



Verkenning tijdsafhankelijke nettarieven grootverbruikers

Achtergrondrapport



CE Delft

Committed to the Environment

Verkenning tijdsafhankelijke nettarieven grootverbruikers

Achtergrondrapport

Dit rapport is geschreven door:

Lucas van Cappellen, Charley Bakker, Michiel Bongaerts, Koen van Dam, Heleen Groenewegen, Florian Hesselink, Pascal Bouwman, Frans Rooijers en Matthijs Otten.

Delft, CE Delft, Mei 2025

Publicatienummer: 25.240472.097b

Opdrachtgever: Netbeheer Nederland

Uw kenmerk: 181024

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Lucas van Cappellen (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

1	Inleiding	5
	1.1 Aanleiding	5
	1.2 Onderzoeksvragen	5
	1.3 Leeswijzer	5
	1.4 Begrippenlijst	6
2	Methode & aannames	8
	2.1 Methode op hoofdlijnen	8
	2.2 Modelleren	9
	2.3 Elektriciteitsprijzen	11
3	Uitgangspunten ontwerp nettarieven	12
	3.1 Huidig nettarief	12
	3.2 Uitgangspunten voor nieuwe nettariefstructuur	14
4	Vijf varianten tijdsafhankelijke nettarieven	19
	4.1 Tijdsafhankelijk kW-max	20
	4.2 Tijdsafhankelijk kWh	22
	4.3 Tijdsafhankelijkheid op kW-max en kWh	24
	4.4 Tijdsafhankelijkheid op kW-contract (profielcontractering)	25
	4.5 Tijdsafhankelijk kW-max, kWh en kW-contract	27
5	Typering sectoren en casussen	29
	5.1 Casussen: Eigenschappen en flexibiliteit	29
	5.2 Uitwerking van flexibiliteit	32
6	Resultaten overzicht per casus	37
	6.1 Impactanalyse overzicht per casus	37
	6.2 Resultaat per casus	42
	6.3 Omvang sectoren	42
7	Resultaten enquête en interviews	44
	7.1 Conclusie inzichten per casus	44
	7.2 Conclusie per tariefvariant	46
	7.3 Utiliteit - detailresultaten	47
	7.4 Industrie - detailresultaten	49
	7.5 Glastuinbouw - detailresultaten	52
	7.6 Logistiek (vervoer op land) - detailresultaten	52
	7.7 Energie (overig) - detailresultaten	53
8	Resultaten energiekosten	56
	8.1 Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	56
	8.2 Kostenvoordeel energiesturing op nettarieven	59



8.3	Validatie: totale inkomsten netbeheerders	64
9	Resultaten verwachte netimpact	66
9.1	Kwalitatieve visie netimpact per variant tijdsafhankelijke nettarieven	66
9.2	Resultaat potentiële netimpact	67
9.3	Gevoeligheidsanalyse: batterijen achter de meter	74
10	Conclusies	76
10.1	Aanbevelingen en conclusies over tijdsafhankelijke nettarieven	76
10.2	Conclusie impactanalyse nettarieven	79
10.3	Belangrijkste inhoudelijke inzichten uit resultaten studie	80
10.4	Gevoeligheidsanalyse 25% kWh en 50% kW-max	85
10.5	Reflectie	86
11	Referenties	89
A	Uitwerking casussen	90
A.1	Verpleging en zorg met overnachting	91
A.2	Kantoor - zeer groot	99
A.3	Kantoor - groot	108
A.4	Onderwijs	117
A.5	Detailhandel	126
A.6	Logies	134
A.7	Vervoer over land - klein	143
A.8	Vervoer over land - midden met koel/vriesinstallatie	153
A.9	Vervoer over land - groot	163
A.10	Glastuinbouw belichte kas	173
A.11	Glastuinbouw onbelichte kas	182
A.12	Batterij	190
A.13	Warmtenet	196
A.14	Datacenters	204
A.15	Snellaadstation	211
A.16	Papier	216
A.17	Voedingsmiddelenindustrie - zuivel	223
A.18	Bakkerij	230
A.19	Kunststoffen	236
A.20	Kleine maakindustrie - aangesloten op middenspanning (MS)	241
A.21	Kleine maakindustrie - aangesloten op hoogspanning (HS)	246
A.22	Gevoeligheidsanalyse	251
B	Koppeling casussen aan SBI-categorie en netvlak	254
B.1	Koppeling casussen aan SBI-categorieën	254
B.2	SBI-categorieën industrie	256
B.3	Verdeling casussen over netvlakken	257
C	Gevoeligheidsanalyse: 25% kWh en 50% kW-max	259
C.1	Inzichten per casus - gevoeligheidsanalyse 25% kWh en 50% kW-max	259
C.2	Verdeling tariefdragers met referentietarieven (50% kWh en 25% kW-max)	262
C.3	Conclusies gevoeligheidsanalyses - 50% kW-max en 25% kWh	263

D	Details modellering en aannames	264
	D.1 Elektriciteitsprijzen	264
	D.2 Modelelementen	265
	D.3 Modellering in stappen	270

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Dit is het achtergrondrapport bij de studie voor Netbeheer Nederland over tijdsafhankelijke nettarieven. Het kernrapport is te vinden via [onze website](#).

Voor aangesloten op het TenneT-net is al een tijdsafhankelijk transporttarief ingevoerd. Het tarief geldt vanaf 1-1-2025 voor alle aangesloten. Dit tarief geldt alleen voor afname, een tarief voor invoeding wordt door de ACM onderzocht, maar is nog niet geïmplementeerd.

Dit onderzoek richt zich op het bepalen van de effecten van verschillende varianten van tijdsafhankelijke nettarieven voor aangesloten grootverbruikers op de netten van de regionale netbeheerders (RNB's), om zo te komen naar een passend ontwerp dat mogelijk geïmplementeerd kan worden. We richten ons daarbij specifiek op het huidige tarief voor afname, en niet voor invoeding. Daarnaast gaat deze studie uit van de huidige tariefstructuur, met alleen aanpassingen qua tijdsafhankelijkheid. Bijvoorbeeld een andere verdeling van de kosten per tariefdrager of locatiedifferentiatie is geen onderdeel van deze studie.

De gezamenlijke netbeheerders kunnen een voorstel, met keuzes over de vormgeving, voor de introductie van tijdsafhankelijke tarieven doen. Uiteindelijk besluit de ACM over de tarievenstructuur.

1.2 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen in deze studie zijn:

- Hoe kunnen de tijdsafhankelijke nettarieven vormgegeven worden?
- Wat is de afweging tussen het variabel maken van één of meer van de verschillende tariefdragers: kWh, kW-contract en kW-max?
- Wat is het effect van een tijdsafhankelijke tariefprikkel op de energierekening en het gedrag van de afnemers van de regionale netbeheerders?
- Wat is de netimpact van deze verandering in gedrag bij RNB-aangesloten? Oftewel, wat is de ontwikkeling van nu tot en met 2030 met en zonder tijdsafhankelijk nettarief?
- Wat is het effect van tijdsafhankelijke nettarieven, ook ten opzichte van de dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen?

1.3 Leeswijzer

De conclusies van deze studie zijn opgenomen in het kernrapport aan de hand van vier conclusies, welke terugkomen in Hoofdstuk 10. Daarnaast is per conclusie opgenomen in Tabel 1 waar de onderbouwing per conclusie gevonden kan worden.

Tabel 1 - Onderdeel rapport met resultaten per conclusie

Conclusies	Locatie rapport
1. Tijdsafhankelijke nettarieven verhogen systeemefficiëntie en kostenreflectiviteit	Kostenreflectiviteit: Hoofdstuk 4 en 8. Netimpact: Hoofdstuk 9.
2. Energiekostensturing is essentieel voor verlagen netimpact en energiekosten, ook bij huidige nettariestructuur	Effect energierekening: Paragraaf 8.2. Netimpact: Hoofdstuk 9.
3. Tijdsafhankelijke nettarieven hebben een beperkt risico op hogere netkosten voor aangeslotenen	In Paragraaf 8.1
4. Focus op varianten met tijdsafhankelijke kWh en kW-max, met aanbevelingen voor ontwerp van de tarieven	In Hoofdstuk 10, mede gebaseerd op de enquêtes en interviews in Hoofdstuk 7.

De volgende hoofdstukken omvatten een beschrijving van de studie en tarieven:

- Hoofdstuk 2 beschrijving van de methode en aannames.
- Hoofdstuk 3 de uitgangspunten van de nettarieven.
- Hoofdstuk 4 het ontwerp van de tijdsafhankelijke nettarieven met een toelichting op hoe de tarieven uitwerken op bedrijven en flexibiliteit, om inzicht te geven in de werking van de nettarieven.
- Hoofdstuk 5 over de geïdentificeerde 21 casussen.

De resultaten van de studie zijn opgenomen in de volgende hoofdstukken:

- Hoofdstuk 6 een overzicht van de resultaten per casus, met beoordeling op verschillende criteria waarvan de resultaten zijn opgenomen in de volgende hoofdstukken.
- Hoofdstuk 7 de enquête en interview resultaten.
- Hoofdstuk 8 de impact van tijdsafhankelijke nettarieven op de elektriciteitsrekening.
- Hoofdstuk 9 de verwachte netimpact van de energiekostensturing op huidige tariefstructuur en varianten van tijdsafhankelijke nettarieven.
- Hoofdstuk 10 de conclusies en aanbevelingen.

De bijlage omvatten meer detailinformatie met:

- Bijlage A een overzicht van alle detailresultaten per casus.
- Bijlage B de koppeling van de casussen aan SBI-codes en netvlakken.
- Bijlage C de resultaten van een gevoeligheidsanalyse met voor aangeslotenen onder de 2 MVA een nettarief bestaande uit 25% kWh, 50% kW-max en 25% kW-contract, in plaats van de huidige verdeling met 50% kWh, 25% kW-max en 25% kW-contract.
- Bijlage D een detail beschrijving van de modellering en specifieke model aannames.

1.4 Begrippenlijst

De belangrijkste definities zijn opgenomen in Tabel 2.

Tabel 2 - Begrippenlijst

Begrip	Toelichting
Huidige nettarieven	De huidige nettariestructuur met tijdsafhankelijke tariefcomponenten: kWh, kW-max en kW-contract.
Tijdsafhankelijke nettarieven	Nettarieven waarbij de tarief verschillen per moment, en daarmee een prikkel geven voor verplaatsten van elektriciteit.
Energiekostensturing	Het verlagen van de totale energiekosten van een bedrijf door het optimaliseren op:

Begrip	Toelichting
	1. De dynamische uurlijkse elektriciteitsprijs via de energieleverancier, gekoppeld aan de day-aheadmarkt. 2. De nettarieven; zowel de huidige als tijdsafhankelijke nettarieven
Energieprijzen	Als in het rapport gesproken wordt over energieprijzen omvat dit zowel elektriciteits- als gasprijzen. In verschillende casussen is er een kostenafweging tussen deze twee energiedragers, bijvoorbeeld als er een elektrische warmtepomp en gasboiler aanwezig is.
Dynamische elektriciteitsprijzen	De uurlijkse prijzen gekoppeld aan de day-aheadmarkt, die via een dynamisch energiecontract via de energieleverancier bij de partijen terechtkomen. Deze zijn in deze studie gemodelleerd voor 2030.
Partijen	We hanteren de term partijen voor de verschillende aangeslotenen op het net; dit zijn bedrijven en maatschappelijke organisaties. Netbeheerders noemen dit ook wel aangeslotenen of klanten.
Wegingsfactor	De wegingsfactor is een getal dat geldt voor een specifiek uur binnen de systematiek van tijdsafhankelijke nettarieven. Het vermogen of elektriciteitsverbruik wordt vermenigvuldigd met de wegingsfactor.
Tarieftijdsvenster	Een profiel met een wegingsfactor per uur; dit bepaalt dus welke wegingsfactor geldt voor een specifiek uur.
Casus	Eén representatief voorbeeldbedrijf of -organisatie wat gebruikt is voor de analyse in deze studie.
Variant	Een potentiële vorm van een tijdsafhankelijk nettarief, waarbij een kW-max, kWh en/of kW-contracttariefcomponent tijdsafhankelijk is.

2 Methode & aannames

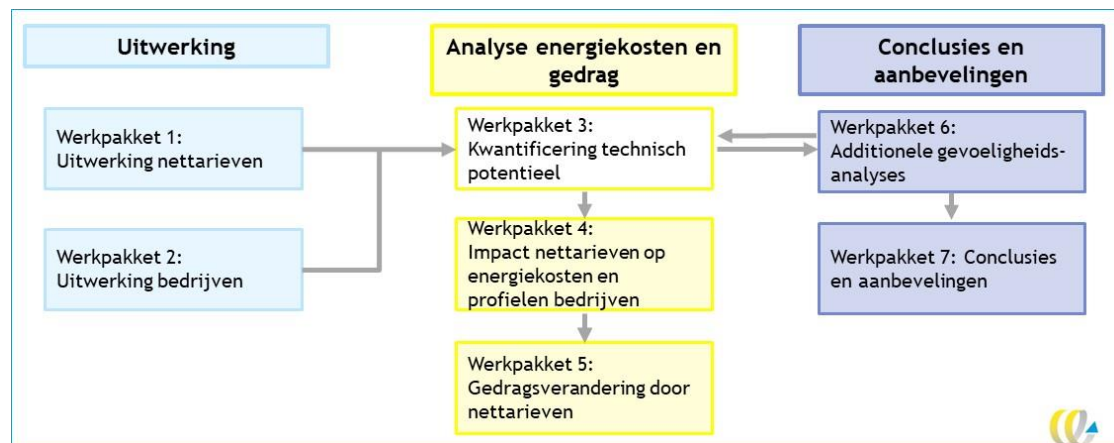
Samenvatting hoofdstuk

Dit hoofdstuk omvat een beschrijving van de gevolgde methodes en aannames. De methode op hoofdlijnen omvat het identificeren van bedrijven en de tijdsafhankelijke nettarieven, om vervolgens doorrekeningen, enquêtes en interviews uit te voeren. Dit leidt tot de uiteindelijke conclusies en analyses. Verder omvat dit hoofdstuk een beschrijving van de modellering en specifieke aannames zoals elektriciteitsprijzen.

2.1 Methode op hoofdlijnen

In dit project zijn we gestart met een uitwerking van de nettarieven gebaseerd op inzichten uit het buitenland en Nederland, om te komen tot vijf tariefvarianten zoals uitgewerkt in Hoofdstuk 3. Vervolgens zijn er bedrijfstypen gedefinieerd die een groot deel van de afnemers in de RNB-netten vertegenwoordigen, die zijn uitgewerkt in Hoofdstuk 5. Vervolgens zijn de effecten gemodelleerd op bedrijven van sturing op dynamische elektriciteitsprijzen én nettarieven; zowel voor de huidige als tijdsafhankelijke nettarieven. Hieruit volgen de conclusies en aanbevelingen in Hoofdstuk 6. Dit is gevisualiseerd in Figuur 1. De volledige methode is uitgewerkt in Bijlage D.

Figuur 1 - Opzet studie



Tekstkader 1 - Energiekostensturing: Uurlijkse elektriciteitsprijzen én nettarieven

Deze studie vergelijkt situaties met en zonder energiekostensturing. Zonder energiekostensturing verbruiken partijen stroom zoals ingeschat, wat leidt tot elektriciteitskosten per uur en nettarieven. Met energiekostensturing optimaliseren we de totale maandelijkse kosten door:

1. Stroom af te nemen op goedkope uren en dure uren te mijden.
2. Het maximale afnamevermogen van het net iteratief te beperken, leidend tot lagere nettarijfkosten.

Stroom afnemen op momenten met lage prijzen verlaagt elektriciteitskosten, maar verhoogt nettarieven door hogere piekafname. Beperking van het maximale afnamevermogen verlaagt nettarieven, maar verhoogt elektriciteitskosten. Er is dus een 'trade-off' tussen deze kostencomponenten. In de modellering beperken we het maximale afnamevermogen stapsgewijs, waardoor de 'trade-off' zichtbaar wordt. Dit helpt de optimale beperking te vinden voor de laagste totale maandelijkse energiekosten.

2.2 Modellering

In het model is vooraf uitgewerkt wat de uurlijkse profielen zijn van bedrijven en welk gedeelte hiervan flexibel is, inclusief de eisen en beperkingen aan deze flexibiliteit. De modellering geeft inzicht in de totale energiekosten voor bedrijven en hun uurlijkse elektriciteitsprofiel over een heel jaar. Dit wordt bepaald voor de verschillende situaties:

Tabel 3 - Toelichting op de referentiesituaties en tariefvarianten voor de modellering

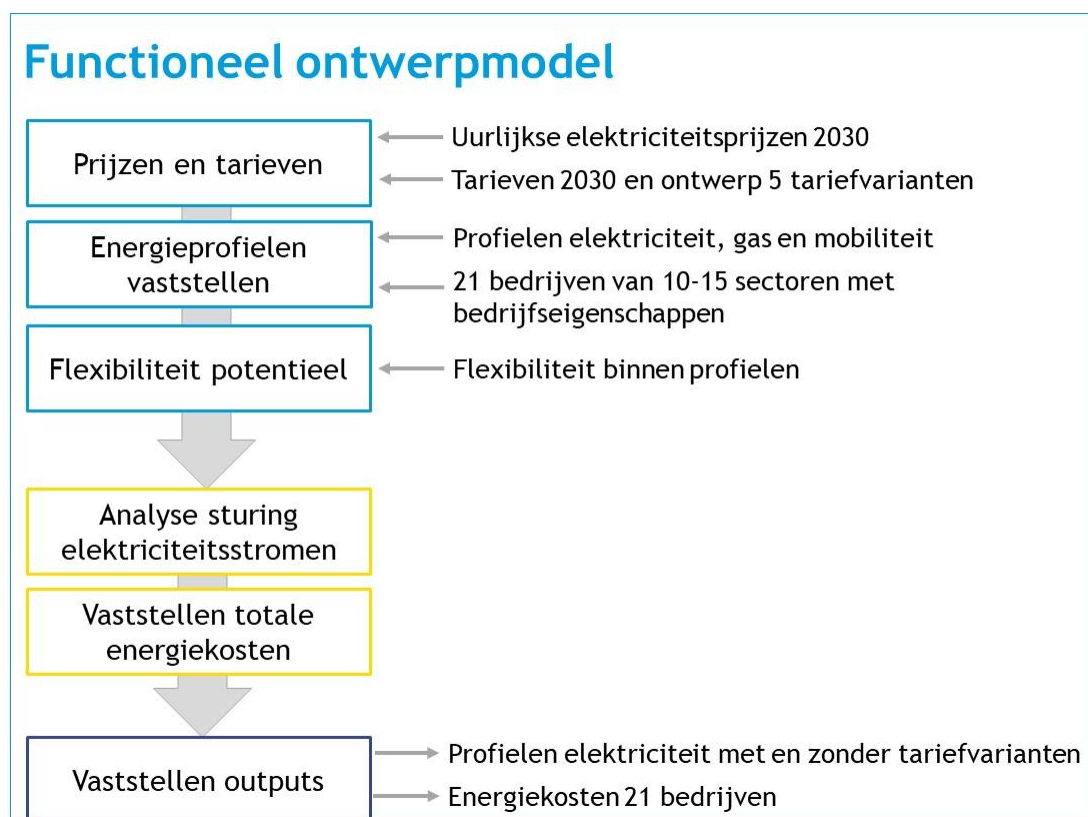
Referentie/tariefvariant	Toelichting
Referentie - zonder energiekostensturing	Een partij gebruikt elektriciteit volgens het vooraf bepaalde profiel en er geldt de huidige tariefstructuur. Een partij stuurt niet op de dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen en nettarijef.
Referentie - met energiekostensturing	Een partij gebruikt elektriciteit volgens het vooraf bepaalde profiel en er geldt de huidige tariefstructuur. Een partij stuurt wel op de dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen en nettarijef.
Tariefvariant 1: kW-max tijdsafhankelijk	In de modellering stuurt het bedrijf de energieafname op een tijdsafhankelijk kW-max-waarde en dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen. Dit is gebaseerd op de wegingsfactor in dat uur én een vastgesteld richtpercentage ¹ t.o.v. de kW-maxgewogen zonder sturing. De vastgestelde kW-maxwaarde wordt in verschillende iteraties met verschillende richtpercentages doorgerekend; bijvoorbeeld 90%, 80% en 70%. Dit geeft inzicht in wat een kostenoptimale inzet is gebaseerd op nettarieven en leverancierskosten, waarbij alle elektriciteitsvraag nog wel voorzien kan worden. Er vindt geen load shedding plaats, maar wel in enkele casussen een afweging tussen inzet van elektriciteit en aardgas,
Tariefvariant 2: kWh tijdsafhankelijk	Het bedrijf optimaliseert op de nieuwe uurlijkse elektriciteitsprijs, die een combinatie is van de uurlijkse kWh-nettarieven én dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen.
Tariefvariant 3: kW-max en kWh tijdsafhankelijk	Het model houdt rekening met de gewenste uurlijkse inzet, maar binnen de gestelde beperkingen van de kW-max. Opnieuw wordt er in verschillende iteraties

¹ **Richtpercentage** is een waarde waarmee de kW-maxgewogen als het ware 'omlaag' wordt gedrukt. Het is in feite een percentage die met de kW-maxgewogen wordt vermenigvuldigd, waarmee in het model wordt berekend of de energiekosten lager zijn bij een bepaald richtpercentage. Hoe lager de richtpercentages worden des te lastiger het voor het model is om te voldoen aan de totale elektriciteitsvraag. Als niet aan de totale elektriciteitsvraag wordt voldaan, dan geldt dit als een niet-geldige modelberekening en wordt deze niet meegenomen in onze analyse.

Referentie/tariefvariant	Toelichting
	gerekend met lagere richtwaarde voor de kW-max (90%, 80%, 70% t.o.v. origineel). Hieruit volgt een kosteneffectief punt om op te sturen.
Tariefvariant 4: kW-contract tijdsafhankelijk	Het kW-contract wordt gebaseerd op het profiel zonder sturing op het nettatarief, vervolgens wordt opnieuw iteratief gerekend met een lagere richtwaarde (bijvoorbeeld 90%, 80%, 70%, etc.) per uur op jaarbasis. Dit verschilt dus van de kW-max waar de maandelijkse piek de focus is. Opnieuw worden de totale kosten bepaald en daarmee de optimale sturing van het bedrijf op de combinatie van dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen en nettarieven.
Tariefvariant 5 - kW-max, kWh en kW-contract tijdsafhankelijk	Het kW-contract wordt gebaseerd op het profiel zonder sturing op het nettatarief, vervolgens wordt opnieuw iteratief gerekend met een lagere richtwaarde (bijvoorbeeld 90%, 80%, 70%, etc.) per uur op jaarbasis, dit verschilt dus van de kW-max waar de maandelijkse piek de focus is. Opnieuw worden de totale kosten bepaald en daarmee de optimale sturing van het bedrijf op de combinatie van dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen en nettarieven.

Voor iedere tariefvariant wordt doorgerekend wat de totale kosten zijn als het bedrijf wel en niet stuurt op energiekosten (oftewel op de combinatie van dynamische energieprijzen en nettarieven). Zo kan er iets gezegd worden over de impact van een nettatarief op de kosten van het bedrijf. Uit de Energiekostensturing volgt het meest kosteneffectieve uurlijkse elektriciteitsprofiel. Dit zegt iets over de veranderende netbelasting. Een modelstructuur is opgenomen in Figuur 2.

Figuur 2 - Modelstructuur



2.3 Elektriciteitsprijzen

De energiekosten en - opbrengsten voor een bedrijf bestaan uit verschillende kostenposten:

1. **De leveringskosten voor afname:** Deze kosten bestaan uit de kostprijs van de stroom, een winstmarge en risicopremie voor de energieleverancier, en de btw die afgedragen moet worden.
2. **Energieopbrengsten voor teruglevering aan het net:** Deze opbrengsten worden bepaald door de 'kale marktprijs' van de teruggeleverde stroom.
3. **Energiebelasting over de afgenomen stroom:** Deze wordt geheven op individueel bedrijfsniveau, en wordt bepaald aan de hand van de jaarlijkse kWh dat door ieder bedrijf is afgenomen. Er dient dus ook energiebelasting betaald te worden over stroom die afgenomen wordt van andere bedrijven (in de energiehuis) of stroom die afkomstig is van een lokale batterij of andere lokale energievoorzieningen als het openbare net voor het transport van deze stroom gebruikt wordt. Verder geldt ook dat grootverbruikers het verschil tussen afname en teruglevering en de energiebelasting niet kunnen salderen.

3 Uitgangspunten ontwerp nettarieven

Samenvatting hoofdstuk

Dit hoofdstuk omvat de uitgangspunten van de nettariestructuur. Het beschrijft de huidige tariefstructuur, de hoogte van de tarieven in 2030 en de specifieke vastgestelde technische uitgangspunten van de tijdsafhankelijke nettarieven in deze studie. Dit zijn allen inputs voor het ontwerp van tijdsafhankelijke nettarieven.

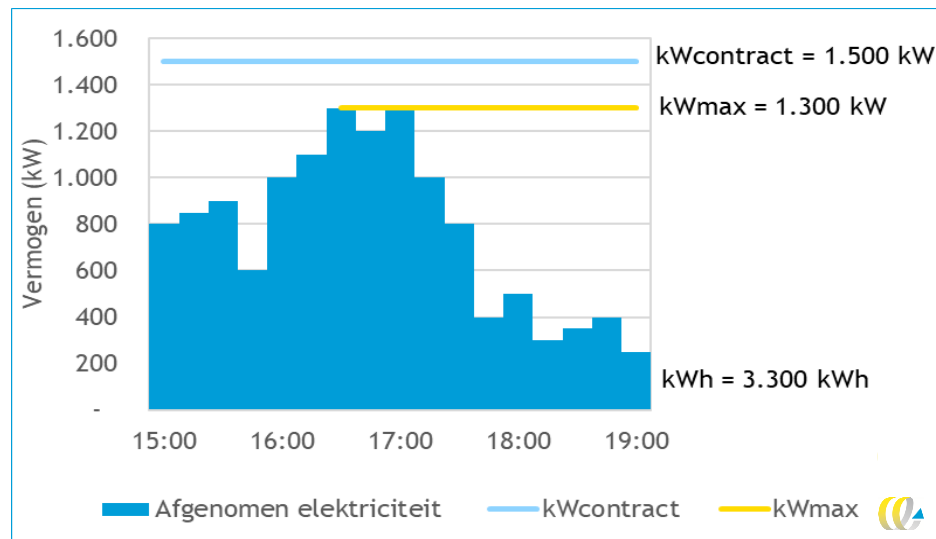
3.1 Huidig nettarief

In de huidige tariefstructuur bestaan er drie tariefcomponenten:

1. kW-contract: Partijen contracteren een vermogen bij de netbeheerder, dat geldt voor elk moment van het jaar. Partijen kunnen dit vermogen aanpassen en mogen tot die grens gebruik maken van het elektriciteitsnet. In het visuele voorbeeld in Figuur 3 is dit een kW-contract van 1.500 kW.
2. kW-max: Ieder kwartier wordt de hoeveelheid elektriciteitsverbruik gemeten. Hieruit is het gemiddelde vermogen in kW van dat kwartier af te leiden. Het gemiddelde vermogen (de piekvraag) per maand is de kW-max. In het voorbeeld is de maximale kwartierpiek 1.300 kW.
3. kWh: Deze tariefcomponent geldt alleen voor partijen met een transportvermogen kleiner dan 2.000 kVA.² Dit is het totale jaarlijkse elektriciteitsverbruik, in het voorbeeld bijvoorbeeld 3.300 kWh in de weergegeven vier uur.

² Daarmee is grofweg 1.600 - 1.800 kW elektriciteitsverbruik mogelijk.

Figuur 3 - Voorbeeld visualisatie elektriciteitsverbruik en tariefcomponenten



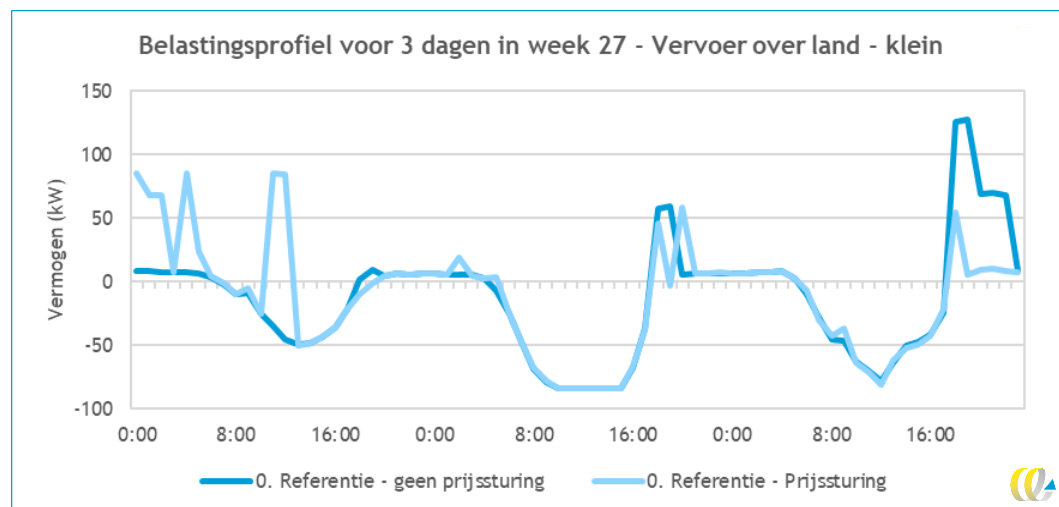
3.1.1 Energiekostensturing met huidige nettarieven

Energiekostensturing in de referentiesituatie in deze studie bestaat uit twee onderdelen:

- Elektriciteitsverbruik zoveel mogelijk verplaatst naar momenten met goedkope elektriciteitsaanbod. In Figuur 4 is hier een voorbeeld van weergegeven voor een klein logistiek bedrijf met elektrische voertuigen. In lichtblauw zien we dat de elektriciteitsvraag wordt verplaatst, ten opzichte van het originele laadprofiel in donkerblauw. De negatieve waarden zijn de momenten met zon-pv-productie.
- De nettarieven verlagen door een minder hoog piekvermogen te realiseren, waardoor er minder betaald hoeft te worden voor de kW-max en kW-contract. In het voorbeeld in Figuur 4 zien we dat de originele piek zo'n 130 kW was. Met energiekostensturing is een lagere piekbelasting voordeliger; zo'n 90 kW. De nettarieven zijn dan significant lager.

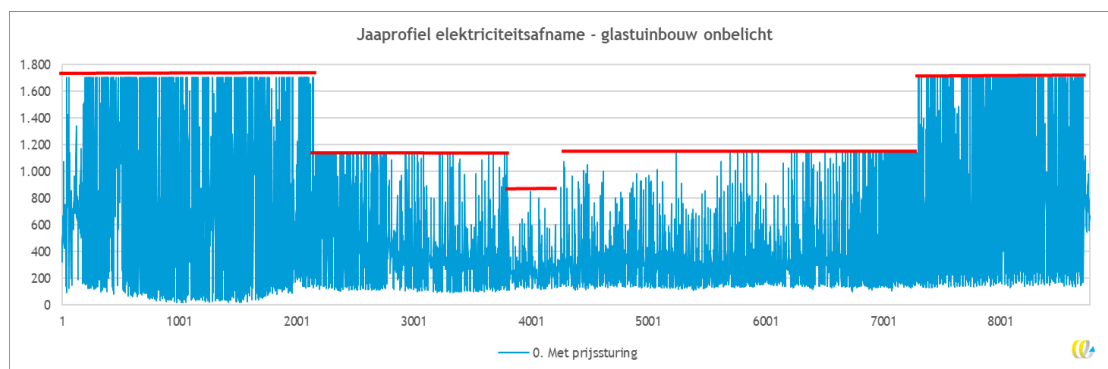
Voor bedrijven is er een kostenafweging tussen deze twee effecten: een laag transportvermogen betekent dat er ook op duurdere momenten stroom afgenomen moet worden.

Figuur 4 - Effect energiekostensturing op nettarieven en energieprijzen



Met de huidige tariefstructuur betalen partijen voor hun maandelijkse piek. Een goed voorbeeld hiervan is de glastuinbouw, waarvoor het jaarlijkse profiel is weergegeven in Figuur 5. In de maanden januari, februari, maart, november en december is er een groot warmtevraag en is de kW-max 1.700 kW. In juli is het kW-max slechts 1.050 en in de andere maanden 1.150 kW. Het kW-contract voor dit bedrijf wordt bepaald door de absolute piek en is dus minimaal 1.700 kW.

Figuur 5 - Visualisatie maandelijkse kW-max - glastuinbouw onbelicht



3.2 Uitgangspunten voor nieuwe nettariiefstructuur

In de volgende paragrafen worden algemene uitgangspunten en uitgangspunten over de hoogte van tarieven, wegingsfactoren en tijdsvenster toegelicht.

3.2.1 Algemene uitgangspunten

Enkele uitgangspunten zijn vastgesteld door de opdrachtgever:

- Huidige verdeling van de toegestane inkomsten over de tariefdragers kW-max, kW-contract en kWh, zoals opgenomen in Tabel 4. Deze verschillen vanuit het kostenveroorzakingsprincipe: per netvlak worden de kosten op verschillende manier het beste gerepresenteerd in de nettarieven.
- Geen locatie-differentiatie. Dit is een afweging tussen complexiteit voor netbeheerders en marktpartijen, en de juistheid van de prikkel die gegeven wordt. Lokaal kan de netbelasting immers afwijken van de tijdsafhankelijke tarieven. Dit kan in de toekomst toenemen met veranderende profielen door ander type energie-afnemers of sturing op elektriciteitsprijzen.
- De tijdsafhankelijkheid wordt toegepast met wegingsfactoren en tijdsvensters; in lijn met de tijdsafhankelijke nettarieven die bij TenneT worden toegepast.
- Geen verdere wijziging van de tariefstructuur, dus bijvoorbeeld een kW-max per week of gemiddelde van een aantal hoogste pieken.

Tabel 4 - Verdeling nettarieven over tariefdragers uit Tarieencode elektriciteit (ACM, 2022)

	MS en trafo MS/LS	EHS, HS, TS en trafo HS+TS/MS
kW-contract	25%	50%
kW-max	25%	50%
kWh	50%	0%

Daarnaast hanteren we nog enkele additionele uitgangspunten:

- Aantal verwachte aangesloten voor 2025, zoals opgenomen in Tabel 5. In Nederland geldt een verdeling van 25% kW-contract, 25% kW-max en 50% kWh dus voor zo'n 71.000

aansluitingen. De verdeling met 50% kW-max en 50% kWh telt voor zo'n 900 aansluitingen.

- Een vergelijkbaar overzicht is gemaakt voor het totaal verwacht gecontracteerde vermogen in Tabel 6. Voor ongeveer 25% van het vermogen geldt het tarief met enkel kW-max en kW-contract. In totaal is 70% van het gecontracteerd vermogen gecontracteerd in het MS-net en MS/LS trafo, en kent dus de tariefdragers kWh, kW-max en kW-contract. De overige 5% op LS kent de tariefdragers kW-contract en kWh.

Tabel 5 - Aantal verwachte aangeslotenen (rekenvolumes) voor 2025 volgens tariefbladen netbeheerders³

Type aansluiting	Stedin	Liander	Enexis	Westland	Totaal
TS	87	15	6		108
Trafo HS+TS/MS	227	347	207	16	797
MS	4.501	9.290	13.652	303	27.746
Trafo MS/LS	12.979	16.183	13.492	809	43.463
LS	7.161	8.281	6.918	213	22.573

Tabel 6 - Totaal verwacht gecontracteerd vermogen aangeslotenen voor 2025 volgens tariefbladen netbeheerders (rekenvolumes)

Type aansluiting	Stedin	Liander	Enexis	Westland	Totaal	Eenheid
Afneemers HS	-	916	-	-	916	kW
Afneemers TS	918	95	82	-	1.096	kW
Trafo HS+TS/MS	735	1.772	1.246	103	3.856	kW
MS	1.908	3.450	4.317	315	9.989	kW
MS/LS	1.166	1.321	1.075	160	3.722	kW
LS	396	256	201	7	860	kW
Totaal	5.122	7.810	6.921	584	20.438	kW
Waarvan totaal EHS, HS, TS	1.653	2.783	1.329	103	5.868	kW
Waarvan totaal MS en LS	3.469	5.027	5.592	482	14.571	kW

3.2.2 Tariefinkomsten en hoogte nettarieven in referentie

CE Delft heeft in de studie voor de ACM over een eventueel invoedingstarief de prognoses over de nettarieven verder uitgewerkt. De resultaten zijn in lijn met onder andere studies van NBNL (Netbeheer Nederland, 2024).⁴ De totale kosten van de regionale netbeheerders die in rekening gebracht worden zijn 5,3 miljard euro in 2024 en nemen toe tot 8,8 miljard in 2030. In 2030 schatten we in dat hiervan 3,15 miljard in rekening wordt gebracht bij grootverbruikers; uitgaande van een gelijke verdeling over type aangeslotenen als in 2024. Dit komt overeen met een totale stijging van netbeheerkosten van zo'n 67%. Gebaseerd op eerdere data en een studie van NBNL, schatten we in dat er zo'n 12,5% additionele aangeslotenen zijn; waardoor de netto tariefstijging 48% is.

De tarieven in Tabel 7 gelden in het referentiescenario: oftewel met de huidige tariefstructuur. Per tariefvariant worden de absolute tarieven bepaald.

³ HS, TS, MS en LS betekenen een aansluiting op bijvoorbeeld een MS-kabel. Een trafo MS-LS betekent een eigen directe aansluiting op een MS/LS-transformator. De omvang van de aansluiting bepaalt het type. Voor deze tabel zijn de vier grootste regionale elektriciteitsnetbeheerders opgenomen.

⁴ Dit waren de recentste inzichten op moment van vaststellen aannames in deze studie. De totale netbeheerkosten zijn gelijk in beide studies voor 2030. De studie van CE Delft omvat een verder onderscheidt in verdeling van kotsen over kleinverbruikers, grootverbruikers bij regionale netbeheerders en grootverbruikers bij TenneT. Daarnaast omvat de studie onderscheidt in systeem- en transportkosten.

Tabel 7 - Aannames stijging nettarieven in het referentiescenario (zonder tijdsafhankelijk nettarief) ⁵

	Transporttarief componenten	Afne­mers trafo MS/LS	Afne­mers MS	Afne­mers Trafo HS+TS/MS	Eenheid
Vermogen		50 tot 500 KW	500 kW tot 1.700 kW ⁶	Vanaf 1,7 MW	
Geschatte groei	Groei kosten 2024 tot 2030	67%	67%	67%	%
	Groei aangesloten vermogen	12,6%	12,6%	12,6%	%
	Netto stijging per aangesloten	48%	48%	48%	%
2030	Vastrecht	€ 654,85	€ 654,85	€ 4.098,37	€/jaar
	kW gecontracteerd per jaar	€ 62,81	€ 39,74	€ 65,04	€/kW/jaar
	kW max per maand	€ 4,75	€ 4,75	€ 7,51	€/kW/maand
	kWh tarief normaal	€ 0,029	€ 0,029	€ -	€/kWh

Kijkend naar de opbouw van de totale kosten van de nettarieven voor grootverbruikers schatten we gebaseerd op onze berekeningen de verhouding in, zoals weergegeven in Tabel 8. De systeemkosten worden sterk gedreven door referentie-incident, balanskwaliteit en marktprijzen voor FCR en FRR. De kosten voor net op zee door de verduurzaming van Nederland en de kosten bij regionale netbeheerder en landelijke netbeheerder voor net op land door zowel de kosten voor het net zelf als voor de organisatie. Deze kosten worden sterker gedreven door de absolute pieken (kW) op het elektriciteitsnet. Dit geeft inzicht waaruit de nettarieven bestaan en op welke kostencomponenten tijdsafhankelijke nettarieven impact hebben. Een verplaatsing van elektriciteitsvraag resulteert in een potentiële verandering in (een deel van) de regionale netbeheerderskosten en het TenneT net op land; oftewel zo'n 56% van de totale kosten. De systeemtaak van TenneT en het net op zee worden niet direct beïnvloed.

Tabel 8 - Ingeschatte opbouw tariefkosten voor grootverbruikers aangesloten bij regionale netbeheerders in 2030

Opbouw tariefkosten	Kosten grootverbruikers RNB	Percentage
Regionale netbeheerders kosten	€ 1.270.000.000	40%
TenneT transport (net op land)	€ 500.000.000	16%
TenneT systeem	€ 380.000.000	12%
Net op zee	€ 1.010.000.000	32%
Totaal	€ 3.160.000.000	100%

3.2.3 Wegingsfactoren

TenneT hanteert een minimum van 0,6 als wegingsfactor voor de tijdsafhankelijke nettarieven op het hoogspanningsnet. De onderbouwing voor het minimum dat “... de gemiddelde belasting tijdens de uren met de laagste belasting circa 60% is van de gemiddelde belasting tijdens de uren met de hoogste belasting” (Netbeheer Nederland, 2023).

⁵ De tarieven voor 2024 zijn de Liander tarieven, maar zijn grotendeels vergelijkbaar voor andere regionale netbeheerders. De hier weergegeven getallen zijn de waardes waarmee is gerekend.

⁶ De grens voor afnemers op MS net of hoger (grens voor het kWh-nettarief) verschilt per netbeheerder. In deze studie is 2 MVA, oftewel ongeveer 1,7 MW als uitgangspunt gehanteerd.

We zien twee manieren om naar de minimale wegingsfactor te kijken:

1. Gebaseerd op de minimale belasting in het net; dit is gekoppeld aan het principe van kostenreflectiviteit. Deze is lager voor de regionale netbeheerders dan voor TenneT, aangezien er op momenten een lagere netbelasting in de netten van de regionale netbeheerder is.
2. Vanuit netefficiëntie beredeneerd kan vastgesteld worden welke prikkel vereist is om gedragsverandering te realiseren. Dit kan leiden tot een hogere prikkel (en verschillen in netkosten tussen aangesloten en niet aangesloten) dan te beredeneren is vanuit kostenreflectiviteit.

In het referentiescenario gaan we ervan uit dat de wegingsfactoren gehanteerd worden van 0,2 tot 1,0. Dit omdat we daarmee een grotere gedragsverandering verwachten en we daarmee de maximale netimpact van tijdsafhankelijke tarieven inzichtelijk maken. Daarnaast is dit te verdedigen, aangezien de netbelasting lager is in de netten van de regionale netbeheerders tijdens daluren. De factor 0,2 komt dus redelijk overeen met de gemiddelde netbelasting op momenten lage netbelasting in de netten van de regionale netbeheerder.

Tabel 9 - Resulterende categorie en wegingsfactor

Categorie	1	2	3	4	5
Wegingsfactor	20%	40%	60%	80%	100%

Per tariefvariant, zoals uitgewerkt in Paragraaf 3.1, leidt dit tot een minimale weging. Het effect hiervan verschilt voor aangesloten op MS en MS/LS-niveau en HS- en TS-aangesloten, aangezien zij een andere verdeling kennen over de tariefdragers kW-max, kW-contract en kWh, zoals getoond in Tabel 4.

3.2.4 Tarieftijdsvenster

De regionale netbeheerders hebben een profiel vastgesteld voor hun netten; gebaseerd op analyse van heel Nederland. Dit profiel kent een grote overeenkomst met bijna alle stations en daarom is slechts één profiel vereist voor heel Nederland. De analyse van NBNL heeft geleid tot een profiel voor weekdays en weekenddagen, zoals opgenomen in Figuur 6 en Figuur 7. Het tarief voor kW-contract functioneert iets anders en kent één profiel voor het jaar gebaseerd op de tariefwegingsfactoren in de wintermaanden, dit is opgenomen in Figuur 8. Dit profiel kent net iets andere wegingsfactoren omdat er één profiel is voor het hele jaar, hier is dus geen maand- of seizoenspatroon opgenomen. Bij een eventuele invoering van tijdsafhankelijke nettarieven kan dit profiel nog aangepast worden, na verdere analyses van de netbeheerders.

Het tarieventijdsvenster worden vooraf vastgesteld en geldt dan voor het volledige jaar; binnen een kalenderjaar zullen geen veranderingen plaatsvinden. Het is nog niet bekend hoe vaak het tarieftijdsvenster aangepast zal worden. Dit is vereist als de netbelasting verandert, doordat partijen op andere momenten stroom gaan verbruiken.

Figuur 6 - Aanneمة tarieftijdsvenster in deze studie voor regionale netbeheerders - weekdag voor het tijdsafhankelijke kW-max en kWh. Bij een uiteindelijke implementatie zal een definitief tarieftijdsvenster vastgesteld worden wat nog kan afwijken

Profiel voor wekdagen	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Januari	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
Februari	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
Maart	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
April	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
Mei	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Juni	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Juli	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Augustus	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
September	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8
October	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8
November	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
December	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8

Figuur 7 - Aanneمة tarieftijdsvenster in deze studie voor regionale netbeheerders - weekenddag voor het tijdsafhankelijke kW-max en kWh. Bij een uiteindelijke implementatie zal een definitief tarieftijdsvenster vastgesteld worden wat nog kan afwijken

Profiel voor weekenddagen	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Januari	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
Februari	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
Maart	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
April	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
Mei	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Juni	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Juli	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Augustus	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
September	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
October	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
November	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
December	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6

Figuur 8 - Aanneمة tarieftijdsvenster voor regionale netbeheerders in deze studie - kW-contract. Bij een uiteindelijke implementatie zal een definitief tarieftijdsvenster vastgesteld worden wat nog kan afwijken

kWcontract	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6	0,6

4 Vijf varianten tijdsafhankelijke nettarieven

Samenvatting hoofdstuk

In dit hoofdstuk zijn de vijf varianten van tijdsafhankelijke nettarieven uitgewerkt en met voorbeelden toegelicht. Voor uitleg over de opzet van de huidige tariefstructuur, de verdeling van nettarieven per kWh/kW-max/kW-contract en aannames voor tijdsafhankelijke nettarieven zie Hoofdstuk 3. De vijf tariefvarianten in deze studie zijn:

- Variant 1: Tijdsafhankelijkheid op alleen de kW-max.
- Variant 2: Tijdsafhankelijkheid op het kWh.
- Variant 3: Tijdsafhankelijkheid op kW-max en kWh.
- Variant 4: Tijdsafhankelijkheid op het kW-contract.
- Variant 5: Tijdsafhankelijkheid op alle tariefdragers.

De verschillende tariefdragers kunnen tijdsafhankelijk gemaakt worden. Dit betekent:

- kW-contract: Vooraf contracteren partijen een bepaald vermogen per uur, dat geldt voor alle dagen. Dit gecontracteerde vermogen mag niet overschreden worden. In voorbeeld in Tabel 10 is dit vermogen per uur weergegeven; een partij mag in principe zijn kW-contract per uur niet overschrijden, maar dient dat dan naar boven toe bij te stellen (mits mogelijk).
- kW-max: De maximale maandelijkse gewogen kW-waarde wordt gefactureerd. In het voorbeeld in Tabel 10 is dit 9 MW voor deze periode. Op sommige uren wordt 10 MW afgenomen, maar dan is de wegingsfactor lager.
- kWh: Er vindt een som plaats van de gewogen kWh'en. In het voorbeeld hieronder is dit de som over 12 uur en in totaal 66,2 MWh-gewogen terwijl er in totaal 103 MWh is afgenomen.

Tabel 10 - Voorbeeld vermogen en effect tijdsafhankelijke tariefdragers

Uur	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Wegingsfactor	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
Vermogen (MW)	10	10	5	7	10	10	10	8	9	8	8	8
Gewogen waarde (MW) voor dit uur = Vermogen (MW) * wegingsfactor	4	4	2	2,8	4	4	6	6,4	9	8	8	8

4.1 Tijdsafhankelijk kW-max

De kW-max is de maximale gemeten maximale belasting tijdens een kwartier. Met het tijdsafhankelijk maken van deze tariefcomponent wordt een nieuwe kW-maxgewogen berekend door middel van een vermenigvuldiging van de kW-max en de wegingsfactor. De maximale kW-maxgewogen van alle kwartieren in een maand, wordt gehanteerd om de kosten te berekenen.

Dit betekent dat een bedrijf dat alleen op momenten met een lage wegingsfactor gebruikt ook een lager tarief betaalt; tot 60% van het maximale nettatarief. Ook betekent dit dat een bedrijf tijdens momenten met een lagere wegingsfactor, extra vermogen kan gebruiken tegen dezelfde kosten ten opzichte van momenten met hoge piekbelasting (dus hoge wegingsfactor).

Het tarieventijdsvenster kent 6 maanden met een maximale wegingsfactor van 0,8 en 6 maanden met maximale wegingsfactor van 1,0. Een eerste inschatting van de tarieven voor kW-max zijn opgenomen in Tabel 11. Doordat al het vermogen wordt vermenigvuldigd met een wegingsfactor van 1 tot 0,2. Wordt er minder kW-maxgewogen in rekening gebracht. Partijen nemen dezelfde elektriciteit af, maar dit wordt dus vermenigvuldigd met een wegingsfactor. Dit betekent dat het tarief per kW-max hoger moet zijn, aangezien de inkomsten van de netbeheerder gelijk dienen te blijven. We gaan uit van een gemiddelde wegingsfactor van ongeveer 0,85 voor grootverbruikers op de regionale netten, gebaseerd op inzichten uit de casussen van deze studie. Dit wordt grotendeels al veroorzaakt doordat partijen simpelweg niet altijd veel stroom verbruiken op momenten met hoge wegingsfactoren, zoals kantoren die vooral stroom overdag gebruiken. Dit betekent dat de netbeheerders vanwege de wegingsfactoren ongeveer 85% minder in rekening brengen, waardoor de kosten per kW-max toenemen, maar de totale netbeheerdersinkomsten in 2030 gelijk blijven (bij gelijkblijvende patronen).⁷

Tabel 11 - Inschatting tarieven kW-maxgewogen met tijdsafhankelijkheid

Tarief kW-max	Afne­mers trafo MS/LS	Afne­mers MS	Afne­mers Trafo HS+TS/MS	Afne­mers HS tot 80MW
kW-max-tarief zonder tijdsafhankelijkheid (€/kW/maand)	€ 4,75	€ 4,75	€ 7,51	€ 3,46
kW-maxgewogen-tarief met tijdsafhankelijkheid (€/kW/maand)	€ 5,59	€ 5,59	€ 8,84	€ 4,07

Er geldt dat de kW-contractwaarde nog steeds bepaald wordt door de hoogste gemeten piek, en dus niet de gewogen piek (=gemeten piek * wegingsfactor). Als een partij op een moment veel meer vermogen wil afnemen, vanwege een lage kW-max wegingsfactor, wordt het kW-contract in rekening gebracht op de gemeten afname.

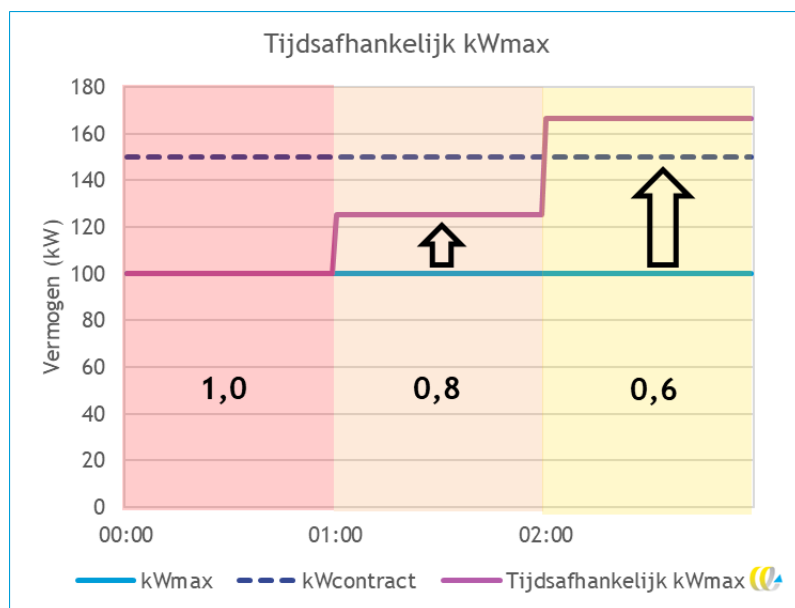
⁷ TenneT rekent in het eerste tarievenvoorstel met tijdsafhankelijke nettatarieven met 90% rekenvolumes, echter is daar de gemiddelde wegingsfactor lager. Het minimum bij het TenneT voorstel is namelijk maar 0,6 terwijl in deze studie een minimale wegingsfactor van 0,2. Daarnaast blijkt uit eerste analyses dat er bedrijven zijn die een lagere gemiddelde kW-maxgewogen realiseren aan de hand van hun belastingsprofiel.

4.1.1 Voorbeeld effect tijdsafhankelijk kW-max

Bij een tijdsafhankelijk kW-max-tarief kan een partij extra vermogen afnemen op momenten met een lage wegingsfactor. In het voorbeeld in Figuur 9 is de kosten optimale kW-max in de maand 100 kW. Dit betekent dat op een moment met een wegingsfactor van 0,6, gebruikte vermogen wat leidt tot dezelfde prijs is: $100/0,6 = 166$ kW. Op een moment met wegingsfactor van 0,2 mag er zelfs 500 kW afgenomen worden om tot een kW-maxgewogen te komen van 80 kW.

Op momenten met lage wegingsfactoren moment zou er nog meer vermogen afgenomen mogen worden, zonder tot een hoger kW-maxwaarde te komen. Echter zou dit leiden tot noodzaak voor een hoger kW-contract, wat niet kosteneffectief is. Een hogere piek afnemen van het net dan 150 kW in dit voorbeeld resulteert niet in hogere kosten voor de tijdsafhankelijke kW-max, maar wel in een hogere kW-contractwaarde. In de kostenoptimalisatie komt dus naar voren dat vaak het potentieel van de tijdsafhankelijke kW-max niet zeer veel gebruikt kan worden. We zijn in de modellering er vanuit gegaan dat energie-kostensturing dan wel plaatsvindt, maar tot aan een kosteneffectieve waarde van het kW-contract.

Figuur 9 - Werking tijdsafhankelijk kW-max-nettarief in relatie met tijdsonafhankelijk kW-contract



Het bepalen van de inzet van technieken op een tijdsafhankelijke kW-max vereist afstemming van flexibiliteit op de overige elektriciteitsvraag. Bijvoorbeeld; het aansturen van de elektrische auto's moet afgestemd zijn op de overige elektriciteitsvraag en op de toegestane piekbelasting. Daarnaast vereist het inzicht in de (verwachte) maandelijkse piek. De absolute gewogen piek bepaalt immers het tarief; als er eenmaal een hoge afnamepiek is geweest kan het bedrijf de rest van de maand ook een netbelasting tot dat niveau realiseren zonder hogere kosten.

4.2 Tijdsafhankelijk kWh

De kWh-nettariefdrager is gemiddeld 50% van de transportkosten voor MS-aangeslotenen en 0% voor aangeslotenen op het TS- en HS-netwerk. Het is daarmee voor het grootste gedeelte van het aantal aangeslotenen grootverbruikers op de netten van de regionale net-beheerders de grootste tariefcomponent.

De totale elektriciteitsvraag in 2023 was volgens de ENTSO-E 109 TWh. Met de wegingsfactoren in deze studie was dit gewogen met de wegingsfactoren 59 TWh; oftewel 54%. De spreiding van wegingsfactoren van 0,2 tot 1,0 leidt dus tot een gemiddelde wegingsfactor op nationaal niveau van 0,54.

Om dezelfde inkomsten te realiseren moet het tarief per kWh-gewogen dus hoger zijn dan het tarief per kWh in de huidige tariefstructuur. Hierbij is gerekend met een geschatte gedragsverandering door de partijen, vooraf aan de studie. Met een geschat tarief per kWh van 0,290 €/kWh, is een tarief van 0,537 €/kWh-gewogen vereist met de elektriciteitsprofielen van 2023.

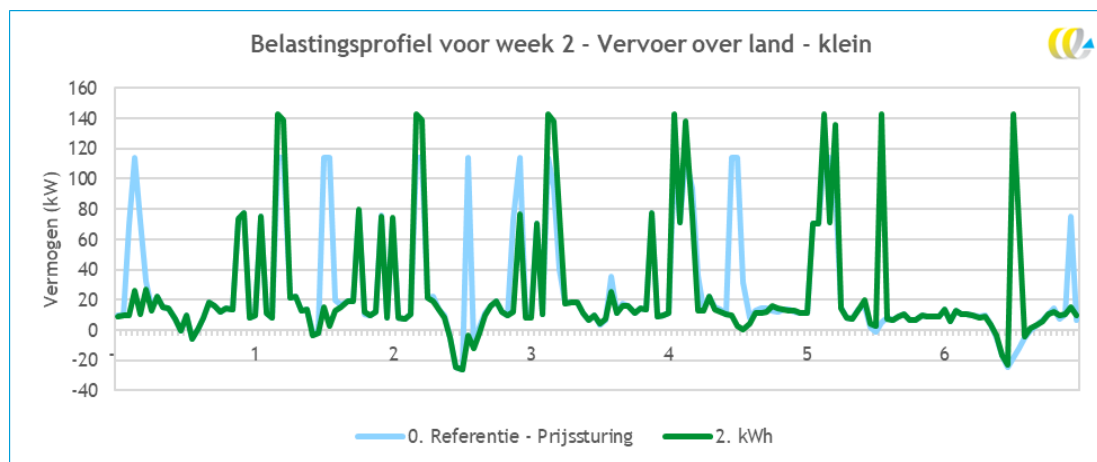
Tabel 12 - Globale eerste inschatting van tarieven per kWh

Tarief kWh	Afnemers trafo MS/LS	Afnemers MS	Afnemers Trafo HS+TS/MS	Afnemers HS tot 80MW
kWh-nettarief zonder tijdsafhankelijkheid (€/kWh)	€ 0,029	€ 0,029	€-	€-
kWh-gewogen-tarief met tijdsafhankelijkheid (€/kWh)	€ 0,056	€ 0,056	€-	€-

4.2.1 Voorbeeld tijdsafhankelijk kWh

Het tijdsafhankelijke kWh-nettarief resulteert in een extra uurlijkse prijscomponent. Dit betekent dat er een nieuw prijssignaal ontstaat waarop flexibele elektriciteitsvraag stuurt: combinatie van de elektriciteitsprijs én de tijdsafhankelijke kWh-kosten. Daarbij kan het voorkomen dat er nieuwe uren zijn waarop elektriciteitsvraag goedkoper is. Als voorbeeld is het elektriciteitsverbruik van een week weergegeven in Figuur 10 voor de casus vervoer op land - klein. We zien daarbij een duidelijk verschuiving van de elektriciteitsvraag bij introductie van een kWh nettarief. Daarnaast zien we dat er bij de kWh variant hogere pieken afgenomen worden in deze maand; het verlagen van de kWh-nettariefcomponent maakt het aantrekkelijk om een hoger vermogen (en daarmee kW-max) af te nemen.

Figuur 10 - Effect tijdsafhankelijk kWh-nettarief - vervoer op land - klein

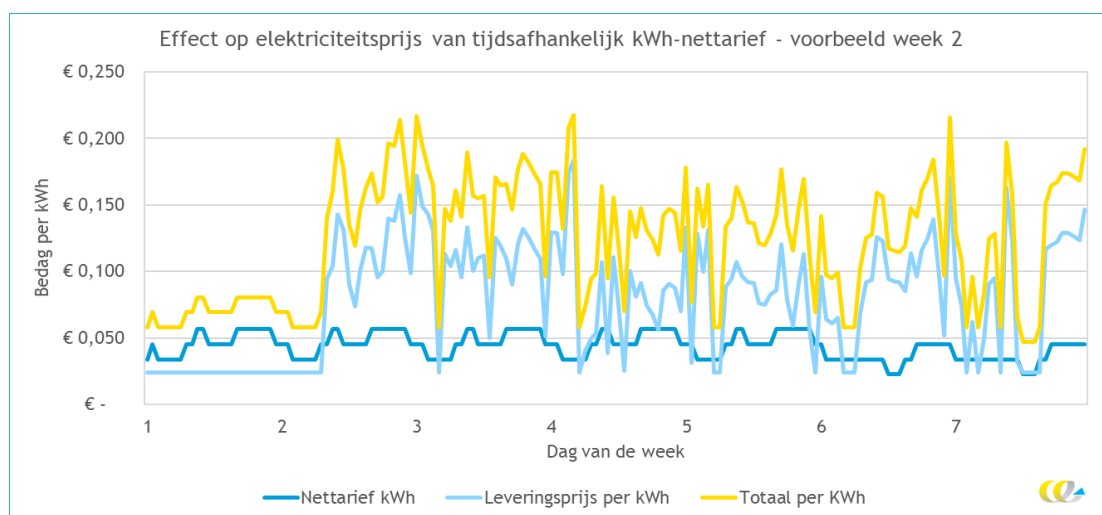


De kWh-nettariefcomponent geldt alleen voor aangesloten op het MS-net, oftewel grofweg tot de 2.000 kVA oftewel 1.700 kW. De grens voor afnemers op MS net of hoger (grens voor het kWh-nettarief) verschilt per netbeheerder. In deze studie is 2 MVA, oftewel ongeveer 1,7 MW als uitgangspunt gehanteerd.

4.2.2 Correlatie uurlijkse elektriciteitsprijzen en tijdsafhankelijk kWh-nettarief

Als voorbeeld is de elektriciteitsprijs en het nettatarief weergegeven in Figuur 11, uitgaande van de gemodelleerde elektriciteitsprijzen in 2030 en ingeschatte tijdsafhankelijke nettarieven. Het effectieve tijdsafhankelijke kWh-nettarief is weergegeven in donkerblauw, de leveringsprijs (inclusief kosten en marge energieleverancier) in lichtblauw en de totale effectieve prijs in geel. De eerste dag is er een overschot van duurzame elektriciteit door wind op zee, het tijdsafhankelijke nettatarief resulteert erin dat er variatie ontstaat in de elektriciteitsprijs afhankelijk van de wegingsfactor. Hiermee kan elektriciteitsvraag gestuurd worden. Op veel andere uren is te zien dat de lage leveringsprijzen overeenkomen met momenten met een lage wegingsfactor, en dus tijdsafhankelijk kWh-nettarief. De kostencomponent van het tijdsafhankelijke kWh-nettarief is wel significant kleiner.

Figuur 11 - Voorbeeld van week 2 van elektriciteitsprijs, tijdsafhankelijk nettatarief en totale elektriciteitsprijs



Voor het aangenomen elektriciteitsprijzen scenario is de relatie onderzocht tussen de tijdsblokken en de elektriciteitsprijs en getoond in Tabel 13. De tijdsblokken zijn geclusterd volgens de range van 0,2 tot 1,0, zoals de wegingsfactoren zijn bepaald aan de hand van het tarieftijdsvenster. De elektriciteitsprijzen zijn geordend in zes categorieën: uren met prijs van 0 €/MWh en vervolgens in percentages van de hoogste prijs.

Tabel 13 - Relatie wegingsfactor/tijdsblok en elektriciteitsprijs range

		Elektriciteitsprijs range van 0 tot 450 €/MWh					
		Prijs: 0 €/MWh	Prijs: 1 tot 40 €/MWh	Prijs: 40 tot 80 €/MWh	Prijs: 80 tot 120 €/MWh	Prijs: 120 tot 160 €/MWh	Prijs: Groter dan 160 €/MWh
Wegingsfactor gekoppeld aan tijdsblok	0,2	57%	5%	25%	11%	1%	0,5%
	0,4	36%	7%	32%	19%	4%	1,1%
	0,6	31%	8%	36%	20%	5%	0,3%
	0,8	19%	9%	37%	26%	9%	0,4%
	1	14%	6%	39%	32%	8%	0,9%

Uit deze analyse blijkt dat er een correlatie is dat momenten met een lage wegingsfactor met de tijdsafhankelijke nettarieven, vaak ook een lagere elektriciteitsprijs kennen. Dit zijn momenten met veel duurzame invoeding en daarmee wordt afname aantrekkelijk vanuit de nettarieven en elektriciteitsleveringsprijzen. Als de lage prijzen worden veroorzaakt door zon-pv, is er een overschot aan duurzame invoeding in het net. Er wordt dan (te) veel stroom teruggeleverd, waardoor extra afname het probleem dan goed kan verhelpen.

De belangrijkste uren zijn momenten dat er wel een hoge wegingsfactor is, maar ook een lage leveringsprijs. In de tijdsblokken 0,8 en 1,0 zijn er respectievelijk 19% en 14% van de uren een nulprijs. Dit zijn in totaal bijna 500 uur per jaar. De tijdsafhankelijke nettarieven zijn dan hoog, maar de elektriciteitsprijzen laag. Dit vormt een risico waarbij partijen toch stroom afnemen vanwege lage elektriciteitsprijzen, omdat het kWh-nettarief een relatief kleine component is. Daarbij zien we in Figuur 11 echter ook dat als er veel uren achter elkaar lage prijzen zijn, het tijdsafhankelijke nettatarief er wel voor kan zorgen dat er elektriciteitsvraag verschoven wordt.

4.3 Tijdsafhankelijkheid op kW-max en kWh

In deze variant geldt tijdsafhankelijkheid op zowel de kW-max- als kWh-nettariefdrager. Dit betekent dat er op twee manieren verrekend wordt; zowel de gewogen maandelijkse piek kent een prikkel als het energieverbruik op ieder uur. Het is daarmee een combinatie van de tariefvarianten uit Paragraaf 4.1 en 4.2.

Voor aangesloten onder de 2.000 kVA betekent dit tarief een grotere tariefprikkel; hierbij is 75% van de netbeheerkosten grofweg tijdsafhankelijk. Daarbij optimaliseert een aangesloten potentieel op twee prikkels:

1. De kWh-prijs per uur vanuit de energiemarkt en tijdsafhankelijk kWh-nettarief. Hierdoor vindt een verplaatsing plaats van de elektriciteitsvraag.
2. Een tijdsafhankelijke kW-max, wat extra vermogen mogelijk maakt op specifieke momenten.

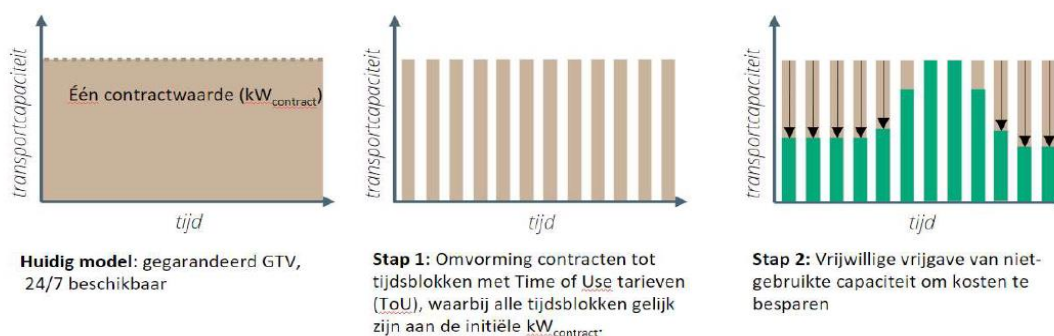
4.4 Tijdsafhankelijkheid op kW-contract (profielcontractering)

Het huidige kW-contract dient een bedrijf jaarlijks vooraf aan te geven en geldt voor elk uur van het jaar; het is één constante waarde.

In deze studie is één variant van tijdsafhankelijk kW-contract onderzocht. Dit betekent dat:

- Partijen kunnen een afwijkend vermogen contracteren voor elk uur van de dag; dit vermogen geldt dan voor elke dag van het jaar. Het is dus mogelijk om op 16:00 een vermogen te contracteren van 2 MW en om 17:00 van 1,8 MW.
- Er geldt daarbij ook wegingsfactoren: het contracteren van kW-contract is duurder op momenten met potentieel hoge netbelasting en goedkoper op rustigere momenten.
- Als er geen netcongestie is kunnen partijen meer GTV contracteren dan hun huidige GTV. Als er wel congestie is, is de verwachting dat partijen niet of beperkt extra GTV kunnen contracteren. Mogelijk wordt het contracteren van extra GTV gedurende uren met lage wegingsfactoren en ruimte in het lokale net wel mogelijk.

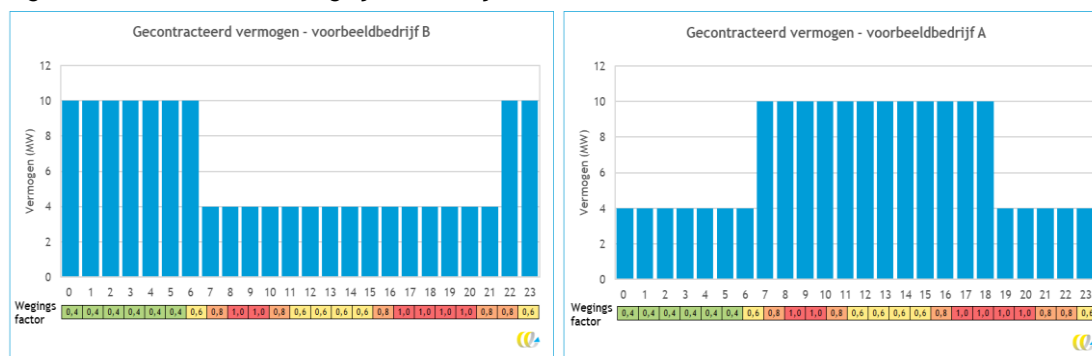
Figuur 12 - Visualisatie kW-contract (profielcontractering).



Bron: Netbeheer Nederland.

In Figuur 13 is een voorbeeld uitgewerkt van het tijdsafhankelijke kW-contract. Bedrijf A is overdag actief en contracteert dan 10 MW; buiten werktijden heeft het slechts 4 MW nodig. Bedrijf B contracteert juist in de nacht voor het opladen van elektrische voertuigen. Bedrijf A heeft een gewogen kW-contract van 5,2 MW en bedrijf B van 3,8 MW. Dit is bepaald door het gecontracteerd vermogen per uur te vermenigvuldigen met de wegingsfactor per uur. De wegingsfactoren zijn gebaseerd op data-analyse van de netbeheerders en verschillen van de wegingsfactoren voor de andere tariefvarianten.

Figuur 13 - Voorbeeld uitwerking tijdsafhankelijk kW-contract



De tarieven zijn ingeschat op een eerste analyse van de casussen. De gemiddelde wegingsfactor is 0,7. Dit betekent dat als een klant dus voor alle uren een gelijk vermogen contracteert, zijn volume 70% is (7 MW kW-contract_{gewogen} in plaats van 10 MW kW-contract). Met de verwachte profielen schatten we een realistisch gemiddeld rekenvolume van 60% in. Het kW-contract_{gewogen}-tarief is daarmee $100\%/60\% = 166,7\%$ van het kW-contracttarief.

Tabel 14 - Globale eerste inschatting van tarieven per kW-contract

Tarief kW-contract	Afnemers trafo MS/LS	Afnemers MS	Afnemers Trafo HS+TS/MS	Afnemers HS tot 80MW
kW-contracttarief zonder tijdsafhankelijkheid (€/kW)	€ 62,81	€ 39,74	€ 65,04	€ 33,32
kW-contract _{gewogen} -tarief met tijdsafhankelijkheid (€/kW)	€ 104,69	€ 66,23	€ 108,40	€ 55,54

Dit betekent dus dat het contracten van kW-contract op één uur $104,69/24 = 4,36$ €/kW kost voor MS/LS-afnemers. Ten eerste wordt het vermogen van het uur vermenigvuldigd met de wegingsfactor per uur, en vervolgens met het bedrag per kW.

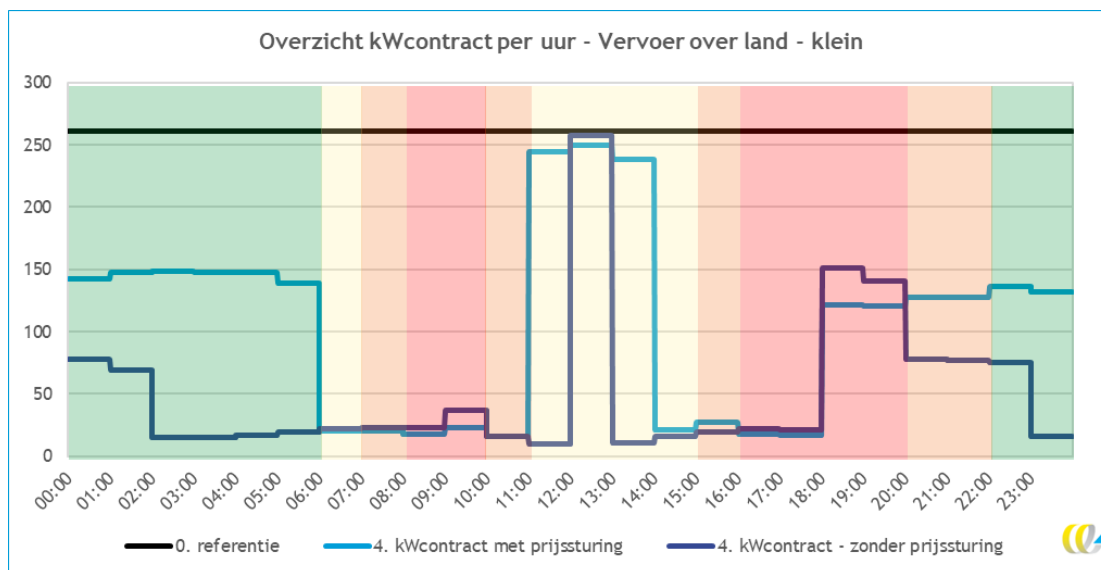
Een complexiteit in de modellering is het vooraf bepalen wanneer er welk vermogen gecontracteerd moet worden. De exacte patronen zijn wellicht bekend, maar wanneer goedkope prijzen op de day-aheadmarkt er zijn niet. Daardoor is een kostenafweging tussen het contracteren van het kW-contract en onder andere de energieprijzen complex.

4.4.1 Voorbeeld tijdsafhankelijk kW-contract

In Figuur 14 is het profiel weergegeven van het kW-contract voor vervoer op land klein. In de huidige situatie zonder energiekostensturing wordt de piek bepaald door de snellaadpiek overdag die het bedrijf nodig heeft. Dit bepaalt in de huidige tarieven de contractwaarde voor elke uur van de dag, zo'n 260 kW. Een tijdsafhankelijk kW-contract (paars) kan het bedrijf een aangepast vermogen contracteren: bijvoorbeeld 150 kW in de avonduren voor het laden van de eerste voertuigen en een laag vermogen van zo'n 80 kW in de avond en nacht. Dit gaat uit van het direct opladen van de voertuigen. Overdag is maar zo'n 30 kW nodig voor het kantoor. Door per uur het kW-contract te specificeren kan er een groot kostenvoordeel plaatsvinden.

Door energiekostensturing zien we een verandering in het profiel van het kW-contract (blauw). Er zijn meer uren met een hogere waarde; namelijk overdag voor snelladen in de omliggende uren en 's nachts voor meer verspreid laden. Op jaarbasis wordt er niet meer stroom verbruikt, maar het sturen op dynamische elektriciteitsprijzen maakt het aantrekkelijk om op meer verschillende momenten te laden. Zonder sturing op dynamische elektriciteitsprijzen is dat er niet: partijen gaan dan volgens onze aannames laden op moment dat ze aankomen. In de laaduren (van 18:00 tot 6:00 uur voor deze casus) wordt op alle uren een vermogen van zo'n 150 kW gecontracteerd. Dit maakt het mogelijk om op de uren met lage elektriciteitsprijzen te laden. Het sturen op energiekosten resulteert dus vaak in meer kW-contract, zodat er ingespeeld kan worden op de elektriciteitsprijzen.

Figuur 14 - Effect tijdsafhankelijk kW-contract met en zonder energiekostensturing - vervoer op land klein



In onze modellering wordt het kW-contractgeoptimaliseerd, afhankelijk van de uurlijkse elektriciteitsvraag. In de realiteit is dit echter complex aangezien partijen vooraf goed inzicht moeten hebben in hun uurlijkse elektriciteitsvraag. Het kW-contract kan nu (mits er voldoende transportcapaciteit is) ongeveer jaarlijks worden verhoogd dus bedrijven kunnen dit aanpassen. Op dit moment is er wijdverspreid netcongestie, waardoor een verhoging van het gecontracteerd vermogen niet mogelijk is. Dit is een potentieel grote belemmering voor het neerwaarts aanpassen van het gecontracteerd vermogen door bedrijven; ze willen dit mogelijk niet afgeven, aangezien dat extra onzekerheid creëert.

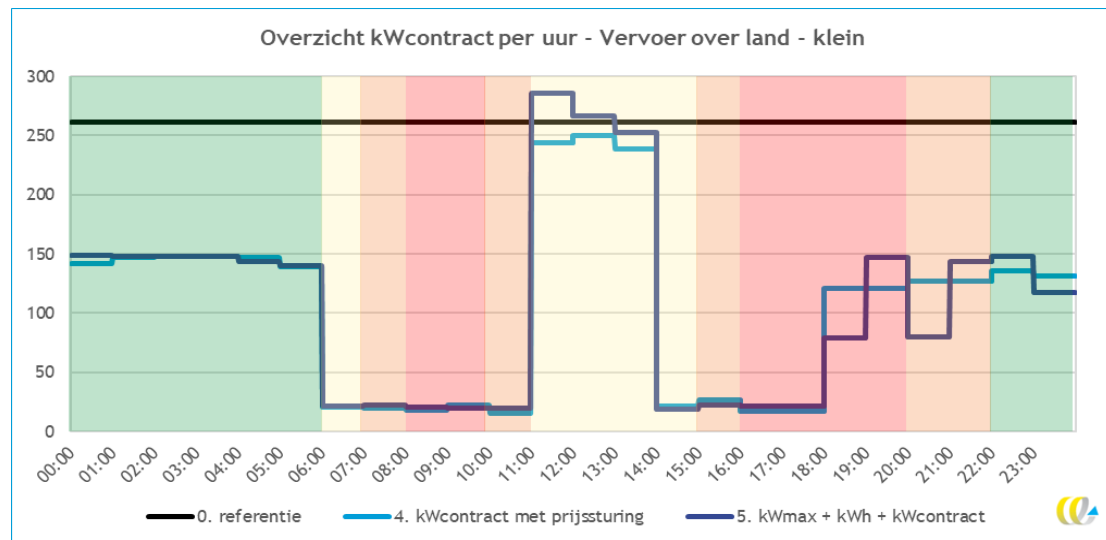
4.5 Tijdsafhankelijk kW-max, kWh en kW-contract

Alle drie de tariefcomponenten worden tijdsafhankelijk gemaakt in lijn met de eerdere varianten. Er is dan zowel een tijdsafhankelijk kW-contract dat partijen vooraf contracteren en daarnaast tarieven voor het gebruik van de transportcapaciteit gedurende de maand en dag. Dit betekent dan ook dat er het grootste kostenvoordeel te behalen is met slimme sturing, of de grootste kostentoeename is voor bedrijven die veel stroom verbruiken op piekmomenten op het net.

4.5.1 Voorbeeld effect tijdsafhankelijk kW-max, kWh en kW-contract

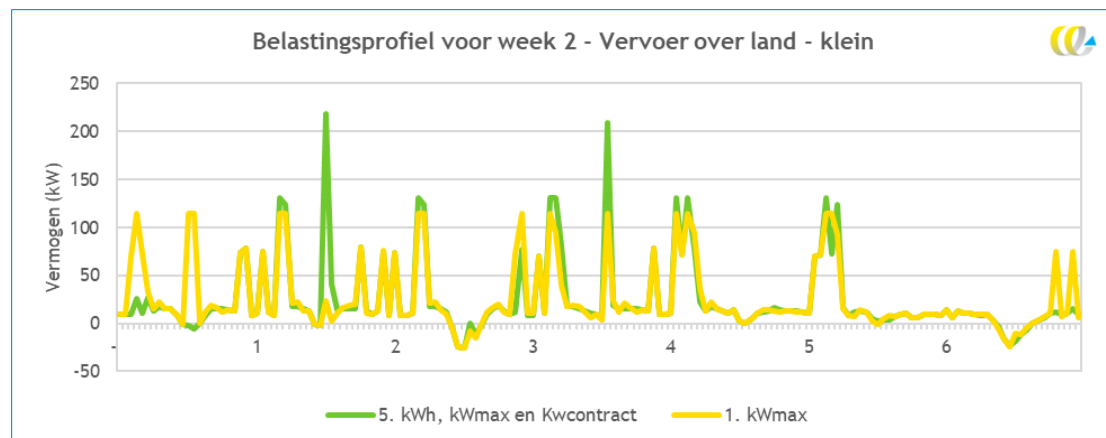
Het tijdsafhankelijk maken van alle tariefcomponenten kan leiden tot een verschuiving van het elektriciteitsverbruik. Zo zijn er kleine verschillen tussen variant 4 en 5 zichtbaar voor de casus vervoer op land klein in Figuur 15. Op uur 11 is er meer piekverbruik bij variant 5, ook in de avonduren verschilt het verbruikersprofiel iets. Dit heeft er mee te maken dat met het tijdsafhankelijke kWh en kW-contract sommige momenten extra voordelig of juist duurder worden. Hierdoor ontstaan kleine veranderingen.

Figuur 15 - Resultaat kW-contract voor huidig tarief en tijdsafhankelijk nettatarief variant 4 en 5 - vervoer op land klein



Het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract en kW-max versterkt elkaar. Bij alleen een tijdsafhankelijk kW-max concludeerde we al dat het kW-contract beperkend is om op rustige momenten extra stroom te verbruiken. In Figuur 16 is dit effect weergegeven, opnieuw voor vervoer op land klein. Het tijdsafhankelijke kW-max biedt geen ruimte voor extra piekverbruik op momenten met een lage wegingsfactor, omdat het kW-contract 114 kW is. In variant 5 zien we ten eerste een verschuiving van de laadvraag naar nieuwe goedkope momenten, dit wordt veroorzaakt door het tijdsafhankelijke kWh-nettarief. Daarnaast zijn er significant hogere pieken, tot 220 kW, op momenten met lage wegingsfactor voor kW-max en kW-contract. Dit is vanuit de modellering als kosteneffectief gebleken.

Figuur 16 - Effect van tariefvariant 1 en 5 in voorbeeldwijk - vervoer op land klein



Het optimaliseren op deze drie tijdsafhankelijke nettarieven voegt wel een complexiteit toe, mede omdat er verschillende wegingsfactoren per uur zijn voor de tijdsafhankelijke kW-max en kWh enerzijds en het kW-contract anderzijds. Uiteindelijk zal in de optimalisatie leiden tot één totaal vermogen, dat bepaald wordt gezamenlijk door het kW-max en kW-contract.

5 Typering sectoren en casussen

Samenvatting hoofdstuk

In deze studie worden de effecten van nettarieven bepaald voor 21 casussen uit veertien sectoren, die gezamenlijk representatief zijn voor een groot gedeelte van de grootverbruikers met een aansluiting bij de regionale netbeheerders in Nederland. Dit zijn de partijen die aangesloten zijn op het net van de regionale netbeheerder met een vermogen van ongeveer 50 kW tot 80 MW. De casussen zijn geïdentificeerd gebaseerd op data-analyse van gebruiksprofielen, analyse van verduurzamingsplannen van sectoren en een groot aantal interviews met bedrijven, techniekleveranciers en brancheverenigingen. In dit hoofdstuk worden de 21 casussen toegelicht, en de verwachte en gemodelleerde flexibiliteit. De detailresultaten per casus zijn opgenomen in Bijlage A. In Bijlage B is een overzicht opgenomen van de koppeling tussen de casussen en de SBI-codes. Daarnaast is daarin opgenomen hoe de casussen zijn verdeeld over de verschillende netvlakken.

Disclaimer: Het doel van de analyse is om de impact van tijdsafhankelijke nettarieven te verkennen voor verschillende typen processen en bedrijven. Individuele bedrijven zijn niet onderzocht, maar representatieve casussen gebaseerd op algemene informatie. Specifieke bedrijven zullen dus afwijken van de gedefinieerde casussen. Het doel is niet de exacte resultaten voor een bedrijf vast te stellen, maar de effecten van een tijdsafhankelijk tarief te onderzoeken en verkennen om gebaseerd hierop op breed niveau conclusies te trekken over de nettarieven.

5.1 Casussen: Eigenschappen en flexibiliteit

In totaal zijn er 21 casussen uitgewerkt en op hoofdlijnen toegelicht in Tabel 15. Er zijn twee casussen uitgewerkt voor de sectoren kantoren die verschillen in grootte, voor vervoer op land zijn drie casussen die verschillen in grootte en aantal voertuigen; voor de kleine maakindustrie zijn twee casussen uitgewerkt gebaseerd op aansluitniveau (midden- of hoogspanning).

Het zichtjaar van deze studie is 2030. Afhankelijk van de casus is er uitgegaan van het huidige energieverbruik voor 2030 of een verduurzamingsroutes met daarbij meer elektrificatie voor 2030. Een gedetailleerde uitwerking van de casussen staat in Bijlage A.

Tabel 15 - Overzicht casussen. In Bijlage B is een overzicht opgenomen van de koppeling tussen de casussen en de SBI-codes

Casus		Toelichting
1	Zorg met overnachting	Deze casus representeert zorginstellingen met overnachting, zoals een grotere zorginstelling maar kleiner dan een ziekenhuis. Bij de zorginstellingen met overnachting is er een relatief hoog elektriciteitsverbruik op weekenddagen en avonduren. Flexibiliteit in elektriciteitsverbruik zit in ruimteverwarming en -koeling en de laadvraag elektrische voertuigen. Deze casus betreft een middel-groot gebouw met een oppervlakte van 6.000 vierkante meter en een maximale verbruikspiek van 310 kW zonder energiesturing.
2	Kantoor - zeer groot	Deze casus betreft een zeer groot kantoor. De kantoren kennen een piekverbruik overdag, en lage elektriciteitsvraag 's nachts en in het weekend. Het elektriciteits- en gasverbruik per m ² bij kantoorgebouwen is relatief laag. Flexibiliteit in elektriciteitsverbruik zit in ruimteverwarming en -koeling en laadvraag elektrische voertuigen. Deze casus betreft een gebouw van 26.000 m ² en een maximale verbruikspiek van 1.550 kW zonder energiesturing.
3	Kantoor - groot	Deze casus betreft een groot kantoor. De kantoren kennen een piekverbruik overdag, en lage elektriciteitsvraag 's nachts en in het weekend. Het elektriciteits- en gasverbruik per m ² bij kantoorgebouwen is relatief laag. Flexibiliteit in elektriciteitsverbruik zit in ruimteverwarming en -koeling en laadvraag elektrische voertuigen. Deze casus betreft een gebouw van 5.000 m ² en een maximale verbruikspiek van 420 kW zonder energiesturing.
4	Onderwijs	Deze casus betreft onderwijsgebouwen van een grote middelbare- of kleine voortgezet onderwijs school. De verbruiksprofielen van kantoren, zorg- en onderwijsgebouwen zijn verwant aan elkaar, echter is er tijdens vakantieperiodes en weekenden een aanzienlijk lager energieverbruik bij onderwijsgebouwen. Daarnaast is het energieverbruik per m ² bij onderwijs significant lager dan bij kantoren en zorginstellingen, met name voor elektriciteit. Flexibiliteit in elektriciteitsverbruik zit in ruimteverwarming en -koeling en laadvraag elektrische voertuigen. De casus betreft een gebouw van 9.000 m ² en een maximale verbruikspiek van 170 kW zonder energiesturing.
5	Detailhandel	Detailhandel (bijvoorbeeld een grote Ikea) van 23.000 m ² en een maximale verbruikspiek van 700 kW. Flexibiliteit bevindt zich in lucht-waterwarmtepompen en laadvraag elektrische auto's werknemers.
6	Logies	Groot hotel, bepaald aan de hand van meetdata van energieleverancier met daarbij elektrificatie van de warmtevraag via wko. Deze casus betreft een gebouw van 4.000 m ² en een maximale verbruikspiek van 200 kW zonder energiesturing.
7	Vervoer op land - klein	Klein kantoor (170 m ²) met bedrijfshal (2.830 m ²) en elektrische voertuigen: één bestelauto, één bakwagen en één trekker oplegger. Flexibiliteit in elektriciteitsverbruik zit in laden elektrische voertuigen en ruimteverwarming en -koeling van kantoor en bedrijfshal.
8	Vervoer op land - midden met koel/vriesinstallatie	Kantoor (1.300 m ²) met een middelgrote bedrijfshal (19.700 m ²) en elektrische voertuigen: zeventien bestelauto's, vijf bakwagens en drie trekker-opleggers. Daarnaast heeft deze casus een groot koel- en vrieshuis, waarbij de elektriciteitsvraag twee uur verplaatst kan worden. Flexibiliteit in elektriciteitsverbruik zit in laden elektrische voertuigen en ruimteverwarming en -koeling van kantoor en bedrijfshal.
9	Vervoer op land - groot	Kantoor (3.400 m ²) met een grote bedrijfshal (53.600 m ²) en elektrische voertuigen: vier bestelauto's en 66 bakwagens of trekker-opleggers. Flexibiliteit in elektriciteitsverbruik zit in laden elektrische voertuigen en ruimteverwarming en -koeling van kantoor en bedrijfshal.

Casus	Toelichting
10	Glastuinbouw - belicht
11	Glastuinbouw - belicht
12	Batterij
13	Warmtenet
14	Datacenters
15	Snelladen
16	Papierproductie
17	Voedingsmiddelen - zuivel
18	Industriële bakkerij
19	Kunststoffen
20	Kleine maakindustrie MS
21	Kleine maakindustrie HS

5.1.1 Niet-geselecteerde casussen

Casussen buiten scope zijn:

- Alle casussen kleiner dan 3x80A (dit zijn kleinverbruikers) en groter dan 80 MVA (aangesloten bij TenneT).
- Agrariërs hebben een zeer hoog aantal dieren nodig voordat ze een grootverbruikers-aansluiting nodig hebben. Een melkveebedrijf moet 7 tot 8 maal groter zijn dan het

gemiddelde voordat het een grootverbruikersaansluiting heeft. Daarom is deze sector uitgesloten.

- Enkele zeer grootschalige utiliteit zoals ziekenhuizen en grote schoolgebouwen/ universiteiten zijn klein in aantal, daarom zijn deze niet meegenomen. De omvang is vergelijkbaar met sommige casussen zoals kantoren zeer groot, en de profielen vergelijkbaar met de meegenomen (maar kleinere) casussen.
- Waterschappen zijn uit data-analyse van de netbeheerders een klein aantal van de aansluitingen.
- Sportverenigingen zijn een klein aantal van de grootverbruikers volgens de data van de regionale netbeheerders.
- De spoorsector is niet opgenomen vanwege grote diversiteit in profielen in de sector en beperkte open geaggregeerde meetdata van Alliander.
- Er zijn specifieke sectoren met een speciaal nettatarief met minder dan 600 uur per jaar afname en tevens een klein aantal aansluitingen; deze categorie wordt niet meegenomen in deze studie.

Koppeling van SBI code aan casus

Als u wilt weten welke casus voor u relevant is, of hoe we gewaarborgd hebben zo veel mogelijk bedrijven te representeren, geeft Bijlage B een mooi overzicht. In deze Bijlage B.1 is een overzicht opgenomen van de koppeling tussen de casussen en de SBI-codes, met daarnaast een verdeling over de netvlakken

5.1.2 Gevoeligheidsanalyses

In deze studie zijn twee gevoeligheidsanalyses toegepast. Ten eerste batterijopslag achter-de-meter bij twee casussen.

1. De casus vervoer op land groot kent een piekvraag van ongeveer 3.500 kW. We nemen een batterijsysteem van 2.000 kW met 8.000 kWh aan.
2. Detailhandel kent veel zon-pv-productie met een zon-pv-invoedingspiek van 1.370 kW. De afnamepieken is ongeveer 700 kW. We nemen een batterijsysteem aan van 500 kW, met 2.000 kWh.

De resultaten voor deze gevoeligheidsanalyse voor twee casussen zijn opgenomen in Bijlage A.22.

De tweede gevoeligheidsanalyse is een andere verdeling van de tariefinkomsten over de tariefdragers voor aansluitingen onder de 2.000 kVA. Die verdeling is nu 50% kWh, 25% kW-max en 25% kW-contract. Dit is doorgerekend voor representatieve casussen met een vermogen kleiner dan 1.700 kW. De detailresultaten zijn opgenomen in Bijlage C, de conclusies zijn opgenomen in Hoofdstuk 9.3.

5.2 Uitwerking van flexibiliteit

In deze studie zijn verschillende vormen van flexibiliteit meegenomen, deze worden hieronder per categorie toegelicht.

5.2.1 Ruimteverwarming

De verschillende onderzochte systemen zijn:

- **Hybride warmtepomp:** De hybride warmtepomp kan zowel elektriciteitsvraag verplaatsen in de tijd als elektriciteit en gas afwisselen. De elektriciteitsvraag kan zo'n 2 uur verplaatst worden. De afweging tussen gas en elektriciteit is een kostenafweging, waarin de tarieven meegenomen kunnen worden.
- **All electric lucht-waterwarmtepomp:** Vooral voor locaties met een groot dakoppervlakte kunnen lucht-waterwarmtepompen geïnstalleerd worden. We nemen aan dat de warmtevraag 4 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd.
- **Wko-systeem:** Wko-systemen halen warmte en koude uit de bodem en kunnen met een warmtepomp de temperatuur eventueel opwaarderen. De flexibiliteit zit ook hier in het naar voren halen van de warmtevraag.
- **Warmtenet:** MT-warmtenet met levering aan woningen.

Tabel 16 - Overzicht flexibiliteit ruimteverwarming

Techniek/casus	Flexibiliteit
Wko - utiliteit	Vermogen van pomp wko is constant en niet flexibel. De warmtepomp voor opwaardering nemen we aan dat flexibel kan opereren vanwege toegestane temperatuurvariatie en warmteopslag in thermische massa. We nemen aan dat de warmtevraag 4 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.
Wko - ziekenhuis	In verband met hogere comforteisen nemen we aan dat de flexibiliteit van de warmtepomp maar 2 uur is, waarbij de energievraag verplaatst kan worden naar eerder in de tijd.
Hybride warmtepomp	We nemen aan dat de warmtevraag 2 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd. Bij de hybride warmtepomp wordt een afweging gemaakt tussen gas en elektriciteit.
All electric lucht-waterwarmtepomp	We nemen aan dat de warmtevraag 4 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd.
Koeling - warmtepomp	We nemen aan dat de koudevraag 4 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd.
Koeling - wko	We nemen aan dat de koudevraag 4 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd.
Warmtenet	In het warmtenet casus nemen we flexibiliteit aan door middel van warmteopslag met een capaciteit van 24 uur van de warmtevraag. De warmtepomp zelf kan 50% van warmtevraag verplaatsen met 2 uur.

5.2.2 Industrie

Flexibel energieverbruik in de industrie bestaat uit de volgende hoofdcategorie:

- **Vraagsturing processen:** tijdelijk terugschakelen van productielijnen of meer batch-gewijs produceren.
- **Vraagsturing utiliteit:** een voorbeeld is het vooraf opwarmen of koelen van tapwater en verwarmingswater, met buffering voor enkele uren. Het bufferen van perslucht is eveneens een vorm van vraagsturing binnen utiliteiten.
- **Wisselen elektriciteit vs. gas (verschillende apparaten):** Het wisselen tussen twee energiedragers kan voor flexibel elektriciteitsgebruik zorgen. Bijvoorbeeld: inzet van wkk en e-boiler afstemmen op energieprijzen; op momenten van lage elektriciteitsprijzen zal de e-boiler de warmtevraag invullen in plaats van de wkk.

- **Productiestop:** Er kan over een langere periode (uren tot dagen) een productiestop ingelast worden. Dit heeft vergaande consequenties voor een bedrijf en het ontwerp van de tariefprikkel zal dit gedrag niet uitlokken. Daarom is dit niet verder onderzocht.
- **Energieopslag:** opslag met bijvoorbeeld een batterij is in theorie mogelijk bij de industrie. Binnen deze studie blijft dit echter buiten beschouwing voor de industrie. Opslag via een batterij komt wel aan bod in andere casussen, zie Paragraaf 5.2.6.

Tabel 17 - Overzicht aannames flexibiliteit voor casussen industrie

Casus	Casus	Flex mogelijkheid	Toelichting flex	Energievraag
16	Papierproductie	– utiliteitsflex – optimalisatie op prijzen gas vs. elektra met wkk en e-boiler	– stofbereiding naar voren schuiven – perslucht bufferen – wisselen tussen wkk en e-boiler o.b.v. prijzen	e-boiler en wkk voor warmtevraag, elektriciteitsvraag voor proces & utiliteit
17	Voedingsmiddelen - zuivel	Warmtepomp	10% van de warmtevraag 2 uur eerder of later van het net kan worden afgenomen. Hiervoor zullen buffers moeten worden aangeschaft.	Warmtepomp voor warmte, elektriciteitsvraag van proces & utiliteit
18	Industriële bakkerij	Utiliteitsflex	– perslucht bufferen – koelhuis – koeltoren – vorkheftrucks	Totale energievraag: $\frac{3}{4}$ gasvraag (voor warmte), $\frac{1}{4}$ elektriciteitsvraag voor proces & utiliteit
19	Kunststoffen	Geen flexibiliteit	-	Geheel elektrisch proces
20	Kleine maakindustrie MS	Geen flexibiliteit		Elektriciteitsvraag machines
21	Kleine maakindustrie HS	Geen flexibiliteit		Elektriciteitsvraag machines

5.2.3 Mobiliteit

In deze studie zijn elektrische personenauto's, bestelbusjes, bakwagens en trekkers opleggers gemodelleerd. Per casus zijn het aantal voertuigen, de laadduur, het vermogen van de laadpaal en de vereiste elektriciteit bepaald. Binnen de laadduur kan het laadgedrag geoptimaliseerd worden.

Tabel 18 - Overzicht flexibiliteit mobiliteit

Techniek/casus	Flexibiliteit
Werkladen elektrische auto's (EVs)	Laadvraag kan verschoven worden binnen gedefinieerde tijdsblokken.
Snelladen overdag logistiek	Laadprofiel van Elaad gaat uit van 12:00 tot 13:00 uur. We gaan ervan uit dat dit snelladen één uur verplaatst kan worden door aanpassing in de ritten-schema's. Dit kan ook voor een gedeelte van de voertuigen en laadvraag.
Nachtladen (depot)	De laadduur verschilt per casus, binnen die tijdsperiode kan flexibel geladen worden afhankelijk van de totale elektriciteitsvraag en laadsnelheid. De meeste casussen voor bakwagens en trekker/opleggers kennen een laadtermijn van 22:00 tot 6:00 uur, maar dit verschilt per casus.
Snellaadstation	De flexibiliteit bij snellaadstation is nog onbekend, om te onderzoeken wat de potentiële voordelen zijn nemen we aan dat een gedeelte van de laadvraag tot max. één uur verschoven kan worden.

5.2.4 Glastuinbouw

Uit de casussen van glastuinbouw komt naar voren dat er aanzienlijke flexibiliteit in de processen aanwezig kan zijn. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen belichte en onbelichte kassen. De belichting bij belichte kassen is een aanzienlijke flexibele vraag. Daarnaast kan ook met ruimteverwarming worden gestuurd. Daarnaast hebben beide soorten kassen ook elektriciteitsvraag waar niet veel in gestuurd kan worden zoals pompsystemen, ventilatie, sortering en verpakking van producten.

Tabel 19 - Overzicht flexibiliteit glastuinbouw

Techniek/casus	Flexibiliteit
Wko	De wko kan ingezet worden voor het leveren van elektriciteit en warmte aan de kas.
Warmtepomp	De warmtepomp kan daarnaast ook voorzien in de warmtevraag; er wordt een afweging gemaakt tussen de wko en de warmtepomp. We nemen aan dat er een flexibiliteit is van vier uur in de warmtevraag.
Belichting	Als er belichting aanwezig is, nemen we aan dat er met een vast profiel belicht wordt in de avond en nacht. Daarvoor nemen we aan dat de belichting met vier uur verschoven kan worden.

5.2.5 Utiliteitsgebouwen - reguliere elektriciteitsvraag

Uit de casussen van de utiliteitsgebouwen (zorg, scholen, kantoren, onderwijs) komt naar voren dat in hun huidige gebouwgebonden elektriciteitsvraag geen flexibiliteit aanwezig is. Het gaat dan bijvoorbeeld om lichten, computers, etc.

Een aantal sectoren hebben koelfaciliteiten. Deze zijn wel flexibel.

Tabel 20 - Overzicht flexibiliteit utiliteitsgebouwen reguliere elektriciteitsvraag

Techniek/casus	Flexibiliteit
Koeling - distributie	Er is een koelhuis van 290 kW aangenomen, met daarbij flexibiliteit van 4 uur voor 50% van dat vermogen (Kahmann & Kleiburg, 2023). In totaal moet de koelinstallatie 20 van de 24 uur van de dag koelen.
Koeling - voedingsmiddelen	Er is een koelhuis van 290 kW aangenomen, met daarbij flexibiliteit van 4 uur voor 50% van dat vermogen (Kahmann & Kleiburg, 2023). In totaal moet de koelinstallatie 20 van de 24 uur van de dag koelen.

5.2.6 Productie en opslag

Bij verschillende casussen vindt elektriciteitsproductie plaats. Zon-pv wordt in bijna alle (Werkgroep verduurzaming utiliteitsbouw) casussen meegenomen. De glastuinbouw en een deel van de industrie heeft daarnaast een wkk waarmee (een gedeelte van) de eigen elektriciteitsvraag voorzien kan worden. Daarnaast kennen datacenters vaak een back-up voorziening (in de vorm van een aggregaat).

In de standaard configuratie van de casussen is geen vorm van opslag, zoals een batterij achter-de-meter, meegenomen. We achten het niet aannemelijk dat partijen een batterij gaan aanschaffen vanwege deze tijdsafhankelijke nettarieven. De financiële baten van een batterij achter-de-meter wordt in een gevoeligheidsanalyse wel verder onderzocht. Er is wel een batterij casus bij een zonnepark opgenomen in deze studie; maar dus niet een batterij achter-de-meter bij bijvoorbeeld vervoer op land of de industrie.

Tabel 21 - Overzicht flexibiliteit productie en opslag

Techniek/casus	Flexibiliteit
Warmteopslag	Warmteopslag modelleren we als flexibele opslagbron met een warmteverlies van 2,5% per uur met energieopslag
Batterij	De batterij kan flexibel opereren binnen het technische vermogen en capaciteit, met een round-trip-efficiency van 85%.
Wkk	De wkk kan flexibel elektriciteit en warmte leveren in de industrie en glastuinbouw.

6 Resultaten overzicht per casus

Samenvatting hoofdstuk

Dit hoofdstuk is een samenvatting van de resultaten per casus en sector. Alle casussen zijn uitgewerkt en beoordeeld op verschillende criteria zoals de omvang van de sector, flexibiliteit, kosten effecten en netimpact. Deze resultaten zijn per casus opgenomen in veel detail in Bijlage A en uitgewerkt in Hoofdstukken 7 tot 9.

6.1 Impactanalyse overzicht per casus

In deze studie zijn de resultaten vertaald naar een beoordeling op verschillende criteria. Dit is een totaalbeoordeling per casus gebaseerd op de vijf tariefvarianten; vaak zijn de conclusies per tariefvariant gelijk en zijn de weergegeven waardes daarmee representatief voor de verschillende varianten van tijdsafhankelijke nettarieven. De beoordeling per tariefvariant zijn opgenomen in de individuele hoofdstukken en de samenvatting in Paragraaf 10.2. De criteria zijn als volgt vormgegeven:

- **Omvang vermogen sector:** In Paragraaf 6.3 is, gebaseerd op informatie van de netbeheerders, prognoses en casussen, ingeschat wat de omvang van de sector is qua aantal bedrijven en transportvermogen voor 2030.
- **Flexibiliteit aanwezig:** Het aandeel van de elektriciteitsvraag dat flexibel is, en hoe veel de elektriciteitsvraag verplaatst kan worden. Per casus is deze informatie uitgewerkt in Bijlage A.
- **Verandering netkosten zonder energiekostensturing:** Dit criterium betekent of een bedrijf geen risico heeft op hogere kosten (beoordeling 5) of dat de tarieven naar verwachting leiden tot hogere kosten en een groot gedeelte van de bedrijfskosten zijn (beoordeling 1). Over dit criteria is meer informatie beschikbaar in Paragraaf 9.2.
- **Voordeel energiekostensturing:** Het kostenvoordeel dat gerealiseerd kan worden door elektriciteitsvraag te sturen op uurlijkse day-aheadmarkt prijzen en de nettarieven. Daarnaast is er in enkele casussen een afweging tussen gebruik van aardgas en elektriciteit mogelijk.
- **Positieve netimpact - reductie maximale piek:** Het afnemen van de maximale jaarlijkse piekbelasting, die het kW-contract bepaald (mits dit niet tijdsafhankelijk is).
- **Positieve netimpact - verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten:** Dit geeft weer of er veel elektriciteitsvraag verplaatst kan worden van de piekmomenten (tijdsblok 0,8 en 1) naar momenten met een lagere wegingsfactor. De netimpact is uitgewerkt in Hoofdstuk 9.
- **Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen:** De visie van de geënquêteerde en geïnterviewde partijen op tijdsafhankelijke nettarieven en de waarschijnlijkheid naar hun visie dat er geacteerd zal worden op tijdsafhankelijke nettarieven. De detailresultaten zijn opgenomen in Hoofdstuk 7.

De criteria omvang en flexibiliteit zijn eigenschappen en vertaalt naar een omvang van 1 tot 5, in lijn met Tabel 22. De overige criteria zijn beoordeeld van -- tot ++ zoals opgenomen in Tabel 23. Een overzichtstabel met de beoordeling van alle criteria is opgenomen in Tabel 24, en verder in deze paragraaf toegelicht. In Tabel 25 zijn de resultaten samengevat per sector.

Tabel 22 - Waarden voor omvang sector en aanwezige flexibiliteit

Waarde	1	2	3	4	5
Omvang vermogen sector (MW)	Relatieve beoordeling qua verwachte omvang. De kleinste sectoren hebben waarde 1 en de grootste sectoren waarde 5.				
Flexibiliteit aanwezig	Geen flexibiliteit aanwezig	Beperkte flexibiliteit (tot 10% van de vraag) en weinig uren verplaatsten	Flexibiliteit tot 25%, of minder dan 10%, maar wel meer uren	Grotere flexibiliteit, beperkt aantal uren. Of flexibiliteit minder dan 25%, maar meer uren	Grote flexibiliteit, en potentieel veel uren verplaatsing

Tabel 23 - Beoordeling per criteria

Beoordeling	--	-	0	+	++
Verandering nettariiefkosten (zonder energiekosten-sturing)	Relatief sterkste toename in netkosten door tijdsafhankelijke nettarieven t.o.v. huidige tarieven		Geen verandering netkosten door tijdsafhankelijk e nettarieven t.o.v. huidige tarieven		Relatief sterkste afname in netkosten door tijdsafhankelijke nettarieven t.o.v. huidige tarieven
Voordeel energiekostensturing (nettariief en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	N.v.t.	N.v.t.	Energiekostensturing biedt nauwelijks voordeel	Energiekostensturing biedt tot 15% voordeel	Energiekostensturing biedt meer dan 15% voordeel
Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Toename in piekbelasting t.o.v. huidige nettarieven		Geen verandering in piekbelasting van individuele partij		Significante afname van piekbelasting individuele partij
Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Meer afname op momenten met hoge wegingsfactoren		Geen verschuiving in verbruik op piekmomenten	0,5 tot 5% verschuiving van elektriciteitsverbruik uit piekmomenten	Meer dan 5% verplaatsing van elektriciteitsvraag uit piekmomenten
Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen	Marktpartijen verwacht absoluut niet te sturen op tijdsafhankelijke nettarieven		Beperkte sturing, of vergelijkbaar met huidige tarieven	Additionele sturing door deel van bedrijven en/of deel energievraag	Zekere additionele sturing door tijdsafhankelijke nettarieven in hele sector

Tabel 24 - Overzichtstabel impactanalyse per casus

Sector en casus			Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariëfkosten (zonder energie- kostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettariëf en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact tijdsafhankelijke nettarieven		Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
							Reductie maximale piek	Verschuiving elektriciteits- vraag piek- momenten	
1	Utiliteit	Zorg	2	3	0	+	0	+	0
2		Kantoor - zeer groot	4	3	+	++	0	+	0
3		Kantoor - groot	2	3	+	++	0	+	0
4		Onderwijs	2	3	0	+	0	+	0
5		Detailhandel	5	3	-	0	0	0	0
6		Logies	1	2	-	0	0	0	0
7	Logistiek	Vervoer op land - klein	2	4	+	++	0	++	+
8		Vervoer op land - midden met koel/vriesinstallatie	3	3	0	+	0	+	+
9		Vervoer op land - groot	2	4	++	++	0	0	+
10	Glastuinbouw	Glastuinbouw - belicht	4	4	++	+	0	0	0
11		Glastuinbouw - onbelicht	3	3	0	+	0	0	-
12	Energie	Batterij	4	5	-	0	0	0	0
13		Warmtenet	3	3	-	0	0	+	0
14		Datacenters	5	2	0	0	0	+	-
15		Snel laadstation	2	2	++	++	0	+	0
16	Industrie flexibel	Papierproductie	2	3	+	0	0	0	-
17		Voedingsmiddelen - zuivel	5	2	0	0	0	0	+
18		Industriële bakkerij	1	2	+	0	0	0	--
19	Industrie inflexibel	Kunststof	4	1	-	0	0	0	--
20		Kleine maakindustrie MS	2	1	0	0	0	0	--
21		Kleine maakindustrie HS	5	1	++	0	0	0	--

Tabel 25 - Overzichtstabel impactanalyse per sector

Sector	Casussen	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariiefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettariief en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact tijdsafhankelijke nettarieven		Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
						Reductie maximale piek	Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	
Utiliteit	Zorg, kantoren, onderwijs, detailhandel, logies	5	3	0	+	0	+	0
Logistiek	Vervoer op land met trucks en bestelauto's	2	4	+	++	0	+	+
Glastuinbouw	Belichte en onbelichte kassen	2	4	+	+	0	0	-
Energie	Batterij, warmtenet, datacenters en snelladen	4	3	0	0	0	+	0
Industrie - flexibel	Papier, voedingsmiddelen en bakkerij	1	2	+	0	0	0	-
Industrie - inflexibel	Kunststofverwerking en maakindustrie	3	1	0	0	0	0	--

De twee eigenschappen van de sector zijn de omvang en aanwezigheid van flexibiliteit. De omvang is een combinatie van aantal aansluitingen en het vermogen. De geschatte omvang in 2030 is voor utiliteit zo'n 30%, logistiek 10%, glastuinbouw 10%, energie 25%, flexibele industrie 10% en niet-flexibele industrie 15%. Dit gaat dan specifiek om de onderzochte casussen en de netten van de regionale netbeheerders. De flexibiliteit is het grootste bij logistiek, glastuinbouw, en batterijen. De utiliteit is behoorlijk flexibel, voor door laden van elektrische voertuigen en elektrificatie van de warmtevoorziening. De flexibiliteit bij datacenters, snelladen, industrie en logies is beperkt. Er zijn drie industriële sectoren waar geen flexibiliteit is voorzien.

De resultaten voor de casussen worden in de volgende hoofdstukken nog in veel detail toegelicht. Op hoofdlijnen zien we dat er een beperkt risico is op verhoging van netbeheiderskosten; er zijn sectoren waar de nettarieven zullen toenemen, maar deze kostentoeename is beperkt. Daarnaast nemen de kosten toe in sectoren waar een constante hoge elektriciteitsvraag is op piekmomenten, zoals warmtenetten en industrie, en die dus ook een grotere netimpact kennen. Sectoren die weinig stroom gebruiken op piekmomenten, zoals utiliteit, kennen relatief lagere kosten bij tijdsafhankelijke nettarieven ten opzichte van de huidige nettarieven.

Het voordeel van energievraagsturing is groot bij logistiek, utiliteit en snelladen (mits flexibiliteit ontsloten kan worden bij snelladen). De glastuinbouw, detailhandel en logies kennen een lager potentieel voor energiekostensturing; het sturen op de uurlijkse elektriciteitsprijzen en nettarieven heeft een beperkt effect. Ook voor de batterij-casus hebben de tijdsafhankelijke nettarieven een beperkt voordeel ten opzichte van de huidige tariefstructuur naar onze verwachting. De wijziging in nettarieven is beperkt ten opzichte van de totale businesscase; de tarieven zullen er naar onze verwachting beperkt toe leiden dat de batterijen anders acteren op de verschillende elektriciteits- en balanceringsmarkten. Datacenters en industrie hebben een zeer klein of geen prijsvoordeel voor het inregelen van flexibiliteit voor de uurlijkse elektriciteitsprijzen en de reguliere of tijdsafhankelijke nettarieven.

De netimpact is hier samengevoegd voor de huidige tarieven en varianten van tijdsafhankelijke nettarieven. De tijdsafhankelijke nettarieven zijn vooral geschikt voor het reduceren van de absolute piekbelasting, en kunnen bijdragen aan het verplaatsen van de elektriciteitsvraag van piekmomenten naar momenten met lagere wegingsfactoren. De utiliteit, snelladen en logistieke sector hebben veel potentieel voor piekreductie, voornamelijk vanwege het laden van elektrische voertuigen. Het toevoegen van extra elektriciteitsvraag, zoals koeling en inflexibele gebouwverwarming vermindert dit potentieel omdat ze een lagere flexibiliteit kennen. De netimpact is minder positief voor de glastuinbouw en industrie casussen; het potentieel om pieken te verminderen en vraag te verschuiven is beperkter. De energie-casussen laten een gemêleerd beeld zien, waarbij snelladen erg positief scoort omdat er naar verwachting enige flexibiliteit mogelijk is en de overige casussen minder goed omdat de flexibiliteit daar minder aanwezig is.

Uit de enquêtes en interviews blijkt dat er interesse is in tijdsafhankelijke nettarieven, maar niet door alle partijen per sector. De wenselijkheid en kans dat partijen gaan sturen verschilt dan dus ook sterk per bedrijf, ook binnen de sectoren. De logistiek, glastuinbouw en flexibele industrie staan relatief positief ten opzichte van invoering van tijdsafhankelijke nettarieven en verwachten (in meer of mindere mate) daarop te acteren. De utiliteit, energie casussen (warmtenet, datacenters, batterij en snelladen) en inflexibele industrie staan minder positief ten opzichte van de tijdsafhankelijke nettarieven maar niet negatief.

6.2 Resultaat per casus

De detailresultaten per casus zijn opgenomen in de bijlagen. Daar is de flexibiliteit, sturing van energievraag, energiekosten en resultaten van de enquêtes opgenomen. De resultaten van de casussen zijn te vinden in de volgende paragrafen (de linkjes zijn aanklikbaar):

1. In Paragraaf A.1 [Verpleging en zorg met overnachting](#)
2. In Paragraaf A.2 [Kantoor - zeer groot](#)
3. In Paragraaf A.3 [Kantoor - groot](#)
4. In Paragraaf A.4 [Onderwijs](#)
5. In Paragraaf A.5 [Detailhandel](#)
6. In Paragraaf A.6 [Logies](#)
7. In Paragraaf A.7 [Vervoer over land - klein](#)
8. In Paragraaf A.8 [Vervoer over land - midden](#)
9. In Paragraaf A.9 [Vervoer over land - groot](#)
10. In Paragraaf A.10 [Glastuinbouw belichte kas](#)
11. In Paragraaf A.11 [Glastuinbouw onbelichte kas](#)
12. In Paragraaf A.12 [Batterij](#)
13. In Paragraaf A.13 [Warmtenet](#)
14. In Paragraaf A.14 [Datacenters](#)
15. In Paragraaf A.15 [Snellaadstation](#)
16. In Paragraaf A.16 [Papier](#)
17. In Paragraaf A.17 [Voedingsmiddelenindustrie - zuivel](#)
18. In Paragraaf A.18 [Bakkerij](#)
19. In Paragraaf A.19 [Kunststoffen](#)
20. In Paragraaf A.20 [Kleine maakindustrie - aangesloten op middenspanning \(MS\)](#)
21. In Paragraaf A.21 [Kleine maakindustrie - aangesloten op hoogspanning \(HS\)](#)
22. In Paragraaf A.22 [Gevoeligheidsanalyse](#) batterijopslag bij detailhandel en vervoer op land midden

6.3 Omvang sectoren

Van ongeveer 40-50% van de grootverbruikersaansluitingen is bij Enexis en Liander bekend onder welke (globale) sector ze vallen; van Stedin hebben we voor deze studie geen data kunnen ontvangen. Deze categorieën zijn algemeen en omvatten bijvoorbeeld: industrie, glastuinbouw, onderwijs en detailhandel, vervoer op land, logies, datacenters, kantoor en zorg. Deze informatie, aangevuld met publieke beschikbare informatie en het ingeschatte vermogen, hebben we gebruikt om de omvang van de sector te bepalen. Dit gaat dus zowel om het aantal bedrijven, als het vermogen per bedrijf. De exacte getallen zijn niet bepaald in deze studie, maar wel vertaald naar een inschatting van de omvang van 1 tot 5, waarbij de kleinste sectoren een waarde van 1 hebben en de grootste sectoren een waarde van 5.

De omvang van de sectoren is een schatting gebaseerd op de beschikbare data, maar ook onzeker omdat onder andere de netbeheerders van een beperkt aantal van de aangesloten partijen informatie hebben zoals de sector gekoppeld aan de aansluitcategorie. Daarnaast is er onzekerheid over het tempo van groei en niveau van elektrificatie per sector. De omvang is geschat voor het jaar 2030.

Tabel 26 - Indicatie omvang sectoren

Nr.	Sector	Casus	Omvang	Toelichting
1	Utiliteit	Zorg	2	Er zijn veel bedrijven in deze sector in Nederland en ze zijn zo'n 10% van de huidige bekende aansluitingen, het gemiddeld vermogen is echter laag.
2		Kantoor - zeer groot	4	De verdeling tussen kantoren groot en zeer groot is onbekend. Het vermogen van zeer grote kantoren is significant groter, en daardoor de impact ook. Van de huidige aansluitingen is ongeveer 10% een kantoor.
3		Kantoor - groot	2	Het aantal kantoren groot is onbekend, het vermogen is significant lager dan het vermogen van zeer grote kantoren en daardoor is de impact iets lager.
4		Onderwijs	2	Zo'n 10% van de aansluitingen, maar beperkt vermogen.
5		Detailhandel	5	Zo'n 15% van de aansluitingen, met groter vermogen per aansluiting. Dit lijkt een zeer grote en brede categorie in Nederland. Uit analyse van de bedrijven valt op dat er een grote diversiteit aanwezig is, ook bijvoorbeeld kleine datacenters.
6		Logies	1	Relatief kleine categorie, met laag vermogen.
7	Logistiek	Vervoer op land - klein	2	Belangrijke groei categorie, exacte verdeling over omvang van type casus is niet nu inzichtelijk. Grote casussen kennen minder aantal bedrijven, en meer vrachtwagens die minder snel elektrificeren. Klein kent veel bedrijven, maar minder groot vermogen.
8		Vervoer op land - midden	3	
9		Vervoer op land - groot	2	
10	Glastuinbouw	Glastuinbouw - belicht	4	Grote elektriciteit en vermogensvraag.
11		Glastuinbouw - onbelicht	3	Omvang vergelijkbaar met belichte glastuinbouw, maar vermogen is minder groot.
12	Energie	Batterij	4	Sector met groot toenemend vermogen, waarvan gedeelte van de projecten bij netten regionale netbeheerders
13		Warmtenet	3	Groei onzeker, maar potentieel grote nieuwe categorie. Veel diverse technieken.
14		Datacenters	5	Sterke groei verwacht, verspreid over regionale en nationale netten
15		Snelladen	3	Toename richting zo'n 15.000 snelladers in 2030
16	Industrie flexibel	Papierproductie	2	Zo'n 10 tot 20 grote papier fabrieken in Nederland
17		Voedingsmiddelen - zuivel	5	Groot aantal diverse voedingsmiddelen fabriek, met groot potentieel voor elektrificatie richting 2030
18		Industriële bakkerij	1	Beperkt aantal bedrijven (ongeveer 50) en relatief laag vermogen per bedrijf
19	Industrie inflexibel	Kunststofverwerking	4	Relatief grote sector met relatief hoog vermogen
20		Kleine maakindustrie MS	2	Groot aantal bedrijven, maar klein vermogen
21		Kleine maakindustrie HS	5	Relatief grote sector met relatief hoog vermogen, vermogen naar verwachting nog iets groter per bedrijf dan kunststofverwerking

7 Resultaten enquête en interviews

Samenvatting hoofdstuk

In deze studie is een enquête uitgezet bij bedrijven, waarbij 45 partijen de enquête volledig hebben ingevuld en 60 partijen gedeeltelijk. Daarnaast zijn interviews uitgevoerd bij aangesloten partijen, adviseurs/leveranciers en brancheverenigingen. Dit hoofdstuk omvat de resultaten daarvan per casus met in de eerste paragraaf het overzicht, en vervolgens verdere toelichting per sector.

7.1 Conclusie inzichten per casus

Per casus is een beoordeling opgesteld over de perceptie van de marktpartijen op tijdsafhankelijke nettarieven: dit is een combinatie of de partijen de tarieven aantrekkelijk vinden en of ze verwachten hierop te sturen. In Paragraaf 7.3 tot 7.7 lichten we de resultaten per sector verder toe.

Tabel 27 - Resultaten indicator 'Perceptie tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen'

Nr.	Sector	Casus	Waarde	Toelichting
1	Utiliteit	Zorg	3	Onbekend uit enquêtes; uit interviews wordt dezelfde gedragsverandering verwacht als bij andere utiliteitssectoren.
2		Kantoor - zeer groot	3	Grote verschillen in gedragsreactie van partijen. Energievraag kan beperkt worden opgeschoven (10 tot 25%). Met name verwarmen, koelen en laden voertuigen.
3		Kantoor - groot	3	
4		Onderwijs	3	Neutrale gedragsreactie (50). Grote bandbreedte, dus veel onzekerheid. Energievraag kan beperkt worden opgeschoven (10%). Met name verwarmen, koelen en laden voertuigen.
5		Detailhandel	3	Onbekend uit enquêtes; uit interviews wordt dezelfde gedragsverandering verwacht als bij andere utiliteitssectoren.
6		Logies	3	Onbekend uit enquêtes; uit interviews wordt dezelfde gedragsverandering verwacht als bij andere utiliteitssectoren.
7	Logistiek	Vervoer op land - klein	4	Waarschijnlijke gedragsreactie. Een groot deel van elektriciteitsverbruik kan eenvoudig worden opgeschoven per dag (meer dan 80%) via software. Dit gaat met name om het laden van de e-trucks in de nacht.
8		Vervoer op land - midden	4	
9		Vervoer op land - groot	4	

Nr.	Sector	Casus	Waarde	Toelichting
				<i>NB: bij opladen van heftrucks en pallettrucks is flexvermogen minder groot (<10%), en wordt ook niet gestuurd op tijdsafhankelijke nettarieven.</i>
10	Glastuinbouw	Glastuinbouw - belicht	3	Waarschijnlijke gedragsreactie op tijdsafhankelijke nettarieven. Een groot deel van elektriciteitsverbruik kan eenvoudig worden opgeschoven per dag (50 tot 80%). Dit gaat met name om belichting en verwarmen.
11		Glastuinbouw - onbelicht	2	Waarschijnlijke gedragsreactie op tijdsafhankelijke nettarieven. Een klein deel van elektriciteitsverbruik voor verwarming kan eenvoudig worden opgeschoven per dag (10%).
12	Energie	Batterij	4	Waarschijnlijke gedragsreactie met groot flexvermogen (> 80%).
13		Warmtenet	3	Onzekere gedragsreactie. Middelgroot flexvermogen (50%). Met name gerelateerd aan e-boiler, warmtepomp, warmteopslag en opwek (bijvoorbeeld geothermie, aquathermie en DC-restwarmte). Potentieel sturing wel gezien als beperkt vanwege hoge constante vraag.
14		Datacenters	2	Verwachten niet of zeer beperkt te sturen op tijdsafhankelijke nettarieven. Lastig vanwege volcontinu profiel.
15		Snelladen	3	Energiekostensturing is wellicht mogelijk, door variërende laadtarif, maar het verwachte potentieel voor grote verschuiving is beperkt.
16	Industrie flexibel	Papierproductie	2	Onwaarschijnlijke gedragsreactie. Financieel voordeel valt in het niet t.o.v. productie risico's ⁸ . Beperkte flexvermogen (10%). Flex gerelateerd aan perslucht bufferen, stofbereiding verplaatsen in tijd en afwisselen inzet (toekomstige) warmtepomp en gasboiler.
17		Voedingsmiddelen - zuivel	4	Verschillende typen bedrijven in sector. Gedragsreactie verschilt daarmee ook sterk. Een aantal bedrijven wel bereid om elektriciteitsvraag te sturen. Beperkt flexvermogen (10%). Vooral gerelateerd aan verwarmen, koelen en stoomproductie.
18		Industriële bakkerij	1	Weinig flexibiliteit in proces volgens partijen waarmee echt gestuurd kan worden.
19	Industrie inflexibel	Kunststofverwerking	1	Onwaarschijnlijke gedragsreactie. Continuïteit van productieproces is belangrijker. Bovendien beperkt flexvermogen (0 tot 20%). Verwarming, koeling en laden transportmiddelen kan in enige mate flexibel gestuurd worden
20		Kleine maakindustrie MS	1	
21		Kleine maakindustrie HS	1	

⁸ Motivatie om wel te sturen komt met name voort uit uitbreiding van productiecapaciteit en verduurzaming met warmtepompen.

7.2 Conclusie per tariefvariant

Analyse van voorkeur tijdsafhankelijke nettarieven is gebaseerd op (1) wenselijkheid van nettariaf volgens partijen en (2) kans dat ze gaan sturen op nettarieven.

Wenselijkheid

De respondenten hebben een lichte voorkeur voor kW-max en kWh, terwijl kW-contract het minst populair lijkt. Belangrijke aspecten van respondenten bij hun keuze voor een tariefvariant zijn de voorspelbaarheid van kosten, toepasbaarheid voor sector en begrijpelijkheid. Een deel van de respondenten gaf aan nog beperkt in te kunnen schatten wat de gevolgen van een tariefvariant voor zijn of haar bedrijf zijn. Hierin is nog winst te behalen om de kans op sturen op de tarieven te vergroten.

Tabel 28 - Wenselijkheid per tariefvariant. De overige partijen hebben geen voorkeur of geen antwoord gegeven

Variant	Voorkeur	Liever niet
Variant 1: kW-max	24%	8%
Variant 2: kWh	15%	10%
Variant 3: combinatie van kW-max en kWh	13%	10%
Variant 4: kW-contract.	10%	23%
Variant 5: combinatie van kW-max, kWh en kW-contract	10%	12%
Geen voorkeur	18%	30%

Gedragreactie

Alle geënquêteerde zijn per tariefvariant gevraagd of ze verwachten te sturen op de nettarieven, waarbij ze een score van 1 tot 100 konden selecteren. De resultaten per tariefvariant zijn opgenomen in Tabel 29. De gedragsreactie is bij vrijwel alle varianten aan de lage kant: 65 tot 75% van de respondenten verwacht niet te sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven (vooral kunststoffen, maakindustrie, datacenters), terwijl 25 tot 30% verwacht wel te sturen (vooral batterij, glastuinbouw, logistiek, voedingsmiddelen-industrie). Ongeveer 19% van de respondenten stuurt al op dynamisch energiecontract (vooral glastuinbouw en energie). Het additionele effect van de nettarieven is dus ongeveer 6 tot 10%-punt.

Ook op de verwachte gedragsverandering scoren de 1. kW-max, 2. kWh-variant en 5. kW-max, kW-contract, kWh het hoogste van de tariefvarianten. Het 4. kW-contract scoort iets slechter, maar de verschillen zijn heel klein. Respondenten lijken dus geen duidelijke voorkeur te hebben. Bij de gedragsreactie gaven meerdere consumenten aan dat de hoogte van de prijsprikkel belangrijk is. Ook de mogelijkheid om netcapaciteit beter te benutten (en te kunnen gebruiken voor productiecapaciteit uitbreiding en verduurzaming) is een belangrijke drijfveer.

Tabel 29 - Aangegeven kans op sturing op nettarieven. 0 = geen sturing, 100 = volledige sturing

Sturing nettariaf	1. kW-max	2. kWh	3. kWh, kW-max	4. kW-contract	5. kW-max, kW-contract, kWh
0 tot 25	66%	70%	70%	68%	61%
25 tot 50	2%	5%	5%	7%	10%
50 tot 75	10%	0%	5%	7%	7%
75 tot 100	22%	25%	20%	17%	22%

Tekstkader 2 - Sector overstijgende barrières voor energiesturing

De belangrijkste barrières zijn hoge investeringskosten, beperkte toepasbaarheid flex en het gebrek aan financiële incentives om flexopties toe te passen. De respondenten noemden zelf nog te hoge nettarieven als belangrijke beperkende factor. Andere beperkende factoren genoemd door respondenten waren: gebrek aan samenwerking, beperkte ondersteuning vanuit netbeheerder, vergunningen en regelgeving. De aangegeven barrières zijn niet verder toegelicht door geënquêteerden.

Tabel 30 - Barrières voor energiesturing

Barrière	Aantal respondenten	
Hoge investeringskosten	20	48%
Gebrek aan incentives om flexopties toe te passen	16	38%
Beperkte toepasbaarheid flexopties in bedrijfsprocessen	16	38%
Elektriciteitsvraag van ons bedrijf kan niet worden verplaatst over tijd	14	33%
Ik kan geen flexopties installeren, vanwege netcongestie	11	26%
Onvoldoende ruimte op bedrijfslocatie voor flexopties	5	12%
Gebrek aan personeel	5	12%
Gebrek aan kennis	4	10%
Flexopties zijn onbekend en nieuw voor mij	4	10%

Beoordeling per tariefvariant

De resultaten zijn over alle enquêtes en interviews samengevat per variant van tijdsafhankelijke nettarieven. De beoordeling is opgenomen in Tabel 31. We concluderen dat de wenselijkheid en verwachte gedragsreactie het grootst is bij 1. kW-max en 2. kWh. De variant met het 4. kW-contract scoort het minst goed. Een uitzondering hierop is bij de logistieke sector. De logistieke sector heeft een voorkeur voor het tijdsafhankelijke kW-contract, voornamelijk omdat zij duidelijke blokken hebben voor het laden van voertuigen en dit goed aansluit bij het tijdsafhankelijke kW-contract. We merken hierbij op dat de verschillen per tariefvariant - op basis van de enquête - marginaal zijn. Het gaat dus om een lichte voorkeur van de respondenten.

Tabel 31 - Beoordeling per tariefvariant van criteria 'Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen'

Effect energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kWh, kW-max	4. kW-contract	5. kW-max, kW-contract, kWh
Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen	4	4	3	2	3

7.3 Utiliteit - detailresultaten

Bij de utiliteitssector zit een grote spreiding in kennis (laag tot hoog) van flexopties, nettarieven, netcongestie en de elektriciteitsmarkt. Netcongestie vormt voor het merendeel van de organisaties een probleem (9 van de 12). De meeste respondenten (8 van de 12) zien het nut in van flexopties én aanpassen energieverbruik. De bereidheid om energieverbruik te sturen lijkt groot (10 van de 12 respondenten).

Het begrip over varianten lijkt aanwezig te zijn bij de utiliteitsbedrijven: 8 van de 11 respondenten heeft veel begrip van varianten, terwijl 2 van de 11 respondenten weinig begrip heeft van de varianten. De voorkeur gaat uit naar KW-max, omdat veel respondenten verwachten dat dit het eenvoudigst geïmplementeerd kan worden en bovendien simpel is. KWH en KW-contract worden zowel genoemd als prettig en onprettig.

Het elektrisch verbruik en de aansluiting lijkt sterk te verschillen per utiliteitsgebouw. Er lijkt geen gemiddeld bedrijf. Wel gaat het vaak om een gedeeltelijk continu energieprofiel, met vooral gebruik op weekdays en een laag verbruik in het weekend. Verbruik zit met name in bedrijfsmiddelen (20 tot 50%), verwarming (20 tot 80%), koelen (0 tot 8%) en verlichting (onbekend).⁹ De energiekosten vertegenwoordigen maar enkele procenten van de totale bedrijfskosten. Opwek komt met name voor uit pv-panelen.

In de toekomst wordt de inzet van verschillende flexopties verwacht: accu's, slimme software, slim laden, later aanzetten bedrijfsmiddelen, verschuiven warmtevraag en efficiëntie. De elektriciteitsvraag kan naar verwachting worden opgeschoven met 10 tot 25%. De flex zit met name in verwarmen, koelen en slim laden. Opschuiven in het jaar lijkt, maar voor enkelen tot de mogelijkheden te behoren. De respondenten verwachten een neutrale gedragsreactie, maar deze is zeer onzeker. Gezien de verschillende typen gebouwen in deze sector.

Interview techniekleveranciers

De gesproken leveranciers geven aan goed de tijdsafhankelijke nettarieven te kunnen implementeren in hun aansturing. Per tariefvarianten geven ze aan:

- Het tijdsafhankelijke kWh-tarief is zeer eenvoudig te implementeren. Er zal ook bij de utiliteit, door aggregators, zoveel mogelijk gestuurd worden op dynamische prijzen. De vraag daarbij is wel hoeveel van de utiliteitssector daartoe verleid kan worden.
- Het tijdsafhankelijke kW-max-tarief is meer complex, primair omdat er altijd een moment kan zijn dat er een ongewenste vermogensvraag ontstaat door een verkeerde of gebrek aan aansturing. Daarmee is dit een risico voor het doen van een investering in flexibiliteit.
 - Een aandachtspunt voor het ontwerp van het tarief is de relatief beperkte ruimte in de wintermaanden. De wegingsfactoren zijn veel uren hoog, waardoor er beperkte flexibiliteit wordt geboden om stroom te verplaatsen in varianten met een tijdsafhankelijk kW-max of kW-contract. Een grotere differentiatie in de wintermaanden (naar 0,3 in plaats van 0,6 bijvoorbeeld) kan extra flexibiliteitspotentieel ontsluiten.
- Het reduceren van het vermogen per uur met een tijdsafhankelijk kW-contract zal alleen gebeuren als er zekere flexibiliteit aanwezig is; bijvoorbeeld voor een batterij-systeem of warmtesysteem met warmteopslag. Dit wordt beperkt verwacht voor het aanpassen van GTV per uur als er weinig flex is; zoals een kantoor met warmtevraag en laadvraag. Het kW-contract wordt wel, voornamelijk nu vanwege netcongestie, gezien als een belemmering voor flexibiliteit.

De flexibiliteit wordt voor ruimteverwarming niet gezien in het variëren in temperatuur; de thermische buffer van het gebouw zelf wordt niet als aantrekkelijke optie gezien. Het comfort staat op plek een. Er is dan dus echt een investering vereist in warmteopslag, waarvoor de klant overtuigd moet worden. Voor het laden van voertuigen is dit niet van toepassing, en is het initiëren dus eenvoudiger.

⁹ Bij enkele onderwijsinstellingen wordt er ook gebruik gemaakt van productiemiddelen, bijvoorbeeld voor lab activiteiten. Dit kan ook een substantieel aandeel vertegenwoordigen in de totale elektriciteitsvraag.

Interview Rijksvastgoedbedrijf

Naast de enquêtes is een verdiepend interview uitgevoerd met het Rijksvastgoedbedrijf; de beheerder van alle kantoren van de rijksoverheid, de rechtbanken, PI's en defensielocaties. Ze beheren dus een groot aandeel van de utiliteit in Nederland. De inschattingen over de potentiële flexibele elektriciteitsvraag worden herkend; er wordt echter nog op een zeer beperkt aantal locaties gebruik gemaakt en niet gestuurd op dynamische elektriciteitscontracten. De voorkeur voor tijdsafhankelijke nettarieven gaat uit naar varianten met een tijdsafhankelijk kWh of kW-max. Het tijdsafhankelijke kW-contract wordt als meer complex gezien, omdat er exact inzicht moet zijn in waar het verbruik vandaan komt.

Het sturen op elektriciteitsprijzen en nettarieven wordt bemoeilijkt vanwege een aantal aspecten:

- Het Rijksvastgoedbedrijf is een dienstverlener naar de gebruikers van de locaties, en de keuzes worden door de gebruikers van het gebouw gemaakt, waardoor er een splitsing is in taken en verantwoordelijkheden.
- Het onderhouden en instellen van klimaatinstallaties is volledig uitbesteed, waarbij optimalisatie van instellingen is vaak wel opgenomen in contracten. De definitie van wat optimalisatie inhoud is echter niet gedefinieerd waardoor controle lastig is. Dit geldt dus ook voor sturen op verbruiken bij de aansluitingen die op het spotcontract zitten.
- De energiekosten zijn een klein aandeel van de totale energierekening, sturing is daardoor, maar heel beperkt aantrekkelijk. Daarnaast betaalt de gebruiker de totale energierekening, maar zou het Rijksvastgoedbedrijf een rol hebben in de flexibilisering.
- De Rijksoverheid heeft vanuit haar voorbeeldrol wel een extra reden om in te zetten op de flexibilisering van haar elektriciteitsvraag. En zet daarnaast ook in op andere maatregelen om netcongestie te voorkomen of te verminderen.

7.4 Industrie - detailresultaten

De industrie heeft gemiddeld tot zeer veel kennis over de flexopties, nettarieven, netcongestie en de elektriciteitsmarkt. Wel lijkt er iets minder kennis aanwezig over flexopties (13 van de 41) en nettarieven (7 van de 41). Bij het merendeel (ongeveer 75%) zorgt netcongestie voor problemen. Het verhindert met name verduurzamings- en uitbreidingsplannen. De sector ziet geen heil in flexopties en het aanpassen van het energieverbruik: 20 van de 41 respondenten verwachten dat dit geen (gedeeltelijke) oplossing zal bieden voor de congestieproblemen.

De bereidheid om te sturen op de nettarieven is wisselend: tien respondenten zijn niet hiertoe niet bereid, zestien respondenten zijn neutraal en vijftien respondenten zijn bereid om wel te sturen. De respondenten hebben relatief veel begrip over de varianten. De kW-max, kWh en een combinatie van kW-max en kWh zijn de aantrekkelijkste opties. De combinatie-varianten en het KW-contract worden het vaakst opgemerkt als niet prettig. Voorspelbaarheid is hierbij belangrijk. Partijen geven aan dat ze niet 'gestraft' willen worden voor eenmalige pieken.

Industrie flexibel

Elektriciteitsverbruik verschilt sterk per bedrijf van 1MW-aansluiting tot 40MW én bedraagt tientallen MWs. Het gros van het energieverbruik komt voort uit de productiemiddelen (40 tot 90%). Alle respondenten hebben een volcontinu profiel - 24/7, zowel op werkdagen als in het weekend. Bijzonderheden: sommige bedrijven hebben hogere of lagere baseload, kennen opstartpieken of verbruiken in de zomer meer. Ook zien we bij de voedings-

middelenindustrie verschillen bij het energieverbruik. Koelen, warmte en stoomvraag zijn in een verschillende mate relevant. Het verwarmen, koelen en stoomproductie wegen - indien relevant - zwaar mee in het elektriciteitsverbruik (tot wel 60%). Energiekosten bedragen 10 tot 30% van totale bedrijfskosten bij de geënquêteerde bedrijven.

In de toekomst wordt de inzet van verschillende flexopties verwacht. Bij de voedingsmiddelenindustrie gaat dit om het bufferen van warme reinigingsvloeistoffen of ijswater. Andere opties die genoemd worden zijn warmteopslag (zout, beton, metaal, zand, etc.), flexibel vermogen regelen e-boiler, elektrificatie van stoomproductie en flexibel schakelen tussen gas en elektra.

De respondenten verwachten dat zij beperkt flex kunnen bieden: 5 tot 10% van de totale elektriciteitsvraag. De verwachte gedragsreactie verschilt sterk per bedrijf, maar lijkt beperkt. Bij de voedingsmiddelenindustrie zijn de meeste partijen niet bereid om energie te sturen: Twee van de 9 partijen verwachten dit wel te doen. Hoge investeringskosten en behoud van continuïteit productieproces zijn belangrijkste redenen om niet te sturen.

Industriële bakkerijen

De Nederlandse Vereniging voor de Bakkerij (NVB) heeft namens de sector een reactie gegeven, aangezien er geen respondenten waren vanuit deze sector voor de enquête. De NVB geeft aan dat er geen verplaatsing van productie mogelijk is. Dit aangezien de industriële bakkerijen 24/7 werken en strakke deadlines hebben vanuit retailers om eindproducten te leveren. Rondom flexibiliteit vanuit utiliteiten verwacht de NVB dat perslucht bufferen niet logisch is, omdat dit meer energie vergt door de druk die gehouden moet worden. Ook flexibiliteit in koeltorens is niet mogelijk. Het diepvriesmagazijn zou wel ingezet kunnen worden als buffer, maar in de praktijk wordt dit niet toegepast omdat dan voorraad onnodig diep wordt ingevroren en de volgende ochtend de extra koude voorraad wordt verladen naar een extern warehouse. Verder is elektrisch laden van heftrucks een van de kleinste stroomverbruikers in een bakkerij. Om hier op tijd mee te sturen wordt als onnodig belemmerend voor de bedrijfsvoering gezien.

Wat betreft de verschillende tijdsafhankelijke nettarieven is er geen voorkeur voor een variant, aangezien geen flexibiliteit mogelijk is. Er is volgens de NVB geen maandelijks piek, waardoor sturen hierop ook niet kan, aangezien het om een vlak profiel gaat. Wel is er een wekelijkse cyclus waarin de maandag/dinsdag lagere productievolumes kennen dan de donderdag/vrijdag/zaterdag.

De NVB noemt verder dat de kennis over flexibiliteit gelimiteerd is, omdat de sector 24/7 bakt. Netcongestie is binnen de sector een probleem voor het omschakelen van gas-gestookte ovens naar elektrische ovens, maar doorvertaling van kosten in producten door de overstap naar elektrische ovens weegt ook sterk mee. Verder is netcongestie een probleem bij uitbreiding van bakkerijen die al gebruik maken van elektrische ovens, in het geval van half afgebakken producten. Door netcongestie kan niet geïnvesteerd worden in meer elektrische ovens.

Gesprek papierindustrie

Tijdens een gesprek met de klimaatwerkgroep van de Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken (VNP) is met meerdere bedrijven gesproken over de analyse en resultaten.

De sector verwacht, kijkend naar de voorbeeldcase met wkk en e-boiler, dat in 2030 50-70% van de papierindustrie nog geen e-boiler heeft vanwege netcongestie, en dus beperkt

flexibiliteit kan leveren. Daarnaast maakt de sector met name gebruik van gasboilers, naast wkk's. Weliswaar geldt ook in een systeem met een e-boiler en een gasboiler dat op een vergelijkbare manier de inzet op basis van de gas- en elektriciteitsprijzen geregeld wordt, zoals in de voorbeeldcase met wkk en e-boiler. De prikkel om te schakelen van energiedrager en het effect van de verschillende varianten van nettarieven is dus vergelijkbaar. Ook geven de partijen aan dat het terugschakelen van gasboiler en oudere wkk's niet volledig is, maar slechts gedeeltelijk (50%). De te verwachten effecten van de nettarieven uit de analyse zijn daarmee een overschatting.

De sector vindt de aangenomen flexibiliteit voor perslucht bufferen van zeer beperkte omvang is om als serieuze optie te overwegen. De flexibiliteit rondom de stofbereiding werd als niet reële mogelijkheid gezien. De flexibiliteit in de stofbereiding is alleen mogelijk voor bepaalde type producten die een stofbereiding hebben met mechanische pulper, aangezien dit een zwaar elektrisch proces is dat in batch geopereerd kan worden. Dit type product wordt slechts door één fabriek in Nederland gemaakt. Voor andere typen stofbereiding is flexibiliteit niet mogelijk. In de afgelopen jaren zijn buffers en tanken in de stofbereiding juist verwijderd om kwaliteitsverlies tegen te gaan, energieverbruik te reduceren en efficiëntie te bevorderen.

De huidige inzet van de e-boiler, naast wkk of gasboiler, wordt volgens gebruikers sterk bepaald door prijzen op verschillende elektriciteitsmarkten. In lijn met de resultaten van de analyse van CE Delft denkt de sector dat tijdsafhankelijke nettarieven een beperkte prikkel geven om op momenten van een hoge wegingsfactor niet de e-boiler in te zetten, aangezien het financieel voordeliger is om de e-boiler wel aan te zetten en bijvoorbeeld te reageren op onbalans. Dit gedrag zou volgens de sector wel mogelijk zijn indien de financiële prikkel (beloning) groter is, waardoor het gunstiger is om de e-boiler niet aan te zetten op momenten met hoge netbelasting. Hierbij zouden de nettarieven moeten stijgen om het verschil in energieprijzen tussen gas en elektriciteit te compenseren, dat is een zeer grote stijging. In het gesprek komt ook sterk naar voren dat verdere stijging van nettarieven ongewenst is. Voor de sector zijn garanties voor extra capaciteit interessanter om flexibiliteit te stimuleren dan kostenvoordelen. Dit komt doordat hun grootste belemmering voor elektrificatie en het integreren van flexibel vermogen netcongestie is, niet financiële aspecten.

Wat betreft de verschillende tijdsafhankelijke nettarietvarianten en het stimuleren van flexibiliteit zegt de sector dat het onhandig is dat de kW-max op maandbasis afgerekend wordt en het kW-contract op jaarbasis. Het kW-contract kan daarmee beperkend werken voor de kW-max. Daarnaast speelt ook dat als door één incident, bijvoorbeeld door opstarten na een storing, er een grote piek ontstaat, het kW-max vervolgens voor de rest van de maand vastligt. Verschillende partijen geven aan dat er bijna elke maand of vaker een incident plaatsvindt dat de kW-max bepaalt. Dit geeft vervolgens geen prikkel om de rest van de maand de kW-max nog sterk te drukken. De sector noemde dat het invoeren van een kWh tarief voor grote grootverbruikers een goede manier zou zijn om gedragsverandering te creëren en flexibiliteit te ontlocken.

Industrie inflexibel

Het elektriciteitsverbruik loopt sterk uiteen: kleine bedrijven (0,2 GWh) en grote bedrijven (12 GWh). De meeste respondenten hebben een volcontinu energieprofiel, zowel werkdagen als in het weekend. Sommige bedrijven verbruiken alleen energie op werkdagen. Verbruik zit met name in productiemiddelen (60 tot 95%). Bedrijfsmiddelen, laden elektrische voertuigen, verwarmen en koelen hebben vaak maar beperkt aandeel (1 tot 20%).

Energiekosten zijn ongeveer 5 tot 30% van totale bedrijfskosten. Merendeel van de observaties ligt rond de 10%.

De kleine maakindustrie verwacht vooral gebruik te maken van slimme software (75%), slim laden (50%), later aanzetten productiemiddelen (25%) en het verschuiven van warmtevraag (50%). Bij kunststoffen wordt er weinig flex verwacht. Een respondent geeft aan onbemand door te kunnen draaien, lijnen kunnen op andere tijden worden opgestart en energieopslag met batterijen worden overwogen. Het flexvermogen lijkt beperkt: gemiddeld 0 tot 10%. Twee kunststofpartijen geven aan meer flex te kunnen faciliteren met 25%.

Merendeel van de respondenten verwacht echter niet te sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven. Energiesturing is lastig vanwege het vlakke energieprofiel. Een partij is wel bereid om energie te sturen. Niet vanwege financiële prikkel, maar omdat ze willen uitbreiden.

7.5 Glastuinbouw - detailresultaten

De glastuinbouw heeft veel tot zeer veel kennis van flexopties, nettarieven, netcongestie en de elektriciteitsmarkt. Meeste glastuinders ervaren problemen van netcongestie in bedrijfsvoering én zien voordelen van de inzet van flexopties (en het aanpassen van het energieverbruik. De meeste glastuinders zijn zeer bereid (5 van de 7) om elektriciteitsverbruik te sturen. De glastuinders maken reeds gebruik van dynamische energiecontracten en proberen hierdoor hun elektriciteitsvraag te sturen (vooral wkk en belichting).

De glastuinders merken op dat het moeilijk is om de gevolgen van de varianten in te schatten voor hun bedrijfsvoering. Gedurende het jaar kunnen verschillende varianten voordelig zijn voor de glastuinder. Eenvoud is belangrijk in tariefvorming. De varianten kW-max en kWh worden als het meest aantrekkelijke opties gezien. Glastuinders hebben geen duidelijke afkeer ten opzichte van één specifieke variant.

Omvang van glastuinders verschilt sterk (100 tot 50.000 kW). Basislast is gedeeltelijk continu. De piekvraag is afhankelijk van de daglengte (watergeven, CO²-doseran, belichting en productverwerking en koeling). Pv-panelen vult nu deels het eigen elektriciteitsverbruik in. Elektriciteitsverbruik zit met name in belichting, warmtepomp, productiemiddelen en koeling. Belichting is dominant (90% Belichting van gewassen, resterende bedrijfsstroom is minder dan 10%). De energiekosten bedragen 20 tot 40% van de totale bedrijfskosten.

De glastuinbouw verwacht in de toekomst in te zetten op batterijen, slimme software (deels al toegepast), later draaien van productiemiddelen (wkk), efficiëntie, schuiven met warmtegebruik als flexopties. Flexvermogen lijkt met name substantieel voor de belichte glastuinbouw (50 tot 80% - lampen en warmtepomp). Bij onbelichte glastuinbouw is dit 10% (e-boiler). De glastuinders lijken bereid te zijn om te sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven.

7.6 Logistiek (vervoer op land) - detailresultaten

De enquête is ingevuld door slechts twee logistieke partijen, daarom is deze informatie aangevuld met gesprekken met brancheverenigingen en een adviseur die veel logistieke bedrijven bijstaat.

Het kennisniveau in algemeenheid over tarieven en flexibiliteit is gemiddeld tot hoog. Ook geeft men aan begrip te hebben van de tijdsafhankelijke nettarieven. De logistiek staat

neutraal tot positief ten opzichte van het inzetten van flexibiliteit; het is een serieuze optie met de groei van elektrische voertuigen en manier om de kosten te verlagen. De logistieke sector wordt gekenmerkt door een groot aantal kleine aansluitingen (vaak zelfs klein-verbruik) waar richting 2030 grote vermogens nodig zijn voor het vooral 's nachts laden van logistieke voertuigen, tot enkele MW'en en dus vaak stap naar grootverbruikersaansluitingen. Een deel van de bedrijven moeten daarnaast overdag snelladen. Congestie maakt dat nu onmogelijk. Daarnaast hebben veel bedrijven een groot vermogen zon-pv met invoeding overdag en een beperkt profiel voor het kantoor en bedrijfshal. De energiekosten zijn 25 tot 40% van de totale bedrijfskosten.

De sector overweegt flexibilisering via slim laden en plaatsen van batterijen. Schuiven van de warmtevraag en efficiëntie verbeteringen worden niet genoemd. De bedrijven geven aan dat de laadvraag goed geschoven kan worden binnen het laadblok; dit blok verschilt echter sterk per type bedrijf. Dit wordt bepaald door hoe lang de voertuigen kunnen laden, en hoeveel elektriciteit er in die periode geladen moet worden. Verschuiving binnen de dag zijn mogelijk, maar niet verder.

Voor deze sector wordt een tijdsafhankelijk kW-contract als aantrekkelijk gezien; het heeft immers een sterk binair elektriciteitsverbruik met een zeer laag vermogen overdag en hoog vermogen als er geladen dient te worden. Daarmee zouden dus goed tijdsblokken gecontracteerd kunnen worden. De partijen geven aan dat een aandachtspunt bij het ontsluiten van flexibiliteit is dat zij nu geen capaciteit kunnen verkrijgen.

Interview adviseur

Er is naast de enquêtes gesproken met de NAL en adviseur Johnny Nijenhuis. Het aantal partijen met veel elektrische voertuigen is nog beperkt, maar de gestelde casussen zijn wel realistisch voor 2030. Belangrijkste aandachtspunt is dat de behoefte aan snelladen op het depot naar verwachting zeer beperkt is. De logistieke sector stuurt nu nog zeer beperkt op uurlijkse elektriciteitsprijzen, maar is al wel actief bezig met load balancing en een aantal bedrijven met gunstige laadstrategieën zoals zon-pv met batterijen. De sector wordt sterk ontzorgd door adviseurs en partijen die het energiemangement aanbieden. Partijen ontsluiten nu al flexibiliteit voor een bepaalde aansluitcategorie; bijvoorbeeld de stap naar de aansluitcategorie boven 1,75 - 2 MVA vereist een forse investering en daarvoor is inzet van flex aantrekkelijk.

Er blijkt niet een sterke voorkeur voor een bepaalde tariefvariant; de externe partijen die het slim laden inregelen kunnen op alle varianten wel acteren. Belangrijkste punt is dat het financieel aantrekkelijk is en een significant verschil maakt in de totale kosten. Het prijsverschil moet minstens één cent per geladen-kWh zijn.

7.7 Energie (overig) - detailresultaten

De energiesector heeft veel tot (zeer) veel kennis over flexopties, nettarieven, netcongestie en de elektriciteitsmarkt bij bijna alle respondenten. Vrijwel alle respondenten ervaren (grote) problemen door netcongestie (14 van de 16 respondenten). Door netcongestie kunnen batterijen en warmtenetten niet worden aangesloten. Daarnaast geven partijen aan dat hoge nettarieven de businesscase verslechteren. Respondenten zien nut van zowel flexopties als aanpassen van energieverbruik. De bereidheid om energie te sturen is hoog (14 van de 16 respondenten).

De respondenten hebben geen duidelijke voorkeur voor een variant. Wel zijn er verschillende partijen die variant met KW-contract niet prettig¹⁰ vinden. De respondenten merken op dat het belangrijk is dat flex wordt beloond.

Datacenter

Grote spreiding in de bedrijven: aansluiting van 500 kW t/m 500 MW. De meeste Datacenters hebben een aansluiting van 1 tot 5 MW. Aansluiting ligt meestal iets boven iets boven het daadwerkelijke verbruik. Meeste datacenters gebruiken bij benadering zo'n 85% van de stroom voor de IT die zij faciliteren en 15% voor de koeling en overige facilitaire zaken. Het energieprofiel is volcontinu op werk- en weekenddagen. In sommige gevallen ook alleen tijdens kantooruren op doordeweekse werkdagen (08:00 - 17:00 uur). Respondenten hebben vaak al wel een dynamisch energiecontract, maar sturen hier nog beperkt op. Energiekosten bedragen 80% van de totale bedrijfskosten

De datacenters verwachten de toekomstige inzet van verschillende flexopties: batterijen (vooral kortetermijnopvang), slimme software (DCIM), slim laden (waarschijnlijk beperkt effect), efficiëntie, warmte (leveren ook warmte extern, met retour kou kan koelingsproces efficiënter worden ingericht), generatoren op gas en waterstof. Flexvermogen lijkt desondanks beperkt, vanwege het baseload profiel. Datacenters verwachten niet of zeer beperkt te sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven.

Warmtenet

De aansluiting verschilt per warmtenet (tientallen tot honderden MWs met een volcontinu profiel). Verbruik zit in bedrijfsmiddelen (Actienetwerk 15% GasTerug), warmte en stoom (80%) en koudenet (Actienetwerk 15% GasTerug). De energiekosten 20-30% van de totale bedrijfskosten. Partijen maken vaak al gebruik van dynamische energiecontracten, maar sturen hier nog niet op.¹¹

De warmtenetbedrijven verwachten dat industriële warmtepompen (beperkte flexibiliteit, daar waar warmtepompen bijdragen aan de basislast zal de beschikbaarheid van elektriciteit minimaal 85% moeten zijn, waarvan grotendeels de wintermaanden) en warmteopslag (het laden van buffers kan netbelasting kortstondig verlagen) als flexopties worden gebruikt. Tijdsafhankelijke nettarieven leiden er niet toe dat het op extra uren aantrekkelijk wordt om gas back-up aan te zetten.

Een groot deel van het elektriciteitsverbruik kan worden opgeschoven (ongeveer 50%) in een dag. Dit elektriciteitsverbruik is voornamelijk gerelateerd aan de e-boiler en aan warmtepomp gedreven bronnen (geothermie, aquathermie en DC-restwarmte). Verschuivingen in het jaar kan niet. Respondenten verwachten vooral te sturen op variant 3 en variant 5, vanwege grotere prijsprikkel. Benodigde prijsprikkel is minimaal 10% van de energiekosten.

Batterij

Ook bij de batterijsector verschilt de omvang van elektriciteitsaansluiting bij de geëncquêteerden: 5.000 kW tot 10 000 kW en voor nieuwste batterij zelfs 50.000 kW. Batterijbedrijven maken vaak al gebruik van dynamisch energiecontracten, en proberen

¹⁰ In de financiering van de batterij is de zekerheid van inkomsten cruciaal. Wanneer er minder gecontracteerd transportvermogen is op bepaalde uren, is er geen garantie op transport vermogen en de kans mogelijk kleiner op inkomsten in deze uren.

¹¹ Een respondent geeft aan een e-boiler ontwikkeld te hebben. Deze kunnen ze flexibel inzetten op momenten dat de elektriciteitsprijs laag is. Ze zetten e-boiler nog niet in vanwege hoge nettarieven, maar willen dit in de toekomst met een flexibel contract en een betere SDE wel doen.

hierdoor ook het elektriciteitsverbruik te sturen. Inzet op basis van day-ahead markt lijkt representatief. Overdenkingen hierbij zijn dat batterij naast load shifting ook ancillary services leveren en daarmee actiever ingezet worden (en implicaties van curtailment).

Batterij zal waarschijnlijk worden ingezet in combinatie flexibele pv-sturing, e-boilers en electrolyzers. Een zeer groot deel van het elektriciteitsverbruik kan eenvoudig worden opgeschoven: in veel gevallen meer dan 80%. De meeste partijen verwachten te sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven. Er bestaan echter ook meerdere partijen die aangeven dat ze niet verwachten te sturen op de tarieven. Ook veel andere factoren die van belang zijn op het eventueel sturen van energie (bijvoorbeeld transportkosten en de ATR85).

Inzichten snelladen

De snellaadsector is in ontwikkeling: er wordt naar verwachting in de toekomst meer geladen en mogelijk ook daarmee op andere momenten. Deze gemodelleerde profielen kunnen daarmee verschillen van het verwachte Elaad-profiel, zoals gehanteerd in deze studie. De potentiële energiekostensturing is ook onzeker: mogelijk kan laadgedrag beïnvloed worden door de tarieven voor snelladen aan te passen of door vermogen per voertuig te reduceren door de CPO (charge point operator). De onderzochte flexibiliteit, met het terugregelen van een deel van het vermogen voor één uur, is echter wel onzeker. Batterijen bieden een oplossing om wel tot een significante verschuiving van elektriciteitsvraag te leiden, en worden door CPO's onderzocht. De partijen merken daarbij wel op dat de huidige elektriciteitsvraag voor snelladen sterk overeenkomt met momenten met lagere wegingsfactoren met de huidige laadprofielen. CPO's acteren nu beperkt op elektriciteitsprijzen; ze leveren stroom direct als er gevraagd wordt. Wel wordt met dynamic load balancing gewaarborgd dat er niet meer vermogen wordt afgenomen dan het kW-contract.

8 Resultaten energiekosten

Samenvatting hoofdstuk

Voor de energiekosten zijn er twee criteria uitgewerkt: een risico op hogere kosten door de nieuwe nettarieven en het prijsvoordeel van energiesturing. Alle kosten zijn doorerekend voor 2030 waarbij de nettarieven zijn bepaald met de verwachte groei en de uurlijkse prijzen met het PowerFlex-model van CE Delft, dit modelleert de toekomstige elektriciteitsvraag per uur gebaseerd op vraag, aanbod en flexibiliteit. Dit hoofdstuk presenteert de inzichten voor deze twee criteria per casus. Daarnaast is een validatie uitgevoerd of de totale inkomsten van de netbeheerder in lijn zijn met de verwachte gereguleerde toegestane inkomsten, om te controleren dat de tarieven niet te hoog of te laag zijn ingeschat vooraf.

Tekstkader 3 - Energiekostensturing: Uurlijkse elektriciteitsprijzen én nettarieven

Deze studie vergelijkt situaties met en zonder energiekostensturing, voor zowel de huidige nettarieven als tijdsafhankelijke nettarieven. Zonder energiekostensturing verbruiken partijen stroom zoals ingeschat, wat leidt tot elektriciteitskosten per uur en nettarieven. Met energiekostensturing optimaliseren we de totale maandelijkse kosten door:

1. Stroom af te nemen op goedkope uren en dure uren te mijden.
2. Het maximale afnamevermogen van het net iteratief te beperken, leidend tot lagere nettarietkosten.

Stroom afnemen op momenten met lage prijzen verlaagt elektriciteitskosten, maar verhoogt nettarieven door hogere piekafname. Beperking van het maximale afnamevermogen verlaagt nettarieven, maar verhoogt elektriciteitskosten. Er is dus een 'trade-off' tussen deze kostencomponenten. In de modellering beperken we het maximale afnamevermogen stapsgewijs, waardoor de 'trade-off' zichtbaar wordt. Dit helpt de optimale beperking te vinden voor de laagste totale maandelijkse energiekosten.

8.1 Verandering nettarietkosten (zonder energiekostensturing)

Voor de verschillende tariefvarianten en casussen hebben we vastgesteld hoe de nettarietkost veranderen door tijdsafhankelijke nettariet, in eerste instantie zonder energiekostensturing. We beschrijven hier specifiek de toename in nettarieven, dus niet de totale energiekosten (zonder energiekostensturing blijven de kosten voor de energieleverancier gelijk bij de huidige nettarieven en tijdsafhankelijke nettarieven) gelijk. Het totale effect op de energierekening is dus lager. Een beoordeling 5 betekent dat er geen risico is op hogere kosten, een beoordeling 1 dat er een groot risico is. Een kostenstijging is niet direct verkeerd; het betekent dat intensiever gebruik van het net ook zwaarder in rekening gebracht wordt. Dit voldoet dus aan het kostenveroorzakingsprincipe. Het is wel belangrijk om te controleren welke effecten ontstaan.

Tabel 32 - Risico op hogere kosten door tijdsafhankelijke nettarieven*

	Casus	Verandering nettariefkosten door tijdsafhankelijke nettarieven variant (-% betekent afname van de netkosten, +% betekent toename)					Verandering nettariefkosten
		1. kW-max	2. kWh	3. kWh en kW-max	4. kW- contract	5. kW-max, kW-contract, kWh	
1	Zorg	-9%	12%	1%	-19%	-15%	0
2	Kantoor - zeer groot	-18%	9%	-18%	-11%	-33%	+
3	Kantoor - groot	-14%	5%	-9%	-25%	-31%	+
4	Onderwijs	-5%	16%	6%	-15%	-10%	0
5	Detailhandel	-1%	19%	15%	-10%	4%	-
6	Logies	-4%	14%	11%	-6%	5%	-
7	Vervoer op land - klein	-12%	9%	-2%	-24%	-27%	+
8	Vervoer op land - midden	1%	5%	7%	-5%	2%	0
9	Vervoer op land - groot	0%	*		-28%	-26%	++
10	Glastuinbouw - belicht	-3%			-7%	-10%	++
11	Glastuinbouw - onbelicht	-4%	7%	3%	0%	-1%	0
12	Batterij	2%	0%	2%	22%	13%	-
13	Warmtenet	3%	13%	4%	3%	10%	-
14	Datacenters	4%			5%	9%	0
15	Snelladen	-24%	-50%	-1%	-9%	-34%	++
16	Papierproductie	-1%			4%	4%	+
17	Voedingsmiddelen - zuivel	3%			5%	8%	0
18	Industriële bakkerij	0%	5%	1%	1%	2%	+
19	Kunststof	2%			4%	7%	-
20	Kleine maakindustrie MS	-3%	9%	6%	-4%	3%	0
21	Kleine maakindustrie HS	-6%			-8%	-14%	++

* De lege witte cellen zijn voor casussen groter dan 2 MVA, waardoor ze geen kWh-nettariefcomponent kennen en dus heeft een tijdsafhankelijke kWh-nettariefdrager geen additioneel effect.

Resultaten per casus

We concluderen dat er een significante kostenstijging (beoordeling 2) kan voorkomen bij de casussen batterij en warmtenet, zij kennen in elke variant een kostentoeename die ook significant kan zijn. Voor detailhandel is er een grote tariefstijging mogelijk in de tariefvarianten met een tijdsafhankelijke kWh-variant; deze casus verbruikt dus relatief veel op momenten met een hoge wegingsfactor.

Er zijn relatief veel sectoren met een middelmatig risico op hogere kosten (beoordeling 3), wat een toename van zo'n 5% tot 10% van de nettarieven behelst. Dit zijn onderwijs, vervoer op land midden, glastuinbouw onbelicht, datacenters, voedingsmiddelen, kunststof en kleine maakindustrie MS. Deze casussen kennen dus een kleine toename in enkele of alle tijdsafhankelijke nettarieven.

Sectoren met een beoordeling 4 kennen één tariefvariant met een toename in kosten, zoals de variant 2 met tijdsafhankelijke kWh of een zeer minimale toename in de nettarieven. Voor de beoordeling 5 zien we dat er geen risico is op een prijsverhoging. Veel van de sectoren kennen een beperkt of geen risico op verhoging van de nettarieven door tijdsafhankelijke nettarieven.

Resultaten per tariefvariant

De spreiding in toename of reductie van kosten is vrijwel gelijk tussen de tariefvarianten met tijdsafhankelijk kWh en kW-max. Enkele casussen kennen hogere kosten in de variant met tijdsafhankelijke kWh zonder prijssturing. In de situatie met prijssturing zien we echter een verlaging van die kosten. Als een deel van de bedrijven prijssturing toepast, blijven de totale inkomsten naar verwachting gelijk.

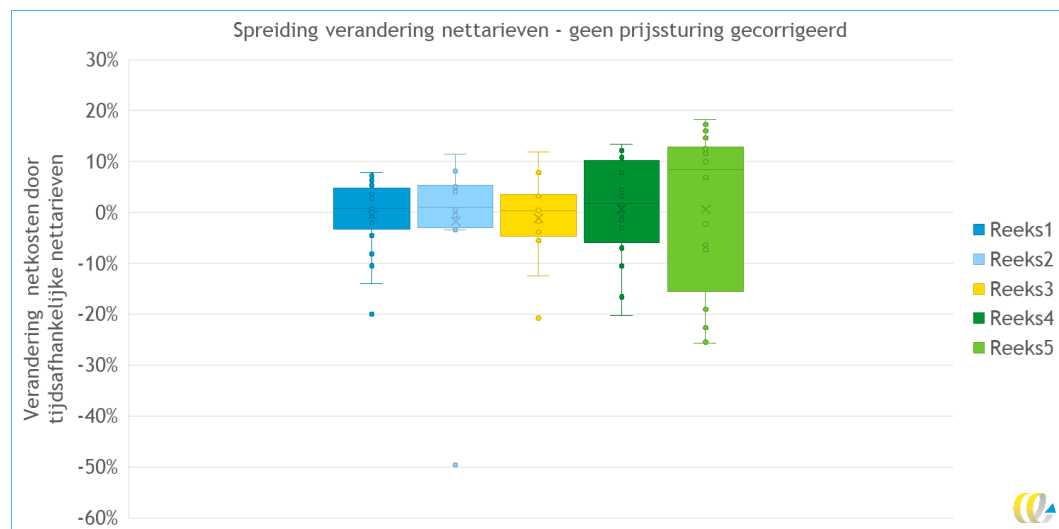
De grootste spreiding in kosten zien we in variant 4 met een tijdsafhankelijk kW-contract ontstaan. Hier komt de diversiteit in profielen het sterkst naar voren, en deze tariefvariant kan dus ook leiden tot de grootste kostendifferentiatie tussen partijen. Dit effect wordt in variant 5 versterkt door de drie tijdsafhankelijke componenten, en hier is de absoluut grootste spreiding zichtbaar.

Het kW-contract biedt een extra risico op hogere kosten. Als partijen niet hun gecontracteerd vermogen per uur aanpassen maar een volledig vlak vermogen blijven contracteren, nemen de kosten voor het kW-contract met 15% toe met de door ons gestelde tarieven. Dit komt doordat het tarief per kW-contract hoger is bij tijdsafhankelijke nettarieven dan bij de huidige tarieven. Dit wordt weer veroorzaakt doordat er partijen zijn die minder vermogen contracteren, en de totale inkomsten voor de netbeheerder gelijk moeten blijven. Daardoor gaat de prijs per vermogen omhoog. Voor aangesloten tot 2 MVA betekent dit een stijging van de nettarieven van 3,75% en voor grotere aangesloten van 7,5%.¹² Als partijen echter wel hun gecontracteerd vermogen per uur aanpassen, zien we dat de geschatte kosten goed in lijn zijn met de huidige tarieven. In Figuur 17 zien we dat de kosten van tariefvariant 4 rond de nullijn liggen voor onze casussen. De grote vraag daarbij is dus in hoeverre partijen hun gecontracteerd vermogen per uur gaan vaststellen. Als partijen dit vaak niet doen, zijn de huidige geschatte tarieven te hoog.

Omdat het kW-contract dus niet gebaseerd is op gemeten waarden, maar een keuze is van een bedrijf vooraf creëert het een extra risico op hogere kosten. Het gecontracteerd vermogen bepaalt immers niet per se de piekbelasting op het net, en maar in beperkte mate de netinvesteringen van de netbeheerder. Een bedrijf met een te hoge kW-contractwaarde wordt met de introductie van tijdsafhankelijke nettarieven geconfronteerd met hogere kosten. Tegelijk kan dit ook tot een aanpassing van het kW-contract leiden.

¹² Aangesloten tot 2 MVA bestaat het nettatarief voor 25% uit de kW-contractcomponent en voor grotere aansluitingen voor 50% uit de kW-contractcomponent.

Figuur 17 - Spreiding ontwikkeling nettarietkosten per casus per tariefvariant, situatie zonder energie-kostensturing. De weergegeven gegevens zijn de kostenverandering van elke individuele casus, waarbij weergegeven is wat de verandering van de nettarietkosten zijn ten opzichte van de huidige nettarietkosten



Er is in dit figuur geen rekening gehouden met de omvang van de sectoren; dit bepaalt uiteindelijk of de inkomsten van de netbeheerder in totaliteit toe of afnemen. Daarnaast is maar een gedeelte van alle aansluitingen in Nederland vertegenwoordigd, dus we kunnen geen uitspraken doen over het totale effect.

De inzichten over het risico op toename in energiekosten per tariefvariant is samengevat in Tabel 33. De huidige nettarietkosten zijn de referentie en krijgen daarvoor een beoordeling 5. De tijdsafhankelijke nettarietkosten creëren een beperkt extra risico voor hogere kosten voor aangesloten. De tijdsafhankelijke nettarietkosten leiden tot een andere spreiding in nettarietkosten over aangesloten, maar dit vergroot de kostenreflectiviteit (zie laatste criteria). De spreiding in nettarietkosten is het grootste bij de tijdsafhankelijke kW-contractvariant. Daarbij speelt daarnaast dat bij een tijdsafhankelijk kW-contracttarief een partij blootgesteld zal worden aan hogere kosten als het niet een uurlijks kW-contract contracteert maar een vast profiel (ook al is dit vanwege het profiel niet vereist). Met advisering van derden of de netbeheerder kunnen natuurlijk meer partijen hun vermogen per uur gaan aanpassen.

Tabel 33 - Beoordeling per tariefvariant van criteria 'Geen risico hogere kosten'

Effect energiekosten-sturing	0. Energiekosten-sturing met huidig tarief	1. kW-max	2. kWh	3. kWh, kW-max	4. kW-contract	5. kW-max, kW-contract, kWh
Geen risico hogere kosten	++ : geldt als referentie	+	+	+	0	0

8.2 Kostenvoordeel energiesturing op nettarietkosten

Het prijsvoordeel van het sturen van elektriciteitsvraag is berekend voor alle casussen in 2030. De optimalisatie gaat uit van het verlagen van de leverancierskosten van elektriciteit en netbeheiderskosten. Uit de modellering blijkt dat het optimaliseren met de huidige

nettarieven al een groot kostenvoordeel oplevert voor veel van de casussen. We zien geen casussen waarbij het kostenvoordeel echt toeneemt met de introductie van tijdsafhankelijke nettarieven; de tarieven nemen toe per kW en per kWh, maar kunnen in verhouding dus evenveel of iets minder verlaagd worden. Daarom is voor geen enkele casus de hoogste beoordeling (5) gegeven. De resultaten en beoordeling op dit criteria zijn opgenomen in Tabel 34

Tabel 34 - Voordeel op totale elektriciteitsrekening van energiekostensturing op uurlijkse elektriciteitsprijzen en nettarieven, voor de referentie met huidige nettarieven en vijf tijdsafhankelijke nettarieven.*

	Casus	Kostenvoordeel energiekostensturing op elektriciteitsprijzen en nettarieven						Beoordeling: Kostenvoordeel energiesturing
		0. Huidig tarief en energie- prijzen	1. kW-max	2. kWh	3. kWh en kW-max	4. kW- contract	5. kW-max, kW-contract, kWh	
1	Zorg	-17%	-14%	-17%	-15%	-8%	-10%	+
2	Kantoor - zeer groot	-20%	-19%	-26%	-19%	-19%	-16%	++
3	Kantoor - groot	-21%	-17%	-18%	-19%	-7%	-8%	++
4	Onderwijs	-20%	-18%	-22%	-19%	-10%	-13%	+
5	Detailhandel	-12%	-11%	-13%	-11%	-5%	-7%	0
6	Logies	-10%	-8%	-9%	-8%	-4%	-4%	0
7	Vervoer op land - klein	-37%	-33%	-37%	-31%	-19%	-22%	++
8	Vervoer op land - midden met koel-/vriesinstallatie	-13%	-11%	-13%	-13%	-8%	-12%	+
9	Vervoer op land - groot	-37%	-34%	*		-18%	-27%	++
10	Glastuinbouw - belicht	-11%	-10%			-2%	-5%	+
11	Glastuinbouw - onbelicht	-8%	-5%	-9%	-6%	-7%	-10%	+
12	Batterij ¹³							0
13	Warmtenet	-5%	-5%	-5%	-6%	-5%	-5%	0
14	Datacenters	-1%	-1%			-1%	-1%	0
15	Snelladen	-36%	-24%	-36%	-24%	-30%	-24%	++
16	Papierproductie	-1%	-1%			0%	-1%	0
17	Voedingsmiddelen - zuivel	-2%	-2%			-1%	-2%	0
18	Industriële bakkerij	-2%	-1%	-2%	-1%	0%	-2%	0
19	Kunststof**	0%	0%			0%	0%	0
20	Kleine maakindustrie MS**	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0
21	Kleine maakindustrie HS**	0%	0%			0%	0%	0
Gewogen resultaat		-10%	-9%	-9%	-7%	-6%	-7%	-10%

* De lege witte cellen zijn voor casussen groter dan 2 MVA, waardoor ze geen kWh-nettariefcomponent kennen en dus heeft een tijdsafhankelijke kWh-nettariefdrager geen additioneel effect.

** Geen flexibiliteit aanwezig.

¹³ De batterij kent geen energiekosten, maar een positief saldo door energiehandel. Daarom is dit niet opgenomen in deze tabel

Resultaten per casus

De industriële sectoren en datacenters hebben een zeer beperkt kostenvoordeel voor het sturen van de elektriciteitsvraag (beoordeling 1), in zowel de referentie als bij de tijdsafhankelijke nettarieven. De verwachte flexibiliteit is te weinig en het profiel te vlak om echt tot significante kostenvoordelen te komen. Voor industrie geldt daarnaast dat het vlakke profiel betekent dat de nettarieven een klein onderdeel zijn van de totale energiekosten. Voor sommige utiliteit zijn de nettarieven zo'n 50% van de energiekosten, maar voor bijvoorbeeld de papierfabriek met elektrische boiler zijn de nettarieven zo'n 10%. Dat maakt het ook minder aantrekkelijk om te sturen op nettarieven.

Voor casus met een beoordeling 2 zien we een beperkt prijsvoordeel van sturing op elektriciteitskosten. Logies en warmtenet kunnen minstens zo'n 5% van hun elektriciteitskosten reduceren. Als voorbeeld: voor logies rekenen we met een hotel met een 200 kW netaansluiting, een totale elektriciteitskosten van zo'n 75.000 euro en een voordeel van energiekostensturing van € 5.000 tot € 7.500 in 2030.

De beoordeling 3 kent een grotere kostenreductie, van minstens zo'n 10% voor de verschillende casussen. Dit geldt voor detailhandel, glastuinbouw en vervoer op land midden. De middencasus van vervoer op land kan de kosten minder reduceren, doordat een groter gedeelte een beperkte flexibiliteit kent; de koel- en vriesinstallatie is minder flexibel dan het laden van voertuigen en er is voor deze casus meer inflexibel standaardverbruik aangenomen vanwege een grotere bedrijfshal. Hierdoor is er minder kostenreductie mogelijk. Voor batterijen is een beoordeling op dit criteria complex; hun business-case is gebaseerd op het sturen op energiekosten. We zien echter in de modellering ook dat het nettariaf toeneemt bij verschillende varianten van tijdsafhankelijke nettarieven, daarom is deze casus ook met een 3 beoordeeld.

De casussen met kostenreductie 4 bestaan voor een belangrijk gedeelte uit utiliteit: zorg, kantoren en onderwijs. Een belangrijke drijfveer daarin is het laden van elektrische voertuigen, wat door energiekostensturing goed verspreid kan worden en kan plaatsvinden op de goedkope momenten.

Het grootste kostenvoordeel voor energiekostensturing is te zien bij de logistiek casussen klein en groot, en de snellaad casus. Voor logistiek geldt dat het energiekostengestuurd laden van voertuigen tot een zeer grote kostenreductie leidt, binnen de gestelde laadblokken. Snelladen kent een beperkte flexibiliteit, in deze studie is het effect onderzocht van de laadvraag met één uur verplaatsen. Dit biedt een groot kostenvoordeel, maar het is wel onzeker of dat bij deze casus gerealiseerd kan worden en tegen welke kosten.

Resultaten per tariefvariant

Uit de resultaten voor sturing op de energiekosten zien we geen toename in het prijsvoordeel met de introductie van tijdsafhankelijke nettarieven. In de huidige situatie is de hoeveelheid energiekostensturing bij de casussen relatief beperkt; maar we voorzien juist flexibiliteit in de elektrificatie die richting 2030 steeds meer zal plaatsvinden. Daarbij gaat het dan om elektrificatie van ruimteverwarming, elektrische auto's en logistiek en elektrificatie van industrie. Dat creëert potentieel voor flexibiliteit en zal dus ook het prijsvoordeel van energiesturing vergroten. We voorzien dus een veel grotere kans dat flexibele energiesturing richting 2030 meer gemeengoed is; en daarmee ook dat dit kostenvoordeel voor een bedrijf met alleen standaard elektriciteitsverbruik niet haalbaar zijn.

Het prijsvoordeel met de huidige tariefstructuur kan per sector grofweg ingedeeld worden als zo'n 30% bij logistiek, 15-20% in de utiliteit, 10% in de glastuinbouw en 0-2% in de industrie. Dit is uitgaande van elektriciteitsprijzen en nettarieven van 2030:

- Voor ***tijdsafhankelijke kW-max-nettarief*** zien we een kleine afname in het prijsvoordeel van energiesturing. De kosten blijven voor de casussen grofweg gelijk met de introductie van dit tarief. Het absolute prijsvoordeel neemt zo'n 1 tot 5% procentpunt af. Een aanleiding van een beperkter kostenvoordeel voor veel casussen is ook dat slechts 25% van de kosten van aansluitingen onder de 2 MVA uit deze tariefcomponent afkomstig zijn.
- Voor het ***tijdsafhankelijke kWh-nettarief*** zien we een kostentoeename gemiddeld voor de casussen zonder prijssturing, maar lagere kosten als partijen wel sturen. De correctheid van de hoogte van het tarief is dus afhankelijk hoeveel partijen in de praktijk gaan sturen om de netkosten te verlagen. Het percentage van de energierekening dat bespaard kan worden is voor veel casussen gelijk of hoger dan met de huidige tariefstructuur. Vooral in de utiliteit (kantoor zeer groot, onderwijs en detailhandel) is een extra kostenvoordeel mogelijk ten opzichte van de huidige tariefstructuur van enkele procentpunten.
- Een gecombineerd ***tijdsafhankelijk kWh- en kW-max-nettarief*** resulteert voor de meeste casussen in een lagere potentiële kostenreductie. De combinatie van deze twee tariefdragers maakt het complexer om de kosten te reduceren, en maakt energiekostensturing daarmee dus niet aantrekkelijker.
- Het ***tijdsafhankelijke kW-contract*** lijkt een beperkt kostenvoordeel van energiekostensturing op te leveren, hierin zijn echter twee vergelijkingen in de studie mogelijk:
 1. Effect van uur-specifiek kW-contract zonder energiekostensturing.
 2. Effect van energiekostensturing, en daarmee aangepast kW-contract per uur.In deze tabel is het effect opgenomen ervan uit gaande dat in de situatie zonder energiekostensturing, partijen al wel een aangepast kW-contract per uur afnemen en dus geen vlak profiel. Het effect is dus puur de verandering door energiekostensturing en niet het aanpassen van tijdsafhankelijk kW-contract per uur, om een eerlijke vergelijking te maken met energiekostensturing in andere varianten. Dit is verder toegelicht in Tekstkader 4 op Pagina 63.

We concluderen daarmee dat de variant met tijdsafhankelijke kW-contract het kostenvoordeel van energiekostensturing beperkt. Dit komt doordat het contracteren van een kW-contract per uur al een relatief groot kostenvoordeel oplevert én het optimaliseren van het kW-contract complex is. Het vereist immers een reductie van het vermogen op een uur, en elk uur van het jaar. Het reduceren daarvan is complex als er bijvoorbeeld op momenten hoge niet-flexibele pieken zijn, of dat het voordelig is gedurende het jaar om flexibiliteit in te zetten vanwege goedkope uren op het elektriciteitsnet.

- Het ***tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract*** laat een prijsvoordeel van energiesturing zien dat hoger is dan variant 4 met alleen een tijdsafhankelijk kW-contract en lager dan het huidig tarief en andere tijdsafhankelijke nettarieven. Dit is een combinatie van het beperkte kostenvoordeel van het kW-contract, en het kostenvoordeel van de andere tariefdragers.

Tekstkader 4 - kW-contract met vlak profiel, aangepast kW-contract per uur en met energiekostensturing

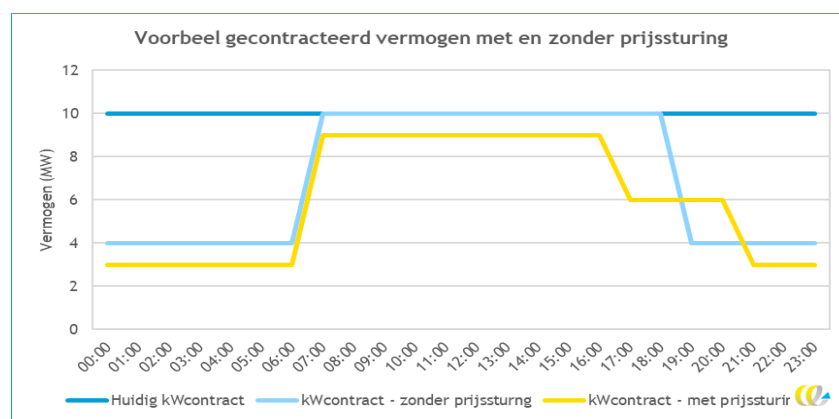
Als een partij een gelijk kW-contract houdt aan het huidige kW-contract en ieder uur dit vermogen contracteert, neemt het kW-contract-tarief toe met 15%. Dit betekent een stijging van de nettarieven van 3,75% voor aansluitingen tot 2 MVA en 7,5% voor aansluitingen groter dan 2 MVA. Het aanpassen van het kW-contract per uur kan al een significant voordeel opleveren. In **Figuur 18** is dit weergegeven voor een voorbeeld bedrijf met een profiel dat lijkt op veel kantoren, scholen en maakindustrie. Als het bedrijf alleen nog een hoog kW-contract contracteert gedurende kantooruren (lichtblauwe lijn) kan het de kW-contract-kosten met 30% reduceren (en de nettarieven dus 7,5 of 15%).

Door energiekostensturing toe te passen (gele lijn) wordt het vermogen minder. Dit betekent dat de kW-contract-kosten:

- 10% dalen ten opzichte van een aangepast kW-contract per uur (oftewel 2,5 of 5% lagere nettarieven).
- 40% dalen ten opzichte van een vlak kW-contract-profiel (oftewel 10 of 20% lagere nettarieven).

Het kosteneffect wordt dus sterk beïnvloed door de aanname of een bedrijf het gecontracteerd vermogen per uur zal aanpassen. In deze studie zijn de gerapporteerde getallen het voordeel van energiekostensturing ten opzichte van een aangepast kW-contract-profiel per uur. We vinden dat dit een eerlijker inzicht geeft in het effect van energiekostensturing. Daarbij gaan we er dus wel vanuit dat in de situatie zonder energiekostensturing, het bedrijf al per uur een passend kW-contract afneemt; oftewel een lager kW-contract op uren dat er minder elektriciteit nodig is.

Figuur 18 - Voorbeeld visualisatie kW-contract met en zonder energiekostensturing



De inzichten over het risico over prijsvoordeel voor sturing op elektriciteitsleveringskosten en nettarieven is opgenomen in Tabel 35. We zien dat met de elektriciteitsprijzen, huidige nettarieven en verwachte flexibiliteit in 2030 het al financieel behoorlijk aantrekkelijk is voor partijen om hun elektriciteitsvraag te sturen. Tijdsafhankelijke nettarieven vergroten dit effect niet direct. Bij een tijdsafhankelijk kW-contract zien we dat het aanpassen van het uurlijks gecontracteerd vermogen de grootste financiële baten oplevert, het aanpassen van de energievraag biedt vervolgens een kleiner extra effect.

Tabel 35 - Beoordeling per tariefvariant van criteria 'Voordeel energiekostensturing'

Effect energiekostensturing	0. Energiekostensturing met huidig tarief	1. kW-max	2. kWh	3. kWh, kW-max	4. kW-contract	5. kW-max, kW-contract, kWh
Gewogen impact over alle casussen ¹⁴	-10%	-9%	-8%	-7%	-6%	-7%
Voordeel energiekostensturing	+	+	+	0	-	0

8.3 Validatie: totale inkomsten netbeheerders

Een belangrijke validatie is of de tariefstelling goed is. Vooraf zijn de tijdsafhankelijke tarieven per kWh, kW-max en kW-contract ingeschat. We hebben een grove analyse uitgevoerd om in te schatten of de totale nettatarieveninkomsten gelijk blijven. Hiervoor is de netimpact per casus vermenigvuldigd met de geschatte omvang. Belangrijk daarbij is te vermelden dat hiermee niet alle bedrijven in Nederland zijn gerepresenteerd en dit geen diepgaande analyse is met alle bedrijfsgegevens. De resultaten per tariefvariant, met en zonder sturing op kosten, zijn opgenomen in Tabel 36.

Tabel 36 - Resultaat van gemiddeld gewogen verandering in nettatarieven over de casussen¹⁵

	Geschatte verandering in totale netkosten t.o.v. huidige situatie zonder energiekostensturing. Gemiddelde waarde en interval [min tot max] van de 21 casussen
Huidig nettatarief - effect van energiekostensturing	-12% [-40% tot + 8%]
1. kW-max - geen energiekostensturing	-4% [-18% tot +4%]
1. kW-max - energiekostensturing	-11% [-43% tot +13%]
2. kWh - geen energiekostensturing	+5% [-3% tot +19%]
2. kWh - energiekostensturing	-7% [-33% tot +9%]
3. kW-max en kWh - geen energiekostensturing	+0% [-18% tot +15%]
3. kW-max en kWh - geen energiekostensturing	-7% [-39% tot +14%]
4. kW-contract - geen energiekostensturing, wel aangepast vermogen per uur ¹⁶	-6% [-29% tot +5%]
4. kW-contract - wel energiekostensturing	-7% [-35% tot +17%]
5. kW-max, kWh en kW-contract - geen energiekostensturing	-6% [-33% tot +10%]
5. kW-max, kWh en kW-contract - energiekostensturing	-11% [-55% tot +21%]

¹⁴ Dit is de individuele impact per casus en gewogen met de omvang van de sector (waarde 1 tot 5) zoals opgenomen in Paragraaf 6.3.

¹⁵ Geen energiekostensturing betekent dat we uitgaan van een situatie met tijdsafhankelijke nettatarieven, maar geen aanpassing in profielen van aangesloten.

Met energiekostensturing betekent een situatie met tijdsafhankelijke nettatarieven, waarbij er wel gestuurd wordt in energieverbruik op basis van financiële prikkels, waardoor de profielen en netkosten veranderen. Energiekostensturing gaat altijd uit van prijs optimalisatie op dynamische energieprijzen én nettatarieven.

¹⁶ Als alle partijen een volledig vlak vermogen contracteren bij een tijdsafhankelijk kW-contract, stijgen de kW-contractkosten met 15%. Voor aangesloten onder de 2 MVA betekent dit een tariefstijging van zo'n 3,75% en voor aangesloten met een groter vermogen met 7,5%.

Wat deze inzichten ons opleveren:

- De tariefstelling is niet onrealistisch voor alle tariefvarianten, maar voor een aantal gevallen aan de lage kant. Dit betekent dat de daadwerkelijke tarieven mogelijk hoger liggen dan aangenomen in deze studie. De afwijking lijkt vergelijkbaar met de onzekerheid die bij huidige tariefinschattingen er ook is. Gemiddeld lijken de tarieven-inkomsten niet extreem te veranderen.
- Bij sturing op totale energiekosten zijn er met huidige tariefstructuur ook al minder tariefinkomsten; dit vooral door lagere kW-waarde waar bedrijven op sturen in de analyse. Onze schatting is dat daarmee de rekenvolumes (aantal kWh, kW-max en kW-contract die in rekening gebracht kunnen worden) met 12% afnemen.

Voor de individuele tariefvarianten concluderen we:

1. kW-max: Dit tarief lijkt iets te laag geprijsd. Met energiekostensturing nemen de tarieven evenveel af als in de referentie (-11% ten opzichte van -12%).
2. kWh: Het kWh-nettarief is mogelijk te duur geprijsd zonder energiekostensturing en iets te laag geprijsd als alle partijen sturen op de nettarieven. Globaal verwachten we dat dit tarief vooraf goed is ingeschat en bepaald.
3. kW-contract: Voor het kW-contract nemen we aan dat partijen hun kW-contract per uur aanpassen. Als een bedrijf een vlak vermogen contracteert, is het zo'n 15% duurder uit.¹⁷ Als partijen hun vermogen per uur wel inschatten en contracteren, zijn de tariefinkomsten zo'n 6% lager. Het kW-contracttarief is daarmee mogelijk relatief te laag geprijsd, mits partijen ook echt minder vermogen gaan contracteren. Sommige partijen (zoals kantoren) kunnen hun kW-contractkosten sterk naar beneden brengen door minder vermogen te contracteren. Hierdoor zijn de tariefinkomsten mogelijk te laag.

¹⁷ Dit tarief is hoger omdat er naar verwachting door bedrijven minder vermogen gecontracteerd zal worden op uren, waardoor het totale vermogen dat de netbeheerder in rekening lager is. Omdat de inkomsten gelijk dienen te blijven, neemt de prijs per kW-contract toe als er met tijdsafhankelijke nettarieven minder kW-contract in rekening gebracht kan worden.

9 Resultaten verwachte netimpact

Samenvatting hoofdstuk

Dit hoofdstuk start met een kwalitatieve visie op de netimpact van tijdsafhankelijke nettarieven. Vervolgens concluderen we over de impact van de huidige nettarieven en tijdsafhankelijke nettarieven op twee criteria: de piekbelasting van de individuele casussen op het net en de verschuiving van elektriciteitsvraag van piekmomenten naar momenten met een lagere wegingsfactor (en dus verwachte netbelasting).

Tekstkader 5 - Energiekostensturing: Uurlijkse elektriciteitsprijzen én nettarieven

Deze studie vergelijkt situaties met en zonder energiekostensturing. Zonder energiekostensturing verbruiken partijen stroom zoals ingeschat, wat leidt tot elektriciteitskosten per uur en nettarieven. Met energiekostensturing optimaliseren we de totale maandelijkse kosten door:

1. Stroom af te nemen op goedkope uren en dure uren te mijden.
2. Het maximale afnamevermogen van het net iteratief te beperken, leidend tot lagere nettariëfkosten.

Stroom afnemen op momenten met lage prijzen verlaagt elektriciteitskosten, maar verhoogt nettarieven door hogere piekafname. Beperking van het maximale afnamevermogen verlaagt nettarieven, maar verhoogt elektriciteitskosten. Er is dus een 'trade-off' tussen deze kostencomponenten. In de modellering beperken we het maximale afnamevermogen stapsgewijs, waardoor de 'trade-off' zichtbaar wordt. Dit helpt de optimale beperking te vinden voor de laagste totale maandelijkse energiekosten.

9.1 Kwalitatieve visie netimpact per variant tijdsafhankelijke nettarieven

Deze studie heeft inzicht opgeleverd in de verandering van de belastingsprofielen van de individuele casussen. In deze studie is de verandering in kaart gebracht door te kijken naar de individuele piekbelasting, en wanneer deze plaatsvindt, en naar de verplaatsing van elektriciteitsvraag over de verschillende tijdsblokken (1; 0,8; 0,6; 0,4 en 0,2). Een doorrekening van de netten van de netbeheerders was buiten scope van deze opdracht.

Van belang is om te duiden dat de netbeheerders zich in hun investeringsbeleid baseren op de gemeten absolute piek, met daarnaast rekening houdend met autonome groei van de piekbelasting. De schatting voor autonome groei bestaat uit onder andere een percentage van de huidige piek per jaar, gebaseerd op de historische ontwikkeling. Beleid (zoals tijdsafhankelijke nettarieven) dat erin resulteert dat pieken direct afnemen, kan daarmee resulteren in meer ruimte op het net en uiteindelijk het aansluiten van extra klanten. Sommige beleidsmaatregelen zullen mogelijk leiden tot minder autonome groei, omdat bijvoorbeeld elektrificatie net-efficiënt plaatsvindt. Dit heeft effect als een (paar) jaar de autonome groei minder is. Dan zullen in de prognoses van de netbeheerders de verwachtingen autonome groei wordt aangepast in de modellen van de netbeheerders,

waardoor er minder snel congestie in de toekomst wordt verwacht (en gerealiseerd) en minder snel afgekondigd hoeft te worden. Dit is dus een indirect effect later in de tijd.

De tijdsafhankelijke tarieven hebben het volgende verwachte tarieffeffect:

- kWh: Het kWh-nettarief resulteert primair in een verschuiving van de elektriciteitsvraag gebaseerd op een vernieuwde kWh-prijs; gebaseerd op de day-aheadmarktprijs en het tijdsafhankelijke kWh-nettarief. Als er nieuwe momenten ontstaan met een laagste prijs door het tijdsafhankelijke kWh-nettarief, leidt dit tot een verplaatsing van elektriciteitsvraag van momenten met potentieel hoge netbelasting naar rustigere momenten. Dit heeft effect op de netbelasting op het elektriciteitsnet. Daarnaast kan het ook de autonome groei beperken, doordat piekbelasting van individuele aangeslotenen wordt verplaatst.
- kW-max: De kW-max geeft partijen een uurlijks variërende maximaal vermogen. Vervolgens kunnen partijen dit vermogen verder reduceren door elektriciteitsvraag te verplaatsen naar momenten met lage wegingsfactoren. Dit creëert extra potentieel voor partijen om de individuele piekbelasting te reduceren, zeker tijdens piekmomenten op het net. Dit raakt daarmee ook direct het net van de regionale netbeheerders en kan de autonome groei beperken, doordat er minder piekvermogen toename is in de jaren na introductie van het tarief.
- kW-contract: Het effect van een tijdsafhankelijk kW-contract is meer indirect. De netbeheerders baseren hun beleid over het operationaliseren van de netten op gemeten pieken. Als een partij bijvoorbeeld minder vermogen contracteert in de nacht, hoeft dit geen relatie te hebben met de netbelasting. Uit deze studie blijkt wel dat een tijdsafhankelijk kW-contract het mogelijk maakt om piekbelasting beter te verschuiven naar rustige momenten. Voornamelijk omdat het tijdsafhankelijke kW-max wordt beperkt door een vast kW-contract; het kW-contract wordt dan snel hoger en duur. Het tijdsafhankelijke kW-contract kan daarmee dus bijdragen aan het verplaatsten van piekbelasting, naar verwachting nog beter in combinatie met tijdsafhankelijk kW-max. Daarnaast kan het kW-contract indirect doorwerken als de autonome groei van de piekbelasting minder is, bijvoorbeeld door dat partijen minder vermogen afnemen na introductie van een tarief waardoor de piekbelasting op langere termijn minder snel stijgt.

9.2 Resultaat potentiële netimpact

In Paragraaf 9.2.1 is het effect op de absolute piekbelasting per casus en tariefvariant toegelicht, en in Paragraaf 9.2.2 de verplaatsing van elektriciteitsvraag van piekmomenten op het elektriciteitsnet.

9.2.1 Verandering piekbelasting

Resultaten per casus

In Tabel 37 is opgenomen wat de verandering is in absolute piekbelasting over het hele jaar per casus. De resultaten zijn berekend ten opzichte van de piekbelasting zonder energiekostensturing. De absolute individuele piekbelasting is de gemeten maximale piek van een individuele aansluiting, maar deze hoeft niet per se overeen te komen met de absolute piekbelasting in het net.

Met prijssturing en huidige nettarieven, zien we dat de piekbelasting kan toenemen voor de sectoren glastuinbouw onbelicht en bakkerij. Voor deze casussen is het betalen van meer nettarief interessant om op momenten goedkoper elektriciteit af te nemen. In de meeste

casussen zien we echter een significante afname in de piekbelasting. Het sturen op de nettarieven resulteert erin dat de piekbelasting gedrukt wordt, om zo de kW-max en kW-contract waarde te beperken. Een belangrijke factor hierin is het laden van elektrische voertuigen bij utiliteit (kantoor, onderwijs, logies, zorg). Dit kan tot zeer grote pieken leiden, maar deze laadvraag kan wel goed verschoven en gespreid worden.

Bij een tijdsafhankelijke kW-max-tariefdrager blijft de individuele piek vaak gelijk of zelfs iets hoger, ten opzichte van het huidige tarief. De piekbelasting vindt dan echter plaats op momenten met een lagere wegingsfactor, waardoor de kW-maxgewogen niet toeneemt. Dit verschil zien we ook sterk terug bij de logistieke sectoren, waar er een nog grotere reductie van de individuele piekbelasting vermogens mogelijk is. We constateren dat de piekbelasting vooral niet toeneemt vanwege een beperkend effect van het kW-contract, zoals beschreven in Paragraaf 4.1. Het afnemen van een hogere piekbelasting resulteert bij een tijdsafhankelijke kW-max niet in hogere kW-max-kosten, maar wel in een hoger kW-contract. Hierdoor is flexibilisering, zeker bij hoge netbelasting en/of vlak profiel, minder mogelijk.

Bij een tijdsafhankelijke kW-contract neemt de absolute individuele piekbelasting toe. De varianten 4 en 5 geven meer ruimte om hogere pieken af te nemen, dan een tijdsafhankelijk kW-max-tarief. Net als bij een tijdsafhankelijke kW-max gebeurt dit op rustige momenten, met lager wegingsfactoren. Partijen kunnen dan op momenten met een lage wegingsfactor een hoger vermogen afnemen, zonder direct meer netkosten te betalen. De toename in absolute piek vindt dus plaats op momenten met een lage wegingsfactor, wanneer er dus ook vaak ruimte is op het net. Om te bepalen of dit tot nieuwe pieken leidt, is een netdoorrekening nodig van de netbeheerders wat niet in scope is van deze studie.

De varianten zijn beoordeeld van -- tot ++; de uiteindelijke beoordeling is 0 voor alle sectoren omdat we zeer beperkt effect zijn van de tijdsafhankelijke nettarieven ten opzichte van de huidige nettarieven.

De weergegeven getallen in Tabel 37 betekenen dat een kantoor zeer-groot een piekreductie heeft van 15% met de huidige nettarieven, en van 15+12=27% bij een tijdsafhankelijk kW-max. Voor vervoer op land klein betekent het huidige tarief een reductie van 45%, met het tijdsafhankelijke kW-contract slecht een piekreductie in totaal van 4% ten opzichte van geen energiekostensturing ($-45\% + 41\% = -4\%$).

Tabel 37 - Verandering absolute piekbelasting over het hele jaar per casus en tariefvariant, t.o.v. de piekbelasting zonder sturing van elektriciteitsvraag.*

	0. Referentie met energie-kostensturing	Additioneel t.o.v. energiekostensturing in referentie					Beoordeling criteria
		1. kW-max	2. kWh	3. kWh + kW-max	4. kW-contract	5. kW-max + kWh + kW-contract	
Zorg	-34%	0%	0%	0%	18%	18%	0
Kantoor - zeer groot	-15%	-12%	-12%	-12%	-8%	-8%	0
Kantoor - groot	-40%	0%	10%	0%	5%	16%	0
Onderwijs	-24%	0%	0%	0%	27%	10%	0
Detailhandel	-26%	0%	0%	0%	22%	22%	0
Logies	-28%	0%	0%	0%	37%	37%	0
Vervoer op land - klein	-45%	-11%	0%	0%	41%	55%	0

	0. Referentie met energie-kostensturing	Additioneel t.o.v. energiekostensturing in referentie					Beoordeling criteria
		1. kW-max	2. kWh	3. kWh + kW-max	4. kW-contract	5. kW-max + kWh + kW-contract	
Vervoer op land - midden met koel/vriesinstallatie	-11%	0%	0%	-13%	20%	6%	0
Vervoer op land - groot	-26%	0%	*		35%	35%	0
Glastuinbouw - belicht	-10%	0%			61%	61%	0
Glastuinbouw - onbelicht	14%	0%	0%	0%	29%	29%	0
Batterij	0%	0%	0%	0%	26%	26%	0
Warmtenet	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0
Datacenters	-5%	0%			10%	10%	0
Snelladen	-57%	0%	0%	0%	6%	18%	0
Papierproductie	-9%	0%			6%	6%	0
Voedingsmiddelen - zuivel	-8%	0%			10%	10%	0
Industriële bakkerij	3%	0%	0%	0%	9%	9%	0
Kunststof*	0%	0%			0%	0%	0
Kleine maakindustrie MS*	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0
Kleine maakindustrie HS*	0%	0%			0%	0%	0

* De lege witte vlakken zijn voor casussen groter dan 2 MVA, waardoor ze geen kWh-nettariefcomponent kennen en dus heeft een tijdsafhankelijke kWh-nettariefdrager geen additioneel effect.

Resultaten per tariefvariant

In de tekst hiervoor zijn de verschillen per tijdsafhankelijke tariefvariant al toegelicht. In Tabel 38 zijn deze resultaten vertaald naar een beoordeling per tariefvariant op dit criteria. Het reduceren van de maximale piekbelasting vindt, bij een economische inzet van flexibiliteit, in grote mate plaats bij de huidige nettarieven vanwege de kW-max en kW-contracttarieven. In specifieke casussen leiden de tijdsafhankelijke nettarieven tot extra reductie, vanwege de hogere kosten per kW-max, maar deze effecten zijn beperkt. Het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract resulteert in hogere piekbelasting op momenten met een lage wegingsfactor; de absolute piek neemt toe maar niet op een kritiek moment. Dit effect zien we niet terugkomen bij een tijdsafhankelijk kW-max-tarief, aangezien het vaste kW-contract dan overschreden wordt.

Tabel 38 - Beoordeling per tariefvariant van criteria 'Positieve netimpact - Reductie maximale piekbelasting'

Effect energiekostensturing	0. Energiekostensturing met huidig tarief	1. kW-max	2. kWh	3. kWh, kW-max	4. kW-contract	5. kW-max, kW-contract, kWh
Gewogen impact over alle casussen ¹⁸	-12%	-13%	-10%	-11%	4%	3%
Positieve netimpact - Reductie maximale piekbelasting	+	+	+	+	-	-

¹⁸ Dit is de individuele impact per casus en gewogen met de omvang van de sector (waarde 1 tot 5) zoals opgenomen in Paragraaf 6.3.

Voorbeeld: kW-max voor industrie met vlak profiel

In de industrie is het profiel van het energieverbruik, zowel warmte als elektriciteit, vrijwel vlak. Hierbij is het gemiddelde verbruik circa 90% van het piekvermogen. Een belangrijke verduurzamingsroute is om naast de (aardgasgestookte) gasboiler of wkk een e-boiler te plaatsen.

De e-boiler wordt op basis van de energieprijzen (ten opzichte van gas) aan en uitgeschakeld. Hierbij wordt de e-boiler ofwel 100% aangeschakeld of 100% uitgeschakeld. Het resulterende afnameprofiel bestaat dus uit scherpe, hoge pieken met allemaal een gelijk vermogen.

De enige sturing met (tijdsafhankelijke) nettarieven die mogelijk is voor industrie (met vaak aansluitingen groter dan 2 MVA¹⁹) is om met kW-contract of kW-max die pieken te drukken, aangezien er dan geen kWh-tariefcomponent geldt. De verbruikspieken zijn verspreid over momenten met hoge en lage wegingsfactoren en de elektriciteitsprijzen komen niet volledig overeen met de momenten van hoge netbelasting. Om een lager elektriciteitsverbruik te krijgen, moeten op deze momenten de pieken gedrukt worden. Om de kW-max te verlagen, moeten tegelijkertijd pieken gedrukt worden op momenten met een klein verschil tussen de elektriciteits- en gasprijs, en tijdens momenten met een groot prijsverschil. Bij een klein prijsverschil zou een kleine prijsprikkel, door het nettatarief, kunnen zorgen voor het volledig verdwijnen van de elektriciteitspiek. Bij een groot prijsverschil gaat dat niet lukken.

Omdat de pieken allemaal bijna even hoog zijn, heeft het geen zin om maar een deel van de pieken te drukken: de kW-max en het kW-contractveranderen amper.

Dit mechanisme is hetzelfde, onafhankelijk of de e-boiler naast een wkk of een gasboiler wordt geplaatst. Er zijn twee, voor dit onderzoek, belangrijke verschillen tussen een wkk en een gasboiler. Ten eerste kan een gasboiler goedkoper warmte leveren dan een wkk, waardoor een e-boiler in verhouding minder vaak aan staat. Ten tweede levert een wkk ook elektriciteit, waardoor deze partijen minder last hebben van fluctuerende elektriciteitsprijzen. Beide effecten zorgen in deze studie niet voor significante verschillen in de conclusies.

9.2.2 Verschuiving elektriciteitsvraag van piekmomenten

De absolute piekbelasting is van belang, maar daarnaast is een belangrijke parameter hoeveel stroom er wordt verbruikt in welk tijdsblok. In deze analyse is het totale stroomverbruik per tijdsblok opgeteld, zoals opgenomen in het tarieftijdsvenster in Figuur 6 en

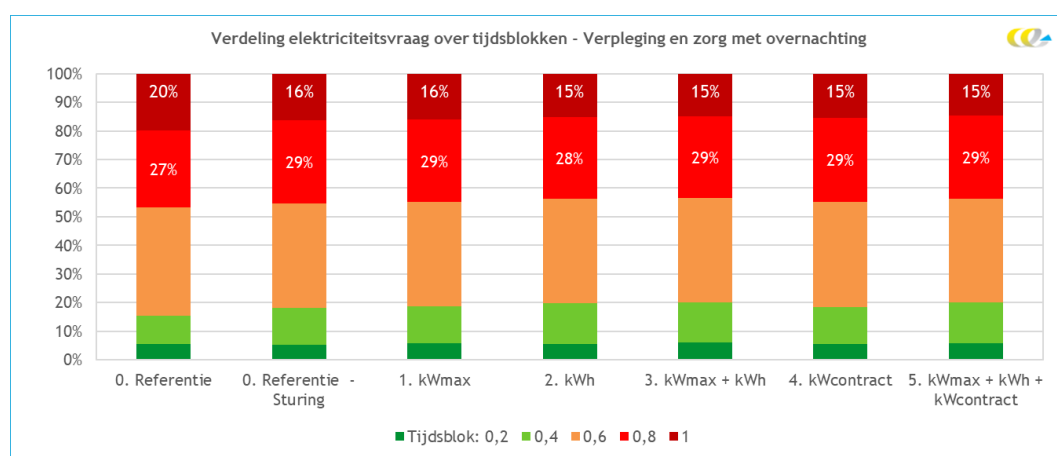
¹⁹ De grens voor het kWh-nettarief verschilt per netbeheerder. In deze studie is 2 MVA als uitgangspunt gehanteerd.

Figuur 7. We analyseren hoeveel van het elektriciteitsverbruik is verplaatst van de momenten met veel netbelasting (tijdsblokken met wegingsfactor 0,8 en 1,0) naar lagere tijdsblokken. Als voorbeeld is in Tekstkader 6 het resultaat weergegeven voor zorg, zoals dit is opgenomen voor alle casussen in Bijlage A.

Tekstkader 6 - Voorbeeld resultaat zorg

Zonder energiekostensturing vindt 47% van de elektriciteitsvraag plaats in de tijdsblokken 0,8 en 1,0. Met energiekostensturing op huidige tarieven neemt het elektriciteitsverbruik af met 1,6 procentpunt in deze tijdsblokken, maar er vindt een nog sterkere piekreductie plaats van momenten met wegingsfactor 1. Het sturen op tijdsafhankelijke nettatarieven resulteert in de meeste verplaatsing in variant 2, hier wordt 3,4% van de elektriciteitsvraag verplaatst van tijdsblok 0,8 en 1,0.

Figuur 19 - Voorbeeld resultaat: verdeling elektriciteitsvraag over tijdsblokken - zorg



De resultaten voor alle casussen zijn weergegeven in Tabel 39. In de eerste kolom is de verplaatsing van elektriciteitsvraag van tijdsblok 1,0 en 0,8 weergegeven voor de referentie (uitgaande van energiekostensturing op uurlijkse elektriciteitsprijzen en huidige tariefstructuur). In de kolommen daarna is de verandering weergegeven ten opzichte van de situatie met energiekostensturing in de referentie. De waarde van -0,3% in de eerste cel onder tariefvariant 1. tijdsafhankelijke kW-max betekent 0,3% extra reductie, dus een totale reductie van 1,9% procentpunt. De beoordeling van dit criteria is ook uitgevoerd van -- tot ++.

De weergegeven resultaten in Tabel 39 tonen het effect van tijdsafhankelijke nettatarieven als partijen niet zouden sturen bij de huidige tariefstructuur, dit is dus een som van de referentie en daarbij het tijdsafhankelijke tarief. Dus bijvoorbeeld De waarde van -0,3% in de eerste cel onder tariefvariant 1. tijdsafhankelijke kW-max betekent 0,3% extra reductie, dus een totale reductie van 1,9%

Tabel 39 - Resultaat additionele verschuiving van elektriciteitsvraag door tariefvarianten van tijdsblok met wegingsfactor 0,8 en 1,0. Het weergegeven percentage is de procentpunt; oftewel hoeveel procent van het totale elektriciteitsverbruik verschoven is.*

Verandering absolute elektriciteitsvraag op piekmomenten	0. Referentie met energie-kostensturing	Additioneel t.o.v. energiekostensturing in referentie					Beoordeling criteria
		1. kW-max	2. kWh	3. kWh + kW-max	4. kW-contract	5. kWh + kW-contract	
Zorg	-1,6%	-0,3%	-1,6%	-1,8%	-0,4%	-1,5%	+
Kantoor - zeer groot	-1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,1%	+
Kantoor - groot	-1,6%	-0,3%	-1,6%	-1,8%	-0,4%	-1,5%	+
Onderwijs	-4,1%	-0,4%	-2,9%	-3,5%	-0,2%	-3,0%	+
Detailhandel	-1,8%	0,0%	-1,3%	-1,3%	0,0%	-1,3%	0
Logies	-2,0%	-0,1%	-1,2%	-1,3%	0,0%	-1,3%	0
Vervoer op land - klein	-28,4%	-1,1%	-15,7%	-16,4%	-1,3%	-15,1%	++
Vervoer op land - midden met koel/vriesinstallatie	-3,5%	-0,1%	-2,1%	-2,3%	-0,5%	-2,6%	+
Vervoer op land - groot	-11,7%	-0,9%	*		-1,7%	-1,8%	0
Glastuinbouw - belicht	0,0%	-1,0%			-1,2%	-1,4%	0
Glastuinbouw - onbelicht	-4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,3%	-0,3%	0
Batterij	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0
Warmtenet	-3,9%	-0,4%	-1,3%	-2,1%	0,0%	-1,4%	+
Datacenters	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,3%	-1,5%	+
Snelladen	-0,4%	-0,3%	-1,4%	-1,6%	-0,2%	-1,4%	+
Papierproductie	-0,2%	0,1%			-0,1%	-0,3%	0
Voedingsmiddelen - zuivel	-0,1%	-0,1%			0,0%	0,0%	0
Industriële bakkerij	-0,6%	-0,1%	-0,5%	-0,6%	0,0%	-0,6%	0
Kunststof**	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%	0
Kleine maakindustrie MS**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0
Kleine maakindustrie HS**	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%	0

* De lege witte vlakken zijn voor casussen groter dan 2 MVA, waardoor ze geen kWh-nettariefcomponent kennen en dus heeft een tijdsafhankelijke kWh-nettariefdrager geen additioneel effect.

** Casus kent geen flexibiliteit.

Resultaten per casus

De grootste reductie in elektriciteitsvraag op piekmomenten is mogelijk in de logistieke sector, warmtenet, glastuinbouw onbelicht en in mindere mate de utiliteit. We zien een groot effect bij sturing op de huidige nettarieven. Voor de utiliteit geldt dat een tijdsafhankelijk kWh tarief het elektriciteitsverbruik op piekmomenten goed verder kan reduceren. Het kW-max is minder geschikt voor deze sectoren. In deze utiliteitssectoren is er ook echt een significante toename zichtbaar van de positieve netimpact van de tijdsafhankelijke nettarieven.

De logistiek sector biedt daarnaast ook potentieel. Vervoer op land klein kent bijna alleen laadvraag, en weinig andere elektriciteitsvraag waardoor de effecten het grootste zijn. De

tijdsafhankelijke nettarieven bieden extra ruimte, waarbij opvalt dat een tijdsafhankelijk kW-max en kW-contract het meeste potentieel biedt. Dit geeft ruimte om op specifieke momenten snel en maximaal vermogen te laden. De andere logistieke casussen kennen een relatief minder groot effect, doordat er meer elektriciteitsvraag is voor de gebouwen en koel/vriesinstallatie. Deze kennen geen of een lagere flexibiliteit.

De glastuinbouw casussen zijn vergelijkbaar in omvang, met de toevoeging van verlichting bij de belichte casus. De warmtepomp resulteert al in een verschuiving van de elektriciteitsvraag van piekmomenten in de referentie. Interessant genoeg zien we de verschuiving van elektriciteitsvraag niet bij de casus met belichting. De tijdsafhankelijke nettarieven werken ook anders bij deze twee casussen. Voor de onbelichte casus zien we weinig extra elektriciteitsvraag verplaatsing bij de tijdsafhankelijke nettarieven. Dit komt door een vlak profiel van de warmtepomp, waardoor de flexibiliteit ook al volledig wordt ingezet bij de huidige tarieven. Voor de belichte casus is dit anders; de belichting kent een sterk nacht profiel. Het tijdsafhankelijk maken van de kW-max maakt het aantrekkelijk die piekvraag te verplaatsen wanneer mogelijk naar de uren met een lage wegingsfactor.

Voor het datacenter is interessant om te zien dat er pas echt verplaatsing plaatsvindt bij een tijdsafhankelijk kW-contract; alleen dan wordt het financieel interessant om op specifieke momenten flexibiliteit in te zetten. Zonder tijdsafhankelijk kW-contract, is een hoger kW-contracttarief de limiterende factor. Ditzelfde effect zien we terug, maar in mindere mate bij de papierfabriek en bakkerij.

De industriële casussen hebben een beperkt potentieel voor het verschuiven van de elektriciteitsvraag van piekmomenten naar tijdsblokken met een lage wegingsfactor. Dit komt door een stabiel verbruik, en aangezien de flexibiliteit beperkt is tot één of een aantal uur. Vanwege het hoge elektriciteitsverbruik zijn de nettarieven ook maar een klein deel van de totale kosten waardoor sturing op nettarieven beperkt effect heeft.

Resultaten per tariefvariant

Met sturing op de huidige nettarieven wordt in sectoren al een grote winst behaald. De grootste additioneel verschuiving van elektriciteitsvraag zien we bij het tijdsafhankelijk maken van het kWh-nettarief. De utiliteitssectoren, warmtenet en snelladen worden daarmee geprikkeld om elektriciteitsvraag extra te verplaatsen.

Een tijdsafhankelijk kW-max-tarief kent voor de meeste casussen een vergelijkbaar effect als het huidige nettarief. Een belangrijk aandachtspunt daarbij is de complexiteit om echt vraag naar momenten met lage wegingsfactoren te verplaatsen; er zijn vaak veel uren achter elkaar met een hoge wegingsfactor in de wintermaanden (zie nogmaals Figuur 20). Er is dus flexibiliteit nodig over meerdere uren om dit te realiseren.

Figuur 20 - Aanneمة tarieftijdsvenster voor regionale netbeheerders - weekday

Profiel voor weekdagen	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Januari	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
Februari	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
Maart	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
April	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
Mei	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
Juni	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
Juli	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
Augustus	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
September	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
October	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
November	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
December	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8

Daarnaast is het kW-contract sterk beperkend voor het verplaatsen van grote hoeveelheden elektriciteit. Voor veel casussen wordt er in de referentie al geoptimaliseerd op een relatief laag vermogen, waarmee er net aan de elektriciteitsvraag voorzien kan worden. De industrie heeft een vlak afnameprofiel en ook voor veel utiliteit geldt dat er in de winter een vlakker patroon is; het verplaatsen naar andere momenten betekent dan direct een piek op nieuwe uren. Dit leidt tot een hoger kW-contract, wat financieel niet aantrekkelijk is.

De inzichten over het verschuiven van elektriciteitsvraag van piekmomenten naar momenten met lagere wegingsfactoren is opgenomen in Tabel 40. In deze tabel zijn twee criteria opgenomen:

1. Het gewogen gemiddelde van alle casussen per tariefvariant. Dit is dus het resultaat (oftewel verschuiving van elektriciteitsvraag naar dal momenten) vermenigvuldigt met de omvang van de sector (als waarde 1 tot 5). De omvang is bepaald in Paragraaf 6.3.
2. Dit is ook vertaald naar een beoordeling van -- tot ++, waarbij de impact bij de huidige tariefstructuur is beoordeeld is als 0.

De huidige tariefstructuur resulteert in het afvlakken van piekbelasting, waardoor er gedeeltelijk een verplaatsing plaatsvindt naar momenten met een lagere wegingsfactor. Het tijdsafhankelijke kW-max, maar vooral tijdsafhankelijke kWh-nettarief resulteren in extra verplaatsing van elektriciteitsvraag van piekmomenten (wegingsfactor 0,8 en 1), naar momenten met een lagere netbelasting. Dit is echter vrij complex, omdat er veel uren met hoge wegingsfactoren achter elkaar zijn. Flexibiliteit langer dan 2 tot 4 uur is vereist om tot significante vermindering van de netimpact te komen. Het tijdsafhankelijke kW-contract kan hier ook beter mogelijk maken veel vermogen te verplaatsen omdat partijen dan goedkoper een hoger vermogen op specifieke momenten kan contracteren; bij de variant 5 zien we dan ook de grootste verschuiving zien we dan ook in variant 5.

Tabel 40 - Beoordeling per tariefvariant van criteria 'Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten'

Effect energiekostensturing op verschuiving elektriciteitsvraag	0. Energiekostensturing met huidig tarief	1. kW-max	2. kWh	3. kWh, kW-max	4. kW-contract	5. kW-max, kW-contract, kWh
Gewogen impact over alle casussen ²⁰	-3,5%	-3,8%	-5,2%	-5,3%	-3,9%	-5,4%
Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	0	+	++	++	+	++

9.3 Gevoeligheidsanalyse: batterijen achter de meter

Er is een gevoeligheidsanalyse opgenomen voor een batterij achter-de-meter bij de casus detailhandel (vanwege een hoog piekverbruik en veel zon-pv) en vervoer op land groot (vanwege hoge laadvraag). De detailresultaten zijn opgenomen in Bijlage A.22. Uit die analyse blijkt:

²⁰ Dit is de individuele impact per casus en gewogen met de omvang van de sector (waarde 1 tot 5) zoals opgenomen in Paragraaf 6.3.

- **Energiekosten:** De batterij kan de totale energiekosten verlagen, vooral door een verlaging van de elektriciteitsleveringskosten. De verlaging van de totale energiekosten in 2030 is 2% van de investeringskosten bij de detailhandel en 2-6% bij vervoer op land. Dit is de kostenbesparing in alleen het jaar 2030, over de volledige levensduur van de batterij is hierover weinig te zeggen aangezien er geen andere zichtjaren zijn gemodelleerd. De investeringskosten zijn de totale investeringskosten, geschat met de huidige prijzen. De tijdsafhankelijke nettarieven verbeteren daarmee de businesscase, maar alleen het verlagen van de nettarieven is niet voldoende voor een businesscase.
- **Piekbelasting van bedrijf:** We zien een toename van het nettarief met een toevoeging van de batterij. Dit komt doordat de kosten voor het kW-max toenemen in beide casussen, en ook het kW-contract bij de detailhandel casus. De absolute individuele pieken van de casussen nemen toe; dit hoeft niet samen te vallen met de piekbelasting op het net.
- **Verschuiving elektriciteitsvraag:** De batterij achter-de-meter resulteert wel in een significante verschuiving van elektriciteitsvraag van piekmomenten (wegingsfactor 1,0 en 0,8), naar momenten met lagere wegingsfactoren.
 - In de referentie met huidige tariefstructuur wordt er 5,5% (detailhandel) en 6% (vervoer op land groot) van de elektriciteitsvraag extra elektriciteitsvraag verplaatst van piekmomenten.
 - Bij de tijdsafhankelijke nettarieven met een kW-max-component, blijft die extra verschuiving gelijk voor de detailhandel casus. Bij variant 2 (tijdsafhankelijke kWh), variant 3 (kW-max en kWh) en variant 5 (kW-max, kWh en kW-contract) blijkt dat er geen extra verschuiving is van elektriciteitsvraag. Daar blijft de netimpact met de batterij dus gelijk, terwijl het met de huidige tariefstructuur verbetert.
 - Voor de casus vervoer op land groot zien we dat de batterij in de varianten met tijdsafhankelijke nettarieven een positieve netimpact blijft hebben. Ten opzichte van geen batterij blijft de reductie zo'n 6% in de varianten 1, 2 en 5. Bij varianten 3 en 4 neemt de verschuiving af met 4,5%, oftewel minder dan de referentie.
 - De batterij verlaagt dus de netimpact van de casussen, waarbij de toegevoegde waarde het grootst is bij de tijdsafhankelijke kW-max- en kWh-tariefvariant.

10 Conclusies

Samenvatting hoofdstuk

We starten dit hoofdstuk met de aanbevelingen in Paragraaf 10.1. De inzichten van de studie zijn samengevat in Paragraaf 10.2 en vertaald naar een overzichtstabel in Paragraaf 10.3. De resultaten van een gevoeligheidsanalyse met een kostenverdeling van 25% kWh, 50% kW-max en 25 kW-contract zijn opgenomen in Paragraaf 10.4. Enkele belangrijke aspecten zijn niet opgenomen of enkele aannames zijn bepalend voor de resultaten, hierop wordt gereflecteerd in Paragraaf 10.5. Dit is het achtergrondrapport bij de studie voor Netbeheer Nederland over tijdsafhankelijke nettarieven. Het kernrapport is te vinden via onze website.

10.1 Aanbevelingen en conclusies over tijdsafhankelijke nettarieven

Onze aanbevelingen en conclusies over tijdsafhankelijke nettarieven zijn:

- 1. Tijdsafhankelijke nettarieven vergroten systeemefficiëntie en kostenreflectiviteit.**
Het aanpassen van de tariefstructuur met tijdsafhankelijke nettarieven resulteert in een additionele verlaging van de netbelasting als partijen actief sturen op de nettarieven en uurlijkse elektriciteitsprijzen. We zien ten opzichte van de huidige tariefstructuur geen verlaging van de piek van individuele bedrijven, maar wel een grotere verschuiving van elektriciteit van de piekmomenten naar momenten met een lagere wegingsfactor. Dit kan daarmee leiden tot een lagere piekbelasting en daarmee in de toekomst congestie reduceren of voorkomen. Ook verhoogt een tijdsafhankelijk nettarief de kostenreflectiviteit bij een passend ontwerp; partijen die het net gebruiken op momenten met een hoge verwachte netbelasting betalen meer. Tijdsafhankelijke nettarieven zullen (volgens de berekeningen in deze studie) er niet toe leiden dat de totale besparing op energiekosten (in euro's besparing per jaar) van het flexibel sturen van elektriciteitsvraag toeneemt. Uit de analyses blijkt dat als energiekostensturing in de huidige situatie (nettarief en dynamische energieprijzen) € 50.000 is, dat met tijdsafhankelijke nettarieven ook rond de € 50.000 is. De tijdsafhankelijke tarieven geven dus geen of een beperkte extra financiële prikkel ten opzichte van de huidige tariefstructuur. We voorzien wel de mogelijkheid dat tijdsafhankelijke nettarieven de kans vergroten dat bedrijven in zijn algemeenheid hun elektriciteitsvraag gaan flexibiliseren door onder andere de extra aandacht voor het onderwerp.
- 2. Energiekostensturing is essentieel voor verlagen netimpact en energiekosten, ook bij huidige nettariefstructuur.**
De grootste winst qua energiekosten voor bedrijven en verminderen van de netimpact is te behalen door energiekostensturing; met tijdsafhankelijke nettarieven en ook met de huidige nettariefstructuur. Het reduceren van de piekbelasting en verplaatsen van elektriciteitsvraag naar momenten met goedkope uurlijkse day-aheadmarkt prijzen,

leidt al tot een lagere netimpact. Deze toegevoegde waarde geldt vooral voor flexibele technieken, zoals ruimteverwarming en elektrische voertuigen, waardoor het potentieel en toegevoegde waarde richting 2030 toeneemt. De tijdsafhankelijke nettarieven zijn daarmee een extra toegevoegde waarde, op de positieve impact die sturing op elektriciteitskosten (uurlijkse elektriciteitsprijzen en nettarieven) al heeft. De netbeheerders en overheid kunnen aangesloten en aanzetten tot flexibilisering door middel van informatievoorziening, advisering en eventueel stimulerend.

3. Tijdsafhankelijke nettarieven hebben een beperkt risico op hogere netkosten voor aangesloten.

De risico's voor hogere kosten door tijdsafhankelijke nettarieven zijn beperkt. Voor alle 21 voorbeeldbedrijven is onderzocht of ze een groot risico kennen op kostentoename als ze niet kunnen of willen sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven. Voor tijdsafhankelijke kWh- of kW-max-tarieven is zonder energiekostensturing de verandering in totale tariefkosten -10% tot +10%. Het tijdsafhankelijke kW-contracttarief kent een veel grotere spreiding tussen partijen. Het kW-contract is in onze ogen ook minder kostenreflectief als partijen een vlak vermogen contracteren in plaats van een gedifferentieerd vermogen per uur; dat leidt tot een nettarijfkostentoename van 3,5-7,5% terwijl er geen extra kosten veroorzaakt worden. Voor de meeste casussen is het risico op hogere kosten dus beperkt. De sectoren met een verwachte kostentoename vanwege intensief netgebruik zijn batterijen, warmtenetten, datacenters en detailhandel.

4. Focus op varianten met tijdsafhankelijke kWh en kW-max, met aanbevelingen voor ontwerp van de tarieven.

Deze studie concludeert dat er argumenten zijn voor tijdsafhankelijke nettarieven: het verbeteren van kostenreflectiviteit en het verder reduceren van netimpact. Uit de resultaten zien we dat een variant met een tijdsafhankelijk kW-contract ook een positieve netimpact heeft ten opzichte van de huidige tariefstructuur, maar mogelijk minder kostenreflectief is, minder prijsvoordeel biedt bij energiesturing en door aangesloten als minder wenselijk wordt gezien.²¹ De voorkeur lijkt daarmee uit te gaan naar een tijdsafhankelijk kWh- en/of kW-max-tarief.

- We voorzien nog wel een belangrijk knelpunt voor een effectieve implementatie van het tijdsafhankelijke kW-max-tarief. Aangezien een hoger kW-maxwaarde (ook op momenten met een lage wegingsfactor) leidt tot een hoger kW-max
- Daarnaast doen we aanbevelingen voor het ontwerp van nettarieven in de volgende paragraaf.

Aanbevelingen voor ontwerp nettarieven

Onze aanbevelingen voor ontwerp van eventuele tijdsafhankelijke nettarieven zijn:

- **Oplossing voor limitering tijdsafhankelijk kW-max door vast kW-contract:** Een belangrijke belemmering voor de flexibilisering met een tijdsafhankelijk kW-max is het kW-contract. Voor de casussen met een vlak profiel, geldt dat er weinig potentieel is om op sommige momenten een hogere piekbelasting af te nemen bij een tijdsafhankelijke kW-max. Dit zou leiden tot een hogere absolute piekwaarde, en daarmee tot een hoger kW-contract en hoge kosten. Het sturen op een tijdsafhankelijk kW-max-tarief, is dus niet aantrekkelijk vanwege een hoog kW-contract-tarief als het kW-contract niet tijdsafhankelijk is.
 - Een optie is dat de netbeheerder toestaat dat het kW-contract overschreden wordt op momenten met lage wegingsfactoren. Er zijn daarvoor nog wel enkele praktische

²¹ Voor meer toelichting over de werking van het tijdsafhankelijke kW-contract, zie Paragraaf 4.4.

hobbels, zoals dat er nu regels gelden afhankelijk van je kW-contract-waarde die verder uitgewerkt moeten worden.

- **Overweeg kWh-tarief voor alle aangesloten:** Als er wordt gekozen voor een tijdsafhankelijk nettatarief is een overweging om voor alle aangesloten bij regionale netbeheerders een tijdsafhankelijk kWh-tarief te implementeren van bijvoorbeeld 25 of 50% van de nettatariefkosten. Nu geldt dit tarief alleen voor aangesloten onder de 2 MVA, maar dit tarief kan dan uitgebreid worden. Het argument daarvoor is het verhogen van de netefficiëntie, een keuze dient echter gebaseerd te zijn op meer afwegingen zoals kostenreflectiviteit.
- **Overweeg meer differentiatie in de wintermaanden:** In het tarieventijdsvenster met wegingsfactoren is de differentiatie beperkt. Bijvoorbeeld in de winter zijn er alleen enkele uren met een wegingsfactor van 0,6 en van 6:00 tot 1:00 uur is de wegingsfactor 0,8 of 1,0. Daarnaast geeft een wegingsfactor van 0,8 maar een extra ruimte van 25% ten opzichte van een wegingsfactor 1,0. Daarom is te overwegen om 1) de tijdsblokken verder te differentiëren in de winter en/of 2) de wegingsfactoren per tijdsblokken aan te passen. Een uitwerking voor dat tweede kan bijvoorbeeld zijn om de wegingsfactoren aan te passen naar 1; 0,6; 0,5; 0,4 en 0,3. Of om aangepaste wegingsfactoren te koppelen aan specifieke tijdsblokken, zoals 100%, 150%, 200%, 250% en 300% van het vermogen:
 - Belangrijk hierbij is dat deze wegingsfactoren gebaseerd zijn op gemeten netbelasting; er dient een koppeling te zijn met de daadwerkelijke kosten in en belasting op het elektriciteitsnet.
 - Daarnaast geldt dat gewaarborgd wordt dat als er meer ruimte gegeven wordt, er niet nieuwe pieken op het net ontstaat op momenten met lage wegingsfactoren doordat veel partijen elektriciteitsvraag verplaatsen.
- **Verdeling kWh en kW-max-tariefdragers:** Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met tarief voor aansluitingen onder 2 MVA bestaande uit 25% kWh, 50% kW-max en 25% kW-contract.²² Dit leidt niet tot grote verschillen in de energiekosten voor bedrijven en de netimpact; echter betalen partijen dan wel ook van 50% van hun kosten voor het kW-max-tarief, net zoals aangesloten groter dan 2 MVA. Zeker bij keuze voor tijdsafhankelijk maken van alleen kW-max-tarief is het te overwegen de weging aan te passen.
- **Limiteer de complexiteit:** De tijdsafhankelijke nettarieven voegen een complexiteit toe voor bedrijven. Dit kan versimpeld worden door niet te veel componenten tijdsafhankelijk te maken, de tarieftijdsvensters met wegingsfactoren te vaak te veranderen en goede toelichting te geven aan bedrijven over de werking van tijdsafhankelijke nettarieven. Dit maakt de kans dat partijen erop acteren groter.
- **Analyseer samenhang met alternatieve transportrechten, groepstransportovereenkomsten en congestiemanagement:** Alternatieve transportrechten, groepstransportovereenkomsten (energiehubs) en congestiemanagement zijn allen methodes om flexibiliteit bij aangesloten te ontsluiten. Ze kunnen de waarde van flexibiliteit voor bedrijven vergroten, maar ook de complexiteit. Een integrale benadering en communicatie is essentieel.
- **Focus in communicatie en ondersteuning om impact te vergroten:** De tarieven zullen bij een eventuele invoering universeel gelden, maar de focus in communicatie en ondersteuning kan zich focussen op sectoren waar zowel voor de aangesloten als netbeheerder een positieve impact wordt verwacht en sectoren waar juist weinig flexibiliteit is.

²² Met de huidige nettarieven voorzien we richting 2030 al een verschuiving tussen de tariefdragers; voor de onderzochte casussen bestaan de netkosten uit meer dan 25% kW-max en minder dan 50% kWh. In praktijk zouden daarvoor mogelijk tarieven al aangepast worden, maar die correctie is niet gedaan in deze studie.

- De sectoren met de grootste impact (zowel qua netimpact als verlagen energiekosten) zijn de logistieke sector en utiliteit met veel flexibiliteit in voertuigen en ruimteverwarming.
- Sectoren met weinig flexibiliteit dienen ook goed ingelicht te worden over wat de veranderingen voor hun betekenen. De totale energiekosten nemen in een deel van de casussen wel toe; bijvoorbeeld het warmtenet en vollast industrie, en mogelijk de batterij. Ook deze sectoren dienen goed geïnformeerd te worden met de rationele achter tijdsafhankelijke nettarieven, en daarbij het potentieel dat het kan leiden tot minder netverzwaring en lagere netkosten in de toekomst.

10.2 Conclusie impactanalyse nettarieven

In de voorgaande hoofdstukken is steeds een beoordeling opgenomen van de criteria als onderdeel van de impactanalyse. In Tabel 41 is hiervan een overzicht opgenomen.

Tabel 41 - Overzicht impactanalyse nettarieven

	0. Huidige tariefstructuur (met energiekosten ensturing)	1. kW-max	2. kWh	3. kWh, kW-max	4. kW-contract	5. kW-max, kW- contract, kWh
Verandering netkosten zonder energiekostensturing	++	+	+	+	0	0
Voordeel energiekostensturing	+	+	+	0	-	0
Positieve netimpact - Reductie maximale piekbelasting	+	+	+	+	-	-
Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	0	+	++	++	+	++
Perceptie tijdsafhankelijke nettarieven		+	+	0	-	0
Kostenreflectiviteit	-	+	0	+	0	+

Per criteria concluderen we:

- Verandering netkosten zonder energiekostensturing: De tijdsafhankelijke nettarieven creëren een beperkt extra risico voor hogere kosten voor aangesloten. De tijdsafhankelijke nettarieven leiden tot een andere spreiding in nettarieven over aangesloten, maar dit vergroot de kostenreflectiviteit (zie laatste criteria). De spreiding in nettarieven is het grootste bij de tijdsafhankelijke kW-contract variant. Daarnaast voorzien we verschillen in de netkosten van twee bedrijven met hetzelfde profiel die wel en geen mogelijkheid hebben om een vermogen per uur te contracteren; omdat ze missend kennis of personeel hebben. Dit gaat de spreiding in kosten vergroten.
- Voordeel sturing energievraag: We zien dat met de elektriciteitsprijzen, nettarieven en verwachte flexibiliteit in 2030 het al financieel behoorlijk aantrekkelijk is voor partijen om hun elektriciteitsvraag te sturen. Tijdsafhankelijke nettarieven vergroten dit effect niet direct. Bij een tijdsafhankelijk kW-contract zien we dat het aanpassen van het uurlijks gecontracteerd vermogen de grootste financiële baten oplevert, het aanpassen van de energievraag biedt vervolgens een kleiner extra effect.
- Reductie maximale piekbelasting: Het reduceren van de maximale piekbelasting vindt, bij een economische inzet van flexibiliteit, in grote mate plaats bij de huidige nettarieven vanwege de kW-max en kW-contracttarieven. In specifieke casussen leiden

de tijdsafhankelijke nettarieven tot extra reductie, vanwege de hogere kosten per kW-max, maar deze effecten zijn beperkt. Het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract resulteert in hogere piekbelasting op momenten met een lage wegingsfactor; de absolute piek neemt toe maar niet op een kritiek moment. Dit zijn momenten met lagere wegingsfactoren gebaseerd op huidige verwachting van de hoge en lage netbelasting. Als die momenten verschuiven, zullen daarmee ook de wegingsfactoren aangepast worden en eventuele piekbelasting voorkomen kunnen worden. Dit effect zien we niet terugkomen bij een tijdsafhankelijk kW-max-tarief, aangezien het vaste kW-contract in dit geval een beperkte factor is.

- Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten: De huidige tariefstructuur resulteert in het afvlakken van piekbelasting, waardoor er met de huidige tarieven al gedeeltelijk een verplaatsing plaatsvindt naar momenten met een lagere wegingsfactor. Het tijdsafhankelijke kW-max, maar vooral tijdsafhankelijke kWh-nettarief resulteren in extra verplaatsing van elektriciteitsvraag van piekmomenten (wegingsfactor 0,8 en 1), naar momenten met een lagere netbelasting. Dit is echter vrij complex, omdat er veel uren met hoge wegingsfactoren achter elkaar zijn. Flexibiliteit langer dan 2 tot 4 uur is vereist om tot significante vermindering van de netimpact te komen. Het kW-contract kan hier ook toe bijdragen, en de grootste verschuiving zien we dan ook in variant 5.
- Uit de enquêtes blijkt een wisselende voorkeur. De kW-max kent de meeste voorkeurenstemmen en minste tegenstemmen. De varianten met kWh en combinatie van kWh en kW-max scoren daarnaast redelijk goed. De variant met een tijdsafhankelijk kW-contract scoort niet goed, terwijl variant 5 met een tijdsafhankelijk kW-contract, kW-max en kWh weer iets beter scoort. Partijen voorzien niet dat ze sterk verschillend zullen sturen op de varianten van tijdsafhankelijke nettarieven.
- Kostenreflectiviteit is een van de essentiële principes van het ontwerp van nettarieven; het betekent dat partijen die meer kosten veroorzaken voor het elektriciteitsnet, deze kosten ook dragen. De tijdsafhankelijke nettarieven verbeteren de kostenreflectiviteit. Een aanpassing met alleen een tijdsafhankelijk kWh betekent dat alleen aangesloten onder de 2 MVA-tijdsafhankelijke nettarieven ervaren, wat in onze ogen minder kostenreflectief is. Ook een tijdsafhankelijk kW-contract scoort relatief minder goed op kostenreflectiviteit omdat het sterk afhangt van of en hoe partijen uurlijks vermogen contracteren. Mogelijk zijn er bedrijven met beperkte kennis en personele inzet om een specifiek uurlijks kW-contract vermogen in te kunnen schatten, en af te nemen.

Andere belangrijke principes (naast onder andere kostenreflectiviteit en systeemefficiëntie) voor nettarieven zijn het non-discriminatieprincipe, transparantie en objectiviteit. We voorzien dat tijdsafhankelijke nettarieven complexiteit toevoegen voor bedrijven aan de sturing van hun elektriciteitsvraag en hun energierekening. Echter kunnen in onze ogen de varianten van tijdsafhankelijke nettarieven allen ook goed niet-discriminatoir, transparant en objectief vormgegeven worden.

10.3 Belangrijkste inhoudelijke inzichten uit resultaten studie

Inzichten werking tijdsafhankelijke tarieven

Uit de analyses van tijdsafhankelijke nettarieven zijn verschillende lessen getrokken over het functioneren en optimaliseren van de tijdsafhankelijke nettarieven. We behandelen in deze paragraaf de inzichten over het functioneren van de tijdsafhankelijke nettarieven per variant.

Tijdsafhankelijke kW-max:

- Een tijdsafhankelijk kW-max vereist goed zicht in de maandelijkse elektriciteitsvraag, met daarbij de inflexibele piekvraag en flexibele elektriciteitsvraag. In onze modellering is een richtwaarde gekozen voor het tijdsafhankelijke kW-max en is de elektriciteitsvraag verschoven om binnen die richtwaarde te blijven. Dit vereist dus wel vergaand inzicht in de totale elektriciteitsvraag voor de komende maand, en sturing van individuele componenten op de totale netbelasting. De huidige aansturing, bijvoorbeeld slim laden van voertuigen, moet ook al rekening houden met een vermogensgrens (bijvoorbeeld de kW-contract-waarde) en dit wordt nu dus een dynamische grens.
- Het kW-contract is beperkend voor het tijdsafhankelijk maken van de kW-max. Het tijdsafhankelijk kW-max-tarief geeft ruimte om meer stroom af te nemen op momenten met lagere wegingsfactoren. Echter vereist het kunnen afnemen van hogere pieken ook direct een hogere kW-contractwaarde, met ook hogere nettarieven tot gevolg. Voor casussen met een stabiele elektriciteitsvraag (denk aan industrie, maar ook warmtevraag in de wintermaanden) wordt er dan zeer weinig extra ruimte gerealiseerd.
- Een inflexibele maandelijkse piek, of flexibele elektriciteitsvraag die moet plaatsvinden, is soms de beperkende factor om piekbelasting verder te reduceren. Als die piek plaatsvindt op een moment met een hoge wegingsfactor, is de waarde van piekverschuiving sterk verminderd.

Tijdsafhankelijk kWh:

- Het tijdsafhankelijke kWh tarief is een eenvoudig te implementeren tariefdrager voor de energiesturing bij aangeslotenen, en resulteert in een nieuwe uurlijkse prijs waarop geoptimaliseerd kan worden. Hier kunnen verschillende apparaten vrij eenvoudig op aangestuurd worden.
- Het tijdsafhankelijke kWh-nettarief is meestal in lijn met de elektriciteitsprijzen, al zijn er ook momenten met een hoog kWh-nettarief en lage elektriciteitsprijzen (zie Paragraaf 4.2). Het kWh-nettarief is relatief beperkt ten opzichte van de prijsfluctuaties op de day-aheadmarkt, maar leidt er wel toe dat er andere nieuwe momenten zijn met de laagste gecombineerde prijs (day-aheadmarkt en nettatarief).

Tijdsafhankelijk kWh en kW-max:

- De wegingsfactoren zijn altijd met elkaar in lijn, het absolute prijsverschil tussen momenten met lage en hoge wegingsfactoren neemt toe. Partijen kunnen sturen op een tijdsafhankelijk kWh, en worden minder snel beperkt door een verhoogd kW-maxwaarde (aangezien er dan ook een lage wegingsfactor is voor de kW-max). Het niet-tijdsafhankelijke kW-contract is nog wel limiterend.

Tijdsafhankelijk kW-contract:

- Met een vlak gecontracteerd kW-contract stijgen netkosten zo'n 15% met onze aannames. Veel partijen kunnen kosten echter significant verlagen door hun gecontracteerd vermogen per uur aan te passen. Energiekostensturing van elektriciteitsvraag op de nettarieven heeft dan veel minder effect, veel van de optimalisatie heeft al plaatsgevonden door op specifieke uren minder vermogen te contracteren.
- Het optimaliseren op het kW-contract is complex. Er dient vooraf zeer goed inzicht te zijn in het jaarverbruik en de absolute piekbelasting per uur, maar vooral ook wat dat veroorzaakt. Het inschatten of het kW-contract gereduceerd kan worden op specifieke momenten hangt af van (de groei van) de elektriciteitsvraag, en of die pieken wel of niet flexibel zijn.
- Een voorwaarde voor het verminderen van de netimpact met dit tijdsafhankelijke nettatarief, is dat partijen op sommige uren minder contractvermogen contracteren. De vraag is of partijen hiervoor open staan, zeker in tijden van netcongestie.

- Uit de modellering blijkt dat veel casussen extra uren een hoger vermogen contracteren als ze op totale kosten (nettarief en uurlijkse elektriciteitsprijzen) gaan sturen. Het laden van voertuigen gedurende de nacht vindt plaats op meer uren in de nacht als er goedkope elektriciteitsprijzen zijn, maar hiervoor is dan dus wel verschillende uren een hoger gecontracteerd vermogen vereist en blijkt dat het meest kosteneffectief te zijn.

Tijdsafhankelijk kW-contract, kW-max en kWh

- Het tijdsafhankelijk maken van zowel kW-contract als kWh maakt het mogelijk om hogere pieken af te nemen op momenten met lagere wegingsfactoren. We zien dus ook hogere afname pieken ten opzichte van de referentie; maar op momenten met lage wegingsfactoren en daarmee naar verwachting lage netbelasting. Als veel partijen in een gebied echter tegelijk extra vermogen afnemen (mits daar ruimte voor is qua transportcapaciteit), kan dit wel tot extra piekbelasting leiden.
- Een aandachtspunt is dat de wegingsfactoren van het kW-contract en kW-max van elkaar verschillen in het aangenomen ontwerp in deze studie, waardoor er een extra factor wordt toegevoegd aan de optimalisatie. Uiteindelijk leidt de combinatie van beide tot de absolute beperking in een uur.

Effect op energiekosten van tijdsafhankelijke nettarieven

In deze studie zijn de energiekosten (elektriciteit leverancierskosten, nettarieven en waar relevant afweging tussen elektriciteit en aardgas) berekend in 2030. Ten eerste is in kaart gebracht of er sectoren zijn die een sterke toename kennen bij een eventuele introductie van tijdsafhankelijke nettarieven. Tijdsafhankelijke nettarieven zouden ertoe leiden dat bepaalde sectoren meer, en andere sectoren minder gaan betalen. Bij een tijdsafhankelijke kW-max-tarief zullen kantoren bijvoorbeeld minder nettarief betalen, ook zonder gedragsverandering, en datacenters en voedingsmiddelenindustrie bijvoorbeeld meer. Deze industriële partijen gebruiken immers volcontinue, en dus ook op de piekmomenten. We voorzien een kostentoeename vooral bij detailhandel, datacenters batterijen en warmtewetten. De verschuiving in kosten verschilt enigszins per variant van tijdsafhankelijke nettarieven, maar hierin constateren we geen grote verschillen.

Een aandachtspunt bij het tijdsafhankelijke kW-contracttarief is dat de nettarieven met 3,75 of 7,5% toenemen als partijen een vlak profiel contracteren.²³ Het is reëel dat veel partijen geen kennis hebben over nettarieven en hun kW-contract niet zullen aanpassen, naar een tijdsafhankelijk kW-contract per uur. Deze partijen hoeven helemaal geen grotere netimpact te hebben en dus geen extra kosten te veroorzaken, maar de kosten stijgen dan wel. Ook ontstaat er een kostenverschil met vergelijkbare partijen die wel hun kW-contract per uur aanpassen. Dit effect ontstaat minder bij een tijdsafhankelijk kWh of kW-max, omdat daar de kosten zijn gekoppeld aan daadwerkelijk netgebruik in plaats van aan een keuze van een bedrijf qua gecontracteerd vermogen.

Voordeel energiekostensturing van elektriciteitsvraag

Het sturen van elektriciteitsvraag in 2030 biedt veel bedrijven al veel voordeel op de energierekening. Dit omvat zowel het verlagen van de nettarieven door een lagere kW-max- en kW-contract-waarde, als het sturen op de uurlijkse elektriciteitsprijzen. Voor bijvoorbeeld datacenters, met een zeer vlak profiel en kleine hoeveelheid flexibiliteit om op- en af te regelen, zien we wel dat er meer netkosten betaald wordt om zo te kunnen inspelen op uurlijkse elektriciteitsprijzen.

²³ Voor aangesloten tot 2 MVA bestaat het tarief voor 25% uit het kW-contract en neemt het nettarief 3,75% toe als het kW-contracttarief 15% toeneemt. Voor aangesloten groter dan 2 MVA bestaat het nettarief voor 50% uit het kW-contract en neemt het nettarief met 7,5% toe als het kW-contracttarief 15% toeneemt.

De introductie van tijdsafhankelijke nettarieven vergroot het kostenvoordeel niet. Vaak is het prijsvoordeel voor het inregelen van flexibele aansturing van elektriciteitsvraag even groot. Het grootste prijsvoordeel (met de huidige tariefstructuur en tijdsafhankelijke nettarieven) is aanwezig in de logistieke sector, utiliteit en glastuinbouw. De industrie heeft maar een zeer beperkt kostenvoordeel van het sturen op energiekosten.

Voor het tijdsafhankelijke kW-contract geldt dat het kostenvoordeel sterk afhangt van wat een bedrijf doet in de referentie zonder flexibele aansturing van de vraag. Als de bedrijven een vlak profiel contracteren nemen de nettarieven dus 3,75 of 7,5% toe. Echter, als bedrijven hun vermogen per uur aanpassen veranderen de netkosten tussen de +5% en -28%; voor veel bedrijven is zonder energiesturing dus al een belangrijk kostenvoordeel te behalen. Hierdoor is het relatieve effect van energiekostensturing minder groot, mits de partij anders ook een aangepast kW-contract per uur zou afnemen.

Netimpact: piekbelasting en verplaatsing elektriciteitsvraag

De netimpact is in deze studie onderzocht door de verandering in elektriciteitsprofiel te bepalen voor de 21 casussen. Een doorrekening van de elektriciteitsnetten door de netbeheerders was buiten de scope van deze studie. Daardoor omvat deze studie geen conclusies over bijvoorbeeld vermeden netinvesteringen of reductie van piekbelasting op netvlakken. Wel heeft deze studie inzicht gegeven in de verplaatsing van de elektriciteitsvraag van piekmomenten, naar momenten met een lagere wegingsfactor:

- Energiekostensturing huidige tariefstructuur: Voor twee casussen leidt energiekostensturing tot een hogere netimpact en hogere kW-max- en kW-contract waardes (glastuinbouw, bakkerij). Deze partijen nemen een hoger vermogen af, dan bij hun elektriciteitsverbruik zonder energiekostensturing. Het is namelijk financieel voordeliger om extra stroom af te nemen op momenten met lage day-aheadmarkt prijzen. Echter, voor het grootste gedeelte van de casussen leidt energiekostensturing tot een verlaging van de netkosten en dus het vermogen. In de situatie met energiekostensturing zien we daarom een significante verlaging van de piekbelasting in veel casussen en verplaatsing naar momenten met lagere wegingsfactoren, aangezien dit regelmatig correleert met een lage elektriciteitsprijs.
- Tijdsafhankelijk kWh: Het tijdsafhankelijk kWh-nettarief resulteert in extra verplaatsing van elektriciteitsvraag van piekmomenten naar rustige momenten, vooral in de utiliteit, logistiek. We zien geen toename of reductie in de individuele piekbelasting ten opzichte van de huidige tariefstructuur.²⁴
- Het tijdsafhankelijke kW-max-tarief heeft een beperkter effect dan het tijdsafhankelijke kWh-nettarief; er vindt relatief minder extra verplaatsing plaats van elektriciteitsvraag van piekmomenten naar momenten met lagere wegingsfactoren.
- Het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract maakt het mogelijk dat partijen echt een hogere piekafname op het net kunnen realiseren op momenten met een lage wegingsfactor, we zien daarmee ook een toename in de individuele piekbelasting, maar wel een verschuiving van elektriciteitsverbruik naar momenten met een lage wegingsfactor. Dit betekent dus dat er extra vermogen verplaatst kan worden naar rustigere momenten.
- Het tijdsafhankelijke kW-contract kan de netbeheerder inzicht geven in wanneer een partij het net wil gebruiken, maar dit inzicht zal niet direct leiden tot een lagere netimpact of aansluiten van extra partijen. Dit wordt gebaseerd op de gemeten piekbelasting op het net.

²⁴ Een netdoorrekening door de netbeheerders was niet in de scope van deze studie. Daarom zijn er geen conclusies mogelijk over of in specifieke gebieden nieuwe piekbelasting kan ontstaan doordat er elektriciteitsvraag wordt verplaatst naar momenten met lagere wegingsfactoren.

Het ontwerp van het tarieventijdsvenster (de wegingsfactoren per uur) is heel gradueel: er zijn veel uren met hetzelfde type wegingsfactor achter elkaar. In de wintermaanden is er een hoge wegingsfactor van 0,8 of 1,0 van 6:00 tot 1:00 uur 's nachts op weekdays. Dit maakt het zeer complex om stroom te verplaatsen naar de paar nachtelijke uren met een lagere wegingsfactor. Het is daarmee ook niet vreemd dat er vrij weinig verschuiving in elektriciteitsvraag mogelijk is, veel van de flexibiliteit kan immers maar één tot vier uur stroom verplaatsen. Daarnaast is er al een noodzaak voor het afvlakken van individuele pieken door de bestaande kW-max en kWh-contract tariefdragers.

Input van aangesloten partijen

De resultaten van enquêtes zijn gecombineerd met enkele diepte-interviews, om missende informatie over sectoren op te halen of verdieping aan te kunnen brengen. Het beeld per sector over flexibiliteit is:

- Industrie: Flexibiliteit ongeveer 10% van elektriciteitsvraag, de bereidheid tot sturen van elektriciteitsverbruik wisselt, maar de meeste bedrijven reageren nu niet of nauwelijks op prijssignalen. Partijen kijken wel naar flex opties zoals slimme software, warmtevraagverschuiving, warmteopslag, batterijen, bufferen (ijswater, perslucht) en aanpassing warmte- en stoomvoorziening (e-boiler). Grootste verwachte flex zit in het (beperkt) schakelen van productiemiddelen en koeling/verwarming in processen. De sector heeft een voorkeur voor de kW-max en kWh-tariefvarianten, het kW-contract wordt het vaakst als negatief beoordeeld.
- Utiliteit heeft beperkt interesse in flex.
- Glastuinbouw is nu al erg flexibel en bereid om te sturen op prijzen. Belichting biedt vooral veel flexibiliteit, en de warmtevraag minder. De eenvoud van de tariefvarianten wordt als belangrijke randvoorwaarden genoemd. De voorkeur gaat uit naar een kWh of kW-max-variant, niet naar de kW-contract-variant.
- Logistiek heeft nu nog beperkte inzet op flexibiliteit, maar kijkt wel vooruit naar de groei van elektriciteitsvraag door elektrische voertuigen. De kWh variant wordt als aantrekkelijker gezien, de kW-max verdient minder de voorkeur.
- Energie casussen: De energie-intensieve sectoren (warmtenet, datacenters, batterijen, snelladen) zijn veel bezig met inzet op verschillende energiemarkten en prijsprikkels, waarbij warmtenet en datacenters wel aangeven dat flex beperkt is.

De resultaten per tijdsafhankelijke tariefcomponent zijn:

- kW-max en kWh wordt door veel partijen als prettigst ervaren.
- kW-contract wordt als een complexere tariefvariant gezien. Een combinatie van tijdsafhankelijk kW-contract, kWh en kW-max vergroot die complexiteit. Het kostenvoordeel is echter ook groter bij deze variant, waardoor sommige partijen meer zullen reageren.
 - De logistieke sector staat positiever tegenover een kW-contract dan de andere sectoren; waarschijnlijk omdat de laadvraag plaatsvindt in specifieke tijdsblokken.

Beschouwing: Extra gedragsverandering door tijdsafhankelijke nettarieven?

Naast de onderzoeksresultaten identificeren we nog enkele inzichten over de mogelijke impact van tijdsafhankelijke nettarieven op gedragsverandering bij aangesloten partijen:

- Tijdsafhankelijke nettarieven kennen een verplichtend karakter, dus kunnen daarmee tot extra gedragsverandering leiden ten opzichte van vrijwillige producten.
- Er is vooral potentieel voor flexibiliteit en gedragsverandering bij specifieke technieken die de komende jaren zullen groeien in omvang: elektrificatie van voertuigen, ruimteverwarming en industrie. Uit de modellering blijkt dat de inzet van flexibiliteit voor vooral voertuigen en ruimteverwarming financieel aantrekkelijk is, en dat steeds meer partijen hier actief interesse in hebben en implementeren. Het sturen op huidige

nettarieven én elektriciteitsprijzen heeft vaak al een positief effect; en zal naar verwachting ook al toenemen richting 2030. Interessant daarbij is dat er ook veel flex potentieel is bij utiliteitssector door de nieuwe technieken, waar dat nu zeer beperkt aanwezig is.

- De flexibiliteit die aanwezig is kan op veel verschillende manier ontsloten worden. Voorbeelden zijn alternatieve transportrechten, energie hubs en congestiemanagement. In deze studie is een afweging tussen wat de beste manier is, en een combinatie van manieren, niet onderzocht.

10.4 Gevoeligheidsanalyse 25% kWh en 50% kW-max

Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met een andere verdeling van de nettarieven voor aangesloten onder de 2 MVA. De huidige verdeling is 50% van de totale kosten bestaan uit het kWh-nettarief, 25% kW-max en 25% kW-contract. De huidige hoogte van de tarieven per tariefdragers zijn gehanteerd, met uniform een groei richting 2030. Daaruit blijkt dat met de huidige tarieven er een verplaatsing plaatsvindt, waarbij een groter gedeelte van de totale kosten bestaat uit kW-max en minder uit kWh. De verwachte aanleiding daarvoor is een verandering in de elektriciteitsprofielen door elektrificatie van voertuigen, ruimteverwarming en industrie. Hierdoor is er per kW-aansluitvermogen, minder kWh-verbruik. Dit betekent dat we voorzien dat het tarief per kW richting 2030 zal afnemen en tarief per kWh zal toenemen, als de verhouding 50% kWh en 25% kW-max behouden blijft.

Uit de gevoeligheidsanalyse met een tarief opgebouwd uit 25% kWh en 50% kW-max leren we:

- De kosten nemen toe in de meeste casussen met de gehanteerde aannames, maar zullen in realiteit gelijk blijven. De toename met gehanteerde aannames wordt veroorzaakt doordat partijen relatief meer betalen in 2030 (met de aangenomen) tariefhoogte voor het kW-max dan 25%. Een verdubbeling van de kW-max-kosten en halvering van de kWh kosten resulteert dan dus in een netto kostentoeename. Aangezien dit zou betekenen dat de totale inkomsten van de netbeheerder te hoog zijn, zou dit leiden tot een verlaging van de tarieven of andere verhouding tussen de gestelde kWh/kW-max-tarieven.
- Er is een verschuiving in kosten tussen een aantal sectoren. Vervoer op land kent bijvoorbeeld een vrij hoge piekbelasting, ten opzichte van het totale elektriciteitsverbruik. Dit betekent een kostentoeename van 20% zonder energiekostensturing en 10% met energiekostensturing, terwijl voor zorg de toename maar 5% is. Bij een vlak profiel zoals dat van de kleine maakindustrie, leidt de gevoeligheidsanalyse zelfs tot een kostenafname. Met een verhouding van 50% kW-max en 25% kWh, worden er minder kosten in rekening gebracht bij bedrijven met een vlak profiel.
- De netimpact verschillen zijn beperkt. Het kWh-nettarief presteerde beperkt beter in het verplaatsen van elektriciteitsvraag van piekmomenten (tijdsblok 1 en 0,8) naar momenten met lagere wegingsfactoren. Daardoor zien we in de gevoeligheidsanalyse dat er iets minder vraagverschuiving plaatsvindt.
- De verschillen in de modelresultaten voor energiekosten en netimpact zijn beperkt tussen de referentie en de gevoeligheidsanalyse, we voorzien daarmee ook dat een keuze voor de verdeling over de 25% kWh en 50% kW-max op andere argumenten gebaseerd kan worden:
 - De wenselijkheid van het tijdsafhankelijk maken van één van de twee tariefdragers; er kan dan gekozen worden om die component groter te maken.
 - Het gelijk trekken van de tariefcomponenten voor aangesloten met een aansluiting groter en kleiner dan 2 MVA het kW-max-tarief gelijk blijft. Als er gekozen wordt voor een variant met alleen een tijdsafhankelijk kW-max-tarief, lijkt het daarmee logisch om deze kostenverdeling gelijk te trekken. Hiermee zijn de tarieven voor de

verschillende grootte aansluitingen dan immers meer in lijn. Als er gekozen wordt voor een andere variant van tijdsafhankelijke nettarieven (bijvoorbeeld kWh en/of kW-contract), blijft de verhouding in het aandeel van de nettarieven dat tijdsafhankelijk is scheef tussen aangesloten kleiner en groter dan 2 MVA.

- Wat vanuit het elektriciteitsnet het meest kostenreflectief is; dit is een van de uitgangspunten vanuit de wet- en regelgeving omtrent nettarieven.

10.5 Reflectie

De nettarieven en producten van de netbeheerder zijn sterk in ontwikkeling, daarnaast spelen bredere discussies over de vormgeving van de tarieven. In deze reflectie belichten we de belangrijkste onderwerpen die niet zijn opgenomen in deze studie, maar wel relevant zijn.

10.5.1 Afbakening van deze studie

Deze studie kent diepgang op verschillende aspecten, maar ook limiteringen. De belangrijkste afbakeningen van deze studie zijn:

- 21 casussen: Er zijn 21 casussen in kaart gebracht met vertegenwoordigers van marktpartijen, branche verenigingen en netbeheerders. Echter zijn deze casussen niet alles omvattend, en is maar één voorbeeld bedrijf opgenomen per sector. Daarmee geeft het goed globaal overzicht, maar zullen resultaten voor individuele bedrijven verschillen.
- Gebruik van ontwerp huidige nettarieven, met verdeling over tariefdragers, berekening van de tariefdragers en geen invoedingstarief.
- Flexibiliteitsanalyse: Het flexibiliteitspotentieel is gebaseerd op eerdere studies en inzichten van stakeholders, maar zal voor individuele bedrijven afwijken.
- Geaggregeerde analyse van profielen door Alliander: De gebruikte data is van daadwerkelijke meetdata van Alliander (Liander, 2025), ook hier zullen voor individuele bedrijven mogelijk groter verschillen in zijn
- Geen netcongestie-doorrekening in scope: Doordat een netdoorrekening van de netbeheerders geen onderdeel was van de scope van deze studie, zijn er geen uitspraken te doen over hoeveel congestie met tijdsafhankelijke nettarieven exact voorkomen kan worden én of er mogelijk op andere momenten nieuwe pieken ontstaan.

10.5.2 Ontwerp tarieven en relatie andere mechanisme

Sommige aspecten over het ontwerp van nettarieven zijn buiten de scope van de studie. Echter kan bij een tariefherziening dit meegenomen worden in het vaststellen van een eventuele nieuwe tariefstructuur. Relevante aspecten zijn:

- **Relatie met alternatieve transportrechten en congestiemanagement:** Naast mogelijke tijdsafhankelijke nettarieven bestaan er nu al alternatieve transportrechten en bijvoorbeeld congestiemanagementproducten. Ook deze hebben als doel flexibel energieverbruik te realiseren. Een combinatie van deze producten kan flexibiliteit inregelen en aanbieden aan netbeheerder extra aantrekkelijk maken. Daarbij geldt echter ook dat de geïdentificeerde flexibiliteit mogelijk al ontsloten is of kan worden door andere prikkels, zoals alternatieve transportrechten en andere producten. We zien daarbij de volgende verschillen:
 - Tijdsafhankelijke nettarieven gelden voor alle aangesloten en zijn daarmee een ‘verplichte’ prikkel. Alternatieve transportrechten zijn vrijwillig, waardoor mogelijk minder partijen daar actie op ondernemen. Voor congestiemanagement kunnen aangesloten boven de 1 MW verplicht worden om in te bieden, maar een bieding

leidt niet altijd tot een daadwerkelijke deelname en de verplichting wordt nu niet op grote schaal toegepast.

- De hoogte van de financiële prikkel verschilt, maar een vergelijking daarover is niet uitgewerkt.
- Het tijdsafhankelijke nettatarief geeft een prijsprikkel voor bijna alle momenten van het jaar, terwijl bijvoorbeeld congestiemanagement alleen een prikkel (en noodzaak voor inzet van flexibiliteit) creëert op de momenten met congestie.

De relatie met andere manieren om flexibiliteit te ontsluiten is niet onderzocht in deze studie, maar is wel van belang om voor bedrijven te komen tot één consistent beleid.

- **Huidige tariefdragers (kWh, kW-max, kW-contract):** De tariefdragers zijn gehanteerd in lijn met huidige tariefstructuur. Een eventuele herziening van het aandeel kosten per tariefdrager of de manier waarop de tarieven vastgesteld worden zijn geen onderdeel van de scope van deze studie. Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met 25% kWh en 50% kW-max voor aangesloten onder de 2 MVA. We hebben in onze aanbevelingen advies opgenomen dat we het van belang achten dat de omvang van de tijdsafhankelijke tarieven overeenkomen tussen aangesloten met een vermogen groter en kleiner dan 2 MVA; daarin zou een aanleiding kunnen liggen om de tarieven te herzien.
- **Geen locatiesturing:** In de studie is geen locatiesturing opgenomen, bijvoorbeeld via locatie-afhankelijke nettatarieven. In de scope bepaling van de netbeheerders is opgenomen dat er één universeel tarief geldt voor alle stations in Nederland. Dit om het tarief zo eenvoudig mogelijk te houden en omdat het vastgestelde landelijke profiel klopt met de netbelasting op de meeste stations.
- **Verschil tussen aangesloten voor kW-max, kWh en kW-contracttarief-componenten:** In de tariefsystematiek gelden de tariefcomponenten kW-max, kWh en kW-contract voor aangesloten kleiner dan 2 MVA. Voor aangesloten met een groter vermogen gelden alleen de kW-max en kW-contracttariefcomponent. Deze discrepantie betekent dat het tijdsafhankelijk maken van componenten tot verschillende effecten leidt, afhankelijk van de grootte van de omvang. Er ontstaat daardoor een omslagpunt, afhankelijk van de grootte van het transportvermogen. Zoals aangegeven is in deze studie de huidige vormgeving van tarieven als uitgangspunt gehanteerd, en zijn ook op dit vlak geen wijzigingen doorgevoerd.
- **Tarieven voor maximaal 600 uur:** Deze studie heeft geen onderzoek gedaan naar een specifieke tariefcategorie, namelijk aangesloten met maximaal 600 netgebruik. Hiervoor geldt een apart tarief, wat in deze studie niet verder is onderzocht en daarom zijn de effecten nu niet te bepalen. Bij een eventuele implementatie dient nog wel een keuze gemaakt te worden of en hoe dit speciale tarief wordt aangepast.
- **Deze studie is gebaseerd op dynamische prijzen:** Tijdens deze studie zijn dynamische stroomprijzen gehanteerd voor het doorberekenen van de energiekosten. Hierbij is de aanname dus dat de gehanteerde bedrijven een dynamisch stroomcontract hebben. Tegen 2030 zal een deel van de bedrijven een dynamisch contract hebben, echter zullen veel bedrijven ook nog vaste contracten hebben voor stroom. Bij vaste contracten zullen ook tijdsafhankelijke nettatarieven gelden. Energiesturing zal dan uitsluitend plaatsvinden op tijdsafhankelijke nettatarieven, in plaats van ook op dynamische stroomprijzen. Echter zal de winst die te behalen is met energiesturing zonder dynamische stroomprijzen naar verwachting lager zijn dan met dynamische stroomprijzen. We verwachten daarom dat de prikkel om te sturen op totale energiekosten bij vaste contracten lager is dan bij dynamische contracten.

10.5.3 Realiseren potentieel flexibiliteit

Voor het realiseren van de onderzochte flexibiliteit in sectoren identificeren we de volgende aandachtspunten:

- **Netcongestie belangrijkste belemmering flexibiliteit:** Het inzetten van flexibiliteit om te sturen op bijvoorbeeld tijdsafhankelijke tarieven is voor veel partijen niet mogelijk vanwege netcongestie. Partijen kunnen de nieuwe apparaten die flexibel kunnen sturen niet aanschaffen vanwege een tekort aan transportvermogen. Of als dit wel mogelijk is, wordt de flexibiliteit ingezet om zoveel mogelijk stroom te verbruiken binnen het gecontracteerd transportvermogen. De flexibiliteit wordt ingezet om überhaupt in de elektriciteitsvraag te kunnen voorzien, sturing op nettatarieven is dan niet van toepassing. In deze studie gaan we ervan uit dat bedrijven een groter transportvermogen kunnen verkrijgen en onderzoeken vervolgens de potentie om gedrag aan te passen op de tijdsafhankelijke nettatarieven.
Naar verwachting geldt die potentie op korte termijn dus alleen voor bedrijven die nu voldoende transportvermogen hebben, en wordt de rest van de potentie pas reëel nadat netverzwaring uitgevoerd is. De toegevoegde waarde van tijdsafhankelijke nettatarieven is daarmee groter in de verdere toekomst, als congestie in steeds meer gebieden opgelost. De waarde is daarmee ook dat het net efficiënter gebruikt wordt na die verzwaring, waarmee mogelijk toekomstige netverzwaring uitgesteld kan worden. Tijdsafhankelijke tarieven kunnen daarmee in potentie bijdragen aan dat we in de toekomst niet opnieuw in wijdverbreide congestie terechtkomen. Om dit verder te kwantificeren is onderzoek vereist naar de situatie in 2035/2040, waarin bijvoorbeeld prijzen en de hoeveelheid beschikbare flexibiliteit zal veranderen.
- **Ontsluiten flexibiliteit komt deels op gang richting 2030:** Marktpartijen geven aan dat 2030 al snel is voor het realiseren van investeringen, onder andere vanwege de investeringscyclus van bedrijven. Het berekende potentieel kan dus naar verwachting niet in alle sectoren gerealiseerd worden. Voor het slim aansturen van flexibele assets zoals wko's/warmtepompen, elektrische voertuigen, koelhuizen, etc. is naar verwachting in veel gevallen alleen software vereist. Hierbij kan het potentieel snel gerealiseerd worden.
- **Verschuiven energieverbruik en relatie congestie:** In deze studie concluderen we dat tijdsafhankelijke nettatarieven het energieverbruik kunnen verplaatsen. Er is echter geen doorrekening uitgevoerd binnen de scope van deze studie door de netbeheerders met de verwachte nieuwe profielen. Daardoor kunnen we niet aantonen dat de elektriciteitsvraag ook verplaatst wordt op de momenten dat er daadwerkelijk congestie is; ook omdat het exacte moment van congestie verschilt per netstation.
- **Maximaal optimalisatie flexibiliteitspotentieel:** In deze studie is berekend wat het flexibiliteitspotentieel is met perfecte optimalisatie, en kennis over het elektriciteitsverbruik per kwartier over het hele jaar. In de praktijk hebben bedrijven minder kennis over hun verbruiksprofiel waardoor ze bijvoorbeeld minder goed kunnen optimaliseren op het kW-contract en kW-max. Bedrijven zullen daarbij (zowel in situatie met en zonder tijdsafhankelijke nettatarieven) mogelijk extra marge hanteren in het instellen en optimaliseren van de tarieven.
- **Transactiekosten, flexibiliteit en 'moeite':** In de enquêtes is onderzocht hoe aantrekkelijker tarieven zijn voor bedrijven. Een belangrijk aandachtspunt in de optimalisatie van de kosten, en daarmee waarschijnlijkheid dat er gestuurd wordt op tarieven, zijn de transactiekosten. De investering in tijd bijvoorbeeld die vereist is om de tarieven te leren kennen en flexibel elektriciteitsverbruik te regelen. Er zijn steeds meer bedrijven die dit als service aanbieden.

11 Referenties

- ACM. (2022). *Tarievencode elektriciteit*.
- Actienetwerk 15% GasTerug. (2022). *Actienetwerk 15% gasterug*.
<https://www.actienetwerk-gasterug.nl/>
- Berenschot, & Kalavasta. (2024). *Tariefstudie co2-heffing glastuinbouw*.
- Bokhoven, T., Miesen, R., Peeraer, S., Fennema, H., Wagenaar, T., Molengraaf, P., Jurus, A., Zomer, S., & Grünfeld, H. (2015). *Nieuwe spelregels voor een duurzaam en stabiel energiesysteem*.
https://www.netbeheernederland.nl/sites/default/files/Rapport_overlegtafel_energievoorziening_90.pdf
- CBS. (2021). Hoe belangrijk is de transportsector voor de nederlandse economie? In.
- CE Delft. (2023). *Verduurzaming bronnen voor warmtenetten - opgave, onrendabele top en knelpunten richting 2030*.
- CE Delft. (2024). *Wat is de toegevoegde waarde van energiehubs?*
- Elaadnl. (2022). *Bedrijventerreinen in beweging - outlook logistiek & bedrijventerreinen*.
- ElaadNL. (2024). *Elektrisch rijden voor iedereen. Outlook personenauto's. Update 2024*.
- Generation kWh. (2021). *Homepage generation kwh*. <https://www.generationkwh.org/>
- Internet Archive. (2008). *Anp estima que consumo de álcool supere gasolina*.
- Jungheinrich. (2025). *Elektrische vierwielheftruck efg 316-320*.
- Kahmann, R., & Kleiburg, R. (2023). *Onderzoek ter bewustwording van de waarde van flexibiliteit*.
- kosten-spouwmuurisolaties.nl. (2020). *Spouwmuurisolatie kosten*. <https://kosten-spouwmuurisolaties.nl/>
- Liander. (2025). *Open data*. In.
- Netbeheer Nederland. (2023). *Voorstel netbeheer nederland tijdsafhankelijke tarieven*.
- Netbeheer Nederland. (2024). *De financiële impact van de energietransitie voor netbeheerders. Geactualiseerde prognose 2023*.
- PBL. (2020). *Midden: Manufacturing industry decarbonisation data exchange network*. PBL.
<https://www.pbl.nl/en/middenweb>
- PBL. (2021). *Midden database*.
- PBL. (2023). *Scenario's voor aardgas- en elektriciteitsprijzen voor kleinverbruikers in de periode 2025-2040*. PBL.
https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.pbl.nl%2Fuploads%2Fdefault%2Fdownloads%2Fpbl-2023-scenarios-voor-aardgas-en-energieprijzen-voor-kleinverbruikers-in-de-periode-2025-2040_0.ods&wdOrigin=BROWSELINK
- PBL. (2024). *Klimaat- en energieverkenning 2024*.
- RVO. (2017). *Referentie gebouwen beng (bijna energieneutrale gebouwen)*.
- RVO. (2023). *Nationaal laadonderzoek 2023*.
- VNP. (2017). *Vnp guidelines - lca data for paper and board products*.
- Werkgroep verduurzaming utiliteitsbouw. (2018). *Werkdocument verduurzaming utiliteitsbouw*.



A Uitwerking casussen

De casussen zijn uitgewerkt in een losse paragraaf en omvatten een beschrijving van de casus, de energetische gegevens, bedrijfskenmerken, de energetische resultaten van de analyserende enquêteresultaten (de linkjes zijn aanklikbaar):

1. In Paragraaf A.1 [Verpleging en zorg met overnachting](#)
2. In Paragraaf A.2 [Kantoor - zeer groot](#)
3. In Paragraaf A.3 [Kantoor - groot](#)
4. In Paragraaf A.4 [Onderwijs](#)
5. In Paragraaf A.5 [Detailhandel](#)
6. In Paragraaf A.6 [Logies](#)
7. In Paragraaf A.7 [Vervoer over land - klein](#)
8. In Paragraaf A.8 [Vervoer over land - midden](#)
9. In Paragraaf A.9 [Vervoer over land - groot](#)
10. In Paragraaf A.10 [Glastuinbouw belichte kas](#)
11. In Paragraaf A.11 [Glastuinbouw onbelichte kas](#)
12. In Paragraaf A.12 [Batterij](#)
13. In Paragraaf A.13 [Warmtenet](#)
14. In Paragraaf A.14 [Datacenters](#)
15. In Paragraaf A.15 [Snellaadstation](#)
16. In Paragraaf A.16 [Papier](#)
17. In Paragraaf A.17 [Voedingsmiddelenindustrie - zuivel](#)
18. In Paragraaf A.18 [Bakkerij](#)
19. In Paragraaf A.19 [Kunststoffen](#)
20. In Paragraaf A.20 [Kleine maakindustrie - aangesloten op middenspanning \(MS\)](#)
21. In Paragraaf A.21 [Kleine maakindustrie - aangesloten op hoogspanning \(HS\)](#)
22. In Paragraaf A.22 [Gevoeligheidsanalyse batterijopslag bij detailhandel en vervoer op land midden](#)

A.1 Verpleging en zorg met overnachting

A.1.1 Beschrijving casus

Deze casus representeert zorginstellingen met overnachting. Bij de zorginstellingen met overnachting is er een relatief hoog elektriciteitsverbruik op weekenddagen, ten opzichte van typische kantoorgebouwen. Deze casus betreft een middelgroot gebouw met een oppervlakte van 6.000 vierkante meter.

Van alle aansluitingen vanaf het MS-net en hoger, schatten we in dat 10% binnen de categorie gezondheids- en welzijnszorg vallen. Circa 10% van het BBP wordt uitgegeven aan zorg in Nederland. Stijgende vergrijzing zal als effect hebben dat deze sector toeneemt in omvang, en daarmee ook het vastgoed wat daarbij hoort. Het zorgvastgoed in Nederland telt een oppervlakte van ruim [31,3](#) miljoen vierkante meter en zal verduurzamen richting 2030. We nemen voor deze casus aan dat de volledige warmtevraag geëlektrificeerd is via een wko. Het onderzochte vastgoed voor deze casus heeft energielabel A. Dit zijn slechts aannames, we doen hiermee geen uitspraak over de haalbaarheid van deze verduurzaming van de warmtevraag.

A.1.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 42 staan de energetische gegevens van het gebouw. Dit bedrijf is aangesloten op het 10/20 KV net (MS) met een AC 5a aansluiting. Hier zijn zowel het gebouw als de laadpalen op aangesloten.

Tabel 42 - Energetische gegevens van het kantoorgebouw van de casus verpleging en zorg met overnachting. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens zorggebouw	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ²	74,2	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ²	12,1	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en met elektrische voertuigen			
Oppervlakte	6.000	m ²	Aanname
kW-contract incl. laadvraag en zon-pv	310	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ² *	109,5	kWh/m ²	Berekening
Gasvraag per m ²	0,0	m ³ /m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag *	593.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag	0	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Wko	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	1.300	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	204.000	kWh	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	47.000	kWh	Berekening

* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

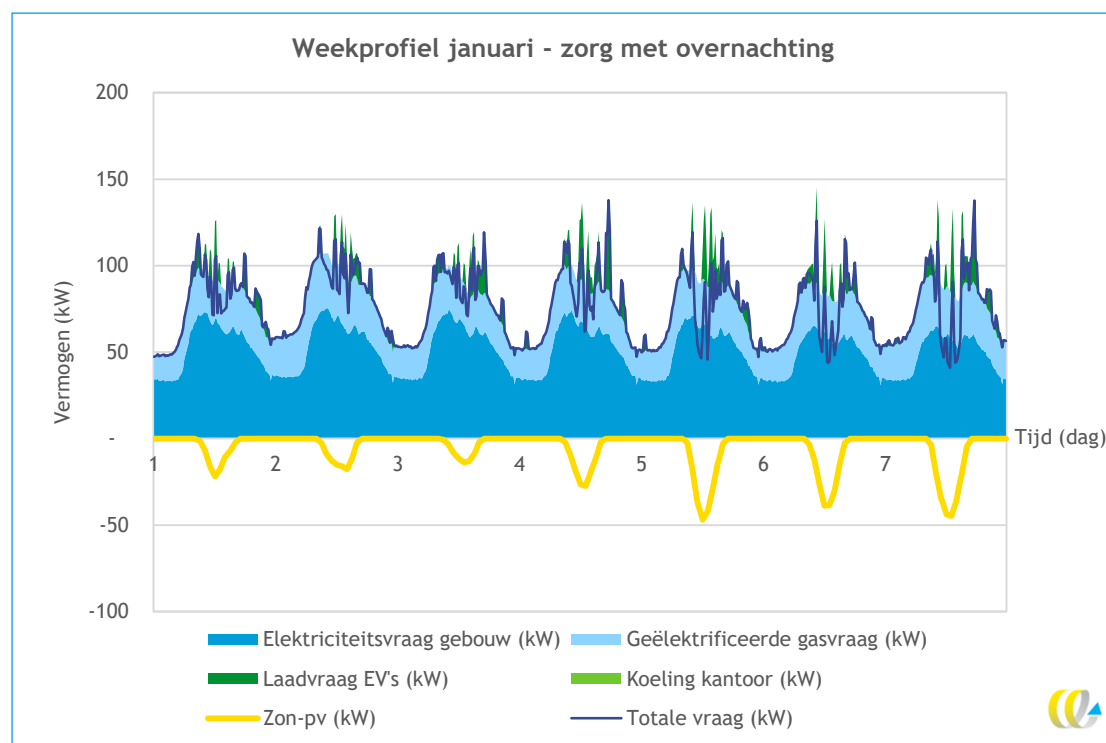
De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

- Elektriciteitsprofiel:
 - SBI 87. Verpleging, verzorging en begeleiding met overnachting.
 - Aantal datasets: 186.
- Gasprofiel:
 - SBI 87. Verpleging, verzorging en begeleiding met overnachting.
 - Aantal datasets: 64.

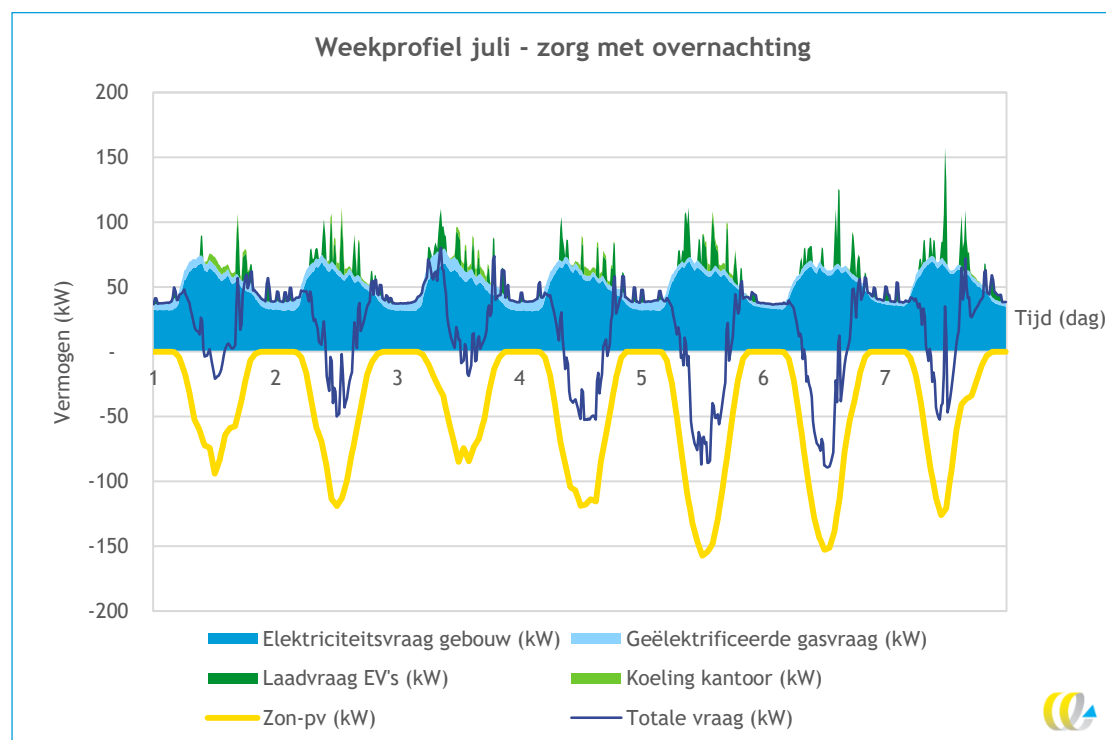
In Figuur 21 is het elektriciteitsverbruik weergegeven voor de eerste week van januari. Deze bestaat uit de reguliere elektriciteitsvraag, geëlektrificeerde gasvraag en laadvraag voor EV's. Daarnaast is er nog opwek van zon-pv. Het dag-nacht profiel van het reguliere elektriciteitsverbruik is zeer regelmatig. De geëlektrificeerde gasvraag via een wko is iets meer variabel van dag tot dag, vermoedelijk in verband met de wisselende buitentemperatuur. Daarnaast is er een matige laadvraag van elektrische voertuigen aangenomen. De laadprofielen in het figuur zijn indicatief, uit de modellering zullen andere laadprofielen gegenereerd worden.

Figuur 22 laat dezelfde profielen zien maar dan voor de eerste week van juli. De zon-pv-opwek in deze maand is aanzienlijk, en is op momenten voldoende om de volledige elektriciteitsvraag te voorzien. Ook zal de wko in de zomer koelen, wat een extra elektriciteitsvraag oplevert.

Figuur 21 - Elektriciteitsvraag van verpleging vastgoed voor de eerste week van januari. De geëlektrificeerde gasvraag wordt ingevuld door een wko



Figuur 22 - Elektriciteitsvraag van verpleging vastgoed voor de eerste week van juli. De geëlektrificeerde gasvraag wordt ingevuld door een wko



Elektrische voertuigen

Het aantal elektrische voertuigen en relevante parameters zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van het aantal werknemers van het bedrijfsgebouw van deze casus. Het percentage op werk laden is gebaseerd op het Nationaal Laadonderzoek 2023 (RVO, 2023).

Tabel 43 - Laadvermogen per type voertuig

Voertuig	Laadvermogen weekend	Eenheid
Aantal elektrische voertuigen	100	Elektrische voertuigen
Laadvermogen per laadpaal	11	kW
Percentage laden op locatie casus	13	%
Verbruik per km	0,2	kWh/km
Gemiddeld aantal km's per jaar EV's	18.200	Km/jaar

Flexibiliteit elektriciteit

Het verbruik bestaat uit verlichting, elektrische apparatuur, medische apparatuur en ventilatie. Gezien het medische belang van de elektriciteitsvoorziening van dit reguliere elektriciteitsverbruik, nemen we aan dat flexibiliteit hier niet mogelijk is. Voor ruimteverwarming en -koeling, en elektrische voertuigen nemen we wel een zekere mate van flexibiliteit aan:

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** Niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling wko:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 4 uur eerder in de tijd verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.
- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

A.1.3 Bedrijfskenmerken

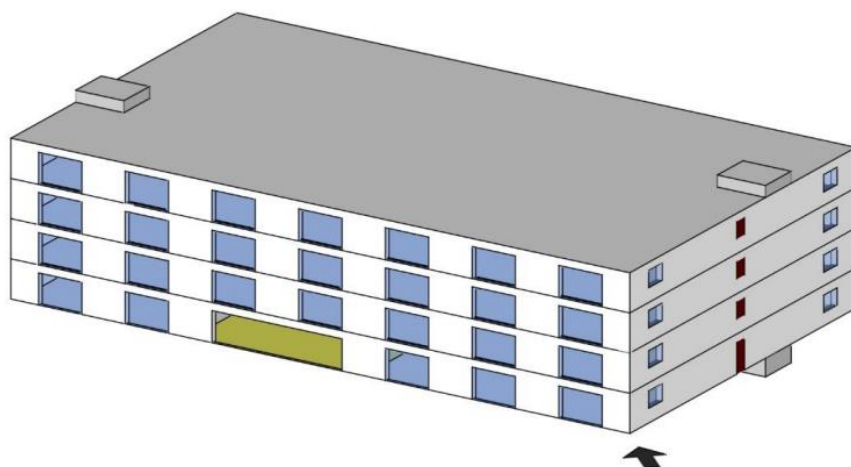
De bedrijfskenmerken van de casus ‘Verpleging en zorg met overnachting’ zijn weergegeven in Tabel 44. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. Ook is de bruto toegevoegde waarde (per MWh) weergegeven voor 2020 om te laten zien hoe de economische output afhankelijk is van het energieverbruik in deze sector. Dit getal is voor de gezondheidssector relatief hoog, wat betekent dat er veel economische waarde wordt gecreëerd voor iedere MWh elektriciteit die wordt verbruikt.

Tabel 44 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	300
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	2.601
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Laag
Oppervlakte gebouw	5.800
Oppervlakte per FTE	19 m ² /FTE

Figuur 23 is een referentiegebouw om een beeld te geven van het type gebouw wat bij de casus ‘Zorg - verpleging en zorg met overnachting’ hoort. De aangenomen hoeveelheid zon-pv op dak is afgestemd op het BENG-referentiegebouw.

Figuur 23 - BENG-referentiegebouw, Gezondheid met bed L. Een rechthoekig verpleeghuis met vier bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 5.700 m². 23% van het gebruiksoppervlakte van dit type gebouw wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie



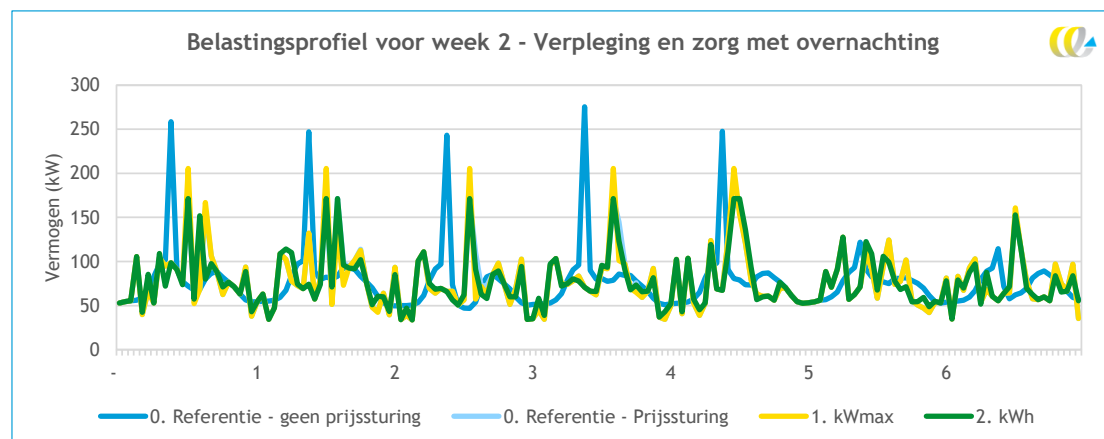
Bron: (RVO, 2017).

A.1.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

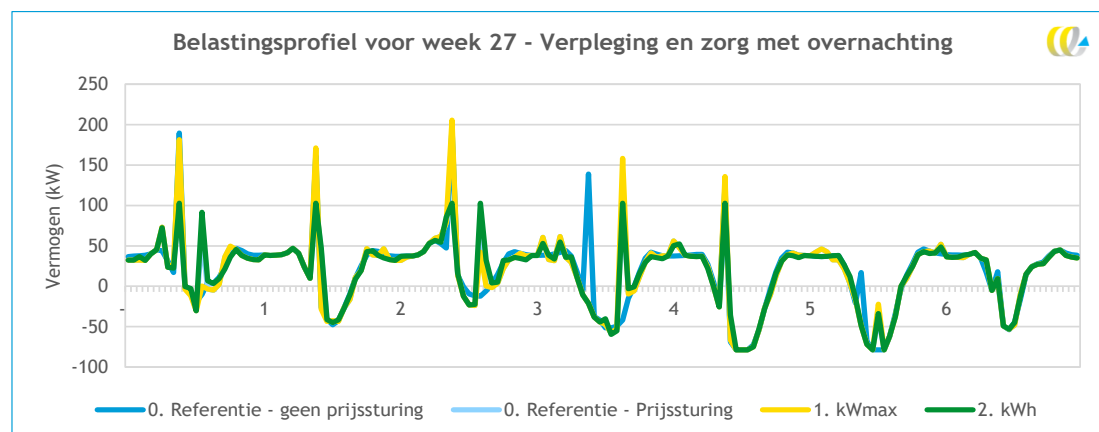
Verandering elektriciteitsprofiel

De elektriciteitsvraag van de casus verpleging en zorg met overnachting bestaat uit basisverbruik, warmtevoorziening met een wko-installatie, in de zomer koeling van het kantoor en de laadvraag van elektrische voertuigen. Een modelaannname is dat de laadvraag van de elektrische voertuigen en de warmtevoorziening met de wko-installatie flexibel zijn. De pieken in netto verbruik van het gebouw worden grotendeels veroorzaakt door de (flexibele) laadvraag van elektrische voertuigen. In Figuur 24 en Figuur 25 is te zien dat de pieken verplaatsen als gevolg van energiekostensturing, wat overeenkomt met verplaatsing van laadvraag van elektrische voertuigen. Het verplaatsen en eventueel uitsmeren van de piekvraag leidt tot een lagere (gewogen) piekvraag, waardoor de netkosten dalen. De piekvraag van elektrische voertuigen is grofweg 2 keer zo groot als die van de wko, waardoor de elektrische voertuigen de piekvraag bepalen. Ook bij energiekostensturing met huidige nettarieven, wordt de piekvraag naar beneden gedrukt om zo op kW-max en kW-contractkosten te besparen.

Figuur 24 - Belastingsprofiel voor week 2 in januari - casus verpleging en zorg met overnachting. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarievenstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



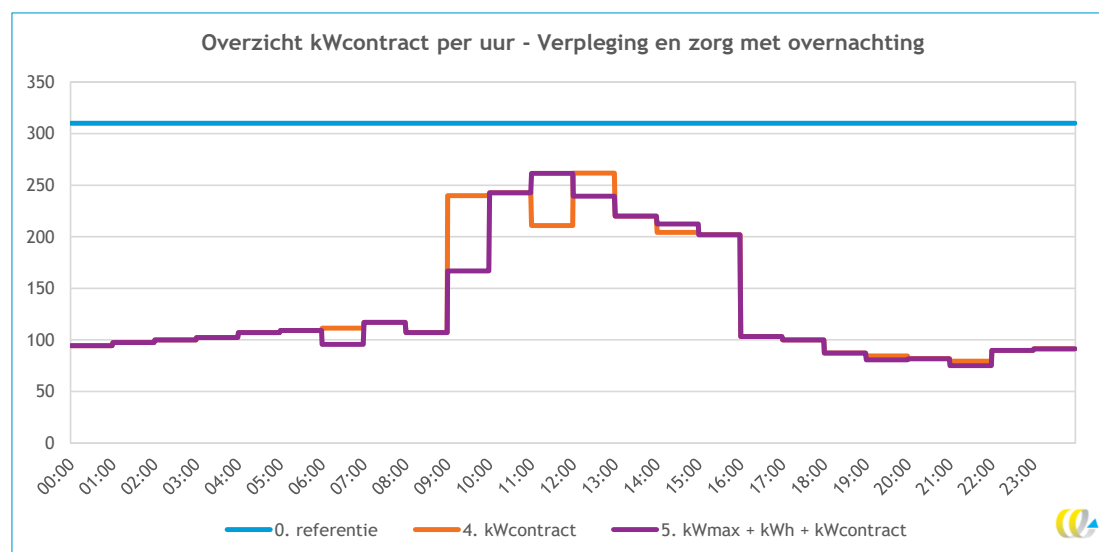
Figuur 25 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - casus verpleging en zorg met overnachting.
Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarietstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Figuur 26 laat het kW-contract per uur zien. Dit is het maximale gecontracteerd vermogen van ieder uur in het jaar. Bij referentie variant 0 met huidige nettarieven is dit een vlakke lijn, en is het gecontracteerd vermogen voor ieder uur in het jaar gelijk. Bij de varianten waar het kW-contracttijdsafhankelijk is, zie je dat het kW-contract per uur verschillend is. Vanaf de ochtend stijgt deze hard en neemt weer af als de avond nadert. Opvallend is ook dat de maximale kW-contract per uur bij varianten 4 en 5 lager is dan de vlakke kW-contract bij variant 0 (huidige tarieven). Energiesturing in combinatie met de tijdsafhankelijke nettarietvarianten zorgen er dus voor dat op duurdere uren het maximale (gewogen) verbruik wordt beperkt.

Figuur 26 - De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur aan, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 45 laat de resultaten zien van de verandering van de absolute piek en kW-max gemiddelden per tariefvariant. Bij alle varianten neemt de absolute piek af met 16 tot 34%. Energiekostensturing met huidige nettarieven (0. Referentie - energiekostensturing) leidt al tot afname van de absolute piek, de varianten van tijdsafhankelijke nettarieven lijken geen additioneel effect te geven. Van alle varianten neemt de piekbelasting van de kW-contract-varianten relatief het minste af.

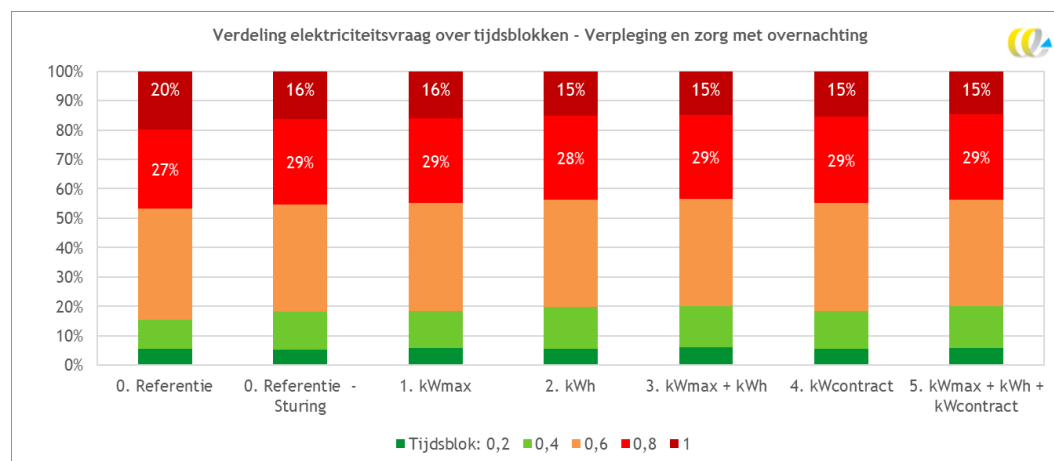
Tabel 45 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energie-kostensturing	0. Referentie - energiekosten-sturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	310	206	206	206	206	262	261
Verandering absolute piek		-34%	-34%	-34%	-34%	-16%	-16%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

In Figuur 27 is de verdeling van de elektriciteitsvraag te zien over de verschillende tijdsblokken van wegingsfactoren. De duurste tijdsblokken, 0,8 en 1, zijn weergegeven in rood. Het effect van energiekostensturing is dat het aantal momenten in de duurste tijdsblokken, met wegingsfactor 1, met een 4-5% afneemt en verplaatst naar de iets minder dure momenten met wegingsfactor 0,6. Sturing van energievraag is temporeel maximaal een paar uur in het model, en omdat de wegingsfactoren 1 en 0,8 elkaar altijd opvolgen in het tijdstariefvenster (zie Figuur 6), is deze verplaatsing grotendeels van wegingsfactor 1 naar 0,8. Het aantal momenten van elektriciteitsvraag in de overige tijdsblokken blijven ongeveer gelijk.

Figuur 27 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - zorg

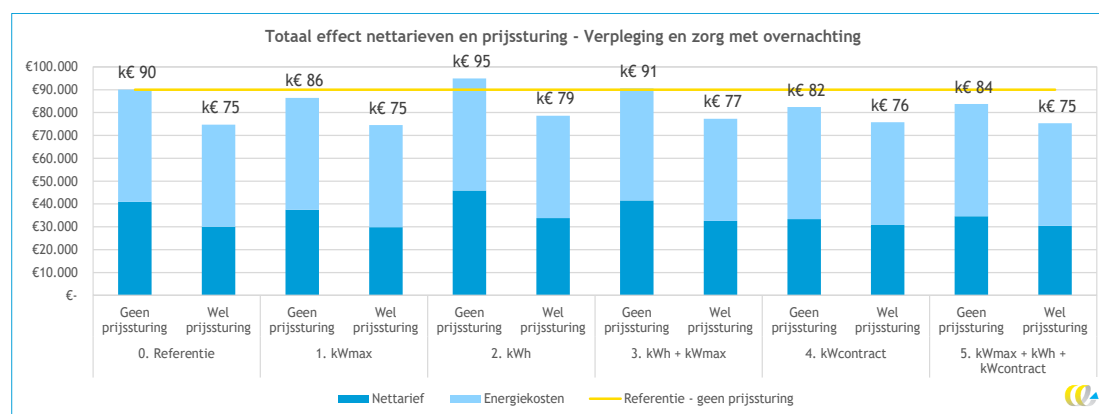


A.1.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

In Figuur 28 is het effect van energiekostensturing en tijdsafhankelijke nettarieven op de nettarij- en energiekosten weergegeven. Alle tariefvarianten leiden zonder energiekostensturing tot een daling van de totale kosten, met uitzondering van de 2. kWh en 3. kWh + kW-maxvarianten. Zorggebouwen zullen ongeveer 5% meer betalen met de kWh variant voor energie- en netkosten. Echter zal energiekostensturing bij de tijdsafhankelijke

kWh variant tot fors lagere kosten leiden (minus k€ 16). Bij de andere varianten zal energiekostensturing ook tot lagere totale kosten leiden, met een kostenreductie van 8% tot 17%.

Figuur 28 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - verpleging en zorg met overnachting



A.1.6 Conclusie casus

Verpleging en zorg met overnachting heeft een beperkte flexibiliteit in de vraag met de wko en laadvraag elektrische voertuigen. Tijdsafhankelijke nettarieven resulteren bij varianten 2 en 3 in marginaal hogere kosten zonder energiekostensturing, en bij varianten 1, 4 en 5 in lagere kosten. Door energiekostensturing worden aanzienlijk lagere totale kosten behaald. Daarnaast wordt minder elektriciteit verbruikt op momenten waar er typisch de hoogste piekvraag is vanuit de samenleving (uren met wegingsfactor 1) en deze verschuift naar uren met iets lagere piekmomenten (wegingsfactor 0,8) en naar uren met lagere vraag (wegingsfactor 0,4). Hierdoor verwachten we een licht positief effect op het net als gevolg van energiekostensturing. Met tijdsafhankelijke nettarieven wordt zonder energiekostensturing bij sommige varianten een kostentoeename verwacht (2. kWh, 3. kWh + kW-max) en bij andere varianten een verlaging van de netkosten (1. kW-max, 4. kW-contract, 5. kW-max + kWh + kW-contract). Energiekostensturing zorgt bij alle varianten voor lagere totale kosten, echter biedt het geen extra voordeel ten opzichte van energiekostensturing met de huidige tarieven. Er zijn te weinig ingevulde enquêtes om tot een goed beeld te komen; de algemene inzichten van de utiliteitssector zijn naar verwachting in lijn met de zorgsector.

Tabel 46 - Uiteindelijk score casus: Verpleging en zorg

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettarijfkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettarijfen uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Verpleging en zorg	2	3	3	4	5	2	2

A.2 Kantoor - zeer groot

A.2.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft een zeer groot kantoor. De verbruiksprofielen van kantoor- en zorggebouwen zijn verwant aan elkaar, echter bij zorginstellingen met overnachting is er een relatief hoog elektriciteitsverbruik op weekenddagen, ten opzichte van typische kantoorgebouwen. Ook is het elektriciteits- en gasverbruik per m² bij kantoorgebouwen lager dan in de zorg.

Kantoorgebouwen zijn een veel voorkomend type vastgoed binnen de verschillende sectoren in Nederland. Energieverbruik bestaat uit verwarming, licht, elektrische apparaten en meer. Waar voorheen gas werd gebruikt voor het voorzien in de warmtevraag, gebeurt dit steeds vaker elektrisch. Voor deze casus zullen we een kantoor beschouwen waarbij de volledig warmtevraag geëlektrificeerd is via warmtepompen. De verwachting is dat in de toekomst veel kantoren op deze manier van verwarming over gaan. Het onderzochte vastgoed heeft energielabel A. Dit zijn slechts aannames, we doen hiermee geen uitspraak over de haalbaarheid van deze verduurzaming van de warmtevraag.

A.2.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 47 staan de energetische gegevens van het gebouw. Dit bedrijf is aangesloten op het 10/20 KV net (MS) met een AC 5b aansluiting. Naar inschatting is circa 40% van alle grote kantoorgebouwen (meer dan 60 kW) aangesloten op een AC 5b aansluiting. De laadvraag komt nog additioneel bij de huidige kW-contractwaarde.

Tabel 47 - Energetische gegevens van het kantoor gebouw van de casus 'kantoor - zeer groot'. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens gebouw	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ²	59,0	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ²	7,6	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag en met elektrische voertuigen			
Oppervlakte	26.000	m ²	Aanname
kW-contract incl. laadvraag en zon-pv	1.550	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ²	76,3	kWh/m ²	Berekening
Gasvraag per m ²	0,0	m ³ /m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag	1.956.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag	0	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Wko	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	2.500	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	376.000	kWh	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	312.000	kWh	Berekening

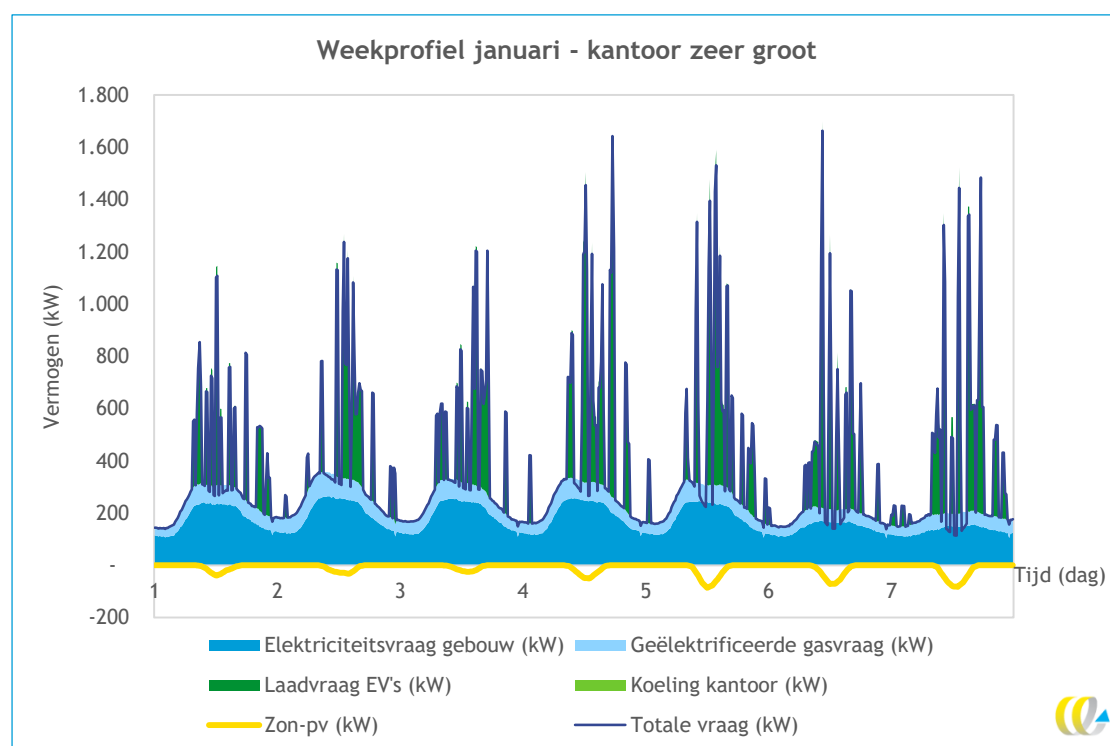
* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

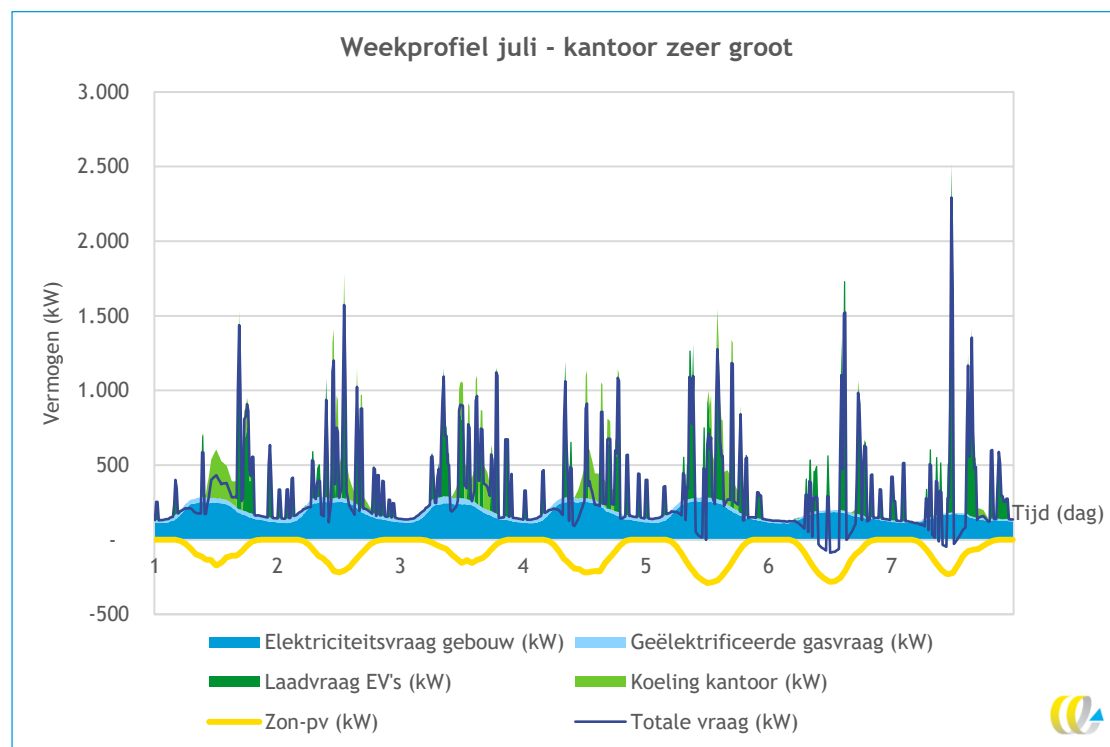
- Elektriciteitsprofiel:
 - SBI 64. Financiële instellingen;
 - Aantal datasets: 718.
- Gasprofiel:
 - SBI 64. Financiële instellingen;
 - Aantal datasets: 81.

Het elektriciteitsverbruik en -opwek is weergegeven in Figuur 29. Het reguliere elektriciteitsverbruik heeft een zeer regelmatig dag-nachtritme. Ook is het (geëlektrificeerde) gasverbruik duidelijk gekoppeld aan werkdagen. Er is een zon-pv-installatie aanwezig die met name in de zomer (zie Figuur 30) aanzienlijke opwek kan genereren gedurende de dag. Daarnaast is er een aanzienlijke laadvraag van elektrische voertuigen aangenomen. Deze kan op momenten de grootste laadvraag veroorzaken. De laadprofielen in het figuur zijn indicatief, uit de modellering zullen andere laadprofielen gegenereerd worden.

Figuur 29 - Elektriciteitsvraag van casus zeer groot kantoor voor de eerste week van januari



Figuur 30 - Elektriciteitsvraag van de casus zeer groot kantoor voor de eerste week van juli



Elektrische voertuigen

Het aantal elektrische voertuigen en relevante parameters zijn weergegeven in Tabel 48. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van het aantal werknemers van het bedrijfsgebouw van deze casus. Het percentage op werk laden is gebaseerd op het Nationaal Laadonderzoek 2023 (RVO, 2023).

Tabel 48 - Laadvermogen per type voertuig

Voertuig	Laadvermogen weekend	Eenheid
Aantal elektrische voertuigen	660	Elektrische voertuigen
Laadvermogen per laadpaal	11	kW
Percentage laden openbare laadpaal	13	%
Verbruik per km	0,2	kWh/km
Gemiddeld aantal km's per jaar EV's	18.200	Km/jaar

Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming gebouw wko:** we nemen aan dat de warmtevraag 4 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.
- **Koeling gebouw met wko:** we nemen aan dat koudevraag met 4 uur verplaatst kan worden naar eerder in de tijd.

- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

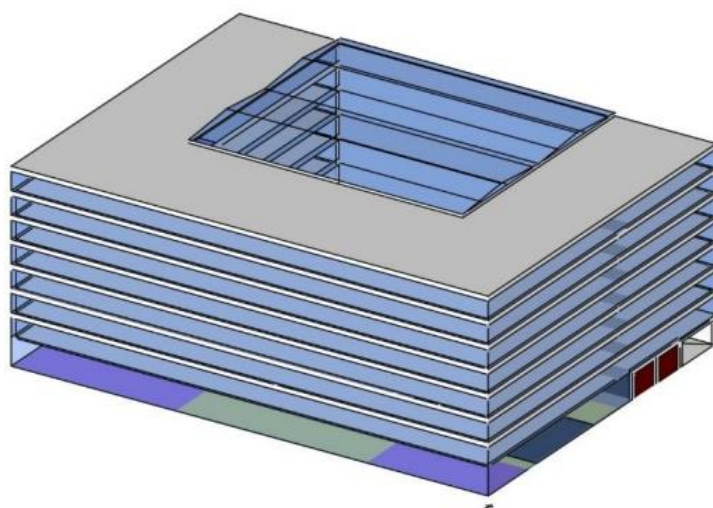
A.2.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus ‘Zeer groot kantoor’ zijn weergegeven in Tabel 49. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. Ook is de bruto toegevoegde waarde (per MWh) weergegeven voor 2020 om te laten zien hoe de economische output-afhankelijk is van het energieverbruik in deze sector. Dit getal is voor sectoren met veel kantoorgebouw vastgoed relatief hoog, wat betekent dat er veel economische waarde wordt gecreëerd voor iedere MWh elektriciteit die wordt verbruikt.

Tabel 49 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	2.000
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	8.800 (financiële instellingen), 4.100 (verzekeraars), 6.900 (overige financiële dienstverlening), 4.300 (architecten & ingenieurs bureaus), 1.600 (reclamewezen)
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Laag
Oppervlakte gebouw	25.500
Oppervlakte per FTE	13 m ² /FTE

Figuur 31 - BENG-referentiegebouw, Kantoor XL2. Een zeer groot kantoorgebouw in een U-vorm met een atrium op noord. Het gebouw heeft acht bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 24.500 m². 10% van de gebruiksoppervlakte van dit type gebouw wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



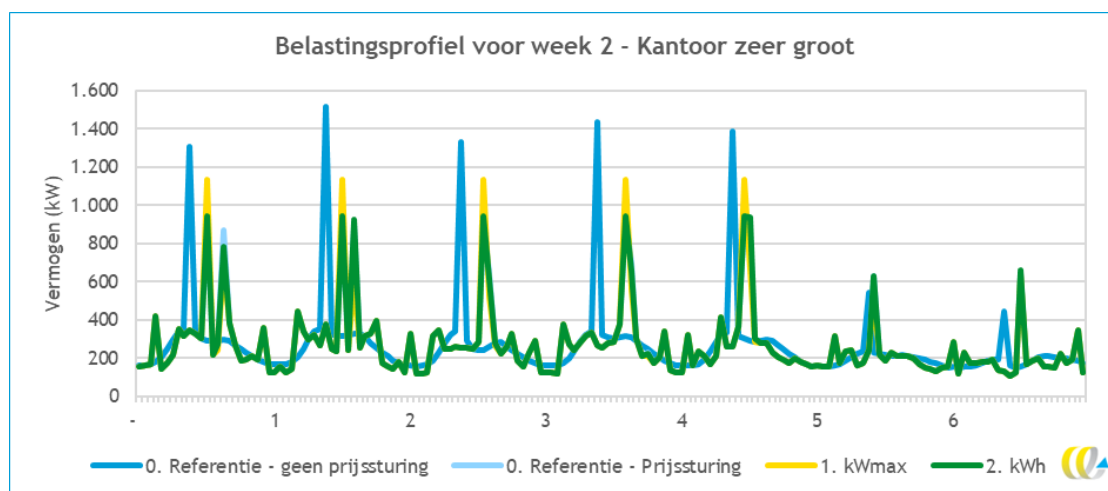
Bron: (RVO, 2017).

A.2.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

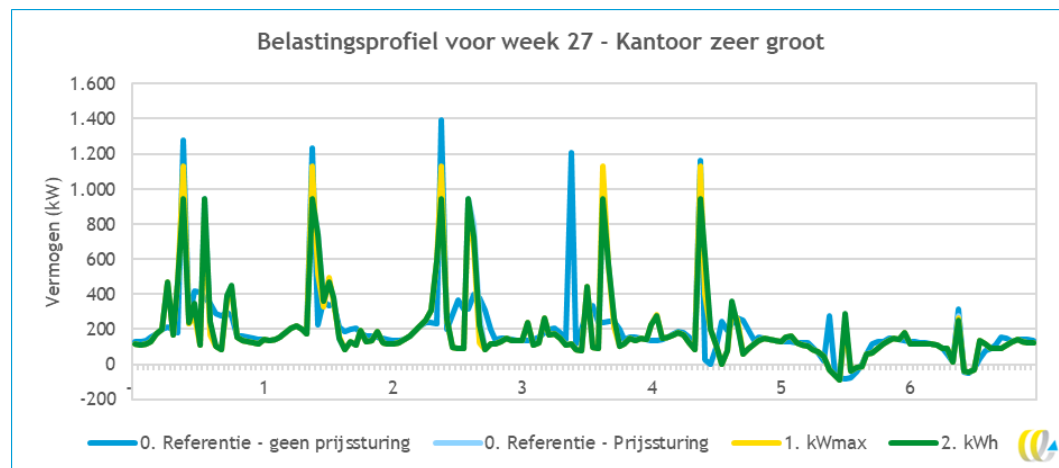
Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik van casus kantoor zeer groot bestaat uit regulier kantoorverbruik, geëlektrificeerde warmtevraag met een wko en koeling in de zomer, laadvraag elektrische voertuigen. De pieken in Figuur 32 en Figuur 33 worden veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen, en in de zomer zijn er grofweg even grote pieken voor de koeling van het kantoor. Zonder koeling is de totale piekbelasting rond de 1.400 kW, met koeling stijgt deze tot ca. 2.000 kW. Indien energiekostensturing plaatsvindt verschuiven de piek, zodat ze in absolute zin lager worden en op andere momenten worden ingevuld. Voor de laden van EV's betekent dit dat ze in plaats van 08:00 tot 09:00 uur worden opgeladen, bijvoorbeeld van 12:00 tot 13:00 uur worden opgeladen. Hiermee worden de duurste piekmomenten, met hoge wegingsfactoren (zie tijdstariefvenster in Figuur 6), voorkomen. Bij een tijdsafhankelijke kW-max-tariefvariant zien we dat de pieken toenemen in de winter; de laadpiek vindt overdag plaats op momenten met lage wegingsfactor waardoor een hogere piek afgenomen kan worden.

Figuur 32 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - kantoor zeer groot. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariiefstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max en variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh.



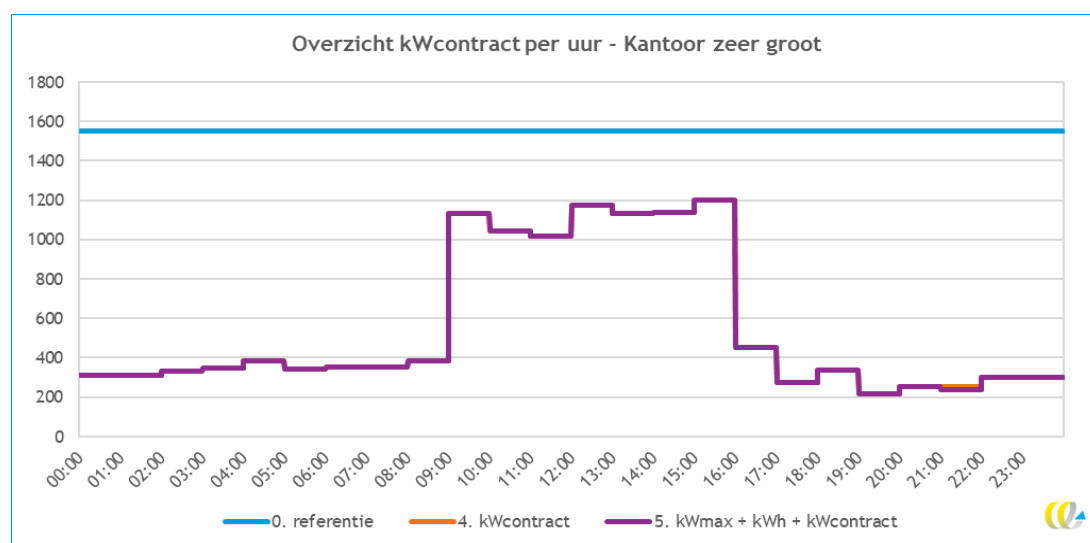
Figuur 33 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - kantoor zeer groot. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarietstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max en variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

De maximale pieken op de verschillende uren in de dag van het hele jaar zijn geplot in Figuur 34. Bij de referentie wordt één waarde gecontracteerd voor het hele jaar. Bij de tijdsafhankelijke nettarietvarianten worden de maximale pieken van ieder uur in het jaar als waarde genomen voor gecontracteerd vermogen (kW-contract). Bij de casus kantoor zeer groot zijn de hoogste pieken tussen 09:00 en 16:00 uur, gedurende kantooruren. De varianten 4 en 5 resulteren in gelijke pieken per uur van het jaar.

Figuur 34 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - kantoor zeer groot. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

In Tabel 50 zijn de piekvraag en verandering van de piekvraag weergegeven voor de verschillende tijdsafhankelijke nettarietvarianten. De absolute piek neemt voor alle varianten af met 22-27%. Bij de kWh en kW-maxvarianten is de piekreductie het grootste, al scheelt het niet veel met de kW-contractvarianten.

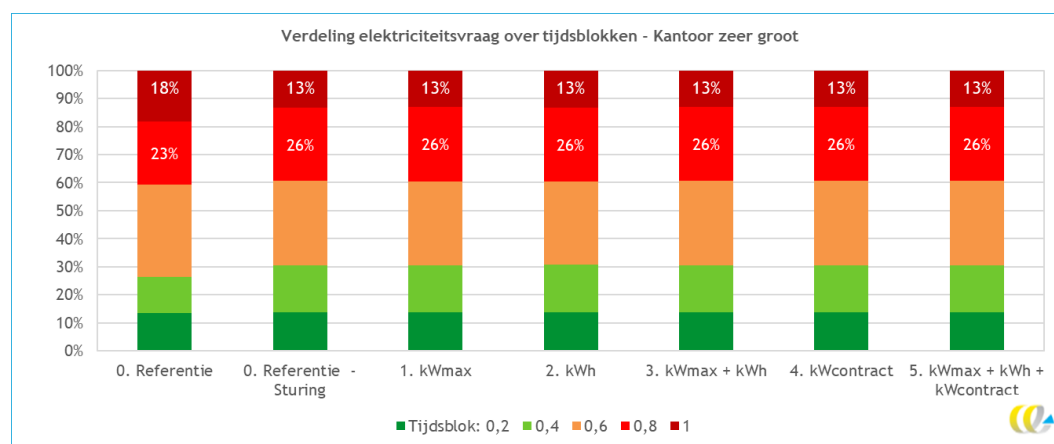
Tabel 50 - Resultaten piek en kW-maxwaarde kantoor zeer groot

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostenst- uring	0. Referentie - energiekostenst- uring	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW- contract	5. kW- contract + kW-max + kWh
Absolute piek	1.553	1.321	1.133	1.133	1.133	1.198	1.198
Veranderi- ng absolute piek		-15%	-27%	-27%	-27%	-23%	-23%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

De piekvraag verschuift van momenten met hoge wegingsfactoren naar momenten met lagere wegingsfactoren. Dit is weergegeven in Figuur 35. De elektriciteitsvraag in het tijdsblok met de hoogste wegingsfactor 1, neemt met 5% af bij zowel de huidige nettarieven met energiekostensturing (0. Referentie - sturing) als bij alle tijdsafhankelijke nettarietvarianten. De elektriciteitsvraag wordt grotendeels verplaatst naar momenten met 0,8 wegingsfactor. De verplaatsing van tijdsblok 0,8 naar 0,6 is zo'n 1,2%. Dit is gelijk voor alle tariefvarianten.

Figuur 35 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - kantoor zeer groot

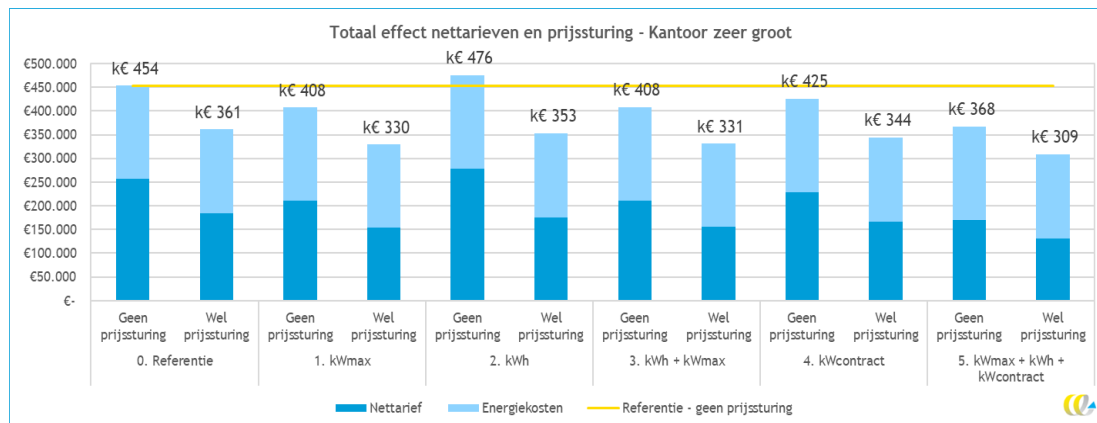


A.2.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

In Figuur 36 wordt het effect van nettarieven en energiekostensturing getoond voor kantoor zeer groot. De totale elektriciteitskosten zijn in de referentiesituatie met de huidige nettarieven ca. k€ 455. Door energiekostensturing nemen deze kosten met bijna k€ 100 af, een daling van 20%. Ook bij de tijdsafhankelijke nettarietvarianten nemen de totale kosten af door energiekostensturing. Daarnaast resulteren de tijdsafhankelijke nettarieven zonder energiekostensturing ook in lagere totale kosten, behalve bij de kWh variant waar de kosten wel toenemen. Variant 5, waarbij alle nettarietcomponenten tijdsafhankelijk zijn,

resulteert voor zowel met als zonder energiekostensturing in de laagste totale kosten. Met name de nettatariefkosten dalen bij variant 5 fors, ten opzichte van andere varianten.

Figuur 36 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - kantoor zeer groot



A.2.6 Conclusie casus

De casus kantoor zeer groot heeft een piekvraag die veroorzaakt wordt door het opladen van elektrische auto's. Deze laadvraag is tevens flexibel en kan gedurende kantooruren worden ingevuld. Hiermee kan op de goedkoopste momenten worden geladen. Naast de laadvraag is ook het elektriciteitsverbruik van de wko flexibel en kan met 4 uur eerder in de tijd verplaatst worden. Het basisverbruik is bij het kantoor zeer groot niet flexibel.

Door energiekostensturing kan het kantoor zeer groot, aanzienlijke besparing op zijn net- en energiekosten behalen. Met de huidige tarieven zijn de totale kosten voor elektriciteit circa 20% lager door energiekostensturing. Vanwege de grootte van de aansluiting betaalt deze casus geen kWh-component voor nettatarief, maar alleen de kW-max en kW-contract. Het sturen op piekbelasting kan bij dit type casus dus extra kostenvoordelen opleveren, omdat de piekbelastingen de transportafhankelijke netkosten geheel bepalen.

Alle varianten van de tijdsafhankelijke nettarieven leiden tot een afname van totale kosten als bedrijven van het type kantoor zeer groot niet gaan prijssturen, met uitzondering van variant 2 met een tijdsafhankelijke kWh (zie Figuur 36). Met energiekostensturing zijn zeer grote kantoren ook goedkoper uit met de tijdsafhankelijke nettarieven, circa 10-20% ten opzichte van zonder energiekostensturing. Zowel de nettarieven als de energiekosten zijn lager door energiekostensturing. De kW-max van het nettatarief wordt verminderd door de pieken naar beneden te drukken, en de piekvraag op andere momenten in te vullen. We zien ook dat de kW-contractwaarde vermindert als gevolg van energiekostensturing. Bij een tijdsafhankelijke kW-contract kan deze nog verder omlaag worden gebracht, echter wordt hierdoor de kW-maxcomponent duurder.

Uit de enquêtes en interview blijkt een beperkte bereidwilligheid om te sturen op de nettarieven, voornamelijk vanwege de complexiteit en aangezien de energiekosten slechts een klein aandeel zijn van de bedrijfskosten.

Tabel 51 - Uiteindelijk score casus: Kantoor - zeer groot

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettarief- kosten (zonder energie- kostensturing)	Voordeel energie- kostensturing (nettarief en uurlijkse elektriciteits prijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Kantoor - zeer groot	4	3	4	5	3	1	2

A.3 Kantoor - groot

A.3.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft een groot kantoor. De verbruiksprofielen van kantoor- en zorggebouwen zijn verwant aan elkaar, echter bij zorginstellingen met overnachting is er een relatief hoog elektriciteitsverbruik op weekenddagen, ten opzichte van typische kantoorgebouwen. Ook is het elektriciteits- en gasverbruik per m² bij kantoorgebouwen lager dan in de zorg.

Kantoorgebouwen zijn een veel voorkomend type vastgoed binnen de verschillende sectoren in Nederland. Energieverbruik bestaat uit verwarming, licht, elektrische apparaten en meer. Waar voorheen gas werd gebruikt voor het voorzien in de warmtevraag, gebeurt dit steeds vaker elektrisch. Voor deze casus zullen we een kantoor beschouwen waarbij de volledig warmtevraag gedeeltelijk geëlektrificeerd is via hybride warmtepompen. Het onderzochte vastgoed heeft energielabel A. Dit zijn slechts aannames, we doen hiermee geen uitspraak over de haalbaarheid van deze verduurzaming van de warmtevraag.

A.3.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 52 staan de energetische gegevens van het gebouw. Dit bedrijf is aangesloten op het 10/20 KV net (MS) met een AC 5b aansluiting. Hier zijn zowel het gebouw als de laadpalen op aangesloten. De warmtevraag is volledig geëlektrificeerd met lucht-water-warmtepompen.

Tabel 52 - Energetische gegevens van het kantoor gebouw van de casus 'kantoor - groot'. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens gebouw	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ²	59,0	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ²	7,6	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag en elektrische voertuigen			
Oppervlakte	5.000	m ²	Aanname
kW-contract incl. laadvraag en zon-pv	420	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ^{2*}	76,3	kWh/m ²	Berekening
Gasvraag per m ^{2*}	0,0**	m ³ /m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag	387.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag	0*	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Hybride warmtepomp	-	Aanname
Opwek zon-pv	75.000	kWh	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	78.000	kWh	Berekening

* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

** In het geval dat de hybride warmtepomp geen warmte via gasverbranding levert, maar volledig elektrisch de warmtevraag invult.

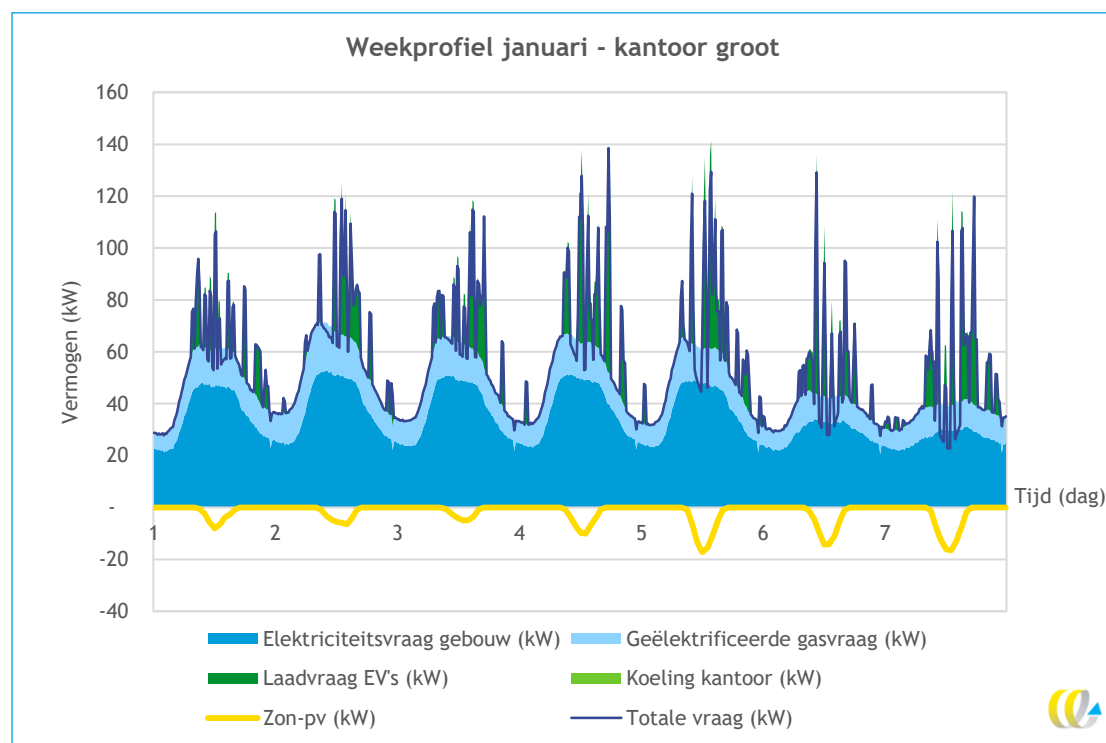
De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

- Elektriciteitsprofiel:
 - SBI 64. Financiële instellingen.
 - Aantal datasets: 718.

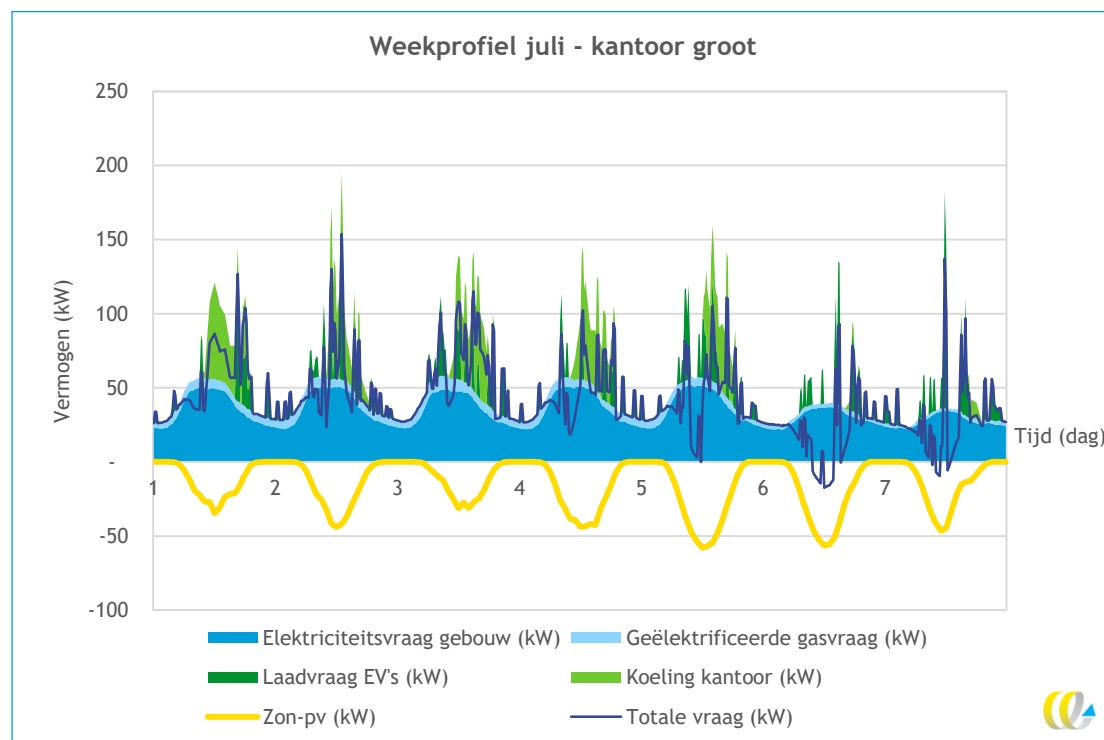
- Gasprofiel:
 - SBI 64. Financiële instellingen.
 - Aantal datasets: 81.

Het elektriciteitsverbruik en -opwek is weergegeven in Figuur 37. Het reguliere elektriciteitsverbruik heeft een zeer regelmatig dag-nachtritme. Ook is het (geëlektrificeerde) gasverbruik duidelijk gekoppeld aan werkdagen. Er is een zon-pv-installatie aanwezig die met name in de zomer (zie Figuur 38) aanzienlijke opwek kan genereren gedurende de dag. Daarnaast is er een aanzienlijke laadvraag van elektrische voertuigen aangenomen. Deze kan op momenten de grootste laadvraag veroorzaken. De laadprofielen in het figuur zijn indicatief, uit de modellering zullen andere laadprofielen gegenereerd worden.

Figuur 37 - Elektriciteitsvraag van casus groot kantoor voor de eerste week van januari



Figuur 38 - Elektricitetsvraag van de casus groot kantoor voor de eerste week van juli



Elektrische voertuigen

Het aantal elektrische voertuigen en relevante parameters zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van het aantal werknemers van het bedrijfsgebouw van deze casus. Het percentage op werk laden is gebaseerd op het Nationaal Laadonderzoek 2023 (RVO, 2023).

Tabel 53 - Laadvermogen per type voertuig

Voertuig	Laadvermogen weekend	Eenheid
Aantal elektrische voertuigen	165	Elektrische voertuigen
Laadvermogen per laadpaal	11	kW
Percentage laden op werk	13	%
Verbruik per km	0,2	kWh/km
Gemiddeld aantal km's per jaar EV's	18.200	Km/jaar

Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling hybride warmtepomp:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 2 uur eerder in de tijd verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.

- **Schakelen tussen gas en elektriciteit hybride warmtepomp:** De hybride warmtepomp kan schakelen tussen gas en elektrisch verwarmen. Met zeer hoge elektriciteitsprijzen schakelt de hybride warmtepomp over naar gas.
- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

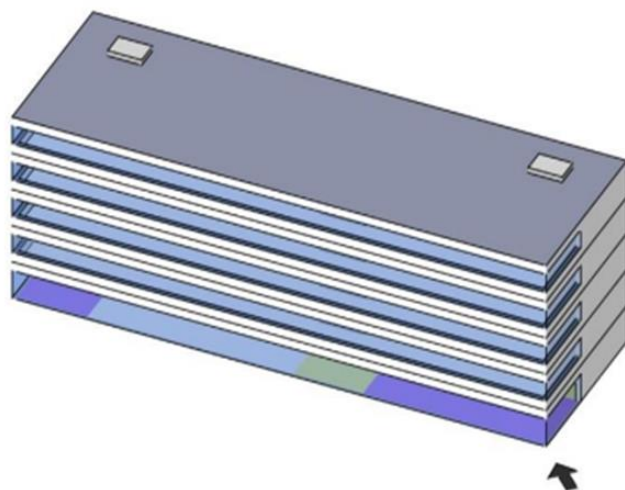
A.3.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus ‘Kantoor - groot’ zijn weergegeven in Tabel 54. Hier is het aantal werknemers aangegeven, waarmee we de laadvraag voor elektrische voertuigen bepalen. Ook is de bruto toegevoegde waarde (per MWh) weergegeven voor 2020 om te laten zien hoe de economische output-afhankelijk is van het energieverbruik in deze sector. Dit getal is voor sectoren met veel kantoorgebouw vastgoed relatief hoog, wat betekent dat er veel economische waarde wordt gecreëerd voor iedere MWh elektriciteit die wordt verbruikt.

Tabel 54 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	500 fte
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	8.800 (financiële instellingen), 4.100 (verzekeraars), 6.900 (overige financiële dienstverlening), 4.300 (architecten & ingenieurs bureaus), 1.600 (reclame-wezen)
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Laag
Oppervlakte gebouw	5.100 m ²
Oppervlakte per FTE	10 m ² /fte

Figuur 39 - BENG-referentiegebouw, Kantoor M. Gebruiksoppervlak van circa 4.400 m². 10% van het gebruiksoppervlakte van dit type gebouw wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



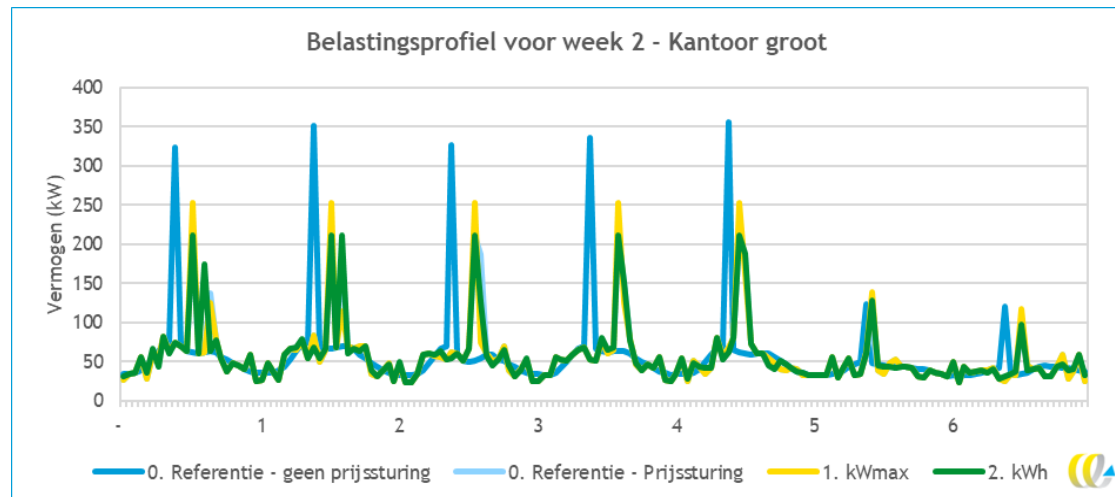
Bron: (RVO, 2017).

A.3.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

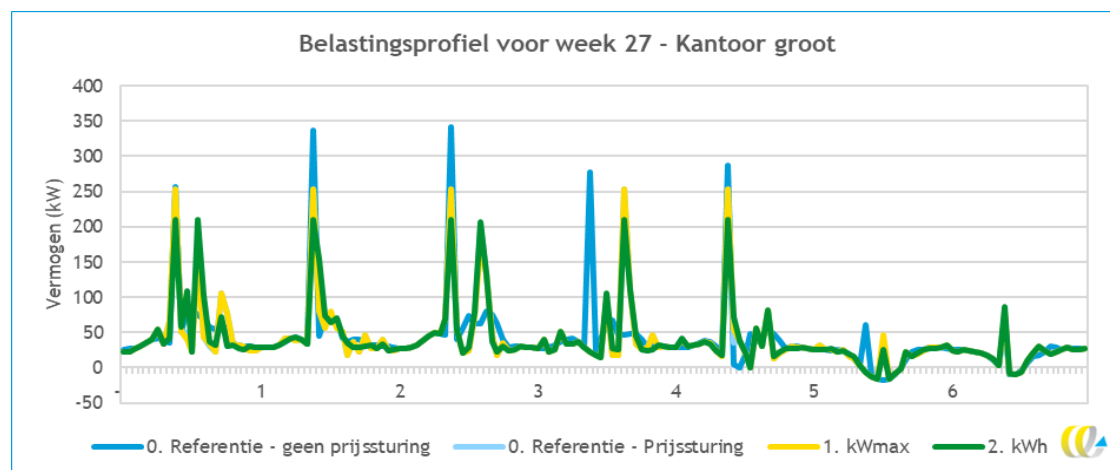
Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik van casus kantoor groot bestaat uit regulier kantoorverbruik, geëlektrificeerde warmtevraag met een wko en koeling in de zomer, laadvraag elektrische voertuigen. De pieken in Figuur 40 en Figuur 41 worden veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen. Indien energiekostensturing plaatsvindt verschuiven de piek, zodat ze in absolute zin lager worden en op andere momenten worden ingevuld. Voor de laden van EV's betekent dit dat ze in plaats van 08:00 tot 09:00 uur worden opgeladen, bijvoorbeeld van 12:00 tot 13:00 uur worden opgeladen. Hiermee worden de duurste piekmomenten, met hoge wegingsfactoren (zie tijdstariefvenster in Figuur 6), voorkomen.

Figuur 40 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - kantoor groot. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettatariefstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



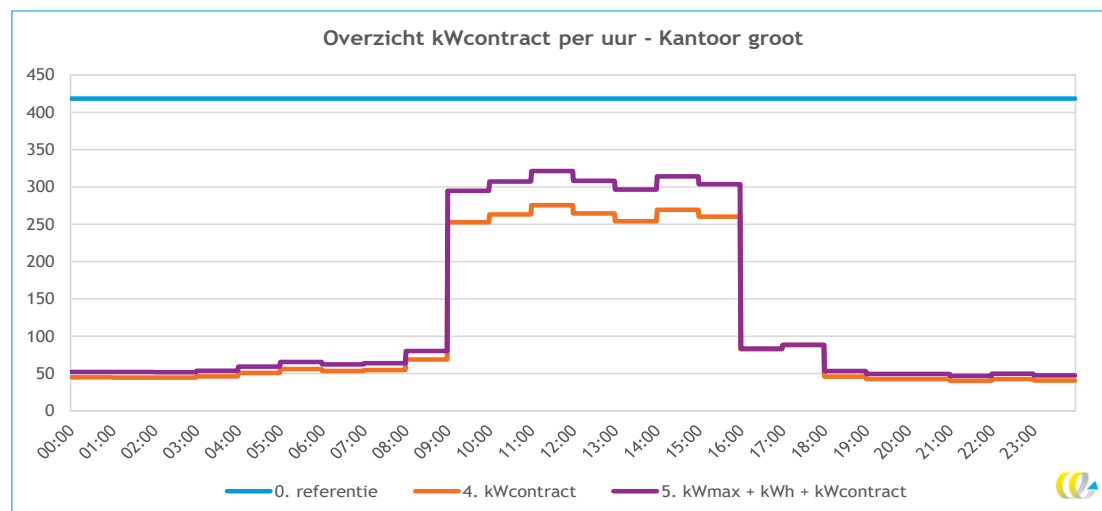
Figuur 41 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - kantoor groot. Vanwege leesbaarheid zijn de uurlijkse profielen weergegeven voor 0. Huidige tarieven met en zonder energiekostensturing en tariefvariant 1 en 2. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarietstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

De maximale pieken op de verschillende uren in de dag van het hele jaar zijn geplot in Figuur 42. Bij de referentie wordt één waarde gecontracteerd voor het hele jaar. Bij de tijdsafhankelijke nettarietvarianten worden de maximale pieken van ieder uur in het jaar als waarde genomen voor gecontracteerd vermogen (kW-contract). Bij de casus kantoor groot zijn de hoogste pieken tussen 09:00 en 16:00 uur, gedurende kantooruren. Variant 4 resulteert in lagere pieken op ieder uur ten opzichte van variant 5. Bij variant 4 worden de hoogste pieken dus sterker naar beneden gedrukt dan bij variant 5.

Figuur 42 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - kantoor groot. De figuur toont het gecontracteerd maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

In Tabel 55 is getalsmatig weergegeven hoeveel de absolute en gemiddelde pieken worden gereduceerd bij de verschillende nettarietvarianten. De grootste piekreductie is bij de kW-maxvarianten (nummer 1 en 3) waar de piek 40% lager is dan met huidige nettariet en zonder energiekostensturing. Variant 5, waar alle nettarietcomponenten tijdsafhankelijk zijn gemaakt, wordt de laagste absolute piekreductie behaald. De andere varianten zitten ertussenin.

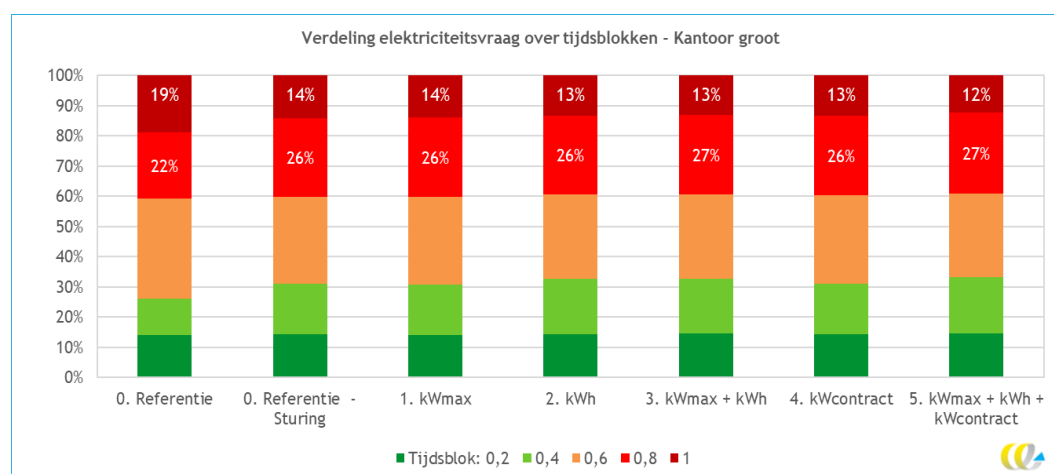
Tabel 55 - Resultaten piek en kW-maxwaarde - kantoor groot

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	418	253	253	295	253	276	322
Verandering absolute piek		-40%	-40%	-29%	-40%	-34%	-23%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Als we kijken naar de verdeling van tijdsblokken met wegingsfactoren, zien we dat de elektriciteitsvraag in tijdsblokken met wegingsfactor 1 afnemen door energiekostensturing en tijdsafhankelijke nettarieven. Daarentegen neemt de elektriciteitsvraag op momenten van 0,8 wegingsfactor juist licht toe. Dit is desondanks een verbetering, omdat de elektriciteitsvraag met wegingsfactor 1 over het algemeen nog hogere piekmomenten zijn dan het tijdsblok met wegingsfactor 0,8. De tijdsblokken 0,2 en 0,6 blijven ongeveer gelijk, en de elektriciteitsvraag in tijdsblok 0,4 neemt toe met 3-4%. Concluderend, de elektriciteitsvraag verschuift van de hoogste piekmomenten naar lagere piekmomenten met enkele procenten. De tijdsafhankelijke kWh-variant heeft een beperkte extra reductie van de elektriciteitsvraag op piekmomenten, variant 4 en 5 met tijdsafhankelijk kW-contract maken het elektriciteitsverbruik op die momenten nog beperkt minder tot -1,7%.

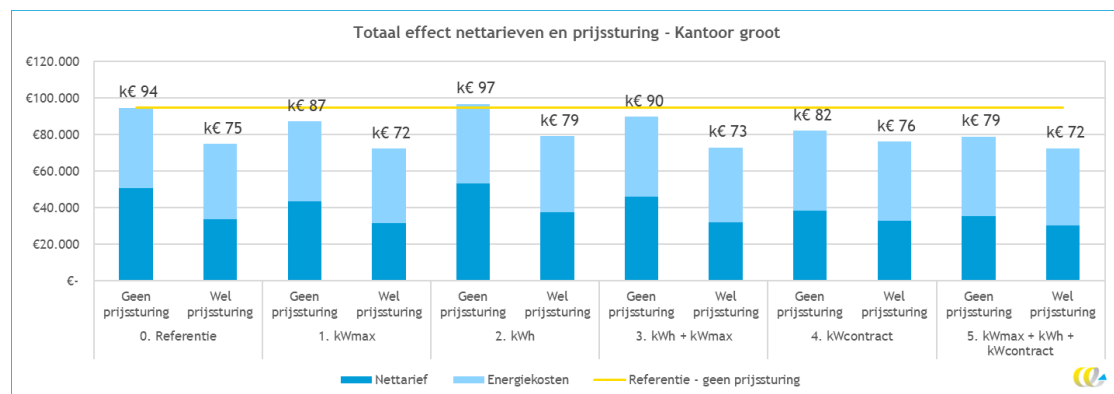
Figuur 43 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - kantoor groot



A.3.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

In Figuur 44 wordt het effect van nettarieven en energiekostensturing getoond voor kantoor groot. De totale elektriciteitskosten zijn in de referentiesituatie met de huidige nettarieven ca. k€ 94. Door energiekostensturing nemen deze kosten met bijna k€ 25 af, een daling van bijna 21%. Ook bij de tijdsafhankelijke nettarieven nemen de totale kosten af door energiekostensturing. Daarnaast resulteren de tijdsafhankelijke nettarieven zonder energiekostensturing ook in lagere totale kosten, behalve bij de kWh variant waar de kosten net iets hoger zijn. Variant 5, waarbij alle nettarievencomponenten tijdsafhankelijk zijn, resulteert voor zowel met als zonder energiekostensturing in de laagste totale kosten.

Figuur 44 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - kantoor groot



A.3.6 Conclusie casus

De casus kantoor groot heeft een piekvraag die veroorzaakt wordt door het opladen van elektrische auto's. Deze laadvraag is tevens flexibel en kan gedurende kantooruren worden ingevuld. Hiermee kan op de goedkoopste momenten worden geladen. Naast de laadvraag is ook het elektriciteitsverbruik van de hybride warmtepompen flexibel en kan met 4 uur eerder in de tijd verplaatst worden, en worden overgeschakeld naar gas als dat goedkoper is. Het basisverbruik is bij het kantoor groot niet flexibel.

Door energiekostensturing kan het kantoor groot, aanzienlijke besparing op zijn net- en energiekosten behalen. Met de huidige tarieven zijn de totale kosten voor elektriciteit circa 21% lager door energiekostensturing. Bij dit type casus wordt het nettarief bepaald door zowel kW-max, kWh en kW-contract, en heeft sturing op alleen piekbelasting dus een beperkter voordeel dan bij kantoor zeer groot, waar er geen kWh-component in het nettarief zit.

Alle varianten van de tijdsafhankelijke nettarieven leiden tot een afname van totale kosten als bedrijven van het type kantoor groot niet gaan prijssturen, met uitzondering van variant 2 met een tijdsafhankelijke kWh (zie Figuur 36). Met energiekostensturing zijn grote kantoren ook goedkoper uit met de tijdsafhankelijke nettarieven 8-17% ten opzichte van, zonder energiekostensturing. Zowel de nettarieven als de energiekosten zijn lager door energiekostensturing. De kW-max van het nettarief wordt verminderd door de pieken naar beneden te drukken, en de piekvraag op andere momenten in te vullen. We zien ook dat het kW-contractwaarde vermindert als gevolg van energiekostensturing. Bij een tijdsafhankelijke kW-contract kan de kW-contractwaarde nog verder omlaag worden gebracht, echter wordt hierdoor de kW-maxcomponent duurder.

Uit de enquêtes en interview blijkt een beperkte bereidwilligheid om te sturen op de nettarieven, voornamelijk vanwege de complexiteit en aangezien de energiekosten slechts een klein aandeel zijn van de bedrijfskosten.

Tabel 56 - Uiteindelijke score casus: Kantoor groot

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettarijfkosten (zonder energiekosten- sturing)	Voordeel energiekosten -sturing (nettarijef en uurlijkse elektriciteits- prijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Kantoor - groot	2	3	4	5	4	2	2

A.4 Onderwijs

A.4.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft onderwijsgebouwen in het funderend onderwijs. De verbruiksprofielen van kantoren, zorg- en onderwijsgebouwen zijn verwant aan elkaar, echter is er tijdens vakantieperiodes en weekenden een aanzienlijk lager energieverbruik bij onderwijsgebouwen. Daarnaast is het energieverbruik per m² bij onderwijs significant lager dan bij kantoren en zorginstellingen, met name voor elektriciteit. Daarom hebben we gekozen om deze als aparte categorie op te nemen.

Er zijn veel onderwijsinstellingen in Nederland. Het energieverbruik bestaat uit verwarming, licht, elektrische apparaten en meer. Waar voorheen gas werd gebruikt voor het voorzien in de warmtevraag, gebeurt dit steeds vaker elektrisch. Voor deze casus zullen we een onderwijsgebouw beschouwen waarbij de volledige warmtevraag geëlektrificeerd is via een wko. Het onderzochte vastgoed heeft energielabel A. Dit zijn slechts aannames, we doen hiermee geen uitspraak over de haalbaarheid van deze verduurzaming van de warmtevraag.

A.4.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 57 staan de energetische gegevens van het gebouw. Dit bedrijf is aangesloten op het 10/20 KV net (MS) met een AC 5b aansluiting. Hier zijn zowel het gebouw als de laadpalen op aangesloten.

Tabel 57 - Energetische gegevens van het kantoor gebouw van de casus 'Onderwijs'. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens gebouw	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ²	18,3	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ²	6,1	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag			
Oppervlakte	9.000	m ²	Aanname
kW-contract incl. laadvraag en zon-pv	170	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ² *	34,7	kWh/m ²	Berekening
Gasvraag per m ²	0,0	m ³ /m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag*	293.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag	0	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Wko	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	1.200	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	186.000	kWh	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	20.000	kWh	Berekening

* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

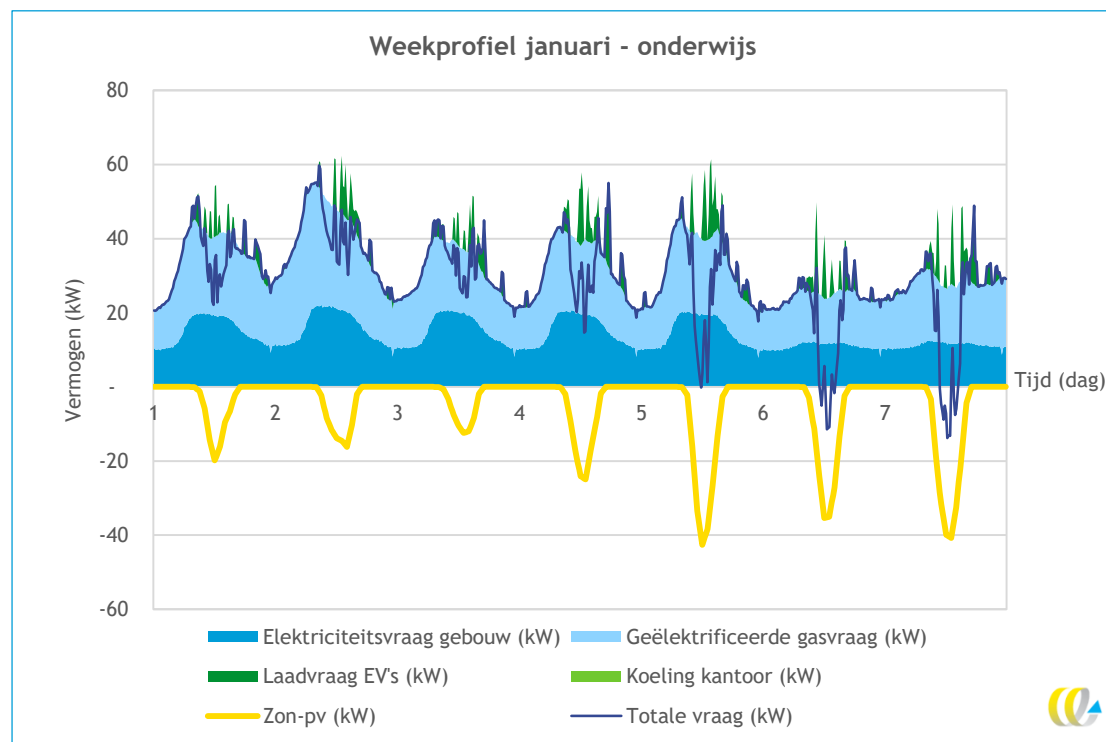
De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

- Elektriciteitsprofiel:
 - SBI 85. Onderwijs.
 - Aantal datasets: 272.

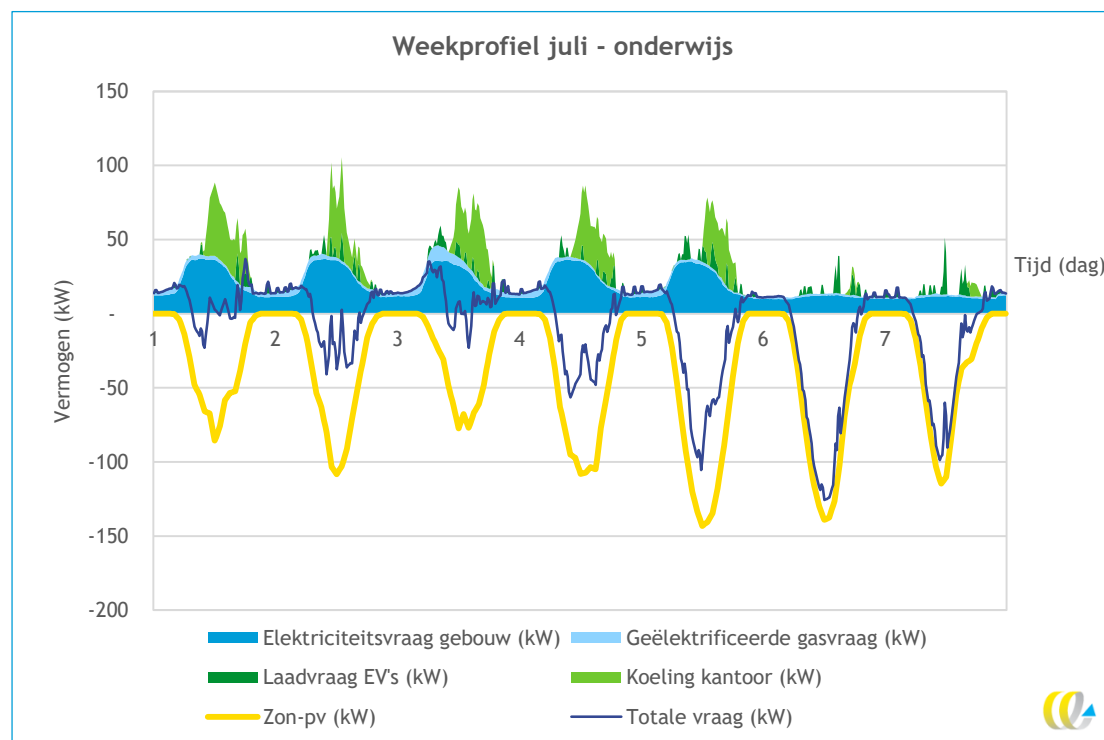
- Gasprofiel:
 - SBI 85. Onderwijs.
 - Aantal datasets: 72.

Het elektriciteitsverbruik en -opwek is weergegeven in Figuur 45. Het reguliere elektriciteitsverbruik heeft een zeer regelmatig dag-nachtritme. In het weekend is het elektriciteitsverbruik gelijk aan het niveau van de nacht. Ook is het (geëlektrificeerde) gasverbruik duidelijk gekoppeld aan werkdagen. Dit gasverbruik is grilliger dan het elektriciteitsverbruik, dit is immers gekoppeld aan de buitentemperatuur die sterk fluctueert. Er is een zon-pv-installatie aanwezig die met name in de zomer (zie Figuur 46) maar ook in de winter aanzienlijke opwek kan genereren gedurende de dag. Daarnaast is er een relatief kleine laadvraag van elektrische voertuigen aangenomen. De laadprofielen in het figuur zijn indicatief, uit de modellering zullen andere laadprofielen gegenereerd worden.

Figuur 45 - Elektriciteitsvraag van casus onderwijs voor de eerste week van januari



Figuur 46 - Elektricitetsvraag van de casus onderwijs voor de eerste week van juli



Elektrische voertuigen

Het aantal elektrische voertuigen en relevante parameters zijn weergegeven in Tabel 58. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van het aantal werknemers van het bedrijfsgebouw van deze casus. Het percentage op werk laden is gebaseerd op het Nationaal Laadonderzoek 2023 (RVO, 2023).

Tabel 58 - Laadvermogen per type voertuig

Voertuig	Laadvermogen weekend	Eenheid
Aantal elektrische voertuigen	43	Elektrische voertuigen
Laadvermogen per laadpaal	11	kW
Percentage laden openbare laadpaal	13	%
Verbruik per km	0,2	kWh/km
Gemiddeld aantal km's per jaar EV's	18.200	Km/jaar

Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling wko:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 4 uur eerder in de tijd verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.

- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

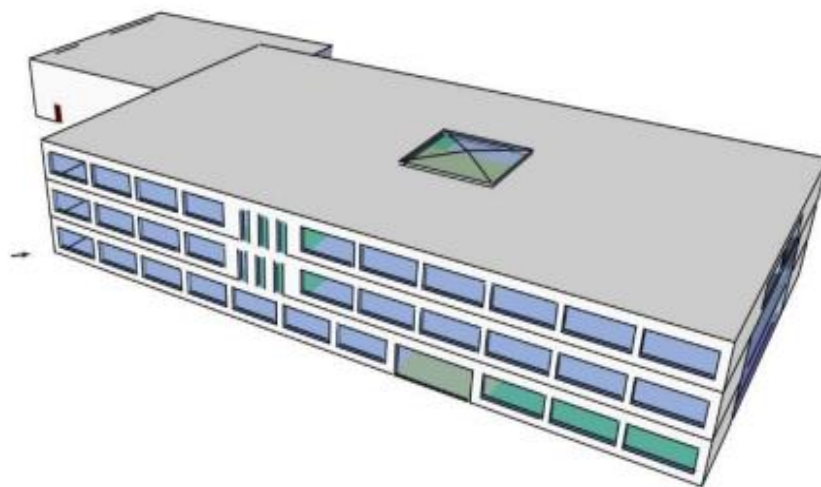
A.4.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus ‘Onderwijs’ zijn weergegeven in Tabel 59. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. De bruto toegevoegde waarde per MWh hebben we niet kunnen achterhalen.

Tabel 59 - Bedrijfskenmerken gebouw casus onderwijs

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	130
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Onbekend
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Laag
Oppervlakte gebouw	9.000
Oppervlakte per FTE	69 m ² /FTE (bepaald aan de hand van het aantal medewerkers en oppervlakte van de TU Delft uit jaarverslag 2023)

Figuur 47 - BENG-referentiegebouw, Onderwijs L. Gebruiksoppervlak van circa 8.500 m². Circa 10% van het gebruiksoppervlakte van dit type gebouw wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



Bron: (RVO, 2017).

A.4.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

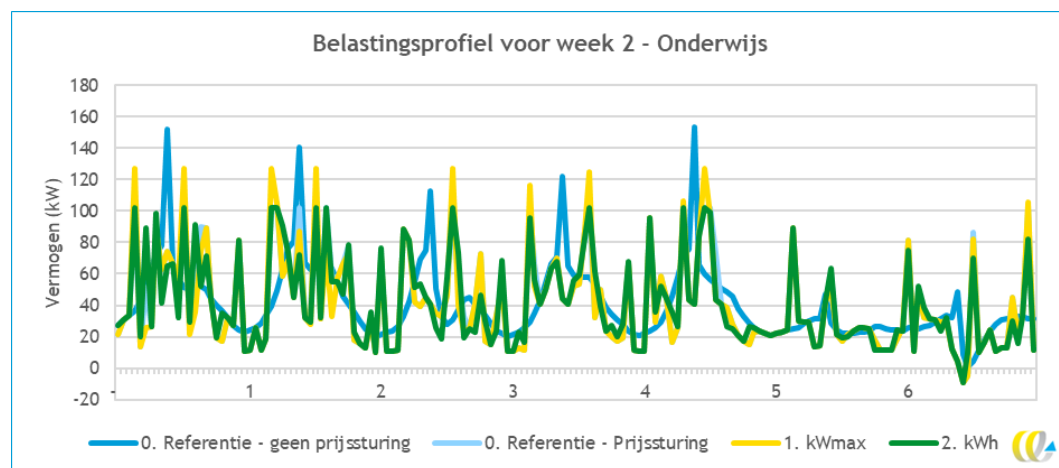
Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik van casus onderwijs bestaat uit standaardverbruik, geëlektrificeerde warmtevraag met een wko en koeling in de zomer, en een laadvraag elektrische voertuigen. De pieken in Figuur 48 en Figuur 49 worden veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen en de wko. Op piekmomenten is de vraag voor de wko

ongeveer even groot als die van de laadvraag voor elektrische voertuigen. Indien energiekostensturing plaatsvindt verschuiven de pieken, zodat ze in absolute zin lager worden en op andere momenten worden ingevuld. Voor de laden van EV's betekent dit dat ze in plaats van bijvoorbeeld 08:00 tot 09:00 uur worden opgeladen, van 12:00 tot 13:00 uur worden opgeladen. Hiermee worden de duurste piekmomenten, met hoge wegingsfactoren (zie tijdstariefvenster in Figuur 6) voorkomen.

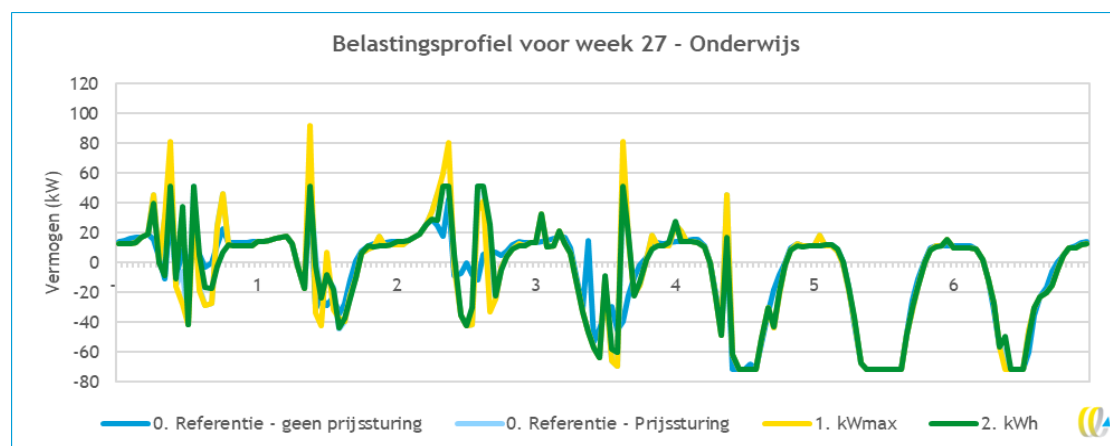
Ook verschuift de warmtevraag door energiekostensturing op bepaalde uren. In het onderstaande belastingsprofiel voor week 2 is te zien dat door energiekostensturing (met of zonder tijdsafhankelijke nettarieven) het profiel grilliger wordt met meer kleinere pieken. De vraag wordt dus meer verdeeld over de tijd, in plaats van zeer grote pieken op bepaalde uren.

Figuur 48 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - onderwijs. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



In Figuur 49 zien we heel duidelijk dat er ook momenten zijn met hogere pieken bij een tijdsafhankelijke kW-max-tariefvariant. Dit is omdat het dus toegestaan is om hogere piekbelasting toe te passen op momenten met een lage wegingsfactor. In de zomer zijn er meer uren met lage wegingsfactoren dan in de winter, dus daar is dit effect duidelijker te zien. Echter zien we ook in Figuur 48 dat deze momenten regelmatig voorkomen voor de kW-max en kWh varianten, maar zijn de pieken minder extreem.

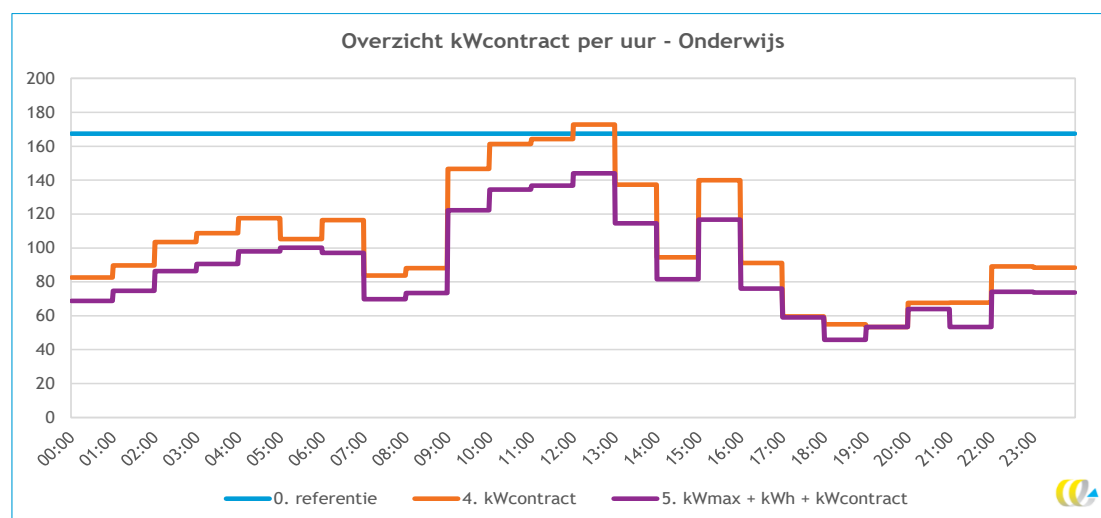
Figuur 49 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - onderwijs. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Het gecontracteerde vermogen bij de tijdsafhankelijke nettarieven zijn de maximale pieken op ieder uur van het jaar. Het kW-contract voor de referentie, dus met de huidige tarieven, is een vaste waarde voor ieder uur van het jaar. Als we kijken naar het gecontracteerde vermogen per uur in het jaar in Figuur 50 voor de varianten 4 en 5, zien we dat deze bij variant 5 op ieder uur het laagst zijn. Bij variant 5 zijn alle componenten van het nettarietijdsafhankelijk, en wordt met energiekostensturing voor alle componenten geoptimaliseerd. Dit leidt tot lagere pieken op bijna ieder uur, ten opzichte van de variant waar alleen het kW-contract tijdsafhankelijk is. Deze figuur laat dus goed zien dat er aanzienlijke kostenreductie mogelijk is met het gecontracteerde vermogen kW-contract bij de tijdsafhankelijke nettarietvarianten 4 en 5.

Figuur 50 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - onderwijs. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 60 laat de verandering van absolute pieken voor energiekostensturing met de verschillende tijdsafhankelijke nettatariefvarianten. Met uitzondering van variant 4 met een tijdsafhankelijke kW-contract, worden bij alle varianten de absolute pieken in het jaar minder. Hiermee wordt netkosten op de kW-contractcomponent lager. In variant 5 zien we dat de absolute piek wel reduceert, maar minder dan in de varianten 1, 2 en 3.

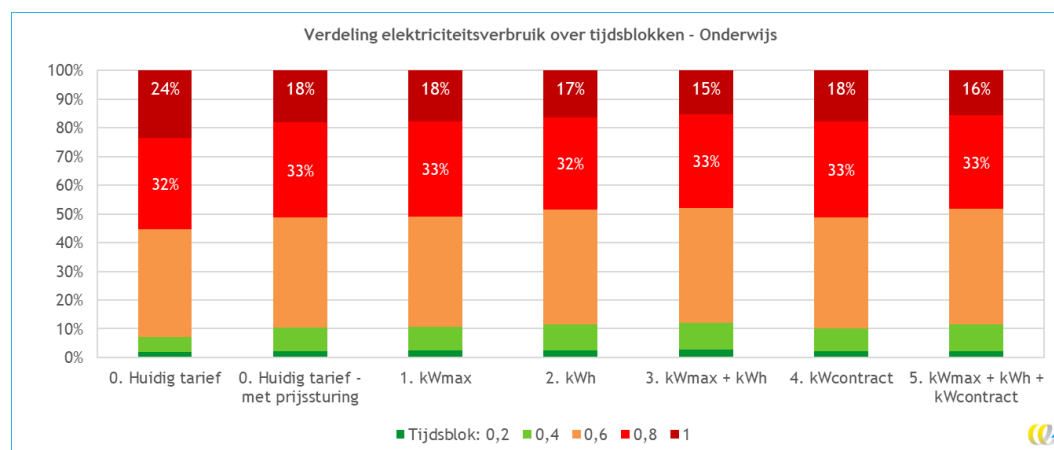
Tabel 60 - Resultaten piek en kW-maxwaarde - onderwijs

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW- contract	5. kW- contract + kW-max + kWh
Absolute piek	167	127	127	127	127	173	144
Verandering absolute piek		-24%	-24%	-24%	-24%	3%	-14%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Als we kijken naar het elektriciteitsverbruik in de tijdsblokken met verschillende wegingsfactoren in Figuur 51, zien we dat er een verschuiving plaatsvindt van elektriciteitsverbruik met wegingsfactor 1, naar andere tijdsblokken. Tijdsblok met wegingsfactor 0,8 blijft ongeveer gelijk over de verschillende varianten en wel of geen energiekostensturing. Over het algemeen zien we dat het elektriciteitsverbruik in tijdsblok met wegingsfactor 0,4 toeneemt door energiekostensturing met en zonder tijdsafhankelijke nettatariefvarianten. Dit laat dus zien dat er minder verbruik plaatsvindt op congestiemomenten met een hoge wegingsfactor.

Figuur 51 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - onderwijs



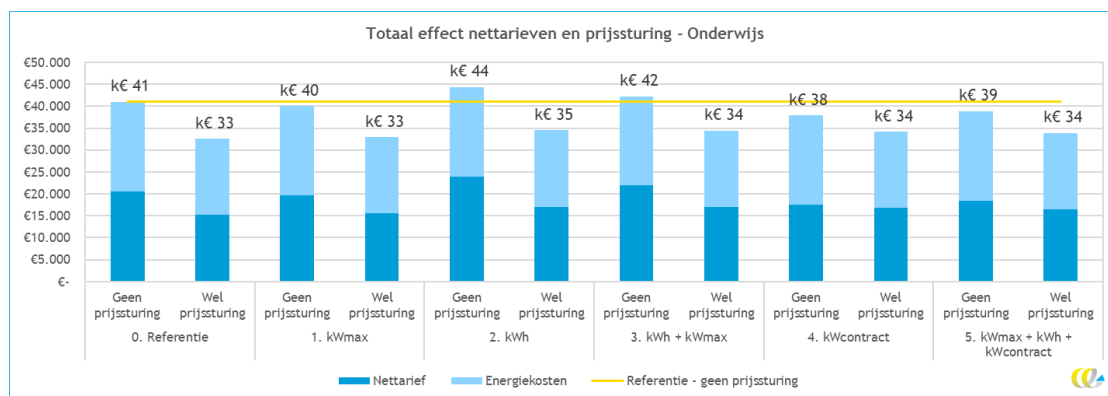
A.4.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

In Figuur 52 is het financiële effect getoond van energiekostensturing met en zonder tijdsafhankelijke nettarieven. Bij alle varianten gaan de totale kosten omlaag door energiekostensturing. De afname door energiekostensturing is bij variant 4 het laagst met

10%, en het hoogste bij variant 2 met 22%. De totale kosten met energiekostensturing zijn bij de huidige nettarieven en tijdsafhankelijke nettarieven ongeveer gelijk.

Bij varianten 2 en 3 is een stijging te zien in totale kosten ten opzichte van kosten die onderwijsgebouwen betalen met huidige nettarieven. In variant 2 en 3 is de kWh-component tijdsafhankelijk en zorgt het verbruik op dure uren (hoge wegingsfactoren) er dus voor dat de totale kosten over het jaar hoger worden. Door energiekostensturing kunnen de totale kosten sterk gereduceerd worden, bij variant 2 met 22% en variant 3 met 18,6%.

Figuur 52 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - onderwijs



A.4.6 Conclusie casus

Uit de analyse blijkt dat energiekostensturing een effectief middel is om piekbelastingen in het elektriciteitsverbruik van het onderwijsgebouw te verminderen en kosten te verlagen. De pieken die worden veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen en de warmtevraag kunnen door energiekostensturing worden verschoven naar goedkopere momenten, waardoor de belasting op het net afneemt. Dit leidt tot een gelijkmatiger belastingsprofiel en lagere gecontracteerde vermogens bij tijdsafhankelijke nettarieven.

Daarnaast toont de analyse aan dat door energiekostensturing het elektriciteitsverbruik verschuift van tijdsblokken met een hoge wegingsfactor naar goedkopere tijdsblokken, wat netkosten verlaagt. Dit effect is zichtbaar bij zowel de huidige als de tijdsafhankelijke nettarieven. De grootste kostenbesparingen door energiekostensturing worden gerealiseerd bij varianten waarin zowel de kW-max als de kWh-component tijdsafhankelijk zijn.

Het financiële effect van energiekostensturing is duidelijk: bij alle varianten dalen de totale kosten. De besparingen variëren tussen 10% en 22%, afhankelijk van de gehanteerde variant. Hoewel bij sommige varianten zonder energiekostensturing de kosten hoger uitvallen dan bij de huidige nettarieven, kunnen deze door actieve energiekostensturing alsnog aanzienlijk worden gereduceerd. Dit onderstreept het belang van een strategische inzet van energiekostensturing om kosten te minimaliseren en de belasting van het elektriciteitsnet te optimaliseren.

Uit de enquêtes en interview blijkt een beperkte bereidwilligheid om te sturen op de nettarieven, voornamelijk vanwege de complexiteit en aangezien de energiekosten slechts een klein aandeel zijn van de bedrijfskosten. Het onderwijs heeft in principe wel interesse in sturing op de nettarieven, maar de totale verwachte impact is beperkt.

Tabel 61 - Uiteindelijke score casus: Onderwijs

Casus	Omvang sector	Flexibiliteit aanwezig	Geen risico hogere kosten	Voordeel energiekostensturing	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Perceptie tijdsafhankelijke nettarieven
Onderwijs	2	3	3	4	3	3	2

A.5 Detailhandel

A.5.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft detailhandel met een grootverbruikersaansluiting. Het betreft dus een grote winkel in omvang gelijk als een grote IKEA of bouwmarkt. Deze casus heeft een zeer grote elektriciteitsvraag overdag, en een relatief milde gasvraag. Het elektriciteitsverbruik zit in verlichting, koeling, ventilatie en andere kracht utiliteiten. Het dag-nacht profiel is zeer regelmatig.

Er zijn relatief veel bedrijven binnen de sector 'Groot- en detailhandel' die op tussen- en middenspanning (TS/MS) zijn aangesloten. Deze sector is vrij breed, van handel in en reparatie van auto's, groothandel en detailhandel. Hieronder vallen veel subcategorieën. Deze casus representeert een belangrijk onderdeel van de detailhandel met een grootverbruikersaansluitingen. We nemen aan dat de volledige warmtevraag wordt geëlektrificeerd met lucht-waterwarmtepompen. Het onderzochte vastgoed heeft energielabel A. Dit zijn slechts aannames, we doen hiermee geen uitspraak over de haalbaarheid van deze verduurzaming van de warmtevraag.

A.5.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 62 staan de energetische gegevens van het gebouw. Dit bedrijf is aangesloten op het 10/20 kV-net (MS) met een AC 5 aansluiting. Hier zijn zowel het gebouw als de laadpalen op aangesloten.

Tabel 62 - Energetische gegevens van het kantoor gebouw van de casus 'Detailhandel'. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens gebouw	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ²	74,1	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ²	6,4	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en met elektrische voertuigen			
Oppervlakte	23.000	m ²	Aanname
kW-contract incl. laadvraag en zon-pv	690	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ² *	89,0	kWh/m ²	Berekening
Gasvraag per m ²	0,0	m ³ /m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag*	2.037.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag	0	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Lucht warmtepomp	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	11.600	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	1.770.000	kWh	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	23.000	kWh	Berekening

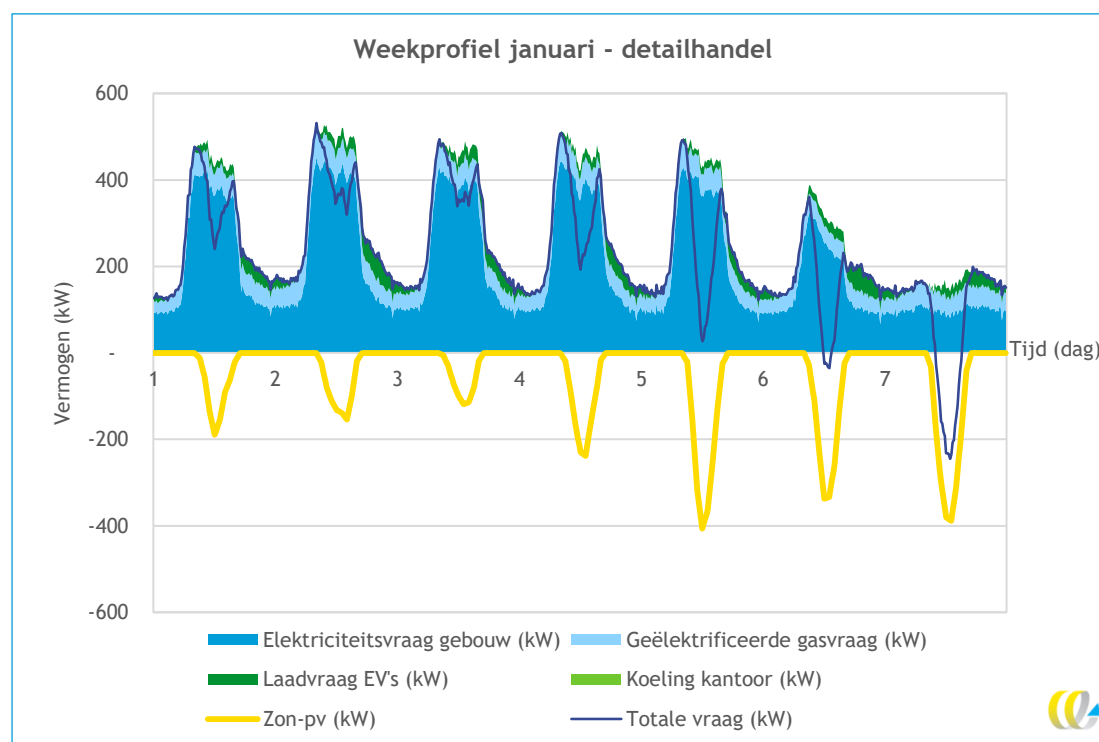
* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

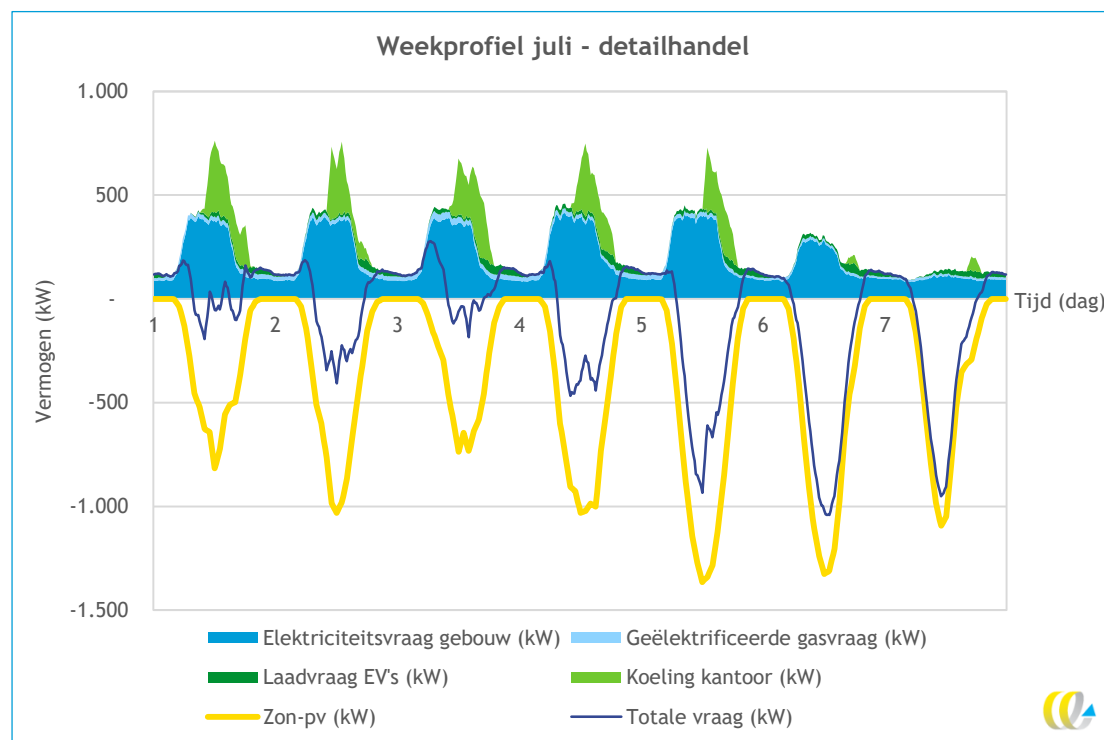
- Elektriciteitsprofiel:
 - SBI 45. Handel in auto's en aanhangers, eventueel gecombineerd met reparatie.
 - Aantal datasets: 77.
- Gasprofiel:
 - Standaard gasprofiel MOOI EIGEN.
 - Aantal datasets: Onbekend (maximaal 1.000).

Het elektriciteitsverbruik en -opwek is weergegeven in Figuur 53. Het reguliere elektriciteitsverbruik heeft een zeer regelmatig dag-nachtritme. In het weekend is het elektriciteitsverbruik gelijk aan het niveau van de nacht. Ook is het (geëlektrificeerde) gasverbruik duidelijk gekoppeld aan werkdagen, met een piek vroeg op de dag. Er is een zon-pv-installatie aanwezig die met name in de zomer aanzienlijke opwek kan genereren gedurende de dag (zie Figuur 54). Daarnaast is er een relatief kleine laadvraag van elektrische voertuigen aangenomen, waarbij het percentage elektrische auto's en de gelijktijdigheid zijn ingeschat. De laadprofielen in het figuur zijn indicatief, uit de modellering zullen andere laadprofielen gegenereerd worden.

Figuur 53 - Elektriciteitsvraag van casus detailhandel voor de eerste week van januari



Figuur 54 - Elektricitetsvraag van de casus detailhandel voor de eerste week van juli



Elektrische voertuigen

Het aantal elektrische voertuigen en relevante parameters zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van het aantal werknemers van het bedrijfsgebouw van deze casus. Het percentage op werk laden is gebaseerd op het Nationaal Laadonderzoek 2023 (RVO, 2023).

Tabel 63 - Laadvermogen per type voertuig

Voertuig	Laadvermogen weekend	Eenheid
Aantal elektrische voertuigen	90	Elektrische voertuigen
Laadvermogen per laadpaal	11	kW
Percentage laden openbare laadpaal	13	%
Verbruik per km	0,2	kWh/km
Gemiddeld aantal km's per jaar EV's	18.200	Km/jaar

Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling warmtepomp:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 4 uur eerder in de tijd verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.
- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

A.5.3 Bedrijfskenmerken

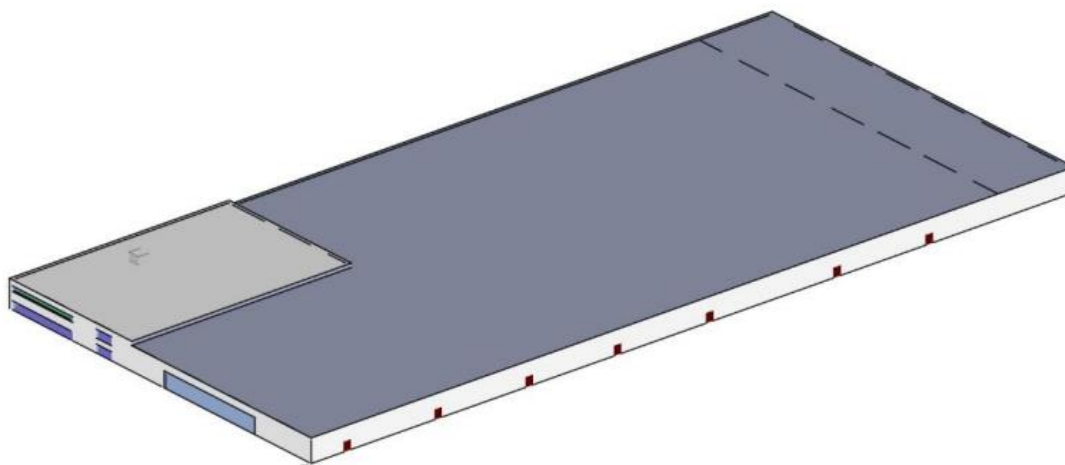
De bedrijfskenmerken van de casus 'detailhandel' zijn weergegeven in Tabel 64. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. De bruto toegevoegde waarde per MWh hebben we niet kunnen achterhalen.

Tabel 64 - Bedrijfskenmerken gebouw casus detailhandel

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	475
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Autohandel en -reparatie (1.100 €/MWh), groothandel en handelsbemiddeling (1.400 €/MWh), detailhandel (1.300 €/MWh)
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Redelijk
Oppervlakte gebouw	23.000

In Figuur 55 is een referentiegebouw opgenomen van deze casus. Deze casus betreft 2x dit type referentiegebouw qua oppervlakte.

Figuur 55 - BENG-referentiegebouw, Winkel XL. Een zeer grote winkel zoals een bouwmarkt of een woon-winkel op een bedrijventerrein. Een klein deel van de winkel bestaat uit twee bouwlagen. Hier bevinden zich de entree, verschillende kantoor- en bijeenkomstruimtes en een grootkeuken (industriefunctie). De rest van de winkel is gelijkvloers. Aan de achterzijde bevindt zich een laad/los gebied met opslag (industriefunctie). Gebruiksoppervlak van circa 21.000 m². Circa 50% van de gebruiksoppervlakte van dit type gebouw wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



Bron: (RVO, 2017).

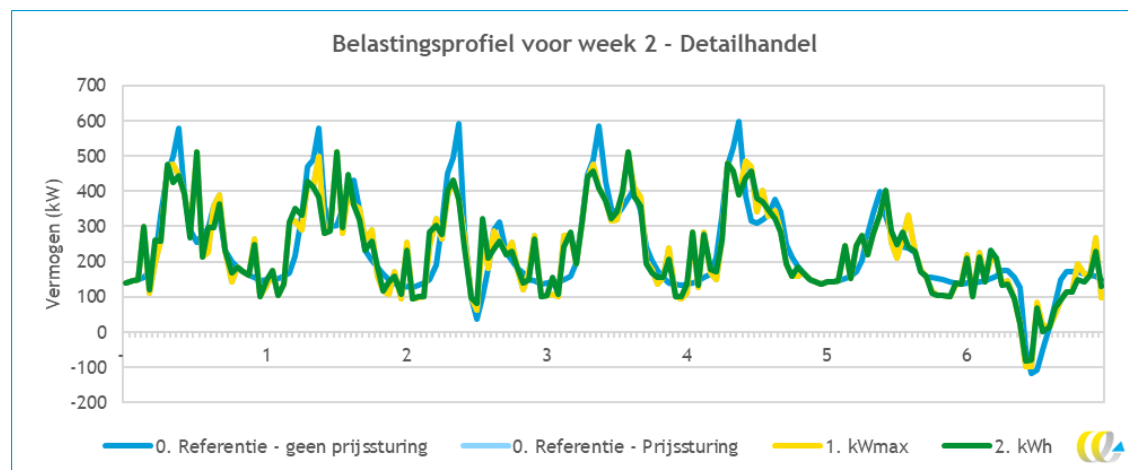
A.5.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

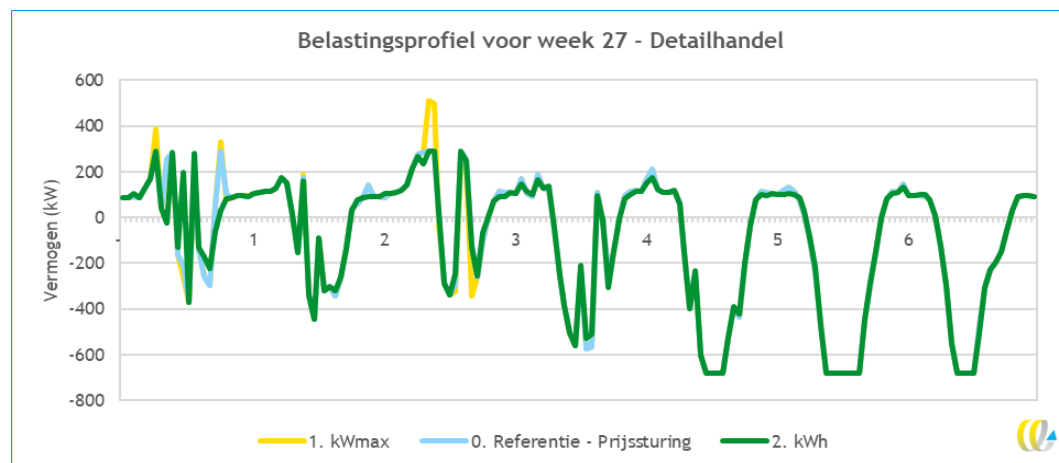
De netto jaarlijkse elektriciteitsvraag is 410.000 kWh, en de netto-afname van het net is 1.150.000 kWh. Vanwege de grote hoeveelheid zon-pv op het grote dakoppervlak wordt er veel zonne-energie geproduceerd.

Twee voorbeeld weken zijn weergegeven in Figuur 56 en Figuur 58. Zonder energie-kostensturing zien we in week 2 hoge pieken. Echter, met het toepassen van energiekostensturing worden de pieken lager, vanwege optimalisatie op de kW-max-tariefkosten. Bij introductie van een kWh-tijdsafhankelijk nettatarief vindt een lichte verschuiving plaats aangezien er nieuwe momenten goedkoop worden. In Figuur 57 zien we heel duidelijk dat er ook momenten zijn met hogere pieken bij een tijdsafhankelijke kW-max-tariefvariant. Dit is omdat het dus toegestaan is om hogere piekbelasting toe te passen op momenten met een lage wegingsfactor. Dit effect is er in de winter minder omdat het kW-contract zo'n 500 kW is en daarmee beperkend voor extra elektriciteitsvraag op die momenten.

Figuur 56 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - Detailhandel. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettatariefstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



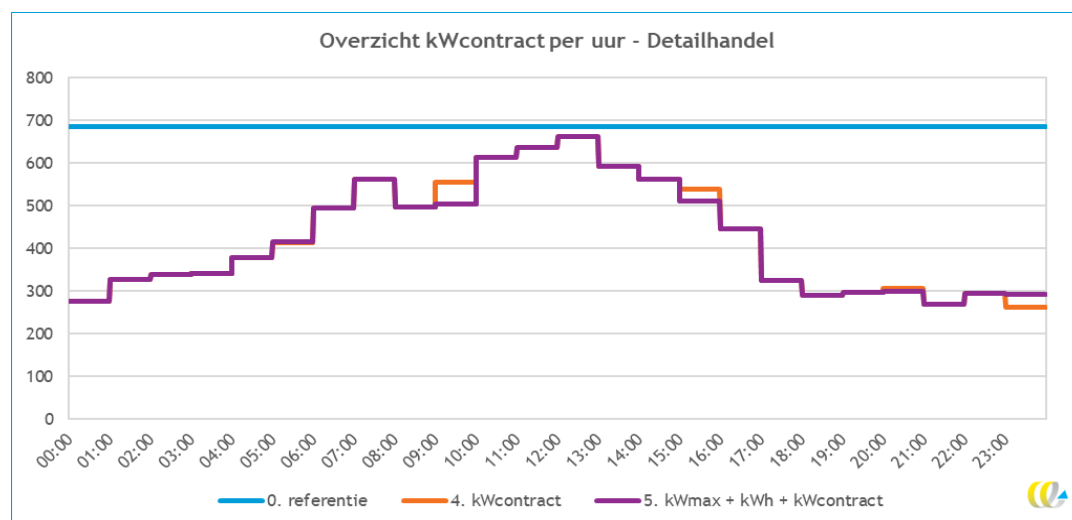
Figuur 57 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - Detailhandel. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

De resultaten voor het (tijdsafhankelijke) gecontracteerd vermogen zijn opgenomen in Figuur 58. Uit het figuur blijkt duidelijk dat de detailhandel voornamelijk elektriciteit verbruikt overdag, waardoor het gecontracteerd vermogen in de avond significant lager is. Het gecontracteerd vermogen is lager dan de referentie zonder energiekostensturing, omdat de energiekostensturing op huidige nettarieven er al toe leidt dat er minder transportvermogen gecontracteerd wordt. Er zijn kleine verschuiving in het profiel in variant 4 en 5; door de kWh-tijdsafhankelijke-tariefcomponent wordt het voordeliger om op andere momenten stroom te verbruiken.

Figuur 58 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - Detailhandel. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

De absolute piekwaarde verschuift door sturing op de totale energiekosten, zoals weer-gegeven in Tabel 65. De absolute piek wordt al sterk naar beneden gebracht. De hoogste pieken ontstaan door de huidige elektriciteitsvraag die samenvalt met de verwarming van de grote locatie. Met energiekostensturing wordt de flexibiliteit daarvan ingezet om de pieken af te vlakken. Hierdoor neemt de absolute piek af. Bij een tijdsafhankelijk kW-contract nemen de pieken toe.

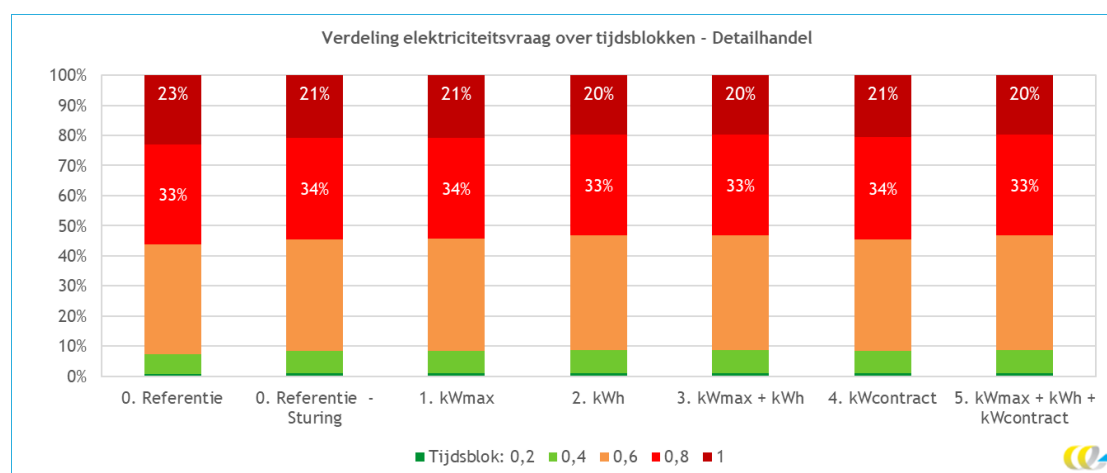
Tabel 65 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	685	510	510	510	510	662	662
Verandering absolute piek		-26%	-26%	-26%	-26%	-4%	-4%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Met het sturen op de energiekosten neemt het verbruik op piekmomenten (wegingsfactor 0,8 en 1,0) af met zo'n 1,8%. Het grootste effect van tijdsafhankelijke nettarieven zien we bij de varianten met kWh, tot een verschuiving van 3,1% van de elektriciteitsvraag.

Figuur 59 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Detailhandel



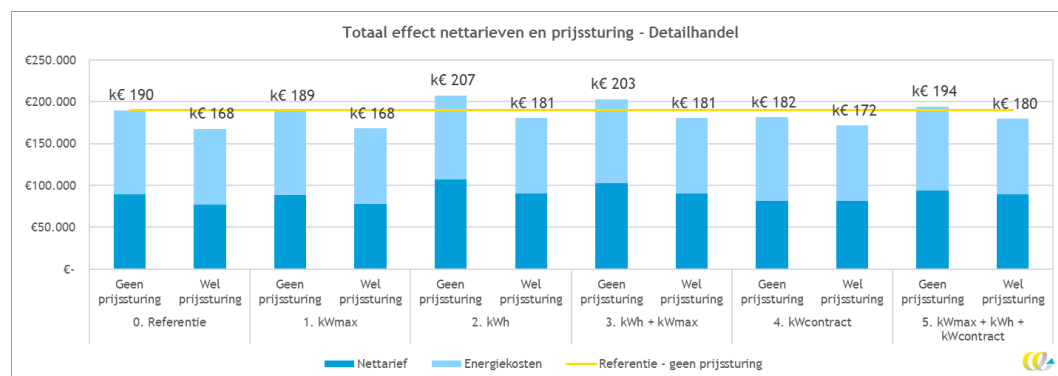
A.5.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

De totale elektriciteitskosten zijn zo'n € 190.000 in 2030, waarvan € 90.000 nettarieef (45%). Met het sturen in de referentie op de energiekosten kan een prijsvoordeel van zo'n 12% gerealiseerd worden. Dit komt door het verlagen van de nettarieven met € 12.000 en de energiekosten met € 10.000.

De varianten met kWh-tarieven leiden zonder energiekostensturing in hogere totale energiekosten. De kosten nemen in variant 2 en 3 met zo'n 8% toe. Met energiekostensturing kan er echter een kostenvoordeel gerealiseerd worden. Dit is ongeveer gelijk aan het prijsvoordeel van de huidige nettarieven: zo'n 12% van de energierekening bij

tariefvarianten 1, 2 en 3. De kW-contractvariant biedt direct voordeel voor de detailhandel, vooral omdat ze veel momenten vrij weinig kW-contract nodig hebben. Als er op alle uren wel een gelijke hoge hoeveelheid kW-contract gecontracteerd zou worden door het bedrijf, zouden de kosten echter stijgen met 15%. Met verdere energiekostensturing kunnen de kosten bij tariefvariant 4 en 5 met zo'n 6% terug gebracht worden.

Figuur 60 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Detailhandel



A.5.6 Conclusie casus

De detailhandel kent vooral flexibiliteit in de warmtevraag, met daarnaast een kleinere relatieve hoeveelheid in het laden van auto's. De financiële resultaten laten een divers beeld zien: varianten met een tijdsafhankelijke kWh-component kunnen tot hogere prijzen leiden, maar de tariefvariant kW-contract biedt juist voordeel voor deze casus. Het sturen op energiekosten biedt een voordeel van 5% tot 9%, afhankelijk van de tariefvariant. Dit leidt tot een verschuiving van de elektriciteitsvraag uit tijdsblok 1,0 en 0,8 van 0,6% tot 1,2%; de positieve netimpact is dus beperkt. Er zijn geen ingevulde enquêtes in deze sector; de algemene inzichten van de utiliteitssector zijn naar verwachting in lijn met de zorg-sector.

Tabel 66 - Uiteindelijke score casus: Detailhandel

Casus	Omvang sector	Flexibiliteit aanwezig	Geen risico hogere kosten	Voordeel energiekostensturing	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Perceptie tijdsafhankelijke nettarieven
Detailhandel	5	3	2	3	3	2	Onbekend

A.6 Logies

A.6.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft een logiesgebouw. De logiessector is goed voor 0,6% van de Nederlandse economie (BBP) (bron: [ING](#)). Volgens het [CBS](#) waren er in 2018 circa 700 hotels van meer dan 2.500 m², met een gezamenlijk aardgasverbruik van bijna 1 miljoen kubieke meter en bijna 600 miljoen kWh.

Voor deze casus beschouwen we een gebouw van 4.000 m² met energielabel A. De gasvraag die bij dit gebouw hoort, wordt volledig omgezet in elektriciteitsvraag via een wko-installatie. Dit zijn slechts aannames, we doen hiermee geen uitspraak over de haalbaarheid van deze verduurzaming van de warmtevraag.

A.6.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 67 staan de energetische gegevens van het gebouw. Dit bedrijf is aangesloten op het 10/20 KV net (MS) met een AC 5b aansluiting. Naar inschatting is circa 99% van de aansluitingen in deze sector aangesloten op het MS/LS of MS niveau.

Tabel 67 - Energetische gegevens van het kantoor gebouw van de casus 'Logies'. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens gebouw	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ²	99,8	kWh/m ²	Logies gebouw met energielabel A, o.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ²	14,2	m ³ /m ²	Logies gebouw met energielabel A, O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag			
Oppervlakte	4.000	m ²	Aanname
kW-contract incl. laadvraag en zon-pv	200	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ² *	135,3	kWh/m ²	Berekening
Gasvraag per m ²	0,0	m ³ /m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag*	480.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag	0	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Wko	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	600	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	94.000	kWh	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	16.000	kWh	Berekening

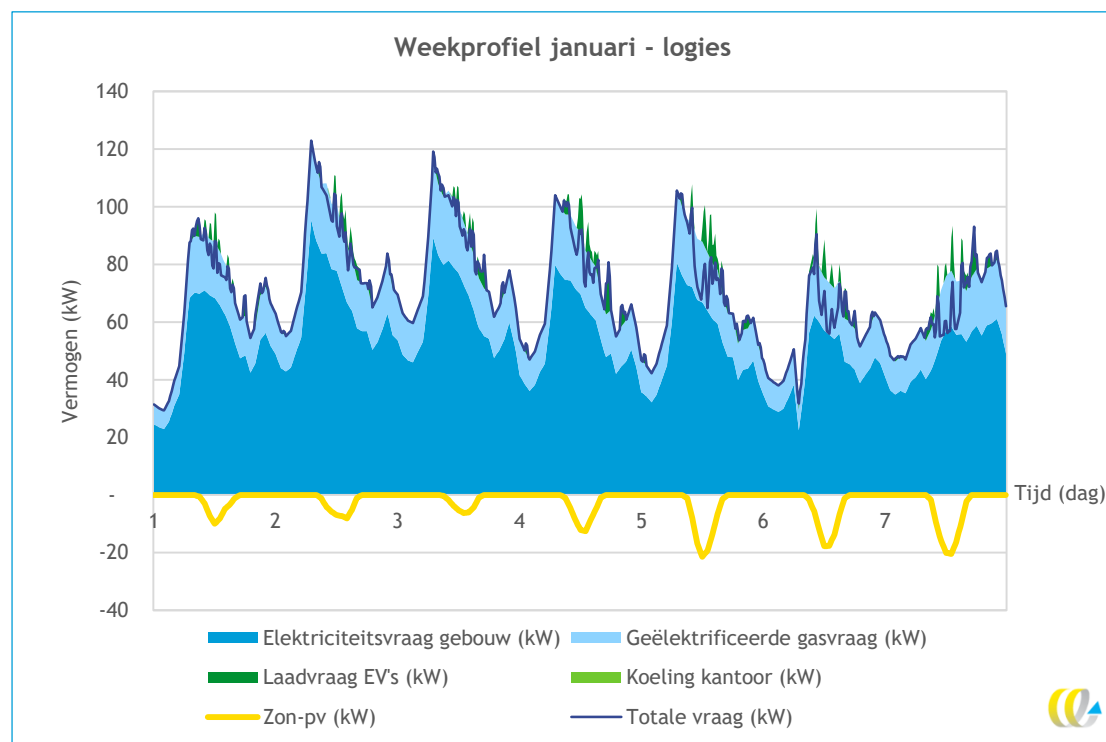
* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

Voor de logies casus hebben we geaggregeerde profielen samengesteld vanuit het klantbestand van een anonieme energieleverancier.

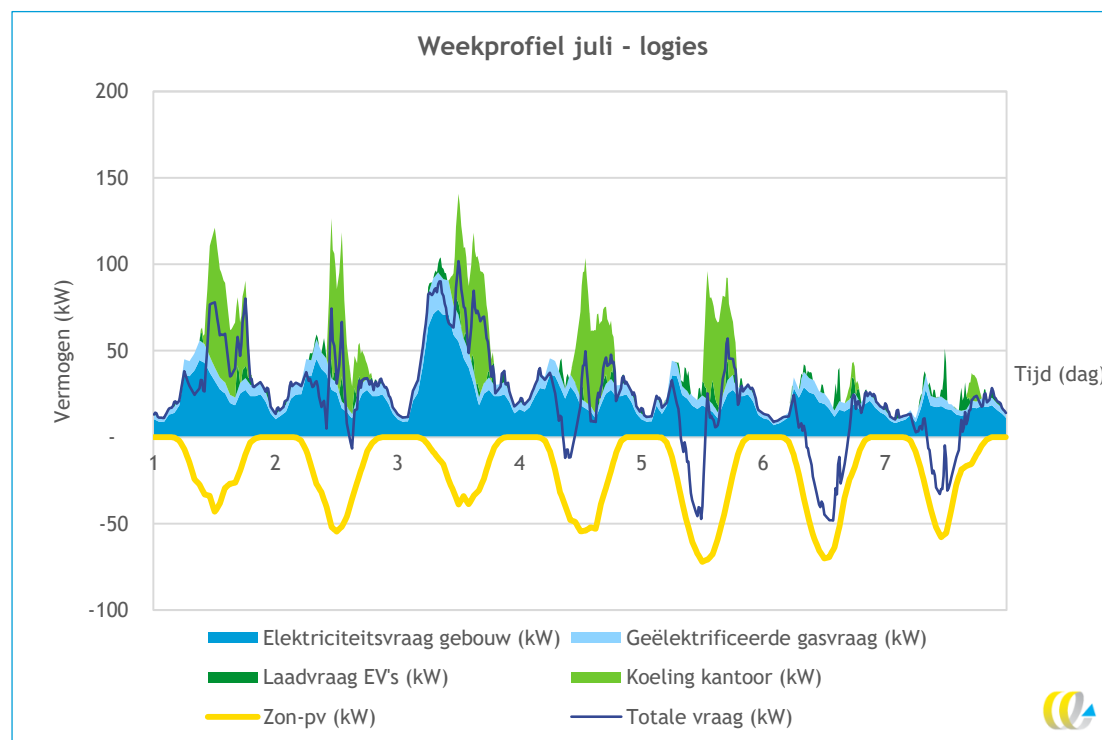
- Elektriciteitsprofiel:
 - Geaggregeerd van klantbestand energieleverancier.
 - Aantal datasets: 28.
- Gasprofiel:
 - Geaggregeerd van klantbestand energieleverancier.
 - Aantal datasets: 6

Het elektriciteitsverbruik en -opwek is weergegeven in Figuur 61. Het reguliere elektriciteitsverbruik heeft een zeer regelmatig dag-nachtritme. Ook is het (geëlektrificeerde) gasverbruik duidelijk gekoppeld aan werkdagen. Er is een zon-pv-installatie aanwezig die met name in de zomer (zie Figuur 62) aanzienlijke opwek kan genereren gedurende de dag. Daarnaast is er een aanzienlijke laadvraag van elektrische voertuigen aangenomen. Deze kan op momenten de grootste laadvraag veroorzaken. De laadprofielen in het figuur zijn indicatief, uit de modellering zullen andere laadprofielen gegenereerd worden.

Figuur 61 - Elektriciteitsvraag van casus logies voor de eerste week van januari



Figuur 62 - Elektricitetsvraag van de casus logies voor de eerste week van juli



Elektrische voertuigen

Het aantal elektrische voertuigen en relevante parameters zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van het aantal werknemers van het bedrijfsgebouw van deze casus. Het percentage op werk laden is gebaseerd op het Nationaal Laadonderzoek 2023 (RVO, 2023).

Tabel 68 - Laadvermogen per type voertuig

Voertuig	Laadvermogen weekend	Eenheid
Aantal elektrische voertuigen	33	Elektrische voertuigen
Laadvermogen per laadpaal	11	kW
Percentage laden openbare laadpaal	13	%
Verbruik per km	0,2	kWh/km
Gemiddeld aantal km's per jaar EV's	18.200	Km/jaar

Snellaadstations zijn vaak gelegen bij een bedrijf zoals een hotel, maar hebben vaak een eigen aansluiting en zijn daarom hierin niet meegenomen.

Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling wko:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 4 uur eerder in de tijd

verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.

- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

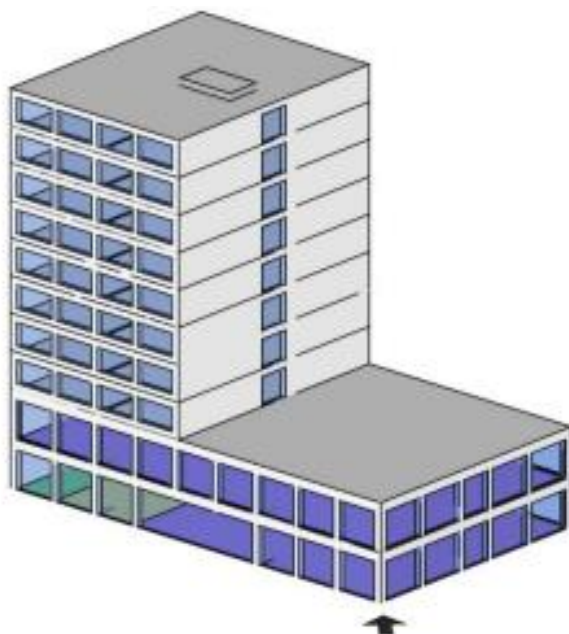
A.6.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus 'Logies' zijn weergegeven in Figuur 63. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. Het gebouw is een hoteltoeren met tien bouwlagen van in totaal 3.700 m². We schatten in dat het kennisniveau van de organisatie over flexibiliteit en nettarieven laag is.

Tabel 69 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	100
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Onbekend
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Laag
Oppervlakte gebouw	3.700
Oppervlakte per FTE	37 m ² /FTE

Figuur 63 - BENG-referentiegebouw, Logies M. Een hoteltoeren met tien bouwlagen. De begane grond en 1^e verdieping zijn groter. Hier bevinden zich kantoor- en bijeenkomstruimtes. Ook bevinden zich hotelkamers in de toren. Gebruiksoppervlak van circa 3.700 m². 10% van de gebruiksoppervlakte van dit type gebouw wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



Bron: (RVO, 2017).

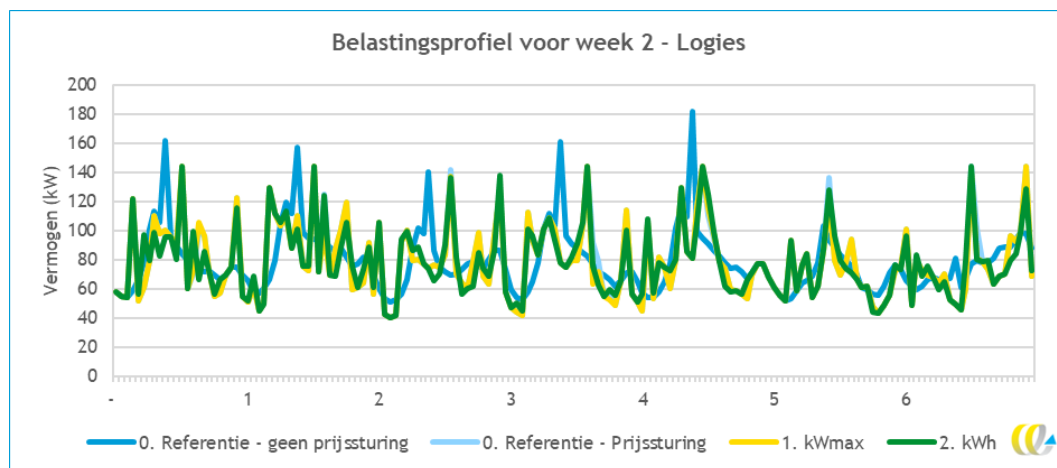
A.6.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik van casus logies bestaat uit standaardverbruik, geëlektrificeerde warmtevraag met een wko en koeling in de zomer, en een laadvraag elektrische voertuigen. De pieken in Figuur 64, Figuur 65 en Figuur 66 worden grotendeels veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen. Indien energiekostensturing plaatsvindt verschuiven de pieken, zodat ze in absolute zin lager worden en op andere momenten worden ingevuld. Voor de laden van EV's betekent dit dat ze in plaats van bijvoorbeeld 08:00 tot 09:00 uur worden opgeladen, van 12:00 tot 13:00 uur worden opgeladen. Hiermee worden de duurste piekmomenten, met hoge wegingsfactoren (zie tijdstariefvenster in Figuur 6) voorkomen.

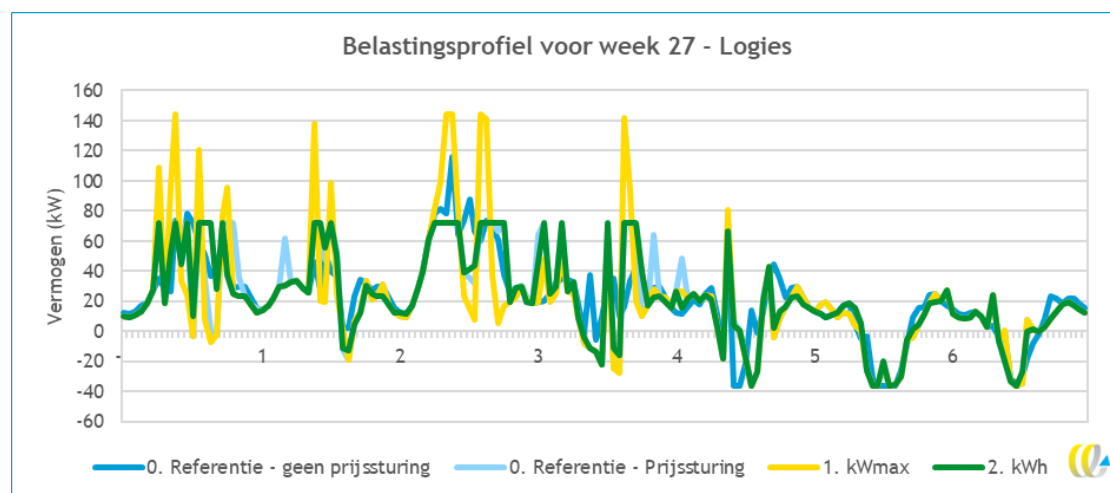
Ook verschuift de warmtevraag door energiekostensturing op bepaalde uren. In het onderstaande belastingsprofiel voor week 2 is te zien dat door energiekostensturing (met of zonder tijdsafhankelijke nettarieven) het profiel grilliger wordt met meer kleinere pieken. De vraag wordt dus meer verdeeld over de tijd, in plaats van zeer grote pieken op specifieke uren.

Figuur 64 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - casus logies. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.

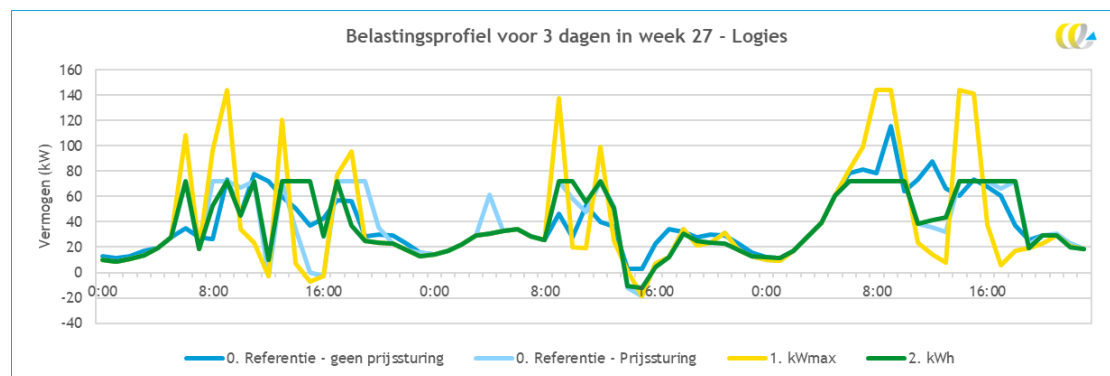


In Figuur 65 en Figuur 66 zien we heel duidelijk dat er ook momenten zijn met hogere pieken bij een tijdsafhankelijke kW-max-tariefvariant. Dit is omdat het dus toegestaan is om hogere piekbelasting toe te passen op momenten met een lage wegingsfactor. In de zomer zijn er meer uren met lage wegingsfactoren dan in de winter, dus daar is dit effect duidelijker te zien. Echter zien we ook in Figuur 64 dat deze momenten regelmatig voorkomen voor de kW-max en kWh-varianten, maar zijn de pieken minder extreem.

Figuur 65 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - casus logies. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



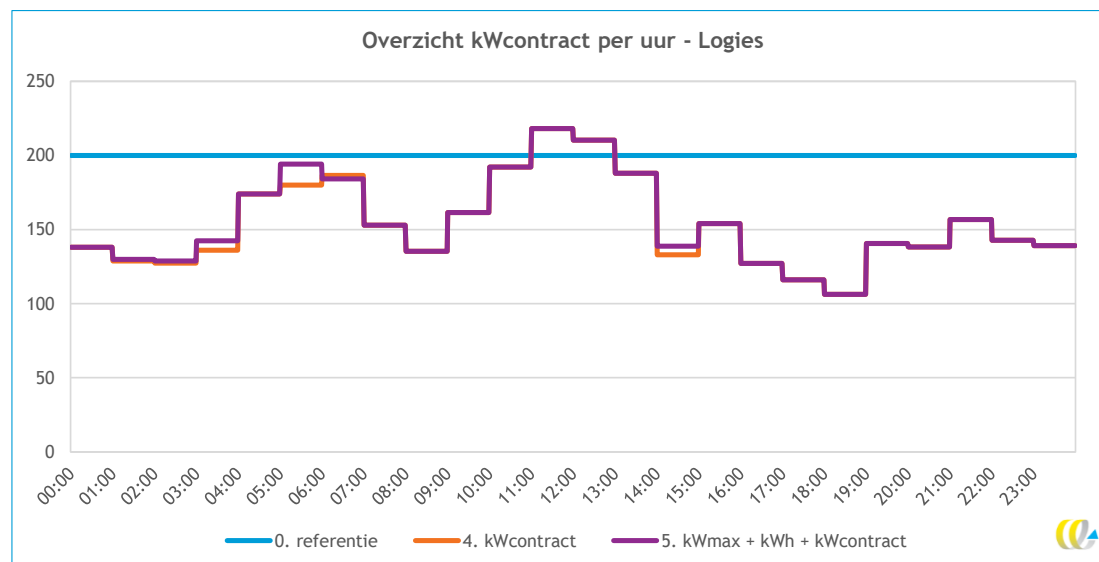
Figuur 66 - Belastingsprofiel voor drie dagen in week 27- casus logies. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor 3 dagen. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Als we kijken naar de maximale pieken voor ieder uur in het jaar in Figuur 67, zien we dat door het tijdsafhankelijke nettarief (varianten 4 en 5) gedurende de meeste uren een lager contractvermogen kan worden gecontracteerd. Hiermee wordt bespaard op nettariiefkosten afkomstig van de kW-contractcomponent. Op sommige uren is het kW-contract hoger dan het originele vaste contractvermogen met de huidige nettarieven voor zowel variant 4 als variant 5. Dit zijn uren tussen de piekmomenten in, dus een verhoging van het gecontracteerde vermogen op deze uren zou vanuit een netbelastingsperspectief niet nadelig zijn.

Figuur 67 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - casus logies. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

In Tabel 70 zien we dat bij varianten 1, 2 en 3 de absolute piek afneemt, en deze bij varianten 4 en 5 toeneemt. Bij varianten 4 en 5 kan de absolute piek hoger zijn, omdat het kW-contract hier tijdsafhankelijk is en op sommige momenten, met een lage wegingsfactor, dus alsnog kostenvoordeliger kan zijn met een hogere piek. Uiteindelijk wordt de afnemer afgerekend op de gewogen piek, waarbij de absolute piek wordt vermenigvuldigd met de wegingsfactor.

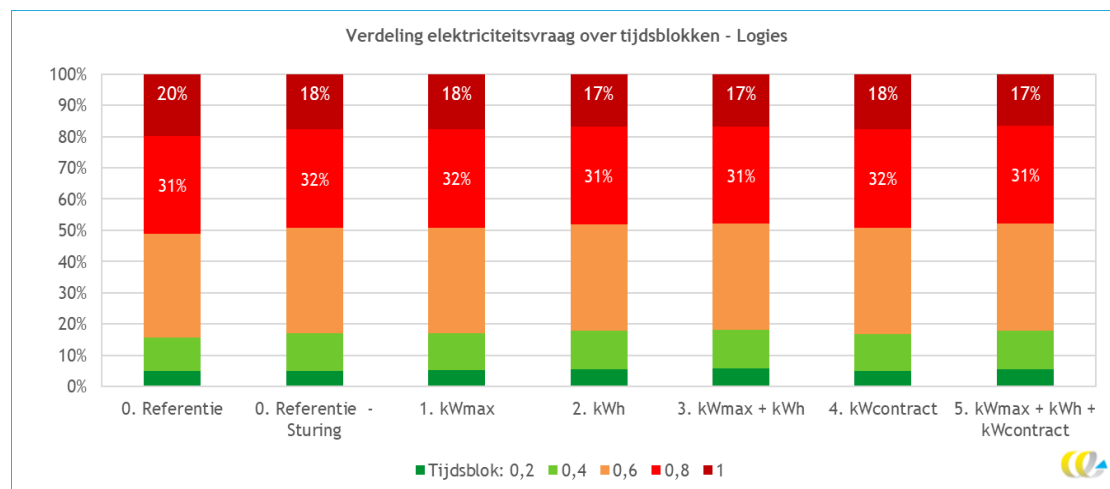
Tabel 70 - Resultaten piek en kW-maxwaarde - casus logies

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	200	144	144	144	144	218	218
Verandering absolute piek	-	-28%	-28%	-28%	-28%	9%	9%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

In Figuur 68 zien we dat er een verschuiving plaatsvindt van maximaal 3% van elektriciteitsverbruik in het tijdsblok met wegingsfactor 1, naar andere tijdsblokken. Het tijdsblok met wegingsfactor 0,8 blijft ongeveer gelijk over de verschillende varianten en of er wel of geen energiekostensturing is. Als we kijken naar de netto verschuiving van tijdsblokken 0,8 en 1 naar de andere tijdsblokken met lagere wegingsfactoren, dan zien we een afname van 2-3% ten opzichte van de referentiesituatie met de huidige tarieven.

Figuur 68 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - casus logies

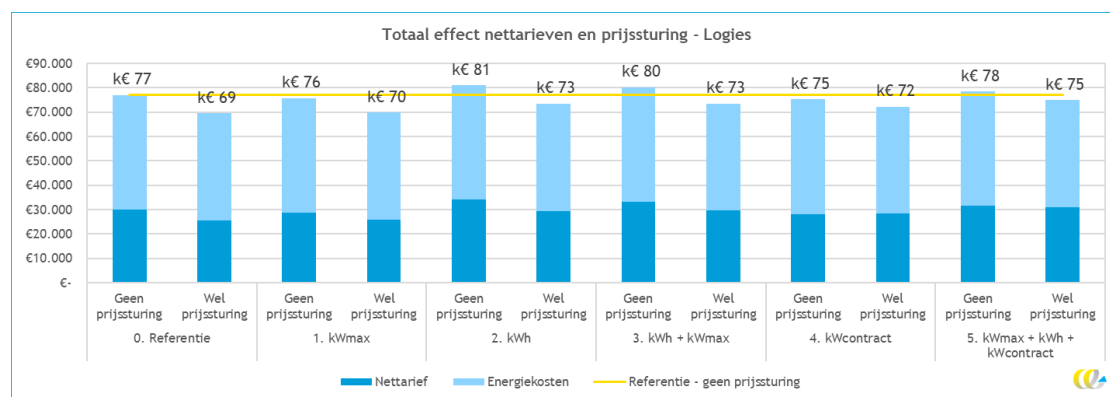


A.6.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

In Figuur 69 is het financiële effect getoond van energiekostensturing met en zonder tijdsafhankelijke nettarieven. Bij alle varianten gaan de totale kosten omlaag door energiekostensturing. De afname door energiekostensturing is bij variant 4 het laagst met 4%, en het hoogste bij variant 2 met 9,4%. De totale kosten met energiekostensturing zijn bij de huidige nettarieven ongeveer gelijk of iets lager dan bij de tijdsafhankelijke nettarieven. Bedrijven in de logiesector zullen dus bij tijdsafhankelijke nettarieven niet minder betalen voor nettarieven dan bij de huidige nettarieven zonder energiekostensturing.

Bij varianten 2, 3 en 5 is een lichte stijging te zien in totale kosten ten opzichte van kosten die logiesgebouwen betalen met huidige nettarieven. In varianten 2, 3 en 5 is de kWh-component tijdsafhankelijk en zorgt het verbruik op dure uren (hoge wegingsfactoren) er onder andere voor dat de totale kosten over het jaar hoger worden. Door energiekostensturing kunnen de totale kosten gereduceerd worden, namelijk 9,4%, 8,3% en 4,5% respectievelijk voor varianten 2, 3 en 5.

Figuur 69 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - casus logies



A.6.6 Conclusie casus

De logiesector kent vooral flexibiliteit in de laadvraag van elektrische voertuigen en de warmtevraag, die door energiekostensturing naar goedkopere uren kan worden verschoven. De financiële resultaten laten een gemengd beeld zien: bij varianten met een tijdsafhankelijke kWh-component kunnen kosten hoger uitvallen zonder energiekostensturing, terwijl bij de tijdsafhankelijke kW-max en kW-contractvarianten de kosten lager uitvallen. Sturen op energiekosten biedt een voordeel van 4,5% tot 9,4%, afhankelijk van de tariefvariant. Echter is er geen additionele kostenafname door energiekostensturing met tijdsafhankelijke nettarieven, de laagste kosten worden namelijk behaald bij energiekostensturing met huidige nettarieven.

Energiekostensturing met tijdsafhankelijke nettarieven leidt tot een verschuiving van de elektriciteitsvraag uit tijdsblok 1,0 en 0,8 van 2% tot 3%; de positieve netimpact is dus beperkt. Bij energiekostensturing met huidige vaste nettarieven is deze impact ongeveer gelijk als bij tijdsafhankelijke nettarieven.

Er zijn geen ingevulde enquêtes in deze sector; de algemene inzichten van de utiliteitssector zijn naar verwachting in lijn met de zorgsector.

Tabel 71 - Uiteindelijke score casus: Logies

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettarief en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Logies	1	2	3	3	3	2	Onbekend

A.7 Vervoer over land - klein

A.7.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft een logistiek bedrijf met bestelauto's, bakwagens en trekker-opleggers. Een gedeelte van het wagenpark is geëlektrificeerd. Daarnaast heeft dit bedrijf een klein kantoor van 170 m² en een bedrijfshal met 15 keer de oppervlakte van het kantoor. De warmtevraag van het kantoor en de bedrijfshal wordt geleverd door een hybride warmtepomp. Het onderzochte vastgoed voor deze casus heeft energielabel A.

In de 'vervoer over land' sector zijn in totaal 184.000 vte's werkzaam. In totaal draagt de sector voor bijna 2% bij aan de Nederlandse economie. Deze casus, een logistiek bedrijf, betreft de subsector wegvervoer waar in 2022 ruim 32.000 bedrijven actief waren (CBS, 2021). Deze variëren van grote tot kleine bedrijven. In dit onderzoek nemen we daarom ook drie casussen voor deze sector: klein, midden, groot.

Met het oog op 2030 zal een gedeelte van het wagenpark elektrificeren. In steeds meer gemeenten in Nederland komen zero-emissiezones en [EU-normen](#) worden steeds strenger. In deze casus hebben we aannames gedaan over deze elektrificatie van het wagenpark op basis van vorige studies van CE Delft en andere literatuur. De elektrificatie van het wagenpark maakt deze casus interessant voor dit onderzoek, omdat dit in de toekomst aanzienlijk bij zal gaan dragen aan de netkosten vanwege grote laadvraag.

A.7.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 72 staan de energetische gegevens van het kantoor en de bedrijfshal. Dit bedrijf is aangesloten op een 10/0,4 kV station met een AC 4b aansluiting. Hier zijn zowel het kantoor, de bedrijfshal als de laadpalen op aangesloten. De laadvraag van de elektrische voertuigen vereist het grootste gedeelte van de netaansluiting. De bedrijfshal is vorstvrij, dus niet gekoeld.

Tabel 72 - Energetische gegevens van het kantoor en de bedrijfshal van de casus Vervoer over land - klein. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens kantoor en bedrijfshal	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ² kantoor	59,0	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² kantoor	10,9	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Elektriciteitsvraag per m ² bedrijfshal	27,5	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² bedrijfshal	3,1	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Oppervlakte kantoor en bedrijfshal	3.000	m ²	Aanname
kW-contract kantoor en bedrijfshal incl. laadvraag en zon-pv	260	kW	Berekening,
Elektriciteitsvraag per m ² kantoor*	82,7	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² kantoor	0,0	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Jaarlijkse elektriciteitsvraag kantoor*	14.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag kantoor	-	m ³	Berekening
Elektriciteitsvraag per m ² bedrijfshal*	34,2	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG

Energetische gegevens kantoor en bedrijfshal	Waarde	Eenheid	Bron
Gasvraag per m ² bedrijfshal	0,0	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Jaarlijkse elektriciteitsvraag bedrijfshal*	91.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag bedrijfshal	-	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Hybride warmte-pomp	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	1.400	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	217.000	kWh	Berekening
Laadvermogen elektrische voertuigen	102	kW	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	282.000	kWh	Berekening

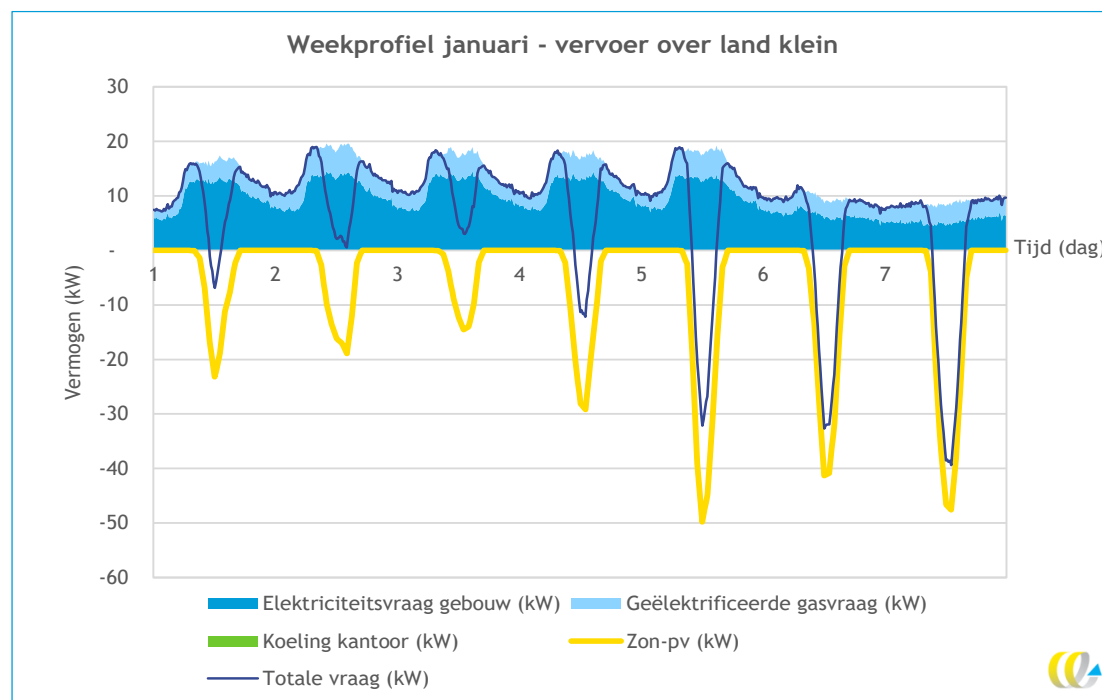
* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

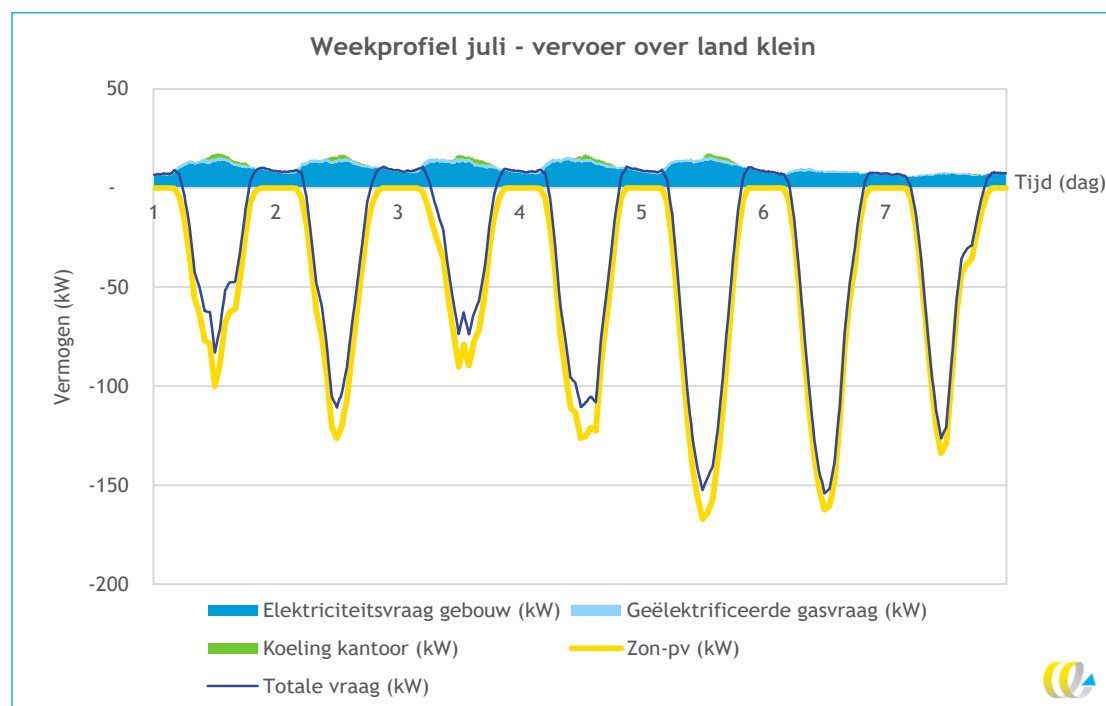
- Elektriciteitsprofiel **bedrijfshal**:
 - SBI 49. Vervoer over land.
 - Aantal datasets: 141.
- Gasprofiel **bedrijfshal**:
 - SBI 49. Vervoer over land.
 - Aantal datasets: 11.
- Elektriciteitsprofiel **kantoor**:
 - SBI 64. Banken.
 - Aantal datasets: 718.
- Gasprofiel **kantoor**:
 - SBI 64. Banken.
 - Aantal datasets: 81.

In Figuur 70 zijn deze geaggregeerde profielen geplot voor de eerste week van januari. Het gasprofiel is omgezet in elektriciteitsvraag via een warmtepomp. Figuur 71 geeft de profielen weer voor de eerste week van juli. De elektrische laadvraag voor voertuigen is niet weergegeven in deze grafiek, aangezien dit veel grotere vermogens betreft. De laadvraag wordt behandeld in de volgende paragraaf.

Figuur 70 - Elektricitetsvraag en -opwek van het gebouw week 1 van januari



Figuur 71 - Elektricitetsvraag en -opwek van het gebouw week 1 van juli



Elektrische voertuigen

In Tabel 73 is het aantal voertuigen weergegeven. Dit relatief kleine logistieke bedrijf heeft zijn wagenpark dus gedeeltelijk geëlektrificeerd.

Tabel 73 - Bedrijfskenmerken elektrische wagenpark. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van prognoses van elektrificatie van logistieke voertuigen in 2030.

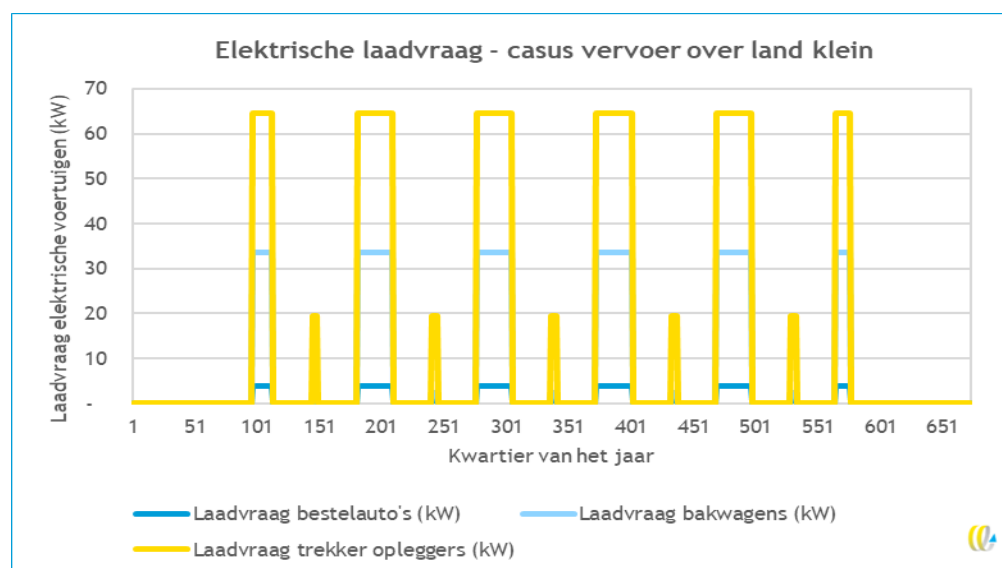
Bedrijfskenmerken elektrische wagenpark 2030	Totaal aantal voertuigen	Aantal elektrische voertuigen	Aandeel elektrische voertuigen
Aantal bestelauto's	2	1	50%
Aantal bakwagens	5	1	20%
Aantal trekker-opleggers	5	1	20%

In Tabel 74 is het laadvermogen van de elektrische voertuigen weergegeven. De voertuigen laden tussen 11:00 en 14:00 uur en tussen 20:00 en 05:00 uur met verschillende laadsnelheden. Het is aangenomen dat alleen wordt geladen tijdens werkdagen. De totaal geladen energie per jaar en per dag komt overeen met het gemiddelde verbruik van de verschillende typen voertuigen die is bepaald op basis van onderzoek naar laden op bedrijventerreinen (Elaadnl, 2022). met verschillende laadsnelheden. Het is aangenomen dat alleen wordt geladen tijdens werkdagen. De totaal geladen energie per jaar en per dag komt overeen met het gemiddelde verbruik van de verschillende typen voertuigen die is bepaald op basis van onderzoek naar laden op bedrijventerreinen (Elaadnl, 2022).

Tabel 74 - Gemiddeld laadvermogen per type voertuig. Het daadwerkelijke laadvermogen zal binnen de tijdsblokken variëren

Voertuig	Laadvermogen - overdag (tussen 12:00 - 13:00 uur)	Laadvermogen - nacht (tussen 21:00 - 05:00 uur)	Laadvermogen weekend	Eenheid
Bestelauto's	0,6	4	0	kW
Bakwagens	2,3	33,7	0	kW
Trekker-opleggers	19,6	64,5	0	kW

Figuur 72 - Indicatieve laadprofielen van de verschillende typen elektrische voertuigen. De blokken geven de momenten aan dat geladen kan worden; afhankelijk van de benodigde elektriciteitsvraag kan de flexibiliteit ingezet worden.



Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling hybride warmtepomp:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 2 uur eerder in de tijd verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.
- **Schakelen tussen gas en elektriciteit hybride warmtepomp:** De hybride warmtepomp kan schakelen tussen gas en elektrisch verwarmen. Met zeer hoge elektriciteitsprijzen schakelt de hybride warmtepomp over naar gas.
- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

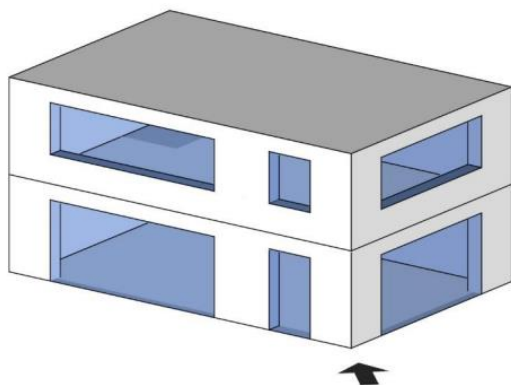
A.7.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus ‘Vervoer over land - klein’ zijn weergegeven in Tabel 18. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. Ook is de bruto toegevoegde waarde (per MWh) weergegeven voor 2020 om te laten zien hoe de economische output-afhankelijk is van het energieverbruik in deze sector. Dit getal zal echter hoger zijn naarmate er meer elektrificatie van voertuigen zal plaatsvinden. De economische output is in de vervoerssector immers gekoppeld het transport van goederen, die bij elektrische voertuigen elektriciteit vereist.

Tabel 75 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	20 (12 chauffeurs, 8 overig)
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	64 euro/MWh (peiljaar 2020) (CE Delft, 2024)
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Gemiddeld
Oppervlakte gebouwen	– Kantoor: 170 m² (op basis van BENG-referentiegebouwen) (RVO, 2017). – Bedrijfshal: 2.700 m² (op basis van BENG-referentiegebouwen) (RVO, 2017).

Figuur 73 - BENG-referentiegebouw, Ubouw XS 200. Een klein rechthoekig vrijstaand gebouw met twee bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 160 m² (RVO, 2017). 50% van de gebruiksoppervlakte van het kantoor en de bedrijfshal (geen referentiegebouw uit RVO onderzoek) wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie. 10% van het gebruiksoppervlakte van dit type gebouw wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



Bron: (RVO, 2017).

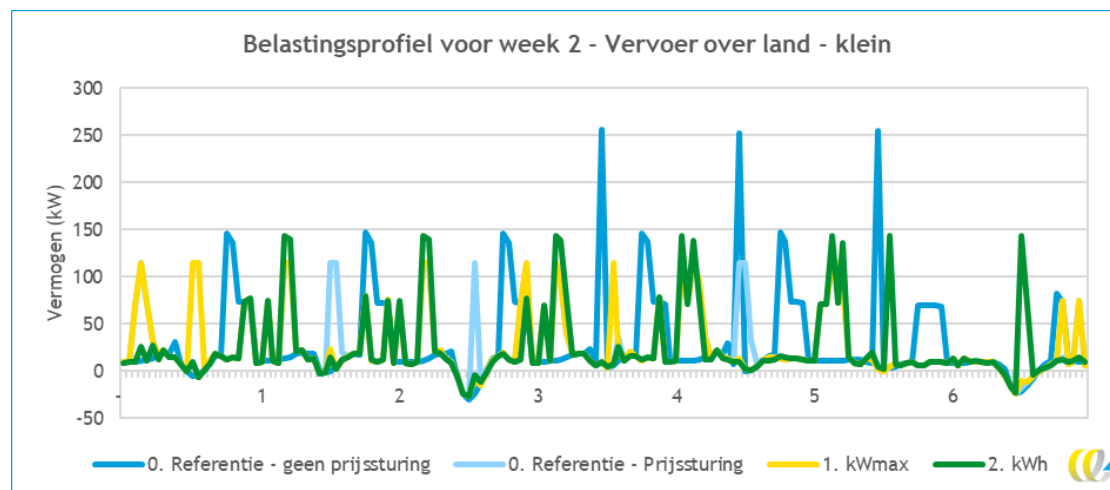
A.7.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik van casus vervoer over land klein bestaat uit standaardverbruik en geëlektrificeerde warmte- en koelvraag van het kantoor en bedrijfshal, en een forse laadvraag elektrische voertuigen. Daarnaast is er relatief veel zon-pv-opwek, met name door de grote oppervlakte boven op de bedrijfshal.

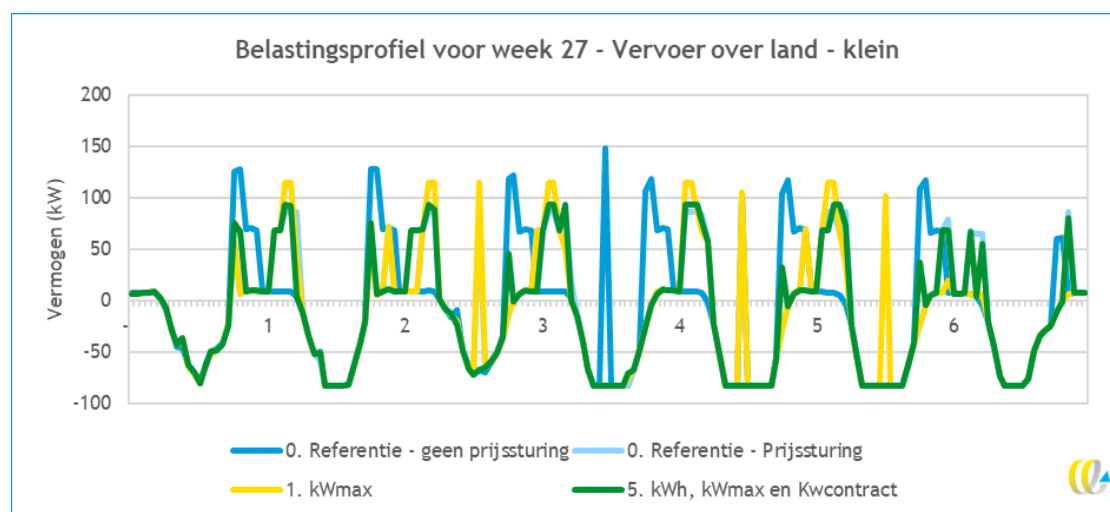
De afname pieken in Figuur 74, Figuur 75 en Figuur 76 worden veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen. Indien energiekostensturing plaatsvindt verschuiven de pieken, zodat ze in absolute zin lager worden en op andere momenten worden ingevuld. Voor het opladen van elektrische voertuigen betekent dit dat ze in plaats van bijvoorbeeld 08:00 tot 09:00 uur worden opgeladen, van 12:00 tot 13:00 uur worden opgeladen. Hiermee worden de duurste piekmomenten, met hoge wegingsfactoren (zie tijdstariefvenster in Figuur 6) voorkomen. Bij de casus vervoer over land klein is de laadvraag zeer hoog ten opzichte van het verbruik van het kantoor en bedrijfshal, dus energiesturing van de laadvraag kan aanzienlijke kostenbesparing opleveren. Bij het kantoorgebouw en bedrijfshal zijn warmtevoorziening en koeling weliswaar flexibel, echter hebben deze vanwege de lagere totale vraag een kleiner effect dan de laadvraag.

Figuur 74 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - vervoer over land klein. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



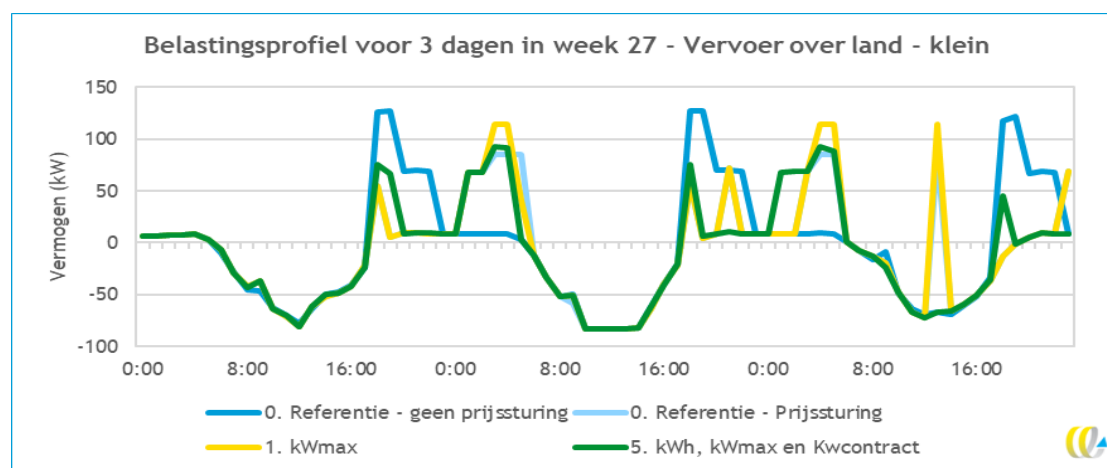
Het belastingsprofiel in Figuur 75 heeft regelmatig een negatief vermogen, wat overeenkomt met netto opwek door zon-pv. De zon-pv-opwek is op deze momenten groter dan de totale vraag van het kantoor, bedrijfshal en laadvraag voertuigen. De opwek van zon-pv zorgt voor een lagere netbelasting voor afname overdag, en dus lagere nettarieven.

Figuur 75 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - vervoer over land klein. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



In Figuur 76 is het belastingsprofiel te zien voor 3 dagen in de maand juli. Hier zijn duidelijk momenten te herkennen waarbij op andere momenten de laadvraag van de elektrische voertuigen wordt ingevuld, ten opzichte van de referentie. Het effect van energiesturing met de verschillende tijdsafhankelijke nettarieven is hier duidelijk te zien.

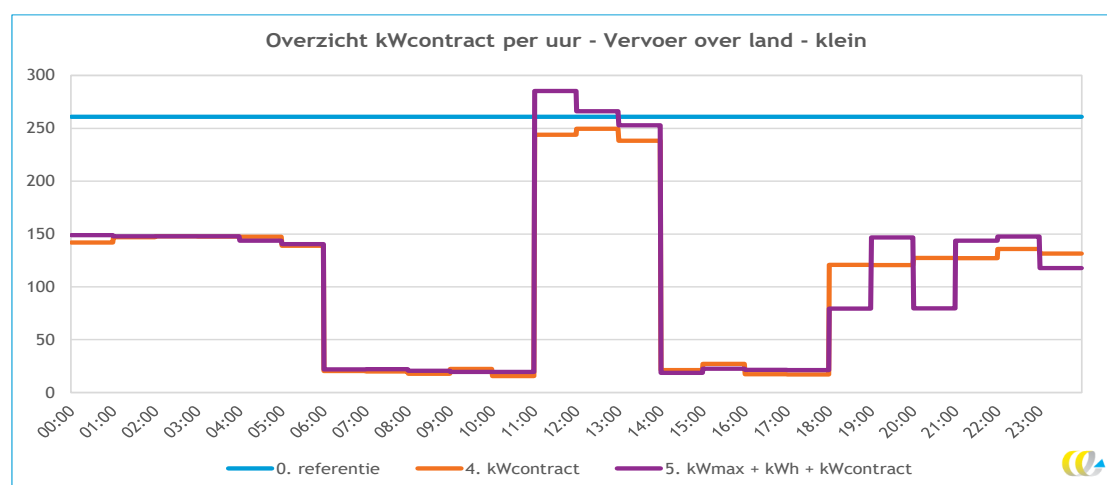
Figuur 76 - Belastingsprofiel voor drie dagen in week 27- vervoer over land klein. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor 3 dagen. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

In Figuur 77 is de maximale piekbelasting weergegeven voor ieder uur in het jaar. Voor de tijdsafhankelijke nettarietvarianten 4 en 5 zijn de piekbelastingen ongeveer gelijk. Variant 5 heeft de hoogste piekbelastingen. De daluren van deze casus zijn tussen 06:00 en 11:00 uur en tussen 14:00 en 18:00 uur. Tussen 11:00 en 14:00 uur vindt het hoogste verbruik plaats.

Figuur 77 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - casus vervoer over land klein. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

In Tabel 76 zien we dat bij varianten 1, 2, 3 en 4 de absolute piek afneemt, en deze bij variant 5 toeneemt. Bij variant 4 is er nauwelijks een afname in de absolute piek te zien, slechts 4%. Bij variant 5 is de absolute piek 9% hoger; dit gebeurt, omdat zowel het kW-max- als kWh-tarief tijdsafhankelijk is, en dus met minder hoge kosten een hoger vermogen afgenomen kan worden op rustige momenten. Uiteindelijk wordt de afnemer afgerekend op de gewogen piek, waarbij de absolute piek wordt vermenigvuldigd met de wegingsfactor. Bij variant 4 is de absolute piek tijdsafhankelijk, dus daarom betekent een hogere piek niet per se hogere netkosten.

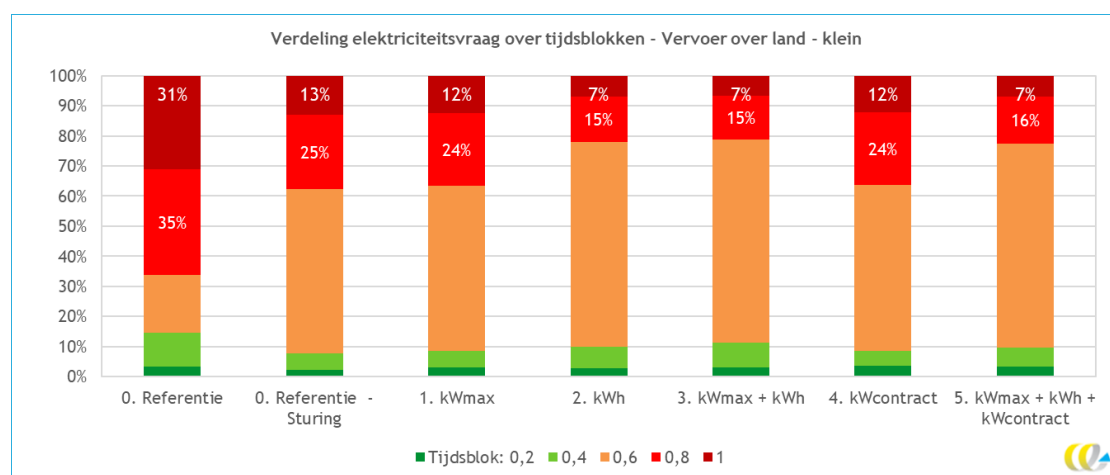
Tabel 76 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW- max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	261	143	114	143	143	250	285
Verandering absolute piek		-45%	-56%	-45%	-45%	-4%	9%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Figuur 78 laat het elektriciteitsverbruik zien in de tijdsblokken met verschillende wegingsfactoren. De elektriciteitsvraag gedurende tijdsblokken met hoge wegingsfactoren, 0,8 en 1, neemt sterk af door energiekostensturing. Ook bij tijdsafhankelijke nettarieven met energiekostensturing is er fors minder elektriciteitsverbruik in de duurdere uren met een hoge wegingsfactor. Dit effect is het sterkst bij de varianten met een tijdsafhankelijke kWh component. Hier wordt het elektriciteitsverbruik zo gestuurd dat er zo min mogelijk verbruik plaatsvindt op de duurdere uren met hoge wegingsfactoren. De kWh varianten met energiekostensturing slagen er dus het beste in om verbruik op piekmomenten te vermijden.

Figuur 78 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - casus vervoer over land klein

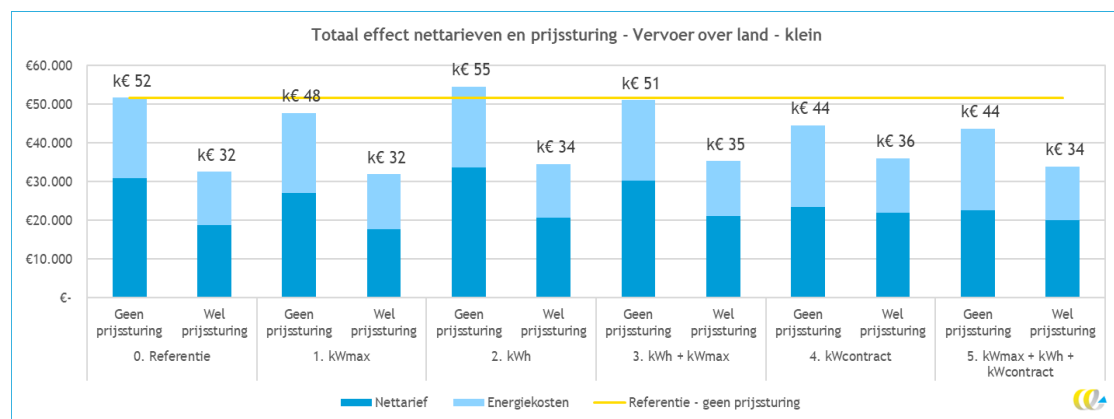


A.7.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

Figuur 79 toont het effect van energiekostensturing en tijdsafhankelijke nettarieven op de totale elektriciteitskosten, dus net- en energiekosten. Hier is een sterke kostenreductie te zien als gevolg van energiekostensturing, bij de variant 2 tot wel 37%. De kleinste daling is te zien bij variant 4, namelijk 19,2%, echter liggen de totale kosten bij deze variant zonder energiekostensturing ook lager dan bij de andere varianten. Ook bij de huidige nettarieven (0. Referentie) heeft energiekostensturing een aanzienlijk voordeel, ook circa 37%. Kortom, energiekostensturing heeft bij het vervoer over land klein casus een groot kostenvoordeel.

Als er geen energiekostensturing plaatsvindt in de situatie met tijdsafhankelijke nettarieven, dan zijn bij alle varianten de totale kosten ook lager, met uitzondering van variant 2. Bij variant 2 zijn de totale kosten (k€ 55) hoger dan met huidige nettarieven (k€ 52). Bij de andere varianten zijn de totale kosten tot k€ 8 per jaar lager zonder energiekostensturing.

Figuur 79 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - casus vervoer over land klein



A.7.6 Conclusie casus

Vervoer over land klein kent vooral flexibiliteit in de laadvraag en een relatief kleine flexibele vraag in warmtevoorziening. De financiële resultaten laten een gemengd beeld zien: varianten met een tijdsafhankelijke kWh-component kunnen tot hogere en gelijke totale kosten leiden, maar de tariefvarianten kW-max en kW-contract bieden juist voordeel voor deze casus. Het sturen op energiekosten biedt een aanzienlijk financieel voordeel van 19% tot 37%, afhankelijk van de tariefvariant. Energiekostensturing leidt tot een flinke verschuiving van de elektriciteitsvraag uit tijdsblok 1,0 en 0,8 van 28 tot 45%; de positieve netimpact is dus zeer groot.

De logistieke sector heeft behoorlijke interesse in tijdsafhankelijke nettarieven blijkt uit enquêtes en interviews; we verwachten dat ze hun laadvraag in grote mate energiekosten-gestuurd gaan inzetten. Aandachtspunt is wel de complexiteit van de nettarieven.

Tabel 77 - Uiteindelijke score casus: Vervoer op land - klein

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettarijfkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettarijfen uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Vervoer over land - klein	2	4	4	5	3	4	3

A.8 Vervoer over land - midden met koel/vriesinstallatie

A.8.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft een logistiek bedrijf met bestelauto's, bakwagens en trekker-opleggers. Een gedeelte van het wagenpark is geëlektrificeerd. Daarnaast heeft dit bedrijf een middelgroot kantoor van 1.300 m² en een bedrijfshal met 15 keer de oppervlakte van het kantoor. De warmtevraag van het kantoor en de bedrijfshal wordt geleverd door een hybride warmtepomp. Het onderzochte vastgoed voor deze casus heeft energielabel A.

In het vervoer over land sector zijn in totaal 184.000 vte's werkzaam. In totaal draagt de sector voor bijna 2% bij aan de Nederlandse economie. Deze casus, een logistiek bedrijf, betreft de subsector wegvervoer waar in 2022 ruim 32.000 bedrijven actief waren (CBS, 2021). Deze variëren van grote tot kleine bedrijven. In dit onderzoek nemen we daarom ook drie casussen voor deze sector: klein, midden, groot.

Met het oog op 2030 zal een gedeelte van het wagenpark elektrificeren. In steeds meer gemeenten in Nederland komen zero-emissiezones en [EU-normen](#) worden steeds strenger. In deze casus hebben we aannames gedaan over deze elektrificatie van het wagenpark op basis van vorige studies van CE Delft en andere literatuur. De elektrificatie van het wagenpark maakt deze casus interessant voor dit onderzoek, omdat dit in de toekomst aanzienlijk bij zal gaan dragen aan de netkosten vanwege grote laadvraag.

A.8.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 78 staan de energetische gegevens van het kantoor en de bedrijfshal. Dit bedrijf is aangesloten op een 10/0,4 kV station met een AC 4b aansluiting. Hier zijn zowel het kantoor, de bedrijfshal als de laadpalen op aangesloten. De laadvraag van de elektrische voertuigen vereist het grootste gedeelte van de netaansluiting. De bedrijfshal is vorstvrij, dus niet gekoeld.

Tabel 78 - Energetische gegevens van het kantoor en de bedrijfshal van de casus Vervoer over land - midden.
De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens kantoor en bedrijfshal	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ² kantoor	59,0	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² kantoor	10,9	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Elektriciteitsvraag per m ² bedrijfshal	125,1	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² bedrijfshal	2,2	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Oppervlakte	21.000	m ²	Aanname
kW-contract kantoor en bedrijfshal incl. laadvraag en zon-pv	1.200	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ² kantoor*	82,7	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² kantoor	0,0	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Jaarlijkse elektriciteitsvraag kantoor*	106.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag kantoor	-	m ³	Berekening
Elektriciteitsvraag per m ² bedrijfshal*	129,9	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² bedrijfshal	0,0	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Jaarlijkse elektriciteitsvraag bedrijfshal*	2.596.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag bedrijfshal	-	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Hybride warmtepomp	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	10.600	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	1.627.000	kWh	Berekening
Laadvermogen elektrische voertuigen	430	kW	
Laadvraag elektrische voertuigen	858.000	kWh	Berekening

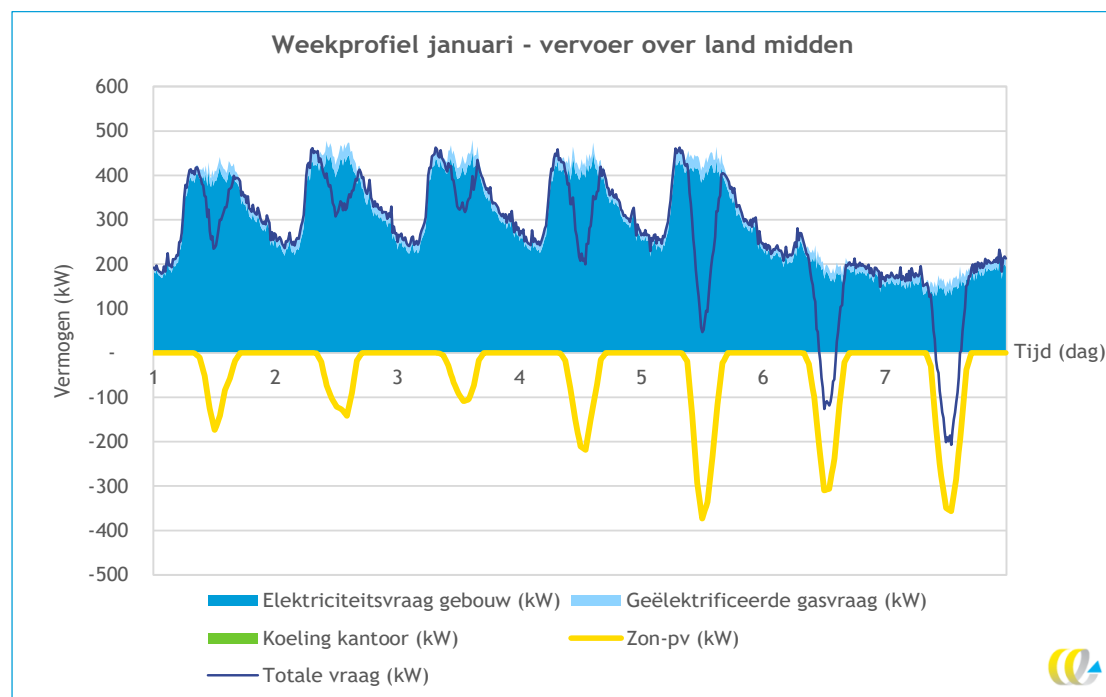
* Exclusief laadvraag elektrische voertuigen en opwek zon-pv. Deze staan apart vermeld onderaan de tabel.

De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

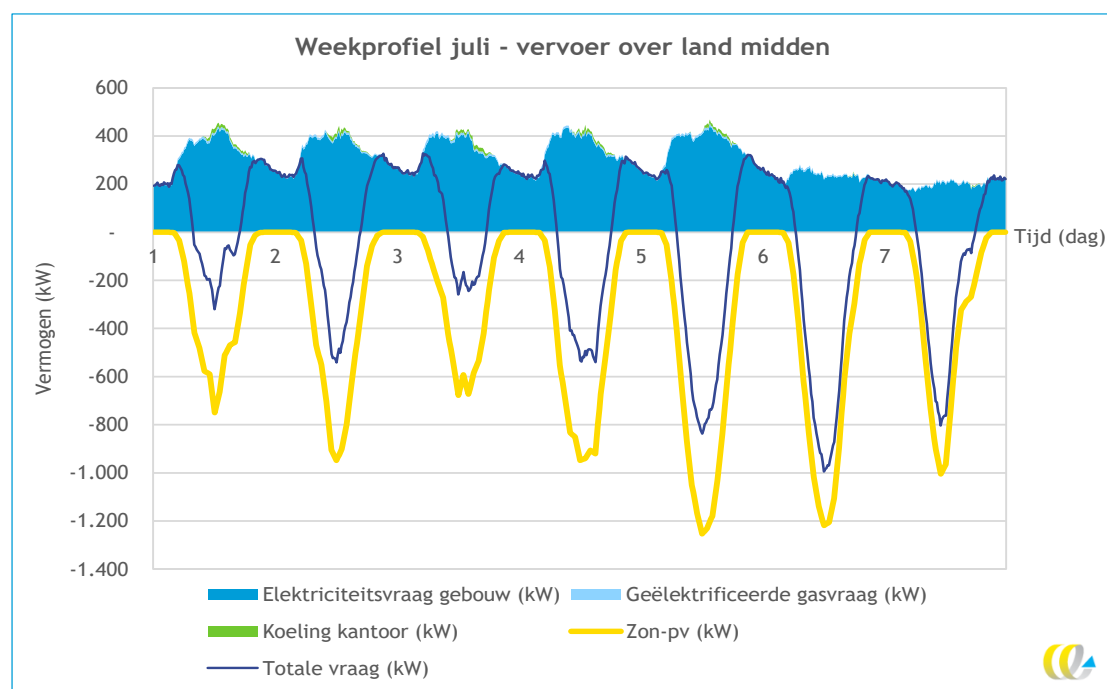
- Elektriciteitsprofiel **bedrijfshal**:
 - SBI 49. Vervoer over land.
 - Aantal datasets: 141.
- Gasprofiel **bedrijfshal**:
 - SBI 49. Vervoer over land.
 - Aantal datasets: 11
- Elektriciteitsprofiel **kantoor**:
 - SBI 64. Banken.
 - Aantal datasets: 718.
- Gasprofiel **kantoor**:
 - SBI 64. Banken.
 - Aantal datasets: 81.

In Figuur 80 zijn deze geaggregeerde profielen geplot voor de eerste week van januari. Het gasprofiel is omgezet in elektriciteitsvraag via een warmtepomp. Figuur 81 geeft de profielen weer voor de eerste week van juli. De elektrische laadvraag voor voertuigen is niet weergegeven in deze grafiek, aangezien dit veel grotere vermogens betreft. De laadvraag wordt behandeld in de volgende paragraaf.

Figuur 80 - Elektriciteitsvraag en -opwek van het gebouw week 1 van januari



Figuur 81 - Elektriciteitsvraag en -opwek van het gebouw week 1 van juli



Elektrische voertuigen

In Tabel 69 is het aantal voertuigen weergegeven. Dit middelgrote logistieke bedrijf heeft zijn wagenpark dus gedeeltelijk geëlektrificeerd.

Tabel 79 - Bedrijfskenmerken elektrische wagenpark. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van prognoses van elektrificatie van logistieke voertuigen in 2030.

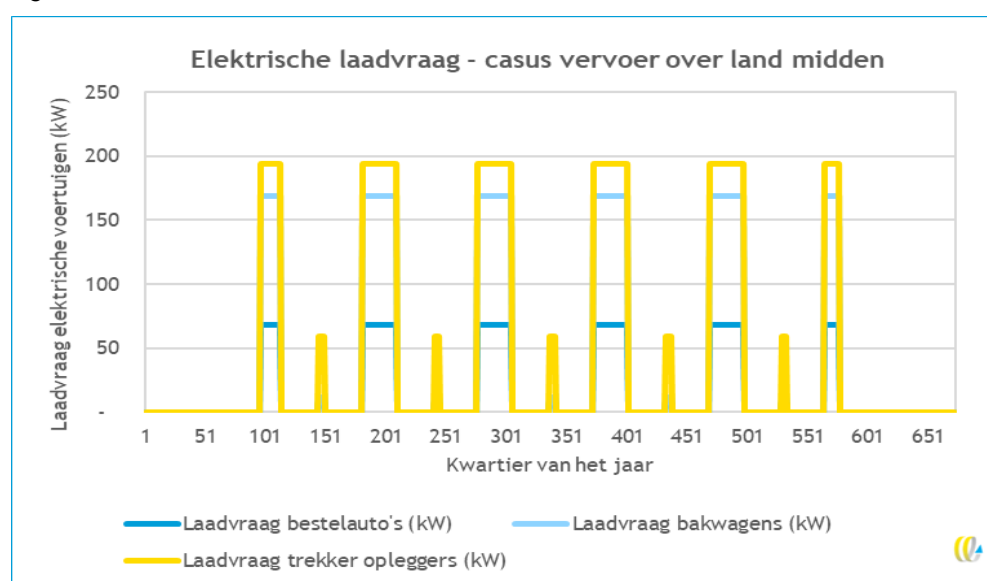
Bedrijfskenmerken elektrische wagenpark 2030	Totaal aantal voertuigen	Aantal elektrische voertuigen	Aandeel elektrische voertuigen
Aantal bestelauto's	40	17	43%
Aantal bakwagens	20	5	25%
Aantal trekker-opleggers	20	3	15%

In Tabel 65 is het laadvermogen van de elektrische voertuigen weergegeven. De voertuigen laden tussen 11:00 en 14:00 uur en tussen 20:00 en 06:00 uur met verschillende laadsnelheden. Het is aangenomen dat alleen wordt geladen tijdens werkdagen. De totaal geladen energie per jaar en per dag komt overeen met het gemiddelde verbruik van de verschillende typen voertuigen die is bepaald op basis van onderzoek naar laden op bedrijventerreinen (Elaadnl, 2022).

Tabel 80 - Gemiddeld laadvermogen per type voertuig. Het daadwerkelijke laadvermogen zal binnen de tijdsblokken variëren.

Voertuig	Laadvermogen - overdag (tussen 12:00 - 13:00)	Laadvermogen - nacht (tussen 21:00 - 04:00)	Laadvermogen weekend	Eenheid
Bestelauto's	0,6	4	0	kW
Bakwagens	2,3	33,7	0	kW
Trekker-opleggers	19,6	64,5	0	kW

Figuur 82 - Indicatieve laadprofielen van de verschillende typen elektrische voertuigen. De blokken geven de momenten aan dat geladen kan worden; afhankelijk van de benodigde elektriciteitsvraag kan de flexibiliteit ingezet worden



Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling hybride warmtepomp:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 2 uur eerder in de tijd verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.
- **Schakelen tussen gas en elektriciteit hybride warmtepomp:** De hybride warmtepomp kan schakelen tussen gas en elektrisch verwarmen. Met zeer hoge elektriciteitsprijzen schakelt de hybride warmtepomp over naar gas.
- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.
- **Koel- en vriesinstallaties:** De aanwezige flexibiliteit is afhankelijk van de doorlooptijd van producten en hoe vaak de deuren openstaan. Langdurige flexibiliteit is er alleen bij opslaglocaties met weinig verplaatsing. Aangezien dit een logistieke casus is, nemen we een lagere flexibiliteit aan van 2 uur.

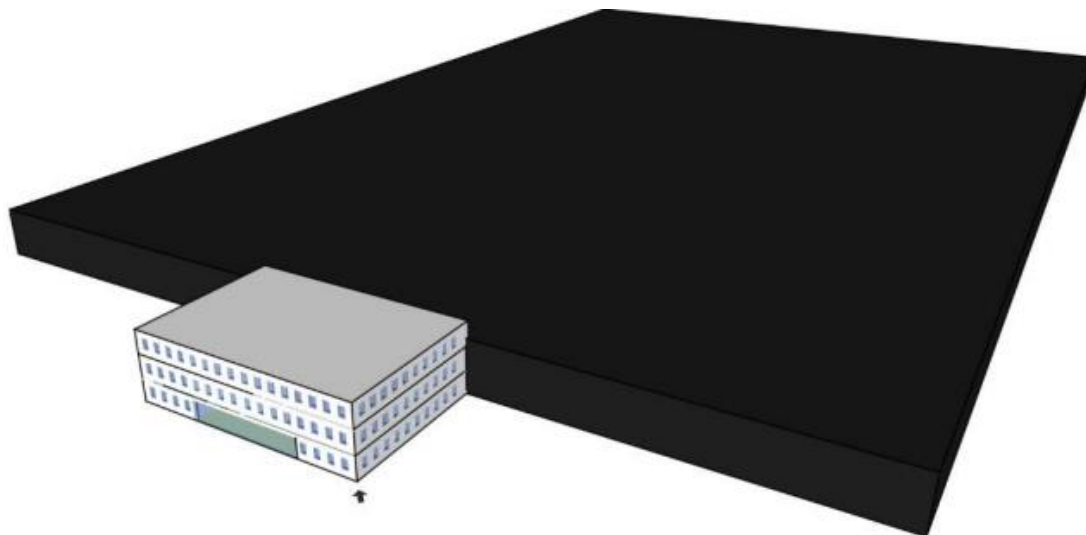
A.8.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus 'Vervoer over land - midden' zijn weergegeven in Tabel 71. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. Ook is de bruto toegevoegde waarde (per MWh) weergegeven voor 2020 om te laten zien hoe de economische output-afhankelijk is van het energieverbruik in deze sector. Dit getal zal echter hoger zijn naarmate er meer elektrificatie van voertuigen zal plaatsvinden. De economische output is in de vervoerssector immers gekoppeld het transport van goederen, die bij elektrische voertuigen elektriciteit vereist.

Tabel 81 - Bedrijfskenmerken casus vervoer over land midden

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	136 (80 chauffeurs, 56 overig)
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	64 euro/MWh (peiljaar 2020) (CE Delft, 2024)
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Gemiddeld
Oppervlakte gebouwen	– Kantoor: 1.300 m² (in orde grootte van BENG-referentiegebouwen) (RVO, 2017) – Bedrijfshal: 20.000 m²

Figuur 83 - BENG-referentiegebouw, kantoor S. Een rechthoekig vrijstaand gebouw met drie bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 1.700 m² (RVO, 2017). Aangrenzend is een bedrijfshal van 100x200 meter weergegeven, overeenkomend met de bedrijfshal van deze casus. 50% van de gebruiksoppervlakte van het kantoor en de bedrijfshal (geen referentiegebouw uit RVO onderzoek) wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



Bron: (RVO, 2017).

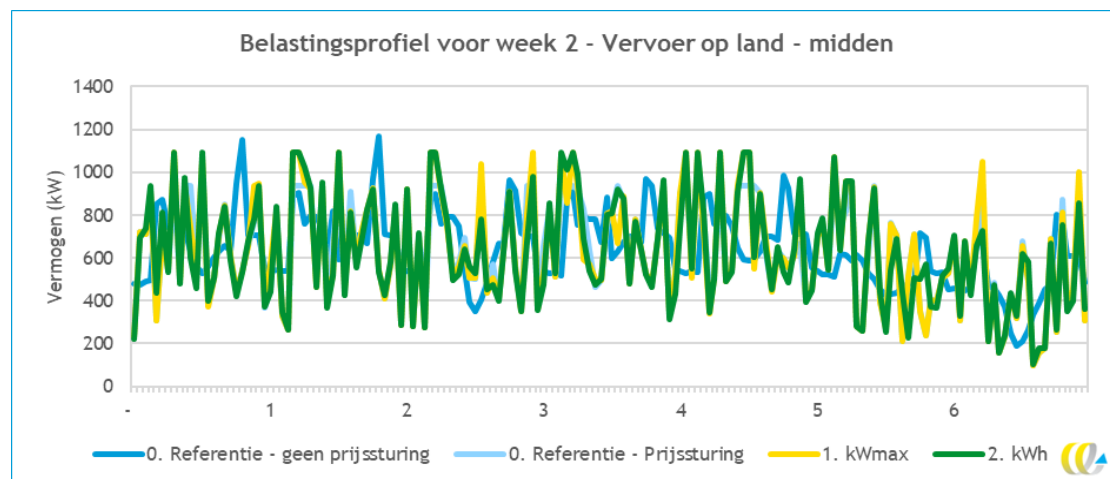
A.8.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik van casus vervoer over land klein bestaat uit standaardverbruik en geëlektrificeerde warmte- en koelvraag van het kantoor en bedrijfshal, en een forse laadvraag elektrische voertuigen. De koelvraag van de bedrijfshal is flexibel en heeft een nominaal vermogen van 250 kW, en een maximaal vermogen van 500 kW en minimaal 20 kW. Daarnaast is er relatief veel zon-pv-opwek, met name door de grote oppervlakte van het dak van de bedrijfshal.

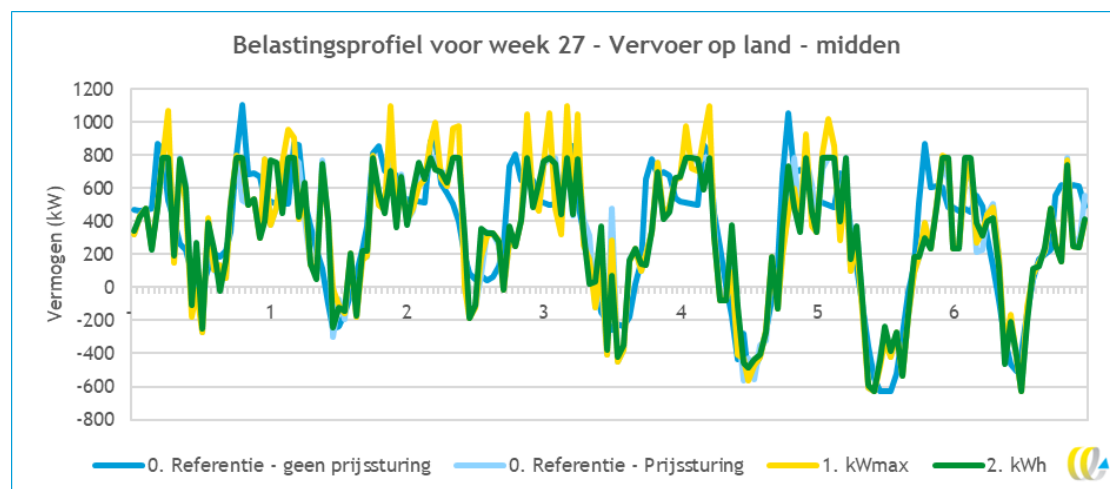
De afname pieken in Figuur 84 en Figuur 85 worden veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen en de koelvraag van de koelhuizen in de bedrijfshal. Het piekverbruik door de koelhuizen en het laden van de elektrische voertuigen zijn ongeveer even groot. Indien energiekostensturing plaatsvindt verschuiven de pieken, zodat ze in absolute zin lager worden en op andere momenten worden ingevuld. Voor het opladen van elektrische voertuigen betekent dit dat ze in plaats van bijvoorbeeld 08:00 tot 09:00 uur worden opgeladen, van 12:00 tot 13:00 uur worden opgeladen. De koelvraag van de koelhuizen kan 2 uur verplaatst worden in de tijd. De randvoorwaarde is dat deze verplaatste vraag in de opvolgende uren weer wordt ingevuld. Met de vraagverplaatsing worden de duurste piekmomenten, met hoge wegingsfactoren (zie tijdstariefvenster in Figuur 6) voorkomen. Zowel de laadvraag als de koelvraag is flexibel, waardoor hier door energiekostensturing aanzienlijke kostenbesparingen zijn te halen. Met energiekostensturing zien we niet een toename in de pieken, maar wel wanneer de pieken plaatsvinden. Ook met een tijdsafhankelijke kW-max vinden de pieken op een ander moment plaats.

Figuur 84 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - casus vervoer over land midden. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Het belastingsprofiel in Figuur 85 heeft regelmatig een negatief vermogen, wat overeenkomt met netto opwek door zon-pv. De zon-pv-opwek is op deze momenten groter dan de totale vraag van het kantoor, bedrijfshal en laadvraag voertuigen. De opwek van zon-pv zorgt voor een lagere netbelasting voor afname overdag, en dus lagere nettarieven. Met het tijdsafhankelijke kW-maxtarief zien we dat de pieken toenemen op momenten met lage wegingsfactoren.

Figuur 85 - Belastingsprofiel voor week 27 juli - casus vervoer over land midden. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.

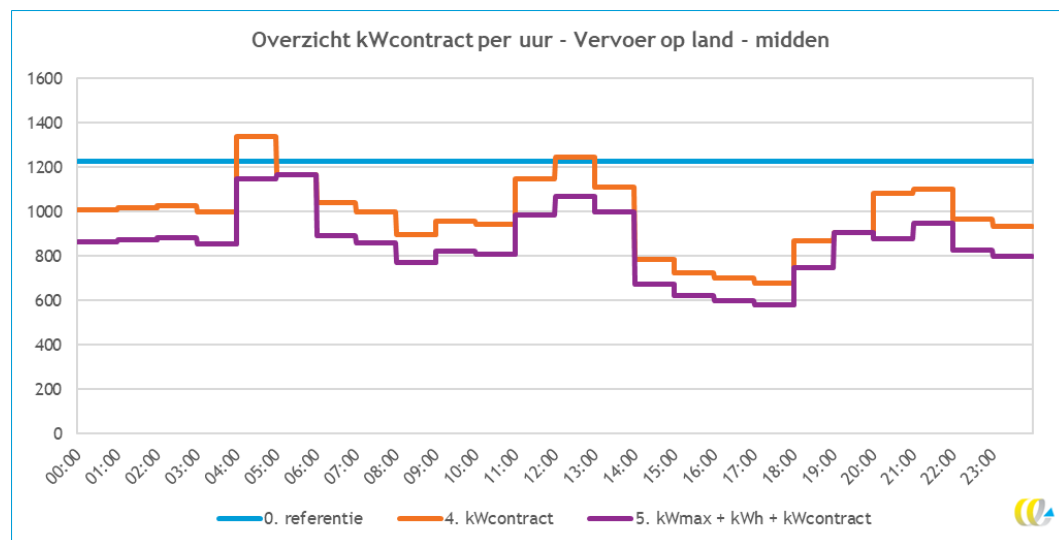


Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

In Figuur 86 is de maximale piekbelasting weergegeven voor ieder uur in het jaar. Voor de tijdsafhankelijke nettarietvarianten 4 en 5 zijn de piekbelastingen ongeveer gelijk. Tussen 04:00 en 06:00 uur vindt het hoogste verbruik plaats, tussen 15:00 en 18:00 uur het laagste verbruik.

Met tijdsafhankelijke nettarieven varianten 4 en 5 kan er per uur een verschillend gecontracteerd vermogen worden vastgesteld, wat besparing van kosten zou kunnen opleveren voor de afnemer en voor de netbeheerder duidelijkheid geeft over de piekvraag van deze afnemer. De tarieven zijn relatief hoger in variant 5 per kWh of kW, aangezien die dan ook tijdsafhankelijk zijn. Daardoor heeft het extra toegevoegde waarde om die pieken ook te reduceren.

Figuur 86 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - casus vervoer over land midden. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 82 laat de absolute piekbelasting zien voor de verschillende nettarieven. Bij de huidige nettarieven is de piek 1.235 kW. Deze kan door energiekostensturing en in combinatie met de tijdsafhankelijke nettarieven van de varianten 1 en 2 met 11% gereduceerd worden. Als in variant 3 zowel de kW-max als kWh tijdsafhankelijk is, dan is de absolute piekreductie tot wel 23% mogelijk. Bij varianten 4 en 5 neemt de piekbelasting relatief toe, maar vanwege de tijdsafhankelijkheid van het kW-contract kunnen de netkosten en netimpact lager uitvallen. De absolute pieken vinden plaats op een moment met een lage wegingsfactor, wat een positief effect kan hebben op de netimpact.

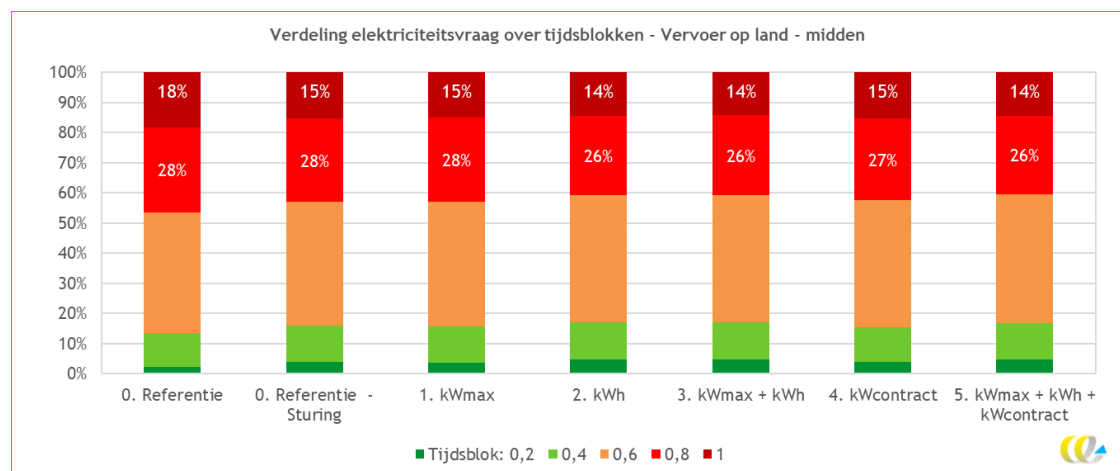
Tabel 82 - Resultaten piek en kW-maxwaarde - casus vervoer over land midden

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW- contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	1.225	1.094	1.094	1.094	937	1.336	1.164
Verandering absolute piek		-11%	-11%	-11%	-23%	9%	-5%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Figuur 87 laat het elektriciteitsverbruik zien in de tijdsblokken met verschillende wegingsfactoren. De elektriciteitsvraag gedurende tijdsblokken met hoge wegingsfactoren, 0,8 en 1, neemt licht af door energiekostensturing. In de referentie en variant 1 en 4 is dit 3,5%. Met het tijdsafhankelijk maken van de kWh-nettariefcomponent is dit 5,5%. De combinatie van tijdsafhankelijke tariefdragers in variant 5 leidt tot een reductie van elektriciteitsverbruik op piekmomenten van 6%.

Figuur 87 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - casus vervoer over land midden



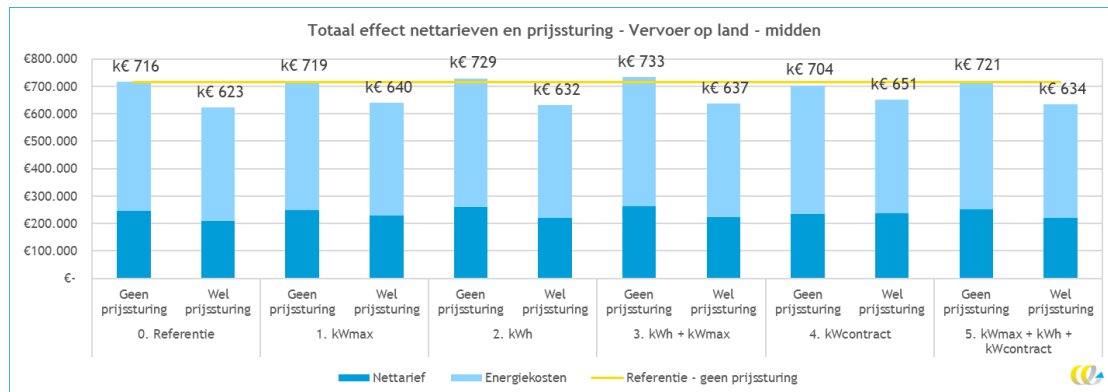
A.8.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

Figuur 88 toont het effect van energiekostensturing en tijdsafhankelijke nettarieven op de totale elektriciteitskosten, dus net- en energiekosten. De totale kosten kunnen in de referentie met zo'n 13% gereduceerd worden. Afhankelijk van de gehanteerde variant is deze daling in kosten door energiekostensturing 8% (variant 4) en 11 tot 13 procent (variant 1, 2, 3 en 5). Kortom, ondanks aanzienlijke flexibele vraag met het laden van elektrische voertuigen en de koelhuizen, heeft energiekostensturing bij vervoer over land midden een relatief beperkt kostenvoordeel. In de andere logistieke casussen zien we een veel groter kostenvoordeel, waaruit we concluderen dat het kostenvoordeel van slim laden significant groter is dan het kostenvoordeel voor het slim sturen van de koeling.

Als er geen energiekostensturing plaatsvindt in de situatie met tijdsafhankelijke nettarieven, dan zijn bij alle varianten de totale kosten ongeveer gelijk en soms iets hoger. Op basis van deze doorrekening, concluderen we dat bedrijven in de categorie 'vervoer over land midden' gemiddeld gezien beperkt meer gaan betalen bij invoering van

tijdsafhankelijke nettarieven. Met energiekostensturing kunnen de nettarieven wel in alle varianten significant gereduceerd worden.

Figuur 88 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - casus vervoer over land midden



A.8.6 Conclusie casus

Vervoer over land midden heeft flexibiliteit in de laadvraag, koelvraag koelhuizen en een relatief kleine flexibele vraag in warmtevoorziening met de hybride warmtepomp voor het kantoor en bedrijfshal. Ondanks de mogelijkheden voor flexibiliteit van de elektriciteitsvraag, is de impact relatief beperkt. De totale kosten kunnen met 6-12% worden verminderd door energiekostensturing. Ook is de verschuiving van de totale elektriciteitsvraag op momenten met hoge wegingsfactoren naar lage wegingsfactoren relatief beperkt, als je het vergelijkt met het vervoer over land klein en groot casussen. Het verschil tussen de casussen is dat bij de middencasus koelhuizen zijn opgenomen. Deze grote elektriciteitsvraag van koelhuizen, met ook veel mogelijkheid voor flexibiliteit, kan 2 uur in de tijd verplaatst worden. Echter moet de laadvraag van elektrische voertuigen ook nog voldaan worden, en valt het piekverbruik vaak op de goedkope momenten samen. Er is hierdoor minder piekvraag reductie mogelijk, dan bij de andere casussen voor vervoer over land (klein en groot). Hierdoor zijn de kostenreducties minder sterk dan bij de andere vervoer over land casussen (klein en groot).

De logistieke sector heeft behoorlijke interesse in tijdsafhankelijke nettarieven; we verwachten dat ze hun laadvraag in grote mate energiekostengestuurd gaan inzetten. Aandachtspunt is wel de complexiteit van de nettarieven.

Tabel 83 - Uiteindelijke score casus: Vervoer op land - midden met koel-/vriesinstallatie

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettariaf en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag -vraag piekmoment en	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Vervoer over land - midden met koel/vriesinstallatie	3	3	3	4	2	3	3

A.9 Vervoer over land - groot

A.9.1 Beschrijving casus

Deze casus betreft een logistiek bedrijf met bestelauto's, bakwagens en trekker-opleggers. Een gedeelte van het wagenpark is geëlektrificeerd. Daarnaast heeft dit bedrijf een middelgroot kantoor van 3.400 m² en een bedrijfshal met 15 keer de oppervlakte van het kantoor. De warmtevraag van het kantoor en de bedrijfshal wordt geleverd door een hybride warmtepomp. Het onderzochte vastgoed voor deze casus heeft energielabel A.

In het vervoer over land sector zijn in totaal 184.000 vte's werkzaam. In totaal draagt de sector voor bijna 2% bij aan de Nederlandse economie. Deze casus, een logistiek bedrijf, betreft de subsector wegvervoer waar in 2022 ruim 32.000 bedrijven actief waren (CBS, 2021). Deze variëren van grote tot kleine bedrijven. In dit onderzoek nemen we daarom ook drie casussen voor deze sector: klein, midden, groot.

Met het oog op 2030 zal een gedeelte van het wagenpark elektrificeren. In steeds meer gemeenten in Nederland komen zero-emissiezones en [EU-normen](#) worden steeds strenger. In deze casus hebben we aannames gedaan over deze elektrificatie van het wagenpark op basis van vorige studies van CE Delft en andere literatuur. De elektrificatie van het wagenpark maakt deze casus interessant voor dit onderzoek, omdat dit in de toekomst aanzienlijk bij zal gaan dragen aan de netkosten vanwege grote laadvraag.

A.9.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 84 staan de energetische gegevens van het kantoor en de bedrijfshal. Dit bedrijf is aangesloten op een 10/0,4 kV station met een AC 4b aansluiting. Hier zijn zowel het kantoor, de bedrijfshal als de laadpalen op aangesloten. De laadvraag van de elektrische voertuigen vereist het grootste gedeelte van de netaansluiting. De bedrijfshal is vorstvrij, dus niet gekoeld.

Tabel 84 - Energetische gegevens van het kantoor en de bedrijfshal van de casus Vervoer over land - groot. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens kantoor en bedrijfshal	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Elektriciteitsvraag per m ² kantoor	59,0	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² kantoor	10,9	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Elektriciteitsvraag per m ² bedrijfshal	27,5	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² bedrijfshal	3,1	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag, koeling en elektrische voertuigen			
Oppervlakte kantoor en bedrijfshal	57.000	m ²	Aanname
kW-contract kantoor en bedrijfshal incl. laadvraag en zon-pv	3.600	kW	Aanname

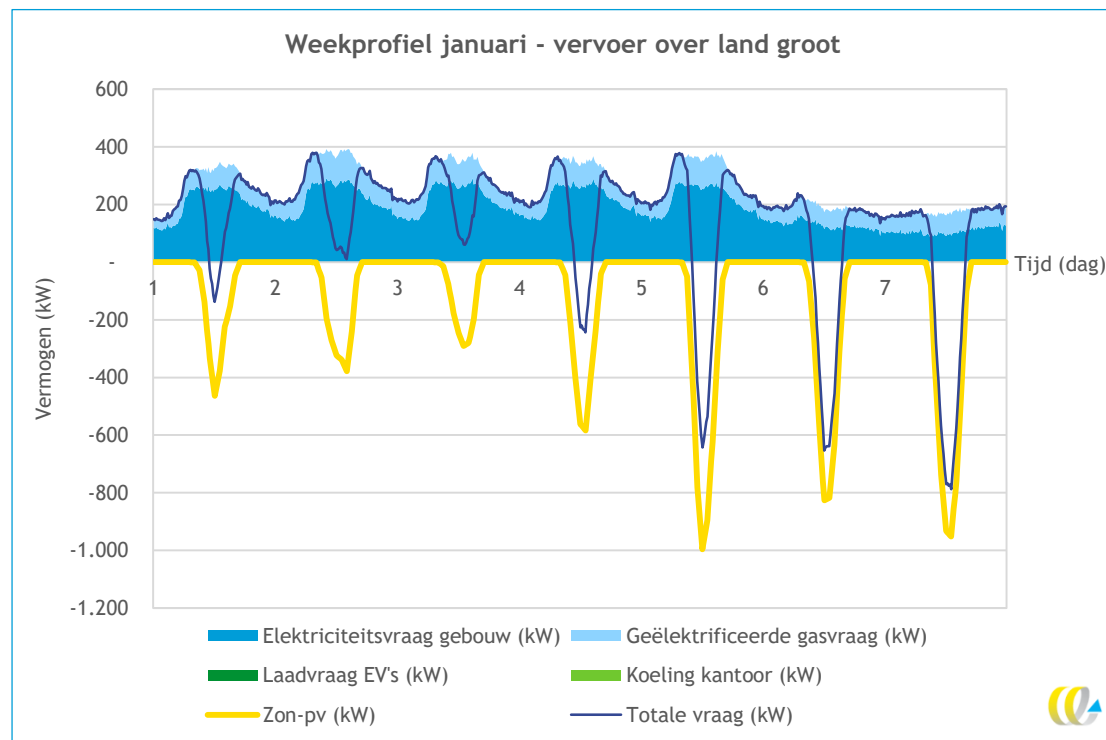
Energetische gegevens kantoor en bedrijfshal	Waarde	Eenheid	Bron
Elektriciteitsvraag per m ² kantoor	82,7	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² kantoor	0,0	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Jaarlijkse elektriciteitsvraag kantoor	283.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag kantoor	-	m ³	Berekening
Elektriciteitsvraag per m ² bedrijfshal	34,2	kWh/m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Gasvraag per m ² bedrijfshal	0,0	m ³ /m ²	O.b.v. TNO 2024 methodiek Verreikte BAG
Jaarlijkse elektriciteitsvraag bedrijfshal	1.825.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag bedrijfshal	-	m ³	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Wko	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	28.400	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	4.339.000	kWh	Berekening
Laadvermogen elektrische voertuigen	3.075	kW	
Laadvraag elektrische voertuigen	6.075.000	kWh	Berekening

De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

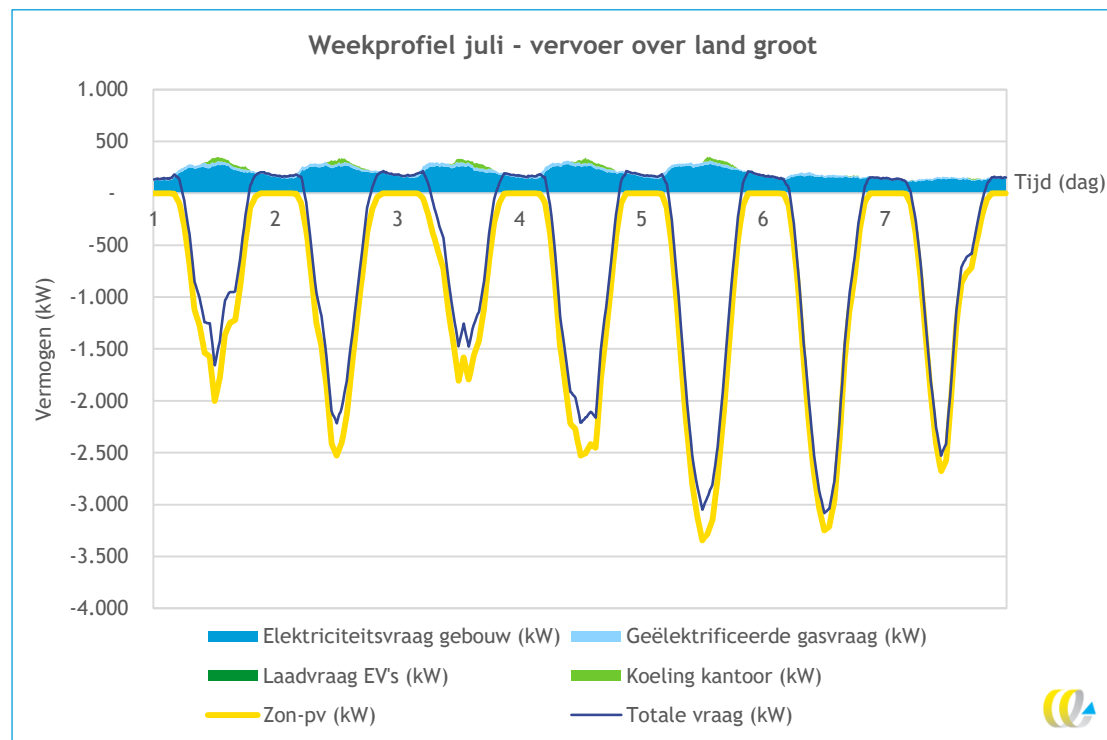
- Elektriciteitsprofiel **bedrijfshal**:
 - SBI 49. Vervoer over land.
 - Aantal datasets: 141.
- Gasprofiel **bedrijfshal**:
 - SBI 49. Vervoer over land.
 - Aantal datasets: 11.
- Elektriciteitsprofiel **kantoor**:
 - SBI 64. Banken.
 - Aantal datasets: 718.
- Gasprofiel **kantoor**:
 - SBI 64. Banken.
 - Aantal datasets: 81.

In Figuur 89 zijn deze geaggregeerde profielen geplot voor de eerste week van januari. Het gasprofiel is omgezet in elektriciteitsvraag via een warmtepomp. Figuur 90 geeft de profielen weer voor de eerste week van juli. De elektrische laadvraag voor voertuigen is niet weergegeven in deze grafiek, aangezien dit veel grotere vermogens betreft. De laadvraag wordt behandeld in de volgende paragraaf.

Figuur 89 - Elektriciteitsvraag en -opwek van het gebouw week 1 van januari



Figuur 90 - Elektriciteitsvraag en -opwek van het gebouw week 1 van juli



Elektrische voertuigen

In Tabel 85 is het aantal voertuigen weergegeven. Dit grote logistieke bedrijf heeft zijn wagenpark dus gedeeltelijk geëlektrificeerd.

Tabel 85 - Bedrijfskenmerken elektrische wagenpark. Het aantal elektrische voertuigen is ingeschat op basis van prognoses van elektrificatie van logistieke voertuigen in 2030.

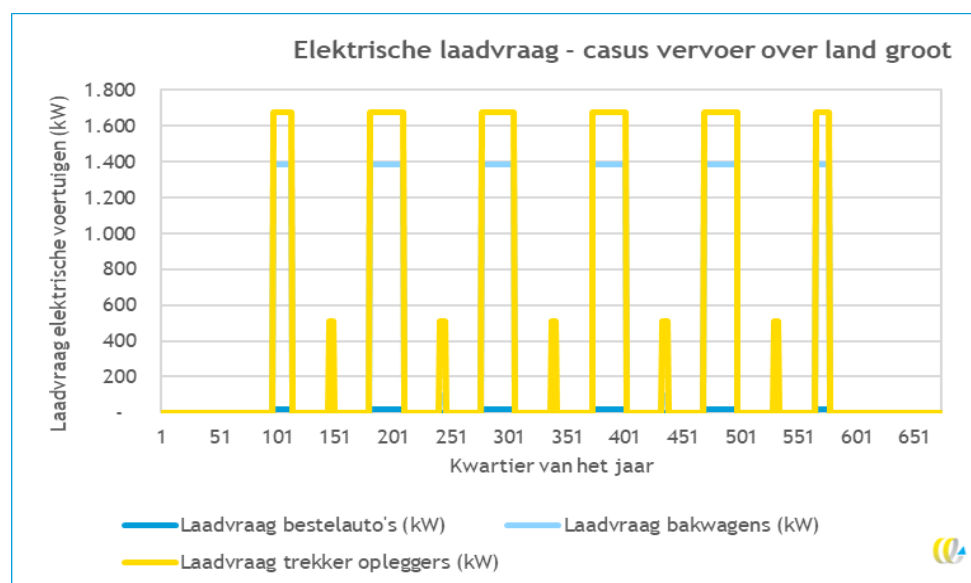
Bedrijfskenmerken elektrische wagenpark 2030	Totaal aantal voertuigen	Aantal elektrische voertuigen	Aandeel elektrische voertuigen
Aantal bestelauto's	10	4	43%
Aantal bakwagens	150	41	25%
Aantal trekker-opleggers	150	26	15%

In Tabel 86 is het laadvermogen van de elektrische voertuigen weergegeven. De voertuigen laden tussen 11:00 en 14:00 uur en tussen 20:00 en 06:00 uur met verschillende laadsnelheden. Het is aangenomen dat alleen wordt geladen tijdens werkdagen. De totaal geladen energie per jaar en per dag komt overeen met het gemiddelde verbruik van de verschillende typen voertuigen die is bepaald op basis van onderzoek naar laden op bedrijventerreinen (Elaadnl, 2022).

Tabel 86 - Gemiddeld laadvermogen per type voertuig. Het daadwerkelijke laadvermogen zal binnen de tijdsblokken variëren.

Voertuig	Laadvermogen - overdag (tussen 12:00 - 13:00 uur)	Laadvermogen - nacht (tussen 21:00 - 04:00 uur)	Laadvermogen weekend	Eenheid
Bestelauto's	0,6	4	0	kW
Bakwagens	2,3	33,7	0	kW
Trekker-opleggers	19,6	64,5	0	kW

Figuur 91 - Indicatieve laadprofielen van de verschillende typen elektrische voertuigen. De blokken geven de momenten aan dat geladen kan worden; afhankelijk van de benodigde elektriciteitsvraag kan de flexibiliteit ingezet worden.



Flexibiliteit elektriciteit

- **Regulier elektriciteitsverbruik gebouw:** niet flexibel.
- **Ruimteverwarming en -koeling wko:** De ruimteverwarming- en koeling kan worden gebufferd in de ruimte. Hierdoor kan op goedkope momenten eerder warmte/koude worden geleverd zodat op dure momenten er minder elektriciteit verbruikt hoeft te worden. We nemen aan dat de warmte/koude levering naar 4 uur eerder in de tijd verplaatst kan worden. Per uur verplaatsing in de tijd rekenen we met 2,5 procentpunt energieverlies.
- **Laadvraag elektrische voertuigen:** we nemen aan dat de laadvraag van elektrische voertuigen verschoven kan worden in de tijd, binnen de laadduur van een oplaadsessie. De randvoorwaarde is dat de laadvraag binnen de oplaadsessie wordt voldaan.

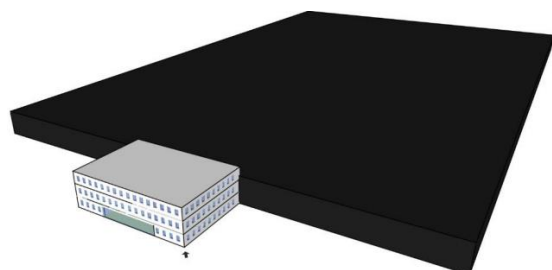
A.9.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus 'Vervoer over land - groot' zijn weergegeven in Tabel 87. Hier is het aantal werknemers ter indicatie opgegeven. Ook is de bruto toegevoegde waarde (per MWh) weergegeven voor 2020 om te laten zien hoe de economische output-afhankelijk is van het energieverbruik in deze sector. Dit getal zal echter hoger zijn naarmate er meer elektrificatie van voertuigen zal plaatsvinden. De economische output is in de vervoerssector immers gekoppeld het transport van goederen, die bij elektrische voertuigen elektriciteit vereist.

Tabel 87 - Bedrijfskenmerken casus vervoer over land groot

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	527 (310 chauffeurs, 217 overig)
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	64 euro/MWh (peiljaar 2020) (CE Delft, 2024)
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Gemiddeld
Oppervlakte gebouwen	- Kantoor: 3.400 m ² (in orde grootte van BENG-referentiegebouwen) (RVO, 2017) - Bedrijfshal: 53.000 m ²

Figuur 92 - BENG-referentiegebouw, kantoor S. Deze casus vervoer over land groot betreft tweemaal dit referentiegebouw. Een rechthoekig vrijstaand gebouw met drie bouwlagen. Gebruiksoppervlak van circa 1.700 m² (RVO, 2017). Aangrenzend is een bedrijfshal van 100x200 meter weergegeven, overeenkomend met de bedrijfshal van deze casus. 50% van de gebruiksoppervlakte van het kantoor en de bedrijfshal (geen referentiegebouw uit RVO onderzoek) wordt aangenomen als oppervlakte voor de zon-pv-installatie.



Bron: (RVO, 2017).

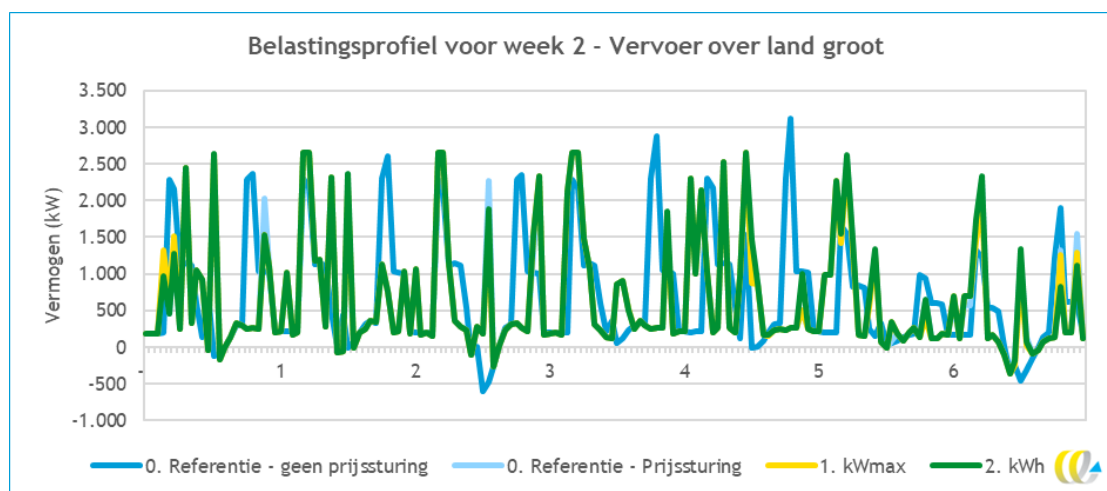
A.9.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik van casus vervoer over land klein bestaat uit standaardverbruik en geëlektrificeerde warmte- en koelvraag van het kantoor en bedrijfshal, en een forse laadvraag elektrische voertuigen. Daarnaast is er relatief veel zon-pv-opwek, met name door de grote oppervlakte op de bedrijfshal.

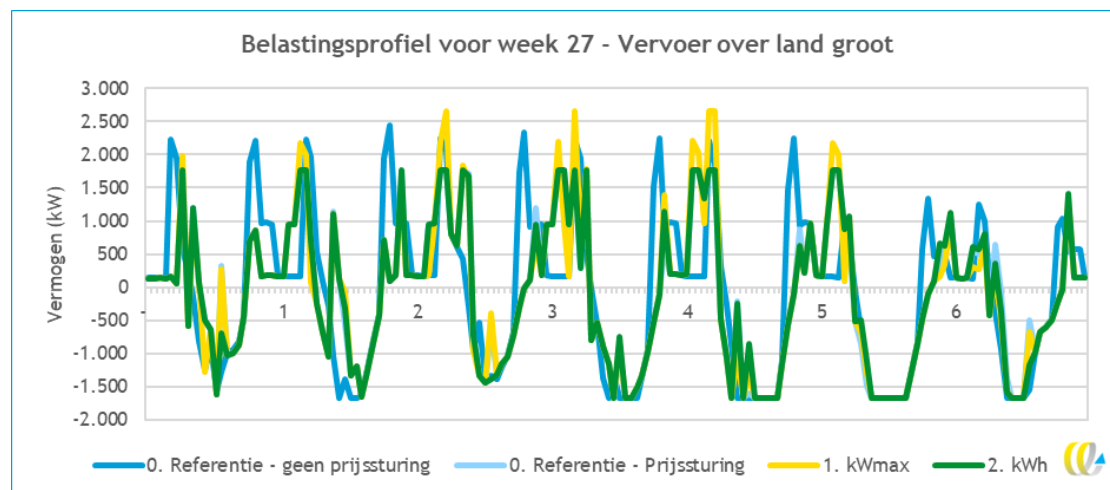
De afname pieken in Figuur 93 t/m Figuur 95 worden veroorzaakt door de laadvraag van elektrische voertuigen. Indien energiekostensturing plaatsvindt verschuiven de pieken, zodat ze in absolute zin lager worden en op andere momenten worden ingevuld. Voor het opladen van elektrische voertuigen betekent dit dat ze in plaats van bijvoorbeeld 08:00 tot 09:00 uur worden opgeladen, van 12:00 tot 13:00 uur worden opgeladen. Hiermee worden de duurste piekmomenten, met hoge wegingsfactoren (zie tijdstariefvenster in Figuur 6) voorkomen. Bij de casus vervoer over land klein is de laadvraag zeer hoog ten opzichte van het verbruik van het kantoor en bedrijfshal, dus energiesturing van de laadvraag kan aanzienlijke kostenbesparing opleveren. Bij het kantoorgebouw en bedrijfshal zijn warmtevoorziening en koeling weliswaar flexibel, echter hebben deze vanwege de lagere totale vraag een kleiner effect dan de laadvraag.

Figuur 93 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - vervoer over land groot. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



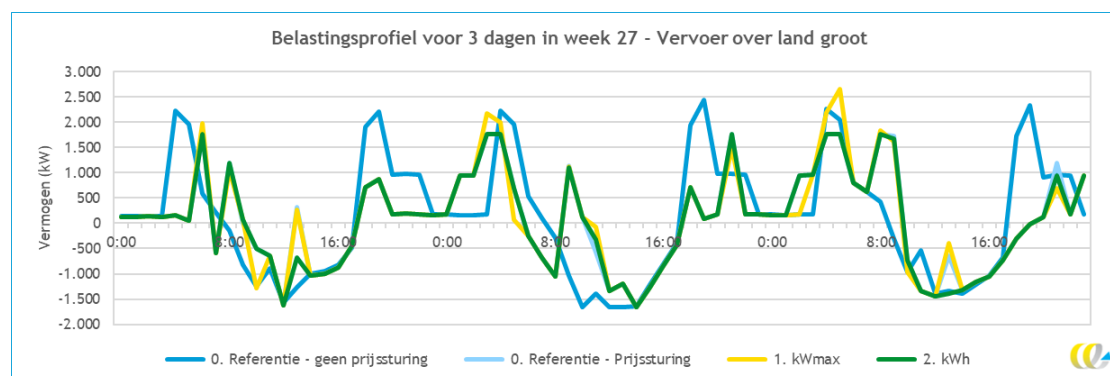
Het belastingsprofiel in Figuur 94 heeft regelmatig een negatief vermogen, wat overeenkomt met netto opwek door zon-pv. De zon-pv-opwek is op deze momenten groter dan de totale vraag van het kantoor, bedrijfshal en laadvraag voertuigen. De opwek van zon-pv zorgt voor een lagere netbelasting voor afname overdag, en dus lagere nettarieven.

Figuur 94 - Belastingsprofiel voor week 27 juli - vervoer over land groot. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



In Figuur 95 is het belastingsprofiel te zien voor 3 dagen in de maand juli. Hier zijn duidelijk momenten te herkennen waarbij op andere momenten de laadvraag van de elektrische voertuigen wordt ingevuld, ten opzichte van de referentie. Het effect van energiesturing met de verschillende tijdsafhankelijke nettarieven is hier duidelijk te zien.

Figuur 95 - Belastingsprofiel voor drie dagen in week 27 juli - vervoer over land groot. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor 3 dagen. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.

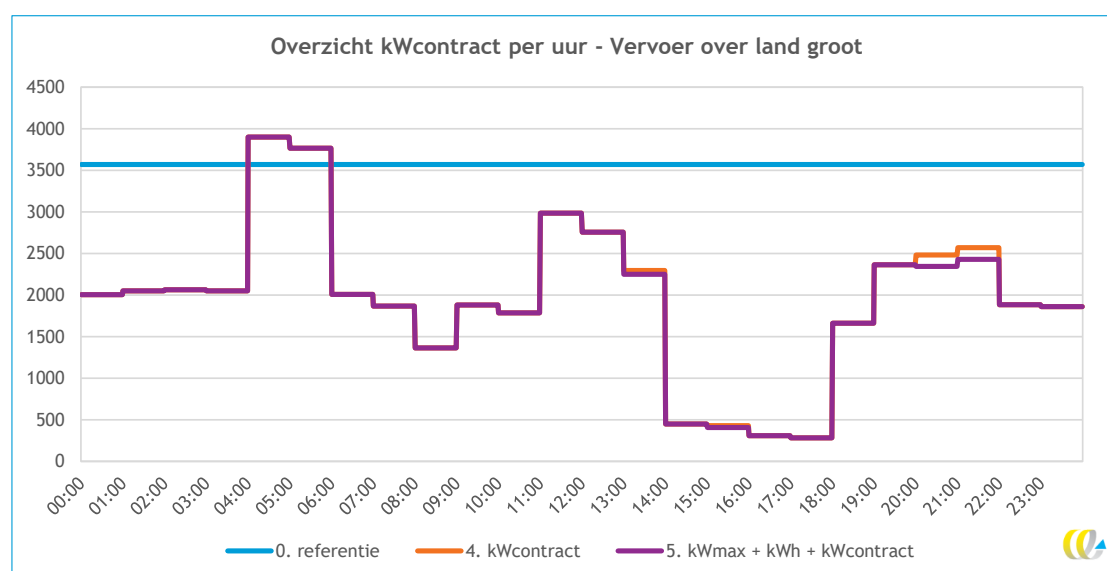


Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

In Figuur 96 is de maximale piekbelasting weergegeven voor ieder uur in het jaar. Voor de tijdsafhankelijke nettarietvarianten 4 en 5 zijn de piekbelastingen ongeveer gelijk. Tussen 04:00 en 06:00 uur vindt het hoogste verbruik plaats, tussen 14:00 en 18:00 uur het laagste verbruik. Voor variant 4 en 5 zijn dit de gewogen pieken, en dus niet de absolute pieken.

Figuur 96 laat zien dat er op enkele uren bijvoorbeeld tussen 04:00 en 06:00 uur een hogere piekvraag vereist is in het jaar, en op sommige uren juist een lagere piekvraag. Met tijdsafhankelijke nettarieven varianten 4 en 5 kan er per uur een verschillend gecontracteerd vermogen worden vastgesteld, wat besparing van kosten zou kunnen opleveren voor de afnemer en voor de netbeheerder duidelijkheid geeft over de piekvraag van deze afnemer. In Figuur 8 is het tarieventijdsvenster opgenomen en is te zien dat de wegingsfactor voor kW-contract in het tijdstariefvenster tussen tijdstippen 04:00 en 06:00 uur, 0,4 en 0,6 zijn. Hierdoor zal de gewogen piek lager uitvallen dan de absolute piek, die is weergegeven in de onderstaande figuur. Door energiekostensturing met de tijdsafhankelijke nettarieven kan dus op uren met een lage wegingsfactor een hoger piekverbruik worden gerealiseerd zonder dat de netkosten hierdoor stijgen.

Figuur 96 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - vervoer over land groot. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 88 laat de absolute piekbelasting zien voor de verschillende nettarieven. Bij de huidige nettarieven is de piek 3.573 kW. Deze kan door energiekostensturing en in combinatie met de tijdsafhankelijke nettarieven van de varianten 1, 2 en 3 worden gereduceerd met 26%. Bij varianten 4 en 5 wordt een hogere piek getrokken (+9%), maar vanwege de tijdsafhankelijkheid van het kW-contract kunnen de netkosten hierdoor alsnog lager uitvallen omdat de piek getrokken kan zijn op een uur met een lage wegingsfactor. Bij het bepalen van de netkosten wordt gekeken naar de kW-contract-gewogen, waarbij de absolute piek dus is vermenigvuldigd is met de wegingsfactor van het uur waarin de piek heeft plaatsgevonden.

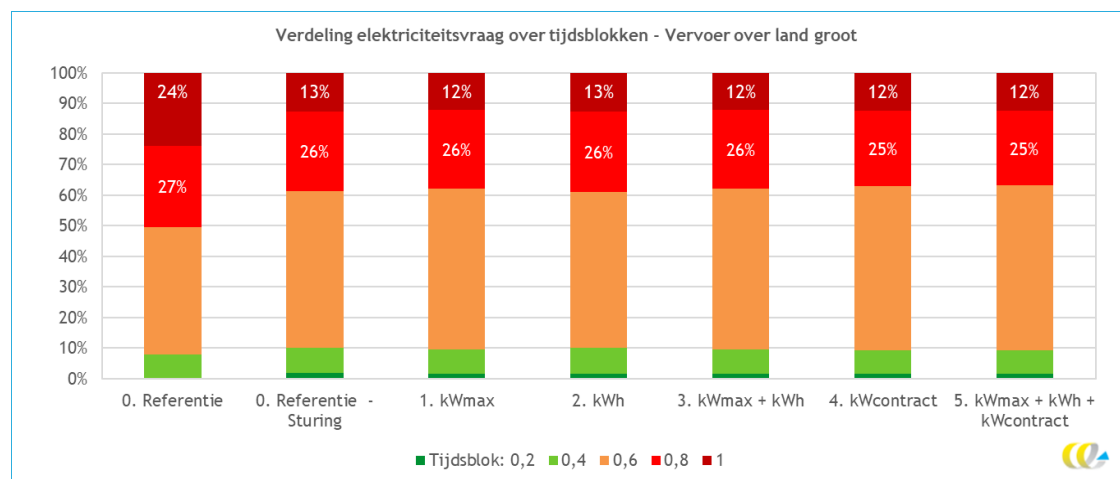
Tabel 88 - Resultaten piek en kW-maxwaarde - vervoer over land groot

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	3.573	2.659	2.659	2.659	2.659	3.900	3.900
Verandering absolute piek		-26%	-26%	-26%	-26%	9%	9%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Figuur 97 laat het elektriciteitsverbruik zien in de tijdsblokken met verschillende wegingsfactoren. De elektriciteitsvraag gedurende tijdsblokken met hoge wegingsfactoren, 0,8 en 1, neemt sterk af door energiekostensturing. Het elektriciteitsverbruik in tijdsblokken met wegingsfactor 1 halveert in de situatie met huidige nettarieven en energiekostensturing, maar ook bij energiekostensturing met de tijdsafhankelijke nettarieven. Het aantal momenten in tijdsblok 0,8 blijft ongeveer gelijk met en zonder tijdsafhankelijke nettarieven.

Figuur 97 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - vervoer over land groot



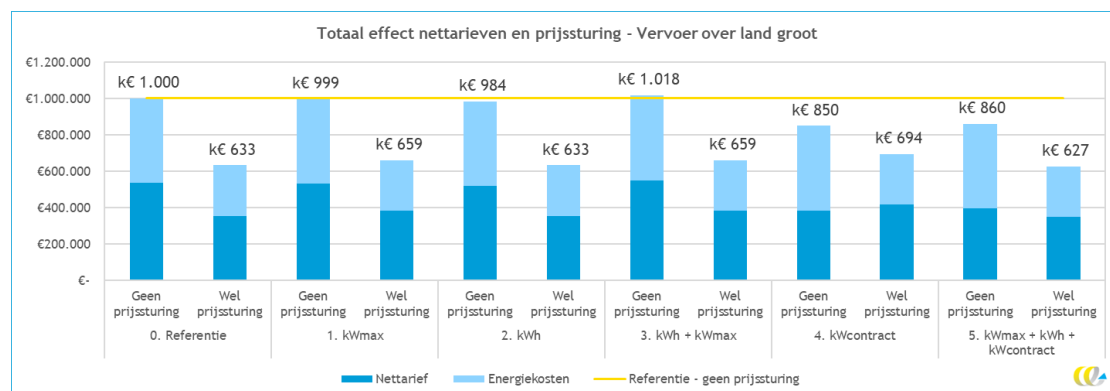
A.9.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

Figuur 98 toont het effect van energiekostensturing en tijdsafhankelijke nettarieven op de totale elektriciteitskosten, dus net- en energiekosten. Hier is een sterke kostenreductie te zien als gevolg van energiekostensturing, bij de variant 2 tot wel 36%. De kleinste daling is te zien bij variant 4, namelijk 18,4%, echter liggen de totale kosten bij deze variant zonder energiekostensturing ook lager dan bij de andere varianten. Ook bij de huidige nettarieven (0. Referentie) heeft energiekostensturing een aanzienlijk voordeel, ook circa 37%. Kortom, energiekostensturing heeft bij de casus vervoer over land groot een groot kostenvoordeel.

Als er geen energiekostensturing plaatsvindt in de situatie met tijdsafhankelijke nettarieven, dan zijn bij alle varianten de totale kosten ook lager, met uitzondering van variant 3 waar de kosten marginaal hoger zijn. Concluderend, energiekostensturing zorgt voor een sterke kostenreductie voor zowel net- als energiekosten. Zonder energiekosten-

sturing zijn varianten 1 t/m 3 even duur als de huidige nettarieven, tijdsafhankelijke varianten 4 en 5 hebben lagere totale kosten zonder energiekostensturing.

Figuur 98 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - vervoer over land groot



A.9.6 Conclusie casus

Vervoer over land groot kent vooral flexibiliteit in de laadvraag en een relatief kleine flexibele vraag in warmtevoorziening. De financiële resultaten laten een gemengd beeld zien: varianten met een tijdsafhankelijke kWh of kW-maxcomponent kunnen tot hogere en gelijke totale kosten leiden, maar de tariefvarianten met een tijdsafhankelijke kW-contract bieden juist voordeel voor deze casus. Het sturen op energiekosten biedt een aanzienlijk financieel voordeel van 18,4 tot 37%, afhankelijk van de tariefvariant. Energiekostensturing leidt tot een flinke verschuiving van de elektriciteitsvraag uit tijdsblok 1,0; heeft elektriciteitsverbruik in dit tijdsblok halveert ten opzichte van de situatie zonder energiekostensturing met huidige nettarieven.

De logistieke sector heeft behoorlijke interesse in tijdsafhankelijke nettarieven; we verwachten dat ze hun laadvraag in grote mate energiekostengestuurd gaan inzetten. Aandachtspunt is wel de complexiteit van de nettarieven.

Tabel 89 - Uiteindelijke score casus: Vervoer op land groot

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettariet en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Vervoer over land groot	2	4	5	5	2	2	3

A.10 Glastuinbouw belichte kas

A.10.1 Beschrijving casus

De glastuinbouwsector omvat de teelt van gewassen (zoals groenten, bloemen en planten) in kassen, waar temperatuur, licht, CO₂ en vochtigheid gereguleerd worden om optimale groeiomstandigheden te creëren. Nederland heeft een toonaangevende glastuinbouwsector, mede door technologische innovatie en exportgerichtheid. Deze sector bestaat uit 3.300 bedrijven ([glastuinbouw Nederland](#)), en draagt 1% bij aan het BBP ([Glastuinbouw Nederland](#)).

Voor deze casus van de glastuinbouw beschouwen we een bedrijf met een belichte kas, met een gemiddelde energievraag en hoge CO₂-vraag. Ongeveer 25% van het sectorale oppervlakte betreft een belichte kas (Berenschot & Kalavasta, 2024). De casus betreft een kas van 40.000 m² gebruiksoppervlakte. Voor het elektriciteits- en warmtegebruik nemen wij kentallen over voor een belichte kas met een hogere CO₂-vraag, 'GBhoog' uit de vermelde studie (Berenschot & Kalavasta, 2024). De warmtevraag wordt ingevuld door de wkk wanneer gas het goedkoopste is, en door warmtepompen met elektriciteit wanneer elektriciteit de meest kostenefficiënte energiebron is. De laagste en De wkk heeft een elektrisch rendement van 42% en een thermisch rendement van 50%. De opwekking van elektriciteit uit de wkk wordt in mindering gebracht op de netafname.

Voor deze casus gebruiken we profielen van de MOOI EIGEN-database van Liander. Dit is een openbare database, waar geaggregeerde profielen zijn samengesteld van bedrijven met gelijke SBI-codes. De profielen uit de datasets van de MOOI EIGEN-database zijn gefilterd op teruglevering van elektriciteit, deze zijn er uitgehaald en maken geen onderdeel uit van het geaggregeerde profiel.

A.10.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 94 staan de energetische gegevens van de glastuinbouwkas. Dit bedrijf is aangesloten op een 50/10 kV of 50/20 kV station met een AC 6a aansluiting. Voor deze casus nemen we aan dat er geen zon-pv-opwek is. De dimensionering van de wkk is bepaald op basis van het gegeven dat deze de volledige warmtevraag kan invullen. De referentiesituatie gebruiken we om het jaarlijkse energieverbruik te bepalen.

Tabel 90 - Energetische gegevens van het gebouw van de casus glastuinbouw onbelichte kas. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens glastuinbouw onbelicht	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag			
Elektriciteitsvraag per m ²	179,0	kWh/m ²	GO Hoog, (Berenschot & Kalavasta, 2024)
Gasvraag per m ²	41,6	m ³ /m ²	GO Hoog, (Berenschot & Kalavasta, 2024)
Ruimteverwarming techniek	Wkk (100%)	-	Aanname
Vermogen wkk-input totaal	5.000	kW	Aanname
Vermogen wkk-input totaal per hectare	1.250	kW/ha	Aanname
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag			

Energetische gegevens glastuinbouw onbelicht	Waarde	Eenheid	Bron
Oppervlakte glastuinbouwkas	40.000	m ²	Aanname
kW-contract (incl. wkk-levering)	3.100	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ² *	244,7	kWh/m ²	Berekening
Warmtevraag per m ²	366	kWh/m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag (excl. wkk-levering) *	7.160.000	kWh	Berekening
Ruimteverwarming techniek	Wkk en luchtwater-warmtepompen	-	Aanname
Vermogen wkk-input totaal	5.000	kW	Berekening
Vermogen wkk-input totaal per hectare	1.250	kW/ha	Berekening
Oppervlakte zon-pv	N.v.t.	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	N.v.t.	kWh	Berekening

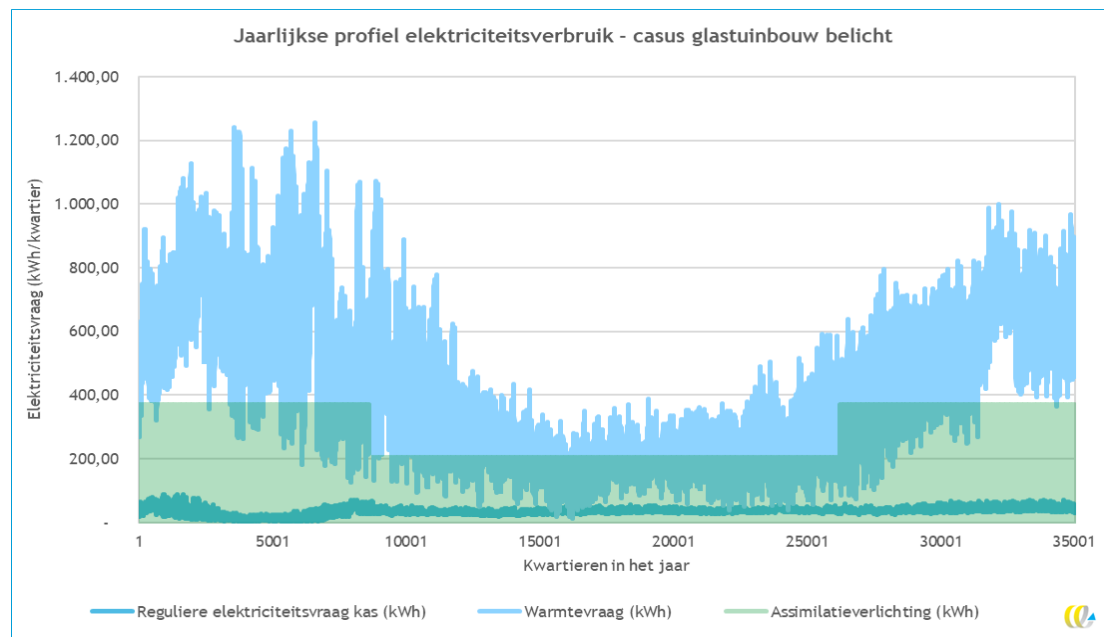
* Als 70% v.d. warmtevraag met warmtepompen wordt ingevuld.

De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

- Elektriciteitsprofiel:
 - KO glastuinbouw.
 - Aantal datasets: 42.
- Gasprofiel:
 - SBI 1192) Teelt van snijbloemen en snijheesters onder glas.
 - Aantal datasets: 62

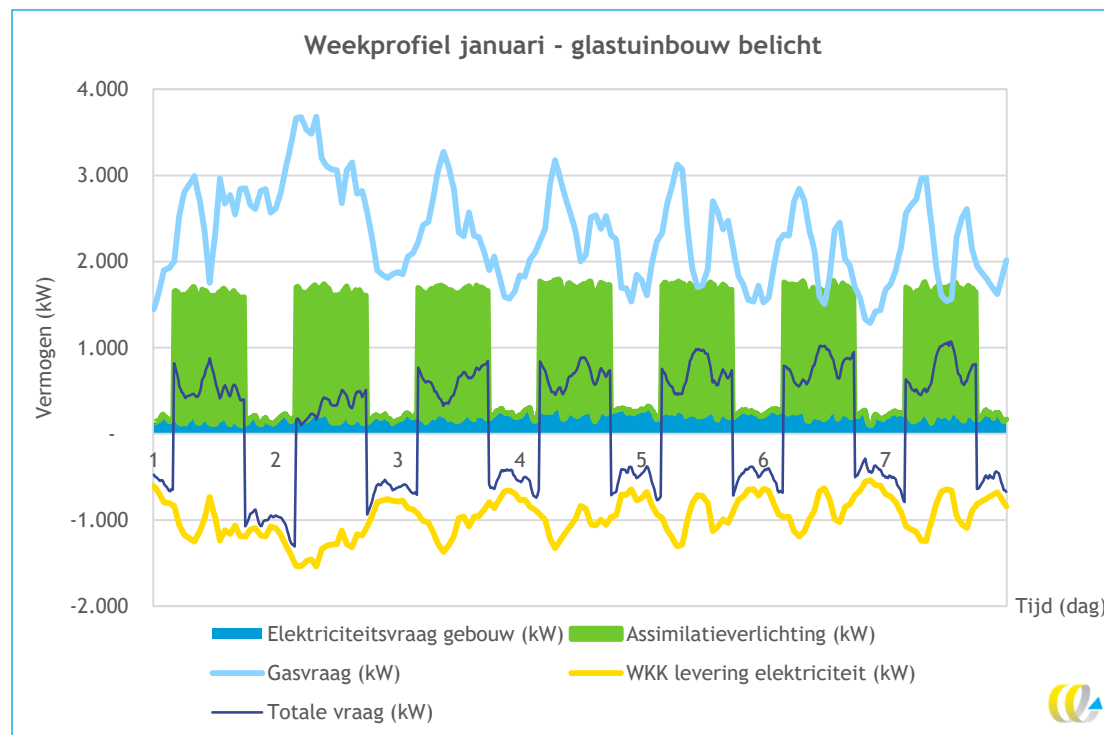
In Figuur 99 zijn de elektriciteitsprofielen voor deze casus geplot voor een heel jaar van januari t/m december. Het warmteprofiel is de gasvraag (in kWh), welke wordt ingevuld door de combinatie van de wkk en warmtepompen. Op basis van energieprijzen (afweging tussen gas, CO₂ en dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen) wordt in het model bepaald of de wkk of de warmtepomp de warmte levert. Deze piekt aan het begin en einde van het jaar (winter) en is het laagste in het midden van het jaar (Bokhoven et al.). De normale elektriciteitsvraag heeft een redelijk constant profiel, met als uitzondering de eerste paar maanden van het jaar.

Figuur 99 - Elektriciteitsvraag van glastuinbouw in een heel jaar. De geëlektrificeerde gasvraag is 70% van de gasvraag zonder elektrificatie van de warmtevoorziening. De overige 30% van de originele gasvraag wordt met de wkk omgezet in warmte, elektriciteit en CO₂..

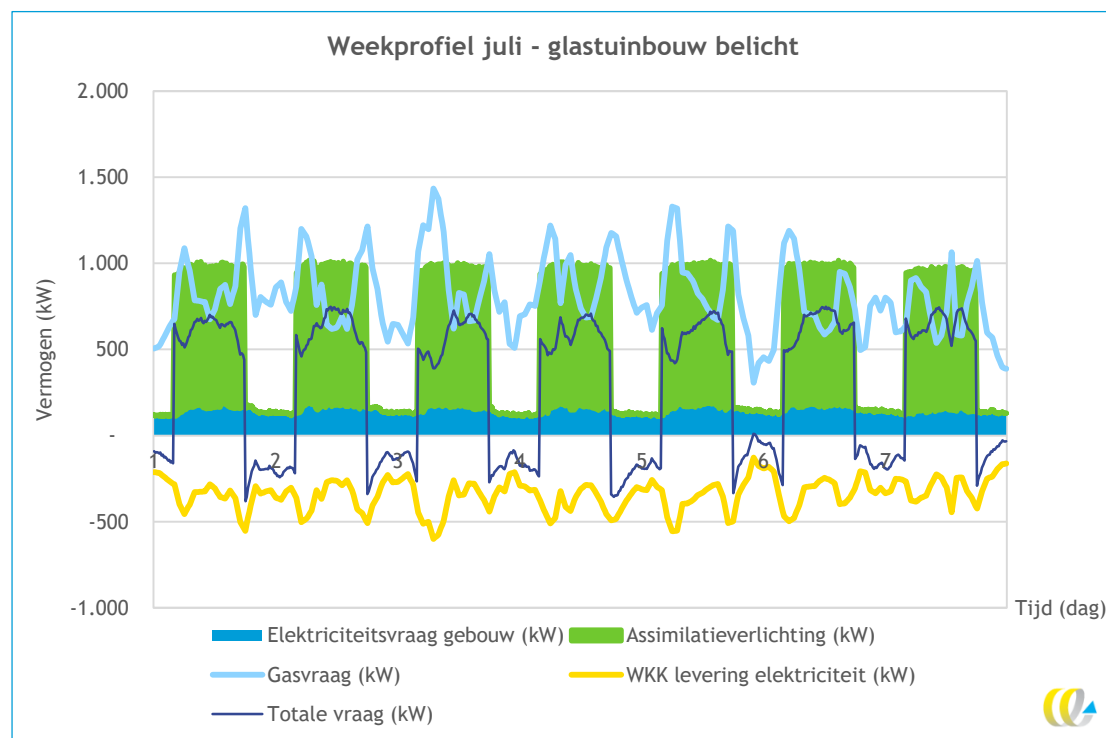


Figuur 100 toont de elektriciteitsvraag voor de eerste week van januari. De elektriciteitsvraag is zeer volatiel, en heeft geen duidelijk dag-nachtritme. De geëlektrificeerde gasvraag heeft ook geen duidelijk dag-nachtritme. Dit kan duiden op mogelijkheden voor flexibiliteit in de processen bij glastuinbouwers.

Figuur 100 - Elektriciteitsvraag van glastuinbouw in de eerste week van januari



Figuur 101 - Elektriciteitsvraag van glastuinbouw in de eerste week van juli



Flexibiliteit elektriciteit

Het elektriciteitsverbruik in de glastuinbouw zit in verschillende processen. In de erkende maatregelenlijst (EML) glastuinbouw zijn deze opgedeeld in drie categorieën: faciliteiten, processen, gebouw. In deze casus met belichte kassen, is de verlichting een van de grootste energieverbruikers. Dit blijkt uit het grote verschil tussen elektriciteitsverbruik bij onbelichte kassen (32 kWh/m²) en belichte kassen (179 kWh/m²) (Berenschot & Kalavasta, 2024). Daarnaast is de warmtepomp ook een grote verbruiker van stroom. In de onderstaande tekst geven we per proces aan hoe we de flexibiliteit meenemen in het model:

- **Warmtevraag met warmtepompen of wkk op basis van energieprijzen:** De warmtevraag kan flexibel worden ingevuld met wkk of warmtepompen. Op basis van de goedkoopste energieprijzen, van elektriciteit of gas, wordt bepaald welke warmtebron de warmte levert. Hierdoor is de warmtelevering met warmtepompen flexibel.
- **Geëlektrificeerde warmtevraag met warmtepompen:** kan met 4 uur naar voren in de tijd worden gehaald. Dit betreft dus elektriciteitsvraag van de luchtwarmtepompen. We nemen aan dat er via buffersystemen warmte kan worden opgeslagen en op de juiste momenten worden afgegeven. We nemen aan dat de flexibiliteit 100%; de volledige warmtevraag kan verplaatst worden. Dit vereist dus ook een grotere warmtepomp.
- **Assimilatieverlichting:** Flexibiliteit in de aansturing van groeilampen in een tuinbouwkas is mogelijk. Na gesprekken met energie-experts binnen de glastuinbouw, schatten we in dat de verlichting 3 uur eerder en later in de tijd verschoven kan worden. We gaan uit van een vraag

De reguliere elektriciteitsvraag is voor deze casus niet flexibel. Het reguliere elektriciteitsverbruik zit in pompen, klimaatbeheersing, irrigatie, sensoren, logistieke apparatuur, etc.

A.10.3 Bedrijfskenmerken

Het bedrijf wat we voor deze casus aannemen is een glastuinbouwbedrijf, met 3 hectare glas. Het betreft een onbelichte kas, met een gemiddelde energievraag en met een hoge CO₂-vraag (bedrijfstype 'GO hoog' in het onderzoek van Berenschot en Kalavasta). Ongeveer 1/3 van het totale oppervlakte van de glastuinbouwsector betreft dit type bedrijf (Berenschot & Kalavasta, 2024). Vanwege het hoge energieverbruik en functie van de wkk's bij glastuinbouwers voor flexibiliteit van elektriciteit, gaan we ervan uit dat het kennis-niveau binnen deze organisaties hoog is.

Tabel 91 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	20-50
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Onbekend
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Hoog, energie is zeer belangrijk voor de businesscase
Oppervlakte gebouw	40.000 m ² /4 hectare

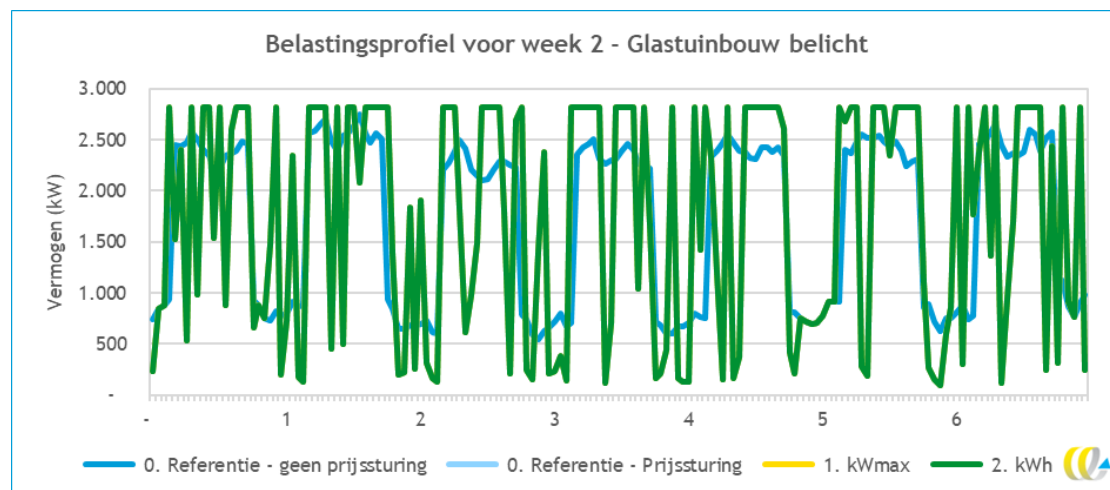
A.10.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

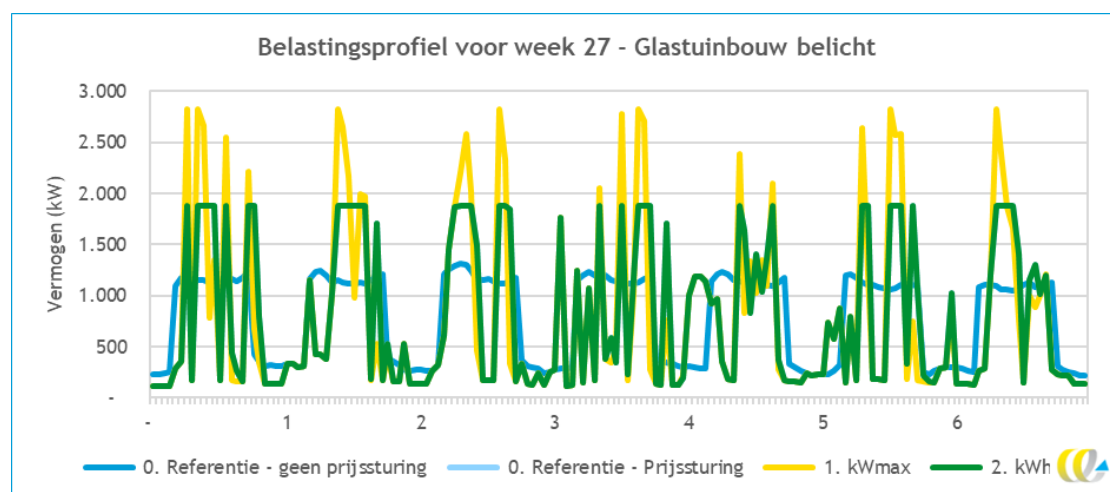
In de elektriciteitsvraag van de glastuinbouw zien we in de winter heel duidelijk het profiel van de warmtepomp op elk moment met daarnaast heel sterk de verlichting. In de zomer ligt de warmtevraag significant lager, waardoor het vermogen overdag ook lager is. De energiekostensturing op de energieprijzen zien we een verplaatsing in een gedeelte van de verlichting. De sturing op tijdsafhankelijke kWh- of kW-max-tariefvariant leidt niet tot een verschuiving van de elektriciteitsvraag voor de voorbeeldweek in januari.

In de week in juli zien we een duidelijk effect van sturing op de elektriciteitsprijzen. De tijdsafhankelijke kWh-nettariefcomponent resulteert niet in een verplaatsing van de elektriciteitsvraag, waardoor de lijnen overlappen. De tijdsafhankelijke kW-max-tariefvariant leidt wel tot een verschuiving in elektriciteitsvraag. Op momenten met lage wegingsfactoren wordt het aantrekkelijk om hogere piekbelasting te realiseren op het net. Dit zien we in de winter niet gebeuren, omdat dan het kW-contract overschreden zou worden en een hoger kW-contract niet kosteneffectief is.

Figuur 102 - Belastingsprofiel voor week 2 in januari - glastuinbouw belicht. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



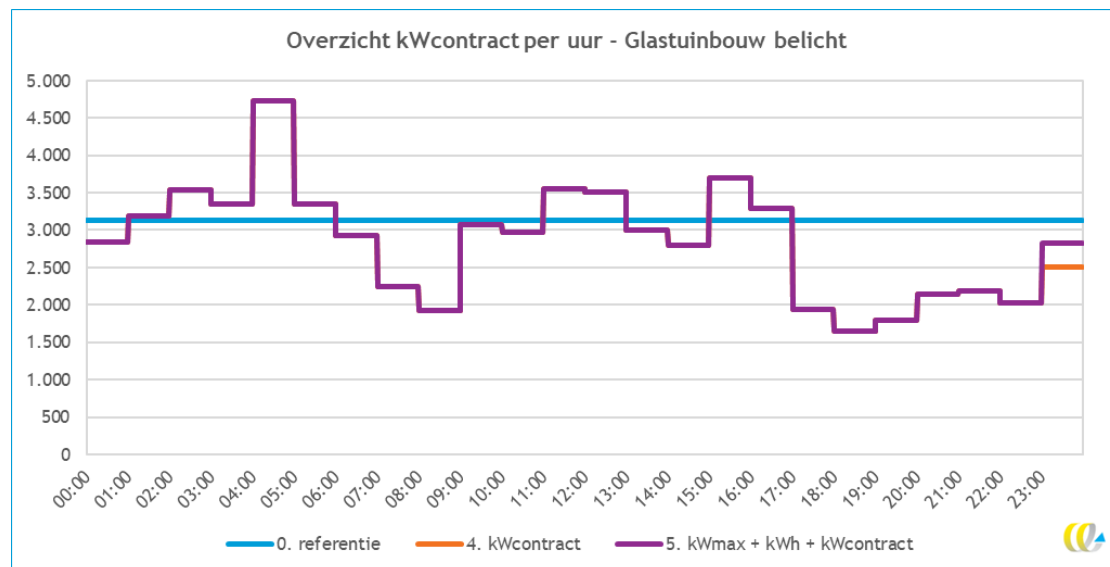
Figuur 103 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - glastuinbouw belicht. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Het tijdsafhankelijke kW-contract-profiel laat een vrij constant profiel zien: de warmtepomp en verlichting worden op verschillende momenten ingezet. De momenten met lage wegingsfactoren kennen een hoger gecontracteerd vermogen. De ochtend- en avondpiek kennen een lagere contractwaarde, vanwege de hoge kosten. De flexibiliteit van de verlichting wordt dan ingezet om op die momenten minder vermogen af te nemen.

Figuur 104 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - glastuinbouw belicht. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

De resultaten van de piekvraag en gemiddelde kW-max zijn weergegeven in Tabel 92. Het sturen in de referentie op elektriciteitsprijzen en nettarieven resulteert al in een piekverlaging van 10%. Ook de gemiddelde kW-max is de piekbelasting lager doordat in de wintermaanden pieken naar beneden worden gedrukt. Bij een tijdsafhankelijke kW-contract zien we echter een fors hogere piekbelasting, ook ten opzichte van de referentie zonder energiekostensturing. Dit komt doordat in de wintermaanden op momenten met lage wegingsfactoren alle elektriciteitsvraag wordt geconcentreerd.

Tabel 92 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

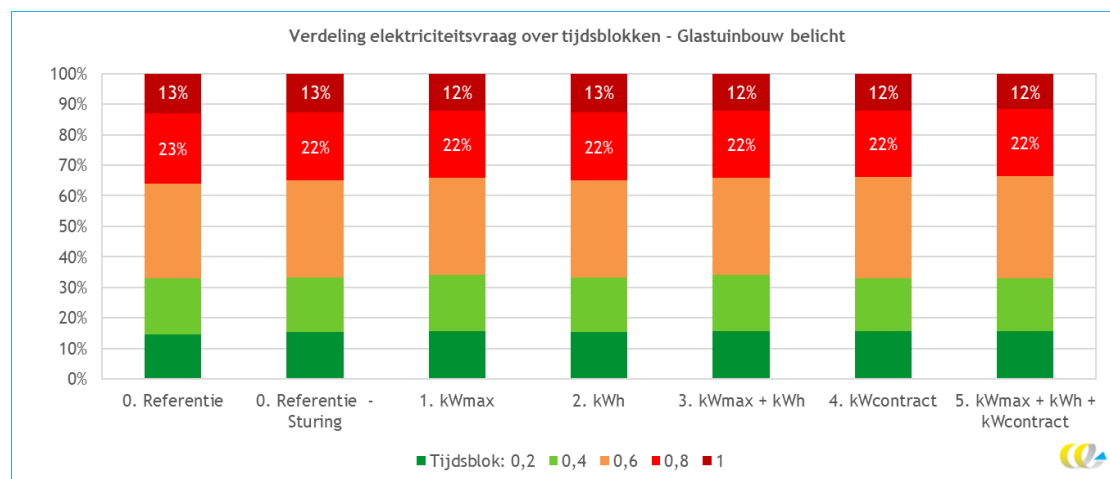
Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW- max + kWh	4. kW- contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	3.132	2.823	2.823	2.823	2.823	4.732	4.732
Verandering absolute piek		-10%	-10%	-10%	-10%	51%	51%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Het sturen op elektriciteitsprijzen en nettarieven in de referentie resulteert in een toename van elektriciteitsvraag op piekmomenten (tijdsblok 0,8 en 1,0) van 1%. Dezelfde toename in piekverbruik zien we bij de tariefvariant met kWh. Echter, het introduceren van de andere tijdsafhankelijke nettarieven resulteert in een verplaatsing van 2% van de elektriciteitsvraag naar lagere tijdsblokken. De tijdsafhankelijke kW-max en kW-contract resulteren dus wel in een kleine verplaatsing van de elektriciteitsvraag naar net-gunstige momenten. De absolute piek neemt op sommige momenten toe doordat het kW-contract relatief goedkoop is op momenten met lagere wegingsfactoren, en hierdoor wordt

verplaatsing naar die momenten ook goed mogelijk. Variant 5 heeft het grootste effect van 2,5% verschuiving van piekmomenten naar momenten met lagere wegingsfactoren.

Figuur 105 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Glastuinbouw belicht

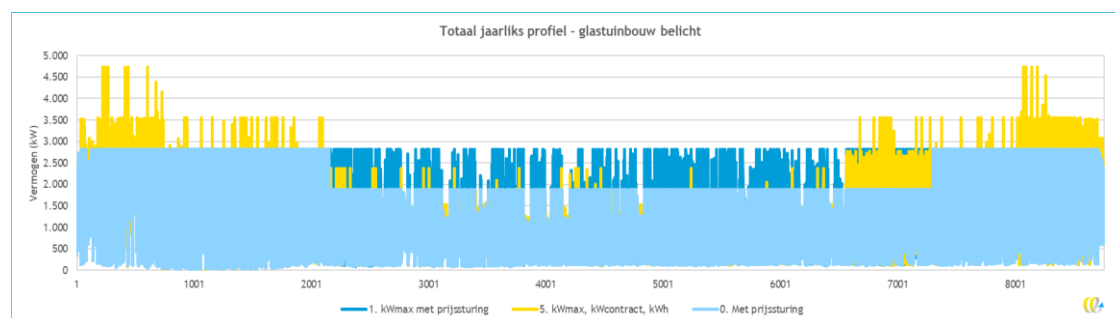


Voor additioneel begrip is in Figuur 106 het vermogen weergegeven voor het volledige jaar. In lichtblauw is de referentie met energiekostensturing weergegeven. Er wordt in de wintermaanden geoptimaliseerd op een kW-max van 2.800 kW, maar in de zomer op een veel lagere waarde 1.800 kW omdat er minder warmtevraag is. Op die momenten drukken de nettarieven de netbelasting naar beneden.

Bij tijdsafhankelijke kW-maxtarieven (geel) is de gewogen netbelasting lager in de zomer, tot wel 1.500 kW. Echter biedt het tijdsafhankelijke nettariaf extra ruimte om op momenten met een lage wegingsfactor extra stroom af te nemen tot de grens van het gecontracteerd vermogen.

Als het kW-contract ook tijdsafhankelijk is, wordt het wel aantrekkelijk om op specifieke momenten extra vermogen af te nemen. Dit zien we vooral in de wintermaanden wanneer er hogere piekbelasting afgenomen wordt, maar wel op momenten met een lagere wegingsfactor. Wat echter wel opvalt, is dat in die maanden de kW-maxwaarde hoger is; 3.500 kW in december en januari. Die maanden is optimaliseren op een hogere kW-maxwaarde kosteneffectiever. Dit effect zien we ook bij variant 4 waarin alleen het kW-contract tijdsafhankelijk is. Het kW-contract is daarmee dus de meest limiterende factor.

Figuur 106 - Resultaat over hele jaar van uurlijkse elektriciteitsvraag voor vier varianten: 0. Huidig nettariaf met energiekostensturing, 0. Huidig nettariaf geen energiekostensturing, 1. Tijdsafhankelijke kW-max met energiekostensturing en 5. Tijdsafhankelijke kW-contract, kW-max en kWh.

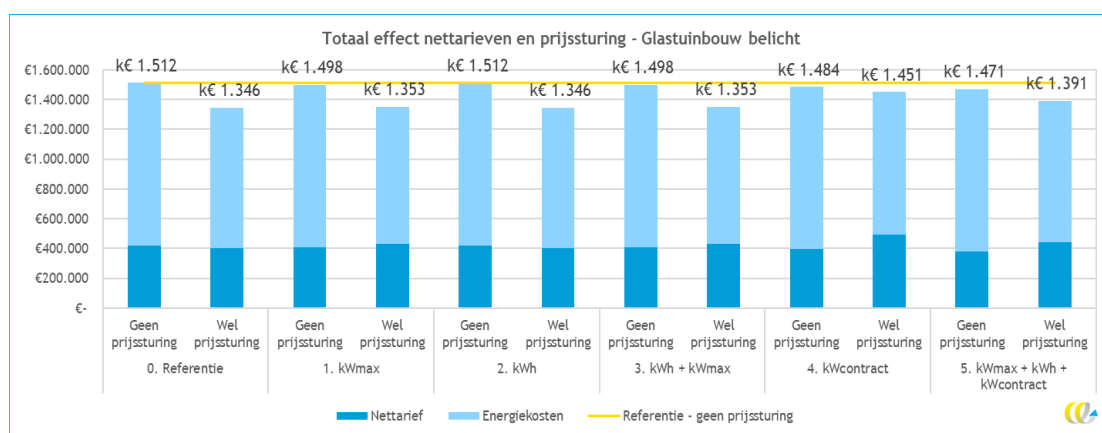


A.10.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

In de referentie bestaan de energiekosten voor € 420.000 uit nettatarief en € 1.090.000 uit elektriciteitskosten in 2030. De nettarieven zijn daarmee zo'n 28%. Geen enkele tariefvariant resulteert in een verhoging van de elektriciteitskosten, ook niet zonder energiekostensturing. Deze casus kent een vermogen groter dan 2 MVA en betaalt daarom geen kWh-nettariefcomponent, waardoor tijdsafhankelijkheid daar geen effect kent.

Het sturen op elektriciteitskosten (nettatarief en day-aheadprijzen) resulteert in een kostenvoordeel van zo'n 11% voor variant 0 en 1 (resultaten van 2 en 3 zijn gelijk aan variant 0 en 1 respectievelijk). Het relatieve kostenvoordeel is het kleinste bij de tariefvariant kW-contract. In variant 4 is het kostenvoordeel 2,5% en in variant 5 is dit 5%.

Figuur 107 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Glastuinbouw belicht



A.10.6 Conclusie casus

De elektriciteitsvraag wordt voor deze casus bepaald door de warmtepomp en de belichting van de kas, en daarmee is een groot gedeelte van de elektriciteitsvraag flexibel. De flexibiliteit is wel beperkt tot verschuiving van enkele uren. Het sturen van de flexibiliteit heeft slecht een beperkte positieve netimpact van zo'n 1% in de huidige situatie, wat verhoogd kan worden tot 2-2,5% met de introductie van tijdsafhankelijke nettarieven.

Voor deze casus blijkt geen risico op onevenredige kosten; bij tijdsafhankelijke nettarieven en geen energiekostensturing blijven de kosten minstens gelijk. Energiekostensturing kan zo'n 5-11% besparing op de energiekosten realiseren; het kostenvoordeel neemt echter af bij de varianten met een tijdsafhankelijke kW-contract. De sector verwacht te kunnen acteren op de nettarieven met de belichting en de warmtepomp.

Tabel 93 - Uiteindelijke score casus: Glastuinbouw belichte kas

Casus	Omvang sector	Flexibiliteit aanwezig	Geen risico hogere kosten	Voordeel energiekostensturing	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Perceptie tijdsafhankelijke nettarieven
Glastuinbouw belichte kas	4	4	5	3	1	2	3

A.11 Glastuinbouw onbelichte kas

A.11.1 Beschrijving casus

De glastuinbouwsector omvat de teelt van gewassen (zoals groenten, bloemen en planten) in kassen, waar temperatuur, licht, CO₂ en vochtigheid gereguleerd worden om optimale groeiomstandigheden te creëren. Nederland heeft een toonaangevende glastuinbouwsector, mede door technologische innovatie en exportgerichtheid. Deze sector bestaat uit 3.300 bedrijven ([glastuinbouw Nederland](#)), en draagt 1% bij aan het BBP ([Glastuinbouw Nederland](#)).

Voor deze casus van de glastuinbouw beschouwen we een bedrijf met een onbelichte kas, met een gemiddelde energievraag en hoge CO₂-vraag. Ongeveer 2/3 van het sectorale oppervlakte betreft een onbelichte kas (Berenschot & Kalavasta, 2024). De casus betreft een kas van 40.000 m² gebruiksoppervlakte. Voor het elektriciteits- en warmtegebruik nemen wij kentallen over voor een onbelichte kas met een hogere CO₂-vraag, 'GO hoog' uit de vermelde studie (Berenschot & Kalavasta, 2024). De warmtevraag wordt ingevuld door de wkk wanneer gas het goedkoopste is, en door warmtepompen met elektriciteit wanneer elektriciteit de meest kostenefficiënte energiebron is. De wkk heeft een elektrisch rendement van 42% en een thermisch rendement van 50%. De opwekking van elektriciteit uit de wkk wordt in mindering gebracht op de netafname.

A.11.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 94 staan de energetische gegevens van de glastuinbouwkas. Dit bedrijf is aangesloten op een 50/10 kV of 50/20 kV station met een AC 6b aansluiting. Voor deze casus nemen we aan dat er geen zon-pv-opwek is. De dimensionering van de wkk is bepaald op basis van het gegeven dat deze de volledige warmtevraag kan invullen. De referentiesituatie gebruiken we om het jaarlijkse energieverbruik te bepalen.

Tabel 94 - Energetische gegevens van het gebouw van de casus 'glastuinbouw onbelichte kas'. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

Energetische gegevens glastuinbouw onbelicht	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag			
Elektriciteitsvraag per m ²	32,0	kWh/m ²	GO Hoog, (Berenschot & Kalavasta, 2024)
Gasvraag per m ²	36,7	m ³ /m ²	GO Hoog, (Berenschot & Kalavasta, 2024)
Ruimteverwarming techniek	Wkk (100%)	-	Aanname
Vermogen wkk-input totaal	4.430	kW	Aanname
Vermogen wkk-input totaal per hectare	1.110	kW/ha	Aanname
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag			
Oppervlakte glastuinbouwkas	40.000	m ²	Aanname
kW-contract (incl. wkk-levering)	1.500	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ² *	61,1	kWh/m ²	Berekening
Warmtevraag per m ²	323	kWh/m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag (excl. wkk-levering) *	2.445.000	kWh	Berekening

Energetische gegevens glastuinbouw onbelicht	Waarde	Eenheid	Bron
Ruimteverwarming techniek	Wkk en luchtwater-warmtepompen	-	Aanname
Vermogen wkk-input totaal	4.430	kW	Berekening
Vermogen wkk-input totaal per hectare	1.110	kW/ha	Berekening
Oppervlakte zon-pv	-	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	-	kWh	Berekening

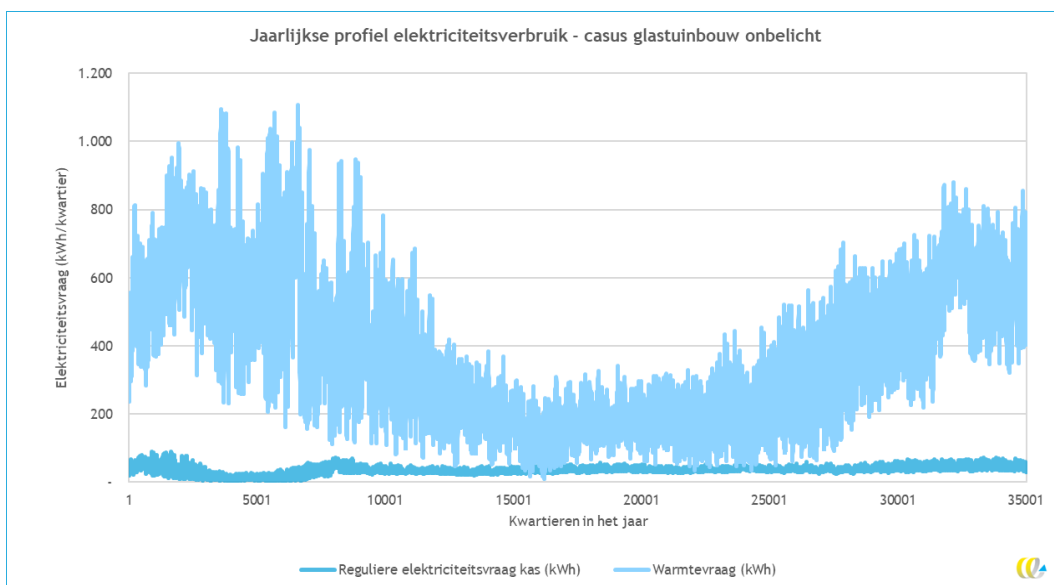
* Als 70% van de warmtevraag met warmtepompen wordt ingevuld.

De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

- Elektriciteitsprofiel:
 - KO glastuinbouw.
 - Aantal datasets: 42.
- Gasprofiel:
 - SBI 1192. Teelt van snijbloemen en snijheesters onder glas.
 - Aantal datasets: 62.

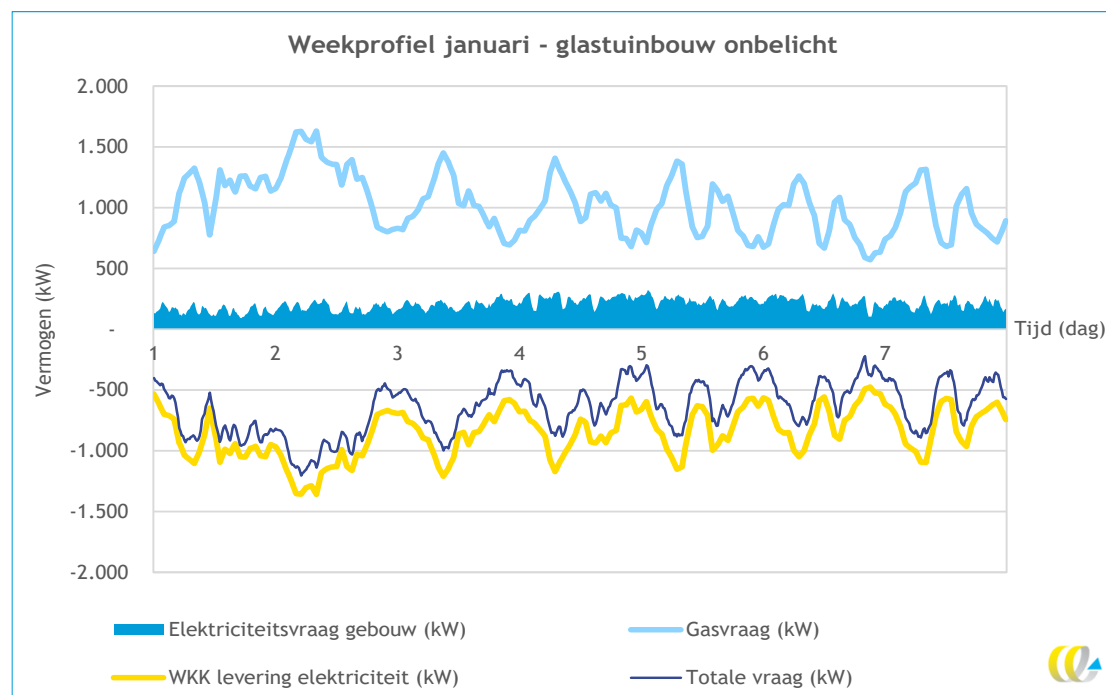
In Figuur 108 zijn deze profielen voor deze casus geplot voor een heel jaar van januari t/m december. Het warmteprofiel is de gasvraag (in kWh), welke wordt ingevuld door de combinatie van de wkk en warmtepompen. Op basis van energieprijzen wordt in het model bepaald of de wkk of de warmtepomp de warmte levert. Het warmteprofiel piekt aan het begin en einde van het jaar (winter) en is het laagste in het midden van het jaar (Bokhoven et al.). De normale elektriciteitsvraag heeft een redelijk constant profiel, met als uitzondering de eerste paar maanden van het jaar.

Figuur 108 - Elektriciteitsvraag van glastuinbouw in een heel jaar. De warmtevraag is de totale gasvraag omgezet in kWh. Deze kan worden ingevuld door de wkk of warmtepompen. Bij warmtepompen zal de COP ervoor zorgen dat per kWh warmtevraag er minder kWh aan elektriciteit nodig is.

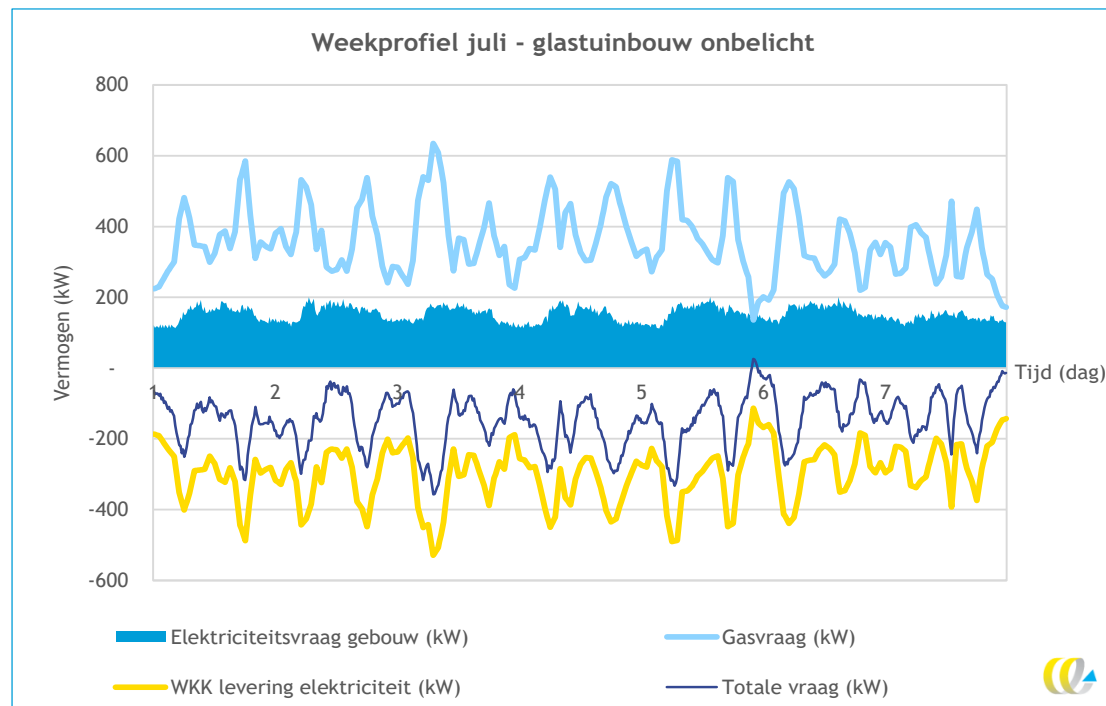


Figuur 109 toont de elektriciteitsvraag voor de eerste week van januari. De elektriciteitsvraag is zeer volatiel, en heeft geen duidelijk dag-nachtritme. De geëlektrificeerde gasvraag heeft ook geen duidelijk dag-nachtritme.

Figuur 109 - Elektriciteitsvraag van glastuinbouw in de eerste week van januari



Figuur 110 - Elektriciteitsvraag van glastuinbouw in de eerste week van juli. De geëlektrificeerde gasvraag bestaat uit 70% van de inschatting de huidige gasvraag.



Flexibiliteit elektriciteit

Bij de glastuinbouw casus onbelicht nemen we een aantal soorten flexibiliteit aan:

- **Warmtevraag met warmtepompen of wkk op basis van energieprijzen:** De warmtevraag kan flexibel worden ingevuld met wkk of warmtepompen. Op basis van de goedkoopste energieprijzen, van elektriciteit of gas, wordt bepaald welke warmtebron de warmte levert. Hierdoor is de warmtelevering met warmtepompen flexibel.
- **Geëlektrificeerde warmtevraag met warmtepompen:** kan met 4 uur naar voren in de tijd worden gehaald. Dit betreft dus elektriciteitsvraag van de luchtwarmtepompen. We nemen aan dat er via buffersystemen warmte kan worden opgeslagen en op de juiste momenten worden afgegeven. We nemen aan dat het volledige vermogen gestuurd kan worden.

De reguliere elektriciteitsvraag is voor deze casus niet flexibel. Het reguliere elektriciteitsverbruik zit in pompen, klimaatbeheersing, irrigatie, sensoren, logistieke apparatuur, etc.

A.11.3 Bedrijfskenmerken

Het bedrijf wat we voor deze casus aannemen is een glastuinbouwbedrijf, met 3 hectare glas. Het betreft een onbelichte kas, met een gemiddelde energievraag en met een hoge CO₂-vraag (bedrijfstype 'GO hoog' in het onderzoek van Berenschot en Kalavasta). Ongeveer 1/3 van het totale oppervlakte van de glastuinbouwsector betreft dit type bedrijf (Berenschot & Kalavasta, 2024). Vanwege het hoge energieverbruik en functie van de wkk's bij glastuinbouwers voor flexibiliteit van elektriciteit, gaan we ervan uit dat het kennisniveau binnen deze organisaties hoog is.

Tabel 95 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	20-50
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Onbekend
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Hoog, energie is zeer belangrijk voor de businesscase
Oppervlakte gebouw	40.000 m ² / 3 hectare

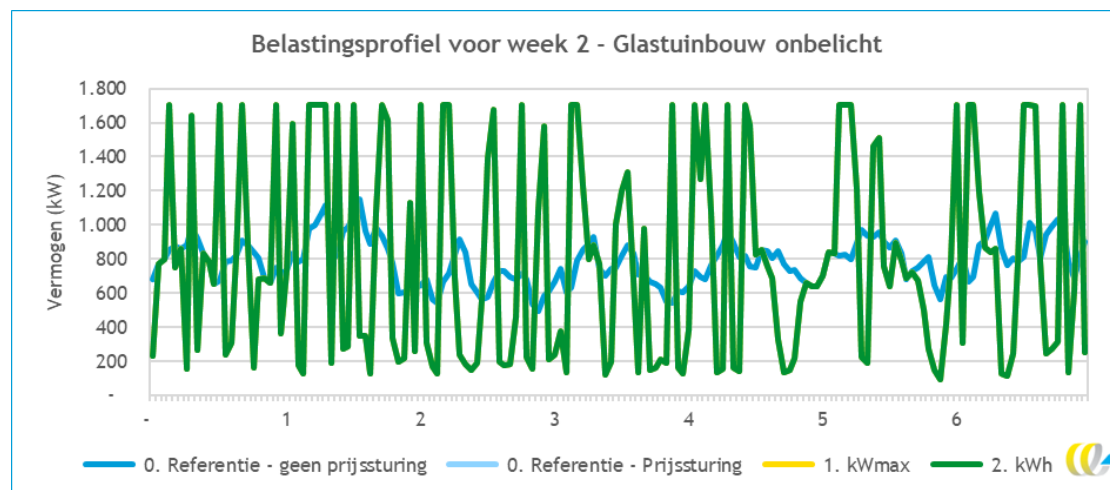
A.11.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

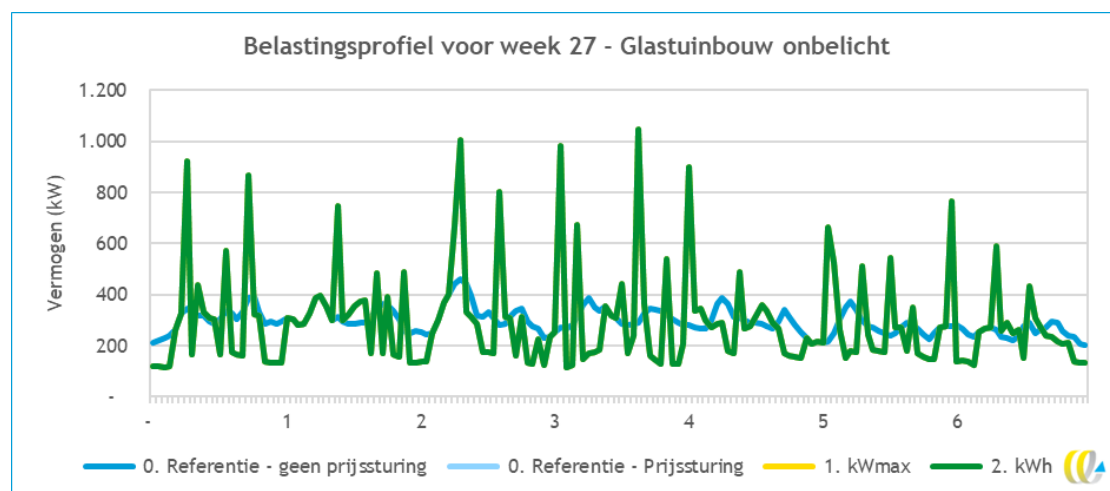
In de elektriciteitsvraag van de glastuinbouw zien we in de winter heel duidelijk het profiel van de warmtepomp op elk moment met daarnaast heel sterk de verlichting. In de zomer ligt de warmtevraag significant lager, waardoor het vermogen overdag ook lager is. De energiekostensturing op de energieprijzen zien we een verplaatsing in een gedeelte van de verlichting. De sturing op tijdsafhankelijke kWh- of kW-max-tariefvariant leidt niet tot een verschuiving van de elektriciteitsvraag voor de voorbeeldweek in januari.

In de week in juli zien we een duidelijk effect van sturing op de elektriciteitsprijzen. De tijdsafhankelijke kWh-nettariefcomponent resulteert niet in een verplaatsing van de elektriciteitsvraag, waardoor de lijnen overlappen. De tijdsafhankelijke kW-max-tariefvariant leidt ook niet tot een verschuiving; de elektriciteitsvraag wordt vanwege de elektriciteitsprijzen al gestuurd naar momenten met een lage wegingsfactor; vooral in de nacht.

Figuur 111 - Belastingsprofiel voor week 2 in januari - Glastuinbouw onbelicht. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



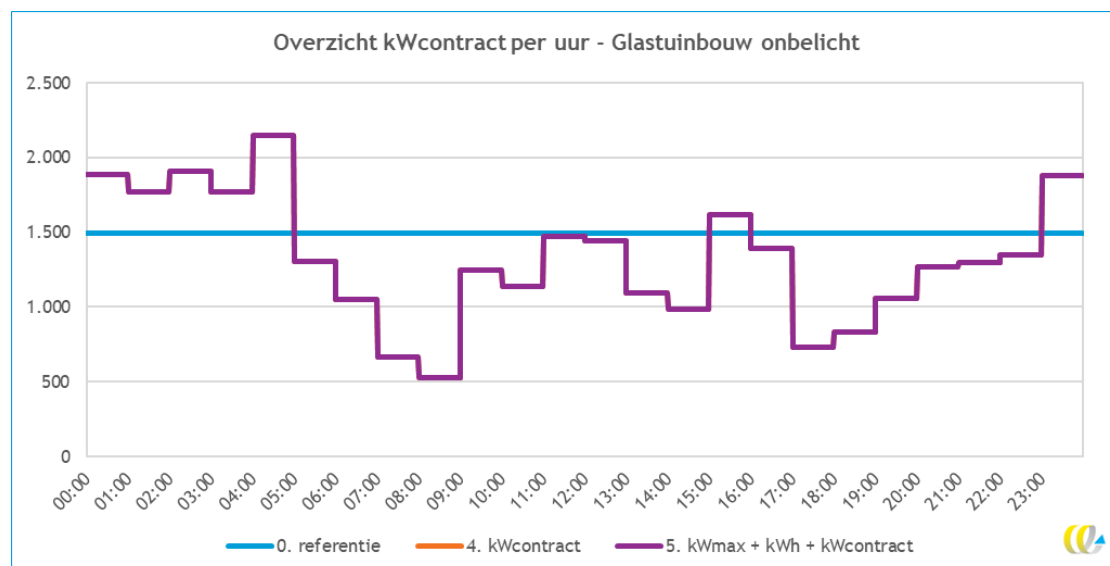
Figuur 112 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - Glastuinbouw onbelicht. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Het gecontracteerd vermogen bij tijdsafhankelijke nettarieven laat een profiel zijn dat sterk beïnvloed wordt door de wegingsfactoren. Er is minder gecontracteerd vermogen in de ochtend- en avondpiek.

Figuur 113 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - Glastuinbouw onbelicht. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract maakt het aantrekkelijk om hogere piekbelasting te realiseren. We zien dit effect (vergelijkbaar als bij glastuinbouw belicht) vooral ontstaan in de wintermaanden. Vanwege de tijdsafhankelijkheid wordt het aantrekkelijk om een hoger vermogen af te nemen op piekmomenten. Dit vindt vooral plaats in de wintermomenten als er veel warmtevraag is die de warmtepomp moet invullen. In onze modellering rekenen we met een grens naar het MS-net van 1.700 kW (2.000 kVA). Dat betekent dat deze casus met sturing op de energieprijzen het kosteneffectief wordt om hogere pieken te contracteren, en dus aangesloten wordt met een aansluiting groter dan 2.000 kVA en daardoor geen kWh-nettarief meer betaalt.

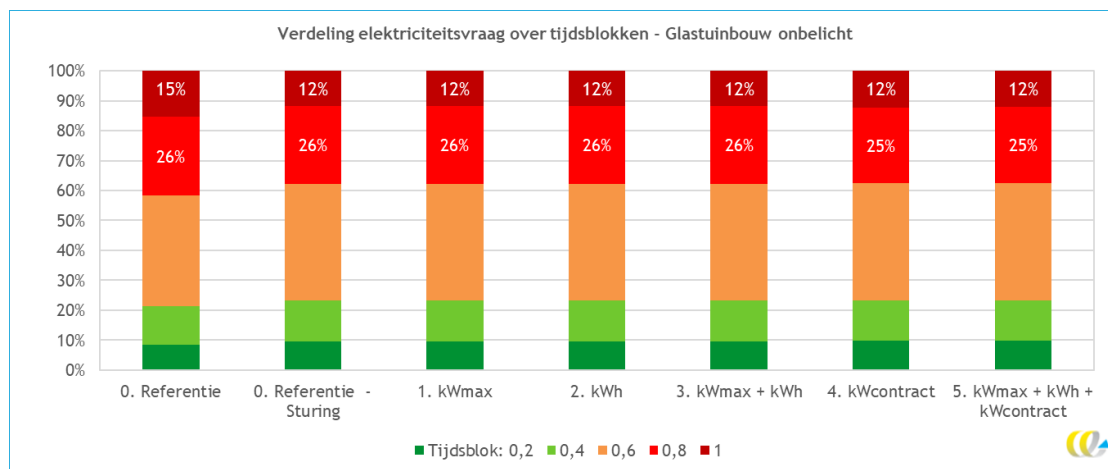
Tabel 96 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	1.490	1.706	1.706	1.706	1.706	2.145	2.145
Verandering absolute piek door energiekostensturing		14%	14%	14%	14%	44%	44%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Door te sturen op de huidige nettarieven en elektriciteitsprijzen neemt het elektriciteitsverbruik gedurende piekmomenten af. We zien een verplaatsing van tijdsblok 1 naar 0,8 en van 0,8 naar 0,6. De reductie in tijdsblok 0,8 en 1,0 is zo'n 3%. Met het toevoegen van tijdsafhankelijke kW-max en kWh vindt er beperkt extra verschuiving plaats naar momenten met lagere wegingsfactoren. Het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract leidt wel tot een afname van het verbruik in tijdsblok 0,8 en 1; de afname in verbruik op die momenten is 4,3%.

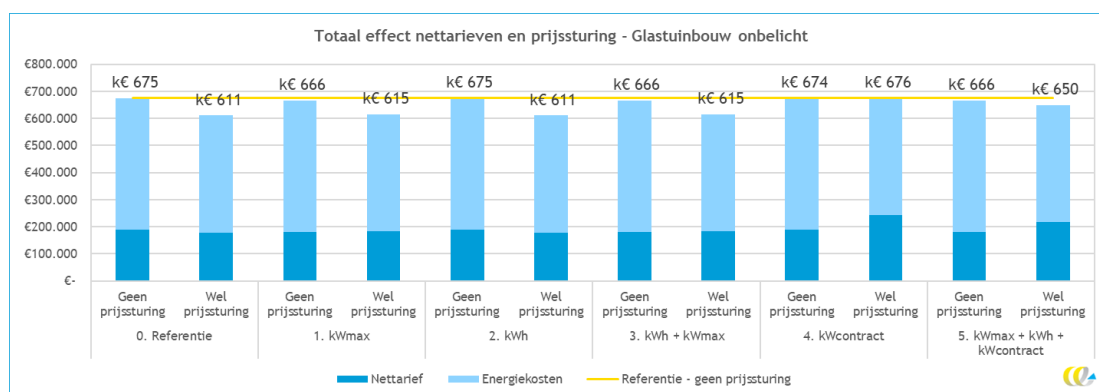
Figuur 114 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Glastuinbouw onbelicht



A.11.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

De totale elektriciteitskosten zijn € 675.000 waarvan €190.000 voor het nettatarief (28%). Het sturen op totale prijzen levert een kostenvoordeel op van zo'n 10%. Deze kostenreductie bestaat uit lagere nettarieven en vooral lagere energiekosten. Met de introductie van tijdsafhankelijke nettarieven zien we geen groot risico op hogere netkosten; er is een beperkte verschuiving in de kosten in de situatie met energiekostensturing. Met energiekostensturing is het voordeel bij het huidige tarief en de tijdsafhankelijke kW-max grofweg gelijk. Bij de variant met kW-contract is het sturen op prijzen minder aantrekkelijk en blijven de financiële resultaten gelijk. Bij variant 5 is er een beperkt voordeel van energiekostensturing zo'n 2,5%. De introductie van tijdsafhankelijke nettarieven maakt het flexibel sturen van energievraag minder kosteneffectief.

Figuur 115 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Glastuinbouw onbelicht



A.11.6 Conclusie casus

De warmtepomp van de glastuinbouw is behoorlijk flexibel, daarnaast is er een wkk die ook elektriciteit kan leveren op momenten wanneer nodig voor flexibiliteit (naast operationalisering voor tuinder zelf). Uit de analyses blijkt geen risico op hogere kosten met de introductie van tijdsafhankelijke nettarieven. Wat daarnaast blijkt, is dat het flexibel sturen op energiekosten in de referentie, al best veel voordeel oplevert (zo'n 9%). Dit

voordeel voor energiekostensturing is gelijk bij de tijdsafhankelijke kW-max. Het voordeel voor energiekostensturing is echter significant kleiner bij een tijdsafhankelijk kW-contract. De sector verwacht een beperkte hoeveelheid flexibiliteit, in de vorm van de warmtepomp, energiekostengestuurd in te zetten.

Tabel 97 - Uiteindelijke score casus: Glastuinbouw onbelichte kas

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariief- kosten (zonder energie- kosten- sturing)	Voordeel energiekosten -sturing (nettariief en uurlijkse elektriciteits- prijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteits- vraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Glastuinbouw onbelichte kas	3	3	3	3	1	1	2

A.12 Batterij

A.12.1 Beschrijving casus

Een batterijsysteem wordt ontwikkeld voor het opslaan van (zelfgeproduceerde) elektriciteit en handel van elektriciteit op verschillende markten. In deze studie gaan we niet uit van een batterij die achter-de-meter wordt gerealiseerd als oplossing voor netcongestie; deze batterij zal namelijk primair voor dat doel ingezet worden en niet beïnvloed worden door tijdsafhankelijke nettarieven. Ander type batterijen dat veel gerealiseerd worden in de netten van de regionale netbeheerders zijn batterijen bij zon- en windparken. Enkele relevante publieke projecten zijn (lijst is niet alles omvattend):

- Sellinger is een 41 MW zonnepark met 15 MW/30MWh batterij ([weblink Sellinger](#)).
- Novar ontwikkelt 5 MW/5 MWh batterij bij 17 MW zonnepark ([weblink Novar](#)).
- Zonneweide Hobertsveld omvat een 16 MW zonnepark met 10 MW/40 MWh batterij ([weblink Hobertsveld](#)).
- Powerfield ontwikkelt een 28 MW/52 MWh batterij bij een 28 MW zonnepark ([weblink Powerfield](#)).
- Kroegorspolder: 44 MW wind, 70 MW zon en 10 MW batterij ([weblink Kroegorspolder](#)).
- Engie bouwt een 35 MW/100 MWh batterij bij een 32 MW zonnepark en gascentrale ([weblink Engie](#)).

A.12.2 Energetische gegevens

Batterij

In overleg met branchevereniging ESNL en haar leden is tot de volgende casus gekomen:

- 5 MW/20 MWh batterij; deze kan dus vier uur langer elektriciteit opnemen en leveren.
- Colocatie met zonnepark van 10 MWpiek, met een omvormer van 5 MW in lijn met huidige SDE++-richtlijn.
- De aansluiting is 5 MW met een contractvermogen van afname van 5 MW voor de batterij.
- De batterij heeft een round-trip efficiency van 85%.
- De batterij is vrijgesteld van energiebelasting, behalve voor de energieverliezen.

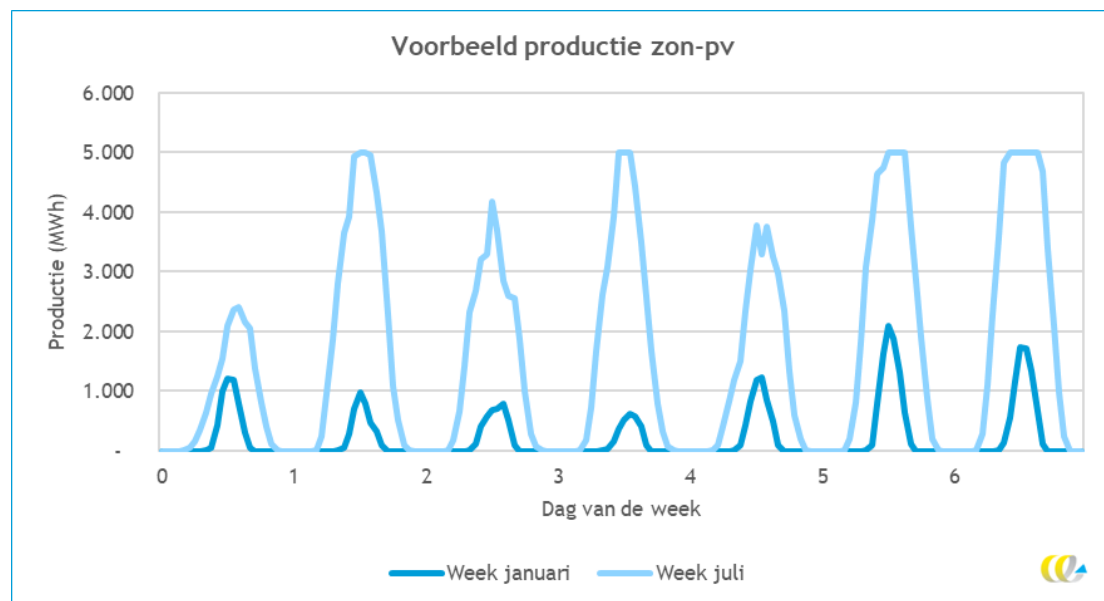
Flexibiliteit elektriciteit

De inzet van de batterij baseren we op de day-aheadmarkt; in lijn met de andere casussen hanteren we hiervan de uurlijkse prijzen waarvoor de batterij kan opladen en leveren. De batterij kan daarnaast acteren op andere markten zoals de passieve onbalans, FCR, aFRR en mFRR. Voor deze markten zullen we kwalitatief de effecten van tijdsafhankelijke nettarieven beschouwen.

Zonnepark

Het zonnepark kent dus een vermogen van 10 MW en omvormervermogen van 5 MW, in lijn met huidige SDE++-richtlijnen. Het kent daarmee bij 1.300 vollasturen ten opzichte van het omvormervermogen. Het productieprofiel voor een week in januari en juli is opgenomen in Figuur 116.

Figuur 116 - Voorbeeld productie zon-pv met productie per uur voor week in januari en juli



A.12.3 Bedrijfskenmerken

De batterijprojecten worden vaak ontwikkeld door grootschalige projectontwikkelaars met een portefeuille van verschillende projecten. Dit zijn dan bijvoorbeeld energieleveranciers, ontwikkelaars van zon- en windprojecten of specifieke batterijpartijen. Deze partijen hebben dus een hoog kennisniveau en energie is de corebusiness van het bedrijf.

Tabel 98 - Bedrijfskenmerken gebouw

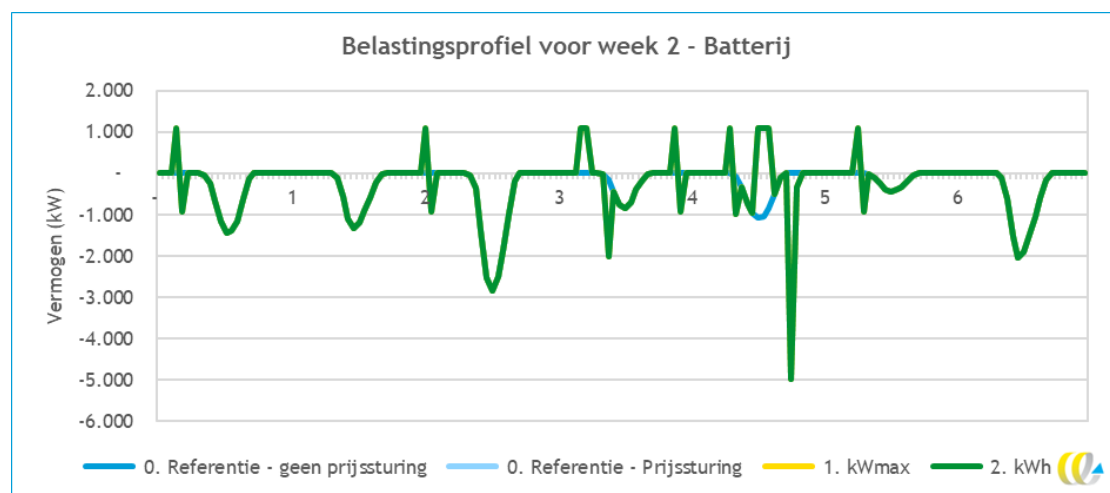
Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	10 - 100
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Onbekend; schatting van inkomsten op energiemarkten tussen de 20 en 200 euro per MWh maar sterk afhankelijk van inzet van batterij op elektriciteitsmarkten.
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Zeer hoog
Oppervlakte gebouw	-

A.12.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het zonnepark (10 MW) voedt zo'n 11.200 MWh via de 5 MW netaansluiting. Met toevoeging van de batterij wordt deze elektriciteit opgeslagen en geleverd voor nieuw moment, of wordt de batterij ingezet voor energiehandel. Het model berekent de meest gunstige inzet. In Figuur 117 is een voorbeeld week weergegeven waarbij het zon-pv-profiel en de inzet van de batterij goed te zien is. Sommige momenten wordt er geen zon-pv opgeslagen omdat een handel op de markt aantrekkelijker is.

Figuur 117 - Belastingsprofiel voor week 2 januari - Batterij. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



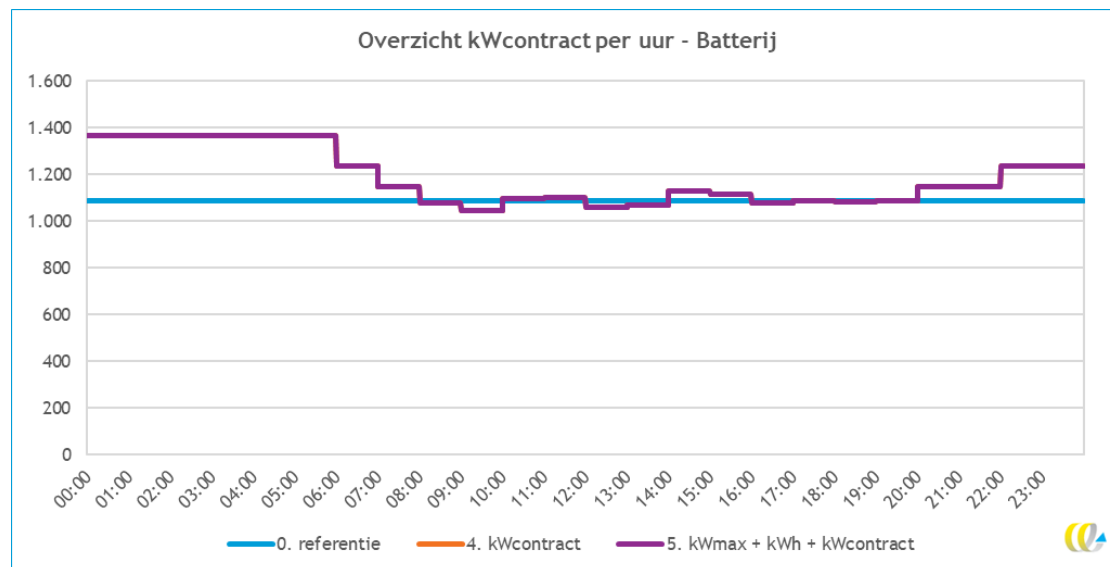
Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Het gecontracteerd vermogen in de referentie en bij tijdsafhankelijke kW-contract-varianten is opgenomen in Figuur 118. Uit de modellering blijkt dus dat een kosten-effectieve kW-contract met de huidige tarieven zo'n 1.100 kW is, ten opzichte van een batterijvermogen van 5.000 kW. Hierbij gaan we uit van inkomsten op de day-aheadmarkt, dus additionele inkomsten van andere markten kunnen er toe leiden dat een hoger contractvermogen aantrekkelijk wordt.

Bij een tijdsafhankelijk kW-contract (variant 4 en 5), wordt het aantrekkelijk om extra vermogen te contracteren op momenten met lagere wegingsfactoren. In de nacht wordt een vermogen gecontracteerd van meer dan 1.400 kW (extra vermogen bovenop nominaal batterijvermogen in verband met efficiëntie verlies).

In variant 4 en 5 wordt zo'n 10% extra stroom afgenomen. Het handelen van elektriciteit wordt extra aantrekkelijk en mogelijk doordat het tijdsafhankelijke kW-contract extra ruimte geeft.

Figuur 118 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - Batterij. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

De maximale afnamepiek is gelijk voor de varianten met tijdsafhankelijke kW-max-tarief-drager. De absolute piek wordt hoger bij variant 4 en 5, maar wel vooral op momenten met lagere wegingsfactoren.

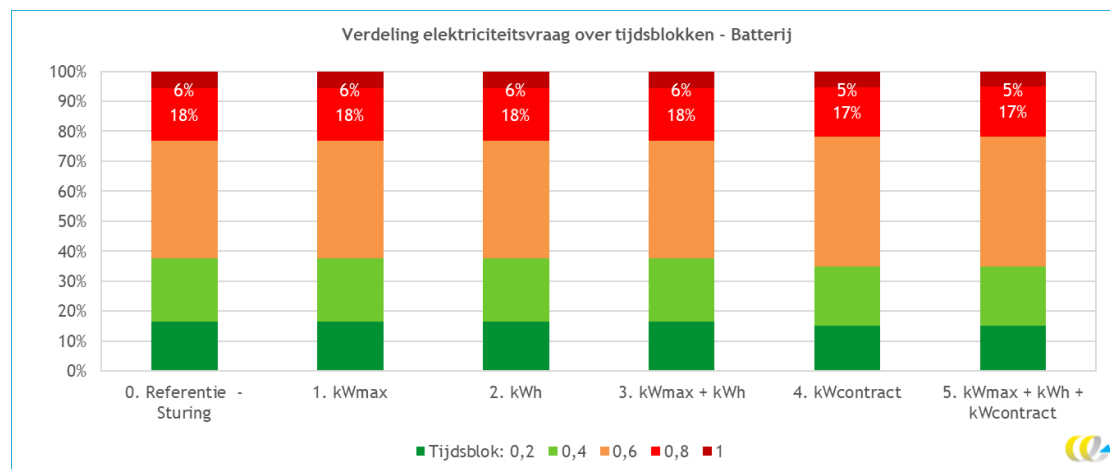
Tabel 99 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	1.084	1.084	1.084	1.084	1.363	1.363
Verandering absolute piek	0%	0%	0%	0%	26%	26%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

De batterij neemt vooral stroom af op momenten met lage wegingsfactoren. Echter is toch nog zo'n 25% van de stroomvraag gedurende momenten met een wegingsfactor 0,8 of 1,0. Met een tijdsafhankelijk kW-contract in variant 4 of 5 neemt het elektriciteitsverbruik dus toe met zo'n 10%. Dit is echter vooral op momenten met een lage wegingsfactor. Het gemiddelde verbruik gedurende piekmoment neemt zelfs af met 1,5% voor variant 4 en 5.

Figuur 119 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Batterij



A.12.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

De resultaten voor nettarieven en verkoop van elektriciteit zijn berekend voor de batterij bij zonnepark. De genoemde verkoop van elektriciteit gaat puur uit voor verkoop op de day-aheadmarkt. Het toevoegen van een batterij resulteert in hogere nettarieven, uit de optimalisatie blijkt een transportvermogen van zo'n 20% van het vermogen van de batterij als kostenoptimaal. Dit verhoogt de baten van de verkoop van elektriciteit. Het netto-resultaat gaat bij tijdsafhankelijke nettarieven echter achteruit; met alleen de day-aheadmarkt worden de nettarieven niet gecompenseerd.

Tabel 100 - Nettarieven en verkoop elektriciteit

	Nettarief	Verkoop elektriciteit	Netto
Geen batterij	€ 15.000	€ 530.000	€ 515.000
0. Huidig nettarieef	€ 185.000	€ 710.000	€ 525.000
1. kW-max tijdsafhankelijk	€ 190.000	€ 710.000	€ 520.000
4. kW-contract	€ 225.000	€ 710.000	€ 485.000
5. kW-max + kWh + kW-contract	€ 210.000	€ 710.000	€ 500.000

Inzet batterij op overige markten

Batterijen zullen voor een belangrijk gedeelte naast de day-aheadmarkt ook ingezet worden op andere balanceringsmarkten, aangezien het combineren van verschillende verdienmodellen essentieel is voor een rendabele businesscase. Deze zijn niet gemodelleerd in deze studie, maar wel in verschillende studies van CE Delft en andere partijen. Met deze andere markten wordt het naar verwachting rendabeler om een hoger gecontracteerd vermogen af te nemen ten

opzichte van het batterij vermogen. Daarnaast valt te concluderen over de verschillende varianten:

- kW-max: De batterij zal naar verwachting op elke maand momenten kennen met een hoog vermogen, wat vaak ook zal samenvallen met een hoge wegingsfactor. De marktprikkels zijn niet altijd in lijn met het tariefvenster. Bij een tijdsafhankelijke kW-max resulteert dit maximaal in een toename van de nettarieven in totaal van zo'n 4% (uitgaande van aansluiting op MS-net, dus geen kWh-component).
- kWh: Een tijdsafhankelijke kWh-component is niet onderzocht voor deze casus vanwege de grotere aansluiting, waarvoor geen kWh-component geldt.
- kW-contract: De batterij zal naar verwachting een vlak kW-contract willen contracteren. Als dit zo is nemen de nettarieven met zo'n 7,5% toe (uitgaande van aansluiting op MS-net, dus geen kWh-component).
- kW-max en kW-contract: Bij deze tariefvariant nemen de tarieven bij een vlak profiel en hoge afname tijdens piekmomenten met zo'n 11% toe. Met slimme keuzes in de optimalisatie kan deze kostentoeename echter geminimaliseerd worden, zoals in onze analyse voor de day-aheadmarkt prijzen is gedaan.

A.12.6 Conclusie casus

De batterij kent inherent een grote flexibiliteit. Als een batterij deze wil benutten is er wel een hoger contractvermogen vereist, waardoor kosten tot 7,5% kunnen stijgen bij tijdsafhankelijke kW-max en tot 11% bij tijdsafhankelijke kW-max en kW-contract. Dit kan verder wel geoptimaliseerd qua kosten door vast te stellen op welke momenten vermogen vereist is. Uit onze modellering blijkt ook voor de inzet op de day-aheadmarkt met kosten-optimalisatie leidt tot hogere nettarieven; veroorzaakt door hogere tarieven per kW en extra vermogen dat wordt gecontracteerd op momenten met een lage wegingsfactor.

De sector verwacht in hun operationalisering rekening te houden met de tijdsafhankelijke nettarieven; al is het afhankelijk van het type marktinzet wat het effect zal zijn.

Tabel 101 - Uiteindelijke score casus: Batterij

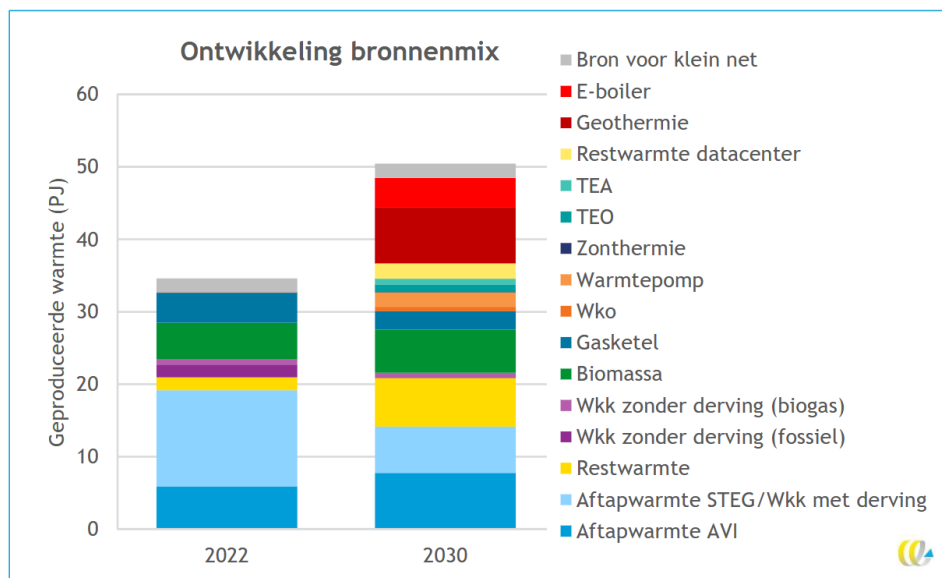
Casus	Omvang sector	Flexibiliteit aanwezig	Geen risico hogere kosten	Voordeel energiekostensturing	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Perceptie tijdsafhankelijke nettarieven
Batterij	4	5	2	2	1	1	3

A.13 Warmtenet

A.13.1 Beschrijving casus

Er is een enorme diversiteit in warmtenetten die ontwikkeld zijn en worden. Ze verschillen in bron (fossiel gestookt, restwarmte, geothermie, etc.) en in omvang van het aantal woning equivalenten. Een overzicht van potentiële bronnen in 2030 is weergegeven in Figuur 120. Voor deze studie zijn we alleen geïnteresseerd in systemen met een grootverbruikers elektriciteitsaansluiting, zoals geothermie en restwarmte (namelijk met opwaardering van warmte met warmtepomp), warmtepomp en e-boiler. De bron van de warmtepomp bepaalt in grote mate de COP; de efficiëntie waarmee elektriciteit omgezet kan worden in warmte. Grofweg is de COP van een warmtepomp met geothermie zo'n 6 (1 kWh elektriciteit kan omgezet worden in 6 kWh warmte) en voor restwarmte 2,5.

Figuur 120 - Verwachte ontwikkelingen bronnenmix warmtenetten (CE Delft, 2023)



We modelleren een MT-warmtenet dat verduurzaamt door middel van een warmtepomp, dat de basis- en middenlast van het warmtenet voorziet. Dit betekent dat de warmtepomp is gedimensioneerd op 40% van de piekvraag en daarmee 90% van de totale warmtevraag kan voorzien. Voor de elektrificatie van de piekvoorziening gaan we ervan uit dat dit met gas plaatsvindt, of met kleinere e-boilers verdeeld over het warmtenet. Deze delen dan dus niet de netaansluiting met de warmtepomp.

We nemen een warmtepomp aan van 1,25 MW-elektrisch. Dit komt overeen met een warmtenet met geothermie voor zo'n 3.500 woningen (COP 6), of een warmtenet met restwarmte voor zo'n 1.500 woningen (COP 2,5). Daarboven opnemen we 20% extra vermogen aan voor de warmtepomp om flexibiliteit mogelijk te maken, zoals het verplaatsen van warmtevraag en opladen van warmteopslag.

Daarnaast gaan we ervan uit dat er een warmtebuffer wordt gerealiseerd gebaseerd op het thermisch gemiddelde warmtevraag van de wijk. Dit is 2,4 MW-thermisch. We gaan uit van warmte-opslag van 24 uur, oftewel 57,6 MWh-thermisch.

A.13.2 Energetische gegevens

Gebouw

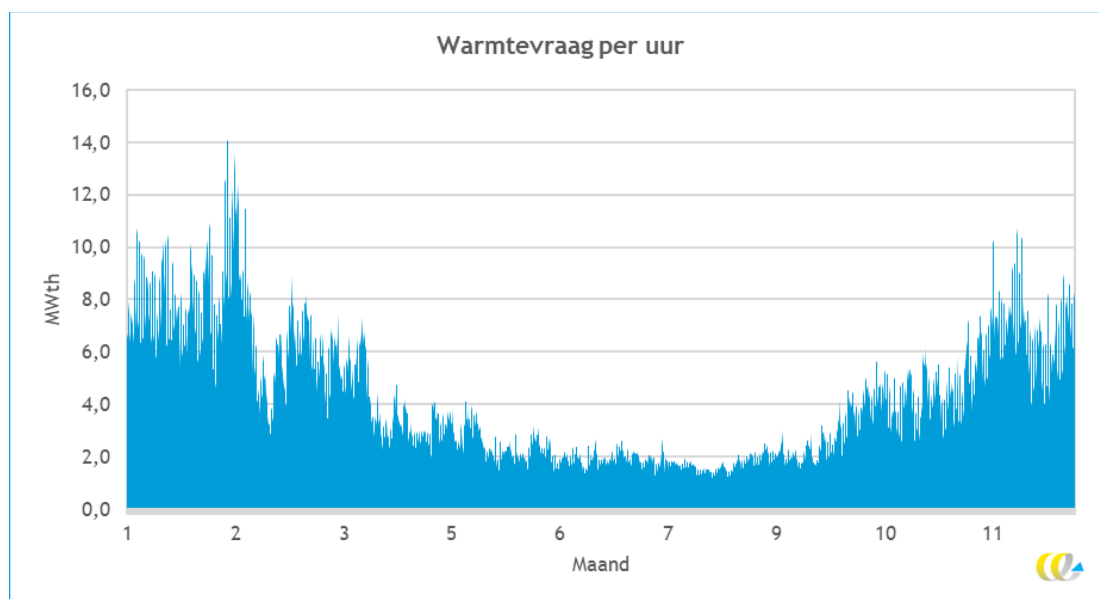
In Tabel 102 staan de energetische gegevens van het warmtenet. Er is gekozen voor de variant met lage COP om te onderzoeken of een (gedeeltelijke) overstap naar gasboiler aantrekkelijk is. Bij een lagere COP wordt die optie eerder aantrekkelijk.

Tabel 102 - Energetische gegevens van het kantoor gebouw van de casus 'kantoor - groot'. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

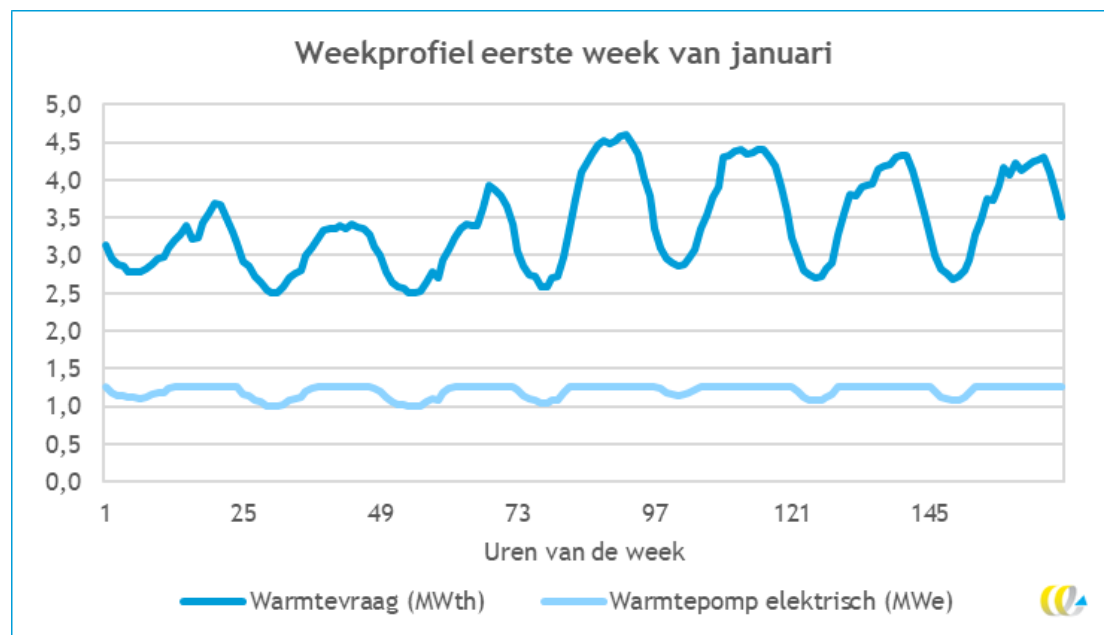
Energetische gegevens gebouw	Waarde	Eenheid	Bron
kW-contract	1.000	kW	Aanname
Jaarlijkse warmtevraag	15.800	MWh	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag warmtepomp	5.600	MWh	Berekening
Percentage gasvraag geëlektrificeerd	90%	%	Aanname
COP warmtepomp	2,5	-	Aanname
Aantal woningeenheden	1.500	-	Berekening

De warmtevraag profielen zijn gebaseerd op daadwerkelijke profielen van warmtenetten van 2023. Het profiel is weergegeven in Figuur 121, er is een duidelijk hoger piekbelasting in de winter. Er zijn in dit jaar in februari enkele hoge uitschieters. Zoals in Figuur 122 duidelijk zichtbaar is, is dat de warmtepomp de basislast levert. Deze staan bijna vol continue aan in de wintermaanden. In de zomermaanden is er ook nog een warmtevraag en draait de warmtepomp op een lager vermogen.

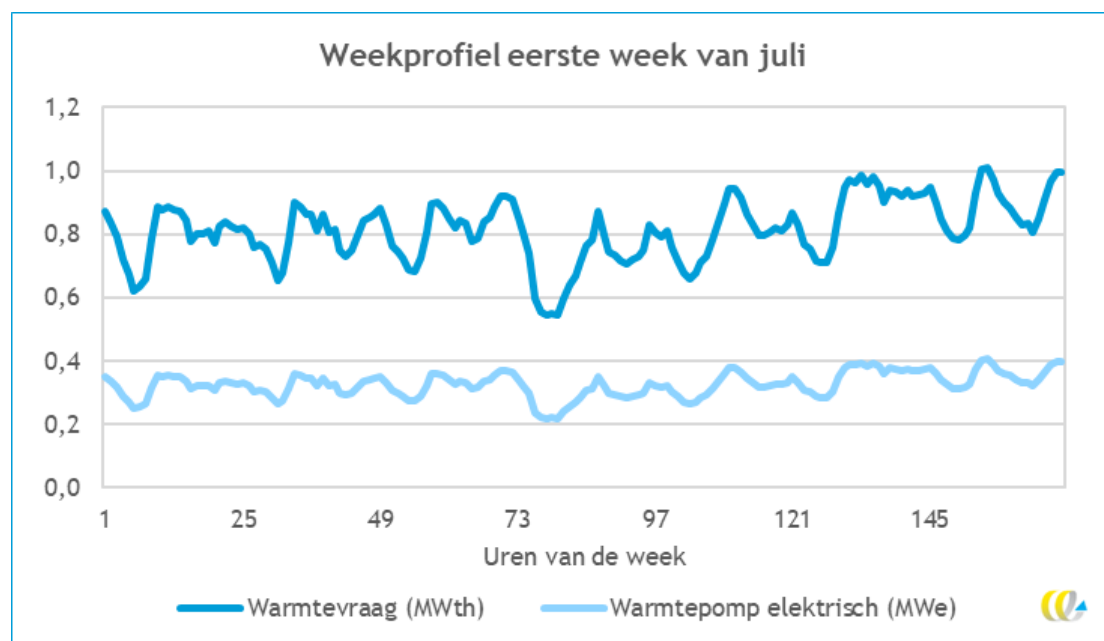
Figuur 121 - Warmtevraag per uur over volledige jaar



Figuur 122 - Warmte- en elektriciteitsvraag warmtenet januari



Figuur 123 - Warmte- en elektriciteitsvraag warmtenet juli



Flexibiliteit elektriciteit

We nemen aan dat het warmtenet zelf enige flexibiliteit kent: de warmtevraag kan maximaal 2 uur verplaatst worden. Daarnaast nemen we aan dat een warmtebuffer gerealiseerd wordt. Die kan verwarmd worden en later warmte leveren. De warmtebuffer kent een energieverlies van 1% per uur en een opslagcapaciteit van 65 MWh_{thermisch}.

Er is een gasgestookte back-up boiler beschikbaar die het volledige vermogen kan overnemen van de warmtepomp. De boiler heeft een capaciteit van 6,5 MW en kan daarmee in de totale vraag voorzien wanneer nodig. In het model wordt dit ook al flexibiliteitsoptie gemodelleerd om eventuele inzet van gas in plaats van elektrisch te kunnen onderzoeken.

A.13.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken van de casus 'Warmtenet' zijn weergegeven in Tabel 103.

Tabel 103 - Bedrijfskenmerken gebouw

Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	Warmtebedrijven zijn grote bedrijven die vaak meerdere warmtenetten exploiteren zoals Essent, Vattenfall, EnNatuurlijk en Eneco. EnNatuurlijk heeft als puur warmtebedrijf 275 medewerkers
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Onbekend
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Hoog

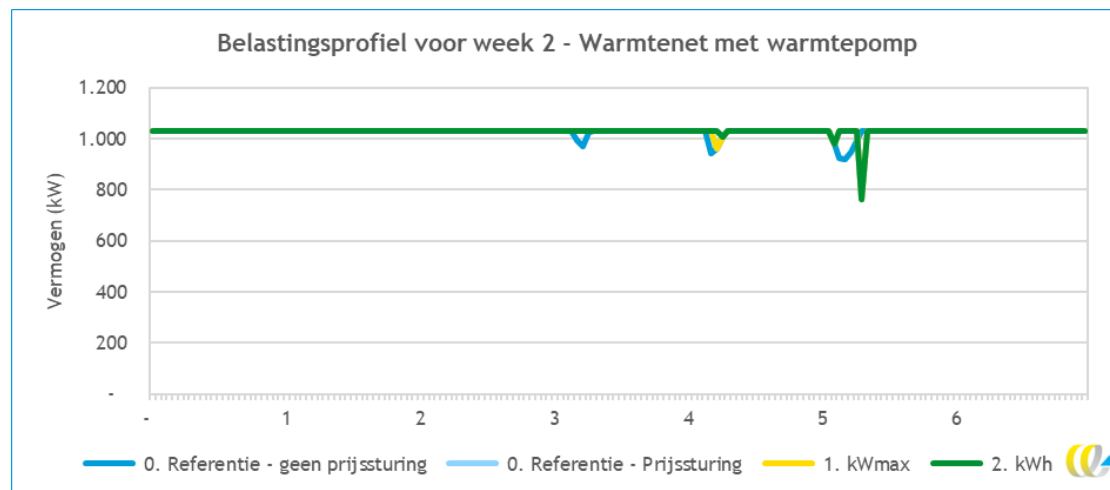
A.13.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

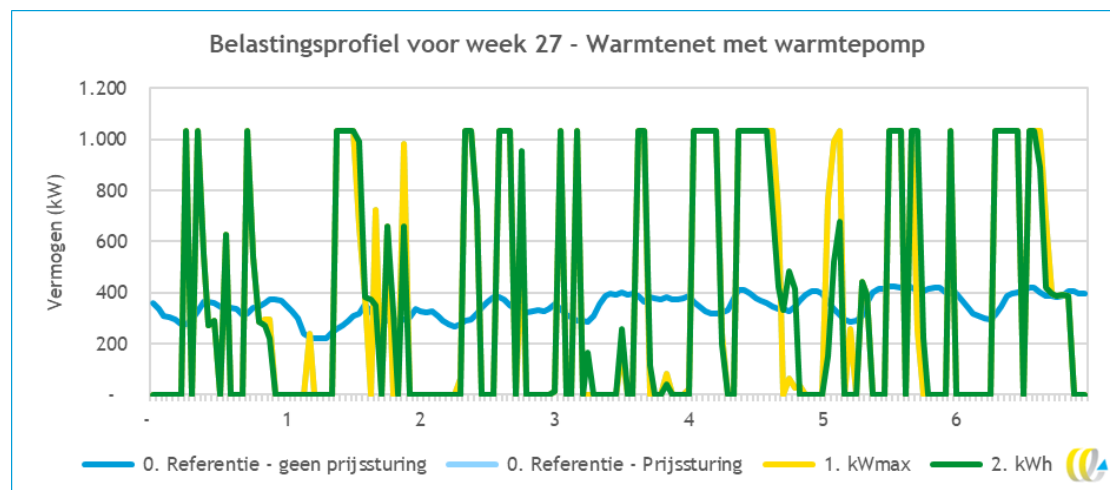
Uit de modellering van het warmtenet blijkt een elektriciteitsvraag van zo'n 5,7 miljoen kWh en een gasvraag van 200.000 m³. De warmtepomp is flexibel in het sturen van energievraag vanwege de combinatie met warmteopslag.

In Figuur 124 en Figuur 125 zijn voorbeelden opgenomen van de weekprofielen in week 2 en week 27. In de winter staat de warmtepomp bijna ieder uur op vol vermogen te produceren. Met energiekostensturing op energieprijzen vindt een verschuiving plaats naar een ander moment dat er minder elektriciteit wordt afgenomen, als er dus de hoogste elektriciteitsprijzen zijn. De tijdsafhankelijke tarieven (kW-max en kWh) leiden daarbij niet tot een verandering van het moment dat er minder stroom wordt verbruikt. In de zomer zien we dat de warmtepomp minder levert, waardoor energiekostensturing erin resulteert dat de warmtepompen sommige uren veel meer en andere uren veel minder wordt afgenomen. Een tijdsafhankelijk kWh tarief resulteert niet in een verschuiving van elektriciteitsvraag ten opzichte van het huidige tarief; de prijzen op de day-aheadmarkt zijn dominant. Bij het tijdsafhankelijke kW-max-tarief zien we een verplaatsing van piekmomenten.

Figuur 124 - Belastingsprofiel voor week 2 in januari - Warmtenet. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettatariefstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



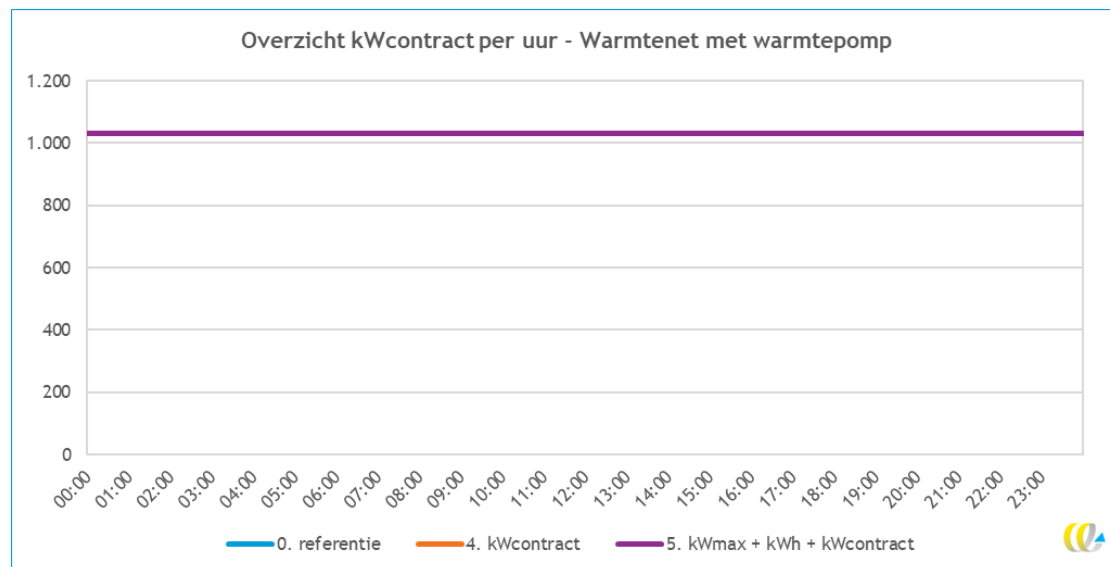
Figuur 125 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - Warmtenet. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettatariefstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Het gecontracteerd vermogen is in alle tariefvarianten gelijk, zoals weergegeven in Figuur 126. De warmtepomp moet in de winter bijna volcontinue warmte leveren, waardoor ieder uur een contractvermogen gelijk aan het vermogen van de warmtepomp vereist is.

Figuur 126 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - Warmtenet. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

De kerneigenschappen over piekvermogen zijn opgenomen in Tabel 104. De absolute piek is voor alle tariefvarianten gelijk.

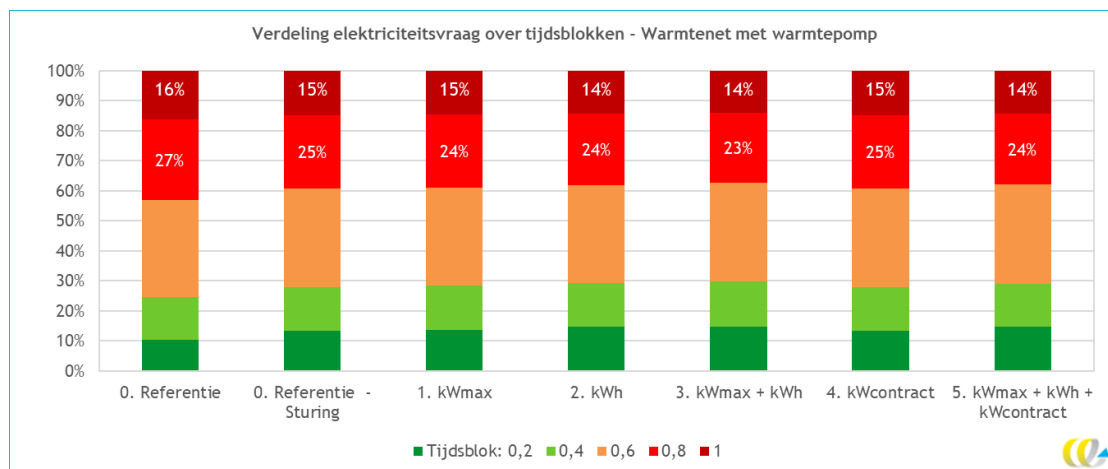
Tabel 104 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032
Verandering absolute piek		0%	0%	0%	0%	0%	0%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Het warmtenet verbruikt zo'n 43% van de elektriciteit in de tijdsblokken met wegingsfactor 0,8 en 1, oftewel de overwegend drukke momenten op het net. Met de sturing op prijs kan dit zo'n 4% teruggebracht worden met sturing op energieprijzen en het huidig nettatarief. De grootste verandering vindt daarmee dus al plaats doordat de goedkope momenten op de energiemarkt, ook overeenkomen met de momenten met een lage wegingsfactor. Variant 2 en 5 kunnen resulteren in 5% minder elektriciteitsverbruik op piekmomenten en variant 3. kWh en kW-max-tijdsafhankelijk tot wel 6%.

Figuur 127 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Warmtenet



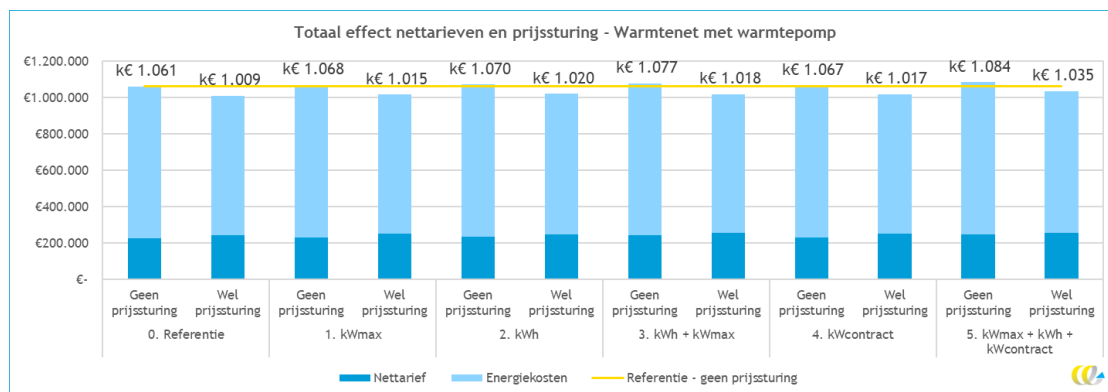
A.13.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

Voor de casus voorzien we een totaal elektriciteitsverbruik per jaar van 5,7 miljoen kWh en een gasverbruik van 200.000 m³. De totale verwachte jaarlijkse energiekosten zijn in de referentie € 980.000 in 2030, waarvan € 145.000 voor nettarieven, € 230.000 voor gas en € 605.000 voor elektriciteit. De totale kosten zijn voor alle tariefvarianten weergegeven in Figuur 128.

Het sturen op energierijzen verlaagt de kosten met 5,8%, oftewel zo'n € 57.000.

De energiekostensturing resulteert in de referentie in een hoger nettarief en significant lagere energiekosten. Er worden dus hogere pieken op het net veroorzaakt om op goedkope momenten meer stroom te kunnen verbruiken. De verschillende tariefvarianten leiden tot grofweg gelijke kosten zonder energiekostensturing; voor variant 4 en 5 van de tijdsafhankelijke nettarieven zijn we een kostentoename van 1-2%. Ook het effect van energiekostensturing is voor alle tariefvarianten grofweg gelijk, oftewel een kostenreductie van ongeveer € 55.000 oftewel zo'n 5%.

Figuur 128 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Warmtenet



A.13.6 Conclusie casus

Het warmtenet kent een relatief grote potentie voor flexibiliteit vanwege warmteopslag. In de wintermaanden produceert de warmtepomp grotendeels op vlak vermogen, waardoor er weinig sturing mogelijk is. Het verbruik in tijdsblok 1 en 0,8 kan gereduceerd worden met 4% met sturing op huidige nettarieven en energieprijzen, met tijdsafhankelijke nettarieven kan dit verhoogd worden naar maximaal 6% waarbij variant met tijdsafhankelijke kWh en kW-max het grootste voordeel biedt. Sturing op elektriciteitsprijzen en nettarieven biedt in alle scenario's zo'n 6% kostenvoordeel. Zonder energiekostensturing is er geen grote toename in energiekosten voorzien. De sector verwacht dat de tijdsafhankelijke nettarieven tot een beperkte gedragsverandering zal leiden.

Tabel 105 - Uiteindelijke score casus: Warmtenet

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariiefkosten (zonder energiekosten- sturing)	Voordeel energiekosten- sturing (nettariief en uurlijkse elektriciteits- prijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteits- vraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Warmtenet	3	3	2	2	1	2	2

A.14 Datacenters

A.14.1 Beschrijving casus

Nederland heeft meer dan [200](#) datacenters. De sector draagt aanzienlijk bij aan de digitale economie door diensten te leveren aan bedrijven en instellingen, zoals cloudopslag, dataverwerking en netwerkdiensten. De sector draagt 0,2% bij aan het BBP van de gehele Nederlandse economie. Hyperscale datacenters, zoals die van techgiganten, nemen een groot deel van de capaciteit in beslag en bedienen zowel nationale als internationale markten. Grote datacenters hebben vaak directe aansluitingen op het hoogspanningsnet, met contractvermogens van tientallen tot honderden megawatts. Kleinere datacenters zijn aangesloten op het middenspanningsnet.

Datacenters bieden ICT-diensten aan zoals webhosting, online servers en andere digitale applicaties. Hoe meer gebruikers van deze diensten, hoe meer energieverbruik in datacenters. Nieuwe applicaties zoals AI zal ertoe leiden dat er steeds meer intensief digitaal verkeer zal plaatsvinden, waardoor het stroomverbruik zal toenemen. We gaan dus uit van een groeiende sector in de context van energieverbruik.

[Rijksoverheid](#) noemt datacenters van 10 hectare of meer en een elektriciteitsaansluiting van 70 MWe of meer 'hyperscale datacenters'. [Dutch Data Center Association](#) noemt hyperscale datacenters 20 MW of meer. Voor deze casus beschouwen we een datacenter met een 30 MW aansluiting op het regionale elektriciteitsnet.

A.14.2 Energetische gegevens

Gebouw

In Tabel 106 staan de energetische gegevens van het datacenter. Dit bedrijf is aangesloten op het 150/50 kV station met een AC 7 aansluiting. We nemen aan dat het datacenter geen gasverbruik heeft. Het elektriciteitsverbruik bestaat voornamelijk uit rekenkracht van de servers/computers en koeling van apparatuur.

Tabel 106 - Energetische gegevens van het kantoor gebouw van de casus datacenters. De referentiesituatie wordt enkel gebruikt voor het bepalen van het energieverbruik van de werkelijke situatie van de casus, er wordt niet verder gerekend met de referentiesituatie in dit onderzoek.

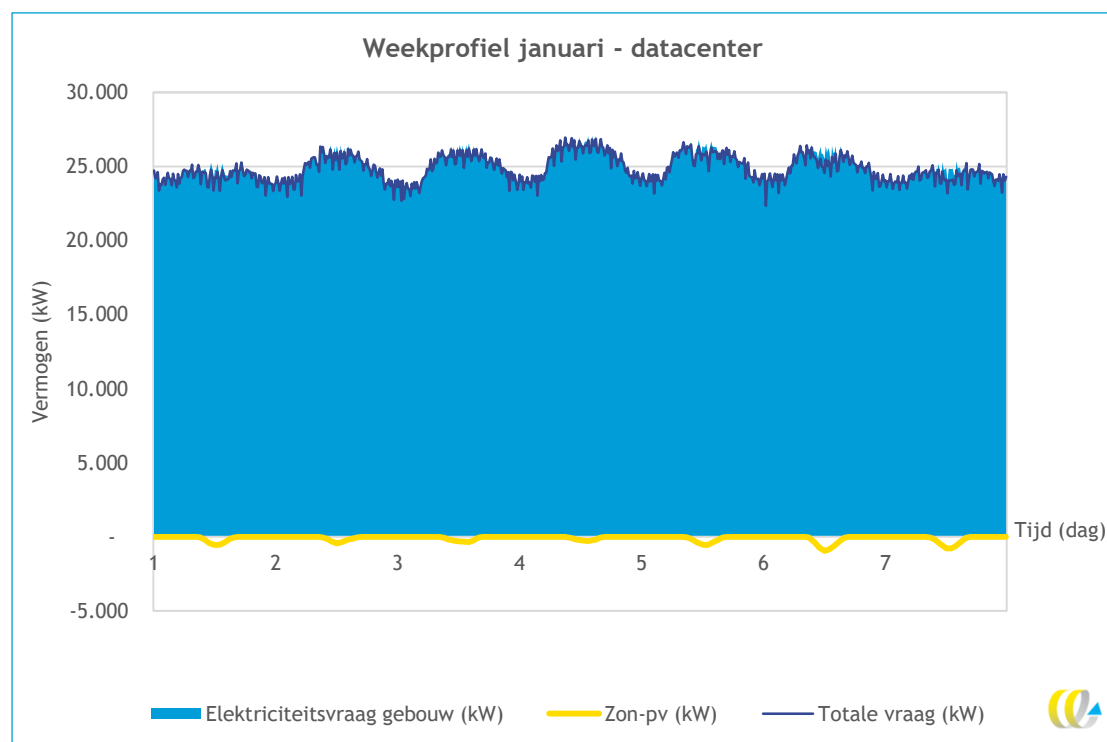
Energetische gegevens datacenter	Waarde	Eenheid	Bron
Referentiesituatie - zonder geëlektrificeerde warmtevraag			
Elektriciteitsvraag per m ²	7.400	kWh/m ²	Berekening
Gasvraag per m ²	0,0	m ³ /m ²	Aanname
Piekverbruik per m ²	1	kW/m ²	
Werkelijke situatie casus - met geëlektrificeerde warmtevraag			
Oppervlakte	74.000	m ²	Aanname
kW-contract	30.000	kW	Aanname
Elektriciteitsvraag per m ²	7.400	kWh/m ²	Stimular
Piekverbruik per m ²			
Gasvraag per m ²	0,0	m ³ /m ²	Berekening
Jaarlijkse elektriciteitsvraag	221.700.000	kWh	Berekening
Jaarlijkse gasvraag	0	m ³	Berekening

Energetische gegevens datacenter	Waarde	Eenheid	Bron
Ruimteverwarming techniek	Er ontstaat veel restwarmte in een datacenters, geen additionele warmtebehoefte	-	Aanname
Oppervlakte zon-pv	66.500	m ²	Berekening
Opwek zon-pv	10.176.000	kWh	Berekening
Laadvraag elektrische voertuigen	40.000	kWh	Berekening

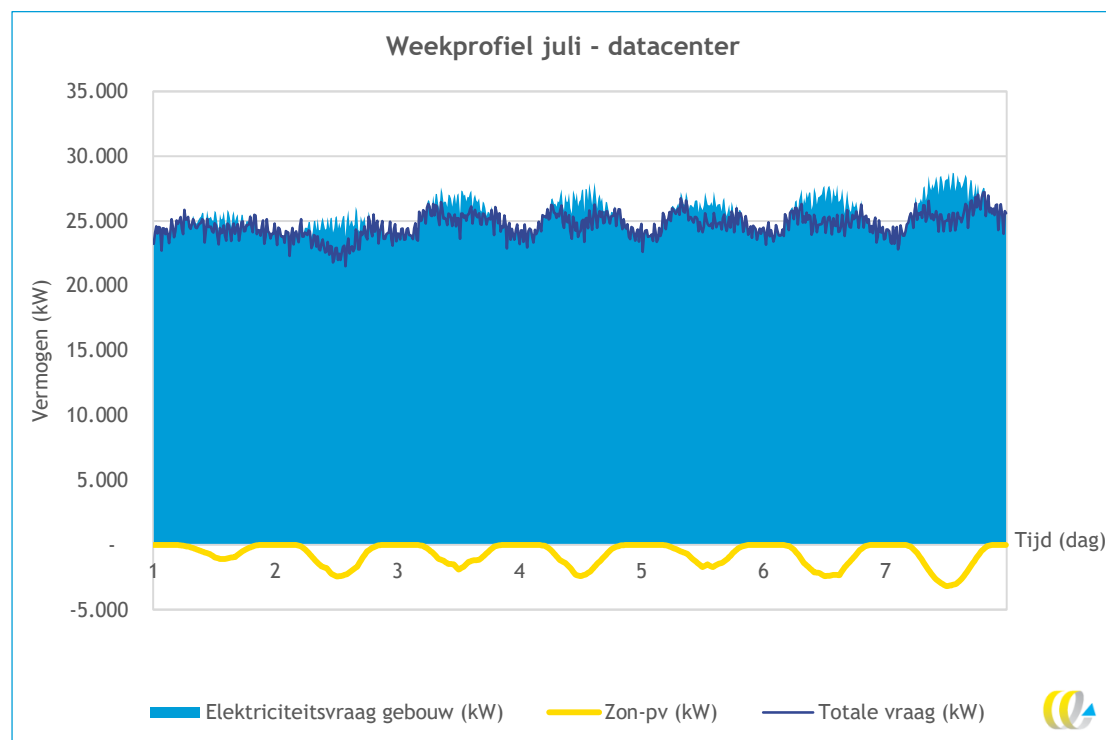
De geaggregeerde elektriciteits- en gasprofielen vanuit de MOOI EIGEN openbare database van Liander zijn gebruikt:

- Elektriciteitsprofiel:
 - KO Datacenter.
 - Aantal datasets: onbekend.
- Gasprofiel:
 - Geen profiel.
 - Aantal datasets: Niet van toepassing.

Figuur 129 - Elektriciteitsvraag van casus datacenters voor de eerste week van januari



Figuur 130 - Elektriciteitsvraag van de casus datacenters voor de eerste week van juli



Flexibiliteit elektriciteit

Datacenters hebben ICT-processen die 24 uur per dag doorgaan. Deze ICT-processen zijn afhankelijk van het digitale verkeer. Het elektriciteitsverbruik is afhankelijk van welke ICT-processen worden gehost bij het datacenter. Dit kunnen webshops die dag en nacht actief zijn in verschillende tijdzones, of kantoorautomatiseerders met online werkplekken waardoor overdag intensief gebruik wordt gemaakt van de servers. 's Nachts of in het weekend kunnen dan back-ups worden uitgevoerd, wat ook weer voor elektriciteitsverbruik zorgt. Het is dus een complexe samenhang van digitaal verkeer, wat niet flexibel gestuurd kan worden. Het volgende extreme voorbeeld laat dit zien. Een datacenter dat een partij zoals Bol.com host kan niet zijn verbruik tussen 6 en 8 uur 's avonds beperken, omdat dat zou vereisen dat alle Bol.com klanten niet tussen 6 en 8 uur een bestelling plaatsen. Dat is onwerkbaar.

Potentieel is er flexibiliteit mogelijk als de datacenters werken met virtuele datastacks, waarbij de rekenkracht verdeeld is over meerdere geografisch gescheiden locaties. Dit biedt in theorie de mogelijkheid om processen te verplaatsen op basis van energieprijzen of lokale beschikbaarheid van stroom.

We nemen in de modellering mee dat de elektriciteitsvraag met 10% van het maximale vermogen verschoven kan worden naar 2 uur eerder in de tijd.

A.14.3 Bedrijfskenmerken

De bedrijfskenmerken staan in de onderstaande tabel. Het aantal medewerkers is gebaseerd op openbare data van de datacenters in Hollands Kroon. Dit komt neer op ongeveer 300 m²/medewerker. Gezien het hoge elektriciteitsverbruik schatten we in dat het kennisniveau over energieverbruik in deze sector hoog is.

Tabel 107 - Bedrijfskenmerken gebouw casus datacenter

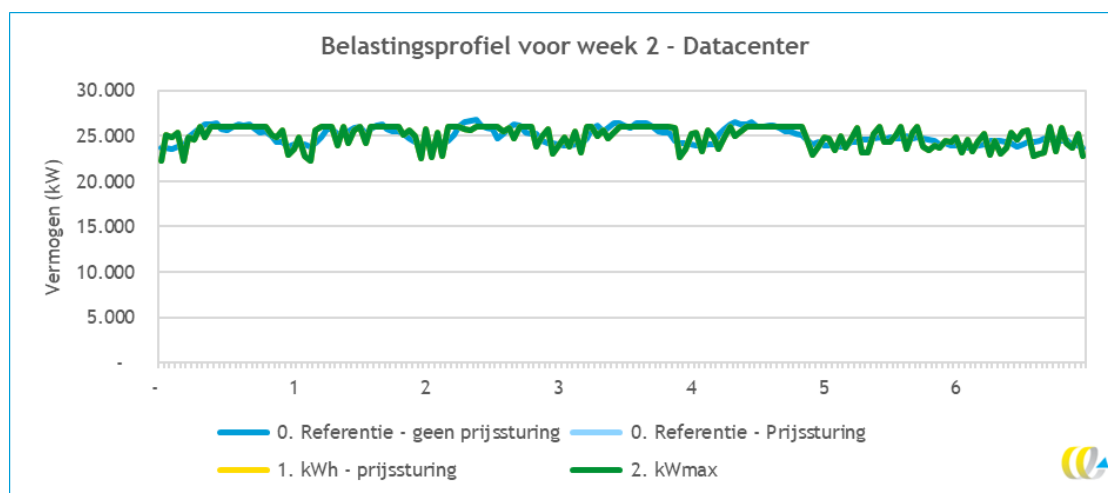
Kenmerk	Beschrijving
Aantal werknemers	100 FTE
Bruto toegevoegde waarde per elektriciteitsverbruik (€/MWh)	Onbekend
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Hoog
Oppervlakte gebouw (m ²)	30.000

A.14.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het datacenter kent een totale elektriciteitsvraag van 217 miljoen kWh. De totale elektriciteitskosten zijn € 17,5 miljoen waarvan € 2 miljoen in de referentie. Met het sturen op de elektriciteitsprijs wordt het profiel grilliger, zoals weergegeven in Figuur 131. De 5% flexibiliteit wordt gestuurd afhankelijk van momenten met hoge en lage energieprijzen. Uit de profielanalyse blijkt dat in deze week de tariefvarianten met tijdsafhankelijke kWh en kW-max-tariefcomponenten geen verschuiving in de energievraag plaatsvindt.

Figuur 131 - Belastingsprofiel voor week 27 - Datacenter. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarifestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.

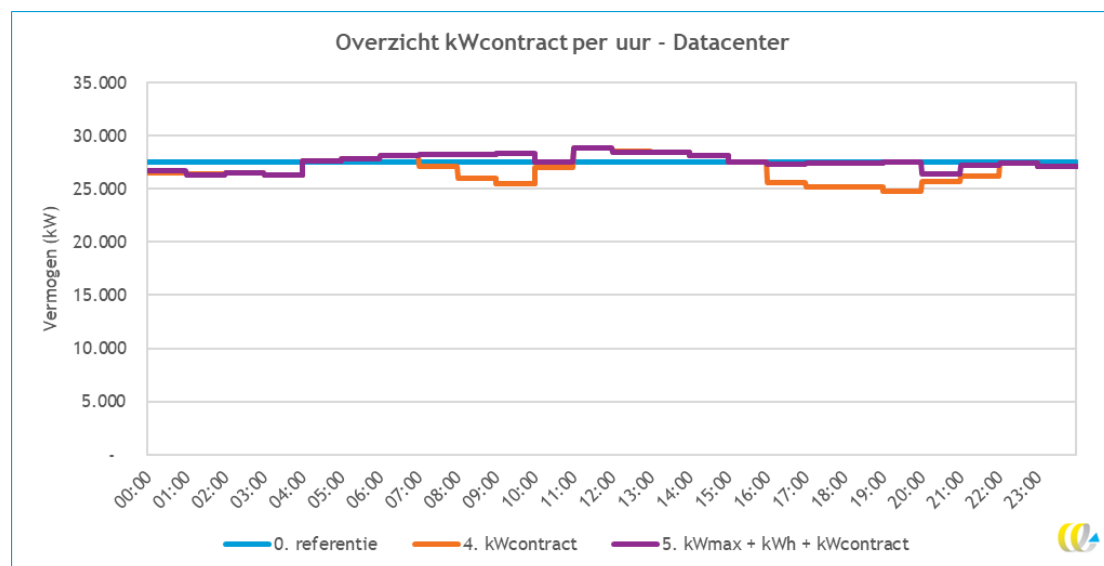


Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Bij een tijdsafhankelijk kW-contract verschuift het gecontracteerde vermogen per uur lichtelijk zoals weergegeven in Figuur 132. De energiekostensturing op elektriciteitsprijzen maakt het financieel aantrekkelijk om een hoger vermogen te contracteren. Sommige uren

is er meer gecontracteerd dan andere uren. De uren met meer gecontracteerd vermogen zijn de uren die goedkoper zijn qua nettarieven én uurlijkse elektriciteitsprijzen.

Figuur 132 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - Datacenter. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

De sturing op energieprijzen en nettarieven resulteert in een hogere piekwaarde dan in de referentie. Sturing op totale kosten resulteert namelijk in een toename van de nettarieven, maar daar staat een grotere reductie in elektriciteitskosten tegenover.

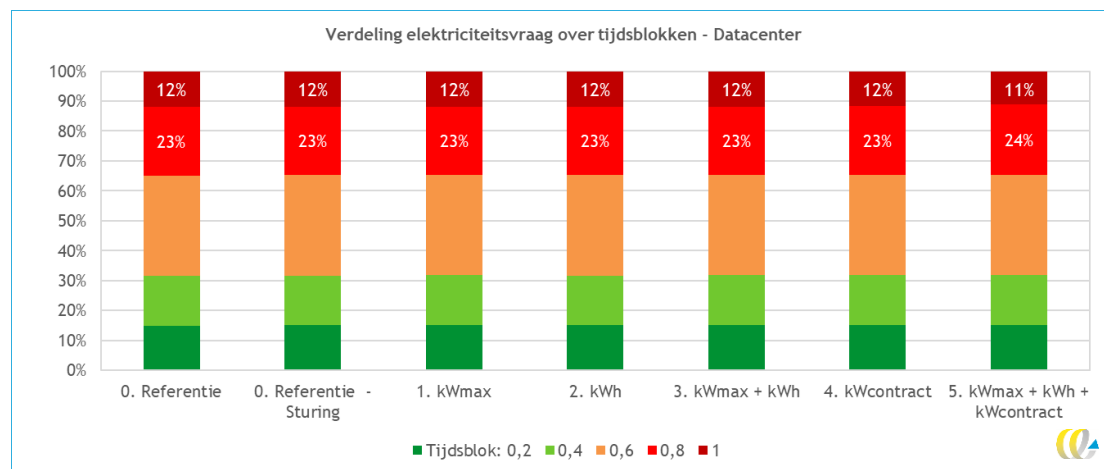
Tabel 108 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten-sturing	0. Referentie - energiekosten-sturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek	27.521	26.021	26.021	26.021	26.021	28.787	28.787
Verandering absolute piek		-5%	-5%	-5%	-5%	5%	5%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Het datacenter kent een beperkte verplaatsing van elektriciteitsvraag naar momenten met lagere wegingsfactoren. De elektriciteitsvraag met huidige nettarieven en sturing op dynamische uurlijkse elektriciteitsprijzen wordt 0,8% verplaatst van piekmomenten (wegingsfactor 0,8 en 1,0) naar momenten met lagere wegingsfactoren. Dit is gelijk voor de tariefvarianten 1 tot 4. Tariefvariant 5 kent een iets grotere verplaatsing van 1,0% weg van de piekmomenten.

Figuur 133 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Datacenter



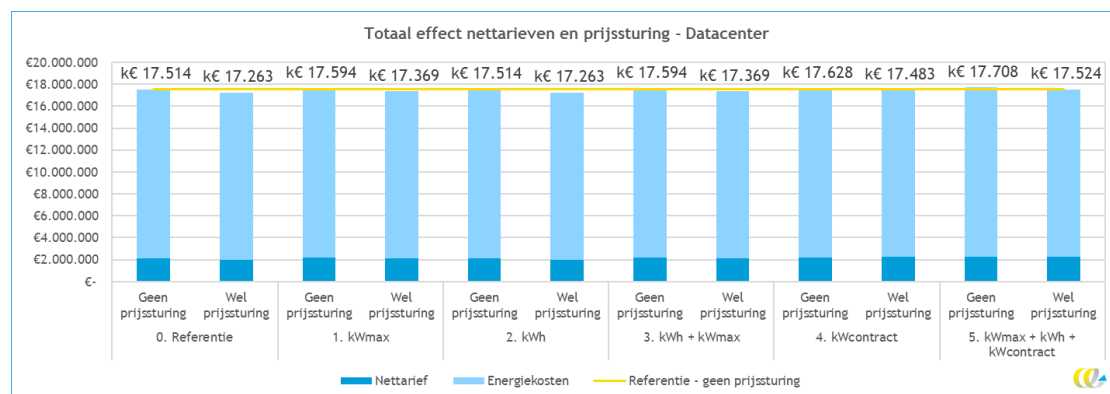
A.14.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

De geschatte totale energiekosten in 2030 zijn € 17,5 miljoen. Met sturing op de energieprijzen en huidig nettatarief kunnen de kosten verlaagd worden met 5%. Het verschilt wel per datacenter hoe flexibel ze zijn en dus hoeveel invloed ze kunne uitoefenen op hun energiekosten. In de referentie nemen de netkosten met 12% toe, maar dalen de elektriciteitsleverancierskosten in totaal meer.

Het datacenter kent een grote netaansluiting en daarom geen kWh-nettariefcomponent. De tijdsafhankelijke kWh-nettariefdrager heeft dus geen verschil in impact in de doorrekeningen.

De introductie van de nettarieven leidt niet tot een grote verandering van de totale kosten: deze nemen maximaal 1% toe. Het sturen op lagere kosten heeft variant met tijdsafhankelijke kW-max-tariefdrager een vergelijkbaar kostenvoordeel als bij de huidige nettarieven. De tariefvariant 4 met tijdsafhankelijke kW-contract biedt minder voordeel van energiekostensturing, namelijk maar 3%.

Figuur 134 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Datacenter



A.14.6 Conclusie casus

De flexibiliteit van datacenters is onzeker en verschilt per type datacenter. Zonder energie-kostensturing nemen de kosten grofweg 1% toe bij tijdsafhankelijke nettarieven, een beperkt risico. Sturing op flexibele energieprijzen en nettarieven resulteert in een kosten-voordeel van zo'n 5% op de totale energierekening. De maximale piek neemt toe, maar het verbruik gedurende piekmomenten (tijdsblok 1,0 en 0,8) neemt af met sturing op energie-kosten. In de referentie en bij tijdsafhankelijke kW-max wordt er zo'n 0,8% minder stroom verbruikt gedurende de piekmomenten. Datacenters geven aan zeer beperkt of niet te gaan sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven.

Tabel 109 - Uiteindelijke score casus: Datacenters

Casus	Omvang sector	Flexibiliteit aanwezig	Geen risico hogere kosten	Voordeel energiekostensturing	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Perceptie tijdsafhankelijke nettarieven
Datacenters	5	2	3	1	1	2	1

A.15 Snellaadstation

A.15.1 Beschrijving casus

Er ontstaat steeds meer snellaadstations, bijvoorbeeld bij hotels of langs de snelweg. Hier kunnen personenauto's, bestelauto's en in toenemende mate logistiek bij snelladen.

In overleg met Elaad en een marktpartij is een casus vastgesteld, gebaseerd op huidige laadprofielen. In de toekomst verschillen de verwachtingen over hoe het aantal laadpunten per locatie en de elektriciteitsvraag gaan ontwikkelen. Hierover is dus meer onzekerheid.

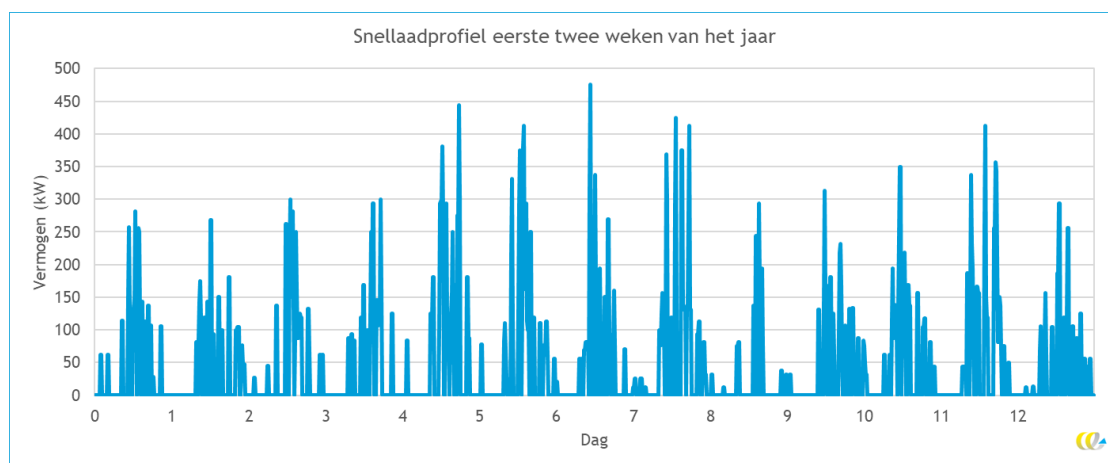
A.15.2 Energetische gegevens

De vastgestelde casus gaat uit van de volgende uitgangspunten:

- Zes laadpunten, oftewel drie laadpalen.
- Een maximaal vermogen van 600 kW, de laadpunten hebben dan een individueel vermogen van zo'n 150 kW.
- Het totale elektriciteitsverbruik is 400.000 kWh per jaar, oftewel 67.000 kWh per laadpunt en ongeveer 200 kWh per dag.

Het profiel van de eerste twee weken is weergegeven in Figuur 135. We baseren ons hierbij op het publieke Elaad-profiel dat representatief is voor auto's en bestelvoertuigen (ElaadNL, 2024). Hieruit volgt ook de energievraag per laadpunt; dit kan mogelijk wel verder toenemen in de toekomst, maar het is onbekend hoe het profiel er dan uitziet. Daarom is er voor gekozen om wel één profiel te hanteren van Elaad, aangezien dat nu beschikbare en publieke data is.

Figuur 135 - Snellaadprofiel eerste twee weken van het jaar



Flexibiliteit elektriciteit

In principe kennen snellaadstations nu weinig flexibiliteit: klanten willen juist snel laden. Opties die overwogen worden zijn wel het sturen van laadvraag met prijsprikkels van de CPO (charge point operator, partij die laadpalen beheert) of het plaatsen van batterij. Om de potentiële meerwaarde van flexibiliteit te onderzoeken nemen we aan dat de 150 kW vermogen verplaatst kan worden. Dit is dus zo'n kwart van de maximale elektriciteitsvraag.

A.15.3 Bedrijfskenmerken

Onderstaande bedrijfskenmerken gaan over deze casus.

Tabel 110 - Bedrijfskenmerken casus snellaadstation

Kenmerk	Beschrijving
Aansluiting	600 kW
Warmtevraag	Geen
Productie	Niet relevant
Aantal werknemers per bedrijf	Niet relevant
Bruto toegevoegde waarde per MWh	Onbekend
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Hoog kennisniveau

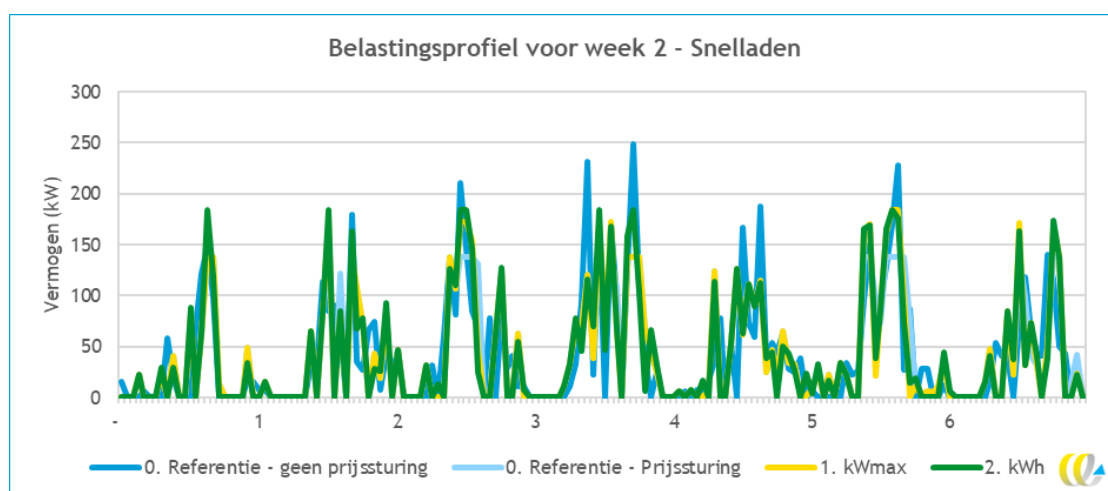
A.15.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

De totale elektriciteitsvraag in deze casus is dus zo'n 400.000 kWh per jaar. Alle resultaten in deze analyse gaan uit van een bepaalde flexibiliteit in het elektriciteitsverbruik, maar dit is nog onzeker voor deze sector.

Een voorbeeld week is weergegeven in Figuur 136. Met energiekostensturing is de hoogte van de pieken in de week 280 kW. Met energiekostensturing en het tijdsafhankelijke nettariaf op de kWh-component is het profiel gelijk; de groene lijn overlapt met de lichtblauwe lijn. Bij de tariefvariant met tijdsafhankelijke kW-max zijn er momenten met een hoger elektriciteitsverbruik; dit zijn de momenten dat er ook meer ruimte geboden is vanwege een lagere wegingsfactor.

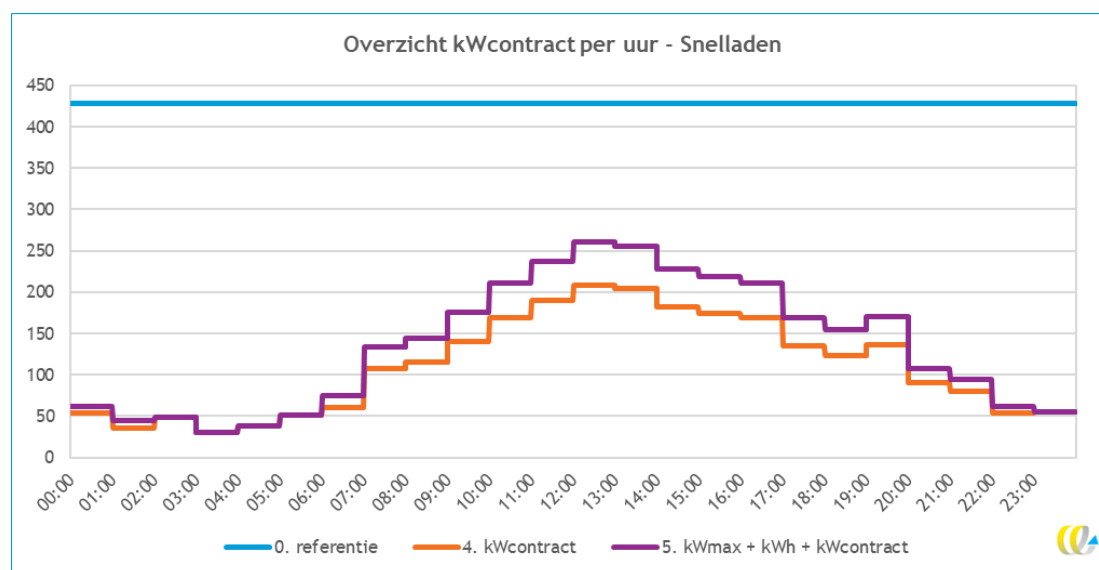
Figuur 136 - Belastingsprofiel voor week 27 in juli - Snelladen. Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energie-kostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariafstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Het snelladen vindt vooral overdag en in de avond plaats; dit zijn dan ook de momenten dat er bij een tijdsafhankelijk kW-contract vermogen wordt gecontracteerd. Het vermogen ligt significant lager dan het originele gecontracteerde vermogen omdat de laadpiek uitgesmeerd wordt over meerdere uren.

Figuur 137 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - Snelladen. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

De absolute piek van de 600 kW laadpalen is zo'n 430 kW. Met energiekostensturing kan dit verlaagd worden naar 183 kWh. Bij het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract neemt de piekbelasting toe: het wordt aantrekkelijk om overdag sneller te laden. Met alleen een tijdsafhankelijke kW-max is dit minder aantrekkelijk aangezien er dan meer kW-contract betaald moet worden; er ontstaat een nieuwe hogere absolute piek. Bij een tijdsafhankelijk kW-contract, kWh en kW-max wordt het extra aantrekkelijk om overdag extra stroom af te nemen en zijn de pieken overdag extra hoog.

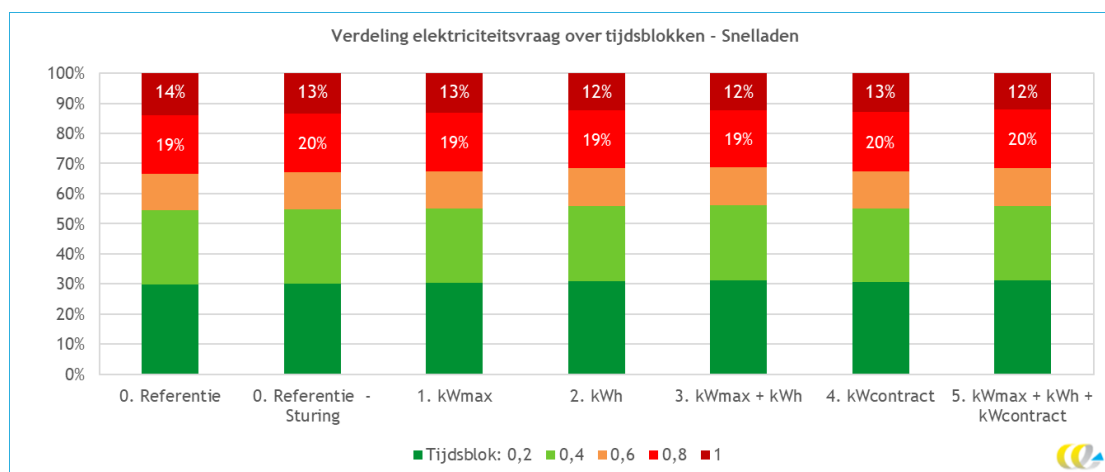
Tabel 111 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW- max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	428	183	183	183	183	208	261
Verandering absolute piek door energie- kostensturing		-57%	-57%	-57%	-57%	-51%	-39%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

In Figuur 138 zijn de resultaten opgenomen over de verbruikte elektriciteit per tijdsblok, in lijn met de gedefinieerde wegingsfactoren. Met het sturen op de huidige nettarieven en marktprijzen, vindt een beperkte verplaatsing plaats van de elektriciteitsvraag van tijdsblok 1 naar 0,8. Met tijdsafhankelijke tarieven op de kWh-component kan dit effect beperkt versterkt worden. De totale verplaatsing van elektriciteitsvraag van de piekmomenten (0,8 en 1,0) is grofweg gelijk in alle varianten (huidig tarief en varianten) en is zo'n 0,75%.

Figuur 138 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Snelladen



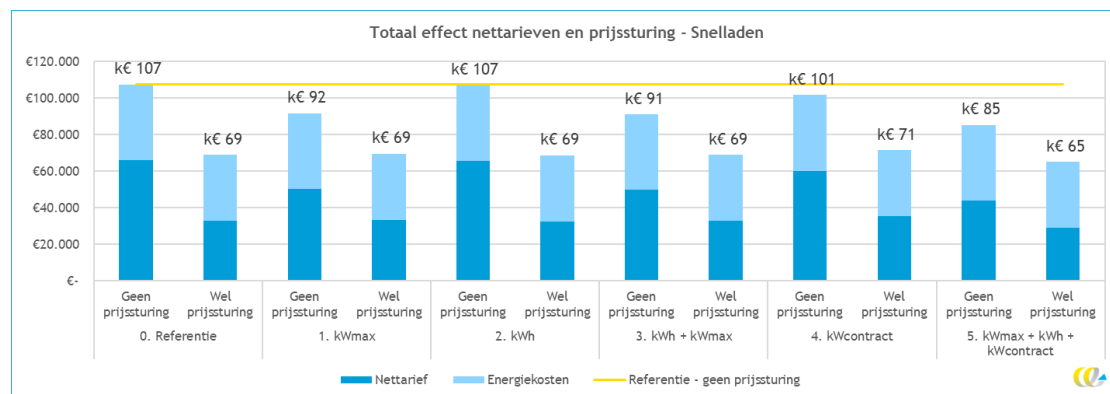
A.15.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

De totale energiekosten voor deze casus worden geschat op zo'n € 107.000 in 2030, waarvan € 66.000 nettatarief. Met sturing op totale kosten kan dit met 35% verlaagd worden, door vooral de nettarieven sterk te verlagen. Dit gaat ervan uit dat de laadvraag met zo'n 150 kWh verplaatst kan worden over één uur. Dat creëert ruimte om de absolute pieken te spreiden, maar is zeer onzeker. Mogelijk zijn hier specifieke technieken zoals batterij voor vereist.

Het tijdsafhankelijk maken van de tarieven leidt niet tot hoge kosten zonder energiekostensturing; er is dus geen groot risico voor deze sector. De belangrijkste reden is dat deze sector vooral piekverbruik kent op momenten met lage wegingsfactoren, waardoor vooral het tijdsafhankelijke kW-max-tarief een voordeel kent. Met energiekostensturing kunnen hier ook de kosten gereduceerd worden tot € 69.000, maar het relatieve kostenvoordeel is dus bij de variant met tijdsafhankelijke kW-max gelijk.

Het tijdsafhankelijke kW-contract en kWh tarief resulteren in minder kostenvoordeel zonder energiekostensturing; er is echter ook geen risico op grote toename in kosten. In variant 5 zien we dat de totale kosten zonder energiekostensturing het laagst zijn; de losse tarief-componenten hebben allen een prijsvoordeel en in totaliteit leidt dat tot de grootste reductie. Met energiekostensturing kan hier dus ook tot de laagste kosten gekomen worden, maar het relatieve prijsvoordeel is beperkt.

Figuur 139 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Snelladen



A.15.6 Conclusie casus

Er is inherent weinig flexibiliteit aanwezig in deze casus. Mogelijk kan met prijsprikkels de piekbelasting gedeeltelijk gereduceerd worden, maar hierover is nog weinig bekend. Het plaatsen van een batterij wordt door marktpartijen overwogen. Uit de tariefstelling lijkt geen risico te zijn voor hoge kosten voor deze sector bij de introductie van deze nettarieven. Het sturen op energieprijzen en nettarieven biedt in de huidige situatie al voordeel (met aanname dat deel van de laadvraag flexibel gestuurd kan worden). De tijdsafhankelijke nettarieven bieden beperkt een extra voordeel; in veel gevallen blijven de geoptimaliseerde kosten gelijk. De netimpact laat zien dat de absolute piek sterk afneemt bij sturing op nettarieven, ook in de huidige situatie met sturing op huidige nettarieven. De tijdsafhankelijke nettarieven kunnen bijdragen aan een kleine extra verschuiving van de elektriciteitsvraag van piekmomenten, naar moment met een lagere wegingsfactor.

Tabel 112 - Uiteindelijke score casus: Snellaadstation

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekosten-sturing)	Voordeel energiekosten-sturing (nettarief en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Snellaadstation	3	2	5	5	5	2	

A.16 Papier

A.16.1 Beschrijving casus

De bedrijven in de papierindustrie met de grootste energievraag zijn de papierproducenten. Hiervan zijn er 10-20 bedrijven. Deze bedrijven hebben een gezamenlijk energieverbruik van 24 PJ. Het energieverbruik van deze bedrijven komt voor 75% uit aardgas en 25% uit elektriciteit (PBL, 2020). Voor de warmte en elektriciteitsvraag verbranden zij nu voornamelijk gas in een wkk. Ze hebben een duidelijke verduurzamingsroute door een e-boiler te plaatsen om in de warmtevraag te voorzien. Daarom nemen we een casus aan met een wkk en een e-boiler.

In de papierindustrie wordt papier gemaakt. In de eerste stap worden cellulosevezels in water opgelost. Deze worden gebleekt en op een dunne laag gelegd. Hieruit wordt mechanisch water verwijderd, de laatste droogstap is door met laagtemperatuurwarmte het overtollig water te laten verdampen. Het papier wordt vervolgens op een grote rol gerold.

A.16.2 Energetische gegevens

Als voorbeeld nemen we de productie van golfkarton, dat is de grootste productie in Nederland. De productie van golfkarton heeft een elektriciteitsvraag van 1,3 GJ/ton (bovenwaarde) en een warmte (stoom)vraag van 4,1-5 GJ/ton (PBL, 2020). Dat levert bij een casus van 100 kton/jr een piekvermogen van 5 MWe. Het elektriciteitsverbruik is vrijwel constant, de productie wordt zoveel mogelijk 24/7 bedreven (Figuur 140).

Naast de elektriciteitsvraag, is er nog een stoomvraag van 5 GJ/ton, wat in onze casus neerkomt op een jaarlijkse warmtevraag van 500 TJ. Deze warmte wordt opgewekt met een wkk. Hiernaast wordt een e-boiler geplaatst, die op basis van energieprijzen wordt aangestuurd.

Een wkk heeft een rendement van 41% warmte en 34% elektriciteit op aardgas.
Een e-boiler heeft een rendement van 99%.

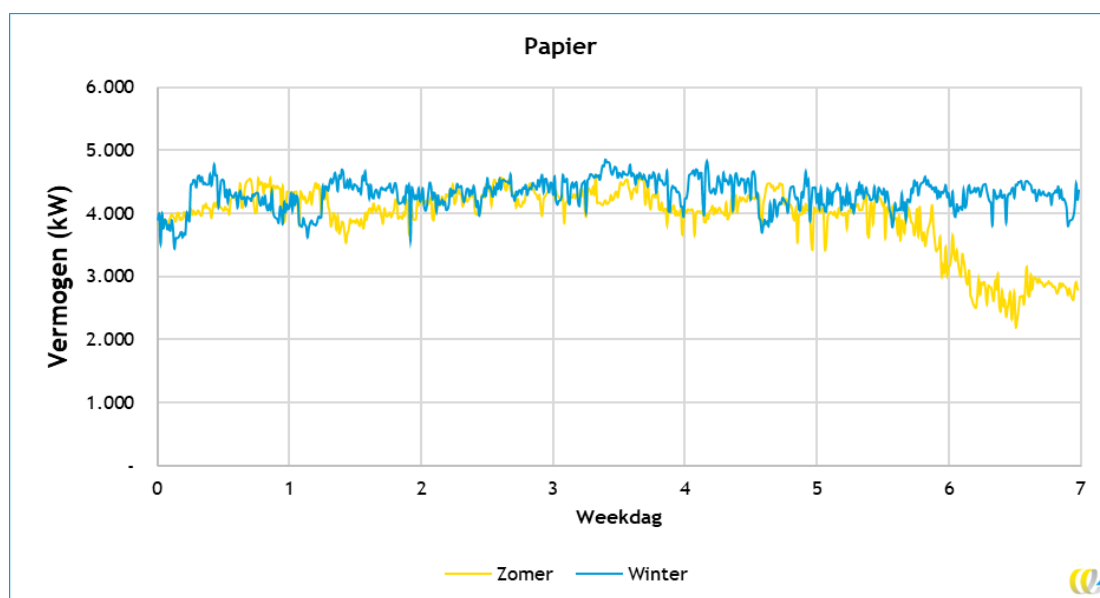
Het elektriciteitsverbruik is opgebouwd uit de onderdelen in Tabel 113. Hiernaast is er nog een kantoorgebouw. Hier werken ongeveer tien mensen. De resterende mensen werken in de productie. Omdat dit neerkomt op minder dan 1% van de energievraag, laten we het kantoor buiten beschouwing.

Tabel 113 - Het elektriciteitsverbruik in een gemiddelde papierfabriek. (Bron: VNP, communicatie)

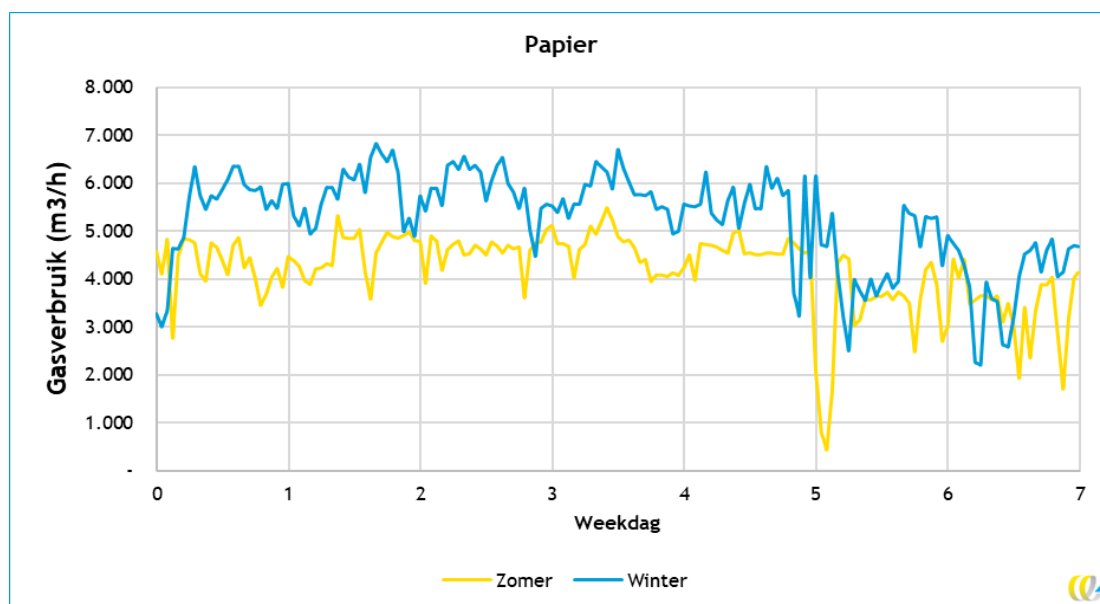
Stap	Onderdeel	Verbruik relatief	Flex?
Stofbereiding	Ontinkten	3%	Twee uur naar voren
	Dispergeren	2%	Twee uur naar voren
	TMP/RMP Rofire	2%	Twee uur naar voren
	Overige bewerkingen stofbereiding (vnl. dikstofsysteem)	24%	Twee uur naar voren
Papier en kartonmachine	Zeef en persen	31%	Nee
	Voordrogerij	7%	Nee
	Coating aanmaak en opbrengen	1%	Nee
	Nadrogging	3%	Nee
	Overige bewerkingen papiermachines	7%	Nee
Verwerking	Verwerking totaal klein verpakking	1%	Nee

Stap	Onderdeel	Verbruik relatief	Flex?
Utiliteiten	Persluchtvoorziening	3%	Twee uur naar voren
	Waterzuivering en afvalwatervoorziening	4%	Nee
	Verlichting	2%	Nee
Overig	Overig utiliteiten	5%	Nee
Anders	Verbruikers niet eerder genoemd	5%	Nee
Totaal	Totaal elektriciteit verbruik productie	100%	34%

Figuur 140 - Weekprofielen van de papier- en kartonverwerkende industrie, elektriciteit



Figuur 141 - Weekprofielen van de papier- en kartonverwerkende industrie, gas



Flexibiliteit elektriciteit

Papierbedrijven hebben een elektrisch proces met een aantal machines, waar geen flexibele energievraag gerealiseerd kan worden. De grootste vraag naar energie komt in de vorm van warmte, voor de stoomvraag om het papier te drogen.

Er zijn in onze aannames twee soorten flex mogelijk in een papierfabriek. Er zijn twee mogelijkheden tot flexibel energieverbruik in de huidige processen:

1. De stofbereiding kan enkele uren eerder worden uitgevoerd om vervolgens te wachten op de vervolgstappen.
2. Ook kan er een persluchtbuffer worden geïnstalleerd om deze op energieprijzen af te laten schakelen.

Hiernaast gaan wij voor de casus uit van een papierfabriek waar een e-boiler geïnstalleerd is. Op basis van de prijzen van elektriciteit en gas zal er gestuurd worden om de e-boiler aan te zetten of een wkk met mogelijke teruglevering aan het net.

A.16.3 Bedrijfskenmerken

Onderstaande bedrijfskenmerken gaan over SBI 17, p90²⁵.

Tabel 114 - Bedrijfskenmerken papier zonder verduurzaming

Kenmerk	Beschrijving
Maximaal elektrisch vermogen	5 MW
Warmtevraag	500 TJ/jr
Stoomproductie	Wkk
Rendement	41% warmte, 34% elektrisch
Gasvraag	34,7 mln. m ³ /jr
Productie	24/7
Aantal werknemers per bedrijf	100
Bruto toegevoegde waarde per MWh	10-15%
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Hoog

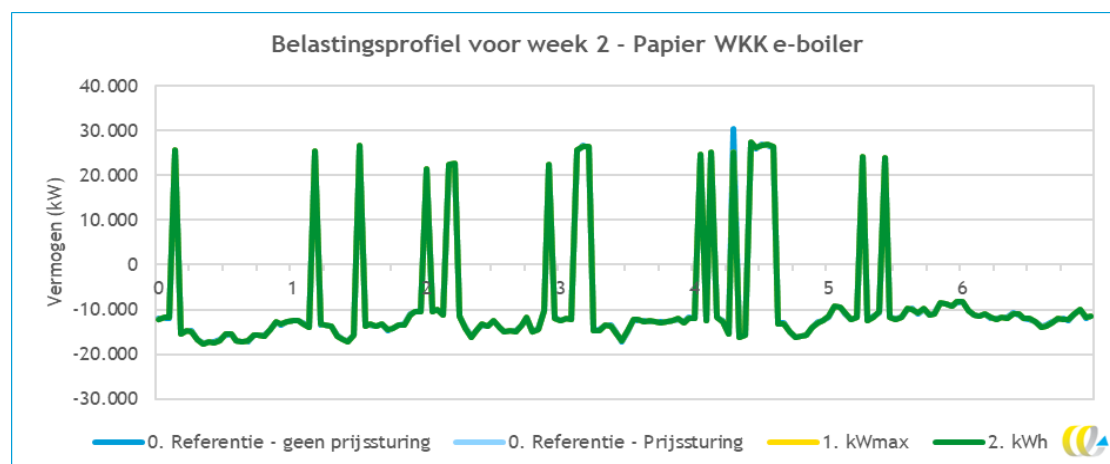
A.16.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

In Figuur 142 is te zien dat door energiekostensturing het mogelijk is om in een week 3 pieken met 2.000 kW (circa 10%) te verminderen. Bij 'variant 1. Tijdsafhankelijke kW-max' wordt dit effect tenietgedaan, de pieken (kW-max) zijn maar iets lager dan in het huidige scenario. In 'variant 2. Tijdsafhankelijke kWh' is het profiel gelijk aan het profiel 'variant 0. Referentie - energiekostensturing'. In 'variant 3. tijdsafhankelijke kWh en kW-max' Zijn de effecten hetzelfde als in 'variant 1. Tijdsafhankelijke kW-max'. Het is ook de verwachting dat er geen effect is in variant 2, omdat deze casus geen nettarief betaalt voor de kWh-component.

²⁵ Er zit een vrij groot verschil in de gemiddelde en 90-percentiel profielen binnen SBI-17. Wij nemen aan dat de productiebedrijven 24/7 draaien en daarmee door de p90-profielen worden gerepresenteerd.

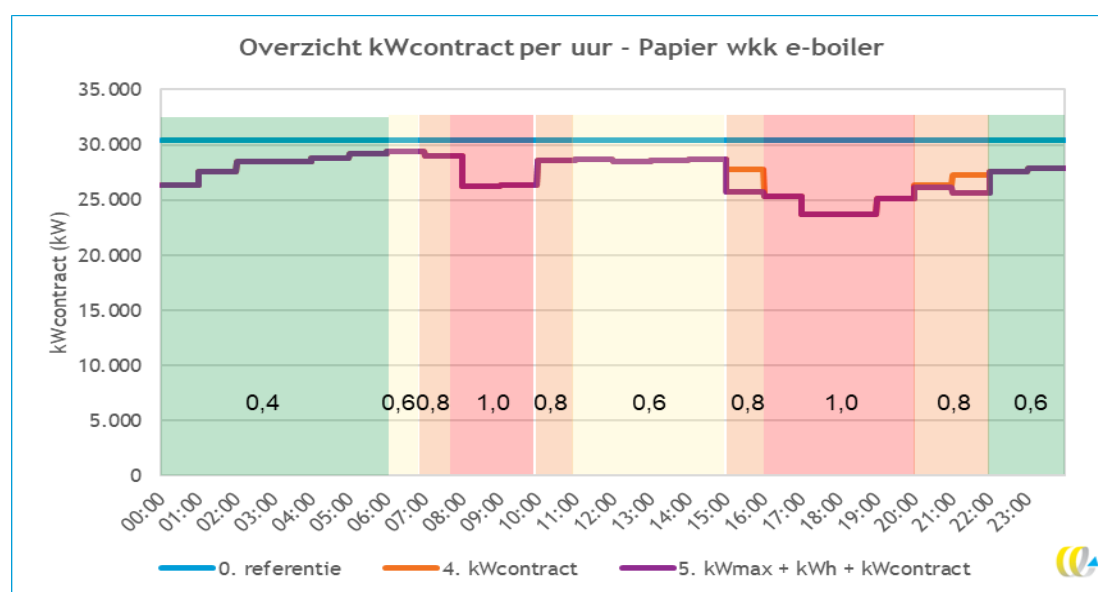
Figuur 142 - Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarietstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

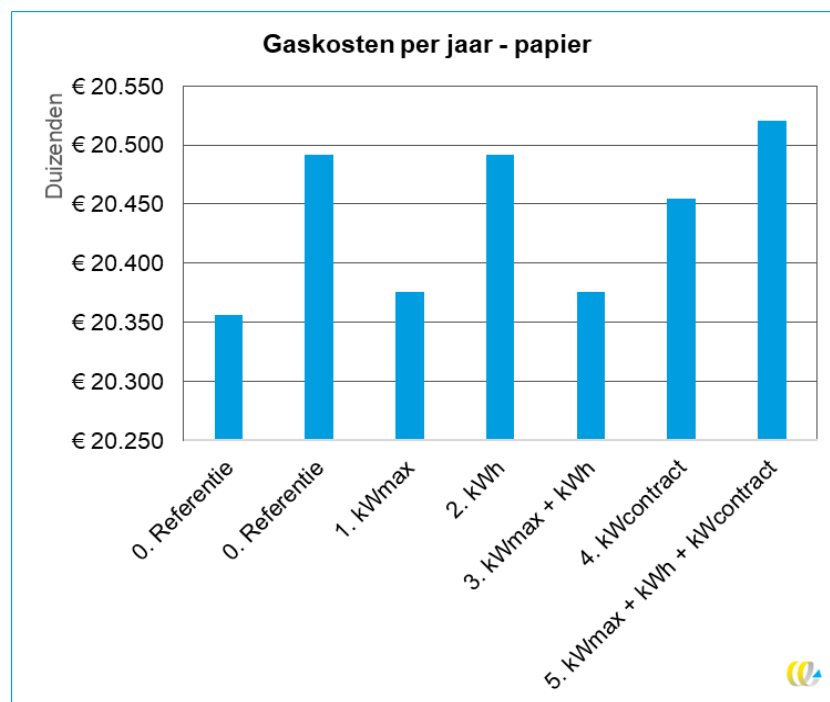
Door te sturen op een tijdsafhankelijke kW-contract-waarde worden de pieken van het elektriciteitsgebruik duidelijk gedrukt in tijdsblokken met een hoge weegwaarde. Hierbij is een duidelijk dal te zien in beide tijdsblokken met een weging van 1. Omdat in deze casus het elektriciteitsverbruik vervangen kan worden door gasverbruik daalt ook het totale elektriciteitsverbruik. In 'variant 5. Tijdsafhankelijke kW-max + kWh + kW-contract' is te zien dat de pieken nog net extra naar beneden geduwd worden.

Figuur 143 - Overzicht gecontracteerd vermogen per uur - Papier wkk E-boiler. De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur aan, voor de referentie en variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar. Het kleurenprofiel over de gehele grafiek toont de wegingsfactoren voor die momenten, ook aangegeven met getallen in de figuur.



De verschillende tariefvarianten hebben invloed op het elektriciteitsverbruik, en daarmee ook op het gasverbruik, door het wisselen tussen e-boiler en wkk. Door te sturen op tijdsafhankelijke nettarieven wordt het gasverbruik in elke variant (iets hoger). Dit varieert van k€ 20 tot k€ 160. Dit is te zien in Figuur 144. Daarmee is dat een effect van 0,1 - 1% op het gasverbruik.

Figuur 144 - Gaskosten per jaar voor de casus papierindustrie



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

De pieken van het elektriciteitsgebruik worden het meest gedrukt door energiekostensturing op energieprijzen. Hier worden de pieken in het elektriciteitsverbruik met 9% gedrukt ten opzichte van '0. Referentie zonder energiekostensturing'. In de varianten 1, 2 en 3 veranderen deze hierna niet meer.

De pieken bij variant 4 en 5 zijn 3% lager ten opzichte van de referentie zonder energiekostensturing. In deze varianten wordt de absolute piek dus minder verkleind, ten opzichte van de varianten waarin energiekostensturing op energieprijzen dominant is. De tijdsafhankelijke kW-contract kan daarmee dus iets hogere pieken accepteren, deze liggen waarschijnlijk in tijdsvakken die relatief weinig netcongestie hebben.

Tabel 115 - Resultaten piek en kW-maxwaarde papier

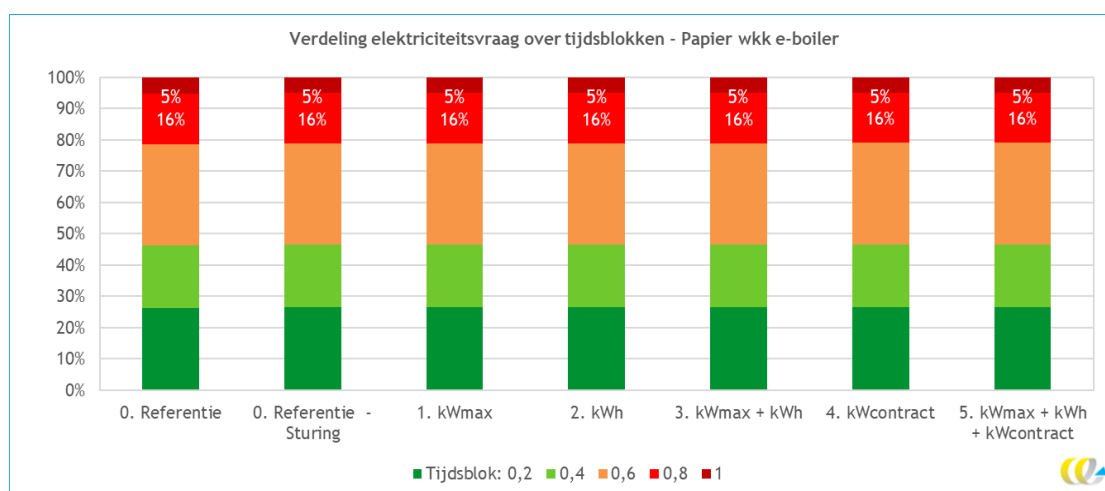
Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	30.412	27.567	27.567	27.567	27.567	29.432	29.432
Verandering absolute piek door energiekostensturing		-9%	-9%	-9%	-9%	-3%	-3%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Het effect van de verschillende varianten is klein in de verdeling tussen de tijdsblokken. De grootste effecten zijn te zien in variant 4 en 5, waar 0,4 en 0,5% minder elektriciteit wordt verbruikt in de tijdsblokken van 0,8 en 1.

Specifiek interessant bij de mogelijke sturing tussen wkk en e-boiler is het effect op het totale elektriciteitsverbruik. Hierbij wordt door flexibel te sturen op elektriciteitsprijzen 1,1% minder elektriciteit verbruikt. In variant 1 en 3 wordt 0,2% meer verbruikt, in variant 2 1,1% minder, in variant 4 0,7% minder en in variant 5 1,4% minder, ten opzichte van de referentie zonder energiekostensturing.

Figuur 145 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Papier



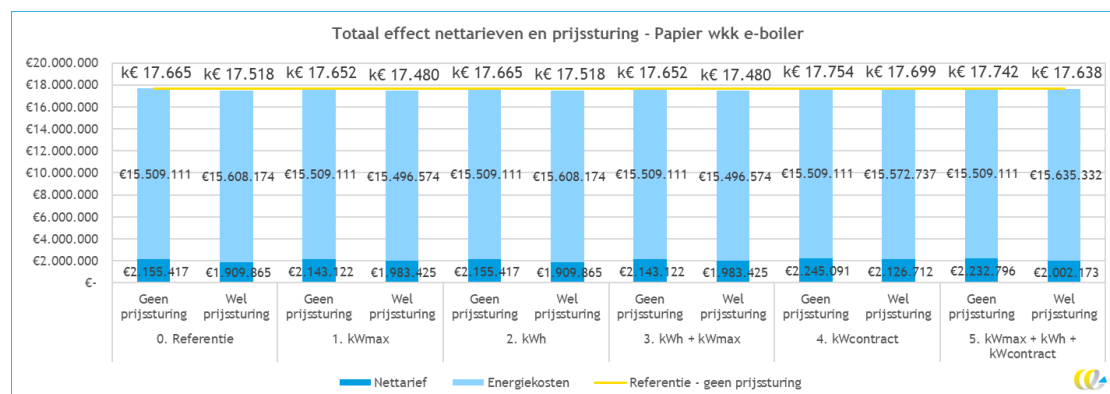
A.16.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

De totale energiekosten zijn in het referentiescenario zonder sturing € 17,6 mln. In variant 2 veranderen de energiekosten niet. In de verschillende varianten 1 en 3 dalen de energiekosten met € 13.000. In variant 4 en 5 stijgen de energiekosten met € 90.000 en € 77.000 respectievelijk. Het maximale effect is daarmee een stijging van 0,5%.

Door te sturen op de day-ahead prijs kan k€ 145 (0,8%) worden bespaard. In variant 1 en 3 kan er in totaal k€ 185 worden bespaard op de energiekosten. In variant 4 zijn de energiekosten hoger dan in het referentiescenario. In variant 5 kan er nog maar k€ 27 worden bespaard per jaar.

De huidige prikkel om te gaan sturen op de day-aheadprijzen is k€ 145. Deze kan in de verschillende varianten dalen tot k€ 55 (variant 4) en stijgen tot k€ 170 (variant 1 en 3).

Figuur 146 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - papier



A.16.6 Conclusie casus

In de casus papier is relatief voor de industrie veel flexibiliteit aanwezig. Deze flexibiliteit zit voornamelijk in de utiliteiten (wisselen e-boiler en wkk), maar ook in het proces kan geschoven worden.

Desondanks zijn de effecten van de verschillende tarieven op de energiekosten klein. Ten eerste is het grootste effect van de casus het flexibel sturen op elektriciteitsprijzen. Dit effect kan iets groter worden door de verschillende tariefvarianten, maar dit effect is klein. Dit komt hoofdzakelijk doordat ook in deze casus het grootste deel van de energie nog uit aardgas komt. De tijden waarop het rendabel is om elektriciteit te gebruiken voor de energievraag wordt bijna volledig bepaald door de day-ahead prijzen. De tariefvarianten hebben hier weinig effect op. Uit de enquêtes blijkt dat de papiersector beperkt zal sturen op tijdsafhankelijke nettarieven.

Tabel 116 - Uiteindelijke score casus: Papier

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettariet en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Papier	2	3	4	1	2	1	2

A.17 Voedingsmiddelenindustrie - zuivel

A.17.1 Beschrijving casus

De voedingsmiddelenindustrie is een grote sector waar veel bedrijven onder vallen. Deze bedrijven maken allerlei producten, melkproducten, groenteverwerking, suikerproductie. Hierin zijn veel verschillende processen aan te wijzen. In de gehele voedingsmiddelenindustrie is de grootste energievraag voor lagetemperatuurswarmte, met een veel kleiner aandeel voor de elektriciteit die nodig is om verschillende processen aan te drijven.

De voedingsmiddelenindustrie draait grotendeels op gas. Dit gas wordt vaak verbrand in een gasboiler om de lagetemperatuurswarmte op te wekken die nodig zijn in de verschillende processen van een fabriek. Omdat het uitgangsjaar voor deze studie 2030 is, verwachten wij verregaande elektrificatie. Wij gaan in deze casus uit van volledige elektrificatie van de warmtevraag door een warmtepomp.

Over het algemeen werkt een voedingsmiddelenproducent 24/7. Hierbij zijn er enkele, zoals de aardappelindustrie en de suikerindustrie, waar een duidelijk seizoenspatroon in te herkennen is. Dit laten wij in deze casus buiten beschouwing.

Omdat de voedingsmiddelenindustrie zeer heterogeen is, gebruiken wij het profiel van zuivel (SBI 105, p90).

Het PBL beschrijft de stappen in zuivelwerkingsindustrie in zijn algemeen als volgt (PBL, 2021):

- thermisatie/Standaardisatie;
- hittebehandelingen:
 - 72°C voor pasteurisatie, met warm water of lagedruk stoom;
 - 135°C voor sterilisatie.
- verdamping;
- sproeidrogen;
 - dit is het meest energie-intensieve onderdeel in de zuivelverwerking.
- membraanprocessen;
- reinigen.

Volgens de branchevereniging Nederlandse Zuivel Organisatie is weinig flexibiliteit mogelijk in deze processen, het gaat namelijk om een volcontinu proces waarbij constant toevoer van rauwe melk is met korte houdbaarheidsdatum. Op momenten dat er geen product gemaakt wordt, wordt de lijn schoongemaakt (CIP, cleaning-in-place).

De elektriciteitsvraag in een kaasfabriek bestaat grotendeels uit pompen en mengen. De warmtevraag wordt momenteel vaak voorzien middels gas. Dezelfde processen zijn nodig voor het productieproces als voor de CIP-cyclus. Hierom is er weinig flexibiliteit in het elektriciteitsverbruik.

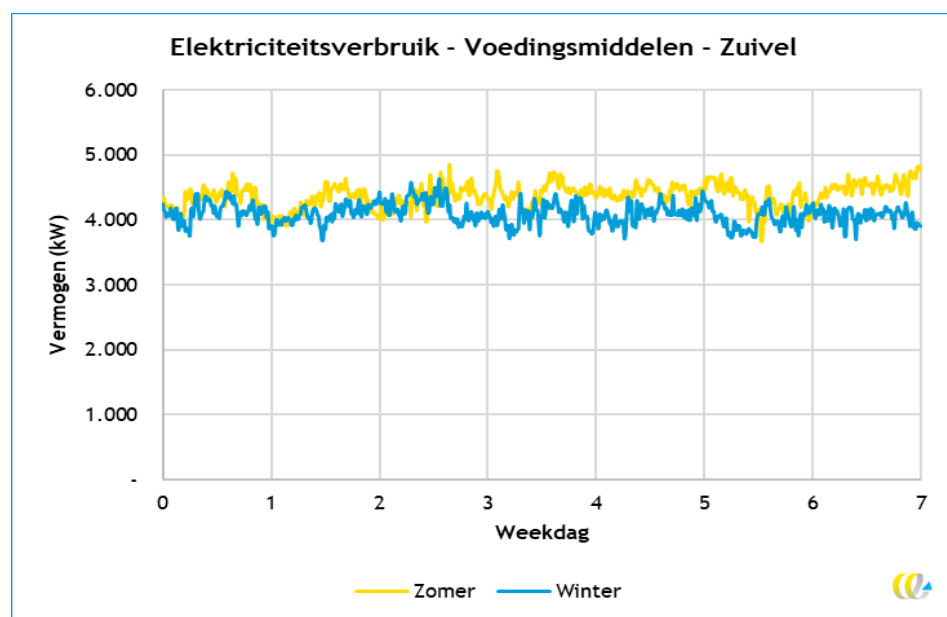
A.17.2 Energetische gegevens

Omdat de voedingsmiddelenindustrie zeer heterogeen is, gebruiken wij het profiel van zuivel (SBI 105, p90). Hiervan nemen we een fabriek aan die 1.300 kton melk verwerkt per jaar, met een elektriciteitsverbruik van 36 GWh per jaar. Dit is een aansluiting van 5,1 MW. Hiernaast heeft de fabriek een warmtevraag van 670 TJ per jaar dat momenteel met een gasboiler wordt opgewekt. We nemen hierin aan een rendement van 90%.

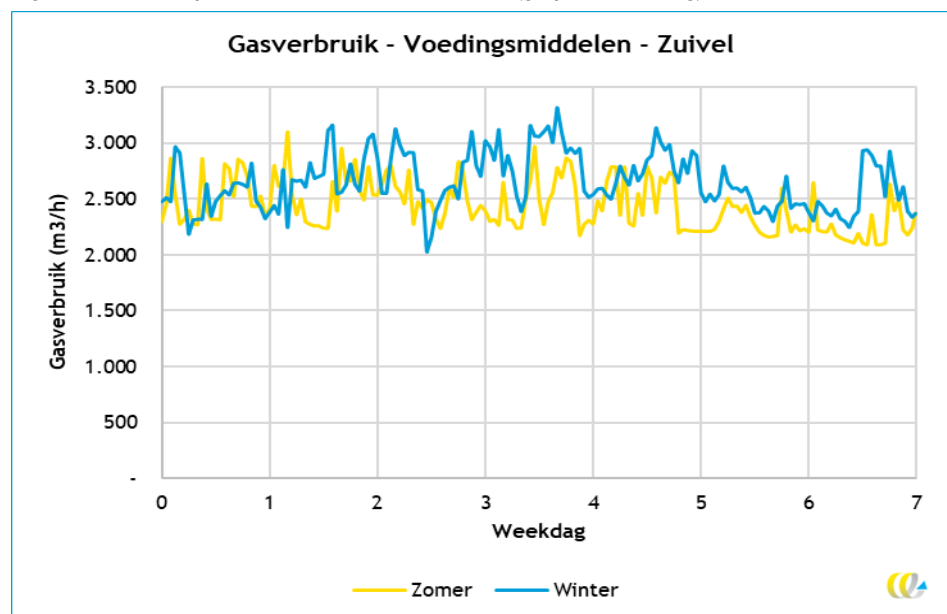
In deze casus nemen we aan dat de warmtevraag volledig geëlektrificeerd met een warmtepomp. Warmtepompen zijn een geschikte optie voor verwarming op lage temperatuur ($< 150\text{--}200^{\circ}\text{C}$), wat betekent dat ze een groot potentieel hebben voor de zuivelverwerkingsindustrie, aangezien de temperatuurvereisten doorgaans onder de 200°C liggen (PBL, 2021). De restwarmte vanuit het proces kan worden gebruikt om warmte te leveren aan de warmtepomp, een zogenaamd proces geïntegreerde warmtepomp.

De warmtepomp heeft een COP van 3. Hierdoor komt uiteindelijk de totale elektriciteitsvraag uit op 103 GWh en een piekvermogen van 14,8 MW.

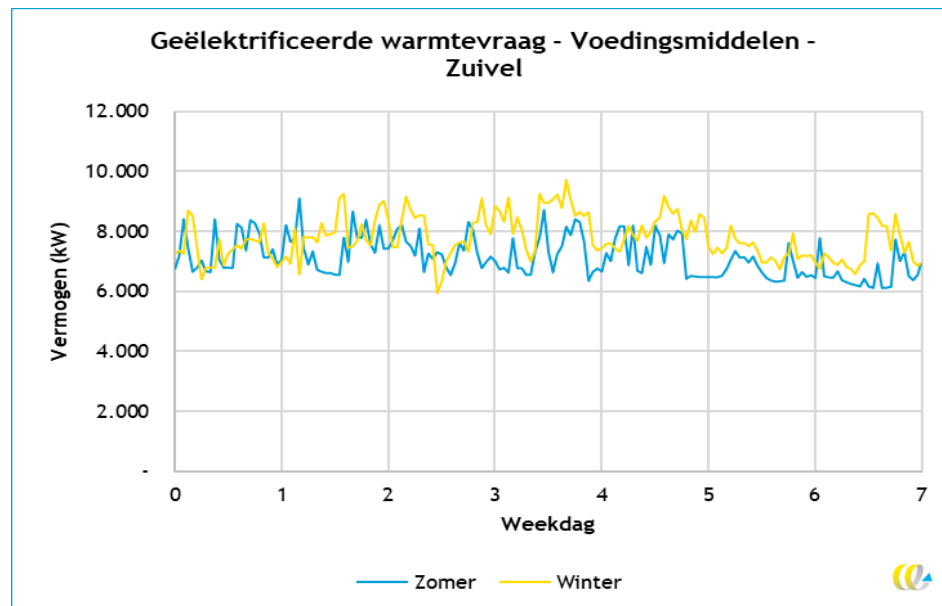
Figuur 147 - Weekprofielen van een zuivelfabriek (elektriciteit, huidig)



Figuur 148 - Weekprofielen van een zuivelfabriek (gasprofiel, huidig)



Figuur 149 - De geëlektrificeerde warmtevraag van een zuivelfabriek (warmtepomp, COP = 3)



Flexibiliteit elektriciteit

De productie van voedingsmiddelen is niet flexibel. De warmtepomp kan wel flexibel worden ingezet. We nemen aan dat 10% van de warmtevraag 2 uur eerder of later van het net kan worden afgenomen. Hiervoor zullen buffers moeten worden aangeschaft.

A.17.3 Bedrijfskenmerken

Onderstaande bedrijfskenmerken gaan over SBI 105. Wij nemen het 90 percentiel aan voor de grootverbruikers.

Tabel 117 - Bedrijfskenmerken voedingsmiddelenindustrie - zuivel

Kenmerk	Beschrijving
Maximaal elektrisch vermogen	5,1 MW
Maximaal elektrisch vermogen na elektrificatie van de warmtevraag	14,8 MW
Warmtevraag	670 TJ/jr
Gasverbruik	22.200 m ³ /jr
Geëlektrificeerde warmtevraag	65 GWh
Productie	24/7
Aantal werknemers per bedrijf	100+
Bruto toegevoegde waarde per MWh	11% van de omzet bij zuivel
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Midden - hoog

A.17.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

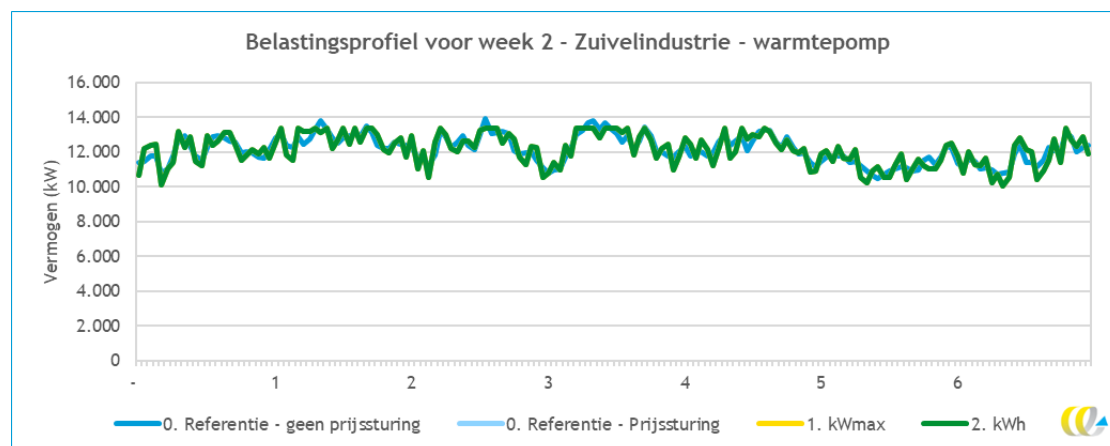
De zuivel casus is een representatieve casus voor de voedingsmiddelenindustrie. In de casus is er een warmtevraag voor onder andere verschillende hittebehandelingen van de melk en

reinigingsvloeistoffen. Daarnaast hebben verschillende apparaten in het productieproces een elektriciteitsvraag. Voor deze casus nemen we aan dat de warmtevraag voorzien wordt met een warmtepomp en dat deze warmtepomp flexibel kan sturen. We nemen aan dat 10% van de warmtevraag 2 uur eerder of later van het net kan worden afgenomen. Hiervoor zullen buffers moeten worden aangeschaft.

Verandering elektriciteitsprofiel

Figuur 150 toont met de donkerblauwe lijn '0. Referentie - geen energiekostensturing' het standaard profiel. Dit profiel is al redelijk vlak voor de zuivelindustrie, aangezien er 24/7 productie is. Vervolgens zijn er nog drie verschillende profielen in de figuur die precies hetzelfde verloop hebben, weergegeven met de donkergroene lijn. Dit betekent dat energiekostensturing op de nettarieven geen extra effect heeft op het belastingsprofiel. De kleine wijziging van het profiel met energiekostensturing ten opzichte van de '0. referentie - geen energiekostensturing' worden dus veroorzaakt door energiekostensturing op day-ahead prijzen, waarbij dus ook geoptimaliseerd wordt op nettarieven, maar zonder tijdsafhankelijke component.

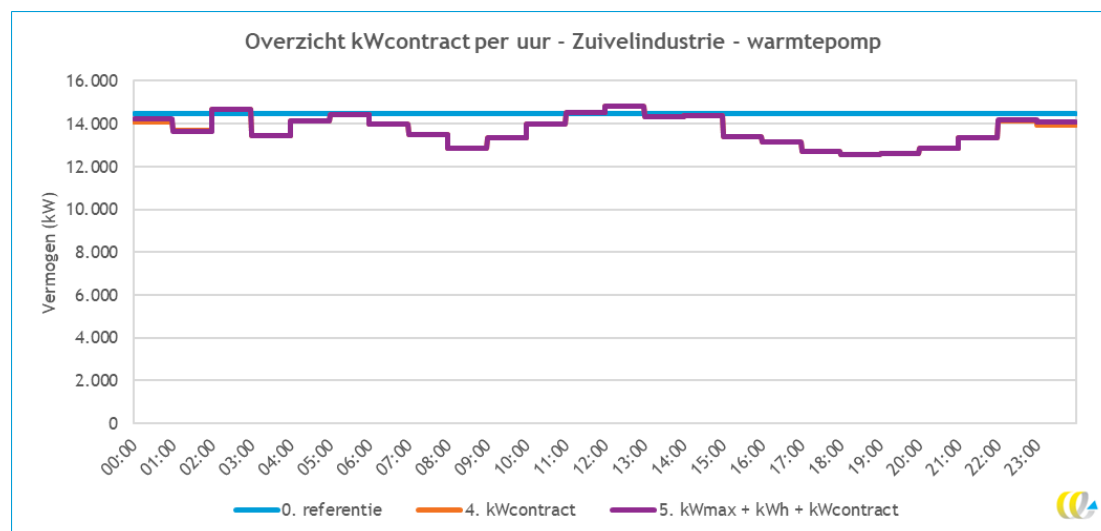
Figuur 150 - Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarietstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Figuur 151 laat het maximaal gecontracteerd vermogen van ieder uur in het jaar zien. Bij referentie variant 0 (met huidige nettarieven) is dit een vlakke lijn, en is het gecontracteerd vermogen voor ieder uur in het jaar gelijk. Bij de varianten waar het kW-contract tijdsafhankelijk is, zie je dat het kW-contract per uur verschillend is. De lijn van de tijdsgebonden kW-contract toont duidelijk dat voor deze casus de piekmomenten op het net, met een hoge wegingsfactor, verminderd worden. Echter is er geen sprake van forse reductie, doordat slechts 10% van de warmtevraag 2 uur eerder of later van het net kan worden afgenomen. Er zit nauwelijks verschil tussen 'variant 4. kW-contract' en 'variant 5. kW-max + kWh + kW-contract'.

Figuur 151 - De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur aan, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 118 toont informatie over het piekvermogen, voor zowel de referenties met het huidige nettatarief, als ook voor de vijf verschillende tijdsafhankelijke nettarieven. De absolute piek gedurende het jaar gaat omlaag als gevolg van energiekostensturing (-8%). Tijdsafhankelijke nettarieven varianten 1, 2 en 3 zorgen niet voor verdere reductie van de piek. Bij tijdsafhankelijke nettarieven varianten 4 en 5 gaat de absolute omhoog (+2%). Dit gebeurt waarschijnlijk op een moment met een lage wegingsfactor. Deze absolute piek vindt dan dus plaats op een moment met minder zwaardere netbelasting en is daardoor minder problematisch voor netcongestie.

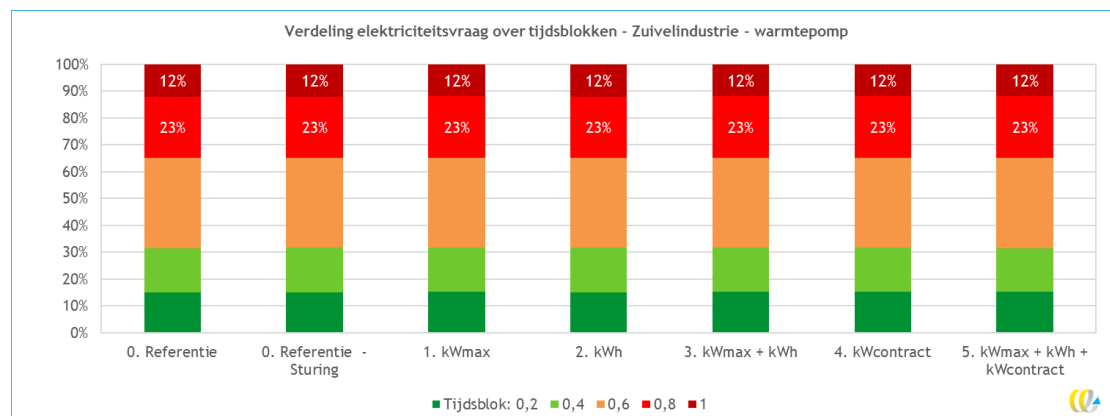
Tabel 118 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW- max + kWh	4. kW- contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	14.482	13.351	13.351	13.351	13.351	14.817	14.817
Verandering absolute piek door energie- kostensturing		-8%	-8%	-8%	-8%	2%	2%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Figuur 152 toont dat het elektriciteitsgebruik in de verschillende blokken met verschillende wegingsfactoren onveranderd zijn voor de verschillende varianten. Bij de casus zuivelindustrie is er geen verplaatsing van de energievraag van momenten met hoge wegingsfactoren (1 en 0,8) naar momenten met lagere wegingsfactoren. Zowel energiekostensturing op day-aheadprijzen als ook tijdsafhankelijke nettarieven hebben hier geen invloed op.

Figuur 152 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren



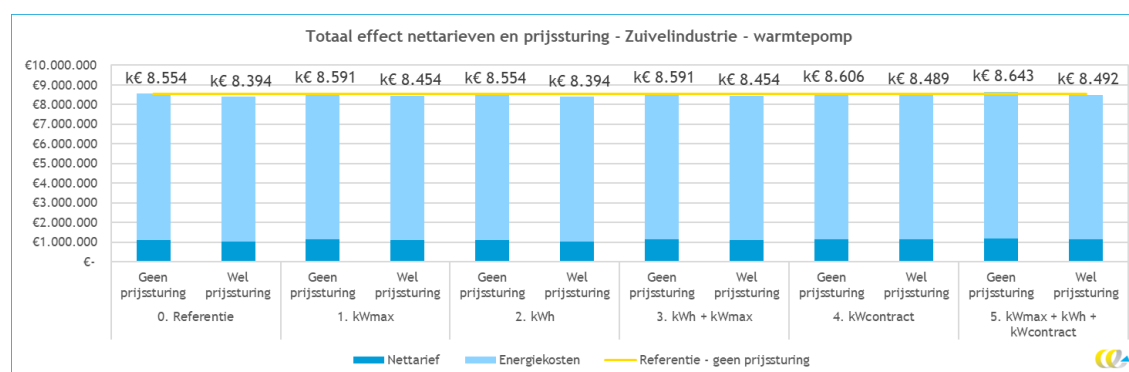
A.17.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

In Figuur 153 is het effect van energiekostensturing en tijdsafhankelijke nettariëfvarianten op de nettariëf- en elektriciteitskosten weergegeven. De totale elektriciteitskosten zonder energiekostensturing zijn € 8.554.400. In de verschillende tariefvarianten is er een kleine verhoging van de totale kosten door de nettariëven, indien er niet gestuurd wordt op prijzen, met een maximaal effect van € 88.500 (+1%).

Binnen de huidige nettariëven zorgt energiekostensturing op day-ahead elektriciteitsprijzen voor 1,9% reductie van de totale elektriciteitskosten.

Invoering van tijdsafhankelijke nettariëven zorgt voor hele lichte stijging van de totale elektriciteitskosten voor de casus zuivelindustrie. Dit geldt zowel als er wel en niet gestuurd wordt op prijzen. Uitgaande van wel energiekostensturing is de grootste kosten stijging ten opzichte van de referentie zonder tijdsafhankelijke nettariëven bij variant 5: hier ontstaat een toename van € 97.200 (+1,2%) door invoering van een tijdsafhankelijk nettariëf. Verder zorgen variant 1, 3 en 4 respectievelijk voor 0,7%, 0,7% en 1,1% kosten toename. Bij variant 2 blijven de totale kosten gelijk. Energiekostensturing loont voor alle tijdsafhankelijke nettariëfvarianten, al is dit vooral te wijten aan sturing op elektriciteitsprijzen.

Figuur 153 - Totaal effect nettariëven en energiekostensturing



A.17.6 Conclusie casus

Als representatieve casus voor de voedingsmiddelenindustrie is de casus zuivelindustrie genomen. De productie is 24/7. Hierbij is aangenomen dat 10% van de warmtevraag 2 uur eerder of later van het net kan worden afgenomen. De flexibele inzet van de warmtepomp zorgt voor een kleine verandering van het elektriciteitsprofiel. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door sturing op elektriciteitsprijzen. De tijdsafhankelijke nettarieven zorgen niet voor aanvullende verschuivingen in het profiel. De verdeling van de elektriciteitsafname over de wegingsfactoren verandert niet. De netimpact op drukke momenten op het net neemt dus niet af. Wel zorgt energiekostensturing op elektriciteitsprijzen voor reductie van de absolute piek. Er is verder geen significant effect op de totale elektriciteitskosten door de tijdsafhankelijke nettarieven. Financieel loont energiekostensturing in alle gevallen, hoofdzakelijk door sturing op elektriciteitsprijzen. Sturing op tijdsafhankelijke nettarieven zorgt in de verschillende varianten niet voor kostenreductie. De zuivelsector heeft interesse in het sturen van de flexibele assets, zoals de warmtepomp, op energieprijzen en (tijdsafhankelijke) nettarieven.

Tabel 119 - Uiteindelijke score casus: Voedingsmiddelenindustrie - Zuivel

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettarief en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Zuivel	5	2	3	1	2	1	3

A.18 Bakkerij

A.18.1 Beschrijving casus

Bij een bakkerij (SBI 107) wordt brood en banket gebakken. In deze studie beschrijven wij industriële bakkers die 24/7 productie bedrijven. Deze produceren ongeveer 90% van het brood dat in Nederland wordt gebakken. Hier werken 100-125 mensen per locatie. Er zijn ongeveer 50 industriële bakkers in Nederland.

In een bakkerij worden de volgende stappen uitgevoerd:

- deeg kneden (elektrisch);
- deeg portioneren (elektrisch);
- deeg rijzen (elektrisch/gas);
- bakken (elektrisch/gas);
- brood koelen (elektrisch);
- transportbanden (elektrisch);
- snijden & verpakken (elektrisch).

De energiekosten van een industriële bakkerij bestaan voor 5-7% uit energiekosten.

A.18.2 Energetische gegevens

We beschrijven een ‘gemiddelde’ industriële bakker, met 27.500 ton brood per jaar. Dit komt overeen met een elektriciteitsverbruik van 6,25 GWh per jaar en een piekvermogen van 1,05 MW.

Het energieverbruik bestaat ongeveer 75% uit gas en voor de rest uit elektriciteit. In Tabel 120 zijn de verschillende processen gegeven die energie vragen.

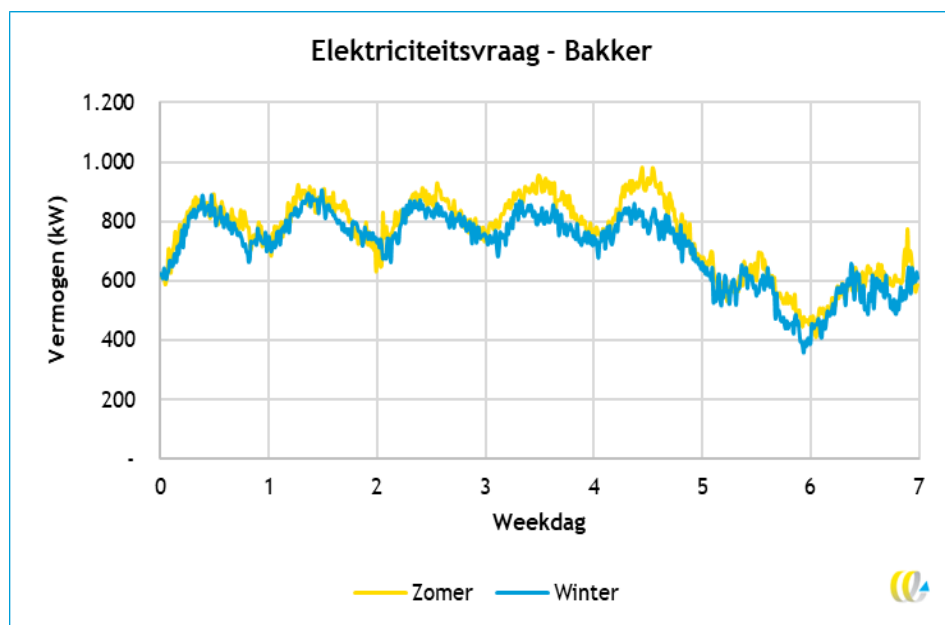
In de studie is gesproken met de Nederlandse Vereniging voor de Bakkerij (NVB). De NVB is de branchevereniging van de industriële bakkerijen. Die zouden 24/7 moeten draaien. Hierbij is zo goed als geen stroom- en gasverbruik flexibel. Zij geven aan 90% van het Nederlandse brood te bakken en 85% van het Nederlandse gebak te maken, waardoor dit de meest relevante partij lijkt. Hierom hebben wij het 90 percentiel gebruikt als representatief, omdat dit profiel het minste variatie in elektriciteitsverbruik heeft. Hiernaast geven zij aan dat het technisch mogelijk is om de ovens te elektrificeren. Hierbij wordt de gasvraag vervangen met 4 kWh/m³ aardgas. Het is echter om technische redenen (netaansluiting) en economische redenen niet mogelijk om te elektrificeren. Hierom hebben wij dit in de casus niet meegenomen.

Tabel 120 - Energieverbruik bij een gemiddelde bakkerij

Energiebron	Installatie	Waarde	Eenheid	GJ/jr	Flex
Gas	Stookinstallaties oven	1.267.268	m ³ /jr	44.570	
Gas	Stoomopwekking	168.969	m ³ /jr	5.943	
Gas	Cv-water	126.727	m ³ /jr	4.457	
Gas	Overig-gas	126.727	m ³ /jr	4.457	
Gas	Totaal	1.690.694	m³/jr	59.462	
Elektriciteit	Deegbereiding	641	MWh/jr	2.308	
Elektriciteit	Transportsystemen	481	MWh/jr	1.732	
Elektriciteit	Perslucht	801	MWh/jr	2.884	90%, 2 uur naar voren
Elektriciteit	Oven-elektrisch	481	MWh/jr	1.732	
Elektriciteit	Rijzen & klimatisering	481	MWh/jr	1.732	

Energiebron	Installatie	Waarde	Eenheid	GJ/jr	Flex
Elektriciteit	Verlichting	641	MWh/jr	2.308	
Elektriciteit	Depanner	160	MWh/jr	576	
Elektriciteit	Platenwasmachine	160	MWh/jr	576	
Elektriciteit	Doseerinstallatie	160	MWh/jr	576	
Elektriciteit	Gist installatie	321	MWh/jr	1.156	
Elektriciteit	Inpak product	160	MWh/jr	576	
Elektriciteit	Product koeling	321	MWh/jr	1.156	
Elektriciteit	Stofafzuiging	321	MWh/jr	1.156	
Elektriciteit	Klimatisering	160	MWh/jr	576	
Elektriciteit	Koeling koelcellen	160	MWh/jr	576	90%, 4 uur
Elektriciteit	Koelwaterinstallatie	160	MWh/jr	576	33%, 4 uur
Elektriciteit	Pekelwater installatie	160	MWh/jr	576	
Elektriciteit	Overig-elektrisch	481	MWh/jr	1.732	
Elektriciteit	Vorkheftrucks	108	MWh/jr	389	2 uur per 8 uur opladen
Elektriciteit	Totaal	6.358	MWh/jr	22.893	
Energie	Totaal			82.320	

Figuur 154 - Weekprofielen van de bakkerij



Flexibiliteit elektriciteit

De bakker heeft een proces dat ongeveer 24/7 productie draait. Het wordt vrijwel niet uitgezet. Het proces is niet flexibel. De nutsvoorzieningen zijn flexibel, dit betreft cv-water (gas), perslucht, koelcellen, koelwaterinstallatie.

De persluchtinstallatie kan de vraag 2 uur naar voren halen, en deze perslucht in een buffer opslaan. Hier zijn wel investeringen aan verbonden.

Een koelcel kan elektriciteitsvraag 4 uur naar voren en naar achteren halen, hiermee kan 90% van de koelvraag flexibel ingezet worden.

Een koelwaterinstallatie kan voor 33% flexibel ingezet worden, en hiermee vraag naar voren halen of uitstellen voor 4 uur.

Hiernaast rijden er nog 4 mobiele wagens rond op het terrein, samen goed voor een dieselverbruik van 14 m³/jr. Deze worden geëlektrificeerd voor een totaal elektriciteitsverbruik van 108 MWh. Deze worden in cycli van 8 uur gebruikt, waarvan ze in 2 uur worden opgeladen (Jungheinrich, 2025).

A.18.3 Bedrijfskenmerken

Onderstaande bedrijfskenmerken gaan over SBI 107. Wij nemen het 90 percentiel aan voor de grootverbruikers.

Tabel 121 - Bedrijfskenmerken Bakkerij

Kenmerk	Beschrijving
Vermogen	1,05 MW
Aantal werknemers per bedrijf	100 - 125
Productie	24/7
Bruto toegevoegde waarde per MWh	5-7% van de operationele kosten
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Midden - hoog

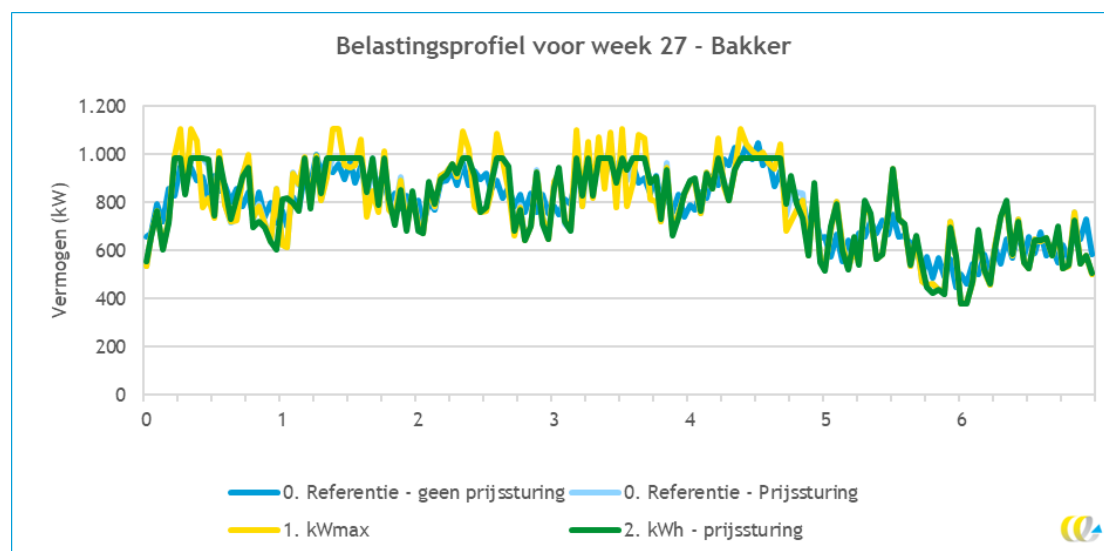
A.18.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Figuur 155 geeft het energieprofiel weer voor de casus bakker. Door te gaan sturen op day-aheadprijzen verandert het elektriciteitsprofiel: er komen hogere pieken en lagere dalen in het profiel (lichtblauwe lijn die veel overlap vertoont met de groene lijn). Door verdere sturing op tijdsafhankelijk nettariaf 'variant 1. kW-max' ontstaan meer pieken, vooral midden op de dag. Dit is te verklaren doordat er dan een lage wegingsfactor geldt, waardoor het gunstig is bij deze variant om met flexibele vraagsturing dan pieken te hebben en op latere momenten minder te verbruiken.

In 'variant 2. kWh' heeft het tijdsafhankelijk nettariaf weinig effect, aangezien het profiel voornamelijk het referentieprofiel met sturing op day-aheadprijzen volgt.

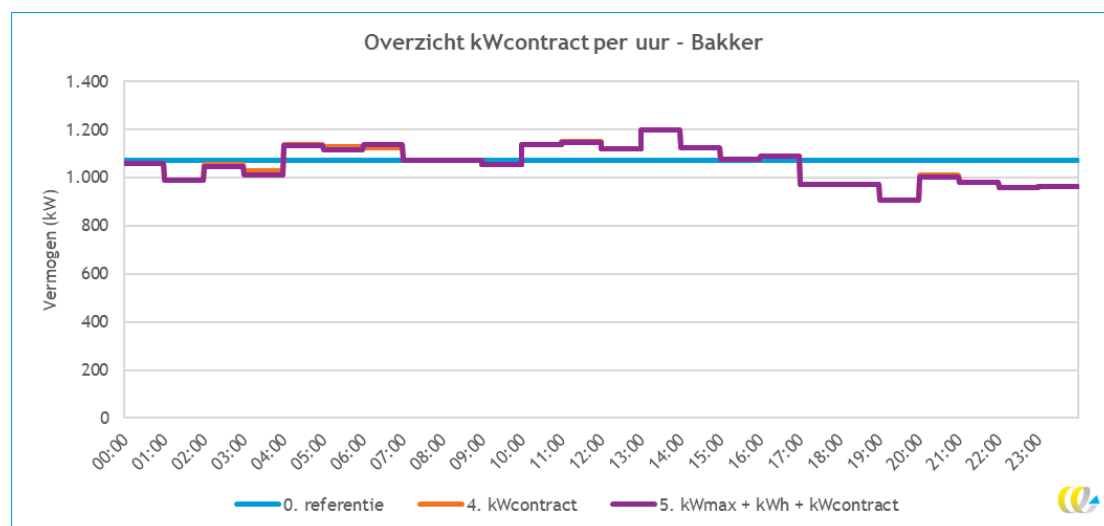
Figuur 155 - Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettatariefstructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Bij een tijdsafhankelijk kW-contract in variant 4 en variant 5 veranderen de profielen op dezelfde manier. Ook de tijdsafhankelijke kW-contractwaarden zijn hetzelfde. Hierdoor zijn de uurlijkse contractwaarden hoger op goedkope momenten, tussen 10:00 en 15:00 uur. Op piekmomenten, specifiek na 16:00 uur tot middernacht is de waarde lager.

Figuur 156 - De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur aan, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Door te sturen op prijs wordt de piek iets hoger, deze stijgt met 3%. In varianten 1,2 en 3 verandert dit niet verder; het tijdsafhankelijk nettatarief heeft dus geen additioneel effect boven op energiekostensturing op elektriciteitsprijzen. In variant 4 en 5 stijgt deze piek nog verder met in totaal 12%. Dit gebeurt waarschijnlijk op een moment met een lage wegingsfactor. Deze absolute piek vindt dan dus plaats op een moment met minder zwaardere netbelasting en is daardoor minder problematisch voor netcongestie.

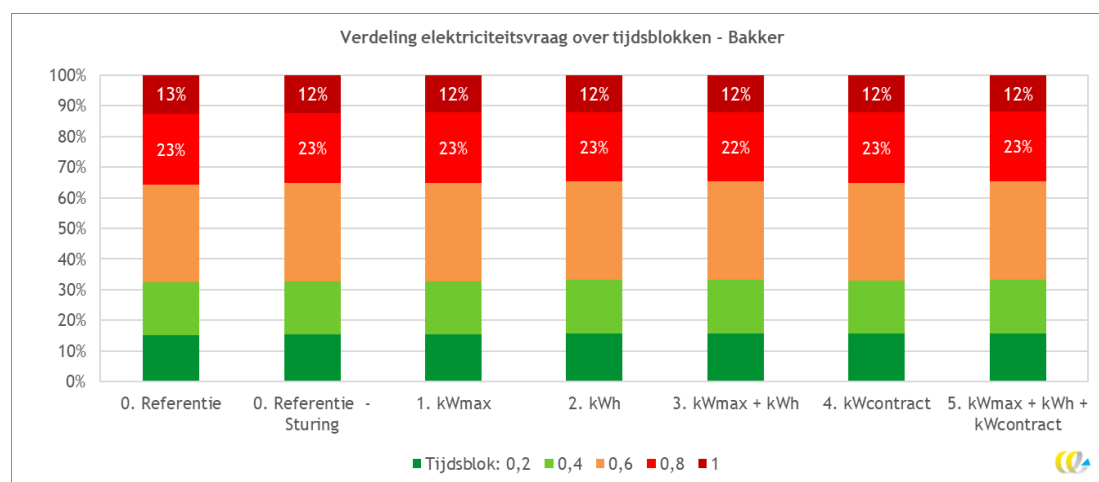
Tabel 122 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	1.072	1.106	1.106	1.106	1.106	1.198	1.198
Verandering absolute piek door energiekostensturing		3%	3%	3%	3%	12%	12%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Door te sturen op elektriciteitsprijs wordt de elektriciteitsvraag in de tijdsblokken 0,8 en 1 minder met 0,6% ten opzichte van de referentie zonder energiekostensturing. In varianten 1, 2 en 3 wordt ten opzichte van de referentie zonder energiekostensturing dit 0,7%, 1,1% en 1,2% minder, in variant 4 0,6% minder en in variant 5 wordt dit 1,2% minder. Deze kleine verschillen zijn niet waarneembaar in Figuur 157.

Figuur 157 - Verdeling elektriciteitsvraag over tijdsblokken - bakker



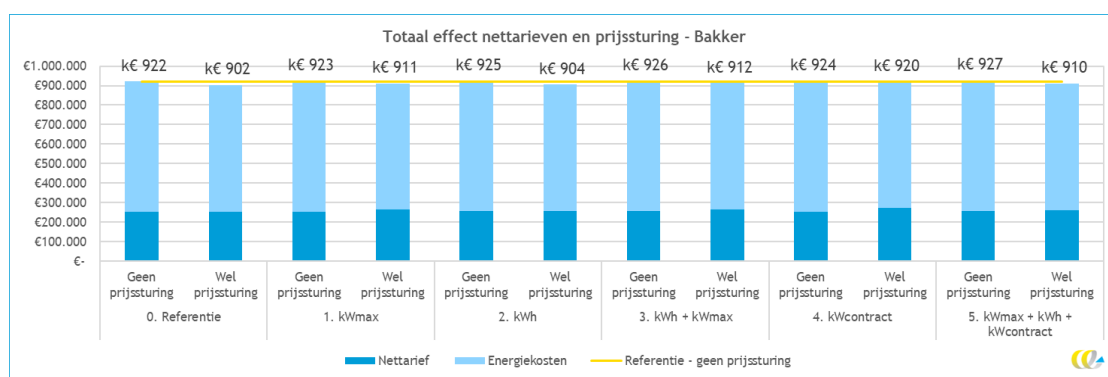
A.18.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

De totale elektriciteitskosten van de bakker zijn € 922.000 in het referentiescenario zonder energiekostensturing en met de huidige nettarieven. In de verschillende tariefvarianten is er een kleine verhoging van de nettarieven indien er niet gestuurd wordt op prijzen, met een maximaal effect van € 5.000 (+0,6%).

Door energiekostensturing kan een bakker een kostenvoordeel van maximaal € 22.500 realiseren, in 'variant 2. kWh'. In alle varianten zorgt een ander nettatarief voor een gelijk of kleiner kostenvoordeel, zie ook Figuur 158.

Tijdsafhankelijke nettarieven en energiekostensturing daarop zorgen niet voor extra kostenvoordeel ten opzichte van de referentie met energiekostensturing op elektriciteitskosten met de huidige nettarieven. Het kostenvoordeel bij energiekostensturing bij de verschillende varianten is daarom bijna volledig te wijten aan energiekostensturing op elektriciteitsprijzen.

Figuur 158 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Bakker



A.18.6 Conclusie casus

In de casus industriële bakkerij is flexibiliteit aangenomen. Flexibele vraagsturing zorgt bij verschillende tijdsafhankelijke nettarieffvarianten voor andere energieprofielen. Bij 'variant 1. kW-max' is duidelijk te zien dat er meer elektriciteit verbruikt wordt tijdens momenten met een lage wegingsfactor. Bij varianten 4 en 5 met een kW-contract ligt de uurlijkse contractwaarden hoger op goedkope momenten. Op piekmomenten is de uurlijkse contractwaarde lager. Echter zijn de verschuivingen binnen het profiel vrij klein: de verdeling van de elektriciteitsafname over de wegingsfactoren verandert nauwelijks. De netimpact op drukke momenten op het net neemt dus niet af. De absolute piek stijgt, ligt bij de verschillende varianten. Vermoedelijk is dit wel naar momenten met een lage wegingsfactor. Er is verder geen significant effect op de totale elektriciteitskosten door de tijdsafhankelijke nettarieven. Financieel loont energiekostensturing in alle gevallen, hoofdzakelijk door sturing op elektriciteitsprijzen.

Tabel 123 - Uiteindelijke score casus: Bakkerij

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettariet en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Bakkerij	1	2	4	1	1	1	

A.19 Kunststoffen

A.19.1 Beschrijving casus

In deze industrie worden producten van kunststof gemaakt voor verschillende doelen. Zoals de productie van buizen, verpakkingen en bouwmaterialen. Het zal hier vooral gaan om spuitgieterijen. Er zijn ongeveer 1.000 bedrijven actief in deze sector.

De branchevereniging 'Nederlandse Rubber en Kunststoffenindustrie' geeft aan dat de sector zeer heterogeen is. De sector is al bijna volledig elektrisch, maar kent naar eigen zeggen weinig flexibel energieverbruik.

De stappen zijn over het algemeen de volgende:

- ontvangen halffabricaten;
- mengen;
- verwarmen;
- spuitgieten/extruderen/blaasgieten/thermovormen;
- onder druk brengen en persen;
- koelen en snijden.

Het model gebruikt een casus van een extrusiebedrijf. Bij kunststofextrusie worden halffabricaten verwarmd en vervolgens in een mal gedrukt. De mal drukt het kunststof in verschillende vormen voor producten.

A.19.2 Energetische gegevens

Wij gebruiken een casus van een extrusiebedrijf. Hier werken ongeveer 200 - 250 mensen in een 24/7 bedrijf. Zij produceren 24 kton plasticproducten per jaar. Hiervoor hebben zij een energieverbruik van 30 MWh/d. De piekvraag van elektriciteit is 2,2 MW.

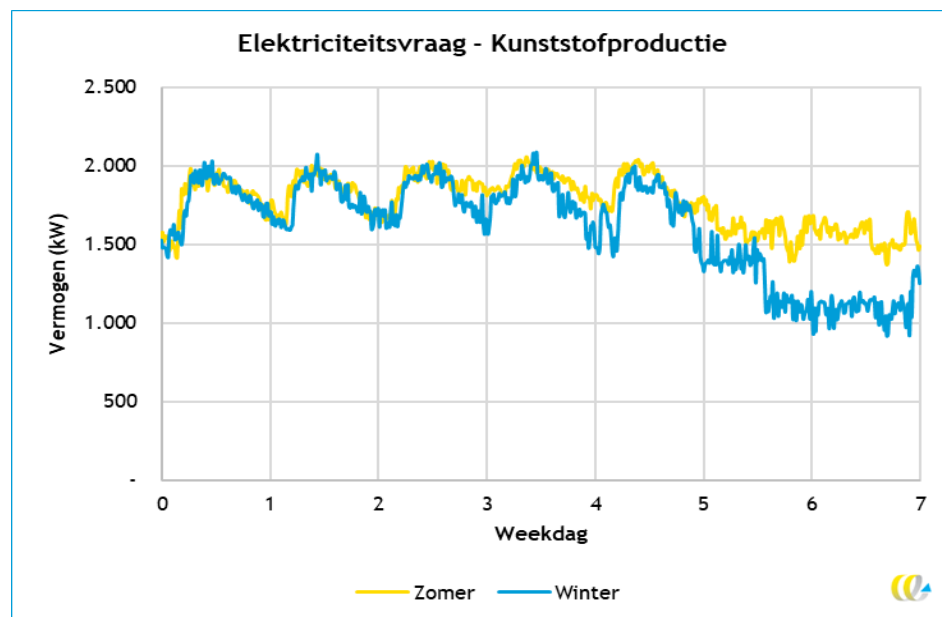
Extruders hebben een vermogen van 80-120 kW. Hiervan zijn er 24 op de locatie, waarvan er gemiddeld 20 aanstaan. De productie wordt niet gestuurd op basis van stroomprijzen. Productie wordt periodiek teruggeschaald door storingen, onderhoud of gebrek aan orders.

Het elektriciteitsprofiel is vrijwel constant. Het extrusieproces gebruikt ongeveer 95% van de elektriciteit. Hierbovenop is er nog het elektriciteitsverbruik van kantoren en aanhangende apparatuur.

Er wordt minimaal gas verbruikt en dat laten wij hier buiten beschouwing.

Op kantoor werken er twintig mensen. Wij laten het elektriciteitsverbruik van kantoren en intern transport en vervoer buiten beschouwing.

Figuur 159 - Weekprofielen van de kunststoffenproductie.



Flexibiliteit elektriciteit

Er is geen flexibele inzet van de processen mogelijk. Omdat er ook geen utiliteiten zijn, is hierin ook geen flexibele inzet mogelijk.

A.19.3 Bedrijfskenmerken

Onderstaande bedrijfskenmerken gaan over SBI 22, wij nemen aan dat de productie-bedrijven het beste worden omschreven door het profiel van het 90^e percentiel (p90).

Tabel 124 - Bedrijfskenmerken kunststoffen

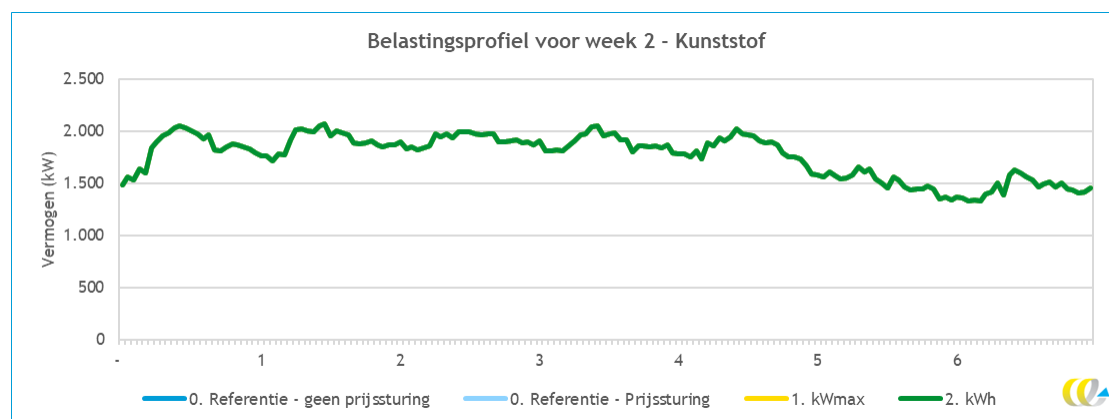
Kenmerk	Beschrijving
Aansluiting	2,2 MW
Warmtevraag	Geen
Productie	24/7
Aantal werknemers per bedrijf	200 - 250
Bruto toegevoegde waarde per MWh	4% van de omzet, met een grote spreiding binnen de sector
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Midden

A.19.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik voor de casus kunststofindustrie komt volledig voort uit het productieproces met bijbehorende apparaten. Voor de casus van de kunststofindustrie is aangenomen dat er geen flexibiliteit mogelijk is. Daardoor is er geen verandering van het elektriciteitsprofiel door de verschillende tariefvormen. Dit is Figuur 160 duidelijk te zien doordat alle tariefvormen hetzelfde profiel volgen. Hierdoor is uitsluitend één lijn te zien in de figuur.

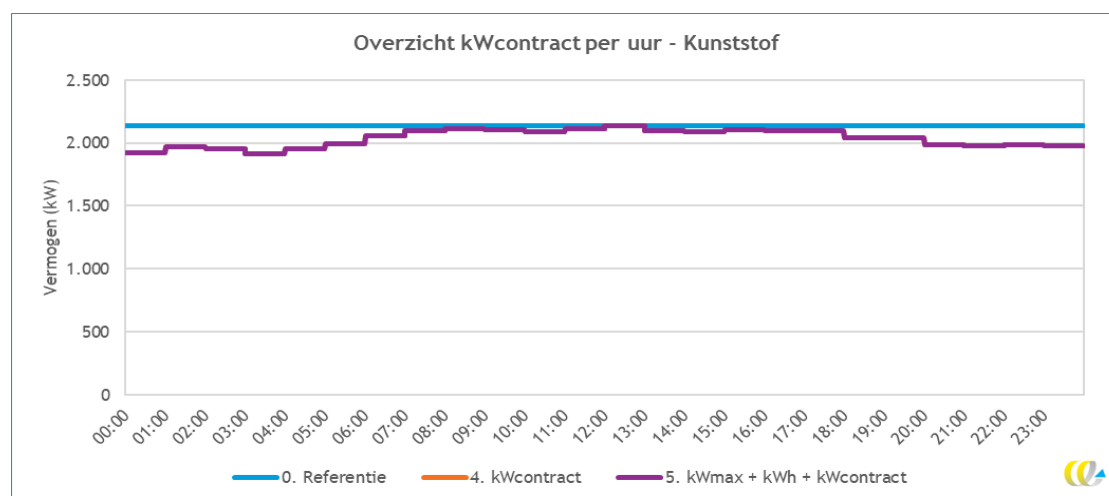
Figuur 160 - Belastingprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettarietstructuur. Vervolgens zijn twee belastingprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Figuur 161 laat het maximaal gecontracteerd vermogen van ieder uur in het jaar zien. Bij referentie variant 0 (met huidige nettarieven) is dit een vlakke lijn, en is het gecontracteerd vermogen voor ieder uur in het jaar gelijk. Bij de varianten waar het kW-contract tijdsafhankelijk is, zie je dat het kW-contract per uur verschillend is. Deze kW-contract per uur is het maximale vermogen dat gedurende dat uur, op elke dag van het jaar, afgenomen mag worden van het net. Dit komt doordat het profiel van de kunststofindustrie iets meer elektriciteitsvraag overdag heeft en dat hier nu een kW-contract per uur voor toegepast wordt. Dit is dus geen effect van het tijdsafhankelijk nettariet, maar gewoonweg een gevolg van het reeds bestaande profiel waar geen flexibiliteit bij mogelijk is. Er is geen verschil tussen 'variant 4. kW-contract' en 'variant 5. kW-max + kWh + kW-contract', deze volgen dezelfde lijn in de figuur.

Figuur 161 - De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur aan, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 125 toont de piekvraag en de verandering aan de hand van de verschillende tijdsafhankelijke varianten. Voor de casus kunststof is er geen flexibiliteit mogelijk, waardoor er niet gestuurd kan worden op de prijsprikkels die de verschillende varianten hebben door wegingsfactoren. Daardoor is er geen verandering van de absolute piek ten op zichten van het referentiescenario. De absolute piek in alle variatie is daarom 2.138 kW.

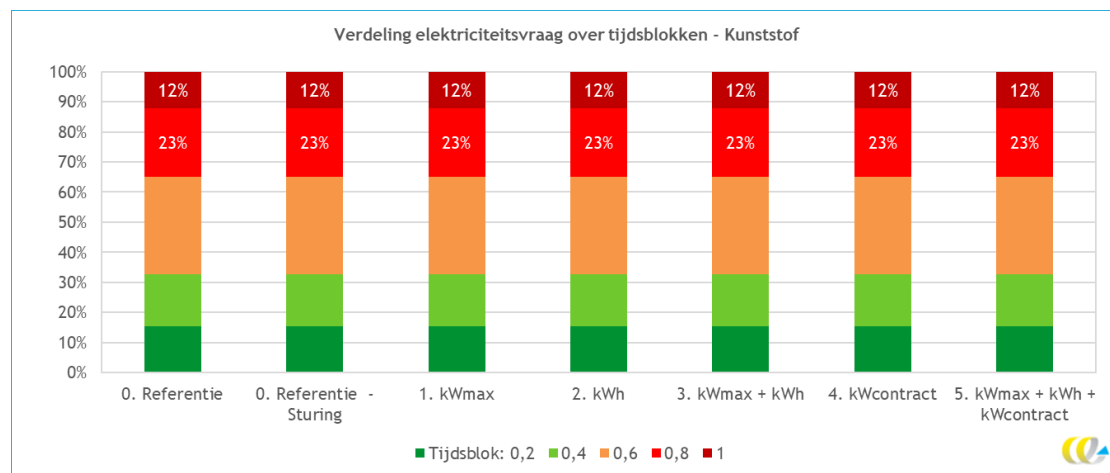
Tabel 125 - Resultaten piek en kW-maxwaarde - Kunststof

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekosten- sturing	0. Referentie - energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW- contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138
Verandering absolute piek door energie- kostensturing		0%	0%	0%	0%	0%	0%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Doordat er geen flexibiliteit mogelijk is er, ontstaan er geen andere verdeling van de elektriciteitsvraag. Figuur 162 toont dat het elektriciteitsgebruik in de verschillende blokken met verschillende wegingsfactoren onveranderd zijn voor de verschillende varianten.

Figuur 162 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - Kunststof



A.19.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

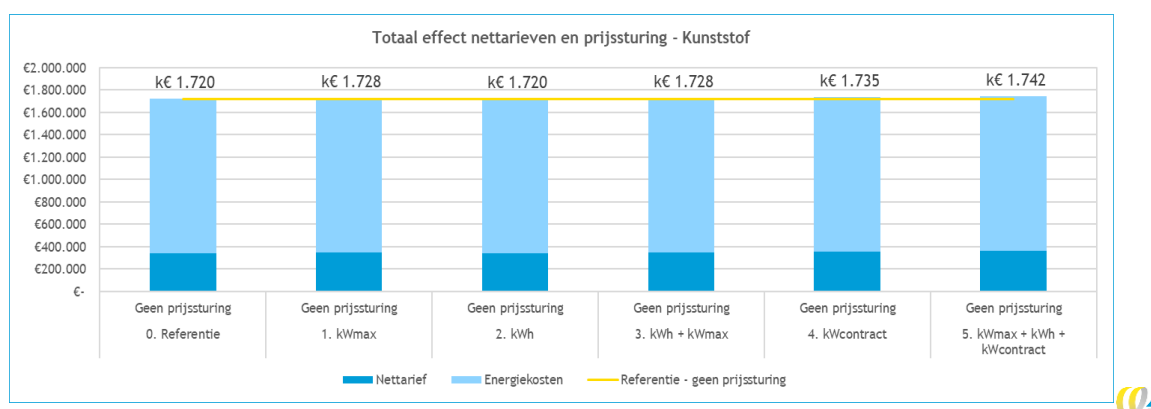
Voor de casus kunststof is geen flexibiliteit mogelijk. Hierdoor is het niet mogelijk om elektriciteitsvraag naar voren te halen of uit te stellen naar momenten met een goedkoper elektriciteitsprijzen en/of nettarieef.

Onderstaande Figuur 163 toont het effect van de tijdsafhankelijke nettarieven op de totale kosten. De totale elektriciteitskosten zijn in de referentiesituatie met de huidige nettarieven € 1.720.000. Er zijn geen significante verschillen in totaal kosten voor de casus kunststof bij de verschillende tijdsafhankelijk tarieven. Aangezien de productie 24/7

verloopt, compenseren de momenten met een lage wegingsfactor voor de momenten met een hoge wegingsfactor, waardoor in totaal de tijdsafhankelijke nettarieven nauwelijks effect hebben op de totale kosten. De grootste kostenstijging ten opzichte van de referentie zonder tijdsafhankelijke nettarieven is bij 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract': hier ontstaat een toename van € 22.000 (+1,3%). Verder zorgen variant 1, 3 en 4 respectievelijk voor 0,45%, 0,45% en 0,85% kostenstijging. Bij variant 2 blijven de totale kosten gelijk.

In de referentie zijn de nettarieven 19,8% van de totale elektriciteitskosten. Dit loopt op tot maximaal 20,8% in variant 5.

Figuur 163 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Kunststof



A.19.6 Conclusie casus

In de casus kunststoffen is er geen flexibiliteit mogelijk. Hierdoor is er geen verschuiving van de elektriciteitsvraag. Desalniettemin zorgen de verschillende tijdsafhankelijke nettarieven voor maximaal 1,3% stijging van de kosten (variant 5). De kunststofbedrijven hebben in de enquête niet positief, maar ook niet negatief gereageerd op de tijdsafhankelijke nettarieven, maar verwacht niet te sturen op de tarieven.

Tabel 126 - Uiteindelijke score casus: Kunststof

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettarief en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Kunststof	4	1	3	1	1	1	2

A.20 Kleine maakindustrie - aangesloten op middenspanning (MS)

A.20.1 Beschrijving casus

We maken voor de kleine maakindustrie onderscheid tussen maakindustrie op middenspanning en hoogspanning. Het gaat hier om mkb'ers die bewerking doen van materialen.

Wij hebben geen bedrijven weten te vinden die energetische gegevens konden aanleveren over het proces. Wij gebruiken deze casus als stand-in voor veel kleine bedrijven, zoals op een industrieterrein. Denk aan machinebouw, metaalbewerking, papierverwerkers, houtbewerking en meubelmakers. Er werken enkele mensen in 1-ploegendienst. Het elektriciteitsverbruik komt van de processen. Omdat de sector zo breed is, zijn deze processen moeilijk te specificeren.

Relevante SBI-codes zijn: 16,18,25,27,28,29,30,31,32.

A.20.2 Energetische gegevens

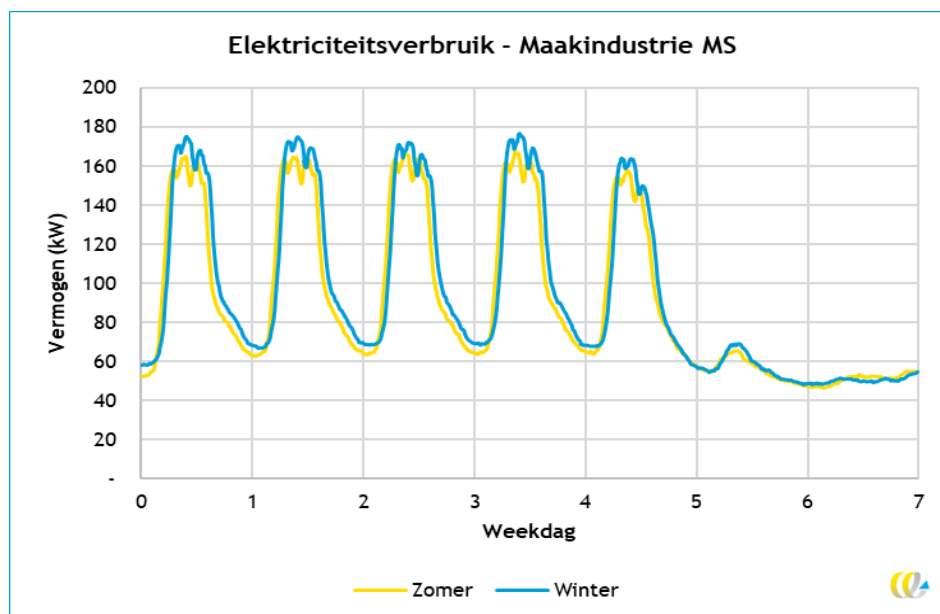
Wij gebruiken hier een KO_industrie profiel voor. Er zijn geen gegevens over het elektriciteitsverbruik. We nemen een aansluiting van 200 kW aan. Er wordt geen gasverbruik aangenomen.

Het elektriciteitsgebruik begint rond half 6 in de ochtend tot 2 uur in de middag. 's Nachts daalt het elektriciteitsgebruik flink, tot 30% van het maximum. Ook in het weekend is het elektriciteitsgebruik laag, rond 30% van het maximum.

Tijdens productie-uren zijn er duidelijke profielen te zien met Twee kleine dalen elke dag: rond half 8 's ochtends en rond half 11 's ochtends. Het vermoeden is dat dit pauzemomenten zijn.

Het zomerprofiel ligt iets onder het winterprofiel.

Figuur 164 - Weekprofielen van de metaalproducten



Flexibiliteit elektriciteit

Er is geen flexibel energiegebruik. De processen worden goeddeels handmatig aan- en uitgezet door de bedrijfsmedewerkers.

A.20.3 Bedrijfskenmerken

Onderstaande bedrijfskenmerken gaan over SBI 25

Tabel 127 - Bedrijfskenmerken kleine maakindustrie MS

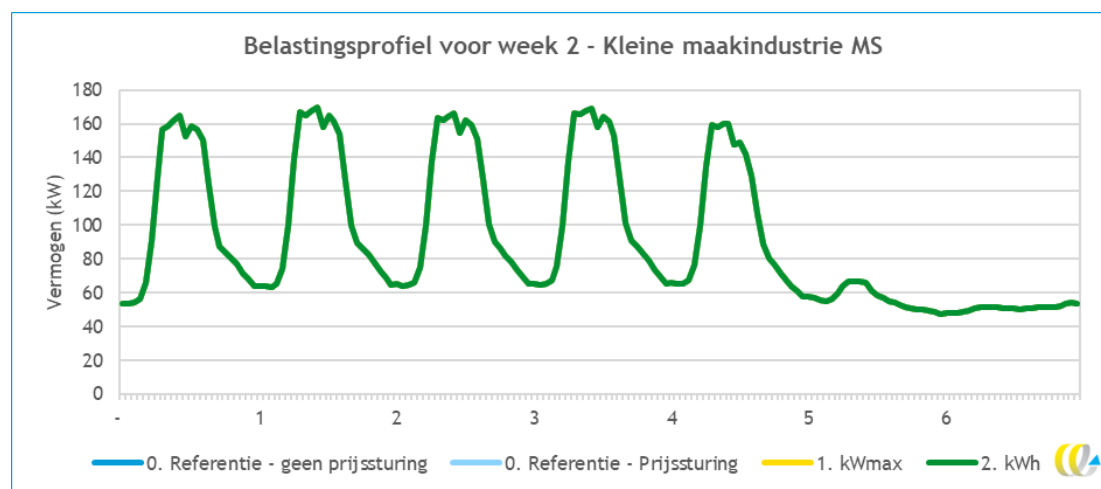
Kenmerk	Beschrijving
Aansluiting	200 kW
Warmtevraag	Geen
Productie	1-ploegendienst
Aantal werknemers per bedrijf	20-50
Bruto toegevoegde waarde per MWh	€ 1.102 (CE) of € 1.225 (Ecorys) (CE Delft, 2024), met grote spreiding binnen de sectoren
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Laag

A.20.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik voor de casus 'kleine maakindustrie, aangesloten op midden-spanning' komt volledig voort uit het productieproces met bijbehorende apparaten. Voor de casus is aangenomen dat er geen flexibiliteit mogelijk is. Daardoor is er geen verandering van het elektriciteitsprofiel door de verschillende tariefvormen. Dit is Figuur 165 duidelijk te zien, doordat alle tariefvormen hetzelfde profiel volgen. Hierdoor is uitsluitend één lijn te zien in de figuur.

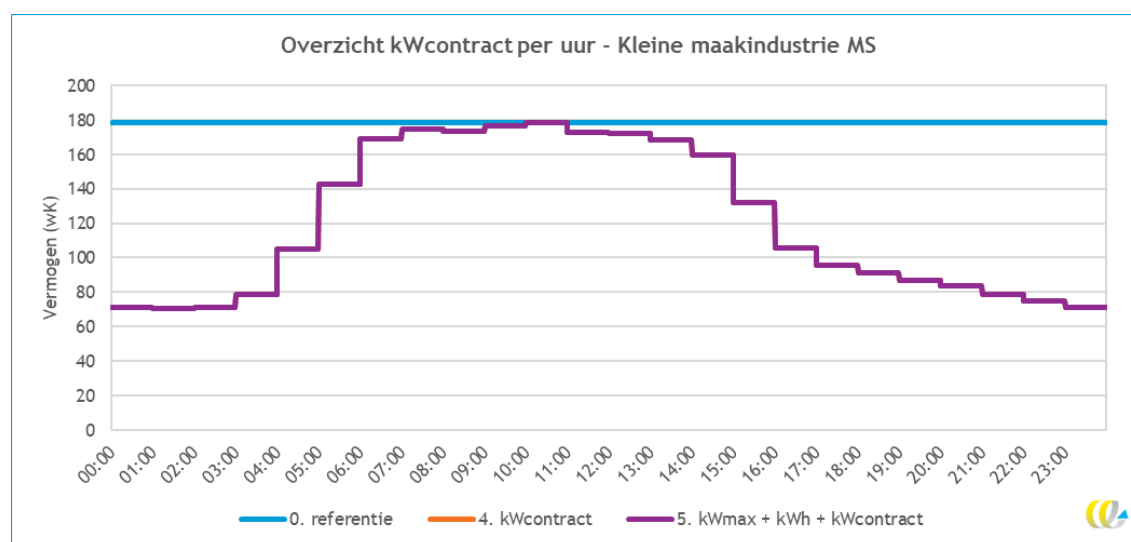
Figuur 165 - Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: 'variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max' en 'variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh'.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Figuur 166 laat het maximaal gecontracteerd vermogen van ieder uur in het jaar zien. Bij referentie variant 0 (met huidige nettarieven) is dit een vlakke lijn, en is het gecontracteerd vermogen voor ieder uur in het jaar gelijk. Bij de varianten waar het kW-contract tijdsafhankelijk is, zie je dat het kW-contract per uur verschillend is. Deze kW-contract per uur is het maximale vermogen dat gedurende dat uur afgenomen mag worden van het net. Dit geldt voor het gehele jaar. Dit komt doordat het profiel van de kleine maakindustrie alleen een elektriciteitsvraag overdag heeft en dat hier nu een kW-contract per uur voor toegepast wordt. Dit is dus geen effect van het tijdsafhankelijk nettatarief, maar gewoonweg een gevolg van het reeds bestaande profiel waar geen flexibiliteit bij mogelijk is. Er is geen verschil tussen 'variant 4. kW-contract' en 'variant 5. kW-max + kWh + kW-contract', deze volgen dezelfde lijn in de figuur.

Figuur 166 - De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur aan, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 128 toont de piekvraag en de verandering aan de hand van de verschillende tijdsafhankelijke varianten. Voor de casus kleine maakindustrie is er geen flexibiliteit mogelijk, waardoor er niet gestuurd kan worden op de prijsprikkels die de verschillende varianten hebben door wegingsfactoren. Daardoor is er geen verandering van de absolute piek ten opzichte van het referentiescenario. De absolute piek in alle variëte is daarom 178 kW.

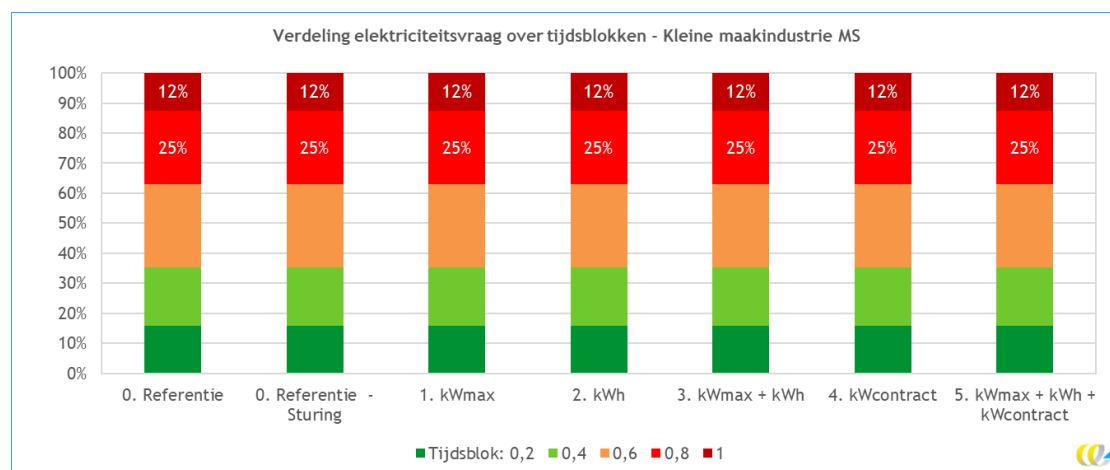
Tabel 128 - Resultaten piek en kW-maxwaarde

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	178	178	178	178	178	178	178
Verandering absolute piek door energiekostensturing		0%	0%	0%	0%	0%	0%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Doordat er geen flexibiliteit mogelijk is er, ontstaan er geen andere verdeling van de elektriciteitsvraag. Figuur 167 toont dat het elektriciteitsgebruik in de verschillende blokken met verschillende wegingsfactoren onveranderd zijn voor de verschillende varianten.

Figuur 167 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren



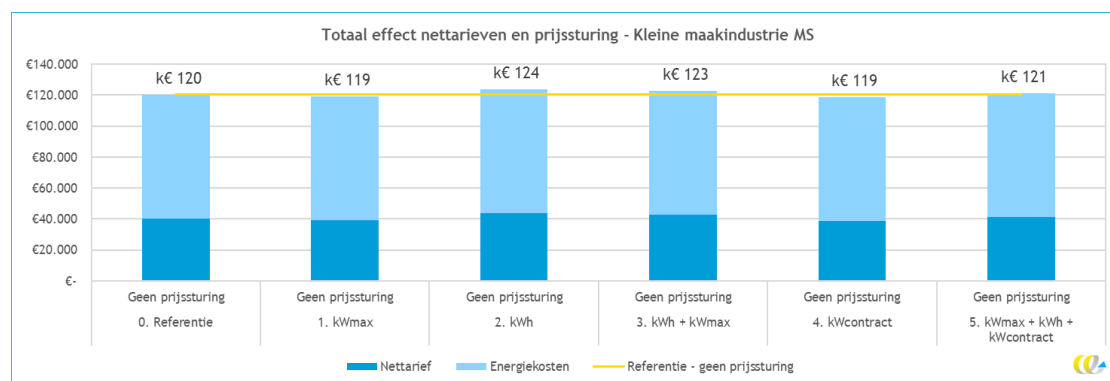
A.20.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

Voor de casus kleine maakindustrie is geen flexibiliteit mogelijk. Hierdoor is het niet mogelijk om elektriciteitsvraag naar voren te halen of uit te stellen naar momenten met een goedkoper elektriciteitsprijzen en/of nettatarief.

Onderstaande Figuur 168 toont het effect van de tijdsafhankelijke nettarieven op de totale kosten. De totale elektriciteitskosten zijn in de referentiesituatie met de huidige nettarieven € 120.250. De grootste kosten stijging ten opzichte van de referentie zonder tijdsafhankelijke nettarieven is bij variant 2 tijdsgebonden kW-max: hier ontstaat een toename van € 3.600 (+3%) per jaar. Variant 4 tijdsgebonden kW-contract zorgt voor de grootste kostenreductie: € 1.400 (-1,2%). Verder zorgen variant 1, 3 en 5 respectievelijk voor -0,9%, +2,1% en +0,9% kosten verandering.

In de referentie zijn de nettarieven 33,5% van de totale elektriciteitskosten. Dit is voor de tijdsafhankelijke variant ongeveer gelijk; in de range van 32,7% (variant 4) tot 35,5% (variant 2).

Figuur 168 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - Kleine maakindustrie MS



A.20.6 Conclusie casus

In de casus 'kleine maakindustrie - MS' is er geen flexibiliteit mogelijk. Hierdoor is er geen verschuiving van de elektriciteitsvraag. De verschillende tijdsafhankelijke nettarieven voor maximaal 3% stijging van de kosten (variant 5) of maximaal 1,2% reductie van de jaarlijkse elektriciteitskosten (variant 4). De kleine maakindustrie bedrijven hebben in de enquête aangegeven niet te kunnen sturen op de tijdsafhankelijke nettarieven.

Tabel 129 - Uiteindelijke score casus: Kleine maakindustrie - aangesloten op middenspanning

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettarievenkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettariet en uurlijkse elektriciteits-prijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Kleine maakindustrie - aangesloten op middenspanning	2	1	3	1	1	1	1

A.21 Kleine maakindustrie - aangesloten op hoogspanning (HS)

A.21.1 Beschrijving casus

We maken voor de kleine maakindustrie onderscheid tussen maakindustrie op middenspanning en hoogspanning. Het gaat hier om grotere maakindustrie die bewerking doen van materialen.

Wij hebben geen bedrijven weten te vinden die energetische gegevens konden aanleveren over het proces. Wij gebruiken deze casus als stand-in voor veel kleine bedrijven, zoals op een industrieterrein. Er werken enkele mensen in 1-ploegendienst. Het elektriciteitsverbruik komt van de processen.

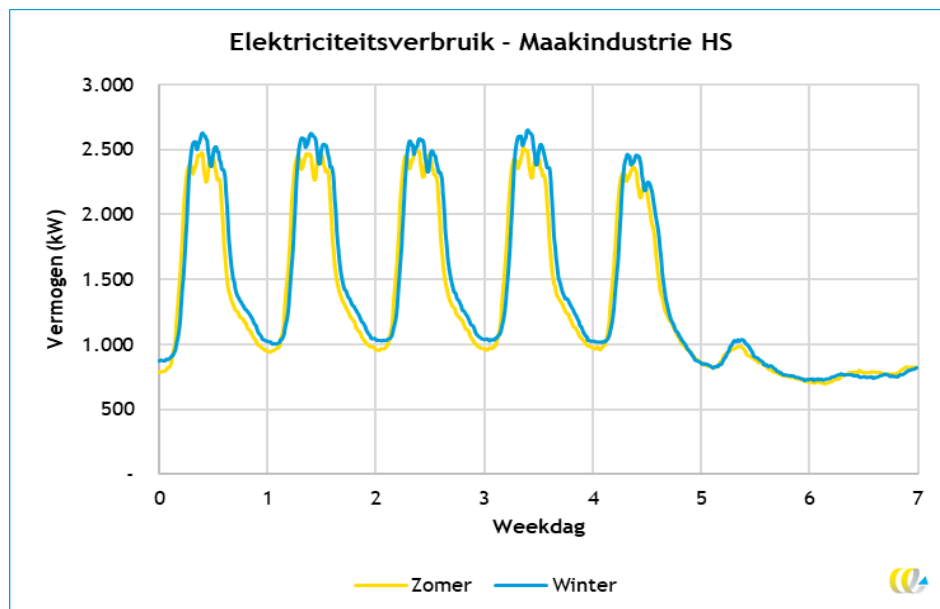
Omdat de sector zo breed is, zijn deze processen moeilijk te beoordelen. Denk aan machinebouw, metaalbewerking, papierverwerkers, houtbewerking en meubelmakers. Relevante SBI-codes zijn: 16,18,25,27,28,29,30,31,32.

A.21.2 Energetische gegevens

Wij gebruiken hier een KO_industrie profiel voor deze casus; er is geen specifiek profiel beschikbaar voor deze sector en het KO_industrie profiel is representatief. Er wordt geen gasverbruik aangenomen. We nemen een netaansluiting van 3 MW aan.

Het elektriciteitsgebruik begint rond half 6 's ochtends tot 2 uur 's middags. 'S nachts daalt het elektriciteitsgebruik flink, tot 20%. Dit geldt ook in het weekend. Tijdens productie-uren zijn er duidelijke profielen te zien met twee dalen elke dag: rond half 8 en rond half 11. Het vermoeden is dat dit pauzemomenten zijn. Het zomerprofiel ligt iets onder het winterprofiel.

Figuur 169 - Weekprofielen van de metaalproducten



Flexibiliteit elektriciteit

Er is geen flexibel energiegebruik. De processen worden goeddeels handmatig aan- en uitgezet door de bedrijfsmedewerkers.

A.21.3 Bedrijfskenmerken

Onderstaande bedrijfskenmerken gaan over SBI 25

Tabel 130 - Bedrijfskenmerken kleine maakindustrie HS

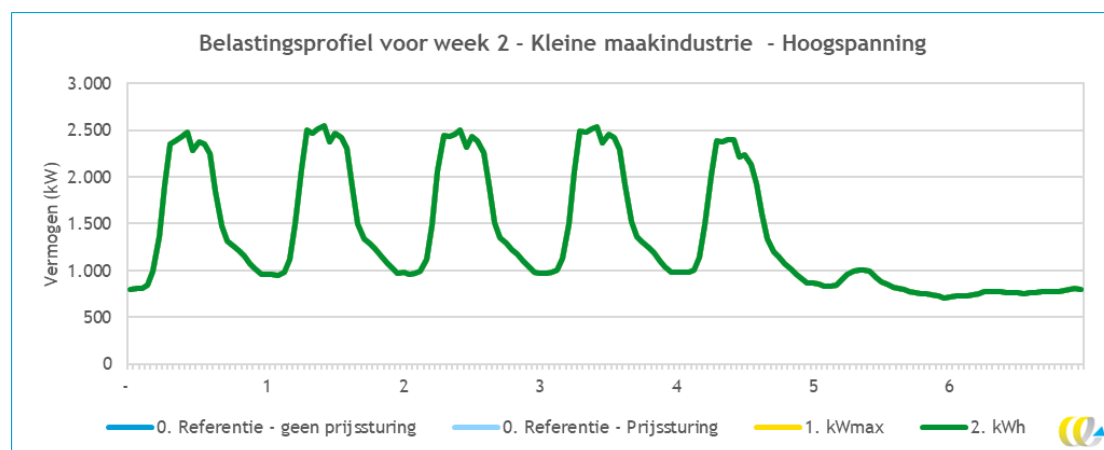
Kenmerk	Beschrijving
Aansluiting	3 MW
Warmtevraag	Geen
Productie	1-ploegendienst
Aantal werknemers per bedrijf	20-50
Bruto toegevoegde waarde per MWh	€ 1.102 (CE) of 1.225 (Ecorys) (CE Delft, 2024) met grote spreiding binnen de sector.
Kennisniveau organisatie over flexibiliteit en nettarieven	Laag

A.21.4 Resultaat analyse: Verplaatsing energievraag

Verandering elektriciteitsprofiel

Het elektriciteitsverbruik voor de casus ‘kleine maakindustrie, aangesloten op hoogspanning’ komt volledig voort uit het productieproces met bijbehorende apparaten. Voor de casus is aangenomen dat er geen flexibiliteit mogelijk is. Daardoor is er geen verandering van het elektriciteitsprofiel door de verschillende tariefvormen. Dit is Figuur 170 duidelijk te zien, doordat alle tariefvormen hetzelfde profiel volgen. Hierdoor is uitsluitend 1 lijn te zien in de figuur.

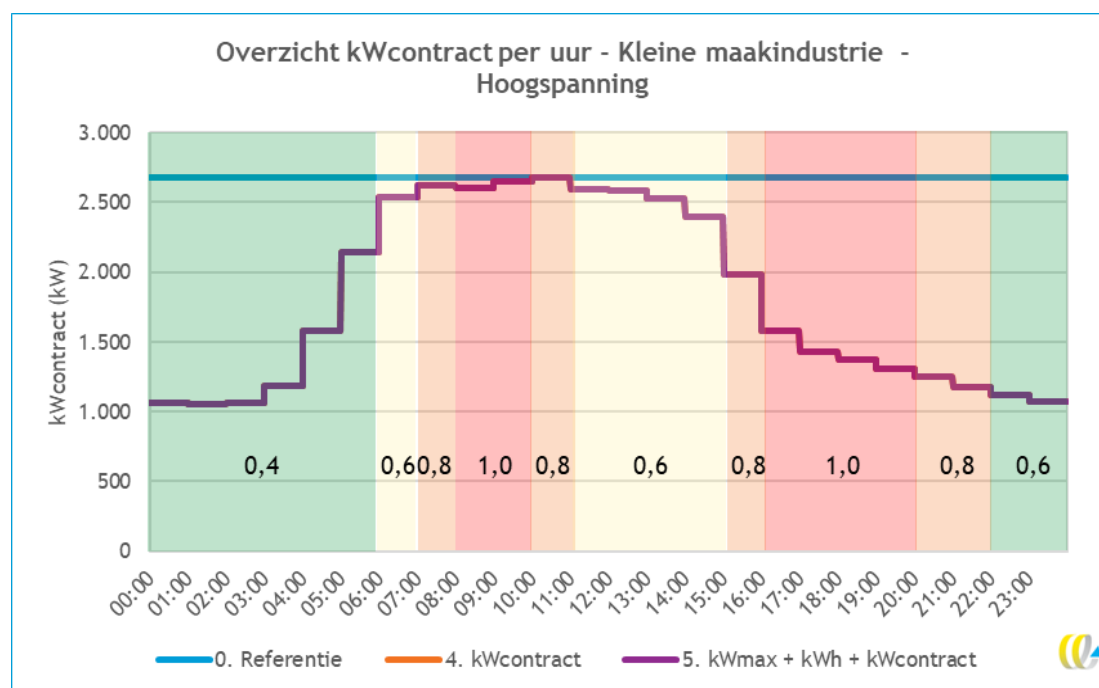
Figuur 170 - Belastingsprofielen van verschillende varianten, voor maandag tot en met zondag. In de figuur staan twee referentieprofielen: geen energiekostensturing en met energiekostensturing op day-aheadprijzen met de huidige nettariestructuur. Vervolgens zijn twee belastingsprofielen getoond waarbij gestuurd wordt op day-aheadprijzen en tijdsafhankelijke nettarieven voor: ‘variant 1, tijdsafhankelijke weging kW-max’ en ‘variant 2, tijdsafhankelijke weging kWh’.



Contractwaarde voor kW-contract in tariefvarianten

Figuur 171 laat het maximaal gecontracteerd vermogen van ieder uur in het jaar zien. Bij referentie variant 0 (met huidige nettarieven) is dit een vlakke lijn, en is het gecontracteerd vermogen voor ieder uur in het jaar gelijk. Bij de varianten waar het kW-contract tijdsafhankelijk is, zie je dat het kW-contract per uur verschillend is. Deze kW-contract per uur is het maximale vermogen dat gedurende dat uur afgenomen mag worden van het net. Dit geldt voor het gehele jaar. Omdat er geen flexibiliteit is aangenomen in de casus en het elektriciteitsprofiel niet verandert door de modellering, is dit geen effect van het tijdsafhankelijk nettatarief, maar gewoonweg een gevolg van het reeds bestaande profiel. Er is geen verschil tussen 'variant 4. kW-contract' en 'variant 5. kW-max + kWh + kW-contract', deze volgen dezelfde lijn in de figuur.

Figuur 171 - De figuur toont het gecontracteerde maximale vermogen per uur aan, voor de referentie en 'variant 4, tijdsafhankelijke kW-contract' en 'variant 5, tijdsafhankelijke kW-max, kWh en kW-contract'. Deze maximale kW-contract geldt voor de desbetreffende uren voor het gehele jaar.



Absolute piek en verandering kW-maxwaarde

Tabel 131 toont de piekvraag en de verandering aan de hand van de verschillende tijdsafhankelijke varianten. Voor de casus kleine maakindustrie is er geen flexibiliteit mogelijk, waardoor er niet gestuurd kan worden op de prijsprikkels die de verschillende varianten hebben door wegingsfactoren. Daardoor is er geen verandering van de absolute piek ten opzichten van het referentiescenario. De absolute piek in alle varianten is daarom 2.676 kW.

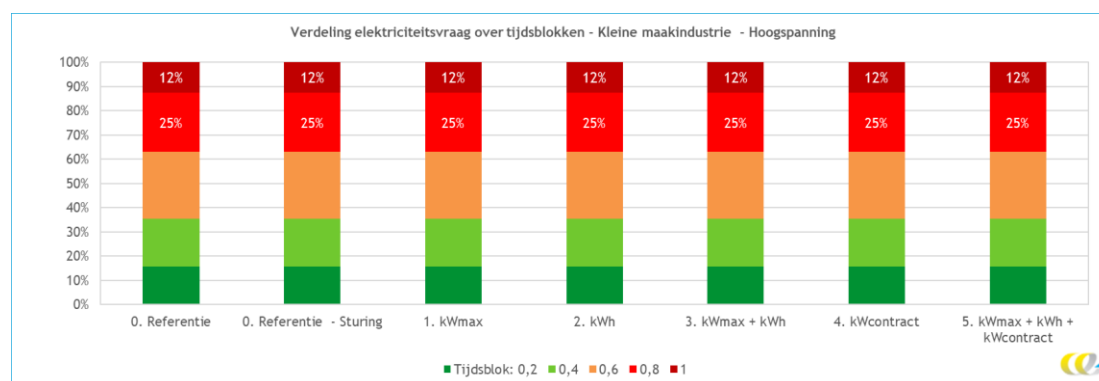
Tabel 131 - Resultaten piek en kW-maxwaarde kleine maakindustrie - hoogspanning

Piekvraag	0. Referentie - geen energiekostensturing	0. Referentie - energiekostensturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW-contract	5. kW-contract + kW-max + kWh
Absolute piek (kW)	2.676	2.676	2.676	2.676	2.676	2.676	2.676
Verandering absolute piek door energie-kostensturing		0%	0%	0%	0%	0%	0%

Verdeling elektriciteitsverbruik over tijdsblokken

Doordat er geen flexibiliteit mogelijk is er, ontstaan er geen andere verdeling van de elektriciteitsvraag. Figuur 172 toont dat het elektriciteitsgebruik in de verschillende blokken met verschillende wegingsfactoren onveranderd zijn voor de verschillende varianten.

Figuur 172 - Verdeling elektriciteitsvraag over wegingsfactoren - kleine maakindustrie



A.21.5 Resultaat analyse: Elektriciteitskosten

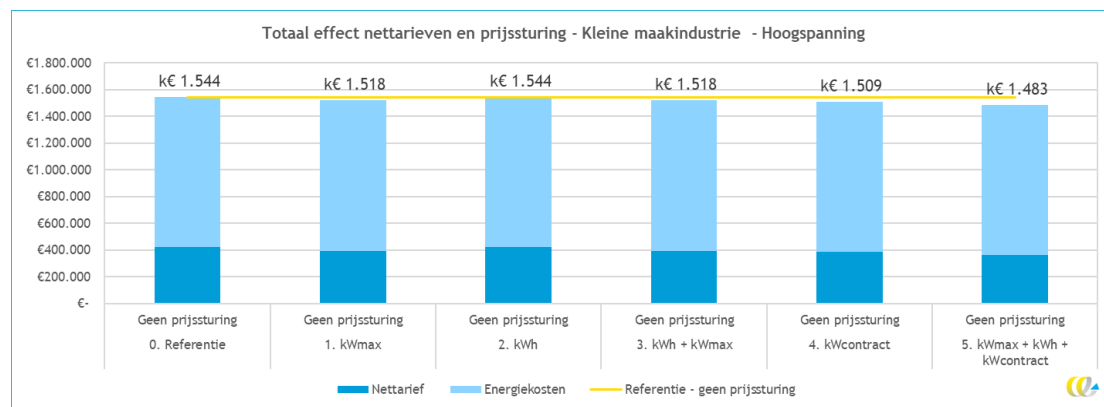
Voor de casus kleine maakindustrie is geen flexibiliteit mogelijk. Hierdoor is het niet mogelijk om elektriciteitsvraag naar voren te halen of uit te stellen naar momenten met een goedkoper elektriciteitsprijzen en/of nettatarief.

Onderstaande Figuur 173 toont het effect van de tijdsafhankelijke nettarieven op de totale elektriciteitskosten. De totale elektriciteitskosten zijn in de referentiesituatie met de huidige nettarieven € 1.544. In 'variant 2 tijdsafhankelijke kWh' veranderen de elektriciteitskosten niet. Bij 'variant 1 tijdsafhankelijke kW-max' veranderen de nettarieven wel, en dit is ook te zien in 'variant 3 tijdsafhankelijke kW-max en kWh'. Hier dalen de totale elektriciteitskosten met € 25.

In variant '4. Tijdsafhankelijke kW-contract' dalen de elektriciteitskosten verder, met in totaal € 34, in 'variant 5. Tijdsafhankelijke kW-max + kWh + kW-contract' dalen de elektriciteitskosten verder met € 60. Dit is de som van het effect van variant 1 en variant 4.

Alle veranderingen in de kosten komen van het gebruik van elektriciteit op relatief goedkope momenten. Hierdoor krijgt deze casus een (klein) prijsvoordeel ten opzichte van nu.

Figuur 173 - Totaal effect nettarieven en energiekostensturing - kleine maakindustrie, de varianten met energiekostensturing zijn niet getoond, omdat energiekostensturing niet mogelijk is en de kosten gelijk zijn.



A.21.6 Conclusie casus

In de casus 'kleine maakindustrie - HS' is er geen flexibiliteit mogelijk. Hierdoor is er geen verschuiving van de elektriciteitsvraag. Tijdsafhankelijke nettarieven zorgen in deze casus echter niet voor hogere kosten, ondanks het gebrek aan flexibiliteit. In variant 5 is de sterkste kosten reductie, namelijk een daling van bijna 4%. In de enquêtes is aangegeven dat de bedrijven niet verwachten te acteren op tijdsafhankelijke nettarieven, maar ze staan niet erg negatief ten opzichte van de introductie ervan.

Tabel 132 Uiteindelijke score casus: Kleine maakindustrie - aangesloten op hoogspanning

Casus	Omvang vermogen sector (MW)	Flexibiliteit aanwezig	Verandering nettariefkosten (zonder energiekostensturing)	Voordeel energiekostensturing (nettarief en uurlijkse elektriciteitsprijzen)	Positieve netimpact - Reductie maximale piek	Positieve netimpact - Verschuiving elektriciteitsvraag piekmomenten	Verwachte sturing op tijdsafhankelijke nettarieven door marktpartijen
Kleine maakindustrie - aangesloten op hoogspanning	5	1	5	1	1	1	2

A.22 Gevoeligheidsanalyse

A.22.1 Batterijopslag achter-de-meter - Detailhandel

Aan de casus van Detailhandel wordt een batterij toegevoegd van 500 kW, 2.000 kWh. De geschatte kosten van zo'n systeem zijn nu 0,8 miljoen euro. Verder zijn de aannames gelijk uit de casus in Bijlage B. Deze casus kent veel zon-pv en een behoorlijk piekerig verbruik. Overdag is er veel stroomvraag in de winter bijvoorbeeld vanwege het elektriciteitsverbruik aan het profiel. De batterij wordt kostenoptimaal ingezet: het opslaan van eigen zonne-energie, afnemen van stroom op goedkope momenten, leveren aan bedrijf op momenten met hoge elektriciteitsprijzen, leveren aan net op momenten met hoge elektriciteitsprijzen en verlagen van de netkosten.

Tabel 133 - Totale energiekosten voor casus detailhandel met en zonder batterij

	Zonder batterij	Met batterij
0. Referentie - geen energiekostensturing	€ 190.000	€ 187.000
0. Referentie	€ 167.000	€ 152.000
1. kW-max	€ 168.000	€ 154.000
2. kWh	€ 180.000	€ 165.000
3. kW-max + kWh	€ 180.000	€ 185.000
4. kW-contract	€ 171.000	€ 160.000
5. kW-max, kWh + kW-contract	€ 179.000	€ 166.000

Uit de resultaten blijkt echter dat de nettarieven toenemen door het toevoegen van de batterij met zo'n 5.000 tot 10.000 euro per jaar. De energiekosten nemen echter sterker af waardoor de batterij kostenvoordeel oplevert van 10.000 tot 15.000 euro per jaar. De day-aheadmarkt prijzen zijn daarmee dus dominant. Alleen in de tariefvariant kW-max en kWh ontstaat een negatief kostenverschil; er ontstaat een omslagpunt met de batterij waardoor het bedrijf in een grotere aansluitcategorie terechtkomt met hogere nettarieven. Dit effect is mogelijk te voorkomen bij het exact inregelen van de batterij. De besparing op energiekosten in 2030 zijn dus zo'n 2% van de totale investeringskosten; over de volledige levensduur van de batterij is hierover weinig te zeggen aangezien er geen andere zichtjaren zijn gemodelleerd.

De batterij toevoegen leidt tot een toename in absolute piek. De piek neemt zo'n 10% toe in de meeste situaties. Het is daarmee dus voordeliger om een hoger nettarief te betalen om zo te kunnen sturen op marktprijzen. Interessant genoeg leiden de tariefvarianten er wel toe dat de batterij verder gaat optimaliseren naar momenten met een lagere wegingsfactor, oftewel een gunstiger tijdsblok. De tariefvarianten met een kWh-component hebben hier echt wel veel minder impact op.

Tabel 134 - Effect op elektriciteitsverbruik gedurende piekmomenten (tijdsblok 0,8 en 1,0) van batterijsysteem. Percentage is aandeel van totale elektriciteitsverbruik dat niet meer verbruikt wordt op piekmomenten.

	0. Referentie - Geen energie- kostensturing	0. Referentie- Energiekosten- sturing	1. kW- max	2. kWh	3. kW-max + kWh	4. kW- contract	5. kW-max + kWh + kW- contract
Verandering elektriciteitsverbruik in tijdsblok 1,0 en 0,8	-2,5%	-5,5%	-5,8%	1,8%	0,1%	-6,1%	0,9%

Uit deze analyse concluderen we dat een batterij primair ingezet wordt voor het verlagen van de energiekosten voor deze casus. Dit leidt ertoe dat er meer nettatarief betaald wordt, en daarmee ook dat tijdsafhankelijke nettarieven niet per se een kostenvoordeel opleveren. In sommige varianten neemt het kostenvoordeel van de batterij zelfs af, doordat de nettarieven hoger worden. Qua netimpact zien we een toename van de absolute piek op het net, maar wel een verplaatsing van elektriciteitsvraag van drukke naar rustigere momenten.

A.22.2 Batterijopslag achter-de-meter - Vervoer op land groot

Deze casus kent een piekvermogen van 3.500 kW zonder energiekostensturing en 2.700 kW met energiekostensturing. We nemen een batterijsysteem van 2.000 kW met 8.000 kWh aan; oftewel een fors systeem ten opzichte van de elektriciteitsvraag. De batterij biedt een prijsvoordeel van zo'n € 50.000 in 2030 in de huidige tariefstructuur en bij een tijdsafhankelijk kW-max. Deze casus kent een vermogen groter dan 2 MVA en daarom geen tijdsafhankelijk kWh. Interessant genoeg neemt het kW-max vermogen beperkt toe; van gemiddeld 2.200 kW over twaalf maanden naar 2.400 kW. Het grootste prijsvoordeel bestaat dan ook uit het verlagen van de elektriciteitskosten. Het prijsvoordeel is wel erg groot bij het tijdsafhankelijk kW-contracttarief. Dit komt doordat het tijdsafhankelijke kW-contracttarief leidt tot een kostenstijging, en bijzonder goed gereduceerd kan worden met een batterij. Dit is weergegeven in Figuur 174 en wordt daar verder toegelicht.

De geschatte kosten van dit batterijsysteem zijn 2,2 miljoen euro, uitgaande van investering nu. De besparing op energiekosten in 2030 zijn dus zo'n 2 tot 6% van de totale investeringskosten; over de volledige levensduur van de batterij is hierover weinig te zeggen aangezien er geen andere zichtsjaars zijn gemodelleerd. Echter kan een behoorlijk gedeelte van de batterij naar verwachting terugverdiend worden met het verlagen van de totale energiekosten, vooral de uurlijkse elektriciteitsprijzen.

Tabel 135 - Financiële resultaten voor vervoer op land groot met en zonder batterij

	Geen energiekostensturing - zonder batterij	Energiekostensturing - zonder batterij	Met energiekostensturing - met batterij	Prijsvoordeel batterij
0. Referentie	€ 1.000.000	€ 633.000	€ 586.000	€ 47.000
1. kW-max	€ 999.000	€ 659.000	€ 609.000	€ 50.000
2. kWh				
3. kW-max + kWh				
4. kW-contract	€ 850.000	€ 694.000	€ 561.000	€ 133.000
5. kW-max + kWh + kW-contract	€ 860.000	€ 627.000	€ 537.000	€ 90.000

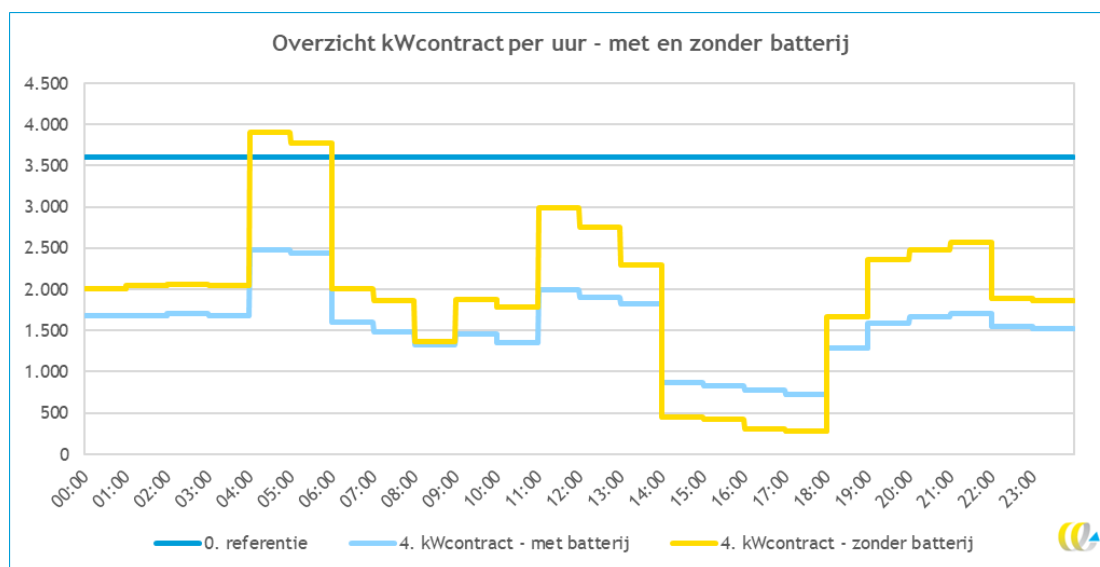
Ondanks dat het kW-max vermogen toeneemt, zien we wel een significante verschuiving van de elektriciteitsvraag van piekmomenten naar momenten met lage wegingsfactoren. Zonder energiekostensturing is het elektriciteitsverbruik gedurende piekmomenten 50%. Met energiekostensturing kan dit met 12% gereduceerd worden en met het toevoegen van een batterij zelfs met 18% van de energievraag; oftewel tot 32% verbruik op piekmomenten. De tijdsafhankelijke nettarieven resulteren niet in een extra verschuiving van de elektriciteitsvraag.

Tabel 136 - Effect op elektriciteitsverbruik gedurende piekmomenten (tijdsblok 0,8 en 1,0) van batterijsysteem. Percentage is aandeel van totale elektriciteitsverbruik dat niet meer verbruikt wordt op piekmomenten.

	0. Referentie- Energiekosten- sturing	1. kW-max	2. kWh	3. kW- max + kWh	4. kW- contract	5. kW-max + kWh + kW-contract
Verandering elektriciteitsverbruik in tijdsblok 1,0 en 0,8	-5,9%	-5,6%	-5,8%	-4,8%	-4,6%	-6,0%

In Figuur 174 is weergegeven hoe het uurlijkse kW-contract verschuift met het toevoegen van een batterijsysteem. Het kW-contract kan op de momenten van snelladen significant verlaagd worden, wat een positief effect heeft op de nettarieven. Daarbij is het interessant om te zien dat juist in de middag uren de batterij meer vermogen contracteert; waarschijnlijk om op te laden voor de piekvraag gedurende de avond.

Figuur 174 - Effect op tijdsafhankelijk kW-contract van batterij



B Koppeling casussen aan SBI-categorie en netvlak

B.1 Koppeling casussen aan SBI-categorieën

We hebben een overzicht gemaakt tussen de SBI-categorieën en de geïdentificeerde casussen. Tabel 137 laat per SBI-categorie zien welke profiel zijn geanalyseerd en meegenomen in deze studie. Hiervoor is de MOOI EIGEN-database van Alliander gebruikt. In deze database zijn voor verschillende SBI-categorieën, geaggregeerde datasets geconstrueerd. Om een geaggregeerd profiel te construeren, waren minimaal tien verschillende datasets nodig van werkelijke verbruikers. Deze SBI-categorieën zijn om deze pragmatische reden niet meegenomen. Een specifieke koppeling van de SBI-codes van de industrie is opgenomen in Bijlage B.2.

Tabel 137 - Overzicht SBI-codes en casussen

SBI-categorie	SBI-code/KO-profiel uit MOOI EIGEN-database	Bedrijfstype studie	Toelichting
A) Landbouw, bosbouw en visserij	KO-Glastuinbouw	Glastuinbouw - belicht Glastuinbouw - onbelicht	Tuinders zijn de grootste en belangrijkste categorie in de SBI-categorie A.
B) Winning van delfstoffen	Niet meegenomen		Geen beschikbare SBI/KO profielen en beperkt aantal bedrijven
C) Industrie	KO_industrie	Kleine maakindustrie MS en HS	Veel kleine maakindustrie en we nemen KO_industrie, omdat deze goed overeenkomt met de andere partijen. Het gaat hier voornamelijk om MKB.
	SBI 22	Kunststof	Verwarmen van halffabricaat en productie daarmee van kunststof-producten.
	SBI 105	Voedingsmiddelen - Zuivel	Groot energieverbruik in gas, dat kan elektrificeren met een warmtepomp.
	SBI 107	Bakkerij	Groot energieverbruik in gas, geen elektrificatie mogelijk.
	SBI 17	Papier en kartonproductie	Relatief grote energieverbruiker met duidelijk en haalbaar verduurzamings-potentieel. Naast de wkk kan een e-boiler worden geplaatst.
D) Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht	Niet meegenomen.		Kleine sector.
E) Winning en distributie van water; afval- en afvalwaterbeheer en sanering	Niet meegenomen		Kleine sector, geen beschikbare SBI/KO-profielen.
F) Bouwnijverheid	Niet meegenomen		Geen beschikbare SBI/KO-profielen.

SBI-categorie	SBI-code/KO-profiel uit MOOI EIGEN-database		Bedrijfstype studie	Toelichting
G) Groot- en detailhandel; reparatie van auto's	45 - Autohandel en reparatie		Detailhandel	Grotere detailhandels, zoals woningboulevards.
H) Vervoer en opslag	49 - Vervoer over land	KO - Logistiek	– Vervoer over land - klein – Vervoer over land - midden – Vervoer over land - groot	Het profiel 'Vervoer op land' is sterk vergelijkbaar met het profiel van casus 'Kantoor en zorg'. Dit wordt een aparte categorie vanwege de sterk veranderende toekomstige elektriciteitsvraag.
I) Logies-, maaltijd- en drankverstreking	Profiel gebaseerd op meetdata hotels		Logies	Profiel van MOOI EIGEN alleen beschikbaar voor kampeerterrainen met alleen vraag in zomer; niet representatief. Profiel vastgesteld gebaseerd op data energieleverancier.
J) Informatie en communicatie	KO - Datacenter		Datacenter	Vanwege de groei van deze sector, is deze als bedrijfstype meegenomen in onze studie. Het KO Datacenter profiel is als referentieprofiel genomen voor het standaard elektriciteitsverbruik.
K) Financiële instellingen	64 - Financiële instellingen		– Kantoor - groot – Kantoor - zeer groot	Het profiel onder SBI-code 64, zijn zeer verwant aan het 'KO - Kantoor en onderwijs profiel'.
L) Verhuur van en handel in onroerend goed	Niet meegenomen			Geen beschikbare SBI/KO-profielen; resultaten naar verwachting vergelijkbaar met casus kantoren
M) Advisering, onderzoek en overige specialistische zakelijke dienstverlening	Zie SBI K		– Kantoor - groot – Kantoor - zeer groot	Zie SBI K
N) Verhuur van roerende goederen en overige zakelijke dienstverlening	Niet meegenomen			Geen beschikbare SBI/KO-profielen; resultaten naar verwachting vergelijkbaar met casus kantoren
O) Openbaar bestuur, overheidsdiensten en verplichte sociale verzekeringen	Zie SBI K		– Kantoor - groot – Kantoor - zeer groot	Zie SBI K
P) Onderwijs	85 - Onderwijs		– Onderwijs	Het profiel van SBI-code 85, verschilt aanzienlijk van het 'KO-Kantoor en Onderwijs' profiel. Losse categorie.
Q) Gezondheids- en welzijnszorg	87 - Verpleging, verzorging en begeleiding met overnachting		– Zorg	Zorg met ook nachtverzorging, aangezien profiel sterk afwijkt van andere casussen.
R) Cultuur, sport en recreatie	Niet meegenomen			Geen beschikbare SBI/KO-profielen; aantal aangesloten lijkt beperkt.
S) Overige dienstverlening	Niet meegenomen			Geen beschikbare SBI/KO-profielen; aantal aangesloten lijkt beperkt.

Enkele casussen zijn niet direct gekoppeld aan een SBI-categorie: batterij, warmtenet, snellaadstation.

B.2 SBI-categorieën industrie

In Tabel 138 is een overzicht opgenomen van de SBI-categorieën die onder industrie vallen en welke door ons gebruikte casussen hier de meeste gelijkenissen mee heeft. Een aantal sectoren is buitengesloten, omdat hier geen profielen beschikbaar zijn, namelijk: vervaardiging van kleding, textiel en leer. Daarnaast zijn glas en bakstenen niet meegenomen omdat elektriciteit een zeer klein gedeelte van hun energievraag is en verduurzaming (voor 2030) met elektrificatie niet realistisch is.

Tabel 138 - SBI-codes en relevante casussen voor de industriële partijen

SBI	Beschrijving	Casus
10	Vervaardiging van voedingsmiddelen	Voedingsmiddelen - zuivel
10.1	Slachterijen en vleesverwerking	Voedingsmiddelen - zuivel
10.2	Visverwerking	Voedingsmiddelen - zuivel
10.3	Verwerking van aardappels, groente en fruit	Voedingsmiddelen - zuivel
10.4	Vervaardiging van plantaardige en dierlijke oliën en vetten	Voedingsmiddelen - zuivel
10.5	Vervaardiging van zuivelproducten	Voedingsmiddelen - zuivel
10.6	Vervaardiging van meel	Voedingsmiddelen - zuivel
10.7	Vervaardiging van brood, banketbakkerswerk en deegwaren	Bakkerij
10.8	Vervaardiging van overige voedingsmiddelen	Voedingsmiddelen - zuivel
10.9	Vervaardiging van diervoeders	Voedingsmiddelen - zuivel
11	Vervaardiging van dranken	Voedingsmiddelen - zuivel
11.0	Vervaardiging van dranken	Voedingsmiddelen - zuivel
12	Vervaardiging van tabaksproducten	Voedingsmiddelen - zuivel
13	Vervaardiging van textiel	Niet
14	Vervaardiging van kleding	Niet
15	Vervaardiging van leer, lederwaren en schoenen	Niet
16	Primaire houtbewerking en vervaardiging van artikelen van hout, kurk, riet en vlechtwerk (geen meubels)	Kleine maakindustrie
17	Vervaardiging van papier, karton en papier- en kartonwaren	Papier
18	Drukkerijen, reproductie van opgenomen media	Kleine maakindustrie
19	Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking	Kleine maakindustrie
20	Vervaardiging van chemische producten	Kleine maakindustrie
21	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten	Niet
22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof	Kunststof
23	Vervaardiging van overige niet-metaalhoudende minerale producten	Kleine maakindustrie
24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	Kleine maakindustrie
25	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines en apparaten)	Kleine maakindustrie
26	Vervaardiging van computers en van elektronische en optische apparatuur	Niet
27	Vervaardiging van elektrische apparatuur	Kleine maakindustrie
28	Vervaardiging van overige machines en apparaten	Kleine maakindustrie
29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers	Kleine maakindustrie
30	Vervaardiging van overige transportmiddelen	Kleine maakindustrie
31	Vervaardiging van meubels	Kleine maakindustrie
32	Vervaardiging van overige goederen	Kleine maakindustrie
33	Reparatie en installatie van machines en apparaten	Niet

B.3 Verdeling casussen over netvlakken

De verdeling van de bedrijven over de netvlakken voor Alliander- en Enexis-aangeslotenen is opgenomen in Tabel 139. Veel van de casussen kennen primair aansluitingen in het LS- en MS-net, waarbij de exacte verhouding verschilt per sector. In de laatste reeks kolommen is opgenomen hoe de aangesloten per netvlak zijn verdeeld over het netvlak; wat daarbij opvalt, is dat er veel grote aansluitingen zijn van de sector 'Onderwijs en detailhandel', die veelvuldig bij Liander aanwezig zijn in de categorie Detailhandel. Opvallend daarbij is dat dit twee primaire typen bedrijven zijn: invoeders die ook een afname-aansluiting hebben (zoals windparken) voor specifieke (onderhouds)momenten en datacenters. In het HS-net zijn er daarnaast veel aansluitingen in de SBI-categorieën industrie, een aantal zeer grote kantoorgebouwen, zorg en datacenters. Zoals aangegeven is dit dus data van twee grote netbeheerders en zijn maar van maximaal de helft van de bedrijven de SBI-code geïdentificeerd. Onderstaande informatie gebruiken we om de casussen verder te bepalen en uit te werken.

Tabel 139 - Verdeling bedrijven over netvlakken

Casus	Enexis + Alliander: Aantal bedrijven per casus per netvlak			Enexis + Alliander: Percentage bedrijven per casus per netvlak			Enexis+ Alliander: Percentage per netvlak per casus		
	LS	MS	HS	LS	MS	HS	LS	MS	HS
Glastuinbouw	2.349	1.593	32	59%	40%	1%	14%	12%	8%
Industrie	3.189	3.977	132	44%	54%	2%	19%	29%	32%
Onderwijs en detailhandel	5.483	3.760	177	58%	40%	2%	33%	28%	43%
Vervoer over land	466	775	9	37%	62%	1%	3%	6%	2%
Logies	1.519	609	6	71%	29%	0%	9%	4%	1%
Datacenters/telecommunicatie	242	168	17	57%	39%	4%	1%	1%	4%
Kantoor en zorg	3.545	2.658	34	57%	43%	1%	21%	20%	8%

Na het vaststellen van de casussen is een overzicht gecreëerd van de casussen per netvlak, opgenomen in Tabel 140. We zien een vrij heterogene verdeling over de netvlakken. Daarbij gelden voor zeven casussen de tariefdragers kW-max en kW-contract (vanaf aansluitcategorie 6A).

Tabel 140 - Overzicht casussen per netvlak. Voor categorie AC4a tot AC5a gelden de tariefdragers kW-max, kWh en kW-contract. Voor aansluitcategorie AC6a tot AC7 gelden de tariefdragers kW-max en kW-contract. We gaan hierbij uit van de waarde zonder energiekostensturing.

Aansluit-categorie	Netvlak	Max aansluit-vermogen (kVA)	Aantal casussen	Casussen
AC4a	10/0,4 kV station (LS)	110	1	Onderwijs
AC4b	10/0,4 kV station (LS)	173	1	Onderwijs
AC5	10/20 kV-net (MS)	2.000	4	Warmtenet, Bakkerij, Vervoer op land midden, Kantoor zeer groot
AC5a	10/20 kV-net (MS)	630	5	Kleine maakindustrie MS, Logies, Vervoer op land klein, zorg, Kantoor groot
AC5b	10/20 kV-net (MS)	1.000	2	Detailhandel, Snellaadstation

Aansluit-categorie	Netvlak	Max aansluit-vermogen (kVA)	Aantal casussen	Casussen
AC6a	50/10 of 50/20 kV-station (HS)	5.000	5	Kunststof, Kleine maakindustrie HS, Glastuinbouw belicht, Vervoer op land groot, Batterij
AC6b	50/10 of 50/20 kV-station (HS)	10.000	0	
AC6c	50/10 of 50/20 kV-station (HS)	80.000	3	Datacenter, Papier met e-boiler, Zuivel
AC7	150/50 kV station (HS)	80.000		

C Gevoeligheidsanalyse: 25% kWh en 50% kW-max

Op verzoek van Netbeheer Nederland is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met een verschuiving tussen de tariefcomponenten. Voor MS-aangeslotenen geldt nu dat het tarief bestaat uit 50% van de kosten voor de kWh-component, 25% de kW-maxcomponent en 25% de kW-contractcomponent. In deze analyse rekenen we een scenario door met 25% van de kosten voor de kWh-component en 50% de kW-max-component.

Tabel 141 - De aangenomen nettarieven in de referentie voor de gevoeligheidsanalyse. De tijdsafhankelijke nettarieven zijn vergelijkbaar geschaald voor de gevoeligheidsanalyse als in de referentie.

Jaar	Transporttarief componenten	Tariefvorm	Afnemers trafo MS/LS	Afnemers MS
Tarieven in referentie (25% kW-max, 50% kWh en 25% kW-contract)	kW max per maand	0. referentie	€ 4,75	€ 4,75
	kWh tarief normaal	0. referentie	€ 0,029	€ 0,029
Tarieven in gevoeligheidsanalyse (50% kW-max, 25% kWh en 25% kW-contract)	kW max per maand	0. referentie	€ 9,50	€ 9,50
	kWh tarief normaal	0. referentie	€ 0,014	€ 0,014

C.1 Inzichten per casus - gevoeligheidsanalyse 25% kWh en 50% kW-max

C.1.1 Kantoor groot

De andere verdeling van nettarieven resulteert in de referentie in een forse toename van de nettarieven, van zo'n € 50.000 in 2030 zonder energiekostensturing in de referentie naar € 65.000. Ook met energiekostensturing resteert er een hoger nettatarief en hogere kosten. Dit wordt gecreëerd doordat het kantoor een vrij hoge piekbelasting kent voor de totale afgenomen elektriciteit, voornamelijk veroorzaakt door het laden van de personenauto's. Vanwege de hogere kosten neemt het prijsvoordeel voor alle varianten van de nettarieven toe; na energiekostensturing zijn de energiekosten zo'n 5% hoger ten opzichte van de referentie.

Uit de analyse van de elektriciteitsvraag blijken geen grote verschillen. De verschuiving van piekmomenten (tijdsblok 0,8 en 1,0) neemt toe bij variant 1. Tijdsafhankelijke kW-max van -0,6% tot -0,8%. Er is dus geen significante verandering in de netimpact door een hoger kW-max-tarief.

C.1.2 Kleine maakindustrie - MS

Deze casus kent geen flexibiliteit. De nettarieven nemen af, doordat in de praktijk deze casus in de praktijk 56% van de nettarieven betaalt voor kWh en 25% voor kW-max. De verschuiving over de tariefdragers betekent dus dat de totale nettarieven iets afnemen. Dit effect wordt versterkt door tijdsafhankelijke nettarieven; de relatieve tarieven zijn dan hoger waardoor de verlaging van nettarieven ook relatief groter is.

In de referentie biedt de kW-max-variant een kostenvoordeel van 11% op de kW-max-tariefcomponent. De tijdsafhankelijke kWh-variant resulteert juist in een toename van de

kostencomponent van 16%. Daardoor is een verschuiving van de kWh naar de kW-max-tariefcomponent voor de kleine maakindustrie een voordeel.

Tabel 142 - Resultaten energiekosten kleine maakindustrie MS - referentie en gevoeligheidsanalyse

	Totale kosten - referentie	Totale kosten - gevoeligheidsanalyse	Verandering gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentie
0. Referentie	€ 120.000	€ 119.000	-1,1%
1. kW-max	€ 119.000	€ 117.000	-2,1%
2. kWh	€ 124.000	€ 119.000	-3,8%
3. kWh + kW-max	€ 123.000	€ 117.000	-4,7%
4. kW-contract	€ 119.000	€ 117.000	-1,2%
5. kW-max + kWh + kW-contract	€ 121.000	€ 116.000	-4,8%

Aangezien deze casus geen flexibiliteit kent, is er geen verschuiving in de elektriciteitsvraag.

C.1.3 Logies

De gevoeligheidsanalyse leidt tot een beperkte toename van de energiekosten in de referentie met huidige tariefstructuur van zo'n 3%. Met energiekostensturing in de referentie is de kostenstijging slechts 1%. De totale kosten voor de verschillende varianten met tijdsafhankelijke nettarieven zijn zeer beperkt. De kosten nemen af in de variant met tijdsafhankelijke kWh-nettariefdrager.

De netimpact kent ook zeer beperkte verschillen. De maximale piekbelasting blijft gelijk in de gevoeligheidsanalyse; ondanks een hoger bedrag per kW-max is er geen extra piek-reductie dus. In Tabel 143 is de verandering van elektriciteitsvraag tijdens de piekmomenten weergegeven. Hieruit blijkt dat de gevoeligheidsanalyse leidt tot iets minder reductie. Het kWh-nettarief had hier het grootste effect, maar aangezien dat tarief minder sterk in rekening gebracht wordt zijn er minder momenten dat elektriciteitsvraag verschoven wordt.

Tabel 143 - Resultaten verplaatsing energievraag van piekmomenten (tijdsblok 0,8 en 1,0)

	Referentie	Gevoeligheidsanalyse
0. Referentie - PS	-2,0%	-2,0%
1. kW-max	-2,0%	-2,0%
2. kWh	-3,2%	-2,8%
3. kWh + kW-max	-3,3%	-2,9%
4. kW-contract	-2,0%	-2,0%
5. kW-max + kWh + kW-contract	-3,3%	-2,9%

C.1.4 Onderwijs

Voor onderwijs geldt dat de kWh-nettariefcomponent slechts een klein gedeelte van de totale kosten is in de referentie (30% van het nettatarief). Het verhogen van kW-max-tarief en verlagen van kWh-nettarief resulteert daarmee in behoorlijke toename van de totale kosten. De energierekening stijgt met zo'n 10%. Met het tijdsafhankelijk maken van tariefvarianten neemt het kostennadeel van de verschuiving relatief af. Bij de situatie met energiekostensturing zien we hetzelfde effect; een relatief grote kostentoename in de

gevoeligheidsanalyse die lager is met tijdsafhankelijke tariefcomponenten. De verklaring daarvoor is dat de school dus een relatief hoge kW-max heeft, ten opzichte van het kWh-verbruik. De school heeft een relatief hoog verbruik op momenten met piekmomenten, en betaalt bij een tijdsafhankelijk kWh-nettarief dus ook meer netkosten. Dit effect wordt verkleind in de gevoeligheidsanalyse. Bij een tijdsafhankelijk kW-max-tarief nemen de kosten af in beide situaties, dit effect wordt dus versterkt in gevoeligheidsanalyse.

Tabel 144 - Resultaten per tariefvariant en met/zonder energiekostensturing onderwijs

	Tarief variant	Totale kosten - referentie	Totale kosten - gevoeligheidsanalyse	Verandering gevoeligheidsanalyse t.o.v. referentie
Geen energie-kostensturing	0. Referentie	€ 41.000	€ 45.000	10%
	1. kW-max	€ 40.000	€ 43.000	8%
	2. kWh	€ 44.000	€ 47.000	6%
	3. kWh + kW-max	€ 42.000	€ 44.000	3%
	4. kW-contract	€ 38.000	€ 42.000	11%
	5. kW-max + kWh + kW-contract	€ 39.000	€ 41.000	4%
Met energie-kostensturing	0. Referentie	€ 33.000	€ 35.000	9%
	1. kW-max	€ 33.000	€ 35.000	8%
	2. kWh	€ 35.000	€ 36.000	3%
	3. kWh + kW-max	€ 34.000	€ 35.000	3%
	4. kW-contract	€ 34.000	€ 36.000	5%
	5. kW-max + kWh + kW-contract	€ 34.000	€ 34.000	-1%

In het effect op de elektriciteitsvraag met energiekostensturing zien we geen grote verschillen. De absolute piek verandert nauwelijks. In het verplaatsen van de elektriciteitsvraag van piekmomenten (tijdsblok 1,0 en 0,8) zien we dat de referentietarieven beter functioneren. De maximale reductie van verbruik op piekmomenten is in de referentie 7% en in de gevoeligheidsanalyse 6%.

C.1.5 Vervoer op land - klein

Voor de casus van vervoer op land geldt dat het aandeel in de nettatariefkosten vrij hoog is van de kW-max-tariefcomponent: 44% zonder energiekostensturing en 34% met energiekostensturing. Het verhogen van de kW-max-tarieven leidt dan ook in een stijgen van de totale kosten met zo'n 20% in de situatie zonder energiekostensturing en 10% met energiekostensturing. Hierdoor neemt het voordeel van energiekostensturing ook toe, van 37 tot 42% van de elektriciteitsrekening. Met energiekostensturing kunnen kosten dus extra verlaagd worden, maar blijft er met een hoger kW-max-tarief dus wel een kostenstijging over. Hieruit concluderen we wel dat het bedrijf beter de kW-max-tariefcomponent kan reduceren dan de kWh-nettariefcomponent.

De verplaatsing van de elektriciteitsvraag verandert vooral bij de variant met tijdsafhankelijke kWh. In de referentie werd 44% van de elektriciteitsvraag verplaatst van piekmomenten (tijdsblok 1,0 en 0,8) naar rustige momenten, in de gevoeligheidsanalyse is dit 40%. Dit wordt naar verwachting veroorzaakt doordat het lagere kWh-nettarief ertoe leidt dat er momenten goedkoper zijn (gebaseerd op dynamische energiecontract prijzen) als er een hoge wegingsfactor is. Het elektriciteitsverbruik per tijdsblok blijft in de variant met tijdsafhankelijke kW-max gelijk.

C.1.6 Zorg met overnachting

Voor zorg met overnachting geldt dat de gevoeligheidsanalyse hogere kosten kent dan de referentie zonder energiekostensturing; de kosten nemen toe met zo'n 5%. In de situatie met energiekostensturing kent de gevoeligheidsanalyse echter lagere kosten; dit betekent dat met energiekostensturing deze casus het kW-max-tarief goed naar beneden kan brengen, beter dan het kWh-nettarief.

Voor de zorg casus zien we een reductie in de absolute piekbelasting; zowel in de referentie als in de tariefvarianten. Het hogere kW-max-tarief resulteert er voor deze casus in dat het prijsvoordelig is om een lagere waarde te contracteren en op te sturen. Dit is een sterker effect dan we in de andere casussen hebben gezien. Er vindt echter nauwelijks verandering plaats in de momenten van stroomverbruik; de verdeling over de verschillende tijdsblokken blijft gelijk.

C.2 Verdeling tariefdragers met referentietarieven (50% kWh en 25% kW-max)

De verdeling van de totale nettarieven over de tariefdragers verschilt behoorlijk per casus. In Tabel 145 zijn de kosten per tariefcomponent per casus opgenomen, met als referentie de waarde in de Tarievencode (50% kWh, 25% kW-max en 25% kW-contract). Met de verwachte profielen in 2030 komt voor veel partijen de verdeling van de kosten niet overeen met de richtlijn in de Tarievencode. Met energiekostensturing zien we dat veel partijen hun kW-max-kosten beter kunnen reduceren dan de kWh-nettariefcomponent, door piekbelasting te spreiden. Daardoor komen voor veel casussen de kosten meer in lijn met de richtwaarden, maar voor veel casussen blijft er een andere verdeling. Voor de kleine maakindustrie zien we dat deze een hoog verbruik kent t.o.v. het piekvermogen; daarom is het kW-contract relatief laag en kWh relatief hoog. In alle andere casussen zien we juist dat de kW-max en kW-contract relatief hoog zijn; deze partijen hebben een relatief hoge piekbelasting voor het verbruik dat nu verwacht wordt door de netbeheerders.

In de tariefvorming kan dit betekenen dat richting 2030 netbeheerders het tarief aanpassen in de referentiesituatie, oftewel een lager tarief per kW-max en hoger tarief per kWh. Op die manier zouden de tarieven meer in lijn zijn met de richtlijn in de Tarievencode. In deze studie zijn de tarieven gelijk gehouden aan de huidige verdeling, met een groei naar aanleiding van de stijging van de kosten. Hierin is echter niet gecorrigeerd voor een verandering in profielen van aangesloten waarden door de kosten verschoven.

Tabel 145 - Verdeling kosten over de drie tariefcomponenten in de referentie (dus niet gevoeligheidsanalyse)

		kW-max	kWh	kW-contract
Ontwerprichtlijn nettarieven in Tarievencode elektriciteit		25%	50%	25%
Kantoor groot	Geen energiekostensturing	43%	24%	34%
	Met energiekostensturing	33%	36%	31%
Kleine maakindustrie	Casus zonder flexibiliteit	25%	57%	18%
Logies	Geen energiekostensturing	30%	42%	28%
	Met energiekostensturing	27%	50%	24%
Onderwijs	Geen energiekostensturing	37%	29%	34%
	Met energiekostensturing	28%	38%	34%
Vervoer op land klein	Geen energiekostensturing	44%	21%	35%
	Met energiekostensturing	34%	33%	32%
Zorg	Geen energiekostensturing	36%	33%	31%
	Met energiekostensturing	27%	45%	28%

Het effect van de verschuiving naar andere tariefdragers heeft in onze modellering voor veel casussen daarom een kostenverhogend effect; de kW-max verdubbelt en kWh halveert. Echter, doordat de casussen al relatief hoger aandeel kW-max betalen dan voorzien, leidt de gevoeligheidsanalyse tot hogere kosten.

C.3 Conclusies gevoeligheidsanalyses - 50% kW-max en 25% kWh

Uit de gevoeligheidsanalyse met een tarief opgebouwd uit 25% kWh en 50% kW-max leren we:

- De kosten nemen toe in de meeste casussen. Dit wordt veroorzaakt doordat partijen relatief meer betalen in 2030 (met de aangenomen) tariefhoogte voor het kW-max dan 25%. Een verdubbeling van de kW-max-kosten en halvering van de kWh kosten resulteert dan dus in een netto kostentoeename. Aangezien dit zou betekenen dat de totale inkomsten van de netbeheerder te hoog zijn, zou dit leiden tot een verlaging van de tarieven of andere verhouding tussen de gestelde kWh/kW-max-tarieven.
- Er is een verschuiving in kosten tussen een aantal sectoren. Vervoer op land kent bijvoorbeeld een vrij hoge piekbelasting, ten opzichte van het totale elektriciteitsverbruik. Dit betekent een kostentoeename van 20% zonder energiekostensturing en 10% met energiekostensturing, terwijl voor zorg de toename maar 5% is. Bij een vlak profiel zoals dat van de kleine maakindustrie, leidt de gevoeligheidsanalyse zelfs tot een kostenafname. Met een verhouding van 50% kW-max en 25% kWh, worden er minder kosten in rekening gebracht bij bedrijven met een vlak profiel.
- De netimpact verschillen zijn beperkt. Het kWh-nettarief presteerde beperkt beter in het verplaatsen van elektriciteitsvraag van piekmomenten (tijdsblok 1 en 0,8) naar momenten met lagere wegingsfactoren. Daardoor zien we in de gevoeligheidsanalyse dat er iets minder vraagverschuiving plaatsvindt.
- De verschillen in de modelresultaten voor energiekosten en netimpact zijn beperkt tussen de referentie en de gevoeligheidsanalyse, we voorzien daarmee ook dat een keuze voor de verdeling over de 25% kWh en 50% kW-max op andere argumenten gebaseerd kan worden:
 - De wenselijkheid van het tijdsafhankelijk maken van één van de twee tariefdragers; er kan dan gekozen worden om die component groter te maken.
 - Het gelijk trekken van de tariefcomponenten voor aangesloten met een aansluiting groter en kleiner dan 2 MVA het kW-max-tarief gelijk blijft. Als er gekozen wordt voor een variant met alleen een tijdsafhankelijk kW-max-tarief, lijkt het daarmee logisch om deze kostenverdeling gelijk te trekken. Hiermee zijn de tarieven voor de verschillende grootte aansluitingen dan immers meer in lijn. Als er gekozen wordt voor een andere variant van tijdsafhankelijke nettarieven (bijvoorbeeld kWh en/of kW-contract), blijft de verhouding in het aandeel van de nettarieven dat tijdsafhankelijk is scheef tussen aangeslotenen kleiner en groter dan 2 MVA.
 - Wat vanuit het elektriciteitsnet het meest kostenreflectief is; dit is het basis uitgangspunt vanuit de wet- en regelgeving de nettarieven.

D Details modellering en aannames

Dit hoofdstuk omvat de aannames over elektriciteitsprijzen, de modelelementen en de modellering in stappen.

D.1 Elektriciteitsprijzen

D.1.1 Leveringsprijs

De leveringsprijzen zijn berekend met ons PowerFlex model²⁶. De meeste aannames zijn gebaseerd op de Investeringsplanscenario's van de netbeheerders, met daarbij de uitwerking in het EnergyTransitionModel²⁷. Er zijn enkele andere aannames gehanteerd. Ten eerste zijn de opgestelde vermogens van zon en wind aangepast, omdat deze zeer hoog zijn in de scenario's van de netbeheerders (onder andere door afschaffen salderingsregeling) en er een vertraging is opgetreden in de plannen van wind op zee. De gehanteerde aannames zijn opgenomen in Tabel 146.

Tabel 146 - Aannames investeringsplannen netbeheerder en aannames in deze studie over zon-pv en wind op zee

	Scenario's investeringsplannen netbeheerders	
	Scenario's investeringsplannen netbeheerders - Klimaatambitie	Aannames deze studie - Klimaatambitie
Zon-pv	47 TWh	30 TWh
Wind op zee	21,5 GW	11,25 GW

Daarnaast is gerekend met specifieke gas- en CO₂-prijzen. Deze zijn overgenomen van het midden scenario in de Klimaat en Energieverkenning (KEV) van het PBL. De prijs in 2030 van aardgas is in de KEV is 0,23 €/m³ per en de prijs van CO₂ is 108 €/ton CO₂ (PBL, 2024).

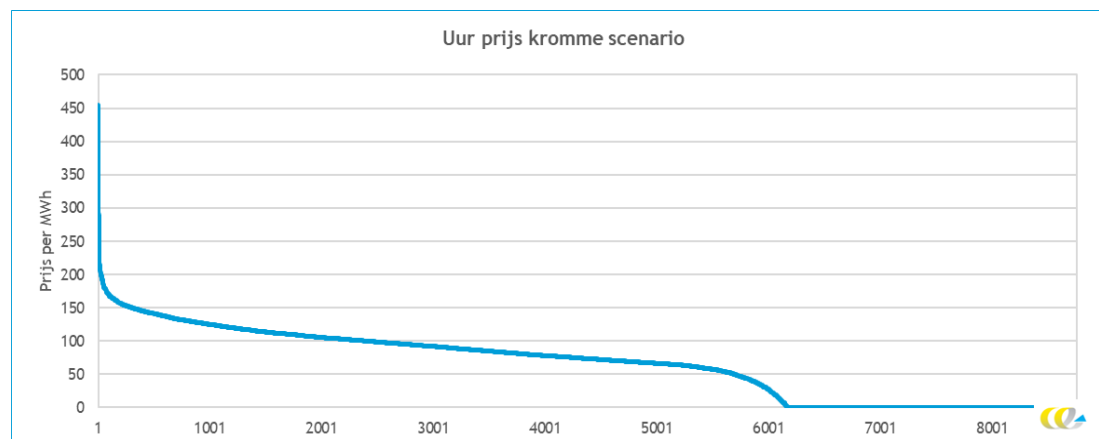
We modelleren in lijn met de scenario's van de netbeheerders de inzet van batterijen en flexibel laden van elektrische auto's. Aangezien dit in lijn is met de gehanteerde scenario's in de analyses, wordt een prijsdempend-effect van deze technieken meegenomen.

De resulterende prijsduurkromme is weergegeven in Figuur 175 voor de twee scenario's. In het scenario Klimaatambitie is minder opgesteld vermogen hernieuwbaar, waardoor er minder uren met zeer lage prijzen zijn. Het scenario kent 2.600 uren met een prijs rond de 0 €/MWh en het scenario Nationale drijfveren 3.850 uur per jaar. Een belangrijk aandeel van deze lage uren is ook de hernieuwbare productie in Duitsland, die in Nederland ook de prijs beïnvloedt. De gemiddelde prijs is 65 €/MWh in het scenario Klimaat ambitie en 57 €/MWh in het Nationale Drijfveren scenario. De scenario's kennen een beperkt aantal uren met zeer hoge prijzen (meer dan 200 €/MWh), namelijk 25 en 40 uren per jaar respectievelijk.

²⁶ <https://ce.nl/publicaties/het-powerflex-model/>

²⁷ <https://energytransitionmodel.com/>

Figuur 175 - Resulterende prijsduurkromme voor het scenario



D.1.2 Marge energieleveranciers

We rekenen een totale marge die geldt boven op de kale leveringsprijs. Dit omvat kosten die de energieleverancier moet maken (zoals onbalanskosten en overhead) en winst. We hanteren hierbij één totaalbedrag per MWh dat uniform geldt voor alle bedrijven en alle momenten.

Tabel 147 - Aangenomen winstmarge voor energieleveranciers

	Waarde	Eenheid	Bron
Marge bovenop kale leveringsprijs (day-ahead marktprijs) elektriciteit	24,2	€/MWh (excl. btw)	(PBL, 2023)

D.1.3 Energiebelasting en btw

We rekenen met 21% btw en de energiebelasting zoals opgenomen in Tabel 148. Dit is een schatting aangeleverd door het ministerie van Financiën voor 2030, waarbij natuurlijk (beleidsmatige) onzekerheid van toepassing is.

Tabel 148 - Energiebelastingen voor 2030, aanname met inzichten begin 2025

Schijf	Deel	Ondergrens	Bovengrens	2030	Eenheid
1	0 - 2.900 kWh	0	2.900	0,074	€/kWh (excl. btw)
2	2.900 - 10.000 kWh	2.900	10.000	0,074	€/kWh (excl. btw)
3	10.000 - 50.000 kWh	10.000	50.000	0,07	€/kWh (excl. btw)
4	50.000 - 10 mln. kWh	50.000	10.000.000	0,037	€/kWh (excl. btw)
5	> 10 mln. kWh	10.000.000		0,004	€/kWh (excl. btw)

D.2 Modelelementen

Alle casussen zijn opgebouwd uit een combinatie van één of meerdere 'modelelementen'. In de volgende paragrafen lichten we de verschillende modelelementen toe.

D.2.1 Vaste vraag

Dit element beschrijft een basis energievraag die niet reageert op prijsprikkels. Het omvat apparaten en systemen die continu energie nodig hebben, ongeacht de stroomprijs. Voorbeelden zijn verlichting, bepaalde huishoudelijke apparaten en essentiële bedrijfsprocessen waarvan de energievraag niet kan worden uitgesteld of naar voren kan worden gehaald.

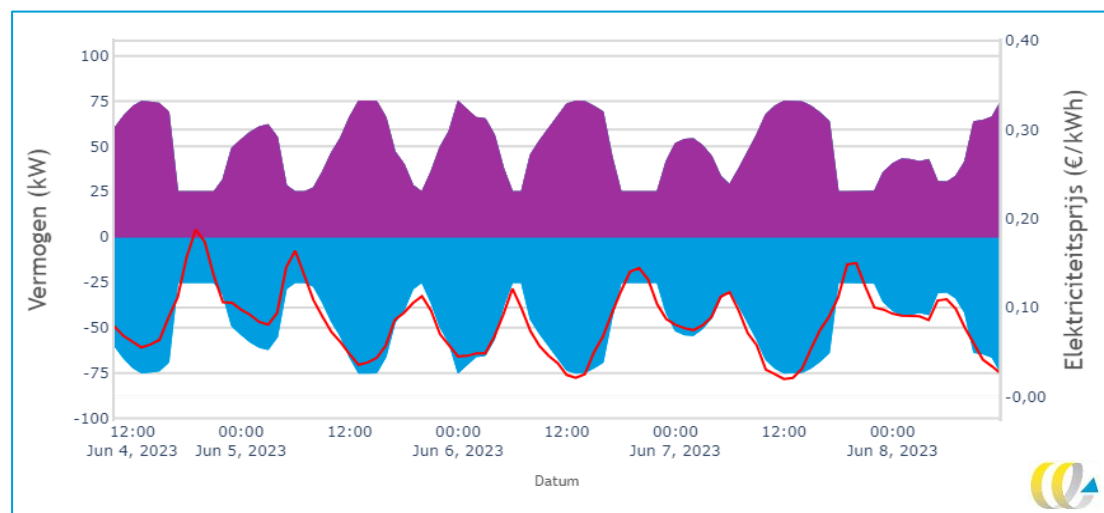
D.2.2 Flexibele vraag

In het model hebben we een algemeen modelement opgenomen, genaamd 'Flexibele vraag', die meerdere soorten processen kan modelleren. Dit modelement kan zowel (toekomstige) vraag naar voren halen als vraag uitstellen. Denk bijvoorbeeld aan een koelkast die op moment met een hoge elektriciteitsprijs op een lager vermogen gaat koelen (waardoor de temperatuur iets toeneemt) of juist op momenten met een lage elektriciteitsprijs extra gaat koelen om alvast toekomstige koelvraag in te vullen.

Tabel 149 - Parameters voor flexibele vraag

Modelparameter	Beschrijving
Aantal uur uitstel/naar voren halen	Aantal uur dat energie uitgesteld mag worden, of naar voren mag worden gehaald.
Maximale energie uitstel/naar voren halen per uur	Deze parameter bepaalt hoeveel energie (Generation kWh) er op een bepaald uur maximaal mag worden uitgesteld of alvast mag worden ingevuld.

Figuur 177 - Illustratie van verschuiving van flexibele vraag (paars) door energiekostensturing op day-aheadprijs (rode curve). De afname van het net is weergegeven in blauw



D.2.3 Elektrische voertuigen

Elektrische voertuigen kunnen hun laadgedrag aanpassen op basis van de elektriciteitsprijzen, door te gaan laden op momenten dat de prijzen laag zijn en laden juist uit te stellen wanneer de prijzen hoog zijn. In de modellering nemen we aan dat het laden gebeurt in tijdsblokken, waar het bepaalde hoeveelheid energie geladen dient te worden in ieder tijdsblok.

Door de energieafname op het net te beperken kan er bijvoorbeeld bespaard worden op het kW-max-tarief, maar heeft mogelijk ook als gevolg dat er minder goedkope energie kan worden afgenomen op uren met lage energiekosten. Als dit het geval is, moet een deel van de laadvraag dus ook verplaatst worden naar (meestal) duurdere uren waardoor de elektriciteitskosten ook toenemen.

Tabel 150 - Parameters voor elektrische voertuigen

Modelparameter	Beschrijving
Aantal voertuigen	Het totale aantal elektrische voertuigen dat in het model wordt beschouwd.
Begin uur laden (overdag)	Het uur waarop de voertuigen beginnen met laden tijdens de daguren.
Eind uur laden (overdag)	Het uur waarop de voertuigen stoppen met laden tijdens de daguren.
Percentage van voertuigen dat overdag laadt	Het percentage van het totale aantal voertuigen dat laadt tijdens de daguren.
Laadvraag per tijdsblok (overdag)	De hoeveelheid energie die per tijdsblok (bijvoorbeeld per uur) wordt gevraagd tijdens de daguren.
Max. laadvermogen (overdag)	Het maximale vermogen dat beschikbaar is voor laden tijdens de daguren.
Begin uur laden (nacht)	Het uur waarop de voertuigen beginnen met laden tijdens de nachturen.
Eind uur laden (nacht)	Het uur waarop de voertuigen stoppen met laden tijdens de nachturen.
Percentage van voertuigen dat in de nacht laadt	Het percentage van het totale aantal voertuigen dat laadt tijdens de nachturen.
Laadvraag per tijdsblok (nacht)	De hoeveelheid energie die per tijdsblok (bijvoorbeeld per uur) wordt gevraagd tijdens de nachturen.
Max. laadvermogen (nacht)	Het maximale vermogen dat beschikbaar is voor laden tijdens de nachturen.
Percentage van voertuigen dat in de gedurende de werkweek laadt	Het percentage van het totale aantal voertuigen dat laadt tijdens de werkdagen (maandag tot vrijdag).
Percentage van voertuigen dat in de gedurende het weekend laadt	Het percentage van het totale aantal voertuigen dat laadt tijdens het weekend (zaterdag en zondag).

D.2.4 Warmtepomp

Een warmtepomp kent flexibiliteit in het verplaatsten van stroomvraag, mits dit kan in het gebouw, proces, of via warmteopslag. Daarmee kan stroomvraag verplaatst worden naar voordelige momenten. In praktijk betekent dat bijvoorbeeld dat een deel van de energie in een warmtebuffer wordt opgeslagen, of dat de binnentemperatuur tijdelijk wat hoger wordt, zodat er op latere uren er minder hoeft te worden verwarmd.

Tabel 151 - Parameters voor warmtepomp

Modelparameter	Beschrijving
Aantal uur dat vraag naar voren gehaald mag worden.	Aantal uur dat energie naar voren mag worden gehaald. Als deze bijvoorbeeld op 2 uur staat, betekend dat de warmtevraag twee uur eerder ingevuld kan worden en geleverd aan bijvoorbeeld het gebouw. Dit betekent dus dat het verwarmen eerder opgestart wordt.
Maximale energie naar voren halen	Deze parameter bepaalt de maximale hoeveel energie (Generation kWh) die op een bepaald uur alvast mag worden ingevuld.

D.2.5 Hybride warmtepomp

Een hybride warmtepomp kan schakelen tussen elektriciteit en gas, afhankelijk van welke bron goedkoper is. Per uur bepaalt de hybride warmtepomp welke bron het goedkoopste is, en vervult de warmtevraag voor dat uur met die bron. Aan de hand van de uurlijkse temperatuur wordt hierin ook de coëfficiënt of performance (COP) meegenomen. Verder wordt ook de energiebelasting op elektriciteit en gas meegenomen om te bepalen welke bron het goedkoopst is.

In het geval dat het voordeliger is om de warmtevraag in te vullen door gebruik te maken van elektriciteit, wordt er vervolgens ook bepaald op het huidige uur de elektriciteitsprijs relatief laag of hoog is. Als de elektriciteitsprijs laag is probeert de hybride warmtepomp alvast toekomstige vraag naar voren te halen. De toekomstige warmtevraag die dan alvast wordt vervuld, wordt in vermindering gebracht in de uren daarop, waar er relatief meer warmtevraag in vermindering wordt gebracht op uren met hoge elektriciteitsprijzen.

Tabel 152 - Parameters voor hybride warmtepomp

Modelparameter	Beschrijving
Aantal uur dat vraag naar voren gehaald mag worden.	Aantal uur dat energie naar voren mag worden gehaald. Als deze bijvoorbeeld op 2 uur staat, betekend dat de warmtevraag twee uur eerder ingevuld kan worden en geleverd aan bijvoorbeeld het gebouw. Dit betekent dus dat het verwarmen eerder opgestart wordt.
Maximale energie naar voren halen	Deze parameter bepaalt de maximale hoeveel energie (Generation kWh) die op een bepaald uur alvast mag worden ingevuld.

D.2.6 Warmtekrachtkoppeling (wkk)

Een warmtekrachtkoppeling (wkk) genereert zowel elektriciteit als warmte uit gas. We hebben aangenomen dat dit modelement geen energiekostensturing heeft; de warmtevraag wordt per uur gewoon ingevuld door de benodigde warmte te genereren. De elektriciteit uit de wkk wordt vervolgens gebruikt voor andere processen die energie vragen, en overtollige energie wordt ingevoerd op het net.

Tabel 153 - Parameters voor warmtekrachtkoppeling

Modelparameter	Beschrijving
Efficiëntie elektriciteitsproductie	Efficiëntie om van gas naar elektriciteitsproductie te gaan. In deze studie hanteren we een efficiëntie voor elektriciteitsproductie van 34%.
Efficiëntie warmteproductie	Efficiëntie om van gas naar warmteproductie te gaan. In deze studie hanteren we een efficiëntie van warmteproductie van 41%, naast de elektriciteitsproductie.

D.2.7 Warmtekrachtkoppeling plus e-boiler

Een wkk plus e-boiler kan schakelen tussen elektriciteit en gas, afhankelijk van welke bron goedkoper is.

Tabel 154 - Parameters voor warmtekrachtkoppeling plus e-boiler

Modelparameter	Beschrijving
Efficiëntie elektriciteitsproductie	Efficiëntie om van gas naar elektriciteitsproductie te gaan. In deze studie hanteren we een efficiëntie voor elektriciteitsproductie van 34%.
Efficiëntie warmteproductie	Efficiëntie om van gas naar warmteproductie te gaan. In deze studie hanteren we een efficiëntie van warmteproductie van 41%, naast de elektriciteitsproductie.
Efficiëntie e-boiler	Efficiëntie om van elektriciteit naar warmteproductie te gaan. In deze studie hanteren we een efficiëntie 99%.

D.2.8 Warmtekrachtkoppeling plus warmtepomp

Een wkk plus warmtepomp kan schakelen tussen elektriciteit en gas, afhankelijk van welke bron goedkoper is.

Tabel 155 - Parameters voor warmtekrachtkoppeling plus warmtepomp

Modelparameter	Beschrijving
Efficiëntie elektriciteitsproductie	Efficiëntie om van gas naar elektriciteitsproductie te gaan. In deze studie hanteren we een efficiëntie 34%.
Efficiëntie warmteproductie	Efficiëntie om van gas naar warmteproductie te gaan. In deze studie hanteren we een efficiëntie 41%.

D.2.9 Batterij

De batterij kan energie uit bijvoorbeeld zon-pv opslaan en later gebruiken voor eigen verbruik, waardoor de elektriciteitskosten lager worden. Daarnaast, kan een batterij ook worden ingezet om te handelen op de day-aheadmarkt, door op momenten met lage elektriciteitsprijzen op te laden, en te ontladen (naar het net) op momenten van hoge prijzen. In de modellering kan de batterij schakelen tussen twee modi:

1. De batterij handelt op de day-aheadmarkt door te laden op uren met lage prijzen en vervolgens te ontladen op uren met hoge prijzen. De batterij handelt alleen als dit laden/ontladen winst oplevert, waar energieverlies en energiebelasting is meegenomen.

2. Als er de batterij niet handelt, wordt energie uit bijvoorbeeld zon-pv opgeslagen en later voor eigen verbruik.

Merk op, dat handel op de onbalansmarkt of balanceringsmarkten niet is meegenomen in de modellering.

Tabel 156 - Parameters voor batterij

Modelparameter	Beschrijving
Vermogen	Het maximale (ont)laadvermogen (kW) van de batterij
Batterijcapaciteit	De capaciteit (Generation kWh) van de batterij

D.3 Modellering in stappen

Voor iedere tariefvariant doorloopt het model de volgende stappen:

1. In Stap 1 worden de profielen en modelelementen die bij de casus horen geladen in het model. In deze stap wordt één van de zes tariefvormen geselecteerd en de uurlijkse day-aheadprijzen voor 2030 geladen.
2. Een initiële modellering wordt uitgevoerd zonder limitatie van het vermogen dat kan worden afgenomen van het net. Uit deze jaarmodellering volgt het maximale vermogen dat wordt afgenomen van het net, en dat de basis vormt voor de volgende stappen. Ook worden hier de laatste belastingschijf voor elektriciteit en gas bepaald, welke nodig zijn voor de modelelementen zoals de hybride warmtepomp, wkk plus e-boiler en wkk plus warmtepomp om te kunnen bepalen of het voordeliger is om de warmtevraag in te vullen met gas of elektriciteit.
3. In stappen van 10% wordt het maximale vermogen (bepaald in Stap 3) dat mag worden afgenomen van het net steeds verder beperkt. Bij steeds verdere beperking worden apparaten die flexibele vraag hebben, steeds meer gedwongen om hun vraag op bepaalde momenten uit te stellen, en/of vraag die ze naar voren willen halen te beperken. Bijvoorbeeld elektrische voertuigen willen op de uren met een lage elektriciteitsprijs maximaal laden. Echter, doordat het maximale vermogen dat mag worden afgenomen van het net steeds verder wordt beperkt, zal een deel van de gewenste laadvraag verschoven moeten worden naar de volgende uren. Eenzelfde soort gedrag volgt voor de andere flexibele assets. In het geval van een casus met hybride warmtepomp zal het verder inperken van het beschikbare vermogen uit het net leiden tot een hoger gasverbruik, wat mogelijk de totale kosten zal laten toenemen.

De tijdsafhankelijke nettarieven beïnvloeden het gedrag van flexibele energievraag van assets:

- **kWh-nettarief:** doordat de meeste assets al sturen op de uurlijkse elektriciteitsprijs, wordt in de variant waarin het kWh-nettarief tijdsafhankelijk wordt gemaakt, de gewogen kWh-nettarief voor een gegeven uur van de dag opgeteld bij de geldende elektriciteitsprijs. Het resultaat is een resulterende uurlijkse 'electriciteitsprijs + kWh-nettarief' waar de assets op gaan sturen.
- **kW-max-tarief:** als gevolg van het tijdsafhankelijk maken van het kW-max-tarief worden bepaalde uren op dag financieel aantrekkelijker om meer vermogen af te nemen van het net dan op andere uren. In de modellering, wordt deze prikkel meegenomen door op die uren (met een laag wegingsfactor) de beperking op afnamevermogen meer los te laten. Bijvoorbeeld stel dat de beperking op 100 kW is ingesteld. Stel dat er op een bepaald uur een wegingsfactor van 0,4 geldt, dan kan in plaats van die 100 kW beperking juist $100/0,4 = 250$ kW worden afgenomen. Namelijk, door 250 kW af te nemen zal de maandelijkse gewogen afnamepiek niet

veranderen, en zal dus ook het te betalen kW-max-tarief niet veranderen. Uren waar de wegingsfactor wel 1,0 bedraagt, zullen wel de beperking voelen van 100 kW, waardoor dus eerder vraaguitstel zal plaatsvinden.

- **kW-contract:** het tijdsafhankelijk maken van het kW-contract werkt anders dan de voorgaande tariefvormen. Ten eerste, heeft deze tariefvorm andere uurlijkse wegingsfactoren. Waar deze wegingsfactoren alleen worden gebruikt om het gewogen kW-contract vast te stellen. De afnemers kan dus op uren met lagere gewichten meer vermogen contracteren zonder dat leidt tot veel hogere kW-contractkosten:
 - In de initiële modellering (Stap 3) wordt de maximale afnamepiek per uur van de dag vastgesteld (over het gehele jaar). Het resulterende patroon wordt het initiële gecontracteerde vermogen(s) van de afnemer. Door kW-contract tijdsafhankelijk te maken, worden op een vergelijkbare manier als bij het tijdsafhankelijke kW-max-tarief, het maximale afnamevermogen gewogen met de gewichten door het initiële gecontracteerde vermogen te delen door de wegingsfactor dat op dat uur geldt. Hierdoor neemt het vermogen dat per uur mag worden afgenomen dus toe omdat alle wegingsfactoren tussen de 0,2 en 1 zijn. Het resulterende afnamepatroon wordt in stappen naar beneden gedrukt, waardoor de afname van het net dus steeds verder wordt beperkt, en flexvraag 'gedwongen' wordt om op bepaalde uren vraag uit te stellen en te verschuiven naar uren waar wel meer netafname mogelijk is.
 - 4. Na Stap 3, worden voor iedere stap waarin het vermogen voor afname uit het net wordt beperkt de totale maandelijkse kosten bepaald, en welke bestaan uit:
 - elektriciteitskosten incl. energiebelasting;
 - kW-max-tarief;
 - kWh-nettarief;
 - kW-contract (per jaar);
 - periodieke aansluitvergoeding;
 - gaskosten incl. energiebelasting;
 - optioneel: opbrengsten door teruglevering van elektriciteit aan het net.
 Ook wordt in deze stap gekeken of de afnamebeperking niet leidt tot ongefaciliteerde energievraag, door bijvoorbeeld na te gaan of de elektrische voertuigen aan het einde van hun laadbeurt voldoende zijn opgeladen. Als er inderdaad sprake is van ongefaciliteerde energievraag voor een gegeven maand en beperking, dan wordt die maand (met beperking) als 'ongeldig' bestempeld.
 - 5. Op basis van de uitkomsten in Stap 4 wordt per maand nagegaan welke mate van beperking van het afnamevermogen leidt tot de laagste maandelijkse kosten. Zo kan het zijn dat door opwek uit zon-pv in de zomermaanden er minder afname vermogen nodig is dan in de wintermaanden waar minder opwek. Het model selecteert dus per maand de beperking die de laagste maandelijkse kosten met zich meeneemt. Uiteraard, worden maanden en beperkingen met ongefaciliteerde energievraag niet meegenomen in deze optimalisatie.
 - 6. In deze stap worden de optimale beperkingen per maand (uit Stap 5) bij elkaar genomen, en wordt er nogmaals één energetische modellering gedaan om alle statistieken te berekenen. Merk op, dat het mogelijk is dat bij deze modellering de ene maand er meer of minder afname beperking wordt opgelegd.
 - 7. In deze stap worden verschillende statistieken bepaald voor de verschillende tariefvormen, en voor zowel het prijsgestuurde - als het niet prijsgestuurde scenario. Deze statistieken bestaan onder andere uit: de energie - en netbeheerkosten, het aantal kWh dat per wegingsfactor wordt afgenomen van het net, en het afnameprofiel van het net.
- Merk op dat voor het scenario zonder energiekostensturing (Stap A) er eenmalig een modellering wordt gedaan waarop alle statistieken worden bepaald.

Figuur 178 - Flowdiagram van model

