/Energyville de simulatieresultaten analyseren.

1.2.2 Structuur van het rapport

Dit rapport is opgedeeld in zes hoofdstukken. Het eerste en huidige hoofdstuk geeft een overzicht over het doel van het rapport en de methodologie die gebruikt werd. In het tweede hoofdstuk worden verschillende beleidsmaatregelen geïdentificeerd op basis van zes gedefinieerde categorieën, o.a., technische maatregelen en expliciete flexibiliteit. Aan elke geïdentificeerde beleidsmaatregel wordt ook een prioriteit gekoppeld. In het derde hoofdstuk worden de maatregelen eerst verdeeld op basis van de gegeven prioriteit en worden ze vervolgens verder geanalyseerd op basis van een aantal criteria zoals de impact op de capaciteitsbehoefte van het LS net, de technische en economische haalbaarheid en de conformiteit met het beleid. Vervolgens worden, in een vierde hoofdstuk, de weerhouden beleidsmaatregelen verder uitgewerkt in een set van assumpties die toelaten om de impact van deze maatregelen in de NGIN tooling van Fluvius door te rekenen. Het vijfde hoofdstuk bespreekt dan de resultaten van de simulaties door Fluvius. In het zesde en laatste hoofdstuk kunnen tenslotte de inputcijfers gevonden worden die gebruikt werden bij de analyse van de beleidsmaatregelen door Fluvius.

2 Identificatie beleidsmaatregelen

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de verschillende maatregelen die geïdentificeerd werden, verder uitgesplitst met detailvoorbeelden en variaties waar nodig. Voor elk van deze maatregelen wordt aangegeven op welke manier de maatregel de capaciteitsbehoefte van het laagspanningsnet beïnvloedt: een verlaging of een verhoging van de LS-capaciteitsbehoefte, een neutrale invloed of een onzekere invloed (kan zowel verhogen of verlagen). Ook wordt aangegeven hoe groot de verwachte impact zal zijn (laag, middel, hoog of onzeker). Op basis van overleg met de stuurgroep werd aan deze maatregelen een prioriteit toegekend. Hierbij werd een onderscheid gemaakt tussen maatregelen met een hoge en lage prioriteit en maatregelen waarvoor verdere analyse nodig is (onzekere prioriteit). Een aantal maatregelen maken al deel uit van het basisscenario. Dit wil zeggen dat ze al meegenomen zijn in de huidige Fluvius scenario's en simulaties. Deze krijgen dan ook een lage prioriteit.

Deze oefening heeft geleid tot 38 high-level maatregelen en in totaal 60 variaties. Deze maatregelen werden opgedeeld in verschillende categorieën: technische maatregelen, maatregelen ter bevordering van de energie-efficiënte, impliciete flexibiliteit en expliciete flexibiliteit, informeren en andere. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de verschillende, geïdentificeerde maatregelen.

2.1 Technische maatregelen

2.1.1.1 Onbalans reduceren in LS netten

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
In tegenstelling tot de hogere spanningsniveaus, zijn de 3 fases in de LS netten vaak ongelijk belast. Door deze onbalans wordt de capaciteit van LS kabels suboptimaal benut. Onbalans heeft ook een negatieve impact op de spanningshuishouding in de LS-circuits, vooral voor de 3N400V systemen. Maatregelen die de onbalans reduceren resulteren in een betere benuttingsgraad van de bestaande assets.	Nieuwe toestellen boven een vermogen grens verplicht driefasig (zoals PV >5kW). Dit zou haalbaar kunnen zijn voor PV en de 'grote' verbruikers, zoals een elektrische voortuig (EV) en warmtepomp (WP), maar wellicht niet voor inductiefornuis, lasapparaat, etc, noch voor reeds aangesloten toestellen.	Verlaagd	Hoog	Hoog
	Het monofasig laden van elektrische voertuigen aan 32A beperken of verbieden.	Verlaagd	Hoog	Hoog
	Verplichte gebalanceerde uitvoering van de circuits en belastingen over de 3 fases bij 3-fasige connecties (bv. door op het netkoppelpunt een maximale onbalans tussen de fases toe te laten van bijvoorbeeld 16A)	Verlaagd	Middel	Laag

2.1.1.2 Beperken weerstandbijstook warmtepompen.

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Deze maatregel houdt in dat de weerstandbijstook van warmtepompen verplicht beperkt wordt zodat het piekvermogen van die warmtepompen daalt.	Weerstandbijstook bijvoorbeeld beperken tot niet meer dan helft van het vermogen van de WP	Verlaagd	Middel	Onzeker

2.1.1.3 Verplicht reactief vermogen beheer

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Omvormers hebben de technische mogelijkheid om ook reactief vermogen te produceren, bijvoorbeeld proportioneel met het actief vermogen, of in functie van de lokale spanning. Dergelijk reactief vermogen beheer zou opgenomen kunnen worden in de technische reglementen. Het LS net is echter resistief, en de meerwaarde voor het LS net specifiek is dus onzeker.		Onzeker	Laag	Laag

2.1.1.4 Ratio vermogen PV omvormer vs. vermogen PV panelen beperken

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Als het vermogen van de omvormer van PV-panelen kleiner gedimensioneerd wordt dan dat van de panelen zelf, dan heeft dit tot ongeveer 80% een verwaarloosbare en tot 70% een zeer lage impact op het verlies van jaarproductie van het systeem. De piek op het net daalt echter wel significant, waardoor zo'n beperking de benodigde netcapaciteit tijdens de injectiepiek sterk kan verlagen, met een zeer beperkte maatschappelijke kost. Het prosumententarief was een voldoende stimulans waardoor gezinnen deze omvormer vermogen beperking vaak toepasten. Met het wegvallen van de terugdraaiende teller en het prosumententarief is deze stimulans echter ook weggevallen.	Een beperking van de vermogen ratio van de omvormer versus de zonnepanelen kan gerealiseerd worden via technische regulering[2].	Verlaagd	Hoog	Laag

2.1.1.5 Technisch kader Vehicle to Grid (V2G)

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Er wordt een technisch kader voorzien om V2G toe te laten. Hierdoor kan in principe de flexibiliteit van EVs aangewend worden om naast het verlagen van injectiepieken (G2V), ook de afnamepieken te verlagen (V2G).		Onzeker	Onzeker	Onzeker

[2] Deze maatregel kan ook ingevoerd worden via een financieel incentief (zoals het prosumententarief, of door de injectiepiek mee op te nemen in het capaciteitstarief), of door dit als een conditie op te nemen in de subsidiesteun voor zonnepanelen.

2.1.1.6 Over/onderspanningsbeveiliging

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Over/onderspanningsbeveiliging kan op verschillende toestellen toegepast worden zoals PV, EV, WP. Aangezien de activatiegrenzen bij een beveiligingstoepassing ruim gezet moeten worden, zal dit weinig impact hebben op de netcapaciteit. Activatie van de beveiliging vermijdt dat een overbelast net faalt, en koopt tijd om het overbelaste net te verzwaren, maar neemt de nood tot versterken niet weg.	Verplichte droopcontrole: vermogen injectie/afname wordt beperkt bij spanningen boven vooropgesteld niveau.	Verlaagd	Laag	Laag
	Toestel schakelt uit wanneer spanning boven of onder een bepaalde limiet is.	Verlaagd	Laag	Laag

2.1.1.7 Verplichte spanningsgestuurde flexibiliteit

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Verplichte spanningsgestuurde flexibiliteit is technisch gezien gelijkaardig aan spanningsbeveiliging, maar met agressievere activatiedrempels. De onderlinge verhouding van die drempels definieert dan de prioriteit waarmee toestellen verplicht hun vermogen aanpassen om de LS spanningshuishouding te ondersteunen, en dat ruim voor het net overbelast raakt. Dit systeem eist m.a.w. flexibiliteit op om het net te ondersteunen. Er is vandaag geen gemeenschappelijk begrip over waar de grens ligt tussen een spanningssturing die een beveiliging realiseert, dan wel flexibiliteit aanspreekt voor netbeheer.	Verplichte droopcontrole: vermogeninjectie/afname wordt beperkt bij spanningen boven vooropgesteld niveau. Droop wordt toch vooral als beveiligingsmaatregel beschouwd en heeft dus minder of zou minder impact mogen hebben op de benodigde netcapaciteit (de droop configuratie is dan meer gekoppeld aan de vraag 'wat is redelijke netcapaciteit?'). Het blijft een belangrijke maatregel als alternatief voor spanningsuitval, maar minder in het kader van capaciteit.	Verlaagd	Hoog	Laag
	Toestel schakelt uit wanneer spanning boven of onder een bepaalde limiet is.	Verlaagd	Hoog	Laag

2.1.1.8 Netwerkprekwalificatie

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle varianten van verplichte netwerkprekwalificatie. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen statische en dynamische prekwalificatie. Bij dynamische prekwalificatie bepaalt de DNB day-ahead of intraday (ex ante) waar congestie kan optreden en het vermogen dient te worden beperkt, terwijl bij statische prekwalificatie tijdens de prekwalificatie-fase voor systeemdiensten of bij een connectie-aanvraag, de toegang tot het net (gedeeltelijk) kan beperkt worden of verboden. Dynamische prekwalificatie is een variant van het zogenaamde 'traffic light'.	Statische netwerkprekwalificatie (voor systeemdiensten)	Onzeker	Onzeker	Laag
	Statische netwerkprekwalificatie voor bepaalde type toestellen of boven bepaalde vermogens (zoals bijvoorbeeld toegepast voor snelladen van EVs in Duitsland[3])	Verlaagd	Onzeker	Laag
	Dynamische netwerkprekwalificatie (voor systeemdiensten)	Onzeker	Onzeker	Laag
	Verplichte non-firm capacity voor bepaalde toepassingen/vermogens (zoals bijvoorbeeld in Duitsland, voor een PV installatie >5kW heeft de eigenaar de keuze om het omvormer vermogen te beperken tot 70% van het paneel vermogen of de DNB de mogelijkheid te geven de PV productie te curtailen wanneer er netcongestie dreigt[3])	Verlaagd	Hoog	Onzeker

2.1.1.9 Informatie ter ondersteuning van het netbeheer

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel groeperen we alle maatregelen die voor bijkomende informatie kunnen zorgen ter ondersteuning van een meer efficiënt netbeheer.	Meldingsplicht bij de DNB voor bepaalde toestellen (PV/EV/warmtepomp)	Neutraal	Onzeker	Laag
	Structureel meer kwartuur-data verzamelen	Neutraal	Onzeker	Laag
	Sub-metering op PV en/of EV-laders	Neutraal	Onzeker	Laag

2.1.1.10 Ecodesign requirements

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Technische vereisten voor energie efficiëntie en/of "smart readiness" van toestellen.		Verlaagd	Middel	Laag (Basisscenario)

[3] Bron: "Niederspannungsanschlussverordnung", 2006, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/nav/gesamt.pdf.

2.1.1.11 EPB/EPC verplichtingen

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle EPB (Energie prestatie en Binnen klimaat) en EPC (Energieprestatiecertificaat) verplichtingen. Een EPB-berekening moet opgesteld worden bij een nieuwbouwproject of een verbouwing en een EPC-berekening moet opgesteld worden bij het verkopen of verhuren van een woning. EPB/EPC verplichtingen hebben een invloed op de introductie van PV, WP en de energie-efficiënte van huizen.		Beide	Hoog	Laag (Basisscenario)

2.2 Maatregelen ter bevordering van de energie-efficiëntie

2.2.1.1 Subsidies ter bevordering energie-efficiëntie

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle subsidies en ondersteuningsmaatregelen om energie-efficiëntie te verhogen. Deze maatregelen kunnen al dan niet gericht zijn op kwetsbare klanten. Hierbij horen ook flankerende maatregelen bij de uitfasering van UNT (uitsluitend nachttarief).	Subsidies PV, WP, EV.	Verhoogd	Hoog	Laag (Basisscenario)

2.2.1.2 Renovatiepremies

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle premies voor renovaties. Deze premies kunnen al dan niet gericht zijn op kwetsbare klanten. De premies kunnen gegeven worden voor renovatie van de woningschil en/of de aankoop van energie-efficiënte toestellen.		Verlaagd	Middel	Laag (Basisscenario)

2.2.1.3 Extra criteria voor steun PV

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Deze maatregel bestaat eruit dat er extra criteria verbonden worden aan het bekomen van premies voor PV, die specifiek gericht zijn op het verlagen van de LS-capaciteitsbehoefte.	Maximale ratio vermogen omvormer versus vermogen panelen (bv. 70% of 80%).	Verlaagd	Middel	Laag
	Hogere steun voor systemen met een O-W oriëntatie.	Verlaagd	Middel	Laag

2.2.1.4 Uitfasering gas

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel verstaan we alle initiatieven en maatregelen die de uitfasering van gas bevorderen en versnellen.		Verhoogd	Hoog	Laag (Basisscenario)

2.2.1.5 Uitfasering stookolie

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel verstaan we alle initiatieven en maatregelen die de uitfasering van stookolie bevorderen en versnellen.		Verhoogd	Hoog	Laag (Basisscenario)

2.2.1.6 Subsidie thuisbatterij

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Deze maatregel betreft subsidiëring van een thuisbatterij, eventueel gecombineerd met extra criteria om de LS-capaciteitsbehoefte te verlagen.		Neutraal	Onzeker	Onzeker

2.2.1.7 Uitrol EV laadpunten

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle initiatieven die snelladen op LS ontraden of een deel van het laden op LS verschuiven naar MS.	Steun voor voldoende MS snellaadpunten om de snellaadbehoefte thuis te reduceren	Verlaagd	Onzeker	Hoog
	Steun/stimulans voor (MS) laden op het werk	Verlaagd	Onzeker	Hoog
	Stimuleren traagladen @home (LS)	Verlaagd	Onzeker	Laag

2.2.1.8 Steun warmtenetten

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle subsidies en ondersteuningsmaatregelen om de introductie van warmtenetten te bevorderen.		Verlaagd	Hoog	Onzeker

2.2.1.9 Collectieve activiteiten

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Collectieve activiteiten (zoals energiegemeenschappen, energiedelen in een gebouw) kunnen potentieel de belasting op het LS-netwerk verlagen.	Benutten van de eigen energieproductie door de collectieve activiteit.	Neutraal	Onzeker	Laag
	Aanbieden van flexibiliteit voor het energiesysteem vanuit het collectieve initiatief.	Neutraal	Onzeker	Laag

2.3 Tarieven en prijzen (impliciete flexibiliteit)

2.3.1.1 Dynamische elektriciteitsprijzen

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel groeperen we alle initiatieven die de energieprijzen meer variabel en/of tijdsafhankelijk maken.	Contract met ToU (Time of Use) energiecomponent waarbij de prijzen vastliggen voor een bepaalde periode.	Onzeker	Onzeker	Onzeker
	Contract met een dynamische energiecomponent met uurprijzen gebaseerd op de day-ahead energiemarkt.	Onzeker	Onzeker	Onzeker
	Contract met piek pricing (bijvoorbeeld een piekprijs tijdens absolute piekmomenten)	Onzeker	Middel	Onzeker

2.3.1.2 Dynamische distributienettarieven om congesties te vermijden

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle distributienettarief ontwerpen met een meer dynamisch karakter om netgebruikers aan te zetten om hun verbruik aan te passen om zo congesties in het distributienet te vermijden.	ToU distributienettarieven (vast voor een periode, bijvoorbeeld op seizoenbasis; kunnen zowel gebaseerd zijn op volume als op capaciteit)	Verlaagd	Onzeker	Onzeker
	Dynamische distributienettarieven (tarieven die op een korte termijn kunnen wijzigen, bijvoorbeeld op basis van voorspellingen de dag voordien)	Verlaagd	Onzeker	Onzeker
	Event-based nettarieven (piekprijs wanneer congestie voorspeld wordt)	Verlaagd	Middel	Onzeker

2.3.1.3 Dynamische transmissienettarieven om congesties te vermijden

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle transmissienettarief ontwerpen met een meer dynamisch karakter om netgebruikers aan te zetten om hun verbruik aan te passen om zo congesties in het transmissienet te vermijden.		Onzeker	Onzeker	Laag

2.3.1.4 Afgestemde retailcontracten en T&D nettarieven

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Deze maatregel brengt de voorgaande maatregelen samen waarbij in het energieprijs- en tariefontwerp gekeken wordt naar de totale prijsprikkel(s) naar de klant toe.		Onzeker	Onzeker	Laag

2.3.1.5 Uitfasering uitsluitend nachttarief

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Vanaf 2023 wordt het onderscheid tussen dag-, nacht- en uitsluitend nachttarief afgebouwd. Voor de netkosten wordt niet langer een korting toegepast voor uitsluitend nachtverbruik. Vanaf 2023 worden de netkosten grotendeels aangerekend via een capaciteitstarief (€/kW) (zie boven). De korting voor UNT voor de kosten gerelateerd aan de openbare dienstverplichtingen wordt afgebouwd tot 2028; Dit heeft enkel invloed op het kWh-tarief (€/kWh). Het is vandaag onzeker in welke mate dit ertoe zal leiden dat UNT verbruik verschoven wordt naar de avondpiek, UNT verbruik ongewijzigd blijft, of UNT verbruik uit het systeem gehaald wordt via maatregelen zoals het capaciteitstarief en de UNT investeringssteun voor isolatie en overschakeling naar een ander verwarmingssysteem.		Onzeker	Onzeker	Laag (basisscenario)

2.3.1.6 Hogere LS-aansluittarieven voor meer capaciteit

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Een progressief stijgende aansluitkost in functie van de aansluitcapaciteit is een methode om netgebruikers te ontraden om een connectie met een (te) hoge capaciteit aan te vragen, en die dan vervolgens ook te benutten.	Kostensprong voor een aansluiting boven een bepaalde grens, bijvoorbeeld bij aanvraag van een aansluiting van ≥ 3x25A.	Verlaagd	Onzeker	Onzeker

2.3.1.7 PV zelfconsumptie

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel worden alle initiatieven verstaan die PV zelfconsumptie bevorderen. Hoewel deze niet rechtstreeks de piek injectie of afname in het net beïnvloeden, kan een hogere zelfconsumptie graad toch ook een indirect milderend effect hebben op de netpieken doordat lasten potentieel verschoven worden van de avondpiek naar de middag, en omdat statistisch gezien er ook lasten bijgeschakeld zullen worden op de injectiepiek.		Neutraal	Laag	Laag

2.4 Expliciete flexibiliteit

2.4.1.1 Lange termijn overeenkomst (“Non-firm connection agreement”)

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Lange termijn overeenkomst tussen DNB en netgebruiker waarbij de netgebruiker toelaat dat zijn aansluitcapaciteit beperkt wordt onder bepaalde voorwaarden (vrije keuze, met renumeratie).		Verlaagd	Onzeker	Onzeker

2.4.1.2 Deelname LS-flexibiliteit aan systeemdiensten Elia

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Binnen deze maatregel bekijken we de invloed van de deelname van LS-flexibiliteit aan de systeemdiensten van Elia.		Onzeker	Onzeker	Onzeker

2.4.1.3 Marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit door de DNB / TNB om congesties op te lossen. Dit kan zowel gaan over het reserveren van flexibiliteit voor de LT en/of het aankopen van flexibiliteit via korte termijn markten.	Congestiebeheer HS door TNB	Onzeker	Onzeker	Onzeker
	Congestiebeheer MS door DNB	Onzeker	Onzeker	Onzeker
	Congestiebeheer LS door DNB	Verlaagd	Onzeker	Onzeker

2.5 Informeren

2.5.1.1 Informatiecampagnes

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel verstaan we informatiecampagnes die netgebruikers bewust maken van het effect van bepaald gedrag / bepaalde acties op het netwerk om zo 'netvriendelijk' gedrag te stimuleren.	Campagnes ter stimulatie van traag laden, op het werk laden, energie-efficiëntie, vermijden van de avondpiek,…	Verlaagd	Middel	Laag

2.5.1.2 Ecodesign labeling

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
De EU-wetgeving inzake energie-etikettering en ecologisch ontwerp helpt de energie-efficiëntie van producten op de markt te verbeteren. Energielabels geven een indicatie van de energie-efficiëntie en andere belangrijke kenmerken van producten op het moment van aankoop. Tegelijkertijd moedigt het fabrikanten ook aan om steeds energiezuinigere producten op de markt te brengen. Aangezien ecodesign labeling een stimulans is om de energie-efficiëntie te verhogen, kan dit bijdragen tot een verlaging van de vermogens van de toestellen en/of wordt dit vermogen minder lang aangehouden, wat dus ook een verlaging van de belasting op het net betekent.		Verlaagd	Middel	Laag

2.5.1.3 mijn.fluvius.be

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Via mijn.fluvius.be kan een netgebruiker zijn energieverbruik opvolgen via een gratis online toepassing. Hierdoor krijgt de netgebruiker meer inzicht in zijn verbruik wat, in combinatie met advies en informatie, kan leiden tot “net-vriendelijker” gedrag.	Meetdata van de netgebruiker wordt ter beschikking gesteld.	Verlaagd	Onzeker	Laag
	De meetdata wordt vertaald naar informatie en advisering om netgebruikers te stimuleren hun gedrag aan te passen.	Verlaagd	Onzeker	Laag

2.5.1.4 Tools om LV klanten te informeren

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel vallen alle mogelijke tools die via verschillende kanalen ter beschikking gesteld kunnen worden aan LV klanten om hen te informeren. Afhankelijk van het doel van de tools kunnen deze tools de klant aanzetten tot “net-vriendelijker” gedrag.	Info over energiefactuur (V-test, uitbreiding V-test met andere componenten zoals nettarieven, etc.).	Onzeker	Onzeker	Laag
	Tool met overzicht over aanbiedingen aggregatoren.	Onzeker	Onzeker	Laag
	Diensten gemeente (e.g. RENOcoach Genk, de Energiecentrale Gent, EcoHuis Antwerpen).	Verlaagd	Laag	Laag

2.5.1.5 Netwerklimieten communiceren

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregel verstaan we het vrijblijvend communiceren van netwerklimieten door de DNB naar de klant, zijn aggregator of service provider, zodat deze zijn gedrag kan aanpassen in functie van de beperkingen van het (distributie)net. Dit is een variant op het zogenaamde ‘traffic light’.	Gebruikmakend van de logica van een stoplicht, wordt onderscheid gemaakt tussen de groene fase (geen indicatie voor netwerkproblemen), oranje (potentiële netwerkproblemen) en rode fase (systeemstabiliteit in gevaar). In de oranje fase doet de netbeheerder een beroep op de klant om vrijblijvend hun gedrag aan te passen (impliciete flexibiliteit) om zo de belasting op het net te verminderen.	Verlaagd	Onzeker	Laag

2.5.1.6 Sensibiliseren over oriëntatie PV panelen

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Deze maatregel betreft het sensibiliseren over de impact van de oriëntatie van PV panelen. Een zuidoostelijke, zuidwestelijke of oost-west oriëntatie i.p.v. een puur zuidelijke oriëntatie kan een gunstig effect hebben op de zelfconsumptie graad en verlaagt de piek injectie in het net.		Verlaagd	Onzeker	Laag

2.6 Andere maatregelen

2.6.1.1 Ruimtelijk beleid

Uitleg maatregel	Variaties en voorbeelden	LS capaciteits-behoefte	Grootte impact	Prioriteit
Onder deze maatregelen vallen alle verdichtingsmaatregelen voor de bebouwde omgeving, waardoor het aantal connecties op het lokale net toeneemt, en daarmee ook de lokale piek.		Verhoogd	Onzeker	Laag

3 Analyse beleidsmaatregelen

Na de identificatie van mogelijke beleidsmaatregelen en de eerste prioritering door de stuurgroep (zie hoofdstuk 2) werden 2 maatregelen met hoge prioriteit weerhouden en 11 maatregelen met een onzekere prioriteit. In dit hoofdstuk gaan we deze maatregelen verder analyseren en uitwerken. Op basis van deze analyse wordt dan bepaald welke maatregelen dit jaar worden gesimuleerd door Fluvius.

De volgende criteria worden gehanteerd voor de evaluatie van de beleidsmaatregelen:

a) Het potentieel om de vastgestelde capaciteitsproblemen op te lossen;
b) De technische en economische haalbaarheid;
c) De bijdrage aan de Europese verplichtingen uit de Electricity Directive (2019/944) inzake flexibiliteit voor zowel lokale en systeem-ondersteunende diensten, als voor energiegemeenschappen.
d) Overeenstemming met de algemene beleidsdoelstellingen (zie onderdeel II, deeltaak 1);
e) In overleg met Fluvius, de mate waarin de bestaande simulatiesoftware de maatregel op realistische wijze kan simuleren, met aandacht voor:
    - Impact op aantallen en de strooiing
    - Impact op Pmax en gelijktijdigheidsfactor

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de maatregelen met een hoge en onzekere prioriteit een samenvatting gemaakt van de kwalitatieve evaluatie op basis van bovenstaande beslissingscriteria. Daarnaast wordt een eerste aanzet gegeven hoe de beleidsmaatregel vertaald kan meegenomen worden in een simulatie.

3.1 Maatregelen met hoge prioriteit

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de maatregelen met een hoge prioriteit.

Tabel 3-1: Beleidsmaatregelen met hoge prioriteit

High level maatregel	Detail voorbeelden en variaties	Prioriteit
Onbalans reduceren in LS netten	Nieuwe toestellen boven een vermogen grens verplicht driefasig (zoals PV >5kW).	Hoog
	Het monofasig laden van elektrische voertuigen aan 32A beperken of verbieden.	Hoog
Uitrol EV laadpunten	Steun voor voldoende MS snellaadpunten om de snellaadbehoefte thuis te reduceren.	Hoog
	Steun/stimulans voor (MS) laden op het werk.	Hoog

3.1.1 Onbalans reduceren in LS netten

De **verschillende fases in laagspanningsnetten zijn vaak ongelijk belast**, waardoor de LS-capaciteit niet optimaal benut wordt en spanningsproblemen kunnen ontstaan.

Maatregelen die de onbalans reduceren resulteren in een betere benuttingsgraad van de bestaande LS-capaciteit en kunnen de toekomstige vraag naar bijkomende capaciteit verlagen. De impact van deze maatregel wordt als hoog ingeschat. Technisch is het mogelijk om deze maatregel uit te voeren, maar er zijn wel bijkomende vragen bij de praktische uitvoerbaarheid. Wellicht is dit haalbaar voor de grotere verbruikers, zoals EV en WP, maar moeilijker haalbaar voor andere toepassingen (inductiefornuis, lasapparaat, etc.), noch voor reeds aangesloten toestellen. Deze maatregel is geen directe flexibiliteitsmaatregel zoals vooropgesteld in de ED (Electricity Directive) (2019/944) en het is op dit moment onduidelijk in welke mate deze maatregel past in het huidige vooropgestelde beleid.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	+++
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✗
Conform beleid	?

Bovendien is het op dit moment niet duidelijk hoe deze maatregel kan meegenomen worden in simulaties door Fluvius aangezien fase-onbalans niet meegenomen wordt in de huidige Fluvius tooling.

Deze maatregel is dus **moeilijk te simuleren en wordt niet weerhouden voor de detailsimulaties**.

3.1.2 Uitrol EV laadpunten

We verwachten in de komende jaren een versnelde uitrol van laadpunten voor elektrische voertuigen. Deze uitrol kan gepaard gaan met bijkomende maatregelen om het laagspanningsnet te ontlasten. Een mogelijke piste is het verschuiven van een deel van het laden op laagspanning naar middenspanning. Dit kan bijvoorbeeld door **meer in te zetten op de introductie van snellaadpunten op MS** of door **laden op het werk meer aan te moedigen**, waardoor de (snellaad)behoefte op LS daalt en daarmee ook de belasting van en investeringsnood op het LS net.

Deze maatregelen verlagen de LS-capaciteitsbehoefte. Hoewel deze maatregel technisch mogelijk is, mits voldoende capaciteit voorzien wordt op MS, is de grootte van de impact onzeker, alsook de economische haalbaarheid.

Deze maatregel is geen directe flexibiliteitsmaatregel en het is op dit moment onduidelijk in welke mate deze maatregel overeenkomt met het huidige vooropgestelde beleid.

Deze maatregel kan meegenomen worden in de simulaties van Fluvius door minder EVs toe te kennen aan LS connecties en deze te verschuiven naar MS.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	?
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✗
Conform beleid	?

In de stuurgroep werd besloten **om deze maatregel te weerhouden voor de detailsimulaties**.

3.2 Maatregelen met onzekere prioriteit

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de maatregelen met een onzekere prioriteit.

Tabel 3-2: Beleidsmaatregelen met onzekere prioriteit

High level maatregel	Detail voorbeelden en variaties	Prioriteit
Beperken weerstandbijstook warmtepompen	Weerstandbijstook bijvoorbeeld beperken tot niet meer dan helft van het vermogen van de WP.	Onzeker
Subsidie thuisbatterij		Onzeker
Steun warmtenetten		Onzeker
Technisch kader V2G		Onzeker
Netwerkprekwalificatie	Verplichte non-firm capacity voor bepaalde toepassingen/vermogens.	Onzeker
Dynamische elektriciteitsprijzen	Contract met ToU energiecomponent	Onzeker
	Contract met dynamische energiecomponent	Onzeker
	Contract met piek pricing	Onzeker
Dynamische distributienettarieven om congesties te vermijden	ToU distributienettarieven	Onzeker
	Dynamische distributienettarieven	Onzeker
	Event based grid tariff design	Onzeker
Hogere LS-aansluittarieven voor meer capaciteit	Kostensprong voor een aansluiting boven een bepaalde grens	Onzeker
Lange termijn overeenkomst ("Non-firm connection agreement")		Onzeker
Deelname LS-flexibiliteit aan systeemdiensten Elia		Onzeker
Marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit om congesties op te lossen	Congestiebeheer HS	Onzeker
	Congestiebeheer MS	Onzeker
	Congestiebeheer LS	Onzeker

3.2.1 Beperken weerstandbijstook warmtepompen

Door de **weerstand bijstook van warmtepompen verplicht te beperken** zal het piekvermogen van de warmtepomp verlagen. De maatregel heeft dus het potentieel om de LS-capaciteitsbehoefte te beperken, maar de impact van de maatregel wordt eerder als beperkt beschouwd.

De maatregel is technisch mogelijk, maar de economische haalbaarheid is onzeker. De praktische uitvoerbaarheid van deze maatregel is wellicht ook moeilijk en indien dit een uniek Vlaamse maatregel is, is de hefboom naar fabrikanten toe beperkt en moet dus gekeken worden naar het bestaande gamma WP. Deze maatregel is geen directe flexibiliteitsmaatregel vooropgesteld in ED (2019/944) en is ook niet voorzien in het vooropgestelde beleid.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	+
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✗
Conform beleid	?

In de huidige Fluvius scenario's is elektrische bijstook niet meegenomen. Op basis van consultaties met fabrikanten wordt verondersteld dat elektrische bijstook sowieso beperkt zal worden, gezien het gewijzigde concurrentiemodel met gasverwarming waardoor een lage investeringskost aan belang verliest.

Er wordt dus vanuit gegaan dat deze **maatregel niet verder gesimuleerd moet worden en de maatregel wordt dus niet weerhouden.**

3.2.2 Subsidie thuisbatterij

Subsidiëring van thuisbatterijen kunnen zorgen voor een versnelde invoering van batterijen bij consumenten. Het effect van een thuisbatterij op de capaciteitsbehoefte van het laagspanningsnet is echter onzeker en hangt af van het gebruik van de batterij en eventuele extra voorwaarden opgelegd aan het batterijgebruik om de LS-capaciteitsbehoefte te verlagen.

Een gamma van thuisbatterijen is beschikbaar en wordt ook al ingezet, dus de technische haalbaarheid is aangetoond. De economische haalbaarheid voor LS-klanten is op dit moment echter onduidelijk. Deze maatregel is geen directe flexibiliteitsmaatregel vooropgesteld in de ED (Electricity Directive) (2019/944). Er bestaat momenteel een subsidiëringsmechanisme voor residentiële batterijen, maar dit wordt stopgezet in 2023[4].

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	?
Impact	?
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	?
Conform beleid	?

De maatregel is zeer moeilijk te simuleren aangezien niet geweten is in welke mate een thuisbatterij succesvol een piek kan verminderen (kans op lege batterij op moment van winterpiek). Het potentieel en gebruik van thuisbatterijen moet eerst beter in kaart gebracht worden.

Deze maatregel wordt daarom op dit moment **niet weerhouden aangezien onvoldoende data beschikbaar is.**

[4] Bron: "Premie voor de aankoop of leasing van een thuisbatterij voor zelf opgewekte energie", https://www.vlaanderen.be/zonnepanelen/thuisbatterij/premie-voor-de-aankoop-of-leasing-van-een-thuisbatterij-voor-zelf-opgewekte-energie.

3.2.3 Steun warmtenetten

Warmtenetten hebben het potentieel om de capaciteitsbehoefte van het laagspanningsnet te verlagen aangezien (een deel) van de warmtevraag dan voorzien wordt door een niet elektrisch alternatief. De impact kan lokaal potentieel groot zijn.

Warmtenetten zijn technisch mogelijk, maar de economische haalbaarheid is erg afhankelijk van de lokale randvoorwaarden en situatie (bijvoorbeeld beschikbaarheid van restwarmte, concentratie en grootte warmtevraag, etc.). Deze maatregel is geen directe flexibiliteitsmaatregel. De Vlaamse regering heeft doelstellingen voor warmtenetten opgenomen in het warmteplan.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	+
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✗
Conform beleid	✓

In de simulaties van Fluvius voor de investeringsplannen worden warmtenetten in rekeningen gebracht in de vorm van een bepaald aandeel van woningen die geen elektriciteitsvraag hebben voor warmte. Deze woningen aangesloten op een warmtenet zijn echter random uitgestrooid over Vlaanderen, en dus niet gekoppeld aan de stadscentra waar warmtenetten als een optie beschouwd worden. Onderliggende assumptie is dat de impact van EVs leidend is en de lokale impact van warmtenetten daarom beperkt.

Om deze assumptie te valideren wordt voorgesteld om **deze maatregel mee te nemen in de simulaties** door het **aantal warmtepompen enkel te verminderen in de statistische sectoren die aan de criteria voor een warmtenet voldoen**.

3.2.4 Technisch kader V2G

Wanneer er een **technisch kader voorzien wordt om V2G toe te laten** kunnen EVs ook elektriciteit naar het net leveren om zo afnamepieken te verlagen.

De impact van V2G is echter moeilijk in te schatten en hangt af van de use case waar de EV flexibiliteit voor wordt aangewend.

Zowel de technische als de economische haalbaarheid van V2G moet nog verder onderzocht worden. Het technisch kader om V2G toe te laten is een manier om het mogelijk te maken dat flexibiliteit van EVs in beide richtingen kan geleverd worden. Het beleid rond V2G is nog niet uitgewerkt op dit moment.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	?
Impact	?
Technische HBH	?
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	?
Conform beleid	?

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

3.2.5 Netwerkprekwalificatie

Statische en dynamische **prekwalificatie kan de capaciteitsbehoefte van het laagspanningsnet verlagen** met een potentieel grote impact, afhankelijk van de gekozen vorm en drempels.

Netwerkprekwalificatie is technisch mogelijk en ervaringen uit andere landen / pilootprojecten leren ons dat het ook economisch haalbaar kan zijn.

Netwerkprekwalificatie wordt bovendien aangemoedigd door Europese regelgeving. Netwerkprekwalificatie is gedeeltelijk conform het huidige beleid (statische prekwalificatie) aangezien een netwerkflexibiliteitstudie nodig is bij het benutten van de flexibiliteit van de gebruikers van het distributiesysteem. In de toekomst zouden meer dynamische prekwalificatie-opties overwogen kunnen worden.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	+++
Technische HBH	✓
Economische HBH	✓*
Flexibiliteit ED	✗
Conform beleid	?

* Vanuit Duitse voorbeeld

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

3.2.6 Dynamische elektriciteitsprijzen

Onder impuls van Europees beleid zien we dat de aandacht voor **dynamische elektriciteitsprijzen** toeneemt. Europese lidstaten moeten ervoor zorgen dat eindafnemers waarbij een slimme meter werd geïnstalleerd, een contract op basis van een dynamische elektriciteitsprijs kunnen afsluiten[5]. Een contract op basis van een dynamische elektriciteitsprijs wordt hierbij gedefinieerd als "een elektriciteitsleveringscontract voor de levering van elektriciteit tussen een leverancier en een eindafnemer waarin de prijsvariatie op de spotmarkten, waaronder de day-ahead- en intraday-markten, wordt weerspiegeld in intervallen die ten minste overeenkomen met de marktvereffeningsperiode". In het kader van deze studie hebben we onder deze maatregel ook contracten met minder variabiliteit gegroepeerd zoals Time of Use contracten.

Het effect van deze contracten op het laagspanningsnetwerk is erg onzeker en afhankelijk van de synchronisatie van de dure spotmarktprijzen (momenten met dure piekproductie) met de netwerkpiek. Ook de grootte van de impact moet verder ingeschat worden. Verschillende factoren spelen hierbij een rol (aantal consumenten dat kiest voor contracten met dynamische elektriciteitsprijzen, beschikbare flexibiliteit, prijselasticiteit van de consument, gecombineerd effect van CAPTAR en dynamische elektriciteitsprijzen, etc.).

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	?
Impact	?
Technische HBH	✓
Economische HBH	✓
Flexibiliteit ED	✓
Conform beleid	✓

Dynamische elektriciteitsprijzen zijn technisch (mits een digitale meter werd geïnstalleerd) en economisch haalbaar en worden al aangeboden op de Vlaamse markt. Deze maatregel is dus ook conform het huidige en toekomstige beleid, hoewel het huidige aanbod nog beperkt is.

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

[5] Bron: RICHTLIJN (EU) 2019/944 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 5 juni 2019 betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor elektriciteit en tot wijziging van Richtlijn 2012/27/EU; https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=EN.

3.2.7 Dynamische distributienettarieven om congesties te vermijden

Onder deze maatregel vallen alle **distributienettarief ontwerpen met een meer dynamisch karakter om netgebruikers aan te zetten om hun verbruik aan te passen om zo congesties in het distributienet te vermijden**.

Deze tarieven hebben dus als doel om netgebruikers ertoe aan te zetten hun piekverbruik te verminderen om zo de belasting op het (LS) net te verminderden.

De grootte van de invloed van deze tarieven op het laagspanningsnet is erg afhankelijk van het gekozen ontwerp en moet nog verder onderzocht worden. Verwacht wordt dat meer dynamische distributienettarieven vooral een impact zullen hebben voor consumenten met grotere flexibele lasten zoals een EV en/of WP. De technische en economische haalbaarheid van meer dynamische distributienettarieven moet echter nog verder onderzocht worden.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	?
Technische HBH	?
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✓
Conform beleid	?

Deze maatregel is een impliciete flexibiliteitsmaatregel (verbruik van de consument beïnvloeden via tariefsignaal) en is conform ED (2019/944) (nettarieven die de kosten beter weerspiegelen). De mogelijkheden van alternatieve en meer dynamische nettarieven wordt momenteel onderzocht.

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

3.2.8 Progressief stijgende LS-aansluittarieven voor meer capaciteit

Progressief stijgende LS-aansluittarieven voor meer capaciteit kan een manier zijn om netgebruikers te ontraden om een connectie met een (te) hoge capaciteit aan te vragen.

Deze maatregel kan dus potentieel de capaciteitsbehoefte van het laagspanningsnet verlagen, maar de grootte van de impact is onzeker.

De maatregel is technisch mogelijk, maar de economische haalbaarheid moet nog verder onderzocht worden. Het is geen directe flexibiliteitsmaatregel en niet opgenomen in de beleidsdoelstellingen.

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	?
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	?
Conform beleid	?

3.2.9 Lange termijn overeenkomst ("Non-firm connection agreement")

In dit geval laat de netgebruiker toe dat zijn **aansluitcapaciteit beperkt wordt onder bepaalde voorwaarden** (bijvoorbeeld wanneer congesties worden voorspeld) in overeenstemming met de voorwaarden van de overeenkomst.

Deze maatregel kan de capaciteitsbehoefte van het laagspanningsnet verlagen, maar de grootte van de impact is onzeker.

De maatregel is technisch mogelijk, maar ook hier moet de economische haalbaarheid nog verder onderzocht worden. Het kan beschouwd worden als een directe flexibiliteitsmaatregel, afhankelijk van de voorwaarden van de overeenkomst. Deze maatregel is nog niet opgenomen in de beleidsdoelstellingen.

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	↘
Impact	?
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✓
Conform beleid	?

3.2.10 Deelname LS-flexibiliteit aan systeemdiensten Elia

In België kunnen alle frequentiediensten worden geleverd door assets die zijn aangesloten op het distributienet. **Laagspanningsflexibiliteit kan momenteel echter alleen deelnemen aan FCR**. **In de toekomst zullen andere diensten** (aFRR, mFRR, CRM) ook **opengesteld worden** voor laagspanningsflexibiliteit.

De impact van de deelname laagspanningsflexibiliteit aan systeemdiensten voor Elia op de LS netten is onzeker en is afhankelijk van de gelijklopendheid van de noden van Elia met deze van de distributienetbeheerders.

Technisch is het in principe mogelijk dat laagspanningsflexibiliteit deelneemt aan de systeemdiensten van Elia, maar er zijn nog heel wat barrières. Deze maatregel is conform richtlijn (EU) 2019/944 waarin artikel 41 vooropstelt dat de transmissiesysteembeheerder systeemdiensten volgens transparante, niet-discriminerende en marktgebaseerde procedures moet aankopen met de deelname van alle in aanmerking komende deelnemers, waaronder flexibiliteit aan de vraagzijde.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	?
Impact	?
Technische HBH	✓
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✓
Conform beleid	✓ *

* Momenteel enkel FCR

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

3.2.11 Marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit om congesties op te lossen

Onder deze maatregel verstaan we alle **marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit door Elia en de distributienetbeheerders om congesties op te lossen**, zoals ook vooropgesteld door richtlijn (EU) 2019/944.

Dit kan gaan over congesties op verschillende spanningsniveaus. Het aankopen van flexibiliteit om laagspanningscongestie op te lossen kan de laagspanningscapaciteitsbehoefte verlagen. Wanneer flexibiliteit van (LS) klanten echter wordt aangekocht om congestieproblemen op hogere spanningsniveaus op te lossen is het effect op het laagspanningsnet onzeker.

Evaluatiecriteria	Evaluatie
LS net capaciteitsbehoefte	?
Impact	?
Technische HBH	?
Economische HBH	?
Flexibiliteit ED	✓
Conform beleid	?

Zowel de technische als economische haalbaarheid van marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit om congesties op te lossen moet nog verder onderzocht worden. In 2022 heeft Fluvius een eerste voorstel voor de aankoop van flexibiliteit en ondersteunende diensten voorgesteld. Dit moet echter nog verder uitgewerkt worden.

Deze maatregel zal, gecombineerd met andere flexibiliteitsmaatregelen, **gecapteerd worden via twee flexibiliteitsscenario's** (zie verder).

3.3 Flexibiliteitsscenario's

Zoals eerder beschreven vallen een groot aantal beleidsmaatregelen met een onzekere impact op de belasting van de LS netten binnen de categorie 'flexibiliteit'. Onderstaande tabel geeft een overzicht van deze maatregelen.

Tabel 3-3: Overzicht van flexibiliteitsmaatregelen met onzekere impact op de belasting van de LS netten.

High level maatregel	Scenario
Dynamische elektriciteitsprijzen	Netongunstige flexibiliteitsscenario
Deelname LS-flexibiliteit aan systeemdiensten Elia	Netongunstige flexibiliteitsscenario
Technisch kader V2G	Netgunstige / netongunstige flexibiliteitsscenario
Dynamische distributienettarieven om congesties te vermijden	Netgunstige / netongunstige flexibiliteitsscenario
Marktgebaseerde aankoop van flexibiliteit om congesties op te lossen	Netgunstige / netongunstige flexibiliteitsscenario
Netwerkprekwalificatie	Netgunstige flexibiliteitsscenario
Capaciteitsdistributienettarieven	Netgunstige flexibiliteitsscenario
Hogere LS-aansluittarieven voor meer capaciteit	Netgunstige flexibiliteitsscenario
Lange termijn overeenkomst ("Non-firm connection agreement")	Netgunstige flexibiliteitsscenario

Aangezien flexibiliteit in het algemeen nog in zijn kinderschoenen staat, en bovendien veel techno-economische keuzes nog onbepaald zijn, is het vandaag moeilijk om voor elk van de eerder beschreven opties exact in kaart te brengen welke eindgebruikers voor flexibele toestellen zullen kiezen en welke keuzes deze zullen maken betreffende de inzet van die flexibiliteit.

Bovendien heeft flexibiliteit vanuit het standpunt van het LS net 'twee richtingen'. Het gebruik van flexibiliteit kan tijdens de netpieken zowel veranderingen in de vermogens als de gelijktijdigheid veroorzaken. Als toestellen zo gestuurd worden dat dit resulteert in een lager vermogen en/of lagere gelijktijdigheid tijdens de piek, dan betekent dit een gunstig effect voor het LS net. In het andere geval kan flexibiliteit net tot een zwaardere belasting leiden, mogelijk zelfs op een ander ogenblik van de dag of in het jaar dan de historische winter avondpiek zoals we die vandaag kennen.

Gezien alle onbekende parameters, wordt er in deze studie voor geopteerd om het maximale theoretisch potentieel van flexibiliteit in kaart te brengen, onafhankelijk van de economische en beleidsmatige mechanismes die aan de grondslag liggen, en eerder dan assumpties op te bouwen voor de individuele maatregelen zoals hiervoor opgesomd. Daarbij maken

we onderscheid tussen 'netgunstige' en 'netongunstige' flexibiliteit. D.i., respectievelijk, flexibiliteit die de netbelasting tijdens de netwerkpiek verlaagt, dan wel verhoogt:

- Netgunstige flexibiliteitsscenario:
  Alle flexibiliteit wordt zonder onderscheid ten dienste gesteld van congestiebeheer in de laagspanningsnetten. Dit scenario kan dus gezien worden als de bovengrens van de meest positieve impact van flexibiliteit voor het beheer van het laagspanningsnet. Dit scenario wordt verder uitgewerkt in het volgende hoofdstuk (sectie 4.4).
- Netongunstige flexibiliteitsscenario:
  We veronderstellen dat geen flexibiliteit ingezet wordt voor LS congestiebeheer, noch dat deze rekening houdt met de beperkingen van het LS net. Deze andere doeleinden zijn dan bijvoorbeeld systeemdiensten voor de transmissienetbeheerder, beheer van de portfolio van een evenwichtsverantwoordelijke, optimalisatie 'achter de meter', of congestiebeheer op MS of HS. In dit scenario veronderstellen we dat al deze flexibiliteitstoepassingen een tegenstelde vermogensnood hebben aan deze van het lokale spanningsnet en door gesynchroniseerde activatie de lokale netwerkpiek verhogen, waardoor de bovengrens van de maximale negatieve impact op de LS netten in kaart gebracht wordt. Dit kan bijvoorbeeld gesimuleerd worden in de netrekentools van Fluvius door een hogere gelijktijdigheid te veronderstellen.

Het **netgunstige flexibiliteitsscenario is weerhouden om in 2022 door te rekenen via de netrekentools van Fluvius**. Het **netongunstige flexibiliteitsscenario is niet weerhouden voor 2022,** maar is een waarschijnlijke kandidaat om in 2023 doorgerekend te worden.

3.4 Traag laden

Het elektrisch laden van voertuigen wordt beschouwd als één van leidende aspecten die de investeringsbehoefte in de LS netten bepaald. Daarbij is te verwachten dat de impact van elektrisch laden sterk afhankelijk is van de snelheid en dus vermogen waarmee voertuigen opgeladen worden. Een belangrijk effect waar veel van de eerder vermelde beleidsmaatregelen op mikken, is dan ook om de eigenaar van een elektrisch voertuig aan te zetten tot trager laden en dus lagere vermogens. Deze relevante beleidsmaatregelen zijn:

- 2.3.1.2 Dynamische distributienettarieven om congesties te vermijden
- 2.3.1.3 Dynamische transmissienettarieven om congesties te vermijden
- 2.3.1.4 Afgestemde retailcontracten en T&D nettarieven
- 2.3.1.6 Hogere LS-aansluittarieven voor meer capaciteit
- 2.4.1.1 Lange termijn overeenkomst ("Non-firm connection agreement")
- De meeste van de informerende maatregelen (2.5 Informeren)

Daarnaast is het aanzetten tot trager laden één van de te verwachten effecten van het capaciteitstarief dat op 1 januari 2023 van kracht is. Het effect van het capaciteitstarief wordt nog niet meegenomen in de basis scenario's of in de netberekeningen die door Fluvius in het kader van deze studie in 2022 uitgevoerd zijn.

Vandaag zijn reeds laadpalen met load balancer functionaliteit commercieel beschikbaar. Deze laten toe om de laadsnelheid van de wagen volautomatisch zo aan te sturen dat een vooraf bepaalde vermogen bovengrens voor de woning niet overschreden wordt. Dit laat de eigenaar doe om de piekafname van zijn woning gecontroleerd te laten dalen. Merk wel op dat dit mogelijk de gelijktijdigheid kan laten stijgen, bv. door een lagere, maar langer volgehouden avondpiek.

Het traag laden van elektrische voertuigen, onder stimulans van bovenstaande maatregelen, wordt dan ook verder meegenomen in de simulaties, met als doel om de impact van een verlaagde Pmax van EV laden tijdens de avondpiek in kaart te brengen ('TraagLaden'). Dit scenario wordt daarbij beschouwd als een realistisch en op korte termijn haalbaar flexibiliteitsscenario, en wordt verder uitgewerkt in Hoofdstuk 4, volgens het principe dat het becijferde effect realiseerbaar is met een subset van de eerder vermelde relevante beleidsmaatregelen.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat de hierboven vermelde maatregelen behalve het aanzetten tot trager laden, ook andere netgunstige effecten hebben. Bijvoorbeeld door het stimuleren van de keuze voor elektrische verwarming met een lager vermogen (en meer vollast uren). Het doel van het traag laden scenario is niet om het totaal effect van (één van) de eerder vermelde beleidsmaatregelen te capteren; wel het in kaart brengen van de haalbare impact van elektrisch laden aan lagere vermogens.

4 Impact maatregelen op scenario's en aannames simulaties

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de maatregelen die werden weerhouden op basis van de analyse in hoofdstuk 3 en verdere inputs van de stuurgroep en die gesimuleerd zullen worden door Fluvius als deel van deze studie in 2022. Naast de beleidsmaatregelen geanalyseerd in hoofdstuk 3, werd ook nog een additioneel scenario toegevoegd die de hoogste PV impact in kaart brengt ("MaxPV"). Hoewel niet strikt een beleidsmaatregel, wordt dit scenario toch meegenomen om in kaart te brengen of PV injectie leidend kan worden ten opzichte van afname. Ten slotte werd na analyse van de individuele beleidsmaatregelen een 'optimale combinatie' van beleidsmaatregelen gedefinieerd ('OptoCombo'), en werd de impact daarvan berekend.

Tabel 4-1: Overzicht weerhouden scenario's.

Scenarios	Afkorting
EV laden naar MS verschuiven	*MVLaden*
Traag laden van EVs stimuleren	*TraagLaden*
Steun warmtenetten	*Warmtenet*
Netgunstige flexibiliteitsscenario	*MaxFlex*
Hoge PV scenario	*MaxPV*
Optimale combinatie	*OptoCombo*

Hierbij zijn zowel het "TraagLaden" scenario als het netgunstige flexibiliteitsscenario "MaxFlex" scenario's die maatregelen betreffende flexibiliteit bij de eindgebruiker in kaart brengen. TraagLaden wordt daarbij beschouwd als een kortere termijn scenario, realiseerbaar via verschillende combinaties van beleidsmaatregelen (zie 3.4) en op basis van de beschikbare technologie. "MaxFlex" blikt vooruit naar het theoretische potentieel van meer geavanceerdere tariefvormen en technologie. Het "TraagLaden" scenario is het korte termijn startpunt, terwijl het "MaxFlex" scenario het theoretische eindpotentieel in kaart brengt. Hoe meer maatregelen ingevoerd worden die op flexibiliteit in het gebruik inspelen, hoe meer types en aantallen toestellen hierop inspelen. We zetten op dat moment vanuit het "TraagLaden" scenario stapjes richting het netgunstige "MaxFlex" scenario.

Deze scenario's worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt in een set van assumpties die toelaten om deze maatregelen in de NGIN tooling van Fluvius door te rekenen en hun impact op de netten kwantificeren.

Hierbij hanteren we volgende algemene assumpties:

- Het aandeel van de toestellen die slim gestuurd worden, en/of het aandeel van de gebruikers die hun gedrag aanpassen naar aanleiding van de beschouwde beleidsmaatregel, blijft constant doorheen de tijd (2030-2040-2050).
- De beleidsmaatregelen worden doorgerekend op basis van midden scenario, zoals gedefinieerd in Onderdeel II van deze studie, met als uitzonderingen:
    - Het MaxPV scenario wordt bepaald door het hoog scenario.
    - De OptoCombo maatregelen zijn doorgerekend voor zowel laag, midden als hoog scenario.

Het laag, midden en hoog scenario zijn gedefinieerd in het rapport 'Onderdeel II: Ondersteuning voor het opstellen van toekomstscenario's' van deze studie.

4.1 EV laden naar MS verschuiven ("MVLaden")

Het stimuleren van laden op MS haalt deze belasting weg van de laagspanningsnetten en reduceert dus de capaciteitsbehoefte. Volgens Transport and Environment (2020)[6] wordt de laadbehoefte in 2030 voor +-40% gedekt door snelladers en laden op het werk. Deze categorieën worden hoofdzakelijk rechtstreeks uit middenspanning gevoed. Voor het doorrekenen van de impact van beleidsmaatregelen die het laden op MS stimuleren vertrekken we van deze 40%.

40% wordt echter wel als een optimistisch punt ingeschat, en wordt best geïnterpreteerd als een inschatting van het theoretische maximale potentieel. Immers:

- De kans bestaat steeds dat de worst case winterpiek valt in de (kerst)vakantie. Laden op het werk is dan minimaal.
- Consultatie van Fluvius bij Elaad in Nederland leert dat alvast in Nederland minder geladen wordt via snelladers. Dit is wellicht omwille van de meerkost van snelladen, waardoor dit enkel bij grote verplaatsingen gebruikt wordt.

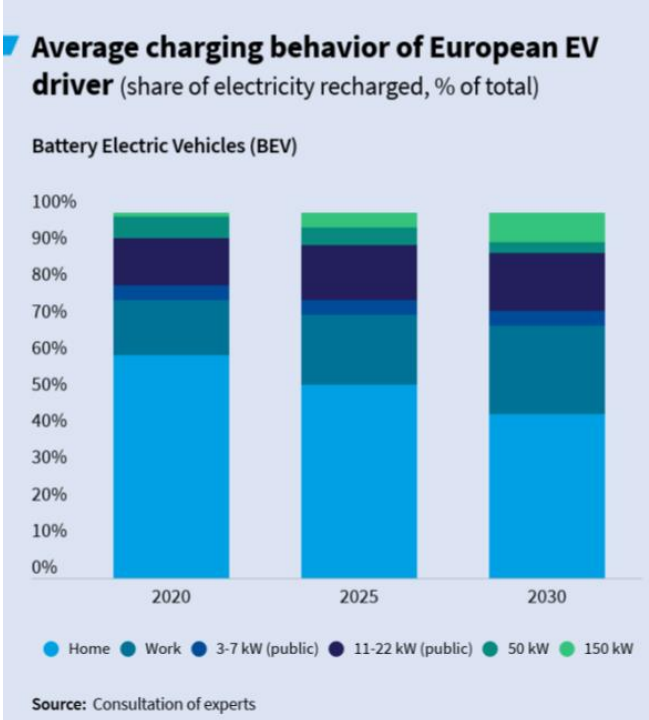


Figure 4-1: Gemiddeld laadgedrag van de Europese EV chauffeur (Bron: Transport and Environment, 2020)

Om de impact van laden op MS mee te nemen in de worst case netbelastingberekeningen van Fluvius, wordt dit benaderd door minder elektrische voertuigen 'uit te strooien' over de bestaande LS-aansluitingen. In het basis midden scenario (zie onderdeel II van deze studie) werd reeds verondersteld dat 10% van de BEV personenwagens en 30% van de BEV lichte vrachtvoertuigen op MS laden. Deze getallen worden beide naar 40% opgetrokken om deze beleidsmaatregel door te rekenen. Voor lichte vracht is de toename lager dan voor personenwagens, aangezien het potentieel om lichte vracht naar MS te schuiven al hoger benut is in de basisscenario's. De EV subcategorieën (verschillende laadsnelheden) worden telkens a ratio van hun oorspronkelijke aandeel in de EV vloot aangepast. Onderstaande tabel geeft de aanpassingen aan de inputparameters van het "MVLaden" scenario t.o.v. het basisscenario. Alle andere simulatie parameters blijven ongewijzigd t.o.v. het basisscenario.

Tabel 4-2: Aanpassingen inputparameters van het "MVLaden" scenario t.o.v. het midden basisscenario.

	Basis scenario LS-CAP	MVLaden scenario
PHEV (hybride)	100%	100%
Mono laden – traag	100%	100%
BEV personenwagens	100%	100%
Mono laden – traag	36%	24%
3F - Full 11 kW	45%	30%
3F - Full 22 kW	9%	6%
Opladen MS	10%	40%
BEV lichte vracht	100%	100%
3F - Full 11 kW	44%	38%
3F - Full 22 kW	26%	22%
Opladen MS	30%	40%

[6] Bron: Transport and Environment (2020), https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/01%202020%20Draft%20TE%20Infrastructure%20Report%20Final.pdf.

4.2 Traag laden van elektrische voertuigen (“TraagLaden”)

Zoals eerder gekaderd, wordt TraagLaden beschouwd als een kortere termijn flexibiliteitsscenario, op basis de beschikbare technologie en een combinatie van beleidsmaatregelen. Daarbij maken we de veronderstelling dat deze maatregelen significant zijn voor consumenten die een elektrische wagens bezitten, en dat deze het laadvermogen gaan beperken om zo een besparing op hun elektriciteitsfactuur te realiseren. M.a.w., ten opzichte van het basisscenario is er een verschuiving van de laad categorieën met hogere laadsnelheden naar categorieën die trager laden. We veronderstellen daarbij dat de piekvermogens (Pmax) en gelijktijdigheid op de historische winterpiek van deze categorieën ongewijzigd blijft.

Deze verschuivingen per EV categorie zijn:

- PHEV: de categorie blijft ongewijzigd;
- BEV mono traag: de categorie blijft ongewijzigd;
- 11kW (zowel personenvoertuigen als lichte vracht): 50% van deze categorie verschuift naar de 3,7kW traag laden categorie;
- 22kW (zowel personenvoertuigen als lichte vracht): 50% van deze categorie verschuift naar de 11kW laden categorie.

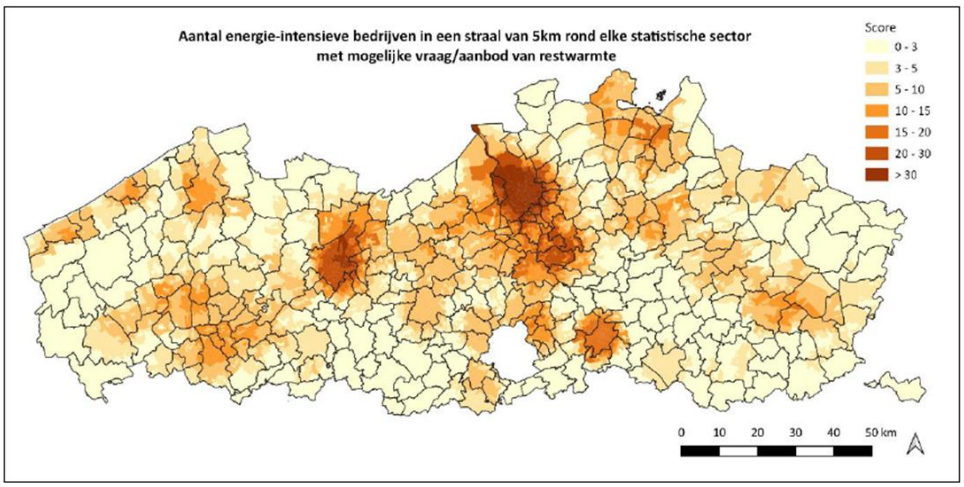
M.a.w., de 11kW categorie voertuigen daalt enerzijds door het aandeel dat doorschuift naar de 3,7kW categorie, maar groeit ook door het aandeel 22kW voertuigen die naar 11kW verschuiven. Voor het eindresultaat van deze verschuivingen, zie de tabellen met de getallen voor de NGIN simulaties in Hoofdstuk 6.

Alle andere simulatieparameters blijven ongewijzigd.

4.3 Steun warmtenetten (“warmtenet”)

Met dit scenario brengen we in kaart hoe groot de impact op de (lokale) elektriciteitsnetten is wanneer in een volledig stadscentrum een warmtenet uitgerold wordt, en alle warmtepompen die anders geïnstalleerd zouden worden er niet komen. Hierbij willen we nagaan of dit een wezenlijk verschil oplevert, of dat de elektrische voertuigen er alsnog voor zorgen dat grotendeels dezelfde netten onvoldoende capaciteit hebben en de benodigde netinvestering – ondanks de aanwezigheid van een warmtenet – dus ongeveer ongewijzigd blijft.

In de basisscenario’s van deze studies zijn warmtenetten niet opgenomen. Dit betekent dat naast het lokale effect ook het effect op de totale Vlaamse netinvesteringsbehoefte in kaart gebracht kan worden door de impact van het basisscenario op de investeringsbehoefte te vergelijken met die van het warmtenet scenario.



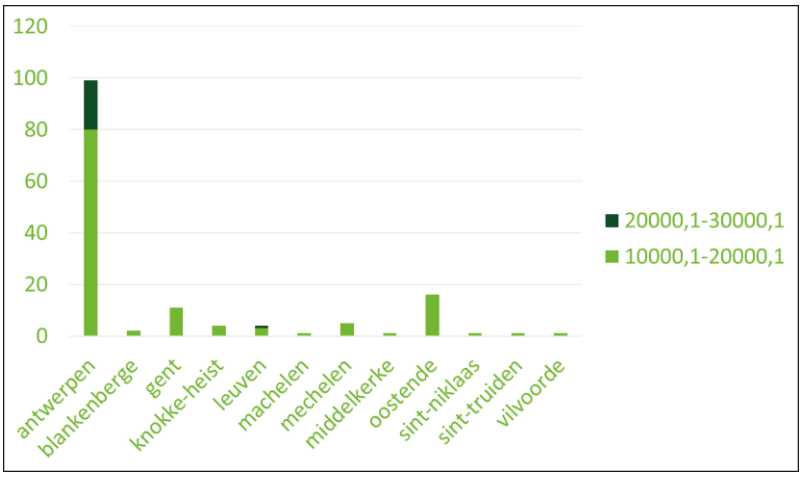
Figuur 4-1: Aantal energie-intensieve bedrijven in een straal van 5km rond elke statistische sector met mogelijke vraag/aanbod van restwarmte[7]

Idealiter wordt de uitrol van warmtenetten in kaart gebracht door in die statistische sectoren waar een warmtenet haalbaar is - bijvoorbeeld op basis van de warmtenet potentieelkaart van VEKA - alle warmtepompen die daar geïnstalleerd

[7] Bron: Vlaams Energie- & Klimaatagentschap. (2021). Warmte in Vlaanderen, rapport 2020. www.energiesparen.be.

worden in het bassiscenario, uit de simulatie te verwijderen. Dit is echter een configuratie die moeilijk realiseerbaar is met de huidige tooling van Fluvius.

Daarom is ervoor geopteerd om deze situatie te benaderen via een selectiecriterium op basis van de bevolkingsdichtheid. De grens die we daarbij hanteren is een bevolkingsdichtheid van ≥10.000 inwoners/km². Dit levert een selectie op van 146 statistische sectoren, waarbij voornamelijk de stadscentra van Antwerpen, Gent en Oostende gecapteerd worden (zie Figuur 4-2). Deze 146 statistische sectoren omvatten 229.096 EANs van de in totaal 3.358.041 aansluitingen in Vlaanderen, of 6,82%.



Figuur 4-2: Count per gemeente van het aantal statsectoren met een bevolkingsdichtheid ≥10.000

Belangrijke kadering daarbij is dat het 'bevolkingsdichtheid ≥10.000' selectiecriterium ons toelaat om de lokale impact van een warmtenet op de LS netten in een dicht bewoond centrum in kaart te brengen, maar dat dit criterium geen rekening houdt met de al dan niet nabijheid van een duurzame warmtebron. Deze selectie is dus geen correcte weergave van het potentieel voor warmtenetten in Vlaanderen.

In de simulatie van het "warmtenet" scenario worden dan volgende wijzigingen aangebracht ten opzichte van het basis midden scenario:

- Aan de selectie statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid ≥10.000 worden geen warmtepompen toegekend.
- Alle categorieën warmtepompen worden met 6,82% gereduceerd. Deze worden toebedeeld aan connecties binnen de selectie statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid <10.000.

Alle andere simulatieparameters blijven ongewijzigd.

4.4 Netgunstige flexibiliteitsscenario ("MaxFlex")

Het netgunstige flexibiliteitscenario is een oefening om het maximale theoretische potentieel van flexibiliteit in kaart te brengen indien alle (impliciete en expliciete) flexibiliteit exclusief ingezet zou worden voor congestiebeheer op het laagspanningsnetwerk. De nadruk ligt hier op 'theoretisch' potentieel, aangezien flexibiliteit ook ingezet kan worden voor andere diensten die zich eerder op MS of HS bevinden. Het is onrealistisch dat alle flexibiliteit daadwerkelijk exclusief voor laagspanningscongestiebeheer ingezet zou worden. Dit scenario moet echter gezien worden als een manier om in kaart te brengen waar het pad dat met 'TraagLaden' gestart is (conservatieve inschatting), ultiem met "MaxFlex" (theoretisch maximale potentieel) zou kunnen eindigen.

Hierbij hanteren we de voor het net de meest positieve assumptie dat de netbeheerder tijdens de winter avondpiek alle flexibele gebruikers kan uitschakelen, conform het UNT systeem, dan wel deze kan laten terugleveren (V2G). We veronderstellen ook dat deze ingreep geen rebound piek op een ander ogenblik veroorzaakt.

Voor het aandeel flexibele lasten baseren we ons op het *Elia Belgian Electricity Scenario Report, 2021*[8]. Dit stelt:

- In 2030 neemt 50% van de EVs deel aan een flex product;
- In 2040 neemt 70%-100% van de EVs deel aan een flex product;
- 10%-25% van de EVs ondersteunen ook V2G;
- 35% tot 80% van de warmtepompen zijn stuurbaar.

Verder veronderstellen we voor elektrisch laden:

- Het gedrag van niet flexibele voertuigen blijft ongewijzigd;
- V1G: deze voertuigen laden niet op de piek en worden verwijderd uit het scenario dat doorgerekend wordt in de netrekentool van Fluvius;
- V2G: we veronderstellen dat deze voertuigen tijdens de winter piek aan vol vermogen terug leveren, en aan 100% gelijktijdigheid;

Verder veronderstellen we voor warmtepompen:

- Het gedrag van niet flexibele warmtepompen blijft ongewijzigd;
- Flexibele warmtepompen beschikken over een voldoende ruime thermische buffer om de winter avondpiek te overbruggen zonder verbruik. Zij worden dus verwijderd uit het scenario dat doorgerekend wordt in de netrekentool van Fluvius.

Samengevat resulteert dit in aannames zoals samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 4-3: Aanpassingen inputparameters van het "MaxFlex" scenario t.o.v. het basisscenario.

	Aandeel (%)	Pmax (kW)	Gelijktijdigheid
EVs			
Non-smart	50%	Ongewijzigd	Ongewijzigd
V1G	35%	0	0
V2G	15%	-Pmax	1
Warmtepompen			
Non-smart	75%	Ongewijzigd	Ongewijzigd
Smart	25%	0	0

De aandelen aan slimme toestellen worden gehanteerd voor alle subcategorieën EVs en warmtepompen. Alle andere simulatieparameters blijven ongewijzigd.

4.5 Hoge PV scenario ("MaxPV")

De netbeheerder hanteert de stelling dat voor de LS netten afname steeds leidend is op lokale productie wat betreft netwerkpieken. De hoge scenario's uit Onderdeel II van deze studie tonen echter aan dat de geprojecteerde hoeveelheden PV productie die nodig zijn om de klimaat- en energiedoelstellingen te behalen zeer hoog liggen. Ter verificatie is daarom beslist om ook de impact van het hoogste PV scenario uit Onderdeel II in kaart te brengen via de netrekentools van Fluvius.

We gaan hierbij uit van een 'Pinksteren piek' situatie, waarbij een hoog aandeel Vlamingen niet thuis is, er geen verwarming actief is, en eventuele warmwater buffers of EVs reeds geladen zijn voor de middagpiek. M.a.w., in de simulatie worden elektrische voertuigen, noch warmtepompen meegenomen. Er wordt ook een zeer lage zelfconsumptie verondersteld van 10%. Aangezien zelfconsumptie niet meegenomen wordt in de rekentools van Fluvius, wordt dit geconfigureerd via een scenario waarbij op alle netconnecties een productie van 6,3kW met een gelijktijdigheid van 1 aanwezig is.

4.6 Optimale combinatie ("OptoCombo")

Na analyse van de resultaten van de eerder gedefinieerde beleidsmaatregelen, werd er vervolgens een scenario opgesteld met de meest optimale combinatie van de bestudeerde beleidsmaatregelen. Hierbij is gekozen om te mikken

[8] Bron: "Belgian Electricity Scenario Report", 2021, https://www.elia.be/en/public-consultation/20211115_public-consultation-on-the-scenario-report.

op het theoretische maximale potentieel, eerder dan op een korte(re) termijn haalbaar en uitvoerbare combinatie. Dit om inzicht te genereren in welke investeringen met absolute zekerheid onvermijdbaar zijn.

De optimale combo wordt daarom gedefinieerd als een combinatie van warmtenetten ('warmtenet') en EVs schuiven naar MS ('MVLaden') met het MaxFlex scenario. De eerste twee maatregelen reduceren de belasting op het LS net, de laatste verschuift dan de overblijvende lasten maximaal weg van de piek.

Bij het OptoCombo scenario worden volgende wijzigingen aangebracht in de basisscenario's:

- Stap 1 is een reductie van de aantallen en enkele aanpassingen in de strooiing van toestellen over Vlaanderen:
    - Warmtepompen:
        - Aan de selectie statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid ≥10.000 worden geen warmtepompen toegekend.
        - Alle categorieën warmtepompen worden met 6,82% gereduceerd. Deze worden toebedeeld aan connecties binnen de selectie statistische sectoren met een bevolkingsdichtheid <10.000.
    - EVs:
        - BEV personenwagens: 40% laadt op MS (i.p.v. 10% in het basisscenario). De 30% reductie wordt a ratio toegepast op de subcategorieën BEV personenwagens.
        - BEV lichte vracht: 40% laadt op MS (i.p.v. 30% in het basisscenario). De 10% reductie wordt a ratio toegepast op de subcategorieën BEV lichte vracht.
- Stap 2 zijn de wijzigingen in de Pmax en gelijktijdigheid, in lijn met het MaxFlex scenario zoals gedefinieerd in Tabel 4-3, en toegepast op de eerder aangepaste aantallen toestellen.

Het OptoCombo scenario werd uitgevoerd op basis van zowel het laag-, midden-, als hoog basisscenario.

5 Analyse van de NGIN-resultaten

De input en output van NGIN is geanalyseerd voor de verschillende scenario's, op het niveau statistische sectoren, gemeentes, en heel Vlaanderen. We beschrijven hier onze analysemethodes en geven algemene conclusies met een aantal figuren als voorbeeld. De exhaustieve bundeling van alle gegenereerde figuren en analyseresultaten werd gedeeld met de VREG.

5.1 Inhoud en preprocessing van de resultaten

Er zijn in totaal 129 variabelen beschikbaar gesteld, voor 32 scenario's: huidig (2020), basis laag (2030, 2040, 2050), basis midden (2030, 2040, 2050), basis hoog (2030, 2040, 2050), traagLaden (2030, 2040, 2050), MVLaden (2030, 2040, 2050), warmtenet (2030, 2040, 2050), maxFlex (2030, 2040, 2050), optoCombo laag (2030, 2040, 2050), optoCombo midden (2030, 2040, 2050), optoCombo hoog (2030, 2040, 2050), en maxPV (2050). De meeste scenario's zijn maatregelen genomen vertrekkende van het "basis midden" scenario. Optocombo laag (hoog) vertrekt van het scenario basis laag (hoog). MaxPV gaat uit van maximale uitrol van PV en simuleert een moment van maximale injectie. Resultaten zijn gegeven op het niveau van statistische sectoren. […][9]

We hebben initieel de volgende variabelen onderzocht:

- $ratio_voltdrop_cons = \frac{(\#\text{ km circuit spanningsval} > 7{,}5\%)}{(\text{totaal \# km circuit vertrekkende in de sector})}$
- $ratio_cons_overloaded = \frac{(\#\text{ km circuit belasting} > 100\%)}{(\text{totaal \# km circuit vertrekkende in de sector})}$
- $ratio_tfo_overload_cons = \frac{(\#\text{ transfo's met load consumption}>125\%)}{(\text{totaal \#transfo's in de sector})}$
- $ratio_tfo_overload_inj = \frac{(\#\text{ transfo's met load injection}>125\%)}{(\text{totaal \#transfo's in de sector})}$
- $ratio_vli_poor = \frac{(\#\text{ km circuit VLI poor})}{(\text{totaal \# km circuit vertrekkende in de sector})}$
- […]

We hebben gekozen om onze analyses vooral te uit te voeren op variabelen die rechtstreekse output zijn van NGIN, meer bepaald: *ratio_voltdrop_cons*, *ratio_cons_overloaded*, *ratio_tfo_overload_cons*, *ratio_tfo_overload_inj*. Verder hebben we ook *ratio_vli_poor* geanalyseerd. Deze variabele is een interpretatie van de rechtstreekse output uit NGIN. VLI staat voor voltage load index, die een aggregaat weergave geeft van de toestand van een feeder, rekening houdend met zowel spanningsval, -stijging, en (over)stroom. […]

We hebben met verhoudingen gewerkt die gecorrigeerd zijn voor data quality issues (DQIs). De geanalyseerde variabelen zijn door ons gecorrigeerd door in de noemer de hoeveelheid km net met DQIs of het aantal transformatoren met DQIs in mindering te brengen, bv.:

$$ratio_tfo_overload_cons = \frac{(\#\text{ transfo's met load consumption } > 125\%)}{(\text{totaal \# transfo's in de sector } - \text{ \# transfo's met DQI})}$$

[…]

Door deze correctie toe te passen liggen alle verhoudingen tussen nul en één, aangezien het maximale aantal km circuit (aantal transfo's) dat last heeft van congestie, maximaal gelijk kan zijn aan het aantal km circuit (aantal transfo's) dat daadwerkelijk is doorgerekend in NGIN.

Voor heel Vlaanderen kan 12,8% van de netten niet doorgerekend worden in NGIN omwille van datakwaliteit uitdagingen. De hoeveelheid DQI netten varieert sterk per statistische sector.[…] We zien een aantal regio's met bovengemiddeld veel datakwaliteit uitdagingen zoals Antwerpen, de rand van Brussel, en Limburg. […] Naast DQI netten die niet doorgerekend kunnen worden zijn er ook waarden die niet ingevuld zijn in de input en output statistische sector variabelen. Als er een waarde niet ingevuld is voor de variabele die we willen analyseren, wordt deze statistische sector

[9] *Niet-publieke Informatie verwijderd uit rapport door VREG .*

niet meegenomen in de analyse. […] Als we per gemeente een analyse uitvoeren, berekenen we eerst de som van de statistische sectoren in de gemeente en berekenen we pas daarna de verhouding.

5.2 Resultaten voor heel Vlaanderen

Hieronder staat voor de verschillende scenario's het totaal aantal kilometer net in Vlaanderen met:

- circuit belasting > 100% (Figuur 5-1)
- spanningsval > 7.5% (Figuur 5-2)
- VLI = poor (Figuur 5-3),

en het aantal transformatoren in heel Vlaanderen met:

- load consumption > 125% (Figuur 5-4)
- load injection > 125% (Figuur 5-5).

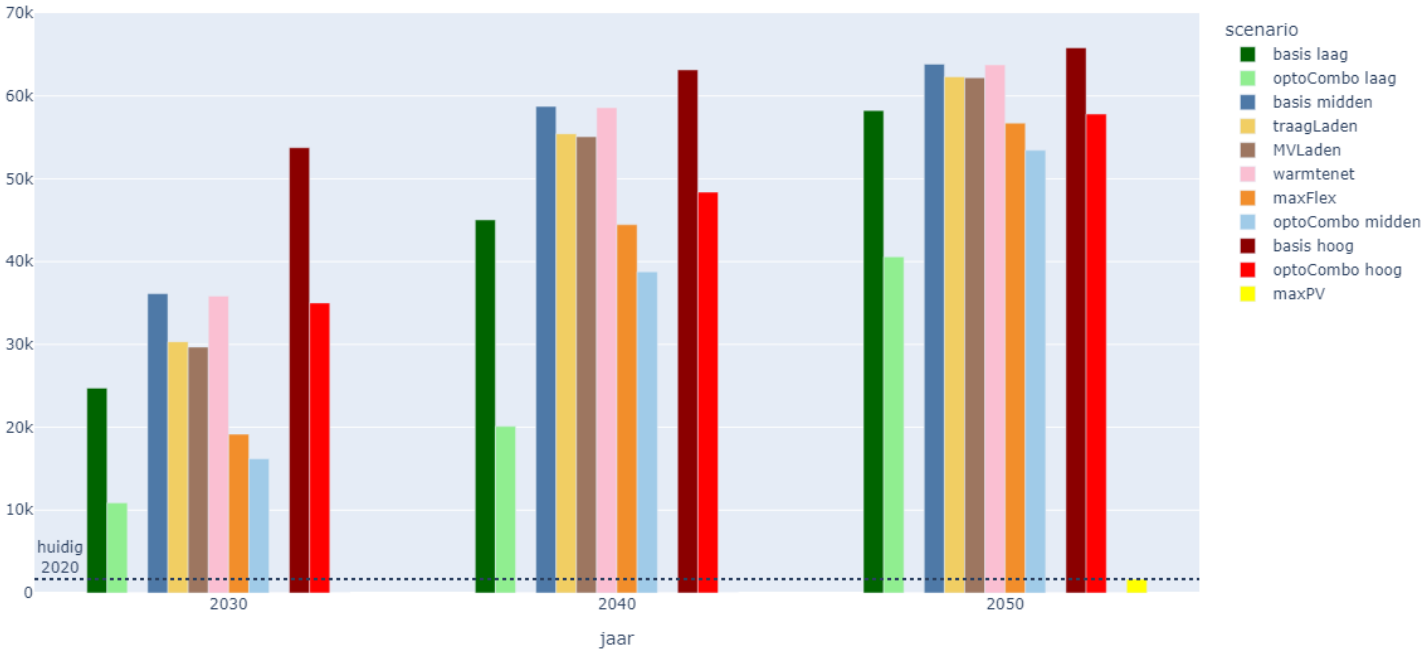
In Annex 7 worden gelijkaardige plots gegeven voor het percentage van het net (transfo's) ten opzichte van de totale hoeveelheid net (transfo's) die in Vlaanderen liggen. Merk op dat dit het percentage is van het stuk net dat is doorgerekend. Netten met DQIs werden niet doorgerekend, en worden dus niet gebruikt om de verhouding te berekenen. Indien het aandeel netten dat doorgerekend kan worden stijgt, dan kan dit de resultaten nog licht beïnvloeden.

We zien dat alle maatregelen een gunstig effect hebben. Meer specifiek vinden we:

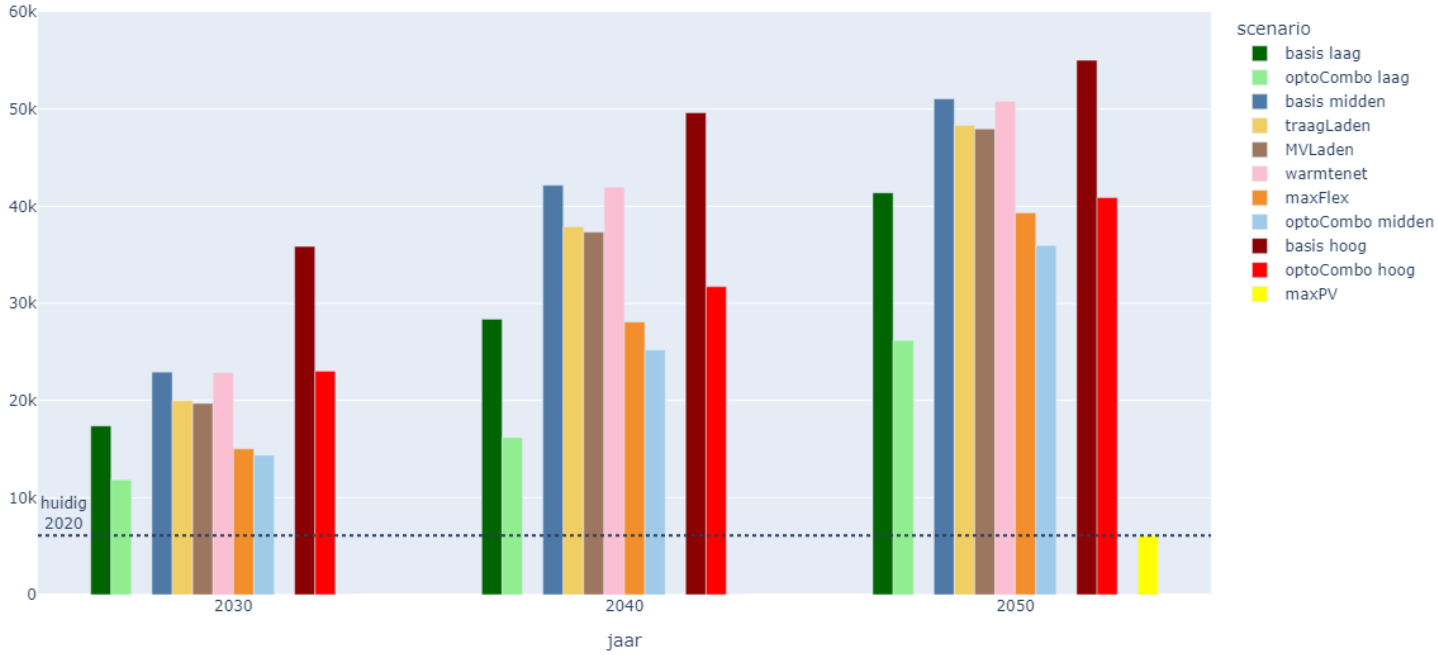
- Het verschuiven van EV naar midden spanning en traag laden van EVs hebben een gelijkaardig effect in termen van assets die versterkt moeten worden.
- Maximale flex levert grotere winst op in termen van aantal km LS netten die niet versterkt moeten worden, maar een belangrijke observatie is dat ook met deze theoretische maximale inzet van flexibiliteit voor laagspanningscongestiebeheer het grootste deel van onze netten versterkt moeten worden.
- Warmtenetten hebben amper invloed op de totale hoeveelheid te versterken net.
- Een belangrijk opmerking hierbij (en bij de resultaten van alle scenario's), is dat het aantal te versterken km kabel of transformatoren slechts 1 indicator is van de investeringsbehoefte. Ook de hoeveelheid surplus capaciteit die geïnstalleerd moet worden bepaald deze (secties van de kabels, lengte van de (nieuwe) feeders, rating en densiteit van de transformatoren). Als dit mee in kaart gebracht wordt kan dit de inzichten over de verschillen in investeringsbehoefte tussen de scenario's bijsturen. De huidige rekentool van Fluvius brengt echter enkel in kaart welke feeders en transformatoren niet langer voldoen aan de gestegen capaciteitsvraag.
- Uit de resultaten voor VLI = poor, Figuur 5-3, zien we dat injectie niet leidend is ten opzichte van consumptie: maxPV ligt lager dan alle scenario's startend van het 'basis midden' scenario, met uitzondering van maxFlex en optoCombo. Het basis laag scenario en maxPV zijn ongeveer gelijk. Verder is het optoCombo hoog scenario ongeveer gelijk aan maxPV. Ter herinnering: maxPV is gebaseerd op het hoogste scenario qua uitrol van PV. M.a.w., de Fluvius assumptie dat de impact van de extra afname door elektrificatie leidend is t.o.v. de impact van zonnepanelen, wordt door deze berekeningen bevestigd. Eén kanttekening echter is dat op korte termijn de uitrol van PV panelen hoger is dan die van elektrificatie. Tot dit keert, zal PV productie wel nog een belangrijke drijver zijn die zwakke netten in congestie duwt.
- We zien dat voor alle scenario's, ook voor de theoretische maximale maxFlex en optoCombo scenarios, er uiteindelijk (in 2050) veel netversterking nodig is. Maatregelen kunnen dus tijd kopen door het punt waarop de netten 'vollopen' verder in de toekomst te duwen, maar op termijn is er toch versterking nodig voor een zeer groot deel van de netten. Enige uitzondering hierop is het optoCombo laag scenario, waarbij een groot aandeel netten ook in 2050 nog niet over zijn maximale belasting zitten. Al heeft zelfs hier in 2050 meer dan 50% van de netten een belasting > 100%. Dit is o.i. echter een niet realiseerbaar scenario, aangezien het een zeer lage ambitie en trage uitrol van de energietransitie verondersteld, maar dan in combinatie met het meest ambitieuze en theoretisch maximale beleidsmaatregelen programma. Eveneens zien we een al bij al beperkt verschil tussen het 2050 midden en hoog scenario, wat andermaal een belangrijk patroon illustreert: onze netten hebben een tipping point. Eenmaal de belasting boven dat tipping point stijgt, moeten ze verstrekt worden. In alle realistische scenario's voor 2050 zit 60-70% van ons net voorbij dat tipping point.

Beleidsmaatregelen kunnen de nodige investeringen uitstellen, maar ultiem slechts zeer beperkt vermijden. Bovendien zien we in de geografische plots die in de volgende sectie besproken worden, dat het telkens dezelfde regio's zijn die meer of minder investeren behoeven. Hoewel NGIN geen betrouwbare resultaten genereert op feeder niveau (zie sectie 5.4), lijkt het toch dat het telkens dezelfde feeders zijn die (eerder) investeringen behoeven. Het accuraat in kaart brengen van de overblijvende onthaalcapaciteit van de feeders, is dus een belangrijke stap om ervoor te zorgen dat proactieve investeringen gericht en effectief zijn.

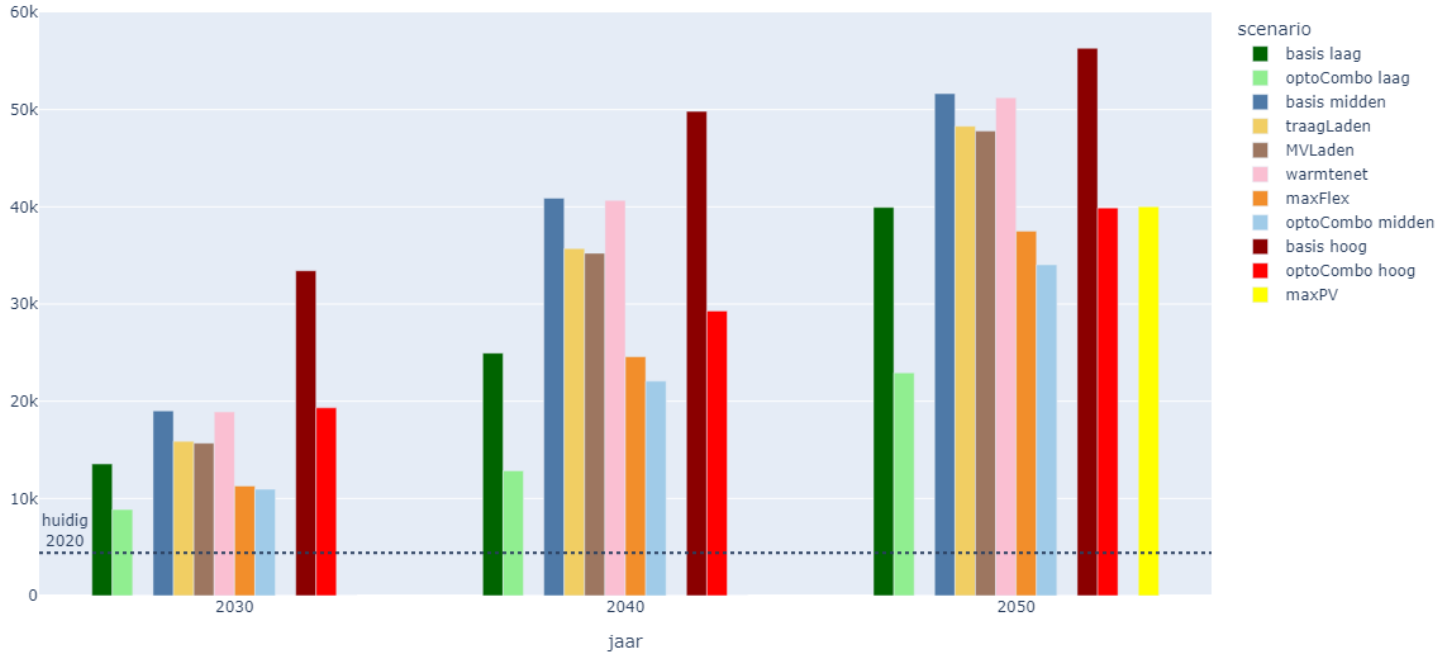
- Als het 2050 MaxFlex en OptoCombo scenario vergeleken worden, zien we een beperkte winst bij OptoCombo. De opvolgvraag hierbij is dan wat de impact is bij de combinatie van enkel traagLaden en MVLaden t.o.v. maxFlex. Als deze beide (haalbaar beschouwde) beleidsmaatregelen reeds een groot deel van het (theoretische) MaxFlex potentieel realiseren, is dat een belangrijk inzicht. We bevelen aan om dit in de studie van 2023 verder te onderzoeken.
- Het aandeel te versterken netten in het basis laag en midden maxFlex is ongeveer gelijk. De maximale theoretische impact van flexibiliteit is dus ongeveer gelijk aan het verschil in impact tussen het laag en midden scenario zonder beleidsmaatregelen.



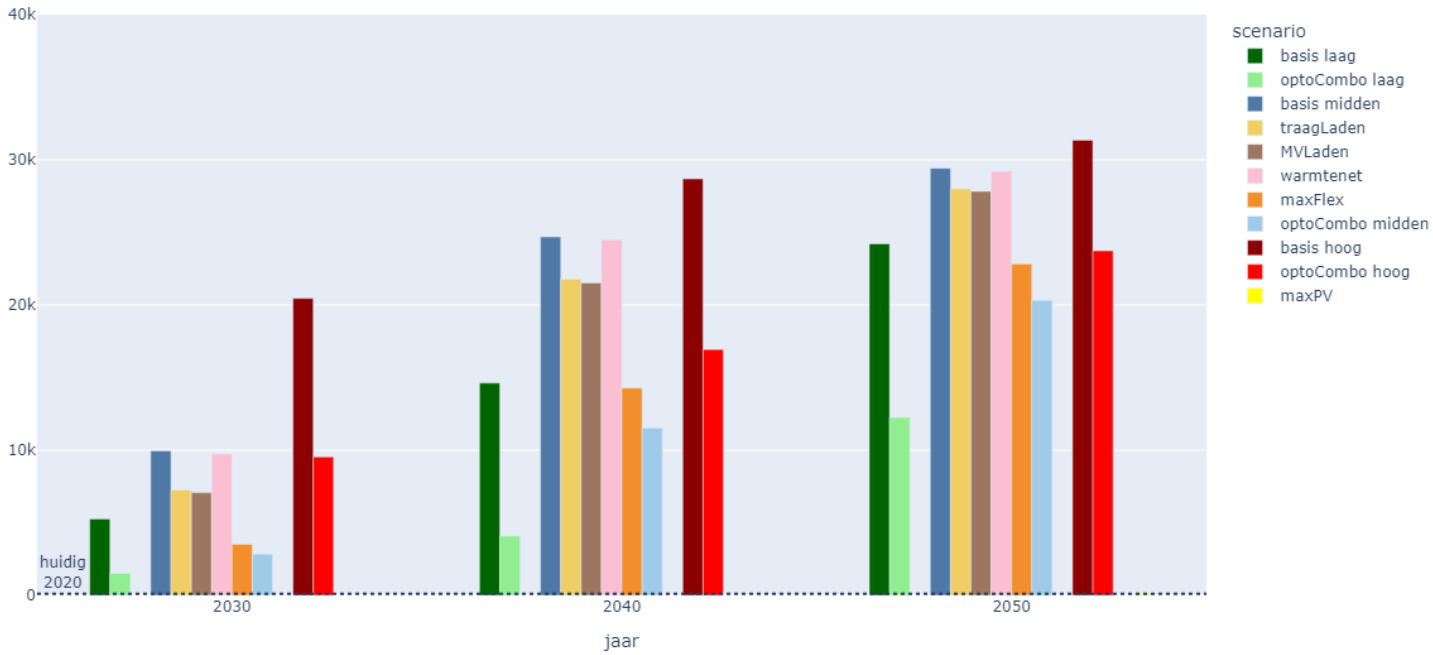
Figuur 5-1: Totaal aantal km net in Vlaanderen met belasting > 100%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



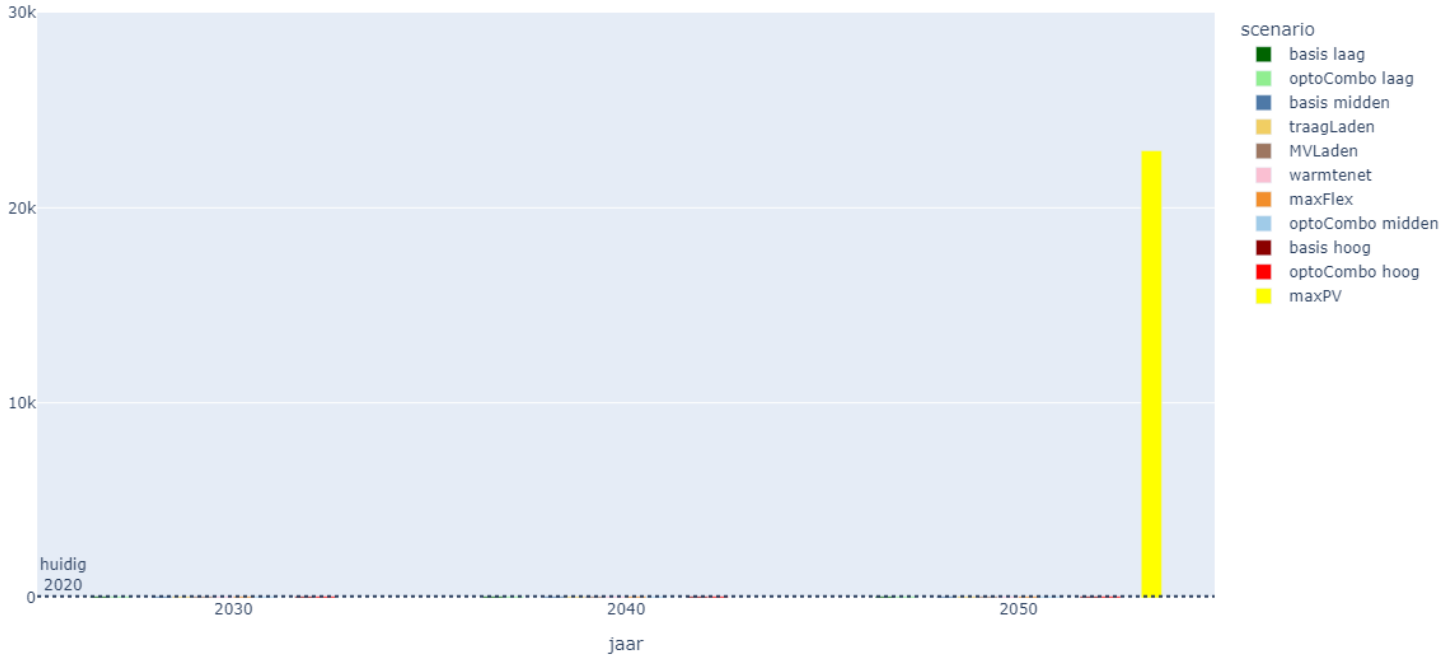
Figuur 5-2: Totaal aantal km net in Vlaanderen met spanningsval > 7,5%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



Figuur 5-3: Totaal aantal km net in Vlaanderen met VLI = poor. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



Figuur 5-4: Totaal aantal transfo's in Vlaanderen met load consumption > 125%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



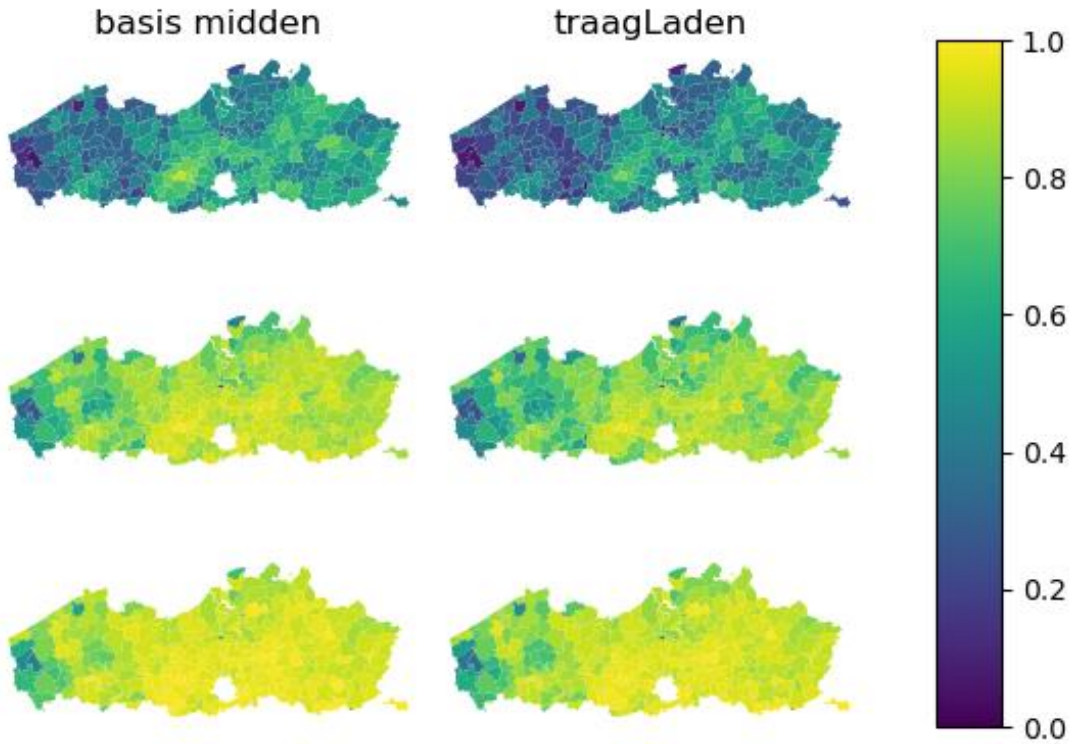
Figuur 5-5: Totaal aantal transfo's in Vlaanderen met load injection > 125%. Scenario "maxPV" is gebaseerd is op het hoogste scenario qua uitrol van PV. Het simuleert het moment van de maximale injectie. Daarom is het aantal transfo's met load injection > 125% zoveel hoger vergeleken met de andere scenario's. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.

5.3 Resultaten per gemeente

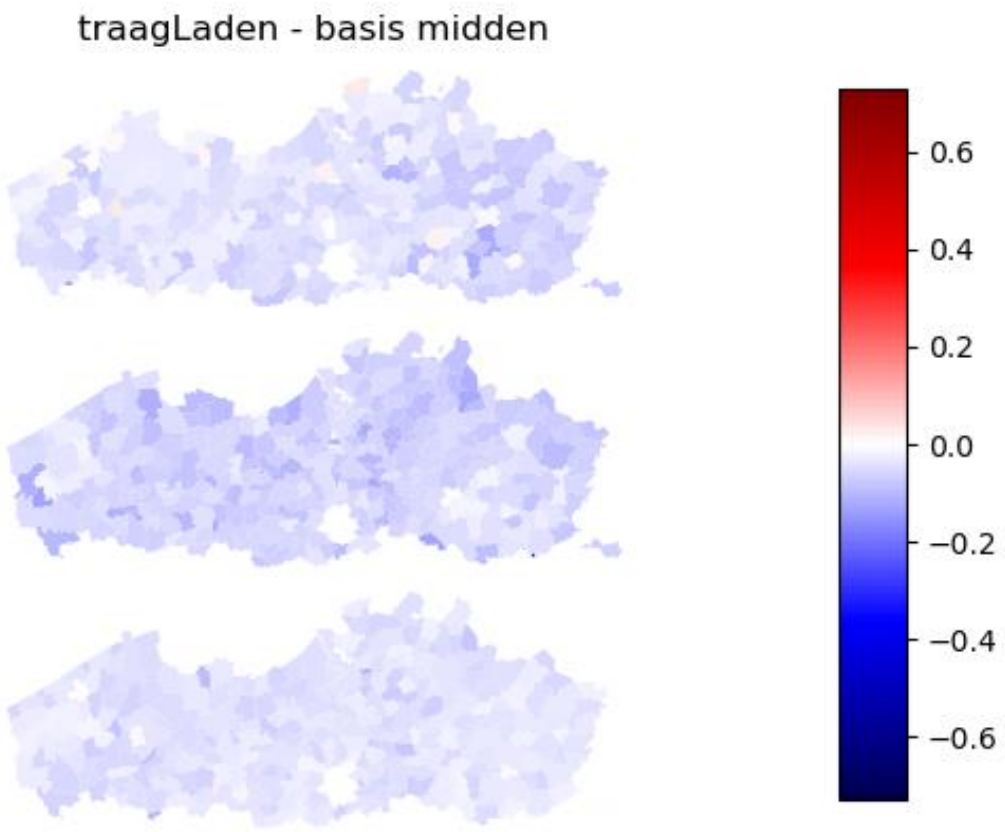
Om inzicht te krijgen in de geografische spreiding van eventuele netcongesties hebben we de geanalyseerde variabelen geplot op het niveau van gemeenten en statistische sectoren. Er is ook onderzocht of verschillende scenario's leiden tot een verschillende geografische spreiding. We beperken ons in de analyse tot het gemeenteniveau, aangezien dit makkelijker te interpreteren is en de resultaten minder ruis bevatten. We geven hier slechts enkele voorbeelden, maar de conclusies op basis van deze voorbeelden, zijn geldig voor de volledige resultaten set.

In Figuur 5-6 wordt ratio_cons_overloaded geplot voor de scenario's basis midden en traagLaden. De figuur toont het jaar 2030 in de bovenste rij tot het jaar 2050 in de onderste rij. We zien duidelijke geografische verschillen in waar de congesties zich voordoen. Zo zijn er meer congesties in het centrum van Vlaanderen, en heeft West-Vlaanderen het minste uitdagingen. De variabelen ratio_voltdrop_cons en ratio_vli_poor vertonen een gelijkaardige geografische spreiding, zie Figuur 5-8 voor een voorbeeld. Voor deze variabelen is er meer congestie in Limburg en Vlaams-Brabant.

In Figuur 5-6 zien we dat de investeringsnood voor ratio_cons_overloaded bij traagLaden minder groot is vergeleken met het 'basis midden' scenario. Om dit duidelijk te visualiseren is het verschil tussen de 2 scenario's op gemeenteniveau geplot in Figuur 5-7. Aangezien traagLaden de hoeveelheid netcongestie vermindert, is het verschil traagLaden – basis midden negatief voor bijna iedere gemeente. We zien echter dat het voordeel van traagLaden vermindert in 2050, met enkel in West-Vlaanderen nog significante winst. Dit is een algemene conclusie, die we ook zagen bij de analyse voor heel Vlaanderen: de maatregelen kopen tijd, maar uiteindelijk is meestal toch versterking nodig.

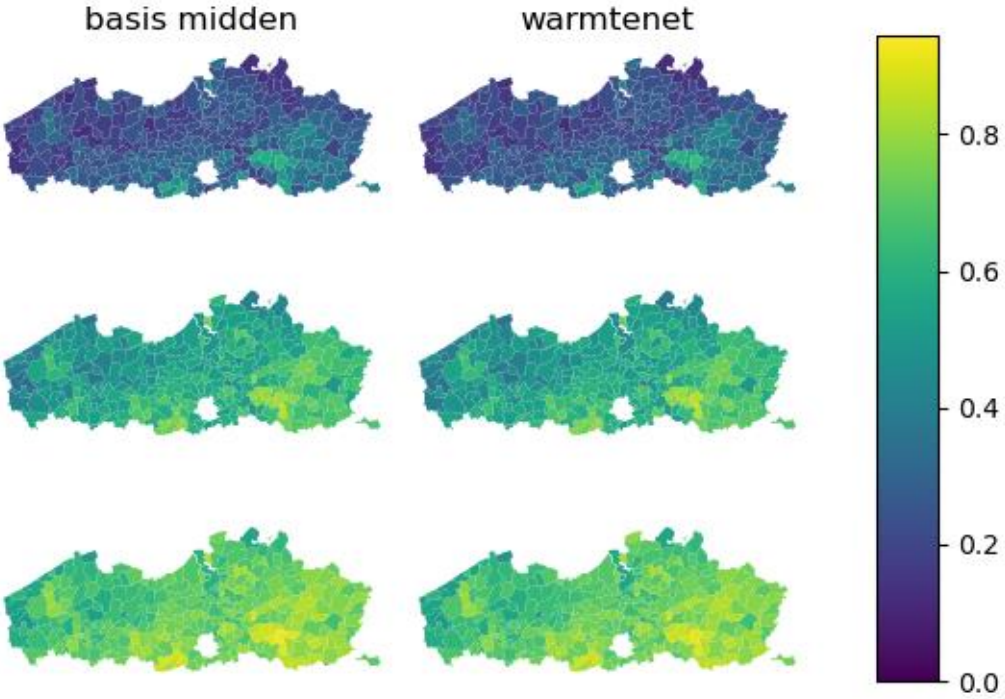


Figuur 5-6: Percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. Links staat het basis midden scenario en rechts het traagLaden-scenario. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050.

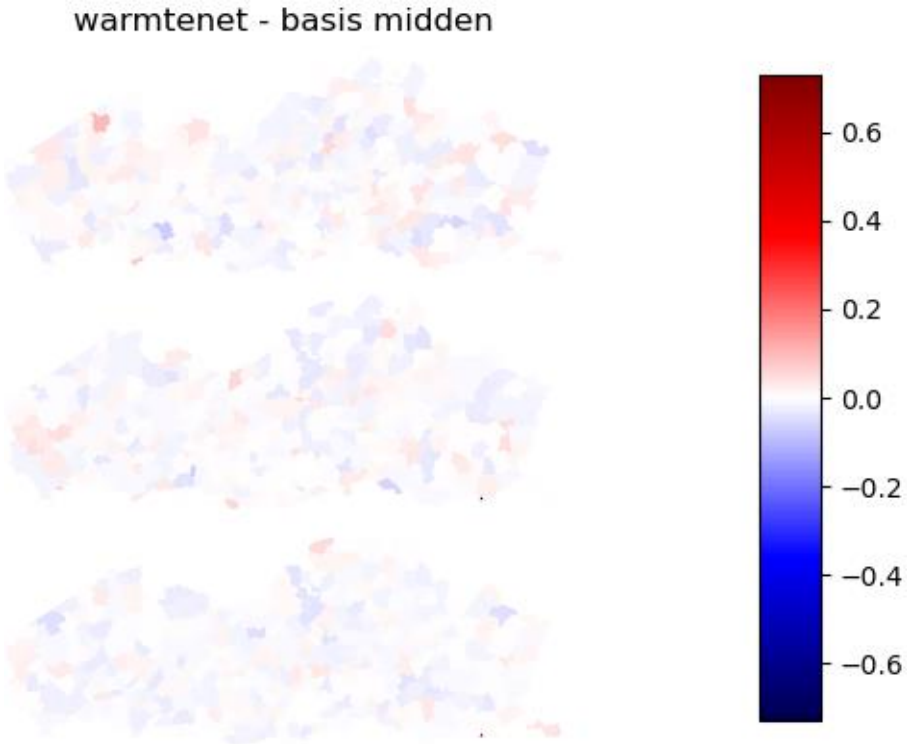


Figuur 5-7: Het verschil tussen het traagLaden en basis midden scenario voor het percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050.

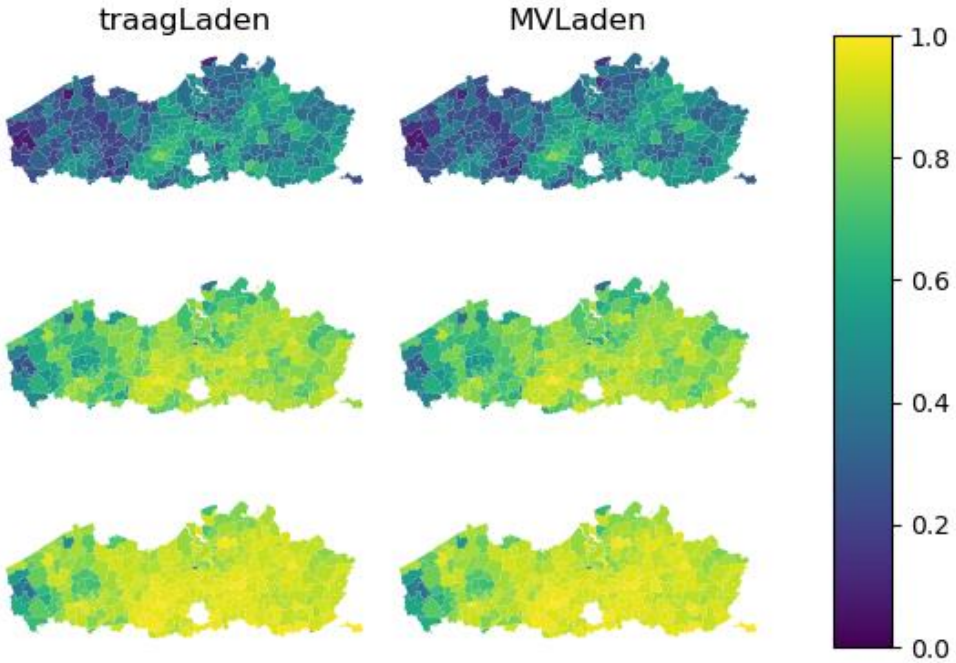
Ook op gemeenteniveau hebben warmtenetten weinig effect. Dit is te zien in Figuur 5-8 en Figuur 5-9.
In Figuur 5-10 en Figuur 5-11 vergelijken we traagLaden en MVLaden voor *ratio_cons_overloaded*. We zien dat er ook geografisch geen significant verschil is tussen de twee scenario's. Voor de andere variabelen geldt hetzelfde.
In Figuur 5-12 vergelijken we de *ratio_vli_poor* voor maxPV en traagLaden in het jaar 2050. We zien dat traagLaden hogere waardes heeft, en PV injectie dus inderdaad niet leidend is. Verder stellen we vast dat de geografische verdeling gelijkaardig is voor beide scenario's.



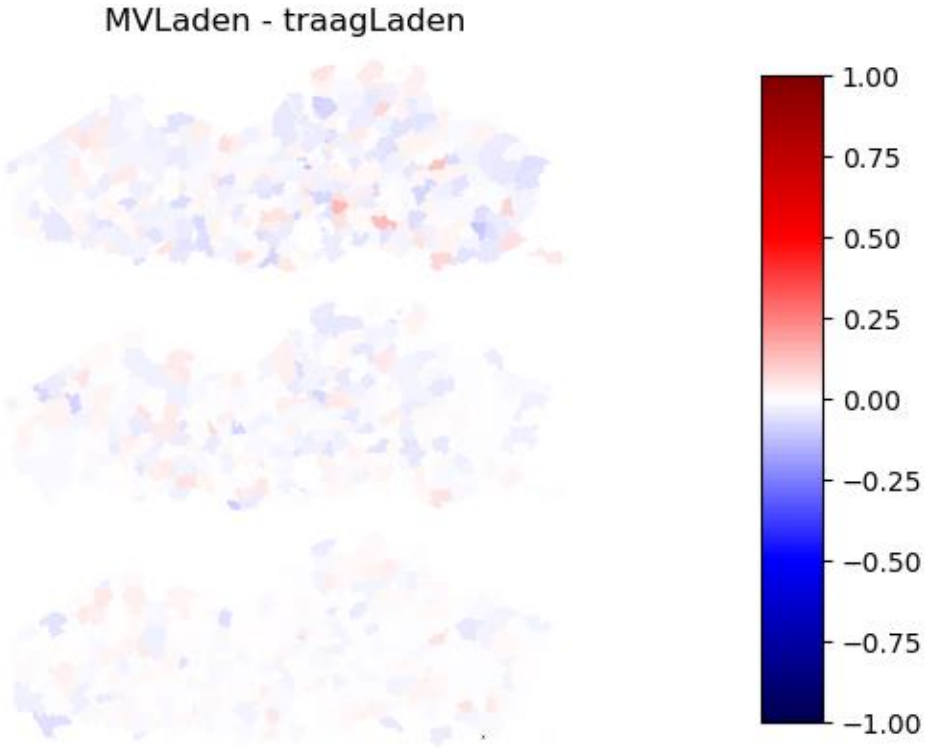
Figuur 5-8: Percentage van het net met VLI = poor, op gemeenteniveau. Links staat het basis midden scenario en rechts het warmtenet scenario. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050.



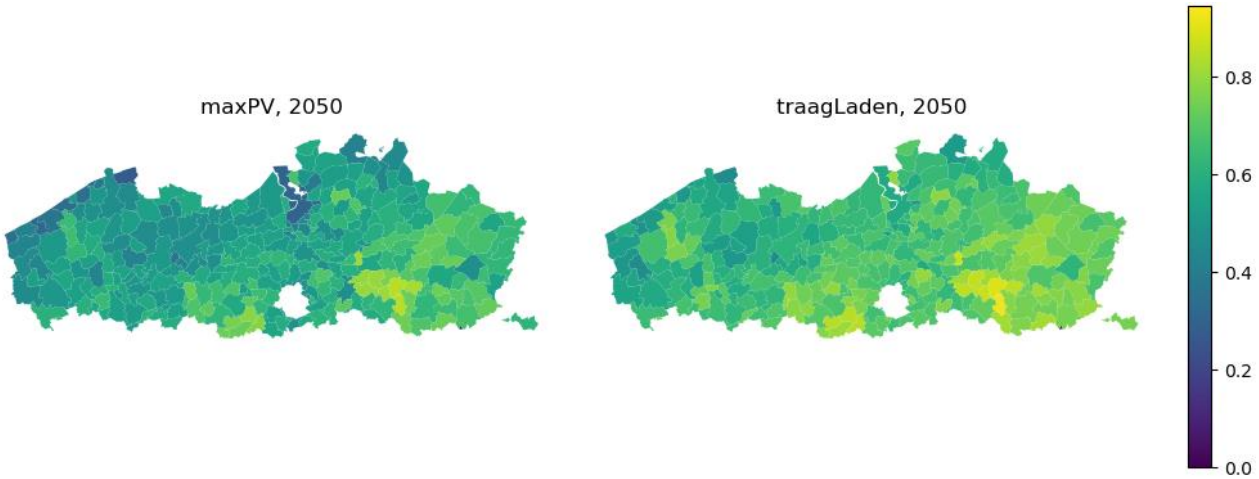
Figuur 5-9: Het verschil tussen het warmtenet en basis midden scenario voor het percentage van het net met VLI = poor, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050.



Figuur 5-10: Het verschil tussen het traagLaden en het MVLaden scenario voor het percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050.



Figuur 5-11: Het verschil tussen het traagLaden en het MVLaden scenario voor het percentage van het net met belasting > 100%, op gemeenteniveau. De bovenste rij is voor het jaar 2030, de middelste rij 2040, en de onderste rij 2050.

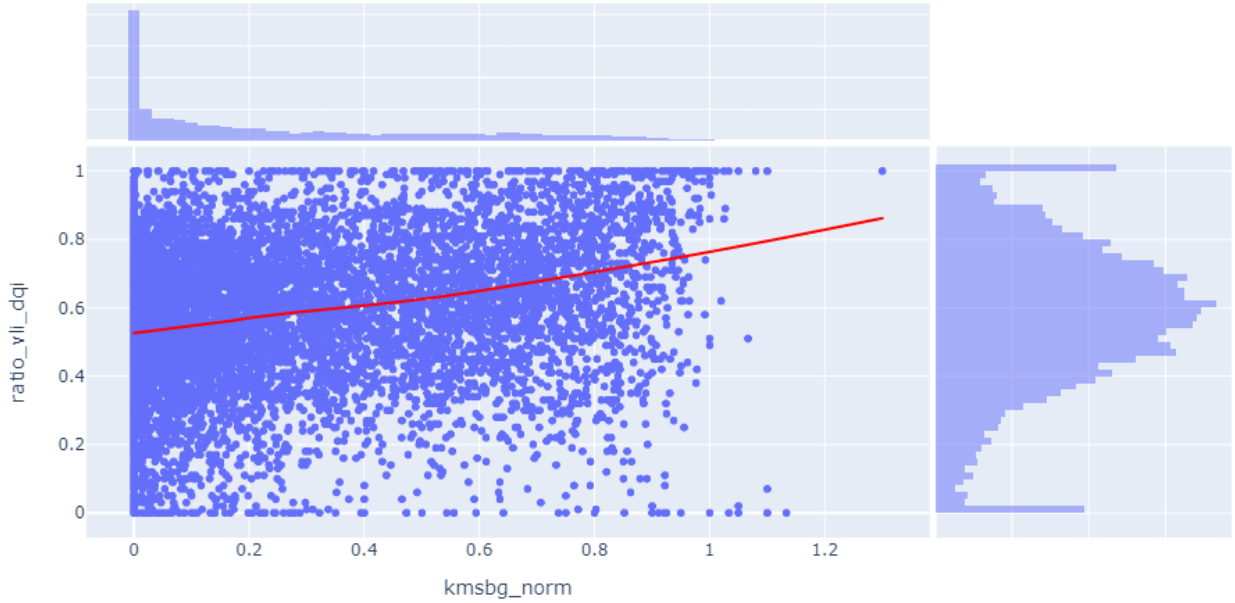


Figuur 5-12: Het verschil tussen het maxPV en het traagLaden scenario voor 2050, op gemeenteniveau, voor het percentage met VLI = poor.

5.4 Voorspellende waarde van NGIN-input variabelen

Naast de vraag hoeveel netversterking er nodig is in totaal, moet er ook gepland worden waar precies en wanneer het netwerk versterkt moet worden. We hebben onderzocht of we de NGIN-output variabelen kunnen voorspellen op het niveau van een statistische sector, a.d.h.v. de NGIN-input variabelen. Dit kan ons inzicht geven welke variabelen relevant zijn om in te schatten waar het net in de problemen komt en waar proactief investeren het minste risico heeft tot over investeren.

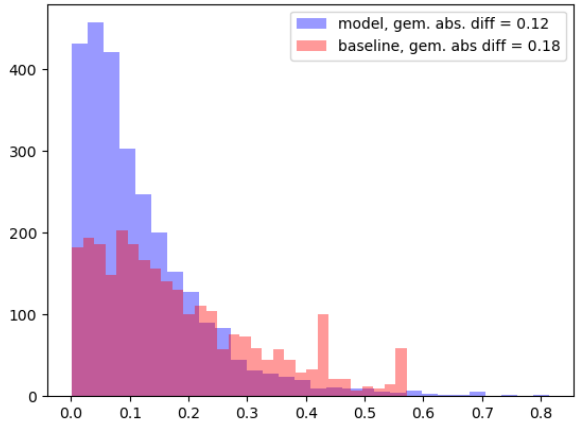
Voor iedere output variabele vinden we dat er bepaalde input variabelen informatief zijn. Ook al is er gemiddeld genomen een relatie tussen twee variabelen, er is ook altijd veel variantie. Om dit te illustreren staat in Figuur 5-13 een scatterplot voor scenario 'basis midden 2040'. Ieder punt is een statistische sector. Op de y-as staat *ratio_vli_poor* en op de x-as staat het aantal km bovengronds van het netwerk gedeeld door het totaal aantal kilometer netwerk. Ook een trendlijn en de verdelingen van de 2 variabelen zijn geplot. We hebben deze twee variabelen geplot omdat we uit de modelanalyses weten dat ze informatief zijn voor elkaar. We zien dat, ondanks de duidelijke gemiddelde trend, er veel variantie is op het niveau van de individuele statistische sectoren. We concluderen daarom dat de NGIN-resultaten niet kunnen gebruikt worden om uitspraken te doen over proactieve investeringen op het niveau van individuele feeders. Verder zien we nog wat datakwaliteit uitdagingen, aangezien het percentage bovengronds net groter is dan één voor een twintigtal statistische sectoren.



Figuur 5-13: Scatterplot met ratio_vli_poor op de y-as en het percentage net bovengronds op de x-as, voor scenario basis midden 2040. De verdelingen van de twee variabelen zijn gegeven naast de scatterplot. Een gemiddelde (LOWESS) trendlijn is geplot in het rood. Ook al is er een duidelijke trend waarbij meer bovengronds is gecorreleerd met meer VLI = poor, is er veel variantie op het niveau van individuele statistische sectoren.

We hebben random forest modellen getraind om de voorspellingen te doen. Deze modellen zijn goed in het vatten van complexe, niet-lineaire relaties tussen input variabelen onderling en met de output variabele. We gebruiken 70% van de statistische sectoren om het model te trainen; de andere 30% krijgt het model niet te zien en worden gebruikt om de voorspellingen van het model te testen. De metriek die we gebruiken om de kwaliteit van het model te testen is het absolute verschil tussen de voorspelde waarde en de echte waarde. De input variabelen zijn genormaliseerd. De input van het model is, bijvoorbeeld, het percentage van aantal kilometer bovengronds in de statistische sector, i.p.v. het absolute aantal kilometers.

We hebben deze random forest modellen vergeleken met een baseline waarbij de gemiddelde waarde van de training set wordt voorspeld. Deze baseline voorspelling gebruikt geen informatie van de input variabelen. Het verschil met deze baseline geeft ons dus informatie over de voorspellende waarde van de input variabelen. Als er geen verschil is, hebben de input variabelen geen voorspellende waarde, en is het niet zinvol om te bestuderen welke input variabelen informatief zijn. We vinden voor alle modellen (alle combinaties van voorspelde variabelen en scenario's) dat er wel degelijk informatie zit in de input variabelen. We geven hier het voorbeeld van de voorspelling van *ratio_vli_poor* voor het 'basis midden 2040' scenario. Figuur 5-14 toont histogrammen van de gekozen metriek voor alle statistische sectoren in de test set. De gemiddelde waarde over al statistische sectoren staat rechtsboven. We zien een duidelijke verbetering van het model, met gemiddelde absolute fout van 0.12, tegenover de baseline met gemiddelde absolute fout van 0.18. In het histogram zien we dat het model meer voorspellingen doet met kleine fout: er zijn veel meer statistische sectoren met een absoluut verschil kleiner dan 0.2.

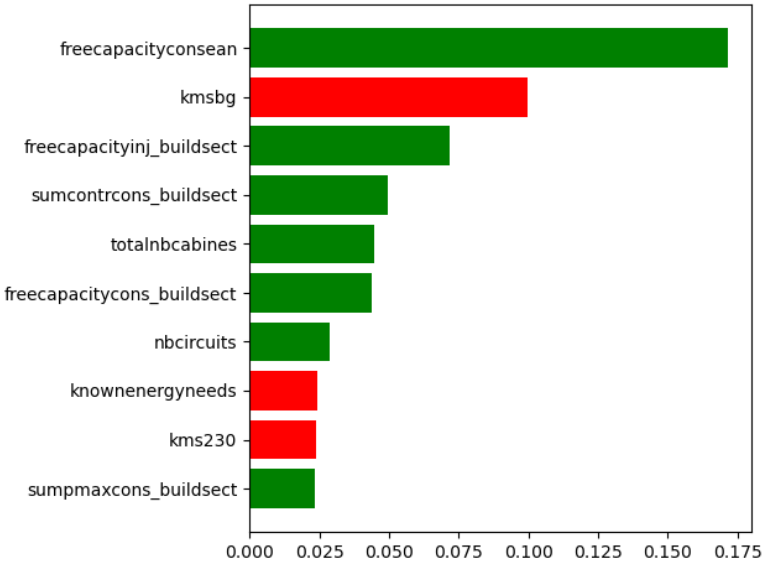


Figuur 5-14: Histogrammen van het absoluut verschil tussen de voorspelde en echt waarde van ratio_vli_poor, voor alle statistische sectoren in de test set, voor scenario basis midden 2040. Het baseline model dat geen input variabelen gebruikt (rood) doet het duidelijk slechter dan het random forest model dat getraind is op de input variabelen van NGIN (blauw). We zien dit ook aan de gemiddelde waardes van het baseline model (0.18) en random forest model (0.12), die rechtsboven gegeven zijn.

Random forest modellen kunnen aangeven hoe informatief iedere variabele was voor het maken van de voorspelling. Dit is gevisualiseerd in Figuur 5-15 voor *ratio_vli_poor*, scenario 'basis 2040'. De 10 meest belangrijke variabelen zijn geplot. Hoe groter de balk, hoe belangrijker de variabele. Als de balk groen is, is de variabele geassocieerd met minder netcongestie, bij rood met meer netcongestie.
Een belangrijke opmerking bij het interpreteren van deze grafieken is dat we bij perfect gecorreleerde variabelen één van de twee hebben weggehaald voordat het model getraind wordt. Dit omdat predictieve modellen niet goed kunnen omgaan met perfect gecorreleerde variabelen. Verder is de geleverde informatie voor het model hetzelfde, of we nu één van de variabelen of beide includeren.
Deze variabelen zijn:

- headpoints400 en headpoints230. headpoints400 is eruit gehaald.
- kms400 en kms230. kms400 is eruit gehaald.
- kmsbg en kmsog. kmsog is eruit gehaald.
- kmsbg400 en kmsbg230. kmsbg400 is eruit gehaald.
- kmsog400 en kmsog230. kmsog400 is eruit gehaald.

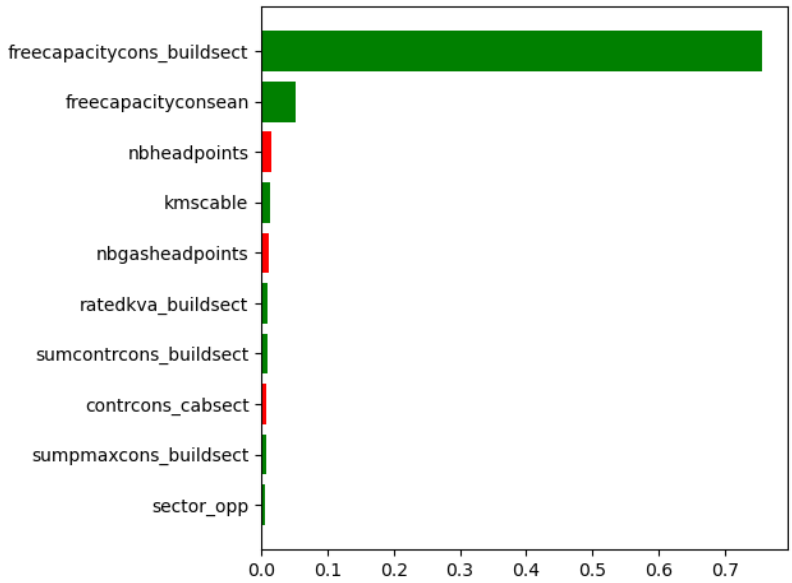
Indien, bijvoorbeeld, aangegeven wordt dat aantal kilometer bovengronds (kmsbg) informatief is, weten we dat aantal kilometer ondergronds (kmsog) even informatief is.



Figuur 5-15: De 10 meest belangrijke variabelen om ratio_vli_poor te voorspellen voor scenario basis midden 2040. Als de balk groen is, is de variabele geassocieerd met minder netcongestie, bij rood met meer netcongestie. Zo zien we hier bijvoorbeeld dat als er meer kabel bovengronds ligt, ratio_vli_poor hoger is.

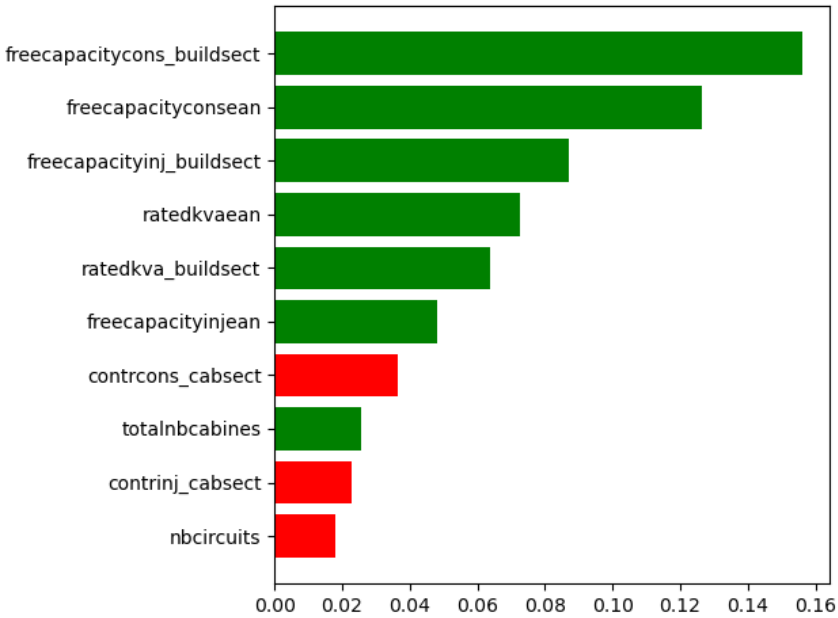
We kijken voor iedere variabele naar alle 32 scenario's om algemene trends te vinden in welke variabelen belangrijk zijn. We plotten de top 10, maar vaak zijn slechts een paar variabelen echt belangrijk. We kunnen de volgende algemene conclusies trekken.

Voor *ratio_cons_overloaded* zijn vooral de variabelen die de beschikbare capaciteit op de transfo's berekenen (*freecapacitycons_buildsect, freecapacityconsean*, …) informatief. Hoe hoger de beschikbare capaciteit, hoe minder kans op netproblemen. Zie Figuur 5-16 voor een voorbeeld.



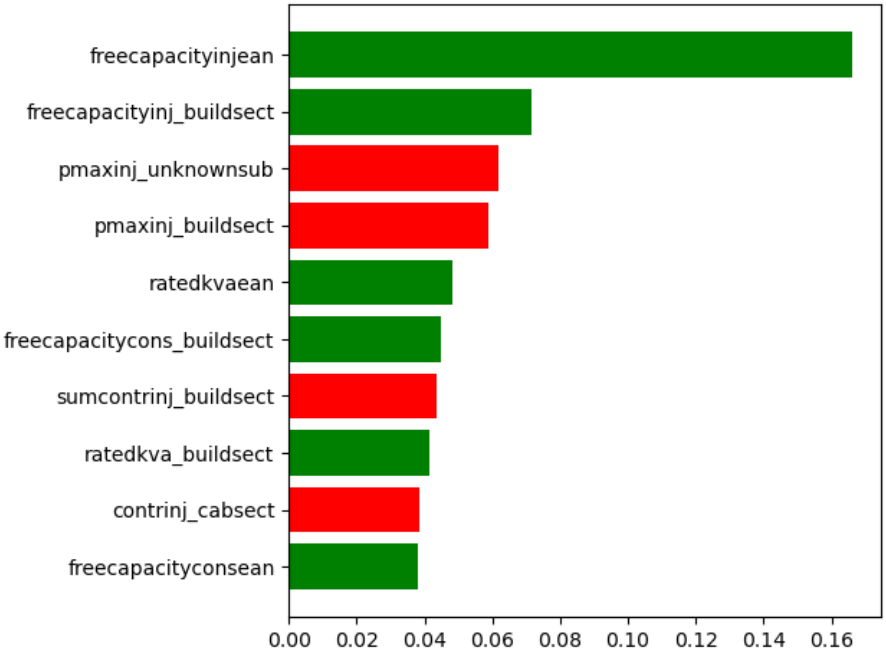
Figuur 5-16: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_cons_overloaded te voorspellen voor scenario traagLaden 2030.

Voor *ratio_tfo_overload_cons* zijn deze variabelen ook zeer informatief. Hiernaast zijn ook *ratedkvaean* en *ratedkva_buildsect* informatief. Dit zijn het het totaal opgesteld vermogen, gecorrigeerd i.f.v. de huizen in de sector (*ratedkva_buildsect)*, en voor *ratedkvaean* ook nog eens gedeeld door het aantal EANs. Verder is *contrcons_cabsect* (som van contractueel vermogen op alle cabines in de sector) informatief. De beschikbare capaciteit op de transfo's voor injectie is ook informatief, waarschijnlijk omdat dit sterk gecorreleerd is met de beschikbare capaciteit voor consumptie. Een voorbeeld is te zien in Figuur 5-17.



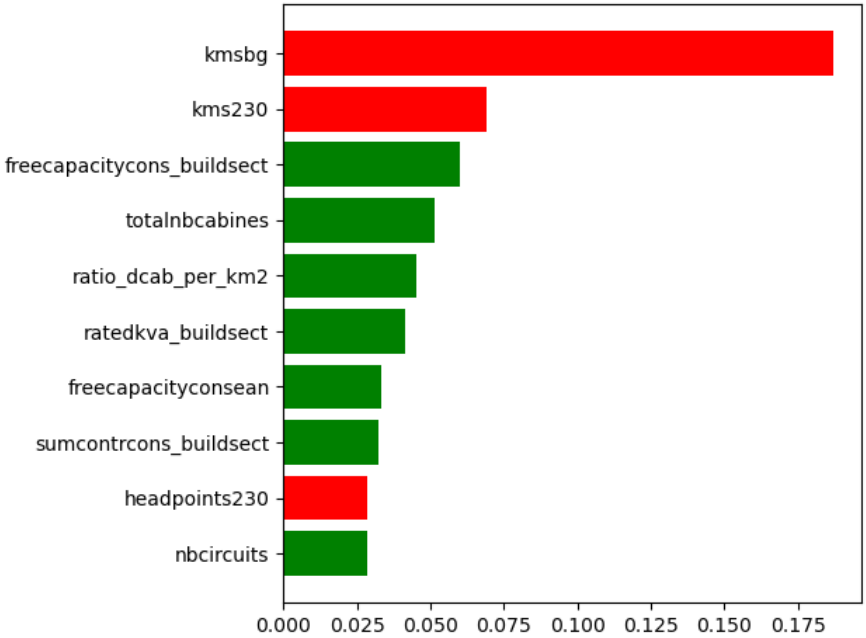
Figuur 5-17: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_tfo_overload_cons te voorspellen voor scenario MVLaden 2030.

Voor *ratio_tfo_overload_inj* zijn de variabelen die de beschikbare capaciteit voor injectie op de transfo's berekenen informatief, zoals *freecapacityinj_buildsect* en *freecapacityinjean.* Verder zijn de som van de Pmax voor injectie informatief: *pmaxinj_buildsect* en *pmaxinj_unknownsub*. Ook *sumcontrinj_buildsect* en *contrinj_cabsect*, de som van injectie van, respectievelijk, alle huizen en alle cabines in de sector zijn informatief. Zie Figuur 5-18 voor een voorbeeld.



Figuur 5-18: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_tfo_overload_inj te voorspellen voor scenario huidig.

Voor *ratio_vli_poor* en *ratio_voltdrop_cons* zijn de hoeveelheid bovengrondse en 230V kabel informatief, waarbij deze beide wijzen op meer kans op netproblemen. Hiernaast zijn het totaal aantal cabines gedeeld door het aantal huizen (*totalnbcabines*) en het aantal cabines per vierkante meter, *ratio_dcab_per_km2,* informatief, op een positieve manier. Aangezien meer cabines betekent dat de gemiddelde kabellengte korter is, is dit een logisch resultaat. Verder zijn ook hier *freecapacitycons_buildsect* en *freecapacityconsean* informatief. Voorbeelden zijn te vinden in Figuur 5-15 en Figuur 5-19.



Figuur 5-19: de 10 meest belangrijke variabelen om ratio_voltdrop_cons te voorspellen voor scenario basis midden 2030.

5.5 Conclusies

Uit onze analyses trekken we de volgende conclusies.

Data quality issues (DQI) en missing data:

- De gemiddelde hoeveelheid net dat niet kan doorgerekend worden door DQI is 12,8%.
- De geografische verdeling van deze netten met DQI is niet homogeen. Er zijn een aantal regio's met een hoog percentage DQI. Datakwaliteit uitdagingen zijn daarom een mogelijk verbeterpunt.
- De variabelen die netcongestie vatten in percentage per statistische sector (*ratio_voltdrop_cons, ratio_tfo_overload_cons*, …) zijn soms wel en soms niet gecorrigeerd voor DQI. We hebben deze correctie voor DQI zelf nagekeken en opnieuw berekend waar nodig.
- Er is gemiddeld 2,7% van de waarden niet ingevuld voor een variabele (= missing data).
- Er is grote variatie in de hoeveelheid missing data per variabele. De variabelen met meer dan 5% missing data zijn bijna allemaal output variabelen van NGIN.

Scenario's:

- Heel Vlaanderen:
    - Alle maatregelen hebben een gunstig effect.
    - TraagLaden en MVLaden hebben een gelijkaardig effect.
    - MaxFlex levert grote winst op. Een belangrijke observatie is dat deze winst echter beperkt is, aangezien dit scenario de theoretische maximale inzet van flexibiliteit in kaart brengt.
    - Warmtenetten hebben weinig effect op de totale nood aan investering.
    - Een belangrijk opmerking hierbij (en bij de resultaten van alle scenario's), is dat het aantal te versterken km kabel of transformatoren slechts 1 indicator is van de investeringsbehoefte. Ook de hoeveelheid surplus capaciteit die geïnstalleerd moet worden bepaald deze (secties van de kabels, lengte van de (nieuwe) feeders, rating en densiteit van de transformatoren). Als dit mee in kaart gebracht wordt kan dit de inzichten over de verschillen in investeringsbehoefte tussen de scenario's bijsturen. De huidige rekentool van Fluvius brengt echter enkel in kaart welke feeders en transformatoren niet langer voldoen aan de gestegen capaciteitsvraag.
    - Uit het "maxPV" scenario vinden we dat PV injectie niet leidend is voor nood aan investering.
    - Als het 2050 MaxFlex en OptoCombo scenario vergeleken worden, zien we een beperkte winst bij OptoCombo. De opvolgvraag hierbij is dan wat de impact is bij de combinatie van enkel traagLaden en MVLaden tov maxFlex. We bevelen aan om dit in de studie van 2023 verder te onderzoeken.
    - Het aandeel te versterken netten in het basis laag en midden maxFlex is ongeveer gelijk. De maximale theoretische impact van flexibiliteit is dus ongeveer gelijk aan het verschil in impact tussen het laag en midden scenario zonder beleidsmaatregelen.
    - In alle scenario's wordt er vooral tijd gekocht. Uiteindelijk (2050) zijn er voor ieder scenario veel netten met congestie, ook voor maxFlex en optoCombo.
    - De enige uitzondering hierop is het optoCombo laag scenario, waarbij een groot aandeel netten ook in 2050 nog niet over zijn maximale belasting zitten. Dit is o.i. echter een niet realiseerbaar scenario, aangezien het een zeer lage ambitie en trage uitrol van de energietransitie verondersteld, maar dan in combinatie met het meest ambitieuze en theoretisch maximale beleidsmaatregelen programma.
    - Er is een al bij al beperkt verschil tussen het 2050 midden en hoog scenario, wat andermaal een belangrijk patroon illustreert: onze netten hebben een tipping point. Eenmaal de belasting boven dat tipping point stijgt, moeten ze verstrekt worden.
- Op gemeenteniveau:
    - Er zijn geografische verschillen in waar de congestie plaatsvindt. De geografische verdeling is afhankelijk van de variabele (spanningsval, overloading, …).
    - Alle maatregelen verminderen netcongestie, maar geen enkele maatregel verandert de geografische verdeling van de netcongestie. Hoewel NGIN geen betrouwbare resultaten genereert op feeder niveau, lijkt het toch dat het telkens dezelfde feeders zijn die (eerder) investeringen behoeven. Het accuraat in kaart brengen van de overblijvende onthaalcapaciteit van de feeders, is dus een belangrijke stap om ervoor te zorgen dat proactieve investeringen gericht en effectief zijn.
    - Warmtenetten hebben amper tot geen effect op de geografische verdeling van de netcongestie op gemeenteniveau.
    - De geografische verdeling van *ratio_vli_poor* door een injectiepiek (maxPV) is dezelfde als de verdeling van *ratio_vli_poor* in de andere scenario's door een consumptiepiek.

Informatieve variabelen voor proactieve netinvesteringen:

- De input variabelen bevatten nuttige informatie om de output van NGIN te voorspellen.
- De variabelen bevatten trends die informatief zijn op gemiddeld niveau over heel Vlaanderen. De variantie op statistische sectorniveau is groot. De NGIN-resultaten kunnen daarom niet gebruikt worden om uitspraken te doen over proactieve investeringen op het niveau van individuele feeders.
- De hoeveelheid (geschatte) beschikbare capaciteit op de transformatoren voor consumptie en injectie is informatief voor netcongesties. Dit is vooral zo bij variabelen die net- en transfo overload meten.
- Bij spanningsproblemen leiden meer bovengronds, meer 230V, en langere kabels tot meer congestie.

6 Annex: Input simulaties Fluvius voor de gekozen beleidsmaatregelen

6.1 Basis laag scenario

Tabel 6-1: Aantallen toestellen voor het basis laag scenario

[Aantallen]		2020	2030	2040	2050
			Basis laag	Basis laag	Basis laag
Simulatie		**Actual**	**1**	**2**	**3**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**428,952**	**916,987**	**1,405,021**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**154,423**	**330,115**	**505,808**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%				
Mono laden - traag - V1G	12.6%				
Mono laden - traag - V2G	5.4%				
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**193,028**	**412,644**	**632,259**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%				
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%				
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%				
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**38,606**	**82,529**	**126,452**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%				
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%				
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%				
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**42,895**	**91,699**	**140,502**
Opladen MS - non-smart	5.0%				
Opladen MS - V1G	3.5%				
Opladen MS - V2G	1.5%				
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**				
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%				
3F - Full 11 kW - V1G	15%				
3F - Full 11 kW - V2g	7%				
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%				
3F - Full 22 kW - V1G	9%				
3F - Full 22 kW - V2g	4%				

Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%				
Opladen MS - V1G	11%				
Opladen MS - V2G	5%				
Warmtepompen	100%	**34,750**	**107,861**	**397,151**	**1,754,807**
non-smart	75.0%				
smart	25.0%				
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**411,109**	**663,680**	**843,246**
PV installaties Extra tov vandaag			-186,393	66,178	245,744

Tabel 6-2: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor het basis laag scenario

		2020	**2030**	**2040**	**2050**
			V3.1	**V3.2**	**V3.3**
			Basis laag	**Basis laag**	**Basis laag**
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			154,423	330,115	505,808
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - Non-Smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V2G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 11 kW			193,028	412,644	632,259
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11

onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 22 kW			38,606	82,529	126,452
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				

onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type			107,861	397,151	1,754,807
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - non-smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

6.2 Basis midden scenario

Tabel 6-3: Aantallen toestellen voor het basis midden scenario

[Aantallen]		**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
			Basis midden	**Basis midden**	**Basis midden**
Simulatie		**Actual**	**1**	**2**	**3**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**706,524**	**2,301,705**	**3,123,881**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**254,349**	**828,614**	**1,124,597**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%				
Mono laden - traag - V1G	12.6%				
Mono laden - traag - V2G	5.4%				
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**317,936**	**1,035,767**	**1,405,746**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%				
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%				
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%				
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**63,587**	**207,153**	**281,149**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%				
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%				
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%				
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**70,652**	**230,171**	**312,388**
Opladen MS - non-smart	5.0%				
Opladen MS - V1G	3.5%				
Opladen MS - V2G	1.5%				

BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%				
3F - Full 11 kW - V1G	15%				
3F - Full 11 kW - V2g	7%				
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%				
3F - Full 22 kW - V1G	9%				
3F - Full 22 kW - V2g	4%				
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%				
Opladen MS - V1G	11%				
Opladen MS - V2G	5%				
Warmtepompen	100%	**34,750**	**330,952**	**1,220,311**	**3,384,553**
non-smart	75.0%				
smart	25.0%				
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**739,674**	**1,182,569**	**2,886,950**
PV installaties Extra tov vandaag			142,172	585,067	2,289,448

Tabel 6-4: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor het basis midden scenario

		2020	**2030**	**2040**	**2050**
			V3.1	**V3.2**	**V3.3**
			Basis midden	**Basis midden**	**Basis midden**
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7

BEV - mono laden - traag			254,349	828,614	1,124,597
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - Non-Smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V2G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 11 kW			317,936	1,035,767	1,405,746
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 22 kW			63,587	207,153	281,149
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type			330,952	1,220,311	3,384,553
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - non-smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

6.3 Basis hoog scenario

Tabel 6-5: Aantallen toestellen voor het basis midden scenario

[Aantallen]		2020	2030	2040	2050
			Basis hoog	Basis hoog	Basis hoog
Simulatie		**Actual**	**1**	**2**	**3**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**1,401,889**	**3,945,100**	**4,683,405**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**504,680**	**1,420,236**	**1,686,026**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%				
Mono laden - traag - V1G	12.6%				
Mono laden - traag - V2G	5.4%				
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**630,850**	**1,775,295**	**2,107,532**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%				
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%				
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%				
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**126,170**	**355,059**	**421,506**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%				
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%				
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%				
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**140,189**	**394,510**	**468,341**
Opladen MS - non-smart	5.0%				
Opladen MS - V1G	3.5%				
Opladen MS - V2G	1.5%				
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%				
3F - Full 11 kW - V1G	15%				
3F - Full 11 kW - V2g	7%				
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%				
3F - Full 22 kW - V1G	9%				
3F - Full 22 kW - V2g	4%				
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%				
Opladen MS - V1G	11%				

Opladen MS - V2G	5%				
Warmtepompen	100%	**34,750**	**1,374,943**	**1,825,488**	**4,387,018**
non-smart	75.0%				
smart	25.0%				
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**1,114,627**	**2,574,500**	**4,387,018**
PV installaties Extra tov vandaag			517,125	1,976,998	3,789,516

Tabel 6-6: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor het basis midden scenario

		2020	2030	2040	2050
			V3.1	V3.2	V3.3
			Basis hoog	Basis hoog	Basis hoog
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			504,680	1,420,236	1,686,026
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - Non-Smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V2G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 11 kW			630,850	1,775,295	2,107,532
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 22 kW			126,170	355,059	421,506
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

Warmtepompen - 1 type			1,374,943	1,825,488	4,387,018
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - non-smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

6.4 EV laden naar MS verschuiven

Tabel 6-7: Aantallen toestellen voor de beleidsmaatregel 'MVLaden'

[Aantallen]		**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
			MVLaden	**MVLaden**	**MVLaden**
Simulatie		**Actual**	**7**	**8**	**9**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**706,524**	**2,301,705**	**3,123,881**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**169,566**	**552,409**	**749,731**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%				
Mono laden - traag - V1G	12.6%				
Mono laden - traag - V2G	5.4%				
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**211,957**	**690,512**	**937,164**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%				
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%				
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%				
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**42,391**	**138,102**	**187,433**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%				
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%				
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%				
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**282,610**	**920,682**	**1,249,552**
Opladen MS - non-smart	5.0%				
Opladen MS - V1G	3.5%				
Opladen MS - V2G	1.5%				
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				

Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**26,059**	**104,033**	**234,075**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%				
3F - Full 11 kW - V1G	15%				
3F - Full 11 kW - V2g	7%				
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**15,087**	**60,230**	**135,517**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%				
3F - Full 22 kW - V1G	9%				
3F - Full 22 kW - V2g	4%				
Opladen MS	**30%**	**416**	**27,430**	**109,509**	**246,395**
Opladen MS - non-smart	15%				
Opladen MS - V1G	11%				
Opladen MS - V2G	5%				
Warmtepompen	100%	**34,750**	**330,952**	**1,220,311**	**3,384,553**
non-smart	75.0%				
smart	25.0%				
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**739,674**	**1,182,569**	**2,886,950**
PV installaties Extra tov vandaag			142,172	585,067	2,289,448

Tabel 6-8: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de beleidsmaatregel 'MVLaden'

		2020	2030	2040	2050
			V3.7	**V3.8**	**V3.9**
			MVLaden	**MVLaden**	**MVLaden**
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			169,566	552,409	749,731
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - Non-Smart					

gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V2G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 11 kW			211,957	690,512	937,164
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 22 kW			42,391	138,102	187,433
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			26,059	104,033	234,075
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					

gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			15,087	60,230	135,517
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type			330,952	1,220,311	3,384,553
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - non-smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

Fout! Ongeldige koppeling.

6.5 TraagLaden

Tabel 6-9: Aantallen toestellen voor beleidsmaatregel 'traagLaden'

[Aantallen]		2020	2030	2040	2050
			TraagLaden	TraagLaden	TraagLaden
Simulatie		**Actual**	**4**	**5**	**6**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**706,524**	**2,301,705**	**3,123,881**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**413,317**	**1,346,497**	**1,827,470**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%				
Mono laden - traag - V1G	12.6%				
Mono laden - traag - V2G	5.4%				
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**190,761**	**621,460**	**843,448**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%				
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%				
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%				
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**31,794**	**103,577**	**140,575**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%				
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%				
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%				
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**70,652**	**230,171**	**312,388**
Opladen MS - non-smart	5.0%				
Opladen MS - V1G	3.5%				
Opladen MS - V2G	1.5%				
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305	**15,087**	**60,230**	**135,517**
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**24,001**	**95,820**	**215,596**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%				
3F - Full 11 kW - V1G	15%				
3F - Full 11 kW - V2g	7%				
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**8,915**	**35,590**	**80,078**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%				
3F - Full 22 kW - V1G	9%				
3F - Full 22 kW - V2g	4%				
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%				
Opladen MS - V1G	11%				

Opladen MS - V2G	5%				
Warmtepompen	100%	**34,750**	**330,952**	**1,220,311**	**3,384,553**
non-smart	75.0%				
smart	25.0%				
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**739,674**	**1,182,569**	**2,886,950**
PV installaties Extra tov vandaag			142,172	585,067	2,289,448

Tabel 6-10: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor beleidsmaatregel 'traagLaden'

		2020	**2030**	**2040**	**2050**
			V3.4	**V3.5**	**V3.6**
			traagLaden	**traagLaden**	**traagLaden**
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			413,317	1,346,497	1,827,470
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - Non-Smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V2G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 11 kW			190,761	621,460	843,448
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - non-smart					

gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 22 kW			8,915	35,590	80,078
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht- mono laden - traag			**15,087**	**60,230**	**135,517**
gemiddeld laadvermogen	**KW**		**3.7**	**3.7**	**3.7**
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**		**0.7**	**0.7**	**0.7**
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			24,001	95,820	215,596
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			8,915	35,590	80,078
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					

gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type			330,952	1,220,311	3,384,553
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - non-smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

6.6 Steun warmtenetten

Tabel 6-11: Aantallen toestellen voor de beleidsmaatregel 'warmtenet'

[Aantallen]		2020	2030	2040	2050
			WARMTENET	WARMTENET	WARMTENET
Simulatie		**Actual**	**10**	**11**	**12**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**706,524**	**2,301,705**	**3,123,881**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**254,349**	**828,614**	**1,124,597**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%				
Mono laden - traag - V1G	12.6%				
Mono laden - traag - V2G	5.4%				
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**317,936**	**1,035,767**	**1,405,746**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%				
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%				
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%				
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**63,587**	**207,153**	**281,149**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%				
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%				
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%				
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**70,652**	**230,171**	**312,388**
Opladen MS - non-smart	5.0%				
Opladen MS - V1G	3.5%				
Opladen MS - V2G	1.5%				
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%				
3F - Full 11 kW - V1G	15%				
3F - Full 11 kW - V2g	7%				
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%				
3F - Full 22 kW - V1G	9%				
3F - Full 22 kW - V2g	4%				
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%				
Opladen MS - V1G	11%				

Opladen MS - V2G	5%				
Warmtepompen	100%	**34,750**	**308,381**	**1,137,086**	**3,153,726**
non-smart	75.0%				
smart	25.0%				
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type			**308,381**	**1,137,086**	**3,153,726**
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type			0	0	0
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**739,674**	**1,182,569**	**2,886,950**
PV installaties Extra tov vandaag			142,172	585,067	2,289,448

Tabel 6-12: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de beleidsmaatregel 'warmtenet'

		2020	2030	2040	2050
			V4.1	V4.2	V4.3
			Warmtenet	Warmtenet	Warmtenet
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			254,349	828,614	1,124,597
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - Non-Smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - V2G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 11 kW			317,936	1,035,767	1,405,746
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6

3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV - 3F - Full 22 kW			63,587	207,153	281,149
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - non-smart					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - V1G					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

3F - Full 22 kW - V2g					
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type			308,381	1,137,086	3,153,726
advanced regel			popd<10 000	popd<10 000	popd<10 000
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - non-smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - smart					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

6.7 Netgunstige flexibiliteitsscenario's

Tabel 6-13: Aantallen toestellen voor de beleidsmaatregel ''maxFlex"

[Aantallen]		2020	2030	2040	2050
			maxFlex	maxFlex	maxFlex
Simulatie		**Actual**	**13**	**14**	**15**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**706,524**	**2,301,705**	**3,123,881**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**254,349**	**828,614**	**1,124,597**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%		127,174	414,307	562,299
Mono laden - traag - V1G	12.6%		89,022	290,015	393,609
Mono laden - traag - V2G	5.4%		38,152	124,292	168,690
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**317,936**	**1,035,767**	**1,405,746**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%		158,968	517,884	702,873
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%		111,278	362,519	492,011
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%		47,690	155,365	210,862
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**63,587**	**207,153**	**281,149**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%		31,794	103,577	140,575
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%		22,256	72,504	98,402
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%		9,538	31,073	42,172
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**70,652**	**230,171**	**312,388**
Opladen MS - non-smart	5.0%		35,326	115,085	156,194
Opladen MS - V1G	3.5%		24,728	80,560	109,336
Opladen MS - V2G	1.5%		10,598	34,526	46,858
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%		15,087	60,230	135,517
3F - Full 11 kW - V1G	15%		10,561	42,161	94,862
3F - Full 11 kW - V2g	7%		4,526	18,069	40,655
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%		8,915	35,590	80,078
3F - Full 22 kW - V1G	9%		6,240	24,913	56,055
3F - Full 22 kW - V2g	4%		2,674	10,677	24,024
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%		10,286	41,066	92,398
Opladen MS - V1G	11%		7,200	28,746	64,679

Opladen MS - V2G	5%		3,086	12,320	27,719
Warmtepompen	100%	**34,750**	**330,952**	**1,220,311**	**3,384,553**
non-smart	75.0%		248,214	915,233	2,538,415
smart	25.0%		82,738	305,078	846,138
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**739,674**	**1,182,569**	**2,886,950**
PV installaties Extra tov vandaag			142,172	585,067	2,289,448

Tabel 6-14: Aantallen toestellen voor de work-around voor de beleidsmaatregel 'maxFlex'

[Aantallen]		**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
			maxFlex	**maxFlex**	**maxFlex**
Simulatie		**Actual**	**16**	**17**	**18**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**706,524**	**2,301,705**	**3,123,881**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**178,044**	**580,030**	**787,218**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%		89,022	290,015	393,609
Mono laden - traag - V1G	12.6%		89,022	290,015	393,609
Mono laden - traag - V2G	5.4%		0	0	0
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**222,555**	**725,037**	**984,023**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%		111,278	362,519	492,011
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%		111,278	362,519	492,011
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%		0	0	0
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**44,511**	**145,007**	**196,805**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%		22,256	72,504	98,402
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%		22,256	72,504	98,402
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%		0	0	0
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**49,457**	**161,119**	**218,672**

Opladen MS - non-smart	5.0%		24,728	80,560	109,336
Opladen MS - V1G	3.5%		24,728	80,560	109,336
Opladen MS - V2G	1.5%		0	0	0
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**21,121**	**84,322**	**189,724**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%		10,561	42,161	94,862
3F - Full 11 kW - V1G	15%		10,561	42,161	94,862
3F - Full 11 kW - V2g	7%		0	0	0
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**12,481**	**49,827**	**112,110**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%		6,240	24,913	56,055
3F - Full 22 kW - V1G	9%		6,240	24,913	56,055
3F - Full 22 kW - V2g	4%		0	0	0
Opladen MS	**30%**	**416**	**14,401**	**57,492**	**129,357**
Opladen MS - non-smart	15%		7,200	28,746	64,679
Opladen MS - V1G	11%		7,200	28,746	64,679
Opladen MS - V2G	5%		0	0	0
Warmtepompen	100%	**34,750**	**330,952**	**1,220,311**	**3,384,553**
non-smart	75.0%		248,214	915,233	2,538,415
smart	25.0%		82,738	305,078	846,138
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type					
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**739,674**	**1,182,569**	**2,886,950**
PV installaties Extra tov vandaag			142,172	585,067	2,289,448

Tabel 6-15: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de beleidsmaatregel 'maxFlex'

	2020	2030	2040	2050
		V4.4	**V4.5**	**V4.6**
		maxFlex	**maxFlex**	**maxFlex**

Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			254,349	828,614	1,124,597
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - Non-Smart			127,174	414,307	562,299
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - V1G			89,022	290,015	393,609
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
Mono laden - traag - V2G			38,152	124,292	168,690
gemiddeld laadvermogen	KW		-3.7	-3.7	-3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 11 kW			317,936	1,035,767	1,405,746
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			158,968	517,884	702,873
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - V1G			111,278	362,519	492,011
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			47,690	155,365	210,862
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 22 kW			63,587	207,153	281,149
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			31,794	103,577	140,575
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - V1G			22,256	72,504	98,402
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			9,538	31,073	42,172
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW				

onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			15,087	60,230	135,517
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - V1G			10,561	42,161	94,862
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			4,526	18,069	40,655
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			8,915	35,590	80,078
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - V1G			6,240	24,913	56,055
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			2,674	10,677	24,024
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
Warmtepompen - 1 type			330,952	1,220,311	3,384,553
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - non-smart			248,214	915,233	2,538,415
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - smart			82,738	305,078	846,138
gemiddelde installatie	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0

Tabel 6-16: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de work-around voor de beleidsmaatregel 'maxFlex'

		2020	2030	2040	2050
			V4.4	**V4.5**	**V4.6**
			maxFlex	**maxFlex**	**maxFlex**
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			413,317	1,346,497	1,827,470
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				

Mono laden - traag - Non-Smart			89,022	290,015	393,609
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - V1G			89,022	290,015	393,609
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
Mono laden - traag - V2G			0	0	0
gemiddeld laadvermogen	KW		-3.7	-3.7	-3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 11 kW			222,555	725,037	984,023
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			111,278	362,519	492,011
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - V1G			111,278	362,519	492,011
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			0	0	0
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 22 kW			44,511	145,007	196,805
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			22,256	72,504	98,402
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - V1G			22,256	72,504	98,402
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			0	0	0
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			21,121	84,322	189,724
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			10,561	42,161	94,862
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - V1G			10,561	42,161	94,862
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0

3F - Full 11 kW - V2g			0	0	0
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			12,481	49,827	112,110
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			6,240	24,913	56,055
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - V1G			6,240	24,913	56,055
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			0	0	0
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
Warmtepompen - 1 type			330,952	1,220,311	3,384,553
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - non-smart			248,214	915,233	2,538,415
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - smart			82,738	305,078	846,138
gemiddelde installatie	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0

6.8 MaxPV scenario

Tabel 6-17: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de work-around voor het maxPV scenario

PV-Panelen	3,500,000 (alle EANs)
gemiddelde installatie	6.3
onderlinge gelijktijdigheid	1

6.9 OptoCombo scenario

Tabel 6-18: Aantallen toestellen voor de OptoCombo_laag beleidsmaatregel

[Aantallen]		2020	2030	2040	2050
			OptoCombo_laag	OptoCombo _laag	OptoCombo _laag
Simulatie		**Actual**	**29**	**30**	**31**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**428,952**	**916,987**	**1,405,021**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**154,423**	**330,115**	**505,808**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%		77,211	165,058	252,904
Mono laden - traag - V1G	12.6%		54,048	115,540	177,033
Mono laden - traag - V2G	5.4%		23,163	49,517	75,871
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**193,028**	**412,644**	**632,259**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%		96,514	206,322	316,130
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%		67,560	144,425	221,291
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%		28,954	61,897	94,839
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**38,606**	**82,529**	**126,452**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%		19,303	41,264	63,226
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%		13,512	28,885	44,258
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%		5,791	12,379	18,968
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**42,895**	**91,699**	**140,502**
Opladen MS - non-smart	5.0%		21,448	45,849	70,251
Opladen MS - V1G	3.5%		15,013	32,095	49,176
Opladen MS - V2G	1.5%		6,434	13,755	21,075
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%		15,087	60,230	135,517

3F - Full 11 kW - V1G	15%		10,561	42,161	94,862
3F - Full 11 kW - V2g	7%		4,526	18,069	40,655
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%		8,915	35,590	80,078
3F - Full 22 kW - V1G	9%		6,240	24,913	56,055
3F - Full 22 kW - V2g	4%		2,674	10,677	24,024
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%		10,286	41,066	92,398
Opladen MS - V1G	11%		7,200	28,746	64,679
Opladen MS - V2G	5%		3,086	12,320	27,719
Warmtepompen	100%	**34,750**	**100,505**	**370,065**	**1,635,129**
non-smart	75.0%		75,378	277,549	1,226,347
smart	25.0%		25,126	92,516	408,782
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type			-	-	-
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
non-smart	75.0%		75,378	277,549	1,226,347
smart	25.0%		25,126	92,516	408,782
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type			0	0	0
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**411,109**	**663,680**	**843,246**
PV installaties Extra tov vandaag			-186,393	66,178	245,744

Tabel 6-19: Aantallen toestellen voor de OptoCombo_midden beleidsmaatregel

[Aantallen]		**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
			OptoCombo_midden	**OptoCombo _midden**	**OptoCombo _midden**
Simulatie		**Actual**	**32**	**33**	**34**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**706,524**	**2,301,705**	**3,123,881**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**254,349**	**828,614**	**1,124,597**

Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%		127,174	414,307	562,299
Mono laden - traag - V1G	12.6%		89,022	290,015	393,609
Mono laden - traag - V2G	5.4%		38,152	124,292	168,690
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**317,936**	**1,035,767**	**1,405,746**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%		158,968	517,884	702,873
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%		111,278	362,519	492,011
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%		47,690	155,365	210,862
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**63,587**	**207,153**	**281,149**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%		31,794	103,577	140,575
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%		22,256	72,504	98,402
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%		9,538	31,073	42,172
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**70,652**	**230,171**	**312,388**
Opladen MS - non-smart	5.0%		35,326	115,085	156,194
Opladen MS - V1G	3.5%		24,728	80,560	109,336
Opladen MS - V2G	1.5%		10,598	34,526	46,858
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				
Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%		15,087	60,230	135,517
3F - Full 11 kW - V1G	15%		10,561	42,161	94,862
3F - Full 11 kW - V2g	7%		4,526	18,069	40,655
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%		8,915	35,590	80,078
3F - Full 22 kW - V1G	9%		6,240	24,913	56,055
3F - Full 22 kW - V2g	4%		2,674	10,677	24,024
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%		10,286	41,066	92,398
Opladen MS - V1G	11%		7,200	28,746	64,679
Opladen MS - V2G	5%		3,086	12,320	27,719
Warmtepompen	100%	**34,750**	**308,381**	**1,137,086**	**3,153,726**
non-smart	75.0%		231,286	852,814	2,365,295
smart	25.0%		77,095	284,271	788,432
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type			-	-	-
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			

non-smart	75.0%		231,286	852,814	2,365,295
smart	25.0%		77,095	284,271	788,432
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type			0	0	0
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**739,674**	**1,182,569**	**2,886,950**
PV installaties Extra tov vandaag			142,172	585,067	2,289,448

Tabel 6-20: Aantallen toestellen voor de OptoCombo_hoog beleidsmaatregel

[Aantallen]		**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
			OptoCombo_hoog	**OptoCombo _hoog**	**OptoCombo _hoog**
Simulatie		**Actual**	**35**	**36**	**37**
PHEV (hybride)	**100%**	**54,477**	**280,000**	**140,000**	**0**
Mono laden - traag	100%	54,477	280,000	140,000	0
BEV personenwagens	100%	**18,174**	**1,401,889**	**3,945,100**	**4,683,405**
Mono laden - traag	**36%**	**6,543**	**504,680**	**1,420,236**	**1,686,026**
Mono laden - traag - Non-Smart	18.0%		252,340	710,118	843,013
Mono laden - traag - V1G	12.6%		176,638	497,083	590,109
Mono laden - traag - V2G	5.4%		75,702	213,035	252,904
3F - Full 11 kW	**45%**	**8,178**	**630,850**	**1,775,295**	**2,107,532**
3F - Full 11 kW - non-smart	22.5%		315,425	887,648	1,053,766
3F - Full 11 kW - V1G	15.8%		220,798	621,353	737,636
3F - Full 11 kW - V2g	6.8%		94,628	266,294	316,130
3F - Full 22 kW	**9%**	**1,636**	**126,170**	**355,059**	**421,506**
3F - Full 22 kW - non-smart	4.5%		63,085	177,530	210,753
3F - Full 22 kW - V1G	3.2%		44,160	124,271	147,527
3F - Full 22 kW - V2g	1.4%		18,926	53,259	63,226
Opladen MS	**10%**	**1,817**	**140,189**	**394,510**	**468,341**
Opladen MS - non-smart	5.0%		70,094	197,255	234,170
Opladen MS - V1G	3.5%		49,066	138,079	163,919
Opladen MS - V2G	1.5%		21,028	59,177	70,251
BEV lichte vracht	**100%**	**1,388**	**68,575**	**273,772**	**615,987**
Mono laden - traag	**22%**	305			
Mono laden - traag - Non-Smart	11.0%				

Mono laden - traag - V1G	7.7%				
Mono laden - traag - V2G	3.3%				
3F - Full 11 kW	**44%**	**611**	**30,173**	**120,460**	**271,034**
3F - Full 11 kW - non-smart	22%		15,087	60,230	135,517
3F - Full 11 kW - V1G	15%		10,561	42,161	94,862
3F - Full 11 kW - V2g	7%		4,526	18,069	40,655
3F - Full 22 kW	**26%**	**361**	**17,830**	**71,181**	**160,157**
3F - Full 22 kW - non-smart	13%		8,915	35,590	80,078
3F - Full 22 kW - V1G	9%		6,240	24,913	56,055
3F - Full 22 kW - V2g	4%		2,674	10,677	24,024
Opladen MS	**30%**	**416**	**20,573**	**82,132**	**184,796**
Opladen MS - non-smart	15%		10,286	41,066	92,398
Opladen MS - V1G	11%		7,200	28,746	64,679
Opladen MS - V2G	5%		3,086	12,320	27,719
Warmtepompen	100%	**34,750**	**1,281,172**	**1,700,989**	**4,087,823**
non-smart	75.0%		960,879	1,275,742	3,065,867
smart	25.0%		320,293	425,247	1,021,956
Strooiing 'geen warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid < 10000)					
slechts 1 type			-	-	-
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
non-smart	75.0%		960,879	1,275,742	3,065,867
smart	25.0%		320,293	425,247	1,021,956
Strooiing 'warmtenet' (statsector bevolkingsdichtheid >= 10000)					
slechts 1 type			0	0	0
Nieuwbouw		3			
Renovatie A		3			
Renovatie B/C		7			
PV	100%	597502	**1,114,627**	**2,574,500**	**4,387,018**
PV installaties Extra tov vandaag			517,125	1,976,998	3,789,516

Tabel 6-21: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de OptoCombo_laag beleidsmaatregel

		2020	2030	2040	2050
			V4.4	V4.5	V4.6
			OptoCombo_laag	OptoCombo _laag	OptoCombo _laag
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5

onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			154,423	330,115	505,808
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - Non-Smart			**77,211**	**165,058**	**252,904**
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - V1G			**54,048**	**115,540**	**177,033**
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
Mono laden - traag - V2G			**23,163**	**49,517**	**75,871**
gemiddeld laadvermogen	KW		-3.7	-3.7	-3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 11 kW			193,028	412,644	632,259
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			**96,514**	**206,322**	**316,130**
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - V1G			**67,560**	**144,425**	**221,291**
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			**28,954**	**61,897**	**94,839**
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 22 kW			38,606	82,529	126,452
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			19,303	41,264	63,226
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - V1G			13,512	28,885	44,258
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			5,791	12,379	18,968
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			15,087	60,230	135,517
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11

onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - V1G			10,561	42,161	94,862
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			4,526	18,069	40,655
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			8,915	35,590	80,078
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - V1G			6,240	24,913	56,055
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			2,674	10,677	24,024
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
Warmtepompen - 1 type			100,505	370,065	1,635,129
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - non-smart			75,378	277,549	1,226,347
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - smart			25,126	92,516	408,782
gemiddelde installatie	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0

Tabel 6-22: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de OptoCombo_midden beleidsmaatregel

		2020	2030	2040	2050
			V4.4	V4.5	V4.6
			OptoCombo_midden	OptoCombo_midden	OptoCombo_midden
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			254,349	828,614	1,124,597
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - Non-Smart			**127,174**	**414,307**	**562,299**
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7

onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - V1G			**89,022**	**290,015**	**393,609**
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
Mono laden - traag - V2G			**38,152**	**124,292**	**168,690**
gemiddeld laadvermogen	KW		-3.7	-3.7	-3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 11 kW			317,936	1,035,767	1,405,746
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			**158,968**	**517,884**	**702,873**
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - V1G			**111,278**	**362,519**	**492,011**
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			**47,690**	**155,365**	**210,862**
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 22 kW			63,587	207,153	281,149
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			31,794	103,577	140,575
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5
3F - Full 22 kW - V1G			22,256	72,504	98,402
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			9,538	31,073	42,172
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1

BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			15,087	60,230	135,517
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - V1G			10,561	42,161	94,862
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			4,526	18,069	40,655
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			8,915	35,590	80,078
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - V1G			6,240	24,913	56,055
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			2,674	10,677	24,024
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
Warmtepompen - 1 type			308,381	1,137,086	3,153,726
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - non-smart			231,286	852,814	2,365,295

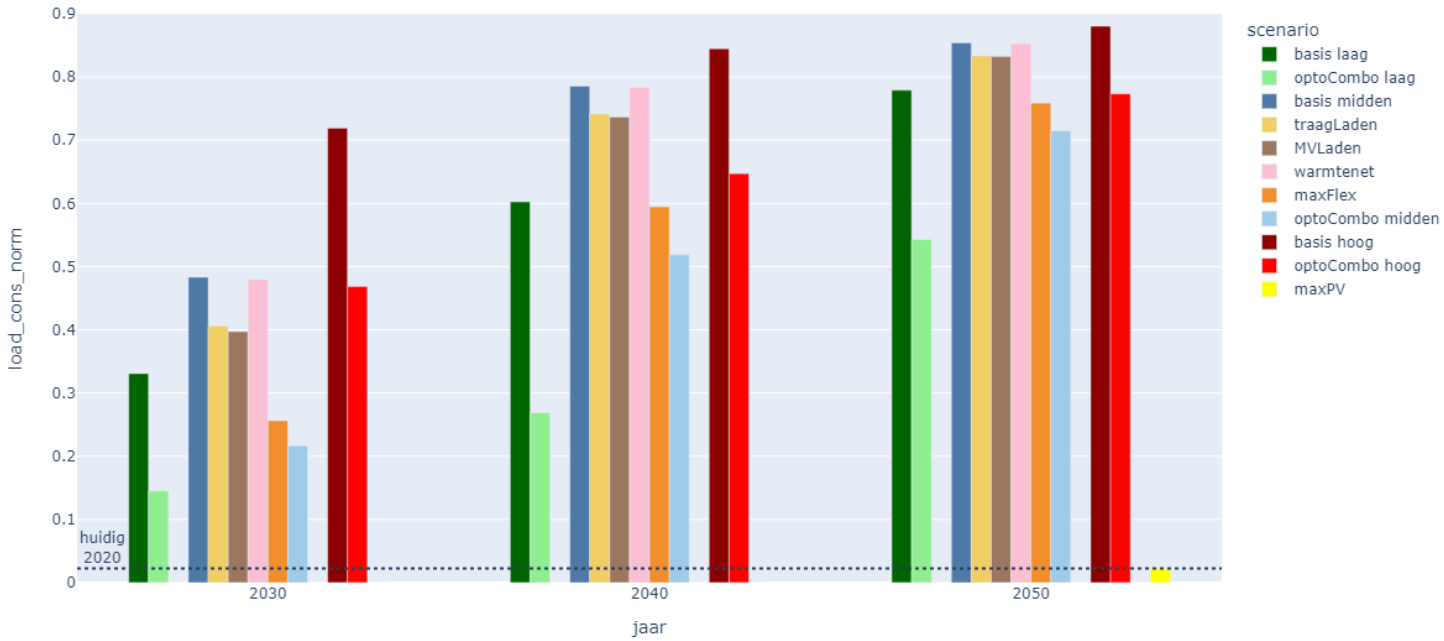
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - smart			77,095	284,271	788,432
gemiddelde installatie	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0

Tabel 6-23: Aantallen toestellen met bijhorende gelijktijdigheidsfactor en Pmax voor de OptoCombo_hoog beleidsmaatregel

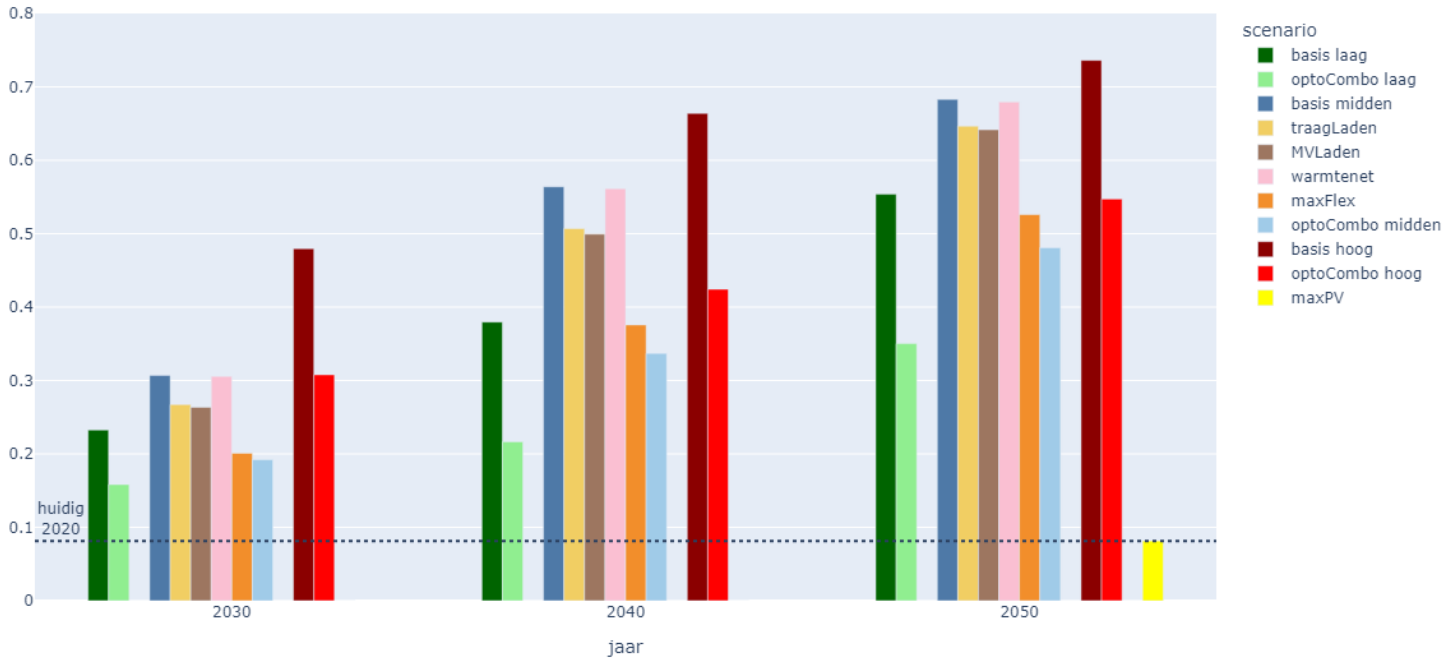
		2020	2030	2040	2050
			V4.4	V4.5	V4.6
			OptoCombo_hoog	OptoCombo_hoog	OptoCombo_hoog
Algemene groei/krimp	in %				
PHEV - mono laden - traag			280,000	140,000	0
gemiddeld laadvermogen	KW		2.5	2.5	2.5
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
BEV - mono laden - traag			504,680	1,420,236	1,686,026
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Mono laden - traag - Non-Smart			**252,340**	**710,118**	**843,013**
gemiddeld laadvermogen	KW		3.7	3.7	3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
Mono laden - traag - V1G			**176,638**	**497,083**	**590,109**
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
Mono laden - traag - V2G			**75,702**	**213,035**	**252,904**
gemiddeld laadvermogen	KW		-3.7	-3.7	-3.7
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 11 kW			630,850	1,775,295	2,107,532
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			**315,425**	**887,648**	**1,053,766**
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 11 kW - V1G			**220,798**	**621,353**	**737,636**
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			**94,628**	**266,294**	**316,130**
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV - 3F - Full 22 kW			126,170	355,059	421,506
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			63,085	177,530	210,753
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.5	0.5	0.5

3F - Full 22 kW - V1G			44,160	124,271	147,527
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			18,926	53,259	63,226
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht- mono laden - traag					
gemiddeld laadvermogen	**KW**				
onderlinge gelijktijdigheid	**0,X**				
BEV lichte vracht - 3F - Full 11 kW			30,173	120,460	271,034
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 11 kW - non-smart			15,087	60,230	135,517
gemiddeld laadvermogen	KW		11	11	11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.7	0.7	0.7
3F - Full 11 kW - V1G			10,561	42,161	94,862
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 11 kW - V2g			4,526	18,069	40,655
gemiddeld laadvermogen	KW		-11	-11	-11
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
BEV lichte vracht - 3F - Full 22 kW			17,830	71,181	160,157
gemiddeld laadvermogen	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
3F - Full 22 kW - non-smart			8,915	35,590	80,078
gemiddeld laadvermogen	KW		22	22	22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.6	0.6	0.6
3F - Full 22 kW - V1G			6,240	24,913	56,055
gemiddeld laadvermogen	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0
3F - Full 22 kW - V2g			2,674	10,677	24,024
gemiddeld laadvermogen	KW		-22	-22	-22
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		1	1	1
Warmtepompen - 1 type			1,281,172	1,700,989	4,087,823
advanced regel					
gemiddelde installatie	KW				
onderlinge gelijktijdigheid	0,X				
Warmtepompen - 1 type - non-smart			960,879	1,275,742	3,065,867
gemiddelde installatie	KW		4	4	4
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0.75	0.75	0.75
Warmtepompen - 1 type - smart			320,293	425,247	1,021,956
gemiddelde installatie	KW		0	0	0
onderlinge gelijktijdigheid	0,X		0	0	0

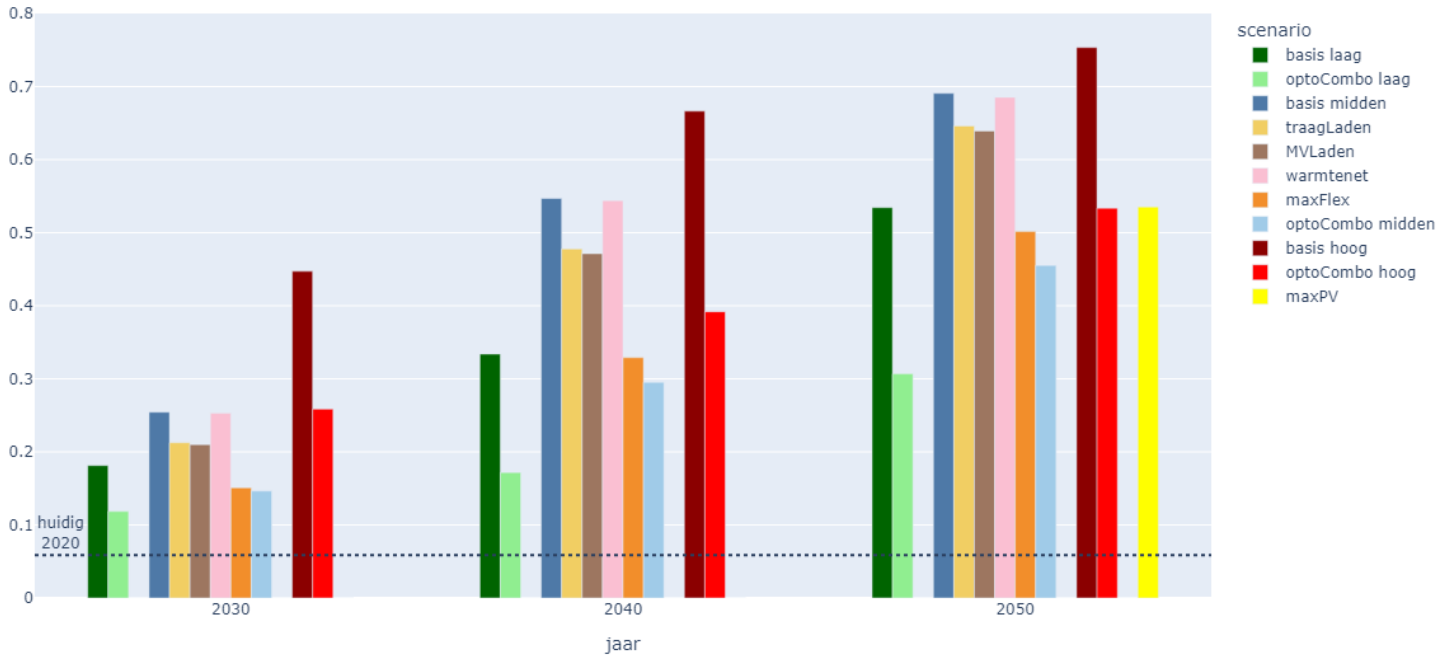
7 Annex: Resultaten voor heel Vlaanderen, relatieve aantallen



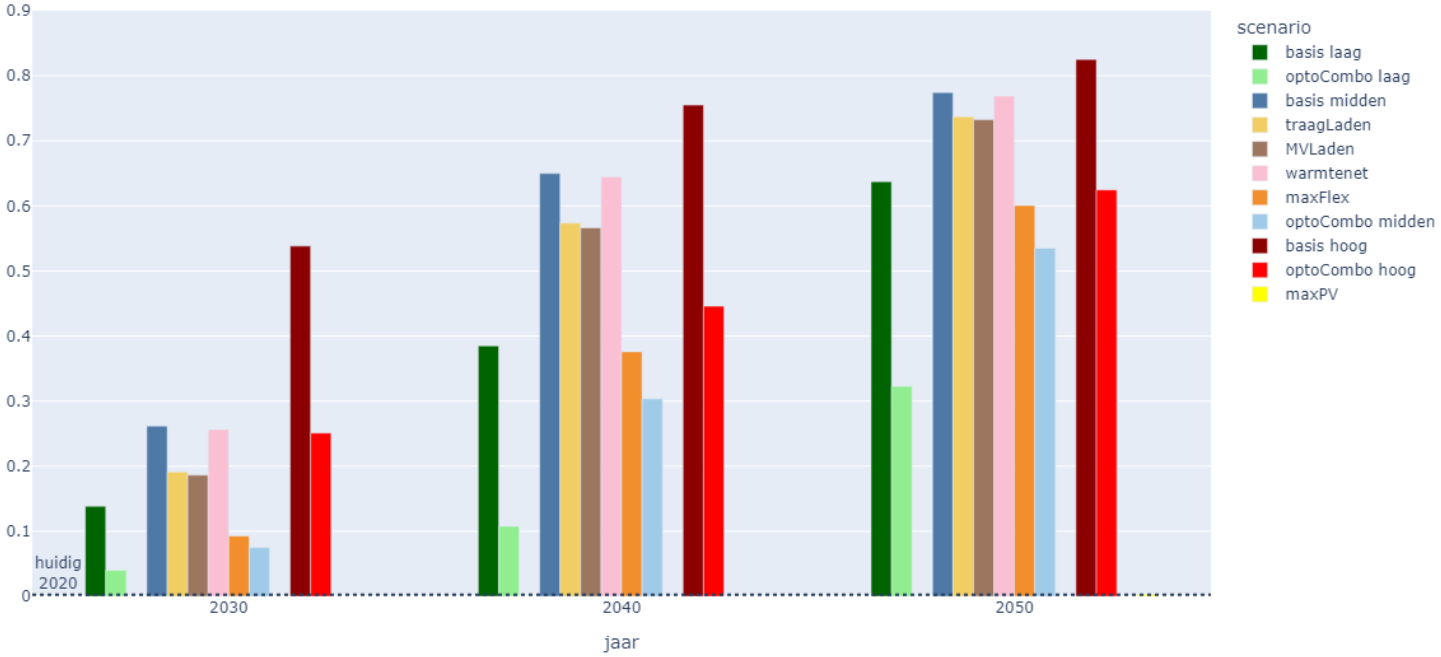
Figuur 7-1: Relatief aantal km net in Vlaanderen met belasting > 100%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



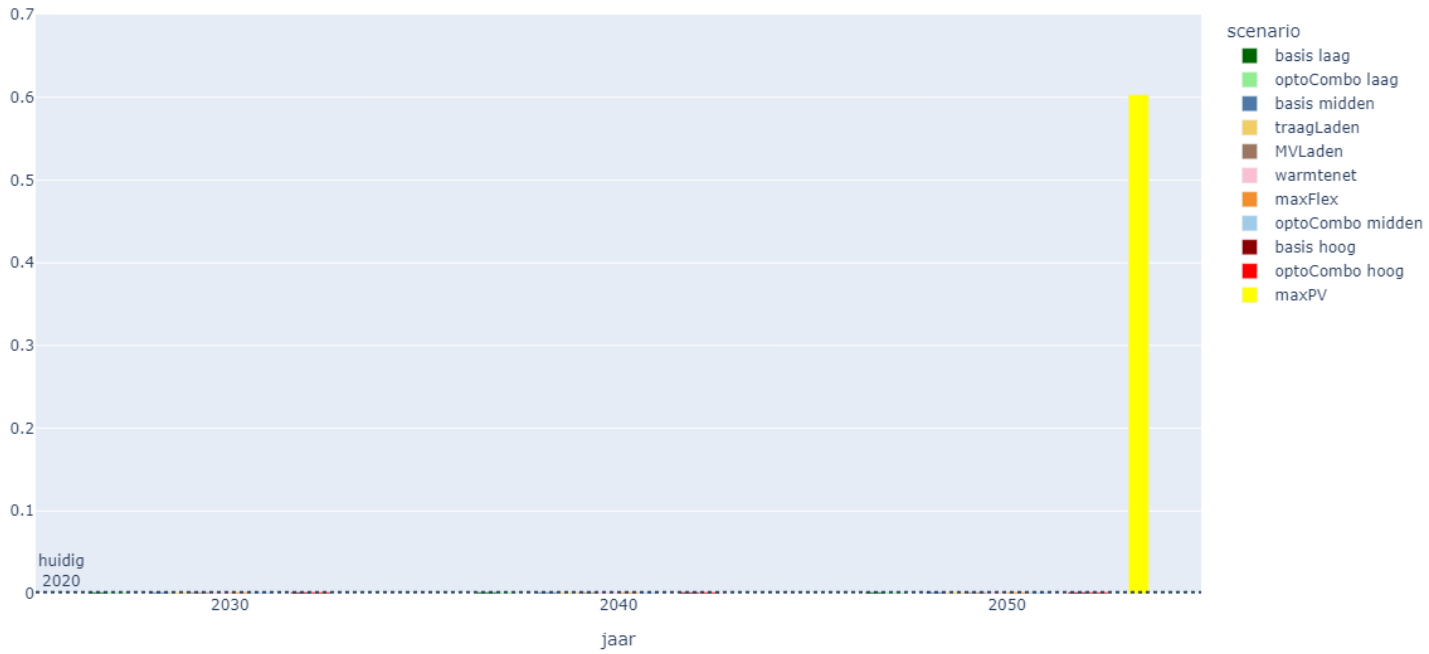
Figuur 7-2: Relatief aantal km net in Vlaanderen met spanningsval > 7,5%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



Figuur 7-3: Relatief aantal km net in Vlaanderen met VLI = poor. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



Figuur 7-4: Relatief aantal transfo's in Vlaanderen met load consumption > 125%. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.



Figuur 7-5: Relatief aantal transfo's in Vlaanderen met load injection > 125%. Scenario "maxPV" is gebaseerd is op het hoogste scenario qua uitrol van PV. Het simuleert het moment van de maximale injectie. Daarom is het aantal transfo's met load injection > 125% zoveel hoger vergeleken met de andere scenario's. De scenario's vertrekkende van basis laag, basis midden en basis hoog staan naast elkaar, met een spatie ertussen. De situatie in scenario huidig 2020 is aangegeven met een stippellijn.

8 Annex: Definitie NGIN-variabelen

[…][10]

[10] Niet-publieke Informatie verwijderd uit rapport door VREG .