

HANDREIKING NETBEWUSTE ENERGIECONCEPTEN

VOOR NIEUWBOUWWONINGEN

BUITEN KLANK



Colofon

Datum:

5 september 2025

Versie:

Definitief

Auteurs:

Peter-Paul Smoor | Nuna Energy en Rijk van Voskuilen | Bureau Buitenklank

Opdrachtgevers:



INHOUD

LEESWIJZER

1. INLEIDING
 - Aanleiding
 - Waarom deze handreiking?
 - Proces
 - Netbewust energieconcept
 - Hoe bouwen we nu?
2. UITGANGSPUNTEN
 - Netbelasting nieuwbouwwoning
 - Overige uitgangspunten

MENUKAARTEN NETBEWUSTE ENERGIECONCEPTEN

3. TOELICHTING MENUKAARTEN
4. MENUKAARTEN
 - A. Grondgebonden eengezinswoningen met individuele warmtepomp
 - B. Appartementen met individuele warmtepomp
 - C. Appartementen met collectieve warmtepomp
5. HOE BOUW JE NETBEWUST?

BIJLAGEN

- I. COMPACTHEID, ORIËNTATIE, GLASPERCENTAGE GEVELS EN CONSTRUCTIEMATERIAAL
- II. THERMISCHE SCHIL & VENTILATIESYSTEEM
- III. INDIVIDUELE WARMTEPOMPEN
- IV. COLLECTIEVE WARMTEPOMPEN
- V. VRAAGPROFIELEN WARMTE
- VI. ENERGIEPROFIEL HUISHOUELIJK
- VII. ENERGIEPROFIELEN INTEGRALE ENERGIECONCEPTEN
- VIII. STICHTINGSKOSTEN ONTWIKKELAAR
- IX. IMPACT ENERGIELASTEN
- X. HOE BOUW JE NETBEWUST?
- XI. OPLADEN ELEKTRISCHE AUTO'S
- XII. GECONSULTEERDE EXPERTS

LEESWIJZER



Deze Handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen voor nieuwbouwwoningen :

- Bevat in hoofdtuk 1 een inleiding met daarin de aanleiding van deze handreiking, waarom deze handreiking er is, het proces hoe deze handreiking tot stand is gekomen, wat we verstaan onder een netbewust energieconcept en hoe netbewust er nu wordt gebouwd.
- Bevat in hoofdstuk 2 de uitgangspunten op basis waarvan de gelijktijdige netbelasting van een nieuwbouwwoning is bepaald en alle overige uitgangspunten, die relevant zijn voor deze handreiking.
- Bevat in hoofdstuk 4 de menukaarten. Deze worden in hoofdstuk 3 toegelicht ter ondersteuning van de leesbaarheid. De menukaarten geven inzicht in de netbelasting van diverse energieconcepten en woningtypes van een nieuwbouwwoning inclusief huishoudelijke apparaten en geven per energieconcept inzicht in de stichtingskosten (excl. btw) voor de ontwikkelaar. Tot slot wordt beschreven welke maatregelen impact hebben op de netbelasting van een woning en hoe je per fase van een project netbewust kan bouwen.
- Bevat diverse bijlagen met o.a. nadere informatie en onderbouwing van alle uitgangspunten, die resulteren in de netbelasting en de stichtingskosten voor ontwikkelaar van de diverse energieconcepten en geven inzicht in de effecten van netbewust bouwen op de energielasten van de toekomstig eigenaar en/of gebruiker van de woning.

1. INLEIDING

AANLEIDING



Deze “Handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen voor nieuwbouwwoningen” is opgesteld als technische uitwerking van de afspraken die zijn gemaakt tijdens de landelijke Woontop 2024, op initiatief van het ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO). Op 11 december 2024 kwamen overheden, marktpartijen en netbeheerders bijeen om gezamenlijk tot structurele oplossingen te komen voor de woningbouwopgave in relatie tot de toenemende netcongestie.

In het kader van deze Woontop is onder regie van VRO afgesproken om gezamenlijk met de sector in te zetten op meer netbewuste nieuwbouw. Deze maatregel is nodig om woningbouwprojecten versneld te kunnen realiseren zonder te worden belemmerd door beperkingen op het elektriciteitsnet.

Het ministerie van VRO stimuleert en ondersteunt sindsdien verschillende sporen binnen de werkgroep netbewuste nieuwbouw, waaronder dit technische en financiële spoor. De handreiking is in opdracht van een breed consortium (NEPROM, Bouwend Nederland, Techniek NL, Alliander en Stedin) opgesteld door Nuna Energy en Bureau Buitenklank. Het doel van het onderzoek: formuleren van energieconcepten waarmee de piekbelasting van nieuwbouwwoningen structureel kan worden verlaagd, op woning-, installatie- en wijkniveau.

De resultaten zijn onderdeel van de bredere aanpak van de werkgroep netbewuste nieuwbouw, waarin onder regie van de provincies Flevoland, Gelderland en Utrecht (FGU) ook wordt gewerkt aan juridische instrumenten en stedenbouwkundige principes. In dat kader sluit deze handreiking ook aan op het parallelle onderzoek van Planologic, dat zich o.a. richt op de effecten van compactheid, oriëntatie, glaspercentage in de gevel en constructiemateriaal op de piekvermogensvraag voor ruimteverwarming van een woning.



WAAROM DEZE HANDREIKING?



De landelijke ambitie is om jaarlijks 100.000 nieuwe woningen te bouwen. Er is beperkt transportcapaciteit beschikbaar op het stroomnet. Netbewuste nieuwbouw is daarom één van de randvoorwaarden om de gewenste bouwproductie te realiseren. Daarom is deze “Handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen voor nieuwbouwwoningen” gemaakt voor o.a. projectontwikkelaars, bouwers, installateurs, netbeheerders, provincies en gemeentes. Netbewuste nieuwbouw in deze handreiking betreft maatregelen, die een ontwikkelaar, bouwer en/of installateur kan nemen tijdens de ontwerp en realisatiefase van woningen, met als doel om de impact op de vraag naar transportcapaciteit van het stroomnet (de “netbelasting”) te beperken. Het gaat dan met name om zeer koude dagen van het jaar, waarop de netbelasting van nieuwbouwwoningen het hoogste is.

Deze handreiking:

- Is van toepassing op zoveel mogelijk woningtypes, zowel grondgebonden eengezinswoningen als appartementen voor diverse soorten gebiedsontwikkelingen en projecten.
- Is niet bruikbaar voor nieuwbouw van commerciële en maatschappelijke voorzieningen en renovatie van bestaande woningen.
- Is een eerste versie, die bedoeld is om in de praktijk mee aan de slag te gaan gezien de urgentie die er is. Deze eerste versie is niet allesomvattend, maar kan in ieder geval worden gebruikt voor de meest gangbare maatregelen en energieconcepten, die nu worden toegepast in de nieuwbouw woningbouw. Deze zijn uit een tijd dat netbewust bouwen niet standaard was. We verwachten de komende tijd veel ontwikkelingen en innovatiekracht vanuit de markt op dit gebied.
- Is geen “harde norm” maar een hulpmiddel voor afweging van maatregelen om netbewuste nieuwbouw te realiseren en hiervoor het draagvlak te vergroten. Met de menukaarten geven we inzicht in de netbelasting en de stichtingskosten voor ontwikkelaar voor integrale en realistische energieconcepten. Ook geven we inzicht in het effect van netbewust bouwen op de energielasten van toekomst eigenaar en/of gebruiker.

Invloeden van integrale oplossingen inclusief functiemenging en mobiliteitsconcepten zijn niet meegenomen. De inzichten uit deze handreiking kunnen input bieden voor dergelijke ontwikkelingen.

PROCES



- Deze handreiking is tot stand gekomen in een intensief proces van maart t/m september 2025 in afstemming met de werkgroep netbewuste nieuwbouw en met consultatie van experts vanuit o.a. Bouwend Nederland, Alliander, NEPROM, Stedin en Techniek Nederland.
- Deze handreiking is gebaseerd op zowel theoretische kengetallen als praktijkervaringen van de betrokken experts. De netbelasting is zoveel als mogelijk gebaseerd op meetdata uit de praktijk en zover deze niet beschikbaar waren op basis van de kennis van de betrokken experts. Waar deze zijn gebaseerd op meetdata uit de praktijk, is er een bronvermelding geplaatst. Belangrijk is dat uitgangspunten een realistische weergave zijn van de praktijk en dat de maatregelen en energieconcepten praktisch uitvoerbaar zijn.
- Deze handreiking is ontwikkeld samen met experts in een vijftal workshops over de volgende onderwerpen:
 1. Thermische schil en ventilatiesysteem
 2. Individuele warmte(pomp)systemen
 3. Collectieve warmte(pomp)systemen
 4. Integraal energieconcept
 5. Financiële uitgangspunten maatregelen en energieconcepten
- Tijdens de workshops is per onderwerp een toelichting gegeven. Daarna zijn de experts in discussie gegaan over de uitgangspunten. De focus lag op het inbrengen van verbetersuggesties. Het resultaat is een set menukaarten met realistische uitkomsten en energieconcepten.
- Zie ook eerdere relevante studies rondom dit onderwerp:
 - Ontwerpprincipes netbewust bouwen
 - Handreiking netbewuste gebiedsontwikkeling

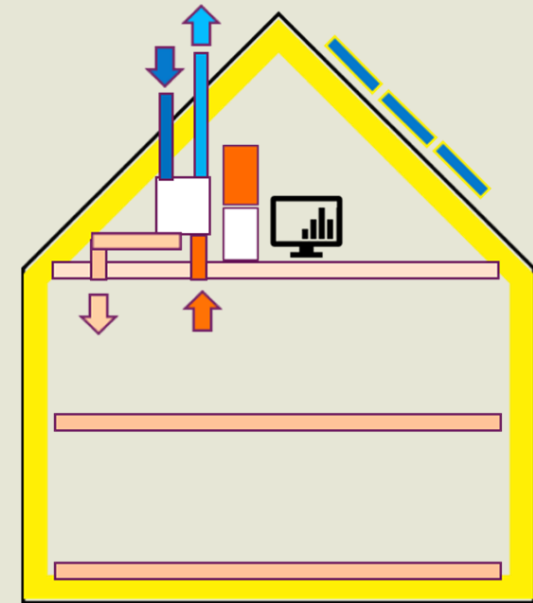
NETBEWUST ENERGIECONCEPT



Een combinatie van maatregelen bepalen samen het energieconcept van een woning met daarbij horende netbelasting. Maar uit welke componenten en maatregelen bestaat het energieconcept van een nieuwbouwwoning?

1. **Warmtevraag:** De piekwarmtevraag van de woningen bepaalt mede de netbelasting. De volgende componenten en factoren bepalen gezamenlijk de warmtevraag:
 - Compactheid & oriëntatie: De verhouding tussen verliesoppervlak en vloeroppervlak van de woning of woongebouw en de oriëntatie van de gevels.
 - Glaspercentage gevels & constructiemateriaal: De hoeveelheid glas in de gevel en of er steenachtige materialen of hout wordt toegepast in de constructie.
 - Thermische schil & ventilatiesysteem: Het isolatieniveau van de schil, het type glas, de kozijnen, de kierdichting en het type ventilatiesysteem.
2. **Het warmte-opweksysteem:** De keuze voor het warmte-opweksysteem heeft een grote impact op de netbelasting van de woning. De efficiëntie wordt bepaald door de kwaliteit van het ontwerp en uitvoering, de keuze voor het type warmtepomp en de efficiëntie van het warmtepompsysteem op een (zeer) koude dag en of er een elektrisch element moet bijspringen voor het opvangen van de piekvraag. We onderscheiden in deze handreiking individuele en collectieve warmtepompsystemen.
3. **Sturing & opslag:** Door de individuele of collectieve warmtepomp te programmeren en te sturen kan de netbelasting - in combinatie met (extra) warmtebuffers – worden verplaatst naar momenten dat er minder piekbelasting is. Ook kan de inzet van een batterij bijdragen aan een lagere netbelasting.

Netbewuste nieuwbouw betreft maatregelen, die een ontwikkelaar, bouwer en/of installateur kan nemen tijdens de ontwerp en realisatiefase van woningen, met als doel om de impact op de transportcapaciteit van het stroomnet (de “netbelasting”) te beperken.





HOE BOUWEN WE NU?

Op basis van een groot deel van aanvragen van omgevingsvergunningen in 2024 is het volgende geconcludeerd:

- Totaal circa 65% van alle nieuwbouwwoningen zijn appartementen en circa 35% zijn grondgebonden eengezinswoningen.
- Appartementen zijn relatief klein, gemiddeld circa 65 m² GBO. Kleine woningen hebben een lagere netbelasting dan grotere woningen.
- Totaal 70% van de woningen heeft balansventilatie met warmteterugwinning (systeem D). Dit type ventilatiesysteem resulteert in een lagere piekwarmtevraag dan een ventilatiesysteem met CO₂ gestuurde mechanische afvoer en roosters in de gevel (systeem C).
- Bijna alle nieuwbouwwoningen hebben als warmte-opweksysteem een warmtepomp. Daarvan zijn 65% individuele warmtepompen en 35% collectieve systemen.
- Van de individuele warmtepompsystemen heeft circa 35% als bron warmte en koude bodemenergie. Deze bron heeft een lagere netbelasting dan buitenlucht of ventilatielucht (65% van individuele warmtepompen).
- Bij collectieve systemen is het aandeel warmtepompsystemen, dat gebruik maakt van bodemenergie groter. Exacte cijfers zijn niet bekend, maar ter indicatie is 70% aangehouden. We houden daarbij rekening met het feit dat er ook systemen worden gerealiseerd, die zowel bodemenergie als buitenlucht benutten.

Gelijktijdige netbelasting nieuwbouwwoning

Op basis van deze recente cijfers is berekend wat indicatief de gelijktijdige netbelasting is van nieuwbouwwoningen, die de komende tijd gebouwd gaan worden. Voor zowel appartementen is dat circa 15 We/m² GBO en voor grondgebonden eengezinswoningen is dat circa 14 We/m² GBO:

- Appartementen van 65 m² die nu worden gebouwd hebben dan een netbelasting van gemiddeld 1,0 kW per woning.
- Grondgebonden eengezinswoningen van 120 m² die nu worden gebouwd hebben dan een netbelasting van circa 1,7 kW per woning.
- Gemiddeld is dat 1,25 kW per woning.

Belangrijkste voorwaarde is dat er geen elektrische elementen/ketels/boilers nodig zijn als piekvoorziening voor ruimteverwarming en/of warm tapwater.

2. UITGANGSPUNTEN

HANDREIKING NETBEWUSTE ENERGIECONCEPTEN VOOR
NIEUWBOUWWONINGEN

NETBELASTING NIEUWBOUWWONING



- **Netbelasting nieuwbouwwoningen:** De netbelasting van een nieuwbouwwoning in de menukaarten is het gelijktijdig elektrisch piekvermogen op een hoger netvlak op een zeer koude dag. Op zeer koude dagen is de netbelasting het hoogste.
- **Gelijktijdige netbelasting op een hoger netvlak:** Dit is de gelijktijdige netbelasting van een groot aantal woningen van hetzelfde type en met hetzelfde energieconcept. Met een hoger netvlak bedoelen we het netniveau waarop meerdere woningen gezamenlijk zijn aangesloten via een transformatorstation (bijvoorbeeld MS/LS station). Op dit niveau berekent de netbeheerder de benodigde capaciteit, waarbij rekening wordt gehouden met het feit dat niet alle woningen gelijktijdig hun piekvermogen gebruiken (gelijktijdigheidsfactor). De gelijktijdige piekvraag is veel lager dan de piekvraag van een individuele woning. In een gebied zullen bijvoorbeeld nooit alle gebruikers gelijktijdig douchen en koken. Ook staan warmtepompen nooit allemaal gelijktijdig op vol vermogen warmte te produceren (gelijktijdigheidsfactor van 0,75 tot 0,85 voor ruimteverwarming is aangenomen).
- **We/m² GBO:** De netbelasting drukken we uit Watt elektrisch (We) per vierkante meter gebruiksoppervlak (m² GBO) van een nieuwbouwwoning. Om de gelijktijdige netbelasting van een gemiddelde woning of meerdere woningen te berekenen moet het vermogen per vierkante meter gebruiksoppervlak (m² GBO) vermenigvuldigd worden met het totaal aantal vierkante meter gebruiksoppervlak van de woning(en).
- **Zeer koude dag:** Voor deze analyse is een buitentemperatuur van -10°C aangehouden als meest kritisch, omdat dit de ontwerptemperatuur is voor warmte-opwekinstallaties.
- **Woninginstallaties & huishoudelijk gebruik:** De gelijktijdige netbelasting wordt bepaald door het elektriciteitsgebruik van de woninginstallaties, met name de warmte-opwekinstallatie en huishoudelijke apparaten, zoals elektrische kookplaten, ovens, wasmachines, drogers, vaatwassers en verlichting. De netbelasting als gevolg van het opladen van elektrische auto's in een gebied is geen onderdeel van de netbelasting in de menukaarten. Ter indicatie is de netbelasting hiervan wel inzichtelijk gemaakt.
- **Gemiddeld gebruik:** Omdat we de netbelasting op gebiedsniveau analyseren is een gemiddeld gebruik het uitgangspunt.
- **Netbelasting heeft een bandbreedte:** De impact van energieconcepten wordt mede bepaald door de kwaliteit van de toegepaste maatregel of het product, het ontwerp en de uitvoering. Ook wordt de netbelasting beïnvloed door keuzes vanuit het stedenbouwkundig ontwerp. Alle uitgangspunten, die ten grondslag liggen aan de analyse, hebben daarom een bandbreedte. De netbelasting heeft daarom ook een bandbreedte.

OVERIGE UITGANGSPUNTEN

- **Alleen voor nieuwbouwwoningen:** Deze handreiking is niet van toepassing voor nieuwbouw commerciële en maatschappelijke voorzieningen en bestaande woningbouw.
- **Netbewuste nieuwbouw integreren in de verschillende fases van het bouwproces:** Dit document geeft inzicht in de netbelasting van realistische energieconcepten. Voorwaarde is dat de maatregelen van het energieconcept ook daadwerkelijk en aantoonbaar worden uitgevoerd tijdens de bouw en goed worden ingeregeld bij oplevering. Alleen dan wordt de beoogde reductie in netbelasting ook in de praktijk gerealiseerd.
- **Zonnepanelen geen onderdeel van analyse:** In deze analyse kijken we naar de meest kritische dag. Dit is een zeer koude dag. Op zeer koude dagen wordt – ook al zijn deze vaak zonnig in Nederland - nauwelijks stroom geproduceerd door zonnepanelen i.v.m. de lage stand van de zon. Zonnepanelen zijn daarom niet meegenomen in de analyse. Zonnepanelen kunnen wel op andere dagen bijdragen aan minder netbelasting. Randvoorwaarde is dan wel dat de geproduceerde zonnestroom zoveel mogelijk gelijktijdig in een gebied wordt gebruikt.
- **Oververhitting:** Momenteel is de netbelasting het hoogst is op hele koude dagen, maar het is ook belangrijk een extra pieken in andere seizoenen te voorkomen. Met alle energieconcepten in deze handreiking kan de woning actief worden gekoeld met het warmtepompsysteem. Het is daarnaast wenselijk om bouwkundige maatregelen of klimaat adaptieve maatregelen in de wijk te nemen om oververhitting te voorkomen (bijvoorbeeld zonwerende beglazing en voldoende groen in de wijk).
- **Iedere woning krijgt een eigen kleinverbruikersaansluiting:** Bij alle energieconcepten is het uitgangspunt dat iedere woning een eigen aansluiting van 3x25 A krijgt op het stroomnet.
- **Gedragsverandering gebruikers:** De impact van gedragsverandering van gebruikers is niet meegenomen, omdat een projectontwikkelaar hier geen invloed op heeft. Denk aan het gebruik van wasmachines, droger en vaatwasser buiten de piek, stoken op een lagere temperatuur en korter douchen. Dit kan bijvoorbeeld worden gestimuleerd door de invoer van een variabel nettarief, waarbij netbewust gedrag wordt beloond.
- **Kosten maatregelen en energieconcepten:** De (meer)kosten zijn de stichtingskosten voor de ontwikkelaar exclusief BTW, inclusief maatregelen aan de thermische schil, installaties en benodigde netbewuste aanpassingen. Om verschillende energieconcepten te vergelijken zijn ook de stichtingskosten meegenomen voor zonnepanelen, zodat alle energieconcepten een vergelijkbare energieprestatie hebben.

MENUKAARTEN NETBEWUSTE ENERGIECONCEPTEN

VOOR NIEUWBOUWWONINGEN

BUITEN KLANK



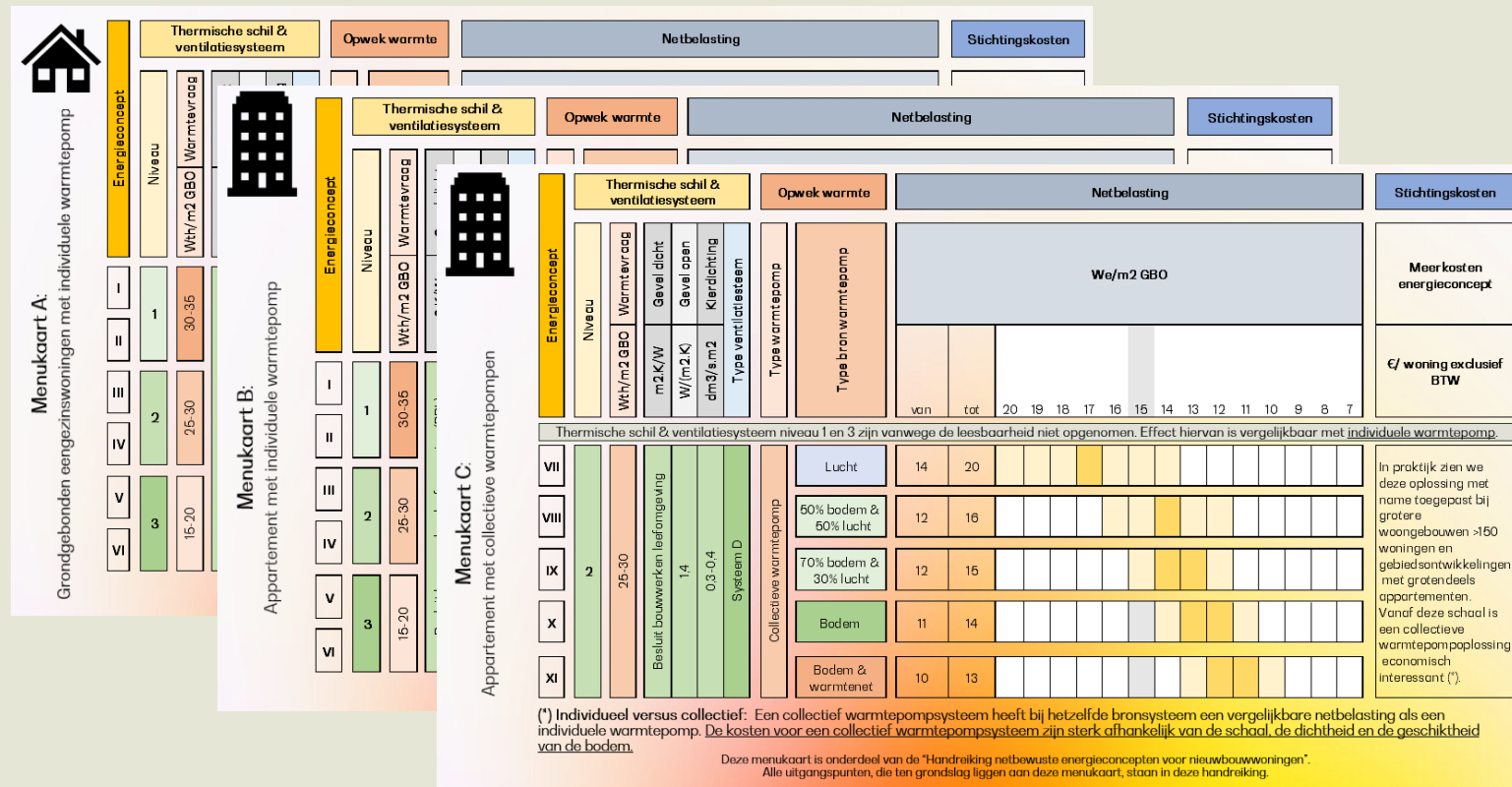
3. TOELICHTING MENUKAARTEN

NETBEWUSTE ENERGIECONCEPTEN NIEUWBOUWWONINGEN

DRIE MENUKAARTEN

Totaal zijn er 3 drie menukaarten die de netbelasting en de meerkosten inzichtelijk maken van meerdere energieconcepten:

1. Grondgebonden eengezinswoningen met een individuele warmtepomp.
2. Appartementen met een individuele warmtepomp.
3. Appartementen met een collectieve warmtepomp.



Menukaart A:
Grondgebonden eengezinswoningen met individuele warmtepomp

1

2 Energieconcept

3 Niveau

4 Warmtevraag

5 Geval dicht

6 Type warmtepomp

7 Type bronsysteem

8 Netbelasting

9 Stichtingskosten

10 Meerkosten energieconcept

11 €/woning exclusief BTW

12 0

13 3.500 - 7.000

14 1.500 - 4.500

15 4.000 - 10.500

16 1.500 - 7.000

17 3.500 - 12.000

18 Deze menukaart is onderdeel van de "Handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen".

19 Alle uitgangspunten, die ten grondslag liggen aan deze menukaart, staan in deze handreiking.

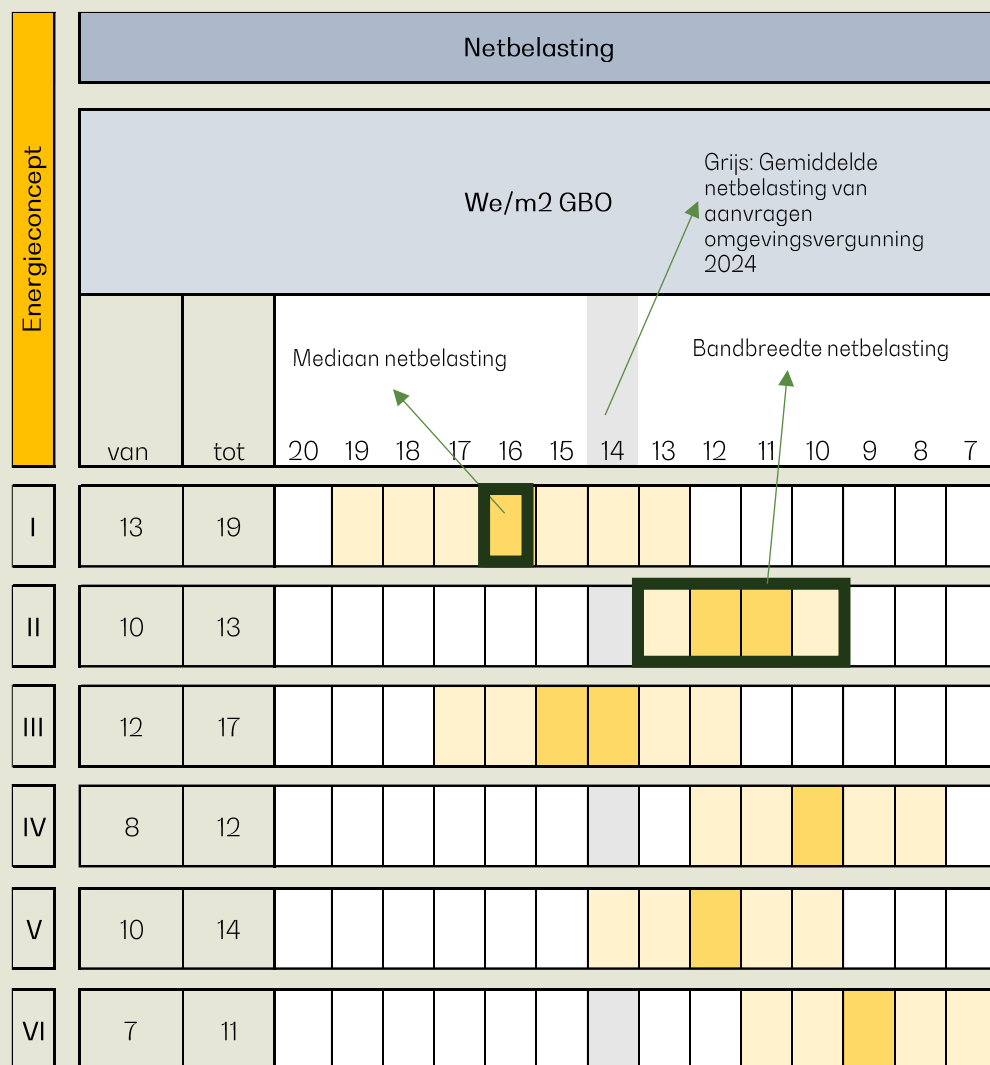
Stichtingskosten	Meerkosten energieconcept	€/woning exclusief BTW	0	3.500 - 7.000	1.500 - 4.500	4.000 - 10.500	1.500 - 7.000	3.500 - 12.000
van	tot	20	19	18	17	16	15	14
13	12	11	10	9	8	7		
10	13							
12	17							
8	12							
10	14							
7	11							

- 1 Type woning
- 2 Energieconcept I t/m VI bestaande uit thermische schil, ventilatiesysteem en warmte opweksysteem (type warmtepomp en warmtebron)
- 3 Drie niveaus voor de thermische schil en het ventilatiesysteem.
- 4 Piekvraag warmtevraag ruimteverwarming in W_{th}/m^2 GBO per niveau thermische schil en ventilatiesysteem
- 5 Isolatieniveau op componentniveau, niveau kierdichting en type ventilatiesysteem per energieconcept.
- 6 Type warmtepomp: individueel of collectief
- 7 Type bronsysteem warmtepomp: lucht of bodem
- 8 Gelijktijdige netbelasting van het energieconcept in W_e/m^2 GBO met een bandbreedte (licht geel) en de mediaan (donker geel)
- 9 Indicatie meerkosten stichtingskosten ontwikkelaar exclusief BTW per energieconcept ten opzichte van energieconcept A.

De menukaart toont de impact op de netbelasting voor verschillende energieconcepten. Voor grondgebonden eengezinswoningen zijn 6 energieconcepten uitgewerkt (I t/m VI) en voor appartementen 11 energieconcepten (I t/m XI). De volgende componenten hebben grote impact op de netbelasting en vormen daarom de basis van energieconcepten in de menukaarten:

- 18

NETBELASTING ENERGIECONCEPT



- **Gelijktijdige netbelasting op hoger netvlak:** De menukaarten geven per energieconcept inzicht in de gelijktijdige maximale netbelasting op een hoger netvlak op een zeer koude dag van een nieuwbouwwoning voor het energiegebruik van de woninginstallaties en het huishoudelijk gebruik. De netbelasting wordt uitgedrukt in We/ m2 GBO.
- **Bandbreedte:** Zoals hiernaast is te zien heeft de netbelasting een bandbreedte. Er zijn ook andere maatregelen en factoren die de netbelasting bepalen. Denk bijvoorbeeld aan de kwaliteit van de toegepaste warmtepomp, de compactheid van een woongebouw en het toepassen van slimme sturing en/of een douche WTW. Deze maatregelen en factoren bepalen of een woning hoog of laag in de bandbreedte scoort. Dit is uitgewerkt in het hoofdstuk: Hoe bouw je netbewust?
- **Niet gelijk aan netbelasting achter de aansluiting:** De netbelasting op een hoger netvlak is de gelijktijdige netbelasting op een bepaald moment van een groot aantal woningen van hetzelfde type en met hetzelfde energieconcept binnen een gebied inclusief huishoudelijke apparaten. Dit is niet gelijk aan de optelsom van de maximale piekvraag achter de aansluiting van iedere woningen. Deze is veel hoger. Niet alle gebruikers koken, douchen of verwarmen op hetzelfde moment.
- **Inclusief huishoudelijk gebruik:** Omdat ook het huishoudelijk gebruik is meegenomen is er een absolute ondergrens van circa 7 We/m2 GBO voor grondgebonden eengezinswoningen en 8 We/m2 GBO voor appartementen. Het hogere getal voor appartementen komt omdat het energiegebruik van huishoudelijke apparatuur per m2 GBO bij appartementen relatief hoog is.

4. MENUKAARTEN

NETBEWUSTE ENERGIECONCEPTEN NIEUWBOUWWONINGEN

Menukaart A:

Grondgebonden eengezinswoningen met individuele warmtepomp

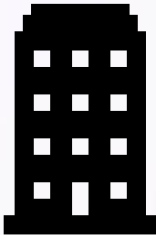


Energieconcept	Thermische schil & ventilatiesysteem					Opwek warmte	Netbelasting																Stichtingskosten									
	Niveau	Wth/m2 GBO	Warmtevraag	m2.K/W	Gevel dicht	Gevel open	Kierdichting	Type ventilatiesysteem	Type warmtepomp	Type bronsysteem	We/m2 GBO																Meerkosten energieconcept					
											van	tot	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	€/ woning exclusief BTW					
I	1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)	1,4	0,30-0,40	Systeem C	Individuele warmtepomp	Lucht	13	19																		0				
II								Bodem	10	13																						3.500 - 7.000
III	2	25-30						Lucht	12	17																						1.500 - 4.500
IV			Systeem D	1,0	0,15-0,20	Systeem D	Individuele warmtepomp	Bodem	8	12																		4.000 - 10.500				
V	3	15-20						Lucht	10	14																					1.500 - 7.000	
VI								Bodem	7	11																					3.500 - 12.000	

Deze menukaart is onderdeel van de “Handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen”.
 Alle uitgangspunten, die ten grondslag liggen aan deze menukaart, staan in deze handreiking.

Menukaart B:

Appartement met individuele warmtepomp

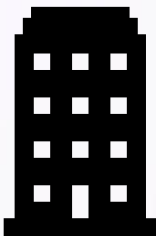


Energieconcept	Thermische schil & ventilatiesysteem					Opwek warmte	Netbelasting																	Stichtingskosten					
	Niveau	Warmtevraag	Gevel dicht	Gevel open	Kierdichting	Type ventilatiesysteem	Type warmtepomp	Type bron warmtepomp	We/m2 GBO																	Meerkosten energieconcept	€/ woning exclusief BTW		
	Wth/m2 GBO	m2.K/W	W/(m2.K)	dm3/s.m2	van				tot	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7						
I	1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)			Individuele warmtepomp	Lucht	14	20																		0		
II							Bodem	12	15																			2.000 - 3.000	
III	2	25-30					Lucht	13	19																			1.500 - 3.000	
IV							Bodem	10	14																			2.500 - 5.500	
V	3	15-20					Lucht	11	16																			1.500 - 4.500	
VI							Bodem	9	13																			2.500 - 6.000	

Deze menukaart is onderdeel van de “Handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen”.
 Alle uitgangspunten, die ten grondslag liggen aan deze menukaart, staan in deze handreiking.

Menukaart C:

Appartement met collectieve warmtepompen



Energieconcept	Thermische schil & ventilatiesysteem						Opwek warmte	Netbelasting																Stichtingskosten		
	Niveau	Warmtevraag	Gevel dicht		Gevel open		Type ventilatiesysteem	Type warmtepomp	Type bron warmtepomp	We/m2 GBO																Meerkosten energieconcept
			m2.K/W		W/(m2.K)																					dm3/s.m2
			Type ventilatiesysteem																							
			Wth/m2 GBO								van	tot	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Thermische schil & ventilatiesysteem niveau 1 en 3 zijn vanwege de leesbaarheid niet opgenomen. Effect hiervan is vergelijkbaar met <u>individuele warmtepomp</u> .																										
VII	2	25-30	Besluit bouwwerken leefomgeving 1,4 0,3-0,4 Systeem D				Collectieve warmtepomp	Lucht	14	20															In praktijk zien we deze oplossing met name toegepast bij grotere woongebouwen >150 woningen en gebiedsontwikkelingen met grotendeels appartementen. Vanaf deze schaal is een collectieve warmtepompoplossing economisch interessant (*).	
VIII								50% bodem & 50% lucht	12	16																
IX								70% bodem & 30% lucht	12	15																
X								Bodem	11	14																
XI								Bodem & warmtenet	10	13																

(*) **Individueel versus collectief:** Een collectief warmtepompsysteem heeft bij hetzelfde bronsysteem een vergelijkbare netbelasting als een individuele warmtepomp. De kosten voor een collectief warmtepompsysteem zijn sterk afhankelijk van de schaal, de dichtheid en de geschiktheid van de bodem.

5. HOE BOUW JE NETBEWUST?



HOE BOUW JE NETBEWUST?

De menukaart geeft inzicht in wat de netbelasting is van diverse energieconcepten voor nieuwbouwwoningen. Een energieconcept bevat een pakket aan maatregelen. Maar hoe bouw je nu een betaalbare netbewuste nieuwbouwwoning?

De menukaarten maken inzichtelijk dat de volgende maatregelen en componenten een grote impact hebben op de netbelasting:

- Thermische schil & ventilatiesysteem
- Keuze brontype van het individuele of collectieve warmtepompsysteem.

In de menukaarten heeft de netbelasting per energieconcept een bandbreedte. Onderstaande maatregelen en factoren hebben de grootste impact of een energieconcept hoog of laag scoort in de bandbreedte:

- Compactheid
- Douche WTW
- Efficiëntie van het individuele of collectieve warmtepompsysteem
- Slimme sturing en of extra opslag van individuele of collectieve warmtepompsysteem

In de bijlage wordt voor onderstaande ontwikkelingfases van een project beschreven hoe je een betaalbare netbewuste woning kan bouwen:

- Stedenbouwkundig ontwerp
- Schets-/ voorlopig ontwerp
- Definitief ontwerp
- Realisatie- en opleverfase

THE TRANSITION IS NOW



Peter-Paul Smoor

✉ peterpaul@nuna.energy

☎ 06-21550929

🌐 www.nuna.energy



Rijk van Voskuilen

✉ rijk.vanvoskuilen@buitenklank.nl

☎ 06-83168929

🌐 www.buitenklank.nl

BUITEN KLANK



BIJLAGEN

HANDREIKING NETBEWUSTE ENERGIECONCEPTEN
VOOR NIEUWBOUWWONINGEN

BUITEN KLANK



COMPACTHEID, ORIËNTATIE, GLASPERCENTAGE GEVELS & CONSTRUCTIEMATERIAAL

BIJLAGE I

COMPACTHEID & ORIËNTATIE



Deze bijlage bevat de belangrijkste inzichten van het onderzoek “Netbewust bouwen, het stedenbouwkundig perspectief” van Planologic. De verhouding tussen het verliesoppervlak en vloeroppervlak van de woning of woongebouw en de oriëntatie van de gevels wordt voor een groot deel bepaald door het stedenbouwkundig ontwerp. De compactheid van een woning heeft een grotere invloed op de piekwarmtevraag op een zeer koude dag dan de oriëntatie van de gevels.

Compactheid woningen en woongebouwen:

De compactheid van een woning kan worden uitgedrukt in de geometrieverhouding van een woning of woongebouw uitgedrukt in m² verliesoppervlak van de bouwkundige schil (vloer, gevel en dak) ten opzichte van de totale oppervlakte van de woning of woongebouw binnen de thermische schil. Hoe lager de verhouding, hoe compacter de woning. Uit de analyse van Planologic blijkt: Hoe compacter de woning, hoe lager de warmtevraag voor ruimteverwarming in de pieksituatie. Bijkomend voordeel: Hoe compacter de woningen, hoe lager de bouwkosten:

- **Compactheid grondgebonden eengezinswoningen:** De compactheid wordt voor het grootste deel bepaald door het woningtype. Een rijwoning en rug-aan-rugwoning scoren daarbij het beste en vrijstaande woningen en twee-onder-een kap minder goed.
- **Compactheid woongebouwen:** Bij appartementen wordt de compactheid voor een groot deel bepaald door de vorm van het woongebouw. Bij woongebouwen bepaalt het stedenbouwkundig plan voor een groot deel de compactheid van het woongebouw. Het is dus van belang dat hier extra aandacht voor komt bij de totstandkoming van een stedenbouwkundig ontwerp. Ook in het schetsontwerp kan de ontwikkelaar de compactheid verbeteren.

Oriëntatie gevels woningen:

Uit de analyse van Planologic blijkt:

- De oriëntatie van de gevel heeft impact op de warmtevraag van een woning. Bij woningen waarbij de woonkamers zijn georiënteerd op het zuiden of het westen is de warmtevraag lager.
- Als we kijken naar de gelijktijdige netbelasting op zeer koude dagen is de oriëntatie niet op alle dagen even relevant. Er zijn ook zeer koude dagen waar het (deels) bewolkt is. Omdat op zeer koude dagen in Nederland er historisch gezien sprake is van weinig bewolking heeft een gunstige oriëntatie een positief effect op de netbelasting.

GLASPERCENTAGE GEVEL & CONSTRUCTIEMATERIAAL



In de ontwerpfase wordt bepaald hoeveel glas er in de gevel komt en of de constructie bestaat uit steenachtige materiaal of hout. Hier hebben de ontwikkelaar en de bouwer dus een grotere invloed op dan op de compactheid van de woning en de oriëntatie van de gevels.

Constructiemateriaal:

Uit de analyse van Planologic blijkt dat de impact van het constructiemateriaal op de piekwarmtevraag ondergeschikt is aan de compactheid van een woning of woongebouw. Meer thermische massa presteert beter, maar de impact is relatief gezien beperkt. De keuze voor het constructiemateriaal heeft dus nauwelijks impact op de netbelasting op zeer koude dagen. De keuze voor het constructiemateriaal zal dus kosten gedreven zijn of worden bepaald door ambities op duurzaamheid.

Glaspercentage gevel:

Uit de analyse van Planologic blijkt dat de impact van het glaspercentage op de piekwarmtevraag ondergeschikt is aan de compactheid van een woongebouw. Minder glasoppervlak scoort beter, maar de impact is dus relatief beperkt. Hierover moet wel het volgende worden opgemerkt:

- Bij woningen met relatief veel geveloppervlak, zoals hoekwoningen, twee-onder-één-kapwoningen en minder compacte appartementen kan het effect van een hoog glaspercentage wel een grote impact hebben. Bij dit type woningen is het van belang dat het glaspercentage wordt beperkt tot 40%.
- De netbelasting van een hoger glaspercentage is lager als de U-waarde het raam lager is (bijvoorbeeld driedubbel of vacuüm glas) en de kierdichting beter.

THERMISCHE SCHIL & VENTILATIESYSTEEM

BIJLAGE II

NIVEAUS & WARMTEVRAAG

Thermische schil & ventilatiesysteem				
Niveau	Warmtevraag	Gevel dicht	Gevel open	Kierdichting
	Wth/m ² GBO	m ² .K/W	W/(m ² .K)	dm ³ /s.m ²
1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)		1,4
2	25-30			
3	15-20			0,15-0,20
				Type ventilatiesysteem
				Systeem C
				Systeem D

Drie niveaus:

Er zijn voor deze handreiking drie niveaus gedefinieerd van de thermische schil en het ventilatiesysteem, zie tabel hiernaast. Er zijn meer niveaus mogelijk (bijvoorbeeld tussen niveau 2 en 3) maar vanwege de leesbaarheid van de menukaarten zijn deze drie niveaus gekozen.

- **Niveau 1:** Dit niveau betreft het standaard isolatieniveau (gevel dicht) conform besluit bouwwerken leefomgeving (BBL) met verbeterde isolatiewaardes voor de ramen (gevel open) en verbeterde kierdichting. Dit niveau gaat uit van een ventilatiesysteem met roosters in de gevel, mechanische afzuiging in keuken, badkamer en WC (systeem C) en CO₂ sturing in de verblijfsruimtes. Dit niveau is aangenomen als het minimale niveau voor nieuwbouw.
- **Niveau 2:** Het verschil met het minimale niveau is dat er een balansventilatiesysteem met warmteterugwinning wordt toegepast (systeem D) in plaats van systeem C. Circa 70% van de woningen waar in 2024 een omgevingsvergunning voor is aangevraagd heeft al dit type ventilatiesysteem. De meeste woningen worden de komende jaren dus op dit niveau gerealiseerd.
- **Niveau 3:** Het verschil met het minimale niveau is dat er naast een balansventilatiesysteem met warmteterugwinning (systeem D) ook zeer goede kierdichting en trippel glas of vacuüm glas wordt toegepast. Punt van aandacht: Er zijn maar een beperkt aantal partijen, die gespecialiseerd zijn in het behalen van zeer hoge kierdichting. Zeer hoge kierdichting is afhankelijk van ervaring van de aannemer/ prefab productiemethodiek. Opleiding van personeel en opschaling van prefab bouw zijn belangrijk voor grootschalige toepasbaarheid.

Warmtevraag:

De warmtevraag in Wth/m² GBO is een kengetal gebaseerd op de praktijkwaarde van een gemiddelde piekwarmtevraag van een woning. Dit is niet gelijk aan het vermogen waarop het ontwerp van de verwarmingsinstallatie berekend wordt (norm warmteverliesberekeningen ISSO-publicatie 51).

INDIVIDUELE WARMTEPOMPEN

BIJLAGE III

EFFICIËNTIE INDIVIDUELE WARMTEPOMP

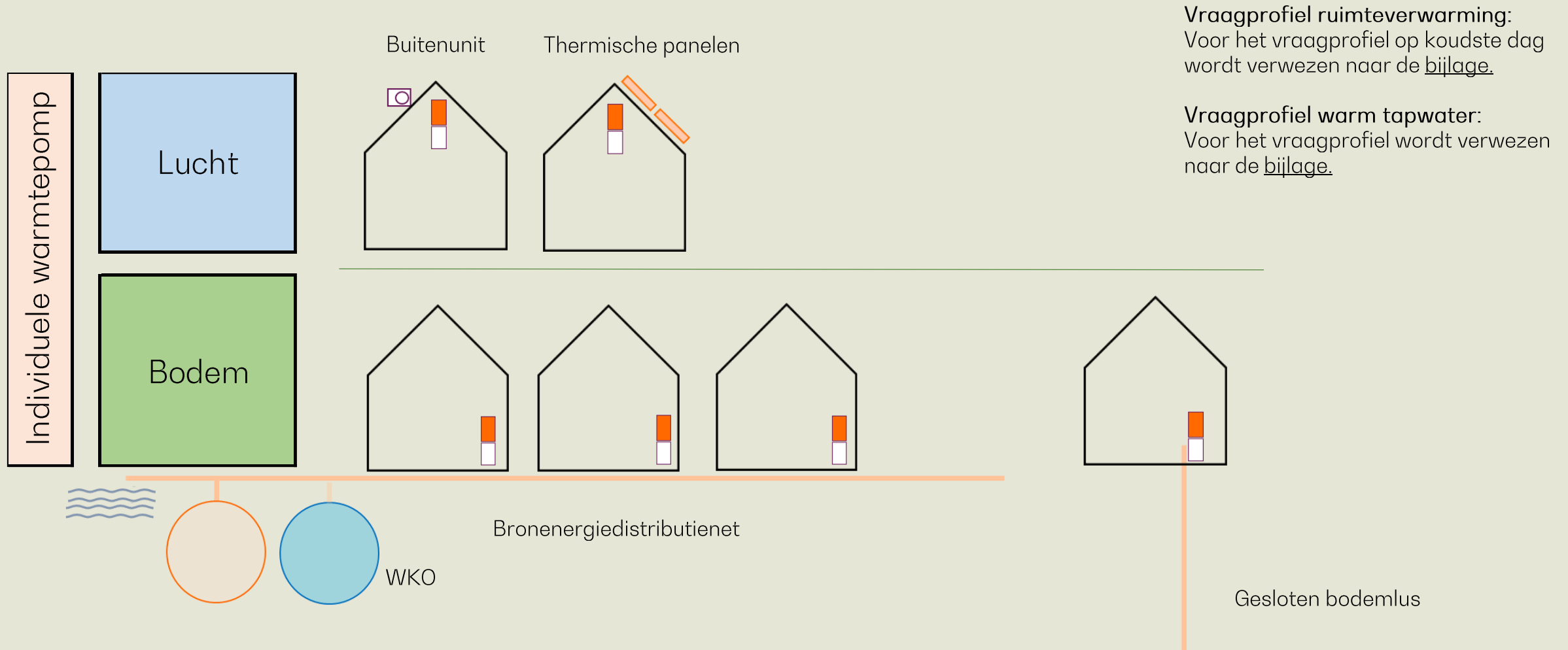


Opwek warmte				
Type warmtepomp	Type bronsysteem	COP warmtepomp bij -10°C		
		Product	Laag	Hoog
Individuele warmtepomp	Lucht	Ruimteverwarming	2,4	3,0
		Warm tapwater	1,8	2,2
	Bodem	Ruimteverwarming	4,5	5,5
		Warm tapwater	2,5	3

- Een individuele warmtepomp kan niet gelijktijdig warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater produceren. Op gebiedsniveau met heel veel woningen vindt dit wel gelijktijdig plaats, dit is terugzien te zien in de energieprofielen.
- **Elektrisch element:** Het uitgangspunt is dat alle warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater door de compressor wordt geleverd. De verhouding tussen het vermogen van de compressor van de warmtepomp en het berekende warmteverlies van het huis waar de warmtepomp wordt geïnstalleerd moet daarbij dus 1,0 zijn. Deze verhouding wordt de beta-factor genoemd. Als er een elektrisch element wordt ingezet als back-up voorziening is het wenselijk om het vermogen van de warmtepomp te begrenzen. Zodat elektrisch element in praktijk ook alleen als noodvoorziening kan worden ingezet.
- **Lucht:** Hieronder vallen individuele warmtepompen met als bron buitenlucht en/of ventilatielucht. Oplossingen voor individuele warmtepompen met buitenlucht zijn bijvoorbeeld een buitenunit (monoblock of splitunit), thermische panelen of een collectieve drycooler. Omdat het compressorvermogen van ventilatieluchtwarmtepompen beperkt is, kunnen deze alleen netbewust toegepast worden bij kleinere appartementen (tot circa 65 m² GBO).
- **Bodem:** Hieronder vallen individuele warmtepompen met als bron bodemenergie eventueel aangevuld met andere lokale bronnen, zoals thermische panelen of aquathermie. Het meest toegepast zijn bodemlussen per woning of gedeeld met meerdere woningen. Een collectieve WKO op gebiedsniveau in combinatie met een bronenergiedistributienet wordt minder vaak toegepast.

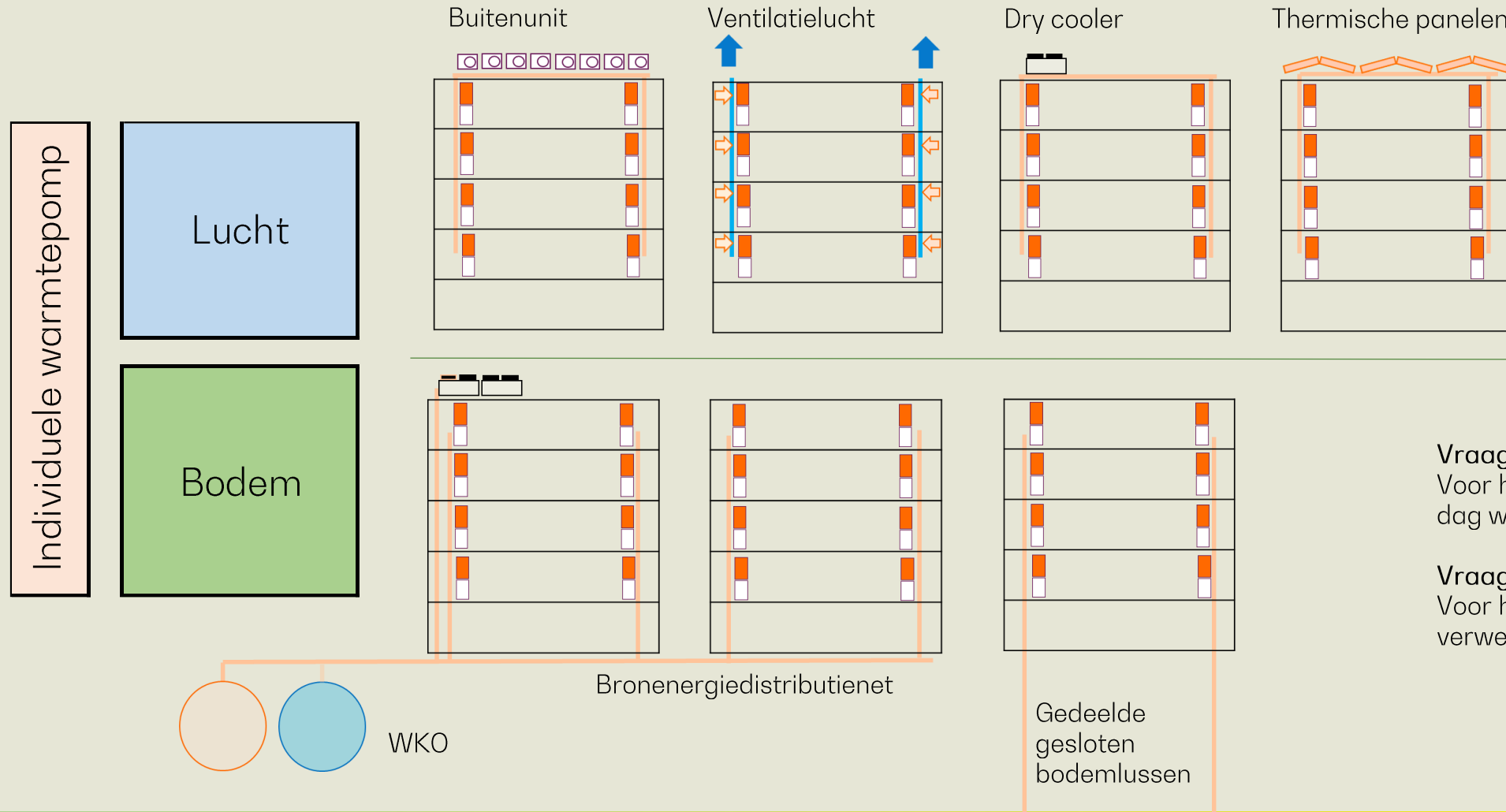
GRONDGEBONDEN EENGEZINSWONINGEN

Onderstaand de meest relevante voorbeelden van bronsystemen voor grondgebonden eengezinswoningen met een individuele warmtepomp per brontype lucht en bodem.



APPARTEMENTEN

Onderstaand de meest relevante voorbeelden van bronsystemen voor appartementen met een individuele warmtepomp per brontype lucht en bodem.



Vraagprofiel ruimteverwarming:
Voor het vraagprofiel op koudste dag wordt verwezen naar de [bijlage](#).

Vraagprofiel warm tapwater:
Voor het vraagprofiel wordt verwezen naar de [bijlage](#).

SLIMME STURING EN DOUCHE WTW

- **Slimme sturing:** De volgende oplossingen hebben de meeste impact op de netbelasting:
 - **Gespreid uitgesteld laden van boiler:** Voor uitgesteld laden is het volgende aangenomen: De boiler gaat op een vooraf ingesteld tijdstip opwarmen tot 58°C als deze onder de 55°C is gekomen. Het betreft de volgende 6 tijdsblokken van 2 uur, die evenredig worden verdeeld over de woningen in een gebied: 22:00, 0:00, 2:00, 4:00, 10:00 en 12:00 uur. Gebruikers kunnen dit niet aanpassen. Een "comfort stand" als optie op de thermostaat is acceptabel, mits geprogrammeerd wordt dat boiler niet opwarmt tussen 16 en 21 uur. Bij woningen met zonnepanelen kan een slimme sturing toegevoegd worden. De boiler gaat dan ook opwarmen op momenten dat er gelijktijdig opwek is van zonnepanelen.
 - **Load balancing:** Bij het bereiken van een bepaalde grenswaarde van de netbelasting door huishoudelijke apparatuur zal de warmtepomp met stroomsensoren zijn vermogen tijdelijk beperken en toert zo nodig terug. De woning heeft voldoende thermische buffercapaciteit zodat deze op temperatuur blijft. Dit geldt alleen voor een thermische schil en ventilatiesysteem van niveau 2 en 3. Deze maatregel zal met name de stroompiek tussen 16:00 en 21:00 uur verlagen.
- **Douche WTW:** Vooral bij grondgebonden eengezinswoningen is een douchepijp WTW een effectieve maatregel, omdat de stichtingskosten voor ontwikkelaar beperkt zijn, het gemiddeld gebruik warm tapwater hoger is dan bij appartementen en omdat een douchepijp WTW een hoger rendement (40%) heeft dan een douchegoot WTW (30%). Bij appartementen is een douchegoot WTW daarom een minder effectieve maatregel.

COLLECTIEVE WARMTEPOMPEN

BIJLAGE IV

TYPE SYSTEMEN & EFFICIËNTIE

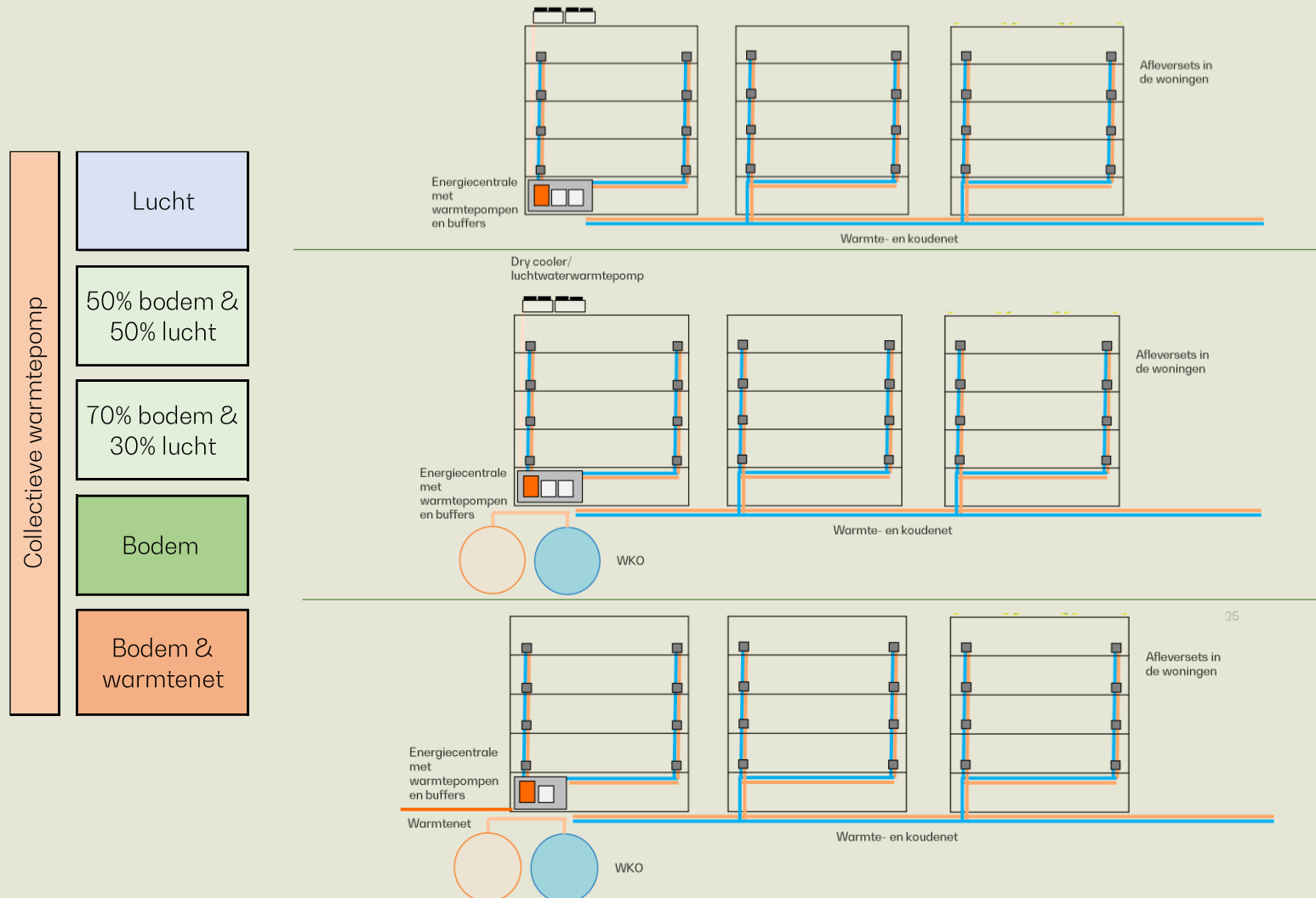
Opwek warmte				
Type warmtepomp	Type bron warmtepomp	COP warmtepomp bij -10°C		
		Product	Laag	Hoog
Collectieve warmtepomp	Lucht	Ruimteverwarming	2,2	2,6
		Warm tapwater	1,8	2,2
	50% bodem & 50% lucht	Ruimteverwarming	3,1	3,8
		Warm tapwater	2,5	3
	70% bodem & 30% lucht	Ruimteverwarming	3,5	4,3
		Warm tapwater	2,5	3
	Bodem	Ruimteverwarming	4,0	5,0
		Warm tapwater	2,5	3
	Bodem & warmtenet	Ruimteverwarming	5	6,5
		Warm tapwater	10	25

Dit betreft een energiecentrale met een collectief warmtepompsysteem waarbij warmte- en koude via afleversets wordt geleverd aan de aangesloten woningen. In praktijk wordt dit vooral toegepast bij een woongebouw of meerdere woongebouwen vanaf een schaal van 150-250 appartementen. De netbelasting kan je ook terugzien in de energieprofielen.

- **Lucht:** Hieronder vallen centrale collectieve warmtepompsystemen op gebouw- of gebiedsniveau met als bron buitenlucht. Deze oplossing is op plekken met netcongestie bijna niet meer mogelijk omdat de hoeveelheid gecontracteerd vermogen dat nodig is niet past binnen het gereserveerd vermogen voor nieuwbouwwoningen bij netbeheerders.
- **Combinatie van lucht en bodem:** Hieronder vallen centrale collectieve warmtepompsystemen op gebouw- of gebiedsniveau met als bron bodemenergie in combinatie met buitenlucht. In de pieksituatie wordt voor ruimteverwarming 50/ 70% uit bodemenergie onttrokken (bijvoorbeeld WKO) en 50/ 30% uit buitenlucht. Warm tapwater wordt volledig met bodemenergie opgewekt. In gebieden waar de bodem capaciteit beperkt is worden deze vaak toegepast.
- **Bodem:** Hieronder vallen centrale collectieve warmtepompsystemen op gebouw- of gebiedsniveau met als bron bodemenergie in combinatie met een regeneratievoorziening. Bijvoorbeeld WKO in combinatie met drycoolers, thermische panelen of aquathermie.
- **Combinatie van bodem en warmtenet:** Hieronder vallen centrale collectieve warmtepompsystemen op gebouw- of gebiedsniveau met als bron bodemenergie in combinatie met een aansluiting op een stadswarmtenet met een minimale temperatuur van 65°C. Bijvoorbeeld WKO in combinatie met een stadswarmtenet gevoed vanuit een afvalverbrandingsinstallatie of diepe geothermie. Het uitgangspunt is dat warm tapwater voor 100% geleverd wordt vanuit het stadswarmtenet en de warmtepomp de basislast levert voor ruimteverwarming.

COLLECTIEVE WARMTEPOMPSYSTEMEN

Onderstaand de meest relevante voorbeelden van bronsystemen voor appartementen met een collectieve warmtepomp:



Vraagprofiel ruimteverwarming:
Voor het vraagprofiel op koudste dag wordt verwezen naar de bijlage.

Vraagprofiel warm tapwater:
Voor het vraagprofiel wordt verwezen naar de bijlage.

Dit betreft een energiecentrale met een collectief warmtepompsysteem waarbij warmte- en koude via afleversets wordt geleverd in de aangesloten woningen. In praktijk om economische redenen vooral toegepast bij een woongebouw of meerdere woongebouwen vanaf een schaal van 150-250 appartementen.

SLIMME STURING & EXTRA OPSLAGCAPACITEIT

- Slimme sturing collectieve warmtepompen:
 - **Load balancing:** Bij het bereiken van een bepaalde grenswaarde, bijvoorbeeld op het moment dat er ook tapwater wordt geproduceerd, zal de warmtepomp voor ruimteverwarming zijn vermogen beperken en toert zo nodig terug. De grenswaarde is bijvoorbeeld een beperking in het gecontracteerd transportvermogen of gedurende een bepaalde periode dat er een piekbelasting is op het stroomnet (bijvoorbeeld 16:00 tot 21:00 u). Er zijn wel beperkingen omdat de leveringszekerheid van warmte gegarandeerd moet blijven.
- Opslag:
 - **Standaard opslag:** In de energiecentrale komt een buffer om de ochtend- en avondpiek van warm tapwater op te vangen. In de praktijk is deze buffer, afhankelijk van het aantal woningen dat is aangesloten op het systeem, tussen de 10 en 15 liter per woning. Je kan hiermee circa 20-25% van de piek afvlakken.
 - **Extra warmteopslag:** In gebiedsontwikkelingen is er maar beperkt ruimte voor extra warmtebuffers. Afhankelijk van de situatie is tot maximaal circa 50 liter per woning realistisch. Door extra buffercapaciteit kan een groter deel van de productie voor warm tapwater worden verschoven buiten de ochtend- en avondpiek. Je kan daardoor circa 40% van de piek afvlakken.
 - **Batterijopslag:** Vanwege steeds lagere kosten en dichtheid van batterijen is een batterij een goed alternatief voor warmtebuffers. Deze batterij kan geplaatst worden in de energiecentrale achter dezelfde aansluiting op het elektriciteitsnet als de collectieve warmtepompen.

VRAAGPROFIELEN WARMTE

BIJLAGE V

RUIMTEVERWARMING

Thermische schil & ventilatiesysteem

Gelijktijdigheidsfactor 0,75-0,85

Gelijktijdig vraagprofiel ruimteverwarming (Wth/ m2 GBO) op zeer koude dag



Niveau	Wth/m2 GBO	m2.K/W	W/(m2.K)	dm3/s.m2	Type ventilatiesysteem
1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)	1,4	0,30-0,40	Systeem C
2	25-30				
3	15-20				Systeem D

1

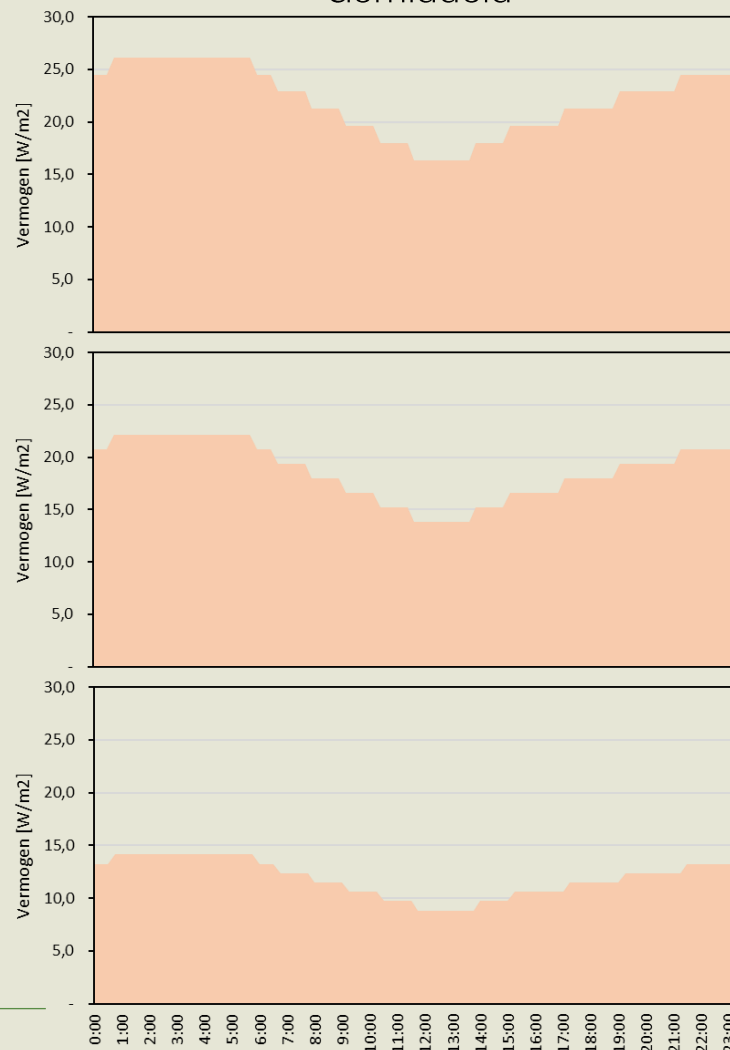
30-35

2

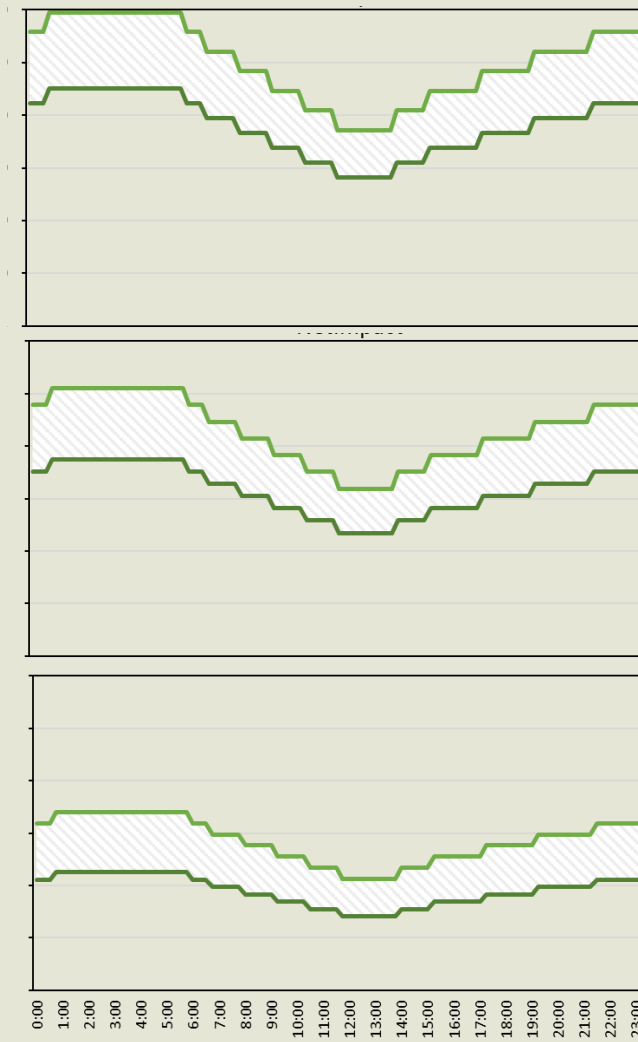
25-30

3

15-20



Bandbreedte

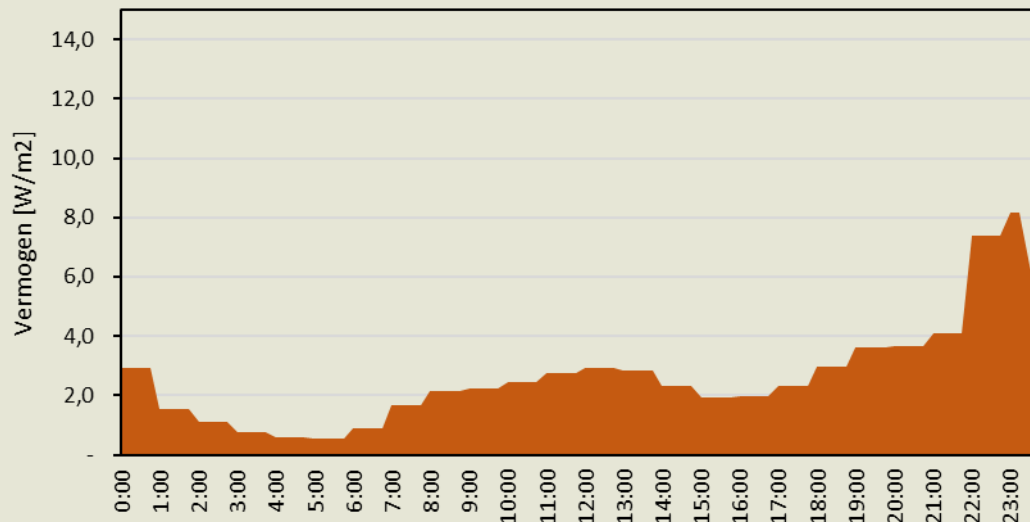


WARM TAPWATER INDIVIDUELE WARMTEPOMP

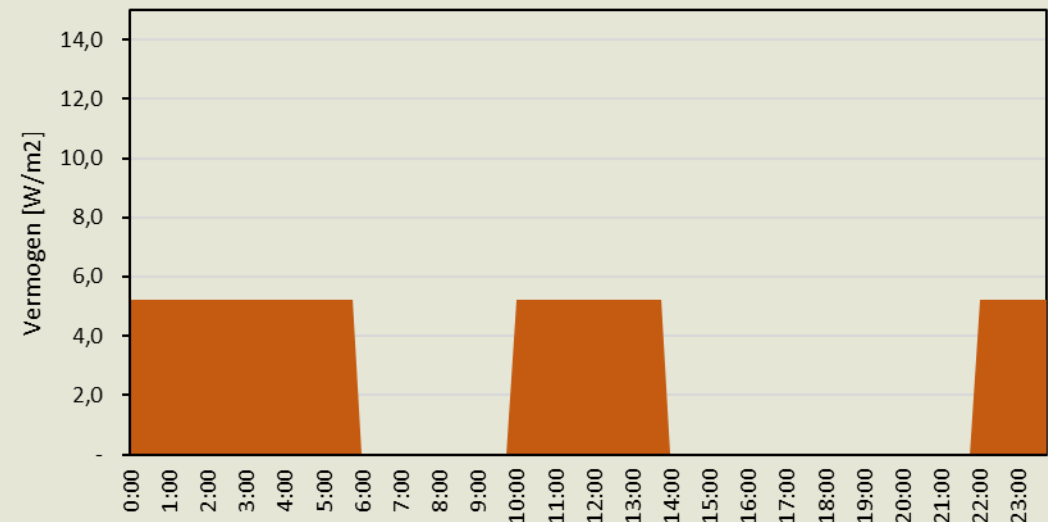
- **Standaard instelling:** Als standaard instelling is het volgende aangenomen: De boiler gaat opwarmen tot 55°C als het water onder 45°C komt ("comfort stand"). Om 22:00 uur gaat de boiler opwarmen tot 55°C als deze onder de 55°C komt. Een deel van de gebruikers past het tijdstip van opwarming aan, bijvoorbeeld naar een moment dat de zon schijnt. De verwachting is dat door de afschaffing van de salderingsregeling steeds meer gebruikers dit gaan doen. Hierdoor zal de piek van het profiel meer naar het midden van de dag verschuiven is de verwachting. Het profiel is gebaseerd op meetdata van duizenden warmtepompen (bron: Itho Daalderop).
- **Gespreid uitgesteld laden:** Voor uitgesteld laden is het volgende aangenomen: De boiler gaat opwarmen tot 58°C als deze onder de 55°C is op 6 verschillende vooraf ingestelde tijdsblokken buiten de piek, die evenredig worden verdeeld over de te realiseren woningen en bijvoorbeeld starten om 22:00, 0:00, 2:00, 4:00, 10:00 en 12:00 uur. Gebruikers kunnen dit niet aanpassen. Een "comfort stand" als optie op de thermostaat is acceptabel, mits geprogrammeerd wordt dat boiler niet opwarmt tussen 16:00 en 21:00 uur. Bij woningen met zonnepanelen kan een slimme sturing toegevoegd worden. De boiler gaat dan ook opwarmen op momenten dat er gelijktijdig opwek is van zonnepanelen.

Gelijktijdig vraagprofiel warm tapwater (Wth/ m2 Gbo)

Standaard instelling



Gespreid uitgesteld laden in 6 tijdsblokken



WARM TAPWATER COLLECTIEVE WARMTEPOMP

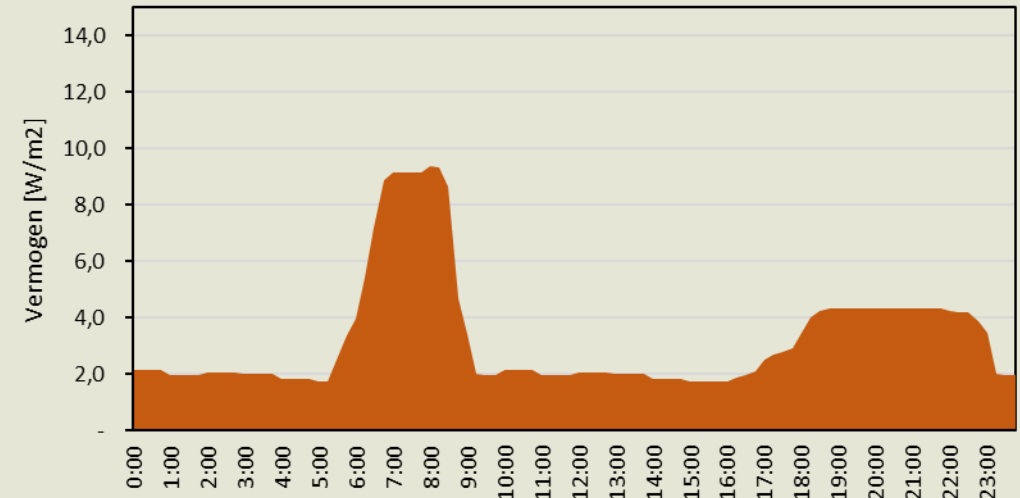
Toelichting piekvraag in de ochtend:

- Woning van 65 m², CW4 aansluiting van 28 kW.
- Gelijktijdigheid van circa 3%, op basis van input installateurs van grotere warmtepompsystemen, waar warmte wordt geleverd aan veel woningen.
- Piekvraag 840 Wth per woning.
- Hiervan wordt circa 20-25% opgevangen met buffers (10-15 liter/ woning).
- In de piek is dan 650 Wth per woning gelijktijdig nodig aan warmtepompvermogen.
- Piekvraag is dan circa 10 Wth/ m² GBO

Profiel

- Ochtend- en avondpiek.
- Avondpiek is meer gespreid.
- In de daluren worden de warm tapwaterboilers in ongeveer 6 uur geladen voor de piek.

Standaard gelijktijdig vraagprofiel warm tapwater collectief (Wth/ m² GBO)



Voorbeeld:

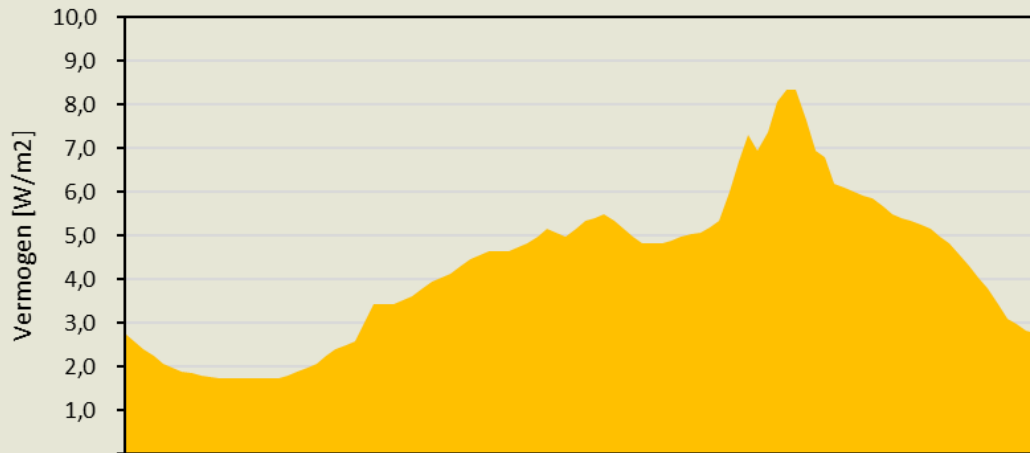
Van vermogen naar netbelasting:

- Gelijktijdige piekvermogen gebiedsniveau: 10 W_{th}/ m²GBO.
- COP_{-10°C buitentemperatuur}: 2,5 (WKO)
- Maximale netbelasting: $10 \text{ Wth} / 2,5 = 4,0 \text{ W}_e / \text{m}^2\text{GBO}$

ENERGIEPROFIEL HUISHOUDELIJK

BIJLAGE VI

ENERGIEPROFIEL HUISHOUDELIJK

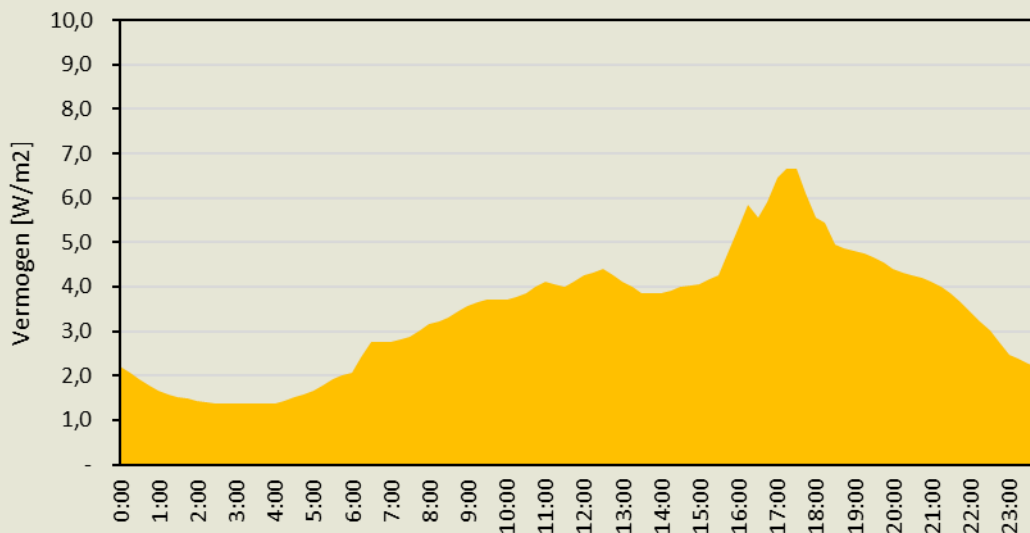


Het huishoudelijk verbruik per vierkante meter is voor appartementen hoger dan grondgebonden woningen. Dat komt doordat basis apparaten zoals een elektrische kookplaat in elke woning aanwezig zijn, maar een appartement een stuk kleiner is.



Gelijktijdige piekvraag huishoudelijke apparatuur 8,3 We/ m2 GBO

Woninggrootte appartement		Elektriciteitsgebruik			
hoeveelheid	eenheid	hoeveelheid	eenheid	hoeveelheid	eenheid
50	m2 GBO	25	kWh/m2/ jaar	1.250	kWh/jaar
65	m2 GBO	25	kWh/m2/ jaar	1.625	kWh/jaar
80	m2 GBO	25	kWh/m2/ jaar	2.000	kWh/jaar



Gelijktijdige piekvraag huishoudelijke apparatuur 6,7 We/ m2 GBO

Woninggrootte eengezinswoning		Elektriciteitsgebruik			
hoeveelheid	eenheid	hoeveelheid	eenheid	hoeveelheid	eenheid
100	m2 GBO	20	kWh/m2/ jaar	2.000	kWh/jaar
120	m2 GBO	20	kWh/m2/ jaar	2.400	kWh/jaar
150	m2 GBO	20	kWh/m2/ jaar	3.000	kWh/jaar
180	m2 GBO	20	kWh/m2/ jaar	3.600	kWh/jaar

Bron: Marktfaciliteringsforum (MFF) en het Beheerder Afsprakenstelsel (BAS). Het profiel is gecorrigeerd in de avondpiek met de aanname dat 100% van de alle huishoudens koken met een elektrisch kooktoestel.

ENERGIEPROFIELEN INTEGRALE ENERGIECONCEPTEN

BIJLAGE VII

ENERGIEPROFIELEN INDIVIDUEEL LUCHT



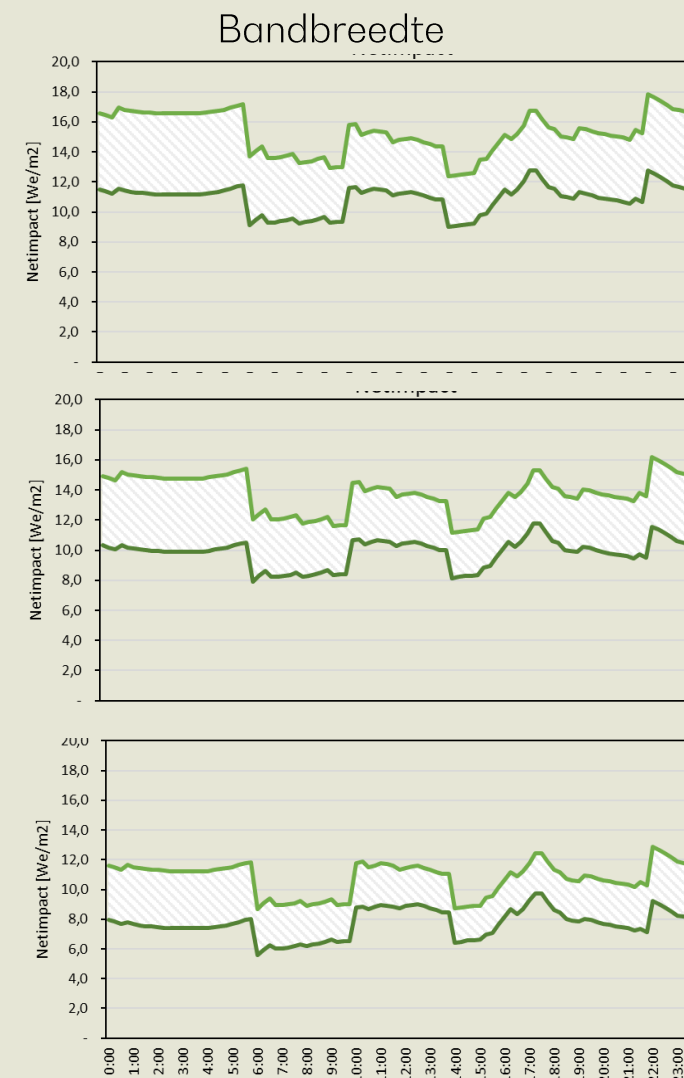
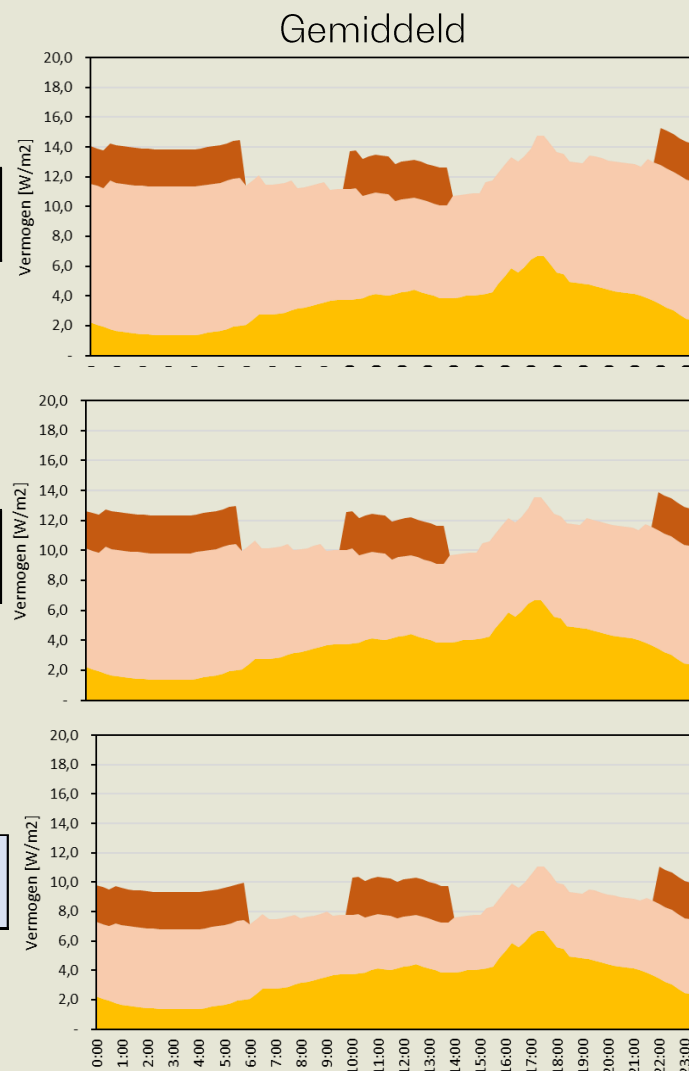
Gelijktijdig netbelasting (We/ m² GBO) op zeer koude dag

Thermische schil & ventilatiesysteem

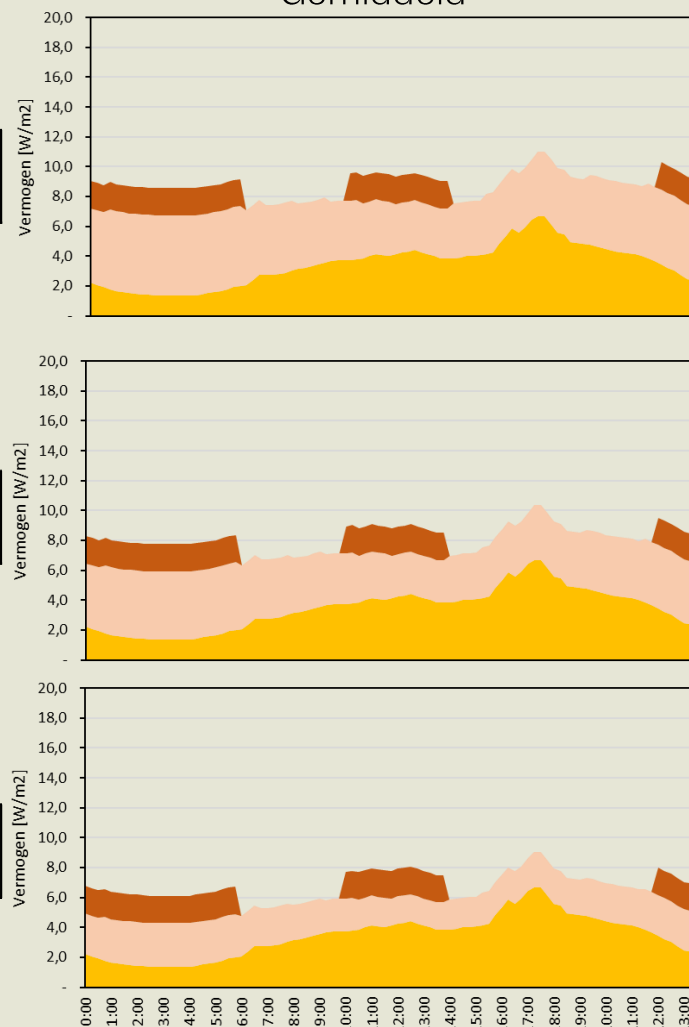
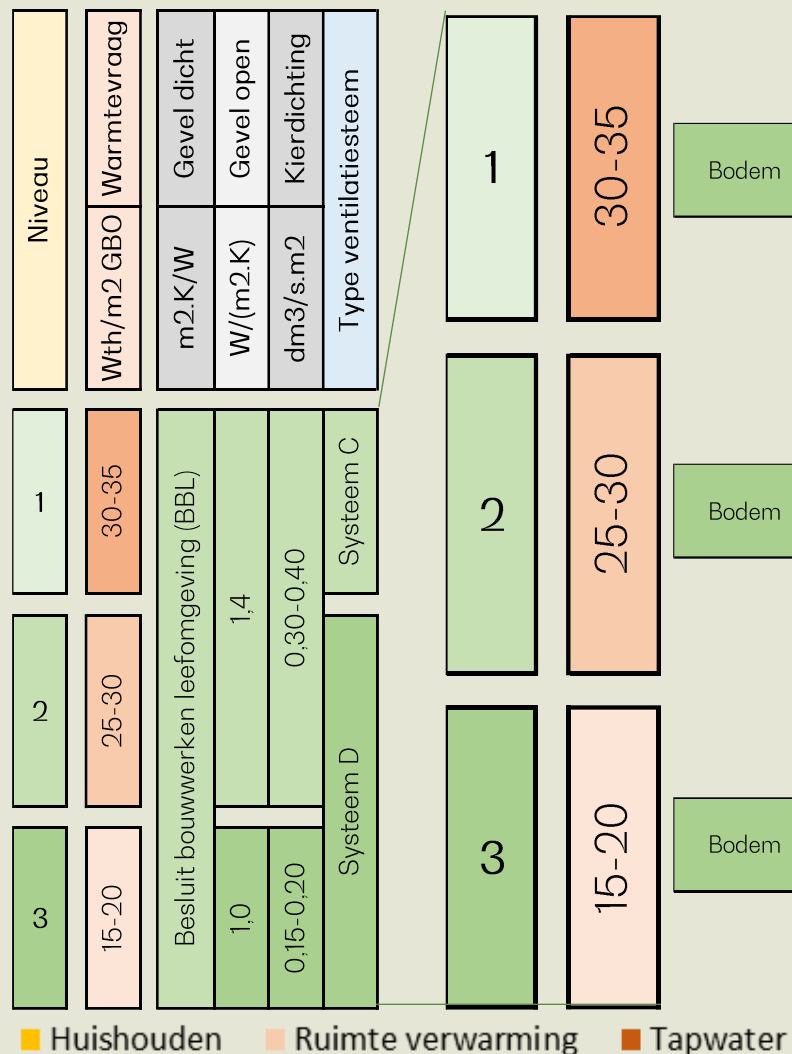


Niveau	Wth/m ² GBO	m ² .K/W	W/(m ² .K)	dm ³ /s.m ²	Type ventilatiesysteem
1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)	1,4	0,30-0,40	Systeem C
2	25-30		1,0	0,15-0,20	Systeem D
3	15-20				
1	30-35				
2	25-30				
3	15-20				

■ Huishouden ■ Ruimte verwarming ■ Tapwater



Gelijktijdig netbelasting (We/ m2 GBO) op zeer koude dag



ENERGIEPROFIELEN COLLECTIEVE WARMTEPOMP

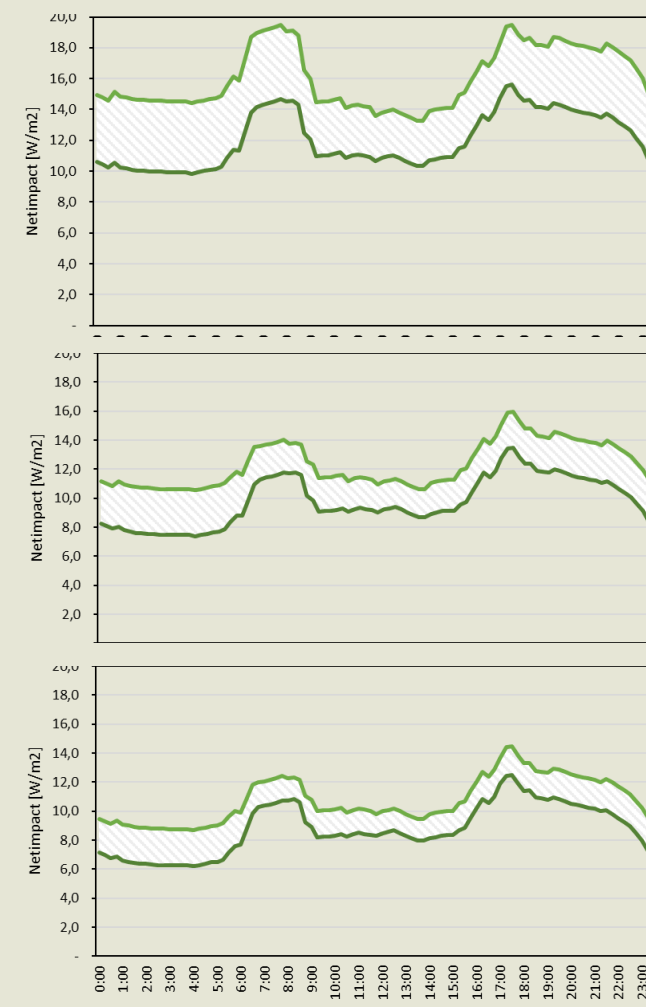
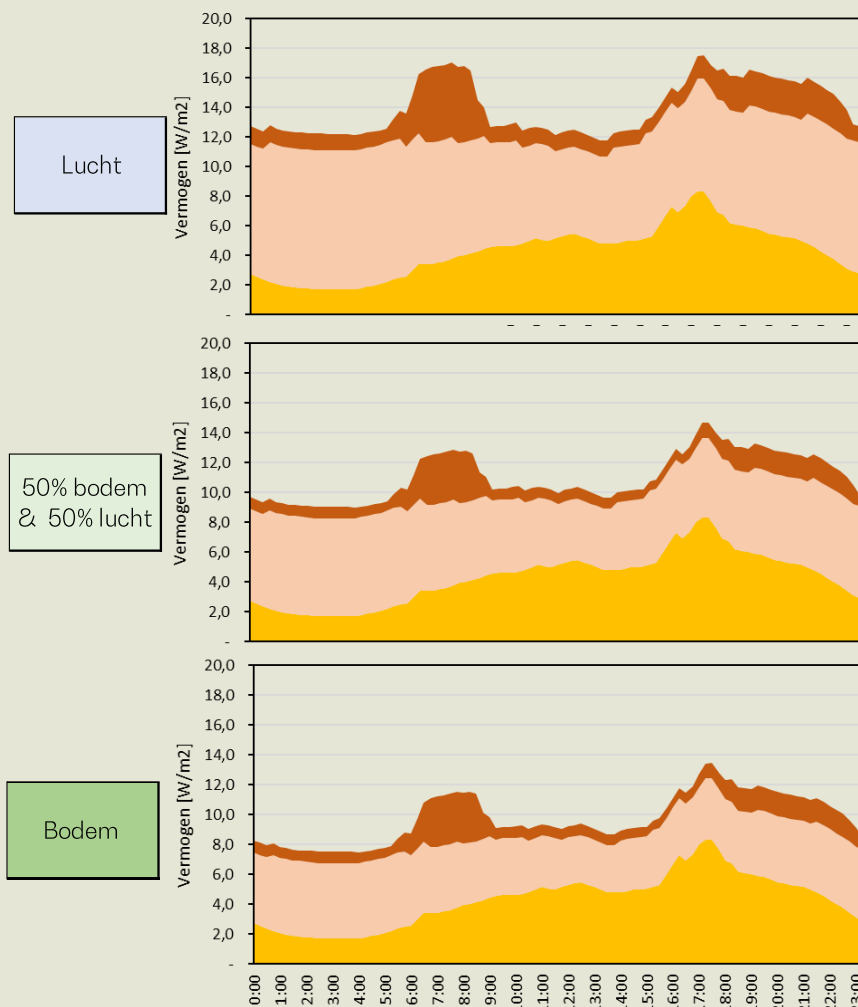


Thermische schil & ventilatiesysteem

Gelijktijdig netbelasting (We/ m² GBO) op zeer koude dag
Gemiddeld Bandbreedte

Niveau	Warmtevraag	Gevel dicht	Type ventilatiesysteem
	Wth/m ² GBO	Gevel open	
	m ² .K/W	Kierdichting	
	W/(m ² .K)		
	dm ³ /s.m ²		
2	25-30	Besluit bouwwerken leefomgeving	14
		0,3-0,4	Systeem D

Collectieve warmtepomp



■ Huishouden ■ Ruimte verwarming ■ Tapwater

STICHTINGSKOSTEN ONTWIKKELAAR

BIJLAGE VIII

THERMISCHE SCHIL & VENTILATIESYSTEEM

Thermische schil & ventilatiesysteem						
Niveau	Warmtevraag	Gevel dicht	Gevel open	Kierdichting	Type ventilatiesysteem	Meerkosten thermische schil & ventilatiesysteem €/ woning exclusief BTW
	Wth/m ² GBO	m ² K/W	W/(m ² K)	dm ³ /s.m ²		
1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)	1,4	0,30-0,40	Systeem C	0
2	25-30		1,0	0,15-0,20	Systeem D	1.500 - 4.500
3	15-20					2.000 - 7.500

Maatregel	Stichtingskosten	
Omschrijving	(Meer)kosten maatregel €/ woning exclusief BTW	
		
Systeem D t.o.v. systeem C	1.500-4.500	1.500-3.000
Zeer hoge kierdichting < 0,20	0-1.500	0-1.000
Drievoudige beglazing	500-1.500	500-1.000

Niveau 1: Dit niveau is aangenomen als het minimale niveau voor nieuwbouw. Dit niveau heeft dus geen meerkosten.

Niveau 2: De meerkosten van systeem D ten opzichte van systeem C zijn sterk afhankelijk van type woning en vloersysteem, lengte van extra kanaalwerk, of dit systeem wordt voorzien van CO₂-sturing en of er een geluidbelasting is op de gevel van de woning

Niveau 3: Het verschil met het minimale niveau is dat er naast een balansventilatiesysteem met warmteterugwinning (systeem D) ook zeer goede kierdichting en trippel glas of vacuüm glas wordt toegepast. De kosten voor kierdichting zijn sterk afhankelijk van de ervaring van de aannemer en de mate van prefabricage van de geveldelen. De kosten voor een hogere isolatiewaarde van glas zijn sterk afhankelijk van het aantal vierkante meter glas in de gevel.

STICHTINGSKOSTEN INDIVIDUELE WARMTEPOMP

Energieconcept	Thermische schil & ventilatiesysteem					Opwek warmte		
	Niveau	Warmtevraag	Gevel dicht	Gevel open	Kierdichting	Type ventilatiesysteem	Type warmtepomp	Type bronsysteem
		Wth/m ² GBO	m ² K/W	W/(m ² .K)	dm ³ /s.m ²			Kosten warmtepumpsysteem
								€/ woning exclusief BTW
								 
I	1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)	1,4	0,30-0,40	Systeem C	Lucht	9.500 - 10.500
II							Bodem	14.000 - 18.000
III	2	25-30				Systeem D	Lucht	9.500 - 10.500
IV							Bodem	13.000 - 17.000
V	3	15-20					Lucht	9.500 - 10.500
VI							Bodem	12.500 - 16.000

De stichtingskosten voor een individueel warmtepumpsysteem bestaan uit:

- De warmtepomp met o.a. verdamper, compressor, condensor en expansieventiel.
- Een boilervat van minimaal 160 liter, voor het tijdelijk opslaan en de levering van warm tapwater.
- Een warmtebronsysteem, dat de energie “oogst” voor het opwekken van warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater door de warmtepomp.
- De installatiekosten.
- Opslagen van de aannemer.

De stichtingskosten zijn sterk afhankelijk van het type bron:

- **Lucht:** De kosten zijn inclusief de benodigde voorzieningen nodig voor geluidsbeperkende maatregelen en toegankelijkheid voor onderhoud.
- **Bodem:** Voor de kostenraming is uitgegaan van gesloten bodemlussen. Uitgangspunt is dat er geen/ beperkte restricties zijn wat betreft boordieptes. Als er geen/ beperkte restricties zijn, zijn bodemlussen lager in kosten dan een bronenergiedistributienet. Hoe lager de warmtevraag van de woning, hoe lager de kosten van het bodemwarmtepumpsysteem.

INTEGRALE MEERKOSTEN ENERGIECONCEPT

Energieconcept	Thermische schil & ventilatiesysteem					Opwek warmte	Stichtingskosten		Zonnepanelen								
	Niveau	Warmtevraag	Gevel dicht	Gevel open	Kierdichting	Type ventilatiesysteem	Type bronsysteem	Meerkosten energieconcept		Aantal zonnepanelen voor gelijkwaardige energieprestatie							
		Wth/m2 GBO	m2.K/W	W/(m2.K)	dm3/s.m2			€/ woning exclusief BTW		Aantal panelen 450 Wp/ woning							
																	
I	1	30-35	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)			Systeem C	Individuele warmtepomp	Lucht	0	0	3	2					
II								Bodem	3.500 - 7.000	2.000 - 3.000	1 tot 2	1					
III	2	25-30						1,4	0,30-0,40	Systeem D	Lucht	1.500 - 4.500	1.500 - 3.000	3	2		
IV											Bodem	4.000 - 10.500	2.500 - 5.500	1 tot 2	1		
V	3	15-20									1,0	0,15-0,20	Lucht	1.500 - 7.000	1.500 - 4.500	2	1
VI													Bodem	3.500 - 12.000	2.500 - 6.000	0 tot 1	0

De integrale meerkosten van een energieconcept bestaan uit:

- De meerkosten voor de thermische schil en het ventilatiesysteem.
- De stichtingskosten van de individuele warmtepomp.
- Het aantal zonnepanelen dat nodig is om voor alle energieconcepten een gelijkwaardige energieprestatie te behalen (zie tabel hiernaast) en de kosten van € 500 per paneel.
- De kosten voor een douche WTW zijn niet meegenomen. Als deze wordt toegepast zijn de meerkosten voor een douchepijp WTW zijn tussen de € 750 tot € 1.500 voor een grondgebonden eengezinswoning.

KOSTEN COLLECTIEVE WARMTEPOMP

Kosten collectief warmtepompsysteem sterk afhankelijk van schaal, dichtheid en geschiktheid bodem:

De kosten voor de ontwikkelaar voor het aansluiten van een woning op een collectieve warmtepompsysteem zijn sterk afhankelijk van:

- De bebouwingsdichtheid, hoe hoger deze is hoe lager de investeringskosten in het systeem.
- Het aantal appartementen dat kan worden aangesloten achter één energiec centrale met collectieve warmtepompen. Hoe meer appartementen kunnen worden aangesloten, hoe lager de investeringskosten in het systeem.
- De geschiktheid van de bodem voor warmte- en koudeopslag (WKO). Hoe meer vermogen een bron kan leveren, hoe lager de investeringskosten.

Aansluitkosten ontwikkelaar

De kosten, die de ontwikkelaar betaalt aan een warmtebedrijf om aan te sluiten op een collectieve energievoorziening voor warmte en koude worden de bijdrage aansluitkosten (BAK) genoemd. Deze kosten worden bepaald door:

- De investeringskosten in de collectieve energievoorziening voor warmte en koude, tot en met de afleversets in de woningen.
- De totale exploitatiewaarde van het collectieve systeem over de looptijd van 30 jaar. Deze wordt voor een groot deel bepaald door de hoogte van de tarieven die de gebruikers betalen. In onderstaand voorbeeld is uitgegaan van de maximaal wettelijk tarieven.

BAK = Investeringskosten – exploitatiewaarde

Onderstaand twee voorbeelden om een indicatie te geven van de BAK. De kentallen zijn gebaseerd op praktijkvoorbeelden van private warmtebedrijven. Geconcludeerd kan worden dat de schaal een grote impact heeft op de BAK en daarmee dus ook op de stichtingskosten van de ontwikkelaar.

Aantal appartementen achter energiec centrale > 600

		van	tot
Investeringskosten	€ K	10,5	12
Exploitatiewaarde	€ K	8,5	10
Bijdrage aansluitkosten	€ K	0,5	3,5

Aantal appartementen achter energiec centrale 150-250

		van	tot
Investeringskosten	€ K	16	18
Exploitatiewaarde	€ K	8	9,5
Bijdrage aansluitkosten	€ K	6,5	10

WANNEER EEN COLLECTIEF WARMTEPOMPSYSTEEM

Wanneer is een collectief warmtepompsysteem economisch interessant voor een ontwikkelaar?

De stichtingskosten, die de ontwikkelaar betaalt voor een individuele warmtepomp in combinatie met gedeelde bodemplussen voor een appartement zijn tussen de € 12 en 15,5 K per woning. Om deze optie te vergelijken met een collectieve energievoorziening voor warmte en koude worden de bijdrage aansluitkosten (BAK) genomen als deze individuele warmtepomp niet in eigendom komt van de woningeigenaar, maar door de gebruiker wordt gehuurd van een warmtebedrijf (lease). De exploitatiewaarde van een individuele warmtepomp in combinatie met bodemplussen bij een looptijd van 30 jaar is circa € 6,5 K per woning. De ontwikkelaar betaalt dus een BAK van tussen de € 5,5 en 9 K per woning.

Bij een collectief systeem zijn er minimaal 150-250 appartementen nodig om tot vergelijkbare aansluitkosten te komen (€ 6.5 en 10 K). Het economisch omslagpunt tussen de totale kosten over de gehele levensduur van een collectief warmtepompsysteem ten opzichte van een individueel warmtepompsysteem ligt dus tussen de 150 en 250 appartementen.

Is het economisch interessant om grondgebonden eengezinswoningen aan te sluiten op een collectief systeem?

- Voor gebieden die vooral bestaan uit grondgebonden eengezinswoningen is dit niet het geval. De aansluitkosten zijn dan te hoog:

Investeringskosten	€ K	20	25
Exploitatiewaarde	€ K	8,5	10
Bijdrage aansluitkosten	€ K	10	16,5

- Voor gebieden met veel woongebouwen met appartementen en een klein deel rijwoningen kan het aansluiten op een grotere energiecentrale op gebiedsniveau mogelijk wel economisch interessant zijn. Ter illustratie: Als er een energiecentrale wordt gerealiseerd waar meerdere woongebouwen op aangesloten worden met in totaal 800 appartementen, dan kan het interessant zijn om ook tussengelegen grondgebonden eengezinswoningen (bijvoorbeeld 100 rijwoningen) aan te sluiten op het systeem.

IMPACT ENERGIELASTEN

BIJLAGE IX

ENERGIELASTEN INDIVIDUEEL WARMTEPOMPSYSTEEM

Wat is de impact van netbewust bouwen op de energielasten van de toekomstig eigenaar en/ of gebruiker?

De energielasten van een woning met een individuele warmtepomp bestaan uit meerdere componenten:

- **De energierekening:** Deze bestaat uit een vergoeding voor de levering en het transport van elektriciteit, bestaande uit een vast deel en een variabel deel.
- **De kosten voor het in stand houden van de individuele warmtepomp:** Deze bestaat uit de jaarlijkse onderhoudskosten en vervangingskosten na ongeveer 15 jaar.

Bij individuele warmtepompen wordt de impact bepaald door de volgende factoren:

- Hoe lager de warmtevraag van de woning en hoe efficiënter de energieprestatie van de warmtepomp, hoe minder kWh de woning gebruikt, dus hoe lager de energierekening. Bij een vast energiecontract en vaste transportkosten van de netbeheerder zijn de verschillen in de energierekening van de energieconcepten beperkt. Zeker bij kleinere nieuwbouwwoningen, waar de meest kwetsbare doelgroepen komen te wonen, zijn de verschillen tussen de energieconcepten klein. Dit gaat om een verschil van maximaal € 5-10 per maand tussen energieconcept I t/m VI.
- De vervangingskosten na circa 15 jaar zijn over het algemeen lager bij een warmtepompsysteem met bodemplussen dan een warmtepompsysteem op buitenlucht.

Een netbewuste nieuwbouwwoning vertaalt zich daarom vooralsnog niet in een hogere V.O.N. prijs voor ontwikkelaar. De voordelen voor de gebruiker worden wel groter op het moment dat er dynamische transporttarieven worden ingevoerd, omdat een netbewuste woning minder vermogen vraagt tijdens piekuren. Om diezelfde reden zijn de voordelen ook groter als de gebruiker een dynamisch stroomcontract afsluit. Een netbewuste woning is daarom toekomstbestendiger. De totale kosten over de gehele levensduur van een netbewuste nieuwbouwwoning zullen naar verwachting in veel gevallen daarom ook niet hoger zijn.

ENERGIELASTEN COLLECTIEF WARMTEPOMPSYSTEEM

Wat is de impact van een collectief warmtepompsysteem op de energielasten van de toekomstig eigenaar en/ of gebruiker?

Bij levering van warmte en koude door een collectief warmtepompsysteem bestaan de energielasten uit:

- **Transportkosten netbeheerder:** De gebruiker betaalt dezelfde vaste transportkosten aan de netbeheerder als bij een individuele warmtepomp, ondanks dat achter de meter van de woning veel minder elektriciteit wordt gebruikt.
- **Levering & transport warmte en koude:** De gebruiker betaalt een vergoeding voor de levering en het transport van warmte en koude aan de exploitant van het collectieve warmtepompsysteem, bestaande uit een vast deel en een variabel deel. De tarieven worden gereguleerd door de Autoriteit Consument & Markt (ACM).
- **De kosten voor het in stand houden van het collectieve warmtepompsysteem:** De eigenaar van de woning betaalt geen kosten voor het in stand houden van het collectieve warmtepompsysteem, deze kosten worden gedekt door (een deel van) het vaste deel dat wordt betaald aan de exploitant van het collectieve warmtepompsysteem.

Het economisch omslagpunt tussen de totale kosten over de gehele levensduur van een collectief warmtepompsysteem ten opzichte van een individueel warmtepompsysteem ligt tussen de 150 en 250 appartementen. Punt van aandacht is dat deze kosten over de levensduur bij een collectief warmtepomp systeem anders worden verdeeld over de ontwikkelaar, de woningeigenaar en de gebruiker van de woning dan bij een individuele warmtepomp. Dit is relevant bij verhuur van de woning door bijvoorbeeld een woningcorporatie. Als de maximale wettelijke tarieven voor de levering van warmte en koude in rekening worden gebracht bij de huurder worden de kosten onevenredig verdeeld. De woningcorporatie heeft in dat geval geen kosten voor het in stand houden van het collectieve warmtepompsysteem en vaak ook lagere stichtingskosten dan bij een individuele warmtepomp (uitgaande dat om economische redenen gekozen is voor het collectieve warmtepompsysteem). Het is daarom van belang dat:

- Er alleen wordt gekozen voor een collectief systeem als de kosten over de levensduur lager zijn dan een individuele warmtepomp. Hierdoor zijn de stichtingskosten van een woning veel lager dan bij een individuele warmtepomp, waardoor er ruimte is voor de woningcorporatie om een deel van de vaste tarieven voor de levering en het transport van warmte en koude af te kopen bij het warmtebedrijf. Hierdoor worden de kosten tussen huurder en verhuurder beter verdeeld.
- Er dynamische transportkosten worden ingevoerd. Hierdoor betaalt de gebruiker, die aangesloten is op een collectief warmtepompsysteem, (veel) minder transportkosten voor elektriciteit dan bij een individuele warmtepomp (conform het “veroorzaker betaalt principe”).

HOE BOUW JE NETBEWUST?

BIJLAGE X

STEDENBOUWKUNDIG ONTWERP



- **Compactheid & oriëntatie:** Hoe compacter een woning, hoe lager de warmtevraag, hoe lager de netbelasting bij een gelijk energieconcept. Met name bij appartementen kan is deze fase gestuurd worden op compacte woongebouwen. Bijkomend voordeel: hoe compacter de woongebouwen, hoe lager de bouwkosten. Bij woningen waarbij de woonkamers zijn georiënteerd op het zuiden of het westen is de warmtevraag ook lager.
- **Individuele of collectieve warmtepomp:** Als het stedenbouwkundig ontwerp gereed is kan er een keuze worden gemaakt om de woningen te verwarmen met een individuele warmtepomp of een collectieve warmtepomp op gebouw-of gebiedsniveau. Deze keuze heeft niet zozeer impact op de uiteindelijke netbelasting (met beide systemen kan een woning met een lage netbelasting worden gerealiseerd), maar kan wel een grote impact hebben op de kosten voor het energiesysteem. De keuze voor een individuele warmtepomp of collectieve warmtepompen kan relatief eenvoudig bepaald worden op basis van het stedenbouwkundig programma en de fasering.
- **Organiseren van de juiste schaal:** Voor gebieden met veel appartementen in relatief hoge dichtheid is een collectieve warmtepomp het meest kostenefficiënt. Als er meerdere ontwikkelaars betrokken zijn én het wenselijk is dat er een collectieve warmtepomp op gebiedsniveau komt (schaalvoordeel kan resulteren in lagere kosten), dan is het van belang dat ontwikkelaars gaan samenwerken. De gemeente kan een belangrijke rol vervullen bij het opstarten van deze samenwerking. Zeker als de gemeente ook grondposities heeft.
- **Selectie & contracteren energiebedrijf warmte en koude:** Bij een collectieve warmtepomp is het wenselijk dat het energiebedrijf voor warmte en koude tijdig geselecteerd wordt. Dit is een belangrijke samenwerkingspartner voor het ontwerp, de realisatie en exploitatie van een netbewust energiesysteem. Om succesvol een partij te selecteren is het van belang dat er voldoende aansluitzekerheid en aansluitgaranties zijn. Het is van belang de juiste technische, financiële en juridische kaders en randvoorwaarden op te stellen. Hierdoor kan een marktpartij een passende aanbieding doen, die betaalbaar en netbewust is.
- **Realiseren van energiehub:** De realisatie van een energiehub kan in een gebiedsontwikkeling een randvoorwaarde zijn om voldoende vermogen te kunnen garanderen voor niet-woonfuncties in een gebied, zoals horeca, supermarkten en laadpunten voor auto's in parkeergarages. Op basis van het bouwprogramma kan een analyse worden gemaakt of een energiehub een oplossing kan zijn voor het gebied. Als dit het geval is moet inzichtelijk worden gemaakt wat de technische, juridische en financiële consequenties zijn voor partijen voor zowel de realisatiefase- als exploitatiefase. Voorbeelden van gebiedsontwikkelingen waar een energiehub in samenwerking met netbeheerder wordt gerealiseerd zijn Merwede in Utrecht (Stedin) en Rijnpark in Arnhem (Liander).

SCHETS-/ VOORLOPIG ONTWERP



- **Compactheid & oriëntatie:** Binnen de kaders van het stedenbouwkundig ontwerp kan de ontwikkelaar de compactheid van woongebouwen met appartementen verbeteren. De oriëntatie staat grotendeels vast.
- **Keuze voor energiebron warmte & koude:** De keuze van het bronsysteem heeft een zeer grote impact op de netbelasting van een nieuwbouwwoning. Daar waar er geen restricties zijn wat betreft boordieptes is het daarom van essentieel belang om zoveel mogelijk gebruik te maken van bodemenergie. Onderstaand een aantal tips om bodemenergie kostenefficiënt te realiseren:
 - **Balansventilatie met warmteterugwinning:** Om de kosten voor een bodemenergiesysteem te verlagen is het van belang om de warmtevraag van een woning te beperken. Bij nieuwbouwwoningen is het daarom wenselijk om te kiezen voor een energieconcept met systeem D.
 - **Grondgebonden eengezinswoningen:** Voor dit type woningen is een individuele warmtepomp in combinatie met gesloten bodemlussen het meest kostenefficiënt. Collectieve bronenergiesystemen resulteren in hogere kosten voor investeringen en onderhoud.
 - **Kleinschalige woongebouwen:** In gebiedsontwikkelingen waar kleinschalige woongebouwen met appartementen worden afgewisseld met eengezinswoningen is ook per appartement een individuele warmtepompen in combinatie met gesloten bodemlussen het meest kostenefficiënt. Door bodemlussen te delen kunnen de kosten van een bodemenergiesysteem worden verlaagd.
 - **Grote woongebouwen en hoog stedelijke gebiedsontwikkelingen:** Bij grotere woongebouwen (vanaf 150-250 appartementen) en bij gebieden met meerdere woongebouwen is een collectieve warmtepomp in combinatie met WKO het meest kostenefficiënt. Hoe meer nieuwbouwappartementen aangesloten kunnen worden achter een energiecentrale met warmtepompen, hoe lager de kosten voor het energiesysteem voor warmte en koude. Uiteraard is dit mede afhankelijk van de fasering, het bouwtempo en de aansluit zekerheid die ontwikkelaars kunnen garanderen.
- **Glaspercentage & constructiemateriaal:** Dit heeft een beperkte impact op de netbelasting ten opzichte van de compactheid. Bij woningen met relatief veel geveloppervlak, zoals hoekwoningen, twee-onder-één-kapwoningen en minder compacte appartementen kan het effect van een hoog glaspercentage wel een hoge impact hebben. Bij dit type woningen is het van belang dat het glaspercentage wordt beperkt tot 40%. Bij een hoger percentage is het wenselijk om te kiezen voor hoog isolerend glas en zeer goede kierdichting.

DEFINITIEF ONTWERP



- **Keuze type warmtepomp:** Bij de keuze voor het type warmtepomp is het van belang:
 - **Brontype:** Daar waar er geen/ beperkte restricties zijn voor boordieptes te kiezen voor bodemenergie in plaats van lucht. Als er restricties zijn voor boordieptes dan is buitenlucht het alternatief. Ventilatieluchtwarmtepompen hebben maar een beperkt vermogen dat door de compressor geleverd kan worden en kunnen daarom alleen netbewust toegepast worden bij appartementen tot circa 65 m² GBO.
 - **Energieprestatie:** Te beoordelen wat de prestatie is van de warmtepomp op zeer koude dagen. Met name als er wordt gekozen voor buitenlucht als warmtebron zijn er grote verschillen in de energieprestatie. Het is van belang dat leveranciers naast energieprestatie voor het stookseizoen (SCOP) ook de energieprestatie op zeer koude dagen certificeren (COP-10°C buitentemperatuur)
 - **Geen elektrisch element als piekwarmtevoorziening:** Voldoende thermisch vermogen op te stellen van de compressor. Daarbij is het vermogen van de compressor van de warmtepomp en het berekende warmteverlies van de woning gelijk (beta-factor is gelijk aan 1,0).
 - **Slimme aansturing:** De warmtepompen zijn voorbereid op slimme aansturing.
 - **Begrenzen vermogen:** Dat het vermogen kan worden begrensd zonder dat de gebruiker deze instelling kan wijzigen als de warmtepompen zijn voorzien van een elektrisch element als back-up voorziening.
 - **Koeling:** Momenteel is de netbelasting het hoogst is op hele koude dagen, maar het is ook belangrijk een extra pieken in andere seizoenen te voorkomen. Het is daarom van belang dat de woning ook actief kan worden gekoeld met het warmtepompsysteem.

DEFINITIEF ONTWERP

- **Kierdichting en koudebruggen:** Bij het uitwerken van de geveldetailering is het van belang dat koudebruggen worden voorkomen en dat de aannemer een zeer goede kierdichting kan realiseren (q_{v10} waarde $\leq 0,4 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$).
- **Thermische isolatie van raam:** Het is wenselijk dat de gemiddelde U-waarde van ramen van nieuwbouwwoningen $\leq 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. Door te kiezen voor drievoudige beglazing of vacuüm glas kan een U-waarde $\leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ worden behaald.
- **Optimaliseren van open delen in de gevel:** Een hoger glaspercentage in de gevel resulteert niet alleen in hogere bouwkosten, maar ook in een hogere warmtevraag. Het is daarom van belang om het glaspercentage in de gevel te optimaliseren.
- **Thermische isolatie van gesloten geveldelen:** De minimale wettelijke eisen voor de Rc-waarden uit het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) zijn al zeer goed. Aanscherping heeft weinig impact op de netbelasting van een nieuwbouwwoning. De huidige eisen zijn: Verticale delen: $\geq 4,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$; horizontale en schuine delen: $\geq 6,3 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$; vloer boven kruipruimte, grond of water: $\geq 3,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$.
- **Douche WTW:** Vooral bij grondgebonden eengezinswoningen is dit een effectieve maatregel, vanwege beperkte kosten en omdat het gemiddeld gebruik van warm tapwater hoger is dan bij appartementen. Ook heeft een douchepijp WTW een hoger rendement dan een douchegoot WTW. Bij appartementen is het een minder effectieve maatregel.
- **Zonnepanelen:** Zonnepanelen zijn niet meegenomen in deze analyse. Zonnepanelen kunnen wel bijdragen aan minder netbelasting. Randvoorwaarde is dan wel dat de geproduceerde zonnestroom zoveel mogelijk gelijktijdig in een gebied wordt gebruikt. Teveel zonnepanelen kunnen juist bijdragen aan extra netbelasting als gevolg van teruglevering. Er kunnen al problemen ontstaan bij 1,5 kWp geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen per woning. Het is daarom van belang dat:
 - Omvormers worden gedimensioneerd op 70% van het piekvermogen van de zonnepanelen.
 - Het gemiddeld aantal zonnepanelen dat wordt geplaatst op de daken in een gebied wordt beperkt in combinatie met het verhogen van gelijktijdig gebruikt of opslag met behulp van slimme sturing.
 - Dat de zonnepanelen verschillende oriëntaties hebben (bij platte daken oost en west georiënteerd).

REALISATIE- EN OPLEVERFASE

- **Kierdichting:** Het is van belang dat aannemers op korte termijn borgen dat de kierdichting van een woning een qv_{10} waarde heeft 0,4 dm³/s.m² of lager. Bij oplevering moet worden aangetoond, bijvoorbeeld met een blowerdoortest, dat deze waarde is behaald. Het is wenselijk dat aannemers de kierdichting gefaseerd verder verbeteren naar 0,30 en 0,20 of lager.
- **Waterzijdig inregelen verwarmingsinstallatie:** Het is van belang dat de installateur het afgiftesysteem (zoals vloerverwarming) goed inregelt, zodat de warmtepomp optimaal kan functioneren en de prestaties ook daadwerkelijk kan halen.
- **Begrenzen vermogen warmtepomp:** Als er warmtepompen worden toegepast met een elektrisch element als back-upvoorziening moet het elektrisch vermogen van de warmtepomp worden begrensd. Daarbij moet het vermogen van de compressor van de warmtepomp en het berekende warmteverlies van de woning gelijk zijn (beta-factor is gelijk aan 100%).
- **Slimme sturing individuele warmtepompen:**
 - **Gespreid uitgesteld laden boiler:** Voor uitgesteld laden is het volgende aangenomen: De boiler gaat opwarmen tot 58°C als deze onder de 55°C komt op een vooraf ingesteld tijdstip. Het betreft de volgende 6 tijdsblokken van 2 uur, die evenredig worden verdeeld over de woningen in een gebied: 22:00, 0:00, 2:00, 4:00, 10:00 en 12:00 uur. Gebruikers kunnen dit niet aanpassen. Een "comfort stand" als optie op de thermostaat is acceptabel, mits geprogrammeerd wordt dat de boiler niet opwarmt tussen 16:00 en 21:00 uur. Bij woningen met zonnepanelen kan een slimme sturing toegevoegd worden. De boiler gaat dan ook opwarmen op momenten dat er gelijktijdig opwek is van zonnepanelen.
 - **Load balancing:** Bij het bereiken van een bepaalde grenswaarde netbelasting door huishoudelijke apparatuur zal de warmtepomp met stroomsensoren zijn vermogen tijdelijk beperken en toert zo nodig terug. De woning heeft voldoende thermische buffercapaciteit zodat deze op temperatuur blijft. Dit kan alleen in combinatie met thermische schil en ventilatiesysteem niveau 2 en 3. Het is met name interessant om de stroompiek tussen 16:00 en 21:00 uur omlaag te brengen.
- **Slimme sturing collectieve warmtepompen:**
 - **Load balancing:** Bij het bereiken van een bepaalde grenswaarde, bijvoorbeeld op het moment dat er ook tapwater wordt geproduceerd, zal de warmtepomp voor ruimteverwarming zijn vermogen beperken en toert zo nodig terug. De grenswaarde is bijvoorbeeld een beperking in het gecontracteerd transportvermogen of gedurende een bepaalde periode dat er een piekbelasting is op het stroomnet (bijvoorbeeld 16:00 tot 21:00 uur). Er zijn wel beperkingen omdat de leveringszekerheid van warmte gegarandeerd moet blijven.

OPLADEN ELEKTRISCHE AUTO'S

BIJLAGE XI

UITGANGSPUNTEN LAADVRAAG 2035



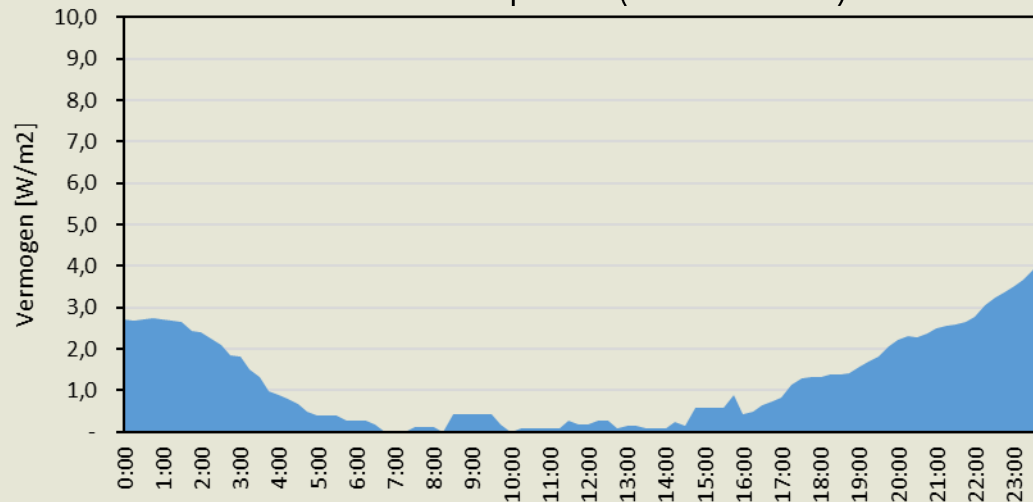
Voor het bepalen van het energieprofiel voor het opladen van elektrische auto's zijn de volgende uitgangspunten genomen:

- De gemiddelde auto rijdt 15.000 kilometer per jaar.
- De gemiddelde elektrische auto verbruikt 0,2 kWh per kilometer.
- De gemiddelde elektrische auto laadt 3.000 kWh per jaar.
- 47% van de auto's rijdt elektrisch in 2035 (bron: ElaadNL). Let op, er zijn regionale verschillen.
- Er is een parkeernorm aangenomen van (Let op: ook hier zijn grote regionale verschillen):
 - 1,2 auto's bij grondgebonden eengezinswoningen.
 - 0,6 auto's bij appartementen.

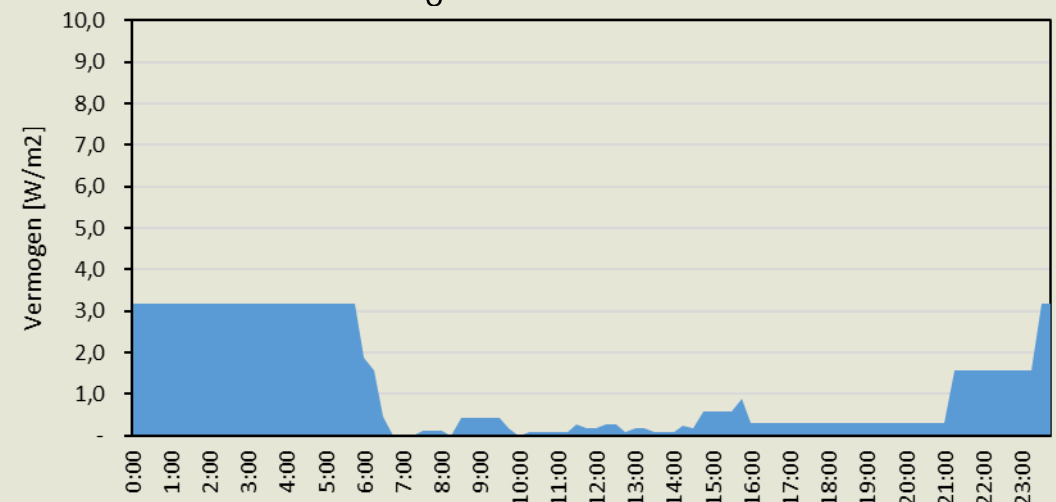


Gelijktijdig vraagprofiel laden elektrische auto's in 2035 (We/ m2 GBO)

Standaard profiel (bron ElaadNL)



Met uitgesteld laden na 21 uur



INDIVIDUELE WARMTEPOMP LUCHT

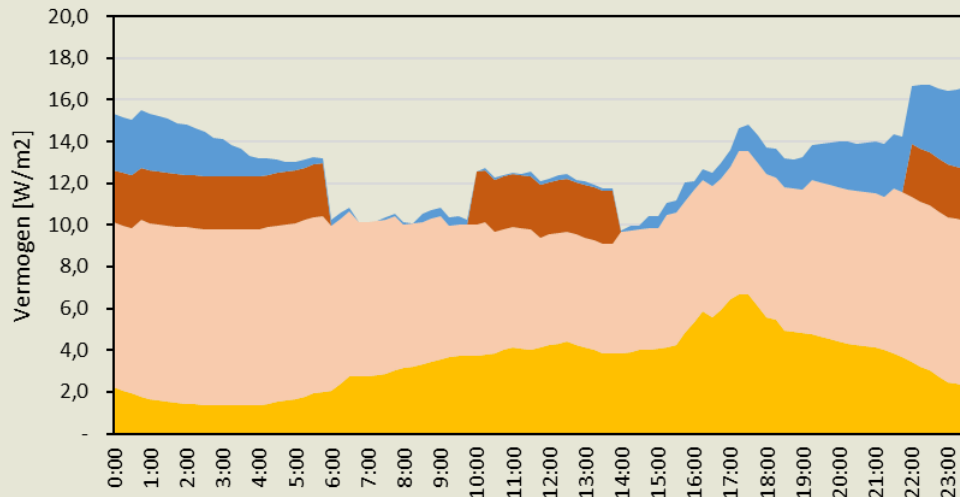


Hieronder is te zien wat de extra impact is van het opladen van elektrische auto's in 2035 op de netbelasting op een zeer koude dag van een grondgebonden eengezinswoning met een individuele warmtepomp met als bron buitenlucht:

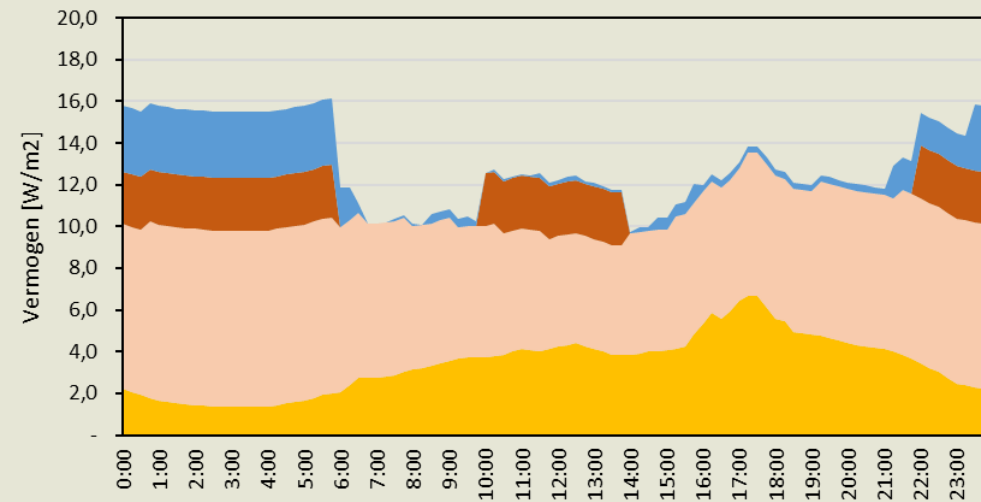
- De gelijktijdige netbelasting van het opladen van elektrische auto's is circa 4,0 We/ m² GBO.
- Het totale gelijktijdige piekbelasting van de woning neemt met 2,5 We/m² GBO toe.
- Bij uitgesteld laden wordt de piek verschoven naar de nacht, waardoor de gelijktijdige piekbelasting van de woning afneemt naar circa 2,0 We/m² GBO.
- Door uitgesteld laden neemt de piekbelasting in de avondpiek sterk af.

Gelijktijdige netbelasting woning, inclusief opladen elektrische auto's in 2035 (We/ m² GBO)

Standaard profiel (bron ElaadNL)



Met uitgesteld laden na 21 uur



■ Huishouden ■ Ruimte verwarming ■ Tapwater ■ Laden



Parkeernorm
1,2

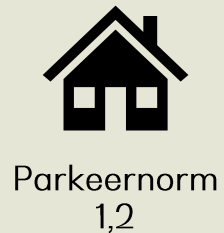
INDIVIDUELE WARMTEPOMP BODEM



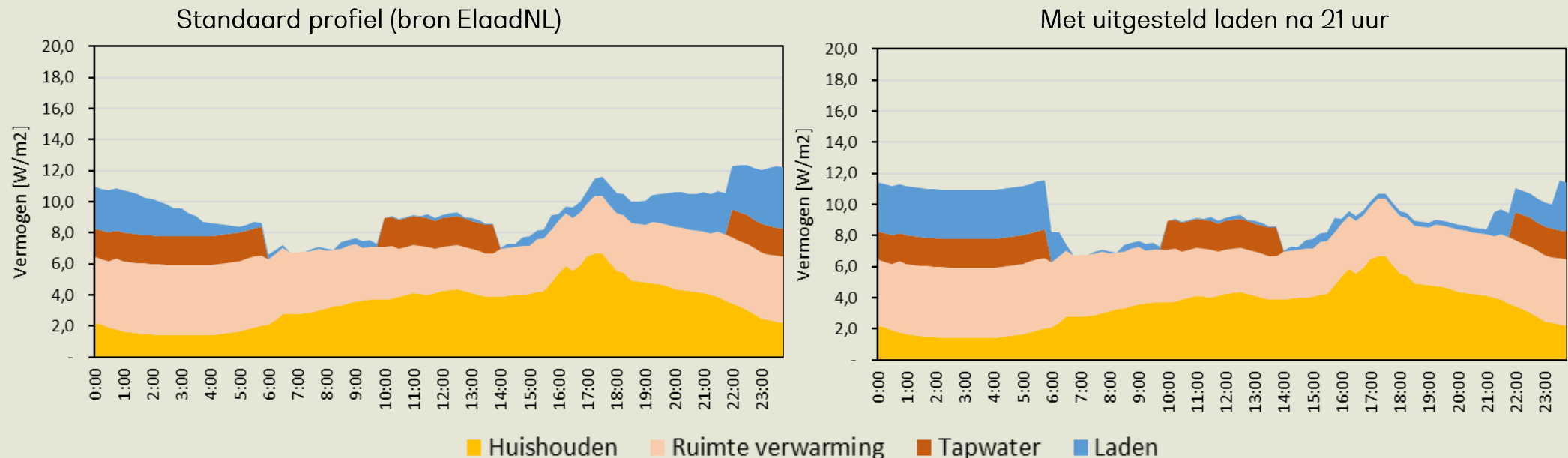
Hieronder is te zien wat de extra impact is van het opladen van elektrische auto's in 2035 op de netbelasting op een zeer koude dag van een grondgebonden eengezinswoning met een individuele warmtepomp met als bron bodem:

- Het totale gelijktijdige piekbelasting van de woning neemt 2,0 We/m² GBO toe.
- Bij uitgesteld laden wordt de piek verschoven naar de nacht, waardoor gelijktijdige piekbelasting van de woning afneemt naar circa 1,0 tot 1,5 We/m² GBO.
- De impact van het opladen van elektrische auto's neemt af als de woning netbewuster is, omdat er meer ruimte is om de auto's op te laden in het dal buiten de avondpiek.

Gelijktijdige netbelasting woning, inclusief opladen elektrische auto's in 2035 (We/ m² GBO)



Parkeernorm
1,2



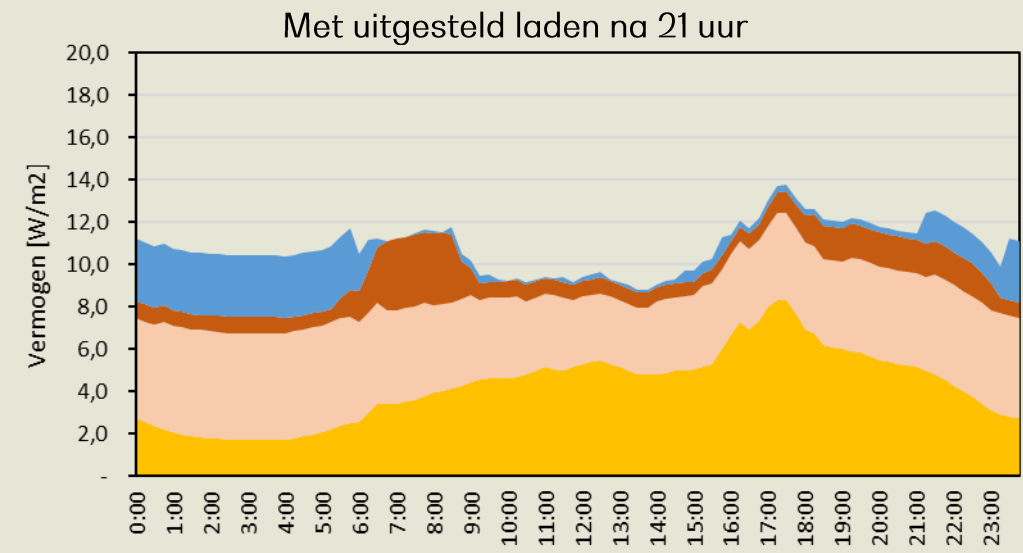
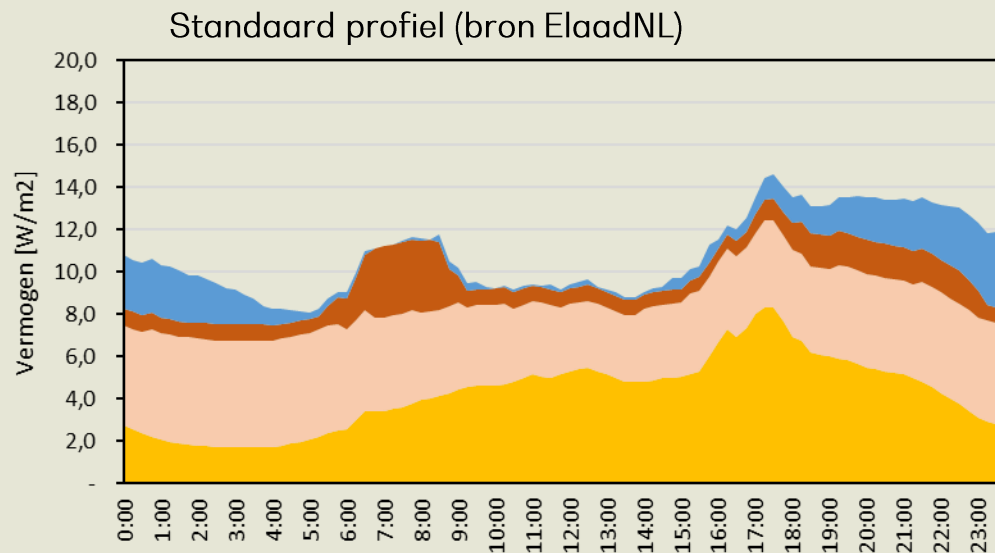
COLLECTIEVE WARMTEPOMP BODEM



Hieronder is te zien wat de extra impact is van het opladen van elektrische auto's in 2035 op de netbelasting op een zeer koude dag van een appartement met een collectieve warmtepomp met als bron bodem:

- Het totale gelijktijdige piekbelasting van de woning neemt 1,0 We/m² GBO toe.
- Bij uitgesteld laden wordt de piek verschoven naar de nacht, waardoor gelijktijdige piekbelasting van de woning nauwelijks hoger wordt.
- De impact van het opladen van elektrische auto's neemt af als de woning netbewuster is, omdat er meer ruimte is om de auto's op te laden in het dal buiten de avondpiek. Bij een collectieve warmtepomp in combinatie met een parkeerhub kan het laadvermogen van elektrische auto's optimaal worden afgestemd op de vraag naar elektriciteit van de energiecentrale voor de opwek van warmte, waardoor de netimpact zeer beperkt blijft.

Gelijktijdige netbelasting woning, inclusief opladen elektrische auto's in 2035 (We/ m² GBO)



■ Huishouden ■ Ruimte verwarming ■ Tapwater ■ Laden

GECONSULTEERDE EXPERTS

BIJLAGE XII

GECONSULTEERDE EXPERTS



Organisatie	Persoon	Organisatie	Persoon
Alliander	Lianda Sjerps Koomen (werkgroep)	OVT ontwikkeling + Startblock	Jeroen Oost
Alliander	Roelof Potters	Provincie Gelderland	Harry van der Voorn
Alliander	Roos de Kok	Provincie Utrecht	Marrit van der Schaar
Bouwend Nederland	Edgar van Niekerk (werkgroep)	Schouten Techniek	Coos Schouten
Bouwend Nederland	Jan Kets	Stedin	Paul Scheer van Maaswaal (werkgroep)
Bouwgroep Dijkstra Draisma	Wietse de Vries	Stedin	Tjebbe Vroon
Bouwnext	Carl Peter Goossen	Stedin	Titus Oosterkamp
BPD	Jos de Vries	Stedin	Ronald Mersie
Breman	Hans van Velthoven	Stedin	Guus van den Bosch
Breman	Mark Sprenkels	Techniek Nederland	Thomas Piessens (werkgroep)
Croon Wolter en Dros	René Hooiveld	Trebbe	Nico Blaauw
Heijmans	Ronalt Folbert	Van Hout adviseurs en installateurs BV	Jan van Hout
Hoffman DME	Maurice Hoffman	Van Wonen	Marcel de Ruiter
Itho daalderop	Erik Caelen	VRO	Thijs van den Born
Luxxor	Margot van Gastel	Wattopia / stroomversnelling	Marten Witkamp
Neprom	Mathijs van Schaik (werkgroep)	Wocozon	Roland van der Klaauw