



De groeiende vraag naar koeling

Wat kunnen natuurlijke en passieve koeling betekenen?

Eindrapport, 24 juli 2026

De groeiende vraag naar koeling

Wat kunnen natuurlijke en passieve koeling betekenen

In opdracht van:



Auteurs:

Okke Meinema
Kees van der Leun
Lisanne Havinga

Eindrapport
juli 2026

Common Futures. Energy Transition Specialists B.V.
Vondellaan 54-56, 3521 GH Utrecht
The Netherlands

<https://www.commonfutures.com/>
+31 30 281 9699



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Samenvatting

De zomers in Nederland worden steeds warmer en hete dagen worden bovendien heter. Vooral in stedelijke gebieden lopen de temperaturen op: door het stedelijk hitte-eilandeffect kan het 's avonds lokaal circa **5 °C warmer** zijn dan in het omliggende buitengebied. In het zuidoosten van het land ligt de temperatuur nog 1-2 °C boven het nationaal gemiddelde.

Hierdoor **neemt** ook de **hittestress sterk toe**. Daardoor kiezen steeds meer huishoudens voor actieve koeling. Waar nu ongeveer een kwart van de Nederlandse woningen beschikt over een **airconditioner**, zal dit aandeel naar verwachting **richting 2030 oplopen tot ongeveer de helft**. Bij huishoudens met beperkte toegang tot actieve koeling, zoals in de sociale huursector, loopt de overlast door hitte op.

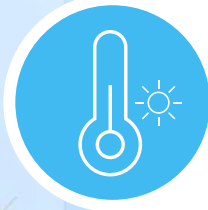
Deze ontwikkeling heeft ook gevolgen voor het **energiesysteem**. Tijdens hittegolven kan de gelijktijdige inzet van miljoenen airconditioners leiden tot een **forse hittepiek in de elektriciteitsvraag** (in juli 2025 al circa 1,8 GW) die op verschillende netniveaus kan bijdragen aan netcongestie. Ook worden veel airconditioners **in de winter gebruikt voor ruimteverwarming**, waardoor de elektriciteitsvraag in koude periodes verder toeneemt; dit geeft een nog groter risico op netcongestie, omdat dit toch al de drukste uren zijn op het elektriciteitsnet.

Er zijn mogelijkheden om hittestress en de vraag naar actieve koeling te verlagen op een duurzamere manier. Bij het analyseren hiervan wordt de **'ladder van koeling'** - een maatschappelijke voorkeursvolgorde - toegepast.

Vergroening en het toevoegen van water in de leefomgeving ('groenblauwe infrastructuur') kunnen het **stedelijk hitte-eilandeffect met ruim de helft verminderen**; daarnaast zorgen bomen voor schaduw, waardoor gebouwen minder opwarmen. Bovendien leveren groen en blauw veel bredere **maatschappelijke voordelen** op, zoals betere waterberging, hogere biodiversiteit, een gezondere leefomgeving en een aantrekkelijkere openbare ruimte. De grootste hittedeductie in de woning wordt bereikt met **buitenzonwering**, en **effectieve (nacht)ventilatie** kan oververhitting en daarmee de **koelvraag verder beperken**. Als voor de resterende koelvraag actieve koeling wordt ingezet is efficiëntie van groot belang: een vaste 'split' airconditioner kan met dezelfde hoeveelheid elektriciteit zeker 2 tot 3 maal zoveel koeling leveren als een mobiele airconditioner.

Met de verwachte temperatuurstijging richting 2050 zal **actieve koeling** voor een deel van de woningvoorraad onvermijdelijk zijn. Ook daarom is het van belang om de natuurlijke en passieve maatregelen maximaal te benutten. Hierdoor kan de benodigde **koelcapaciteit** aanzienlijk worden beperkt, nemen het **elektriciteitsverbruik** af en wordt de impact van **hittepieken** op het energiesysteem **kleiner**.

Inhoudsopgave



1. De groeiende vraag naar koeling: een urgent probleem 5

- 1.1. De verandering van het klimaat & het stedelijk hitte-eiland
- 1.2. De stijgende koelvraag
- 1.3. Concreet hittebeleid



2. Impact op het energiesysteem 13

- 2.1. Impact van koeling
- 2.2. Ruimte op het elektriciteitsnet
- 2.3. Impact van verwarming met airconditioners
- 2.4. De klimaatimpact van een airconditioner



3. Effecten van natuurlijke en passieve koeling 24

- 3.1. Koele omgeving
- 3.2. Warmte weren
- 3.3. Passieve koeling
- 3.4. Actieve koeling



4. Oplossingsrichtingen 37

5. Inspirerende voorbeelden 39

Shaping
Change

An aerial photograph of a Dutch city, likely Utrecht, showing a canal winding through a dense urban area. The canal is flanked by lush green trees and historic buildings. In the background, a prominent church spire and a modern high-rise building are visible against a blue sky with scattered clouds. A yellow rectangular overlay is positioned on the left side of the image, containing the title text.

Hoofdstuk 1 De groeiende vraag naar koeling: Een urgent probleem

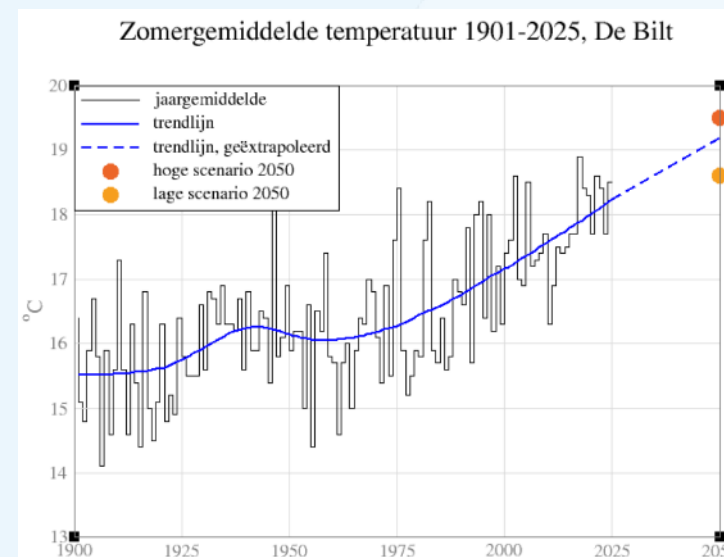
1.1 De verandering van het klimaat en het stedelijk hitte eiland

Onze zomers worden warmer

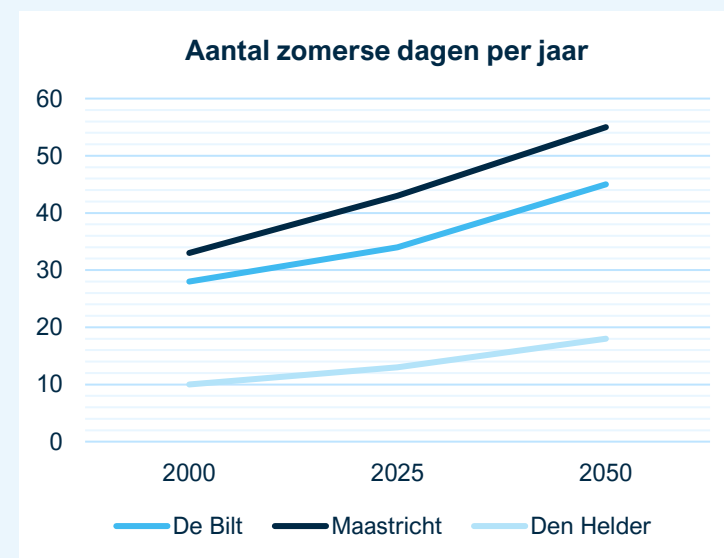
Het KNMI publiceerde in 2023 een aantal **klimaatscenario's** voor Nederland ([bron](#)). Deze scenario's zijn gebaseerd op de hoeveelheid uitstoot van broeikasgassen en de mate van neerslagverandering in Nederland. Er bestaat een laag, midden en hoog scenario met ofwel een nat ofwel een droog klimaat.

Voor de zomertemperatuur koersen we momenteel af op een waarde **iets boven het middenscenario** daaruit (Peter Siegmund, KNMI, ongepubliceerd). Dan zou de zomertemperatuur stijgen naar gemiddeld circa **19 °C in 2050**. Een stijging van 1,7 °C ten opzichte van het gemiddelde in 1991-2020.

Ook het aantal **zomerse dagen** zal flink toenemen in Nederland; in De Bilt van **34** in 2025 naar **45** in 2050.



Bron: Peter Siegmund, KNMI, ongepubliceerd



Bron: [KNMI](#), MD scenario

1.1 De verandering van het klimaat en het stedelijk hitte eiland

In het zuidoosten is het warmer en ligt de koelvraag dus hoger

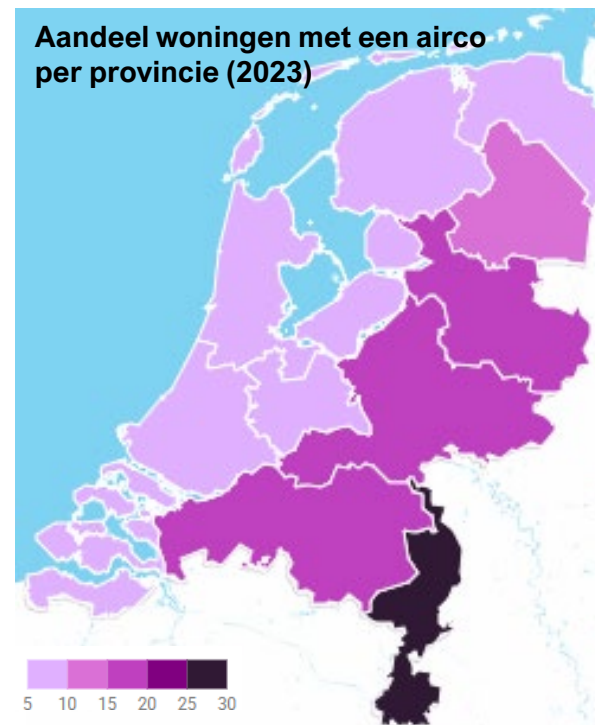
In het **zuidoosten** van het land is het gemiddeld gezien **1 á 2 graden warmer**. Ook zijn hier gemiddeld veel meer zomerse dagen ($>25^{\circ}\text{C}$).

- Arcen (Limburg): 42 dagen
- Den Helder (Noord-Holland): 11 dagen

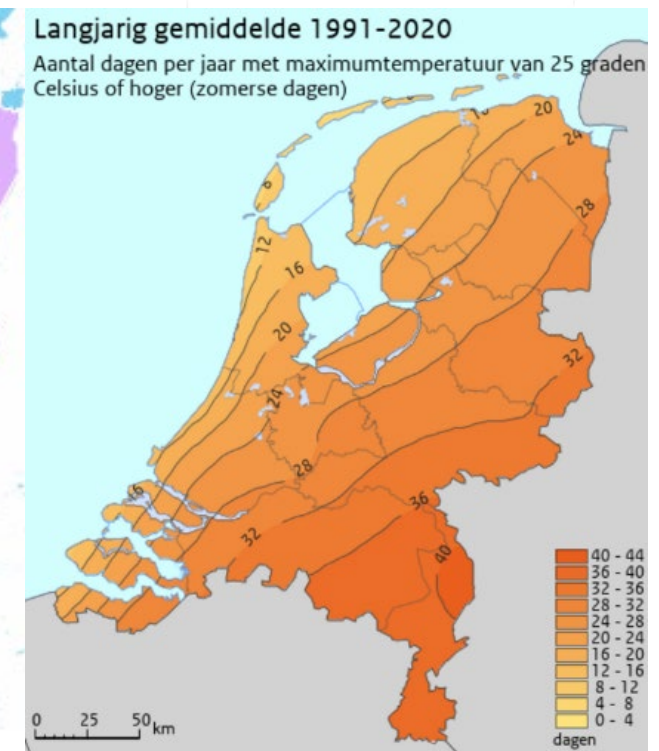
Dit leidt tot een ongelijke verdeling van het aandeel woningen met airconditioning over Nederland. Gemiddeld was dit 27% in Limburg en 7,5% in Noord-Holland in 2023. Intussen zijn deze aantallen al gegroeid naar ongeveer 40% in Limburg, 18% in Noord-Holland en 12% in Friesland (bron).

Koopwoningen met zonnepanelen hebben veel vaker een airco (36%) dan koopwoningen zonder (16%).

Panelenbezitters zouden hun 'overtollige' zonnestroom, na het afschaffen van de salderingsregeling, kunnen gaan gebruiken voor een airco.



Bron: Independer op basis van CBS-data



Bron: KNMI

1.1 De verandering van het klimaat en het stedelijk hitte eiland

In stedelijke gebieden is de hitte erger vanwege het hitte-eiland effect

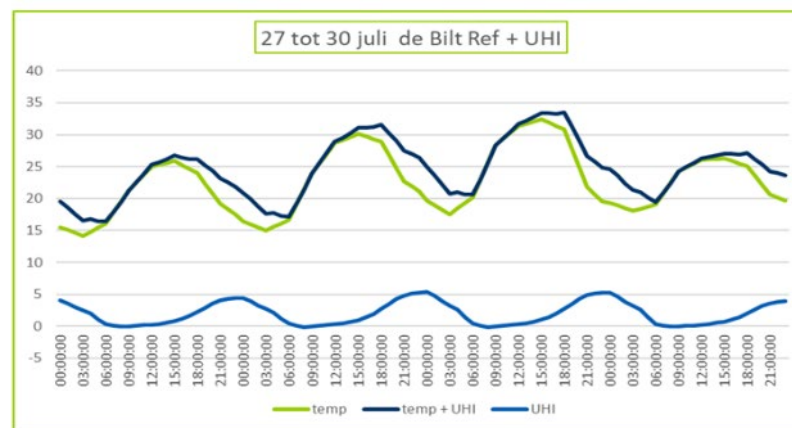
Het **stedelijk hitte-eiland effect*** leidt in veel steden in Nederland tot een temperatuurverhoging ten opzichte van de omgeving van **gemiddeld 2,5 °C** over juni t/m augustus.

Het hitte-eiland effect doet zich voornamelijk voor vanaf de **middag tot aan het einde van de nacht**. De piek kan daardoor **tweemaal zo hoog** zijn als het etmaalgemiddelde; zie onderstaande illustratieve berekeningen voor de stad Utrecht in vergelijking met het buitengebied (De Bilt). In de avond is de temperatuur hier **5 graden warmer** door het hitte eiland effect. Het effect op de gevoelstemperatuur buiten kan nog groter zijn door een lagere windsnelheid in de stad.

Onder bepaalde omstandigheden (windstil weer) kan het effect zelfs oplopen tot **7-10 graden**.

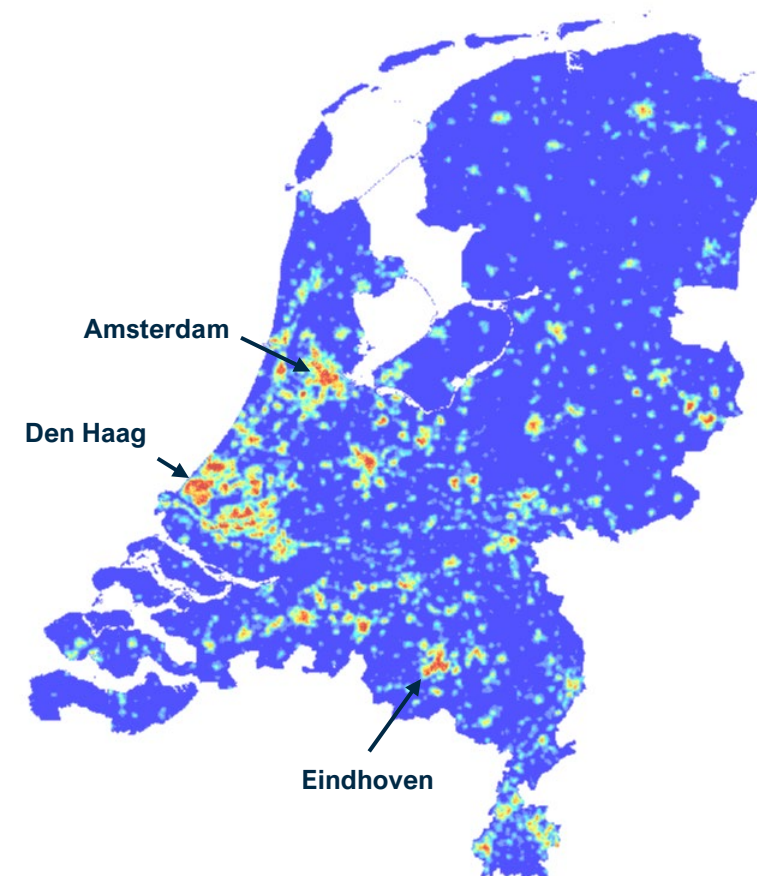
De toenemende warmteuitstoot door airconditioners kan het stedelijk hitte eiland effect nog verergeren.

*) SHE, in het Engels: Urban Heat Island (UHI)



Figuur 15: Buitentemperatuur incl. en excl. stedelijk hitte-eiland voor drie dagen/nachten in zomerperiode

Bron: [Nieman](#) (2025)



Kaart van hitte-eiland effect
Bron: [Atlas leefomgeving](#) (2026)

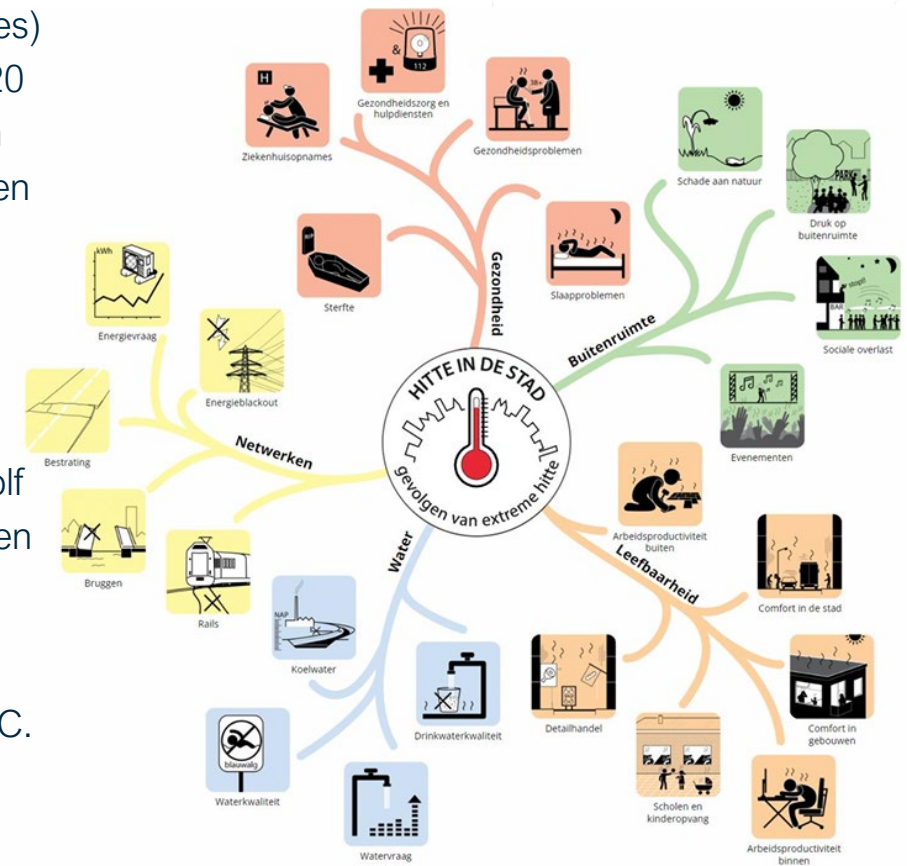
1.1 De verandering van het klimaat en het stedelijk-hitte eiland

Deze hitte kan sterke invloed hebben op gezondheid

Oversterfte: Tijdens de hittegolf van juli 2019 (eerste keer boven 40 °C, in vijf provincies) stierven in één week circa 400 extra mensen in Nederland. Tijdens de hittegolf van 2020 overleden er in een week 500 meer mensen dan gemiddeld (+19%). Jaarlijks overlijden gemiddeld ruim 800 mensen voortijdig door hitte, waarvan ca. 250 direct toe te schrijven aan klimaatverandering.

Kwetsbare groepen: Mensen met overgewicht, jonge kinderen, zwangeren, en 75-plussers zijn allemaal voorbeelden van kwetsbare groepen voor hitte. Die laatste groep alleen omvat volgens een prognose van het CBS in 2050 al 3 miljoen mensen. In de hittegolf van 2020 was er een oversterfte in verpleeghuizen van **37%** en voor de hittegolf van 2026 zijn er al 480 extra sterfgevallen geregistreerd*, waarvan de meeste in Zuid- en Oost-Nederland.

Productiviteitsverlies en economische schade: Volgens Allianz Research daalt de arbeidsproductiviteit met ongeveer 3% voor elke extra graad Celsius tussen 30 en 35 °C. Volgens de ILO gaat in 2030 naar verwachting 2,2% van alle gewerkte uren wereldwijd verloren door hittestress als gevolg van klimaatverandering. Mensen die buiten werken ervaren vier keer zoveel hittestress als mensen in thermoneutrale omstandigheden.



Bron: HVA: hitte factsheets

*getal kan nog oplopen. Bron van 02/07/26

1.2 De stijgende koelvraag

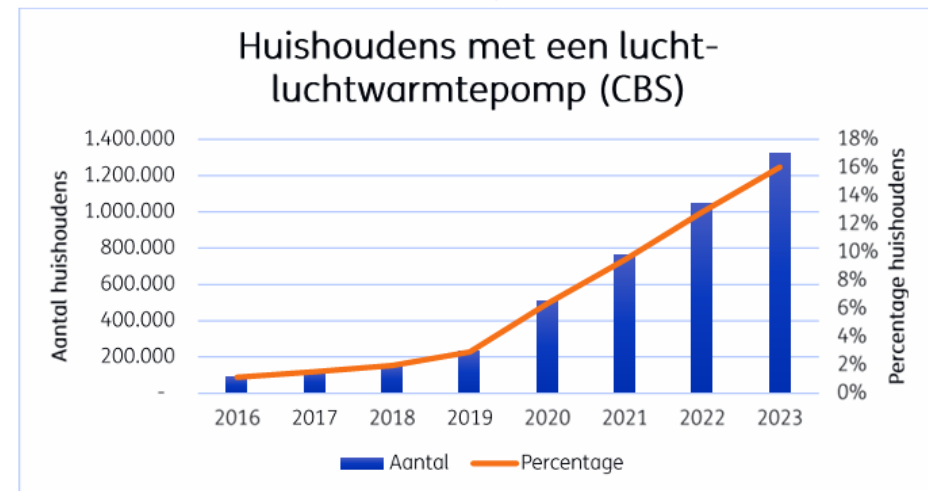
Om de hitte in huis tegen te gaan, kopen steeds meer mensen een airco waar ze vervolgens 's winters ook mee verwarmen

Het precieze aantal huishoudens met een airco is niet bekend, door het ontbreken van betrouwbare informatie over het aantal mobiele airconditioners. Momenteel betreft dit **20 tot 28%** van de woningen met een huidige groei van 3,4 %-punt per jaar (bron).

De trendlijn (grafiek hiernaast) volgend zal het aandeel woningen met vaste airconditioners dit jaar al rond 25% zijn. TNO schat dat het aandeel van de woningen met airco zal doorgroeien naar **44 tot 56% in 2030** (bron). Ook zal het aantal airconditioners per huishouden toenemen wat het energieverbruik en de druk op het net vergroot. De vergrijzing zou een rol kunnen spelen in de snelle groei van air conditioning: Ouderen zijn in het algemeen vaker thuis, en hebben meer last van hitte.

Inmiddels wordt al **85%** van de **vaste airconditioners** ook gebruikt voor **verwarming** in de winter; dit aandeel is de laatste jaren hard gestegen (bron). 42% koopt zelfs een airco met het doel om er ook mee te verwarmen (Bron).

De koelvraag ligt voor een flink deel tussen 19.00 en 00.00 uur. De periode die in het recente tariefvoorstel van de netbeheerders is aangewezen als **piek in het zomerhalfjaar** (april t/m september). Voor zover de airconditioners ook in de winter 's avonds voor **verwarming** gebruikt worden kan het effect daarvan op **netcongestie** nog groter zijn: de aangewezen jaarpiek ligt in het winterhalfjaar, tussen 16.00 en 23.00 uur.



Figuur 2.1: Aantal en percentage huishoudens waar één of meerdere lucht-luchtwarmtepompen (airconditioners) zijn geïnstalleerd (bron: CBS)

Bron: TNO (2023)

1.2 De stijgende koelvraag

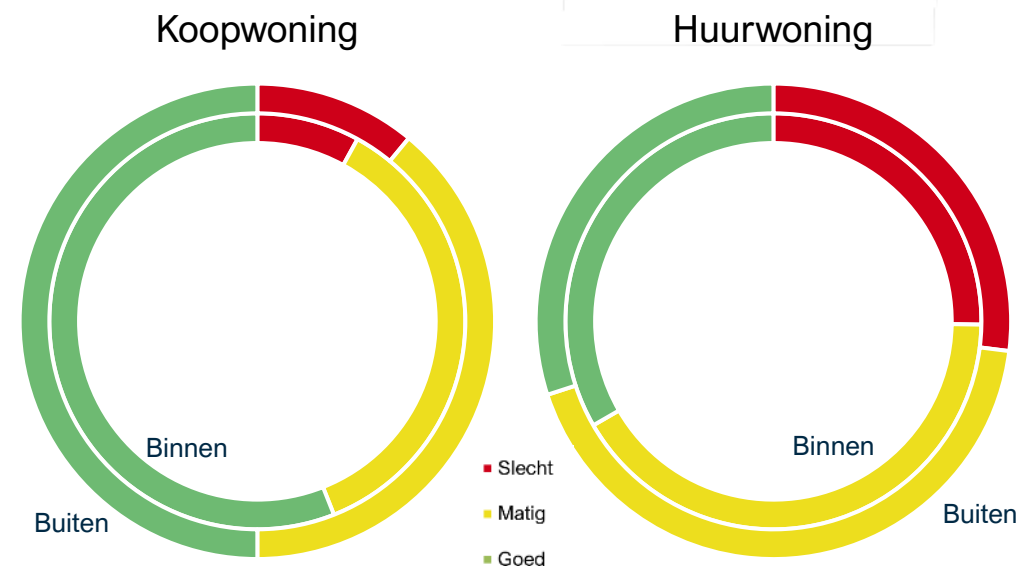
Waar aanschaf van een airco niet mogelijk is loopt de hitte-overlast op

Het blijkt dat **bijna de helft van de huurders** hun woning **niet aangenaam koel** kan houden. Voor **eigenaren** van koopwoningen is dat **een kwart tot een derde** ([bron](#)).

Zelf de woning klimaatbestendig maken lukt huurders vaak niet omdat zij minder zeggenschap hebben over het aanpassen van de woning dan eigenaren. Soms komt daarbij dat de financiële situatie het niet toelaat, of vaardigheden en sociale contacten ontbreken ([bron](#)).

Ook hebben mensen in huurwoningen **weinig mogelijkheden** tot het vinden van verkoeling rondom of **in de directe omgeving** van de woning ([bron](#)). Dit is deels te verklaren met het feit dat huurwoningen zich vaak in steden bevinden waar sprake is van het stedelijk hitte-eiland ([bron](#)).

Mogelijkheid om verkoeling te vinden



Bron: GR/WKR

1.3 Concreet hittebeleid

Concreet hittebeleid ontbreekt nog vaak

Binnen de energietransitie ligt de beleidsfocus in Nederland sterk op **warmte in de winter**. Gemeenten zijn verplicht een **warmteprogramma** op te stellen en veel maatregelen richten zich op het verminderen van CO₂-uitstoot voor ruimteverwarming. In deze programma's wordt geen of nauwelijks rekening gehouden met koeling, terwijl het combineren van warmte- en koudebeleid kan leiden tot een duurzame en efficiënte oplossing voor beide problemen.

Hoewel het belang van koeling steeds vaker wordt onderkend, blijft **concreet beleid beperkt**. In 2025 publiceerde het Rijk de nationale **Hitte aanpak**. Eén van de doelen is dat in 2027 180 gemeenten beschikken over een lokaal hitteplan; in 2025 waren dat er 90.

Op gebouwniveau is oververhitting een onderwerp in de **BENG-eisen voor nieuwbouw**. De TOjuli-indicator beoordeelt het risico op oververhitting op basis van het aantal gewogen temperatuuroverschrijdingen (GTO). Voor nieuwbouwwoningen geldt een maximale TOjuli-waarde van 1,20, wat overeenkomt met circa 450 GTO-uren (bron).

Een aanzet tot een integrale aanpak wordt gegeven in het in Ontwerp-NAS'26 (de nationale klimaatadaptatiestrategie), die in juni 2026 in consultatie ging.



Houd de woning koel

Bijvoorbeeld met zonwering, ventilator of airconditioning. Open ramen als het buiten is afgekoeld. Adviseer een koelere plek te zoeken als het huis niet koel wordt.

Bron: Nationaal Hitte plan

An aerial photograph of a Dutch city, likely Utrecht, showing a canal winding through a dense urban area. The canal is flanked by lush green trees and historic buildings. A prominent water tower stands on the left, and a tall church spire is visible in the background. The sky is blue with scattered white clouds. A yellow rectangular overlay is positioned on the left side of the image, containing the title text.

Hoofdstuk 2 Impact op het energiesysteem

2.1 Impact van koeling

Airco's in woningen introduceren een grote potentiële vermogensvraag in laagspanningsnetten

Bij een **gemiddeld elektrisch vermogen** van een airconditioner van **1,5 kW** (een veel voorkomende waarde bij vaste en mobiele airco's) schatten we dat er **nu** in woningen al een totaalvermogen van **ca. 3,3 GW*** is opgesteld. De verwachting is dat dit **per 2030 minstens verdubbelt**.

De huidige laagspanningsnetten (vóór netverzwaring) kunnen een totaal gelijktijdig vermogen aan van ca. 1,5 kW per woning. Stel dat in een wijk op een vroege zomeravond al 1,0 kW in gebruik is voor andere toepassingen, dan kan gelijktijdig gebruik van 1,5 kW (één airconditioner op vol vermogen) in **een derde van de woningen** er al voor zorgen dat de **maximale belasting van de MS/LS transformator** (het transformatorhuisje in de wijk) bereikt wordt.

De getoonde modellen dienen ter illustratie.



Fuave mobiele airco,
1,35 kW_e



Sendo split airco,
1,5 kW_e

* Geschat Aantal airco's in Nederland (2.2 miljoen) X gemiddeld elektrisch vermogen (1,5 kW)

Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)

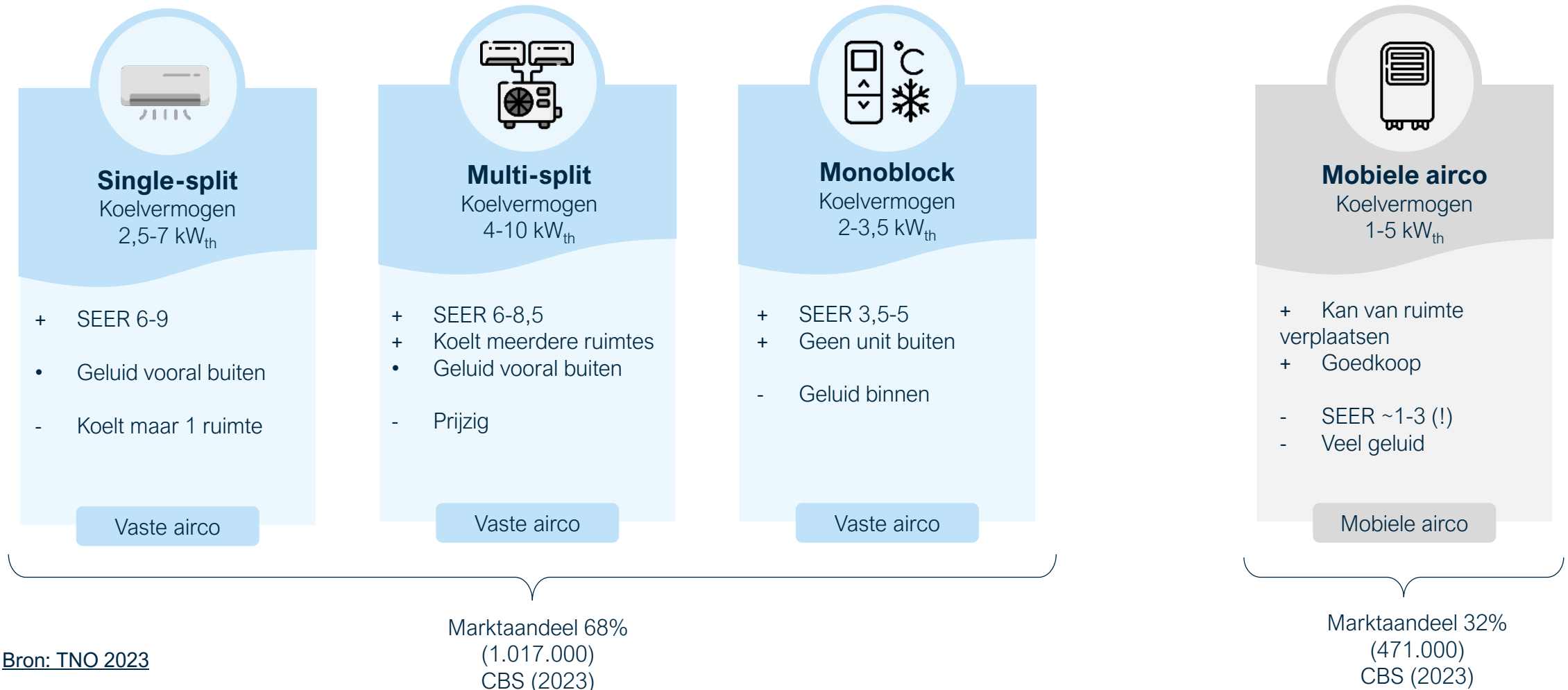
Airconditioners hebben een hoger koelvermogen dan dat ze elektrisch vermogen hebben. De SEER is de verhouding tussen de totaal geleverde koelenergie en het daarvoor benodigde elektriciteitsgebruik.

Een airco met een hogere SEER heeft een lager energieverbruik bij het koelen van een ruimte

$$SEER = \frac{\text{totale koelcapaciteit}}{\text{totaal elektriciteitsverbruik}}$$

2.1 Impact van koeling

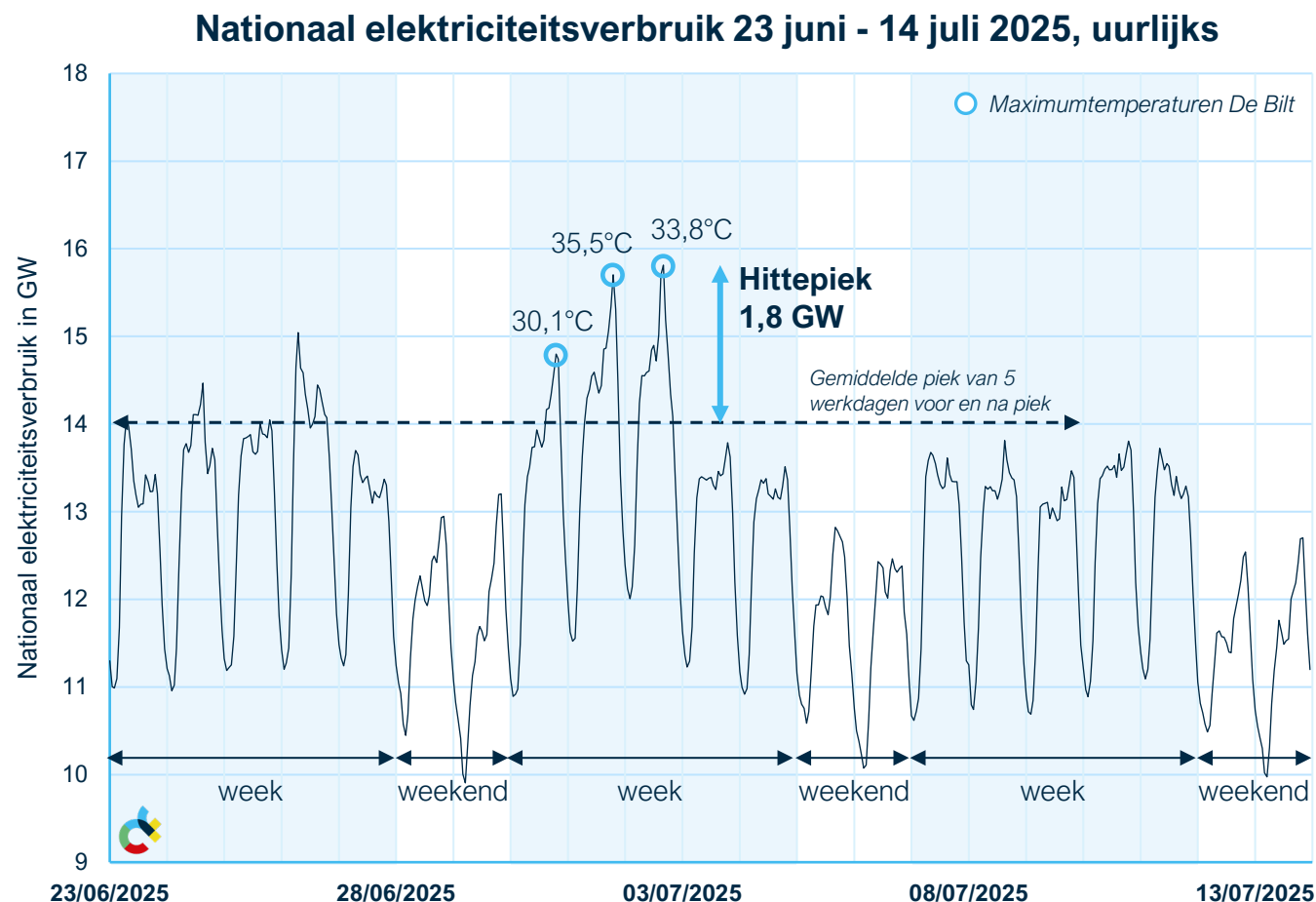
De verschillende actieve systemen hebben een groot verschil in prestaties



Bron: TNO 2023

2.2 Ruimte op het elektriciteitsnet

Nu al zijn forse hittepieken zichtbaar in het Nederlandse elektriciteitsverbruik



In 2025 zagen we een sterke piek in het Nederlands elektriciteitsverbruik in de vroege avond van drie zeer warme dagen: maandag 30 juni tot en met woensdag 2 juli. De piek lag ca. 1,8 GW hoger dan op de werkdagen voor en na deze periode, met meer gemiddelde zomer-temperaturen (maxima tussen 19 en 26°C).

De pieken vertonen een duidelijk koelingprofiel (eind middag / begin avond)

Het gaat hier om nationale vraag, dus de pieken kunnen ook een extra koelvraag uit kantoren, koelhuizen etc. omvatten.

Dergelijke pieken zullen in het algemeen ook leiden tot hoge elektriciteitsprijzen, wat zich bij dynamische energiecontracten ook weer vertaalt in hoge kosten voor koeling.

Bron data: ENTSO-E

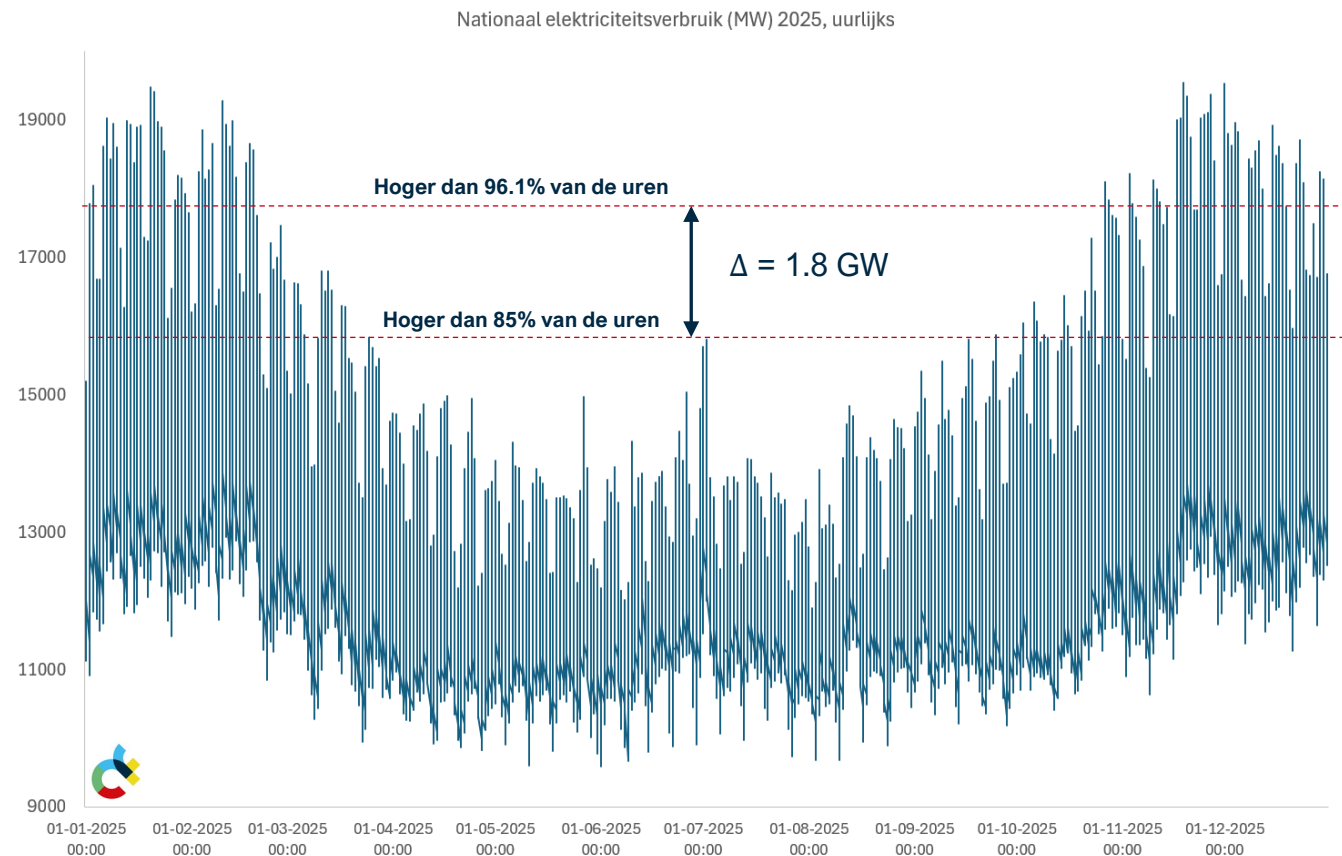
2.2 Ruimte op het elektriciteitsnet

De impact van koeling op netcongestie in zomer én winter kan al snel significant worden, ook op nationaal niveau

De hittepiek van +1.8 GW in 2025 dreef het hoogst gevraagde uurlijkse vermogen op naar **15,8 GW**; dat is hoger dan het vermogen in **85% van alle uren in het jaar**.

Met nog eens **1.8 GW erbij** (hitte-gerelateerde vraag *2) zouden deze hittepieken al bij de **hoogste 3,9% van de jaarlijkse nationale piekuren** komen. Lokaal en regionaal kunnen ze al eerder tot de hoogste jaarpieken behoren. Dit lijkt niet onmogelijk gezien de verwachte verdubbeling van het aantal airconditioners in de komende vier jaar. Wel kan de combinatie van zon-PV en het snelgroeiende batterij-vermogen deze pieken weer matigen.

Aangezien **85%** van de vaste airconditioners inmiddels ook gebruikt wordt voor **verwarming** ([bron](#)) zal er ook in de winter een extra piek ontstaan. Omdat deze in de periode met het hoogste verbruik van het hele jaar valt, kan dit netcongestie verergeren.



Bron data: ENTSO-E

2.2 Ruimte op het elektriciteitsnet

De impact gaat sterk toenemen door de snel stijgende penetratie van airco's in combinatie met de voortgaande opwarming

Op korte termijn is voor het energiesysteem vooral het snel stijgende aantal woningen met airconditioning van belang, met een voorziene verdubbeling van **ca. 25%** van alle woningen nu naar ongeveer **50% in 2030** ([bron](#)). Mensen die een airco hebben aangeschaft zullen deze gaan gebruiken, en waarschijnlijk ook in uren die vóór de aanschaf nog als dragelijk werden gezien.

Op langere termijn komt daar de langzaam stijgende zomertemperatuur bij, die in woningen met airco zal leiden tot een **hoger jaarverbruik** en een **hoger piekverbruik**. Ook zal dit de penetratie van airco's verder opdrijven.

Uit het TNO-onderzoek volgt dat vaste airco's gemiddeld op net zo veel dagen worden gebruikt als het aantal zomerse dagen ([bron](#)). Mobiele airco's worden iets minder vaak ingezet. Het aantal zomerse dagen zal in De Bilt tussen 2025 en 2050 naar verwachting met 30% stijgen (hoofdstuk 1), waarmee het aantal dagen inzet van airco's zal toenemen. Ook zullen de warmste dagen nog warmer worden ([bron](#)), waarmee de piekvraag ook blijft stijgen.

Jaar/Zichtjaar	Zomerse dagen	Aantal dagen gebruik airconditioner	
		Vast	Mobiel
Gemiddeld 1991-2020	28		
2021	20	24,4	16,4
2022	35	32,5	22,7
2030	32-36		
2050	40-49	40?	30?

Type	Laag	Gemiddelde	Hoog
Vaste airconditioner	21,3	34,8	51,5
Mobiele airconditioner	15,2	25,8	39,9

Uitgangswaarden voor de simulatie voor het aantal dagen gebruik van de airconditioner in 2030

Bron: TNO, KNMI

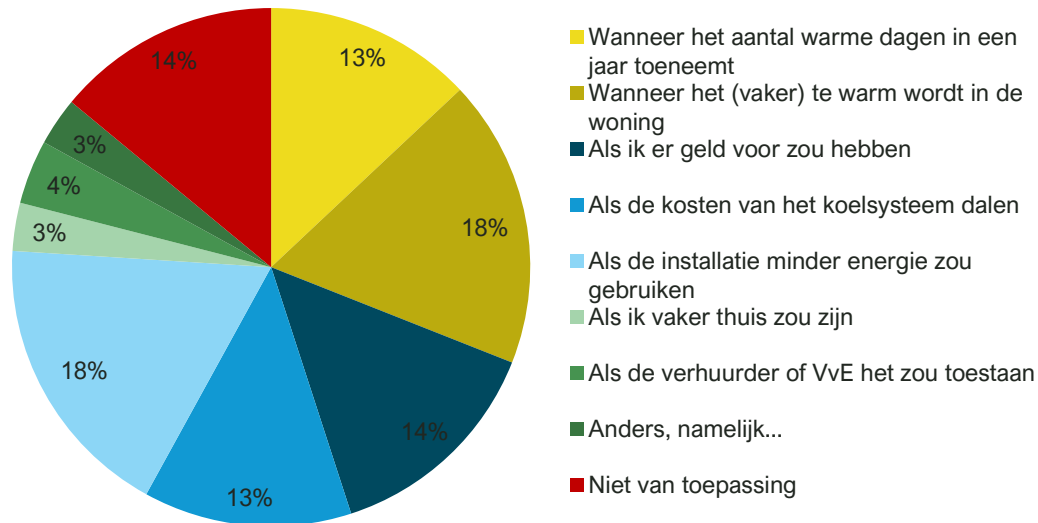
2.3 Impact van verwarming met airconditioners

De latente vraag naar koelinstallaties lijkt aanzienlijk

Uit onderzoek van TNO in 2023 kwam naar boven dat **45%** van de mensen zonder koelinstallatie deze wel **zouden willen hebben** als de **kosten (incl. energie) lager** zouden zijn. Voor **31%** zouden (nog) **hogere temperaturen** aanleiding zijn een koelinstallatie te overwegen ([bron](#)).

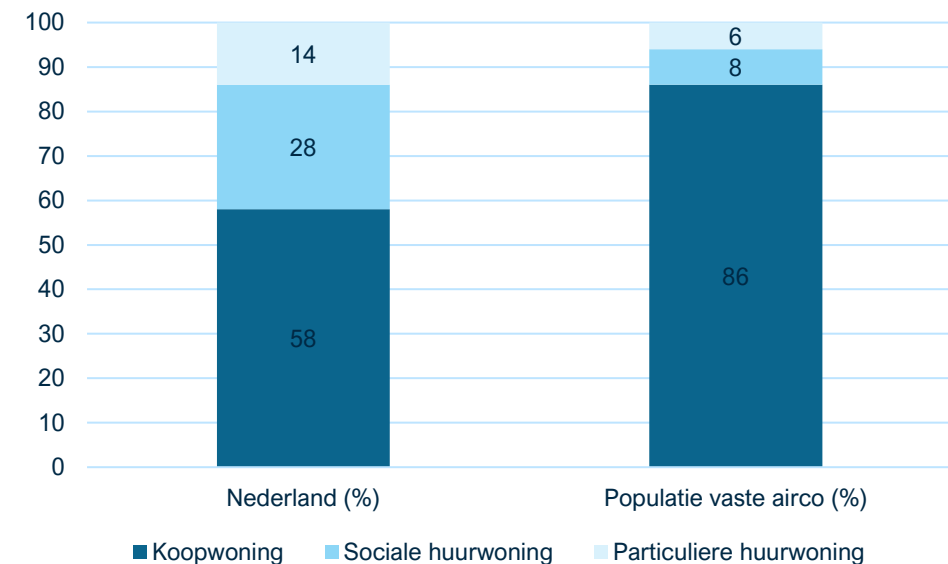
Vooral **koopwoningen** blijken momenteel te beschikken over **vaste** airconditioners. **Huurwoningen** (met name particuliere huur) hebben vaker een **mobiele airco** ([bron](#))

Onder welke omstandigheden zou je wel een koelinstallatie overwegen?



Bron: TNO

Eigendom woning



Bron: TNO

2.2 Ruimte op het elektriciteitsnet

Het grootste probleem van airconditioners voor het energiesysteem zijn de pieken in de elektriciteitsvraag

De **elektriciteitsvraag voor koeling** van woningen is nog bescheiden. Als iedere airconditioner 143 kWh/jaar gebruikt en iedere mobiele airconditioner 295 kWh/jaar (de inschatting van TNO voor 100% vollast in de gebruiksuren) is dit **5 tot 10% van het huishoudelijk elektriciteitsverbruik**; hierbij is de (conservatieve) aanname dat elk huishouden slechts één airconditioner heeft. Bij het huidige aantal airconditioners van beide typen, zou dit voor Nederland een jaarverbruik van 386 GWh/jaar betekenen, ofwel 0,4% van het nationale elektriciteitsverbruik.

Gezien het lage aantal draaiuren is de impact van het piekverbruik op het energiesysteem veel groter dan die van het totale jaarverbruik, zoals al te zien was in de grote koeling-gerelateerde pieken in het nationale elektriciteitsverbruik van 2025.

Wanneer de airconditioner ook gebruikt wordt voor verwarming zal het verbruik uiteraard stijgen. Doordat dit een hoge gelijktijdigheid zal hebben met de piekuren in de winter zal dit waarschijnlijk tot grotere problemen voor het elektriciteitsnet leiden dan de hittepiek in de zomer.

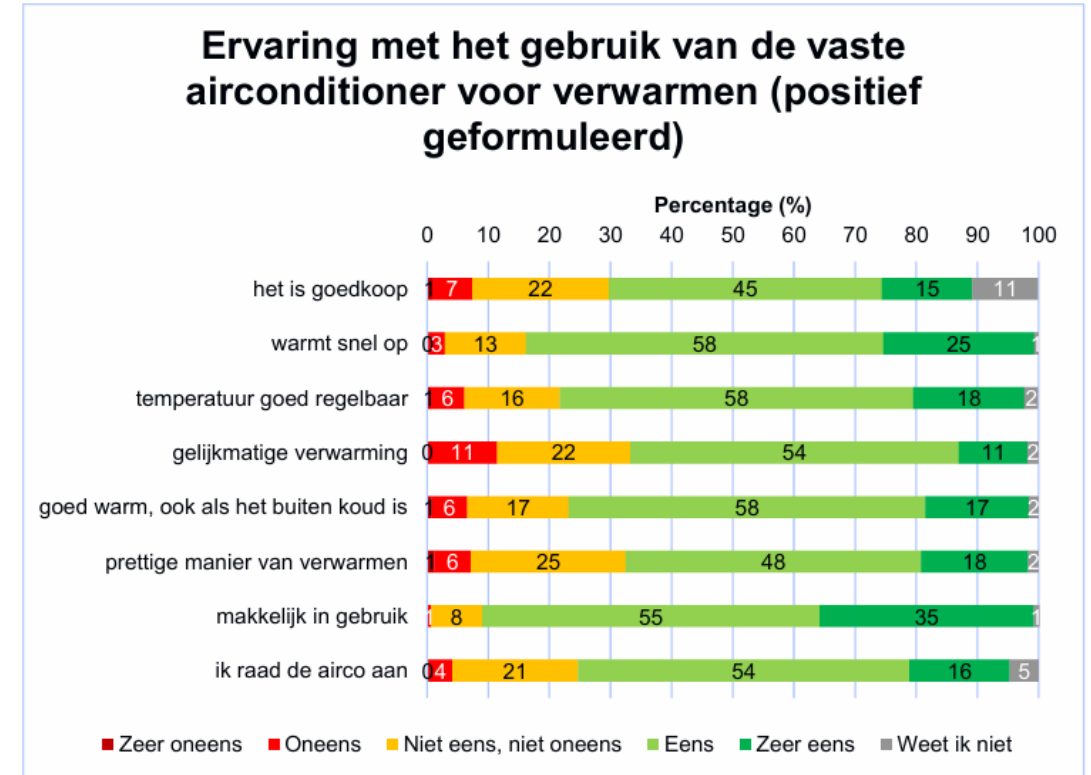
2.3 Impact van verwarming met airconditioners

Het gebruik van airconditioners voor verwarming kan leiden tot een extra piek in de winter

Onderzoek van [TNO](#) toont aan dat mensen **erg tevreden** zijn met hun **airconditioner als verwarming**. De airco is gebruiksvriendelijk, goedkoop en snel. Daarnaast is de airco een duurzamere manier van verwarmen dan met een CV-ketel op aardgas. In ongeveer de helft van de gevallen wordt er naast een airco ook nog een ander systeem gebruikt om het huis te verwarmen ([bron](#)).

Het feit dat 83% van de respondenten '**warmt snel op**' als voordeel noemt doet vermoeden dat de airco vaak op vol vermogen wordt aangezet, mogelijk als de mensen thuiskomen. Dit kan samenvallen met de avondpiek in het elektriciteitsverbruik van Nederlandse huishoudens. Daarmee zou het de netcongestie verzwaren; in het recente voorstel van Netbeheer Nederland valt dit binnen de uren met de hoogste nettarieven.

Gemiddeld gebruikt 85% van de Nederlandse huishoudens met een vaste airco deze ook om te verwarmen. Dit aandeel ligt hoger bij koopwoningen (93%) dan bij sociale huurwoningen (77%) en particuliere huurwoningen (65%).



Figuur 4.15: Antwoorden op diverse stellingen over hoe respondenten het gebruik van de vaste airconditioner voor verwarming ervaren (n=534)

Bron: TNO

2.4 De klimaatimpact van een airconditioner

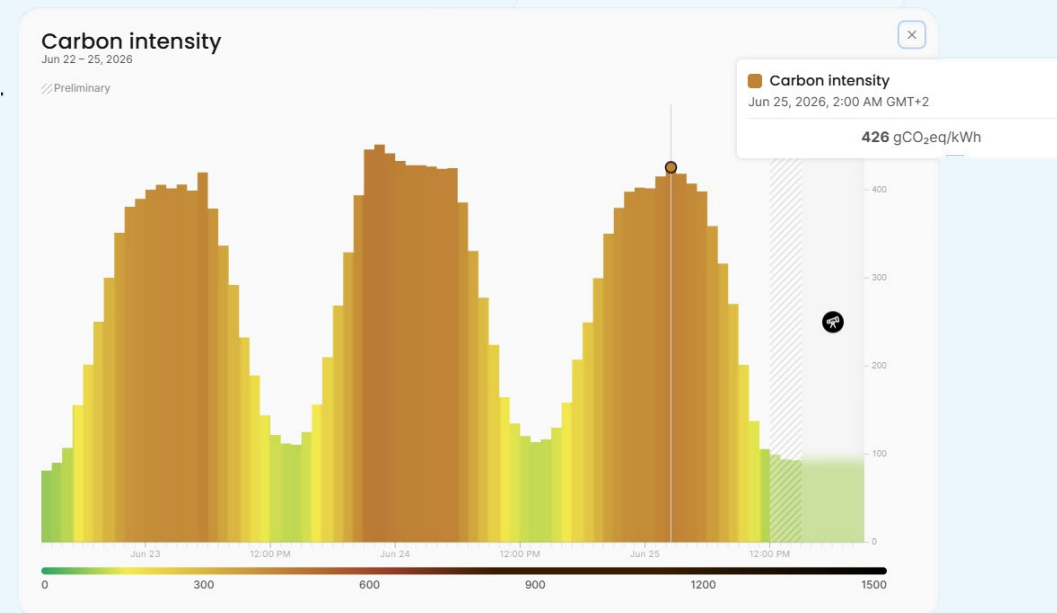
Bij een lage opwek uit wind en zon zijn de emissies van de verbruikte elektriciteit hoog

De uitstoot van het gebruik van airconditioners bestaat uit drie delen:

1. De emissies van de gebruikte energie
2. De emissies van de gebruikte koudemiddelen
3. De emissies van de productie van airco's

1 Bij een verbruik van 240 kWh per jaar (40 dagen 6 uur per dag met 1 kW vermogen) en de Nederlandse gemiddelde emissiefactor van 0,20 kg/kWh CO₂ is de uitstoot over een levensduur van 15 jaar **ongeveer 720 kg CO₂**.

Gelijktijdigheid met zonnepanelen verlaagt de uitstoot in de middag, maar de koelvraag in avond en nacht kan leiden tot hogere emissies. Bij weinig opwek uit wind worden dan gascentrales bijgeschakeld. Tijdens de hittegolf van juni 2026 werd de emissiefactor 's nachts geschat op meer dan 0,4 kg/kWh CO₂ (zie rechts). Met deze factor zou de uitstoot verdubbelen.



Bron: electricitymaps.com

2.4 De klimaatimpact van een airconditioner

Voor de klimaatimpact van koelsystemen zijn naast energieverbruik ook lekkage van koudemiddel en de ketenemissies van belang

2 De koudemiddelen in airconditioners bestaan vaak zijn vaak F(luor)-gassen. Het tot voor kort meest gebruikte R-410A gas heeft een global warming potential (GWP) van 2.088 (dus per kg 2.088 keer zoveel uitstoot als CO₂). Momenteel wordt vaak R-32 gebruikt vanwege de lagere GWP. Deze F-gassen worden tot 2035 uitgefaseerd door regels vanuit de EU en veelal vervangen door propaan, met een GWP van 3 ([bron](#)).

Een airco is gevuld met ongeveer 0,5-1,5 kg koudemiddel en lekt gemiddeld 2-5% per jaar. Bij een goede verwerking van de airco aan het eind van de levensduur kan een groot deel van het overige koudemiddel teruggewonnen worden (70-80%)([IPCC](#)). De overige 20-30% lekt alsnog.

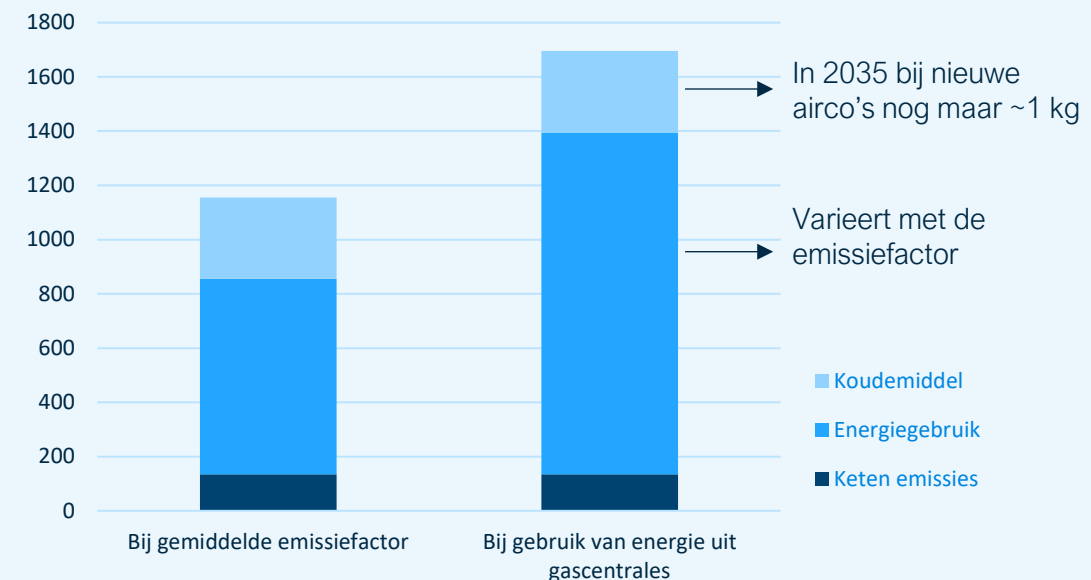
3 De ketenemissies van een airco zijn ~3,1-3,8 kg CO₂eq per kg gewicht ([bron](#)). Voor een unit van 40 kg komt dit neer op circa **124 tot 152 kg** CO₂eq.

De totale uitstoot van een split unit met een levensduur van 15 jaar en R-32 als koudemiddel is 1100-1600 kg CO₂eq. Dit is de uitstoot van één jaar aardgasgebruik voor verwarming bij een goed geïsoleerde woning.

Koudemiddel	GWP	% vrijgekomen*	CO ₂ eq per split unit
R410A	2,088	44%	460 - 1.379 kg
R32	675	44%	149 - 445 kg
Propaan (R290)	3	44%	0,6 - 2 kg

*(bij 15 jaar levensduur, 2% lekkage per jaar en goede verwerking van overgebleven koudemiddelen)

Klimaat-effect van een split-unit bij levensduur van 15 jaar (in kg CO₂eq)



An aerial photograph of a Dutch city, likely Utrecht, showing a canal winding through a dense urban area. The canal is flanked by lush green trees and historic buildings. In the background, a prominent church spire and a modern high-rise building are visible against a blue sky with scattered clouds. A yellow rectangular overlay is positioned on the left side of the image, containing the title text.

Hoofdstuk 3 Effecten van natuurlijke en passieve koeling

Effecten van natuurlijke en passieve koeling

Aanpak volgens de ladder van koeling

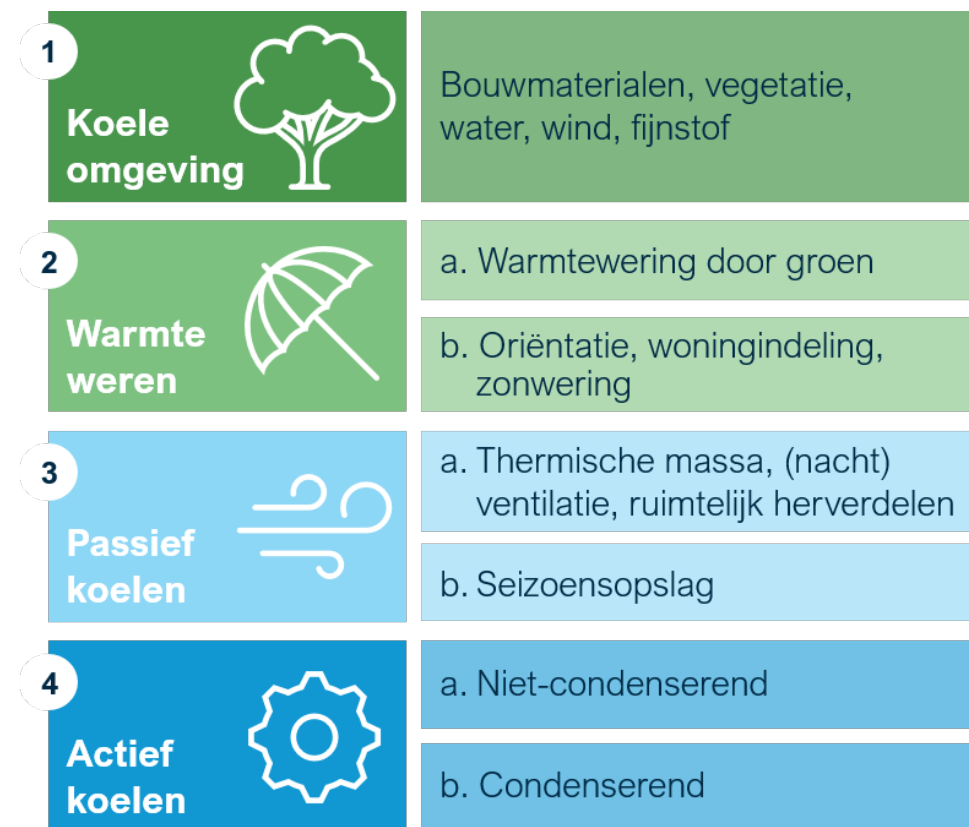
Om de effecten van **natuurlijke en passieve koeling** te duiden, wordt gebruik gemaakt van de **ladder van koeling**, ontwikkeld in het Overleg Standaarden Klimaatadaptatie (OSKA)

Deze geeft **de maatschappelijke voorkeursvolgorde** aan van de stappen die genomen kunnen worden tegen de hitte in huis.

Per stap zullen we aangeven wat de **mogelijkheden** zijn en wat de **impact** hiervan is. Daarbij:

- splitsen we Warmte weren (stap 2) op in warmtewering door groen (2a) en door (niet-groene) gebouwgebonden factoren (2b)
- nemen we bij Passief koelen (stap 3) seizoensopslag als subcategorie 3b
- splitsen we Actief koelen (stap 4) op in niet-condenserend (4a) en condenserend koelen (4b)

Ook waar actief koelen wordt toegepast kunnen de eerdere stappen het benodigde vermogen en het gebruik daarvan reduceren.



Common Futures bewerking van de ladder van koeling ontwikkeld in het Overleg Standaarden Klimaatadaptatie.

Effecten van natuurlijke en passieve koeling

Hoe we de effecten van de opeenvolgende stappen analyseren

De impact van de maatregelen is berekend op basis van het rapport 'Klimaatadaptatie verduurzaming gebouwde omgeving' van Nieman, waarin de jaarlijkse koelvraag in een woning is gemodelleerd. In de studie wordt een naar de isolatiestandaard geïsoleerde tussenwoning met oost-westoriëntatie gemodelleerd (specificaties in bijlage).

Hittestress kan op verschillende manieren worden beoordeeld. Zo berekent Nieman zowel de gewogen temperatuur overschrijding (GTO) als de adaptieve temperatuur grenswaarden (ATG). In deze analyse is gekozen voor de GTO, omdat deze indicator direct aansluit bij de wettelijke TOjuli-eis voor nieuwbouwwoningen. Bij nieuwbouwwoningen wordt deze eis gemeten op basis van het referentieklimaatbestand NEN 5060: T05 wat een relatief warm referentiejaar is.

Per maatregel is de reductie van de GTO bepaald op basis van de resultaten uit de Nieman-studie. Omdat deze studie niet ingaat op het effect van groen en blauw in de omgeving zijn een aantal aanpassingen gedaan met betrekking tot het stedelijk hitte eiland en de mate van zonwering door groen.

Gewogen Temperatuur Overschrijding (GTO)

Sommeert overschrijdingsuren boven 25°C, gewogen naar de mate van overschrijding. Hoe langer en verder de binnentemperatuur boven 25°C ligt, hoe hoger de GTO. Grenswaarde: 1,2 Kh/dag (NTA 8800), overeenkomend met 450 GTO-uren.

Adaptieve Temperatuur Grenswaarden (ATG)

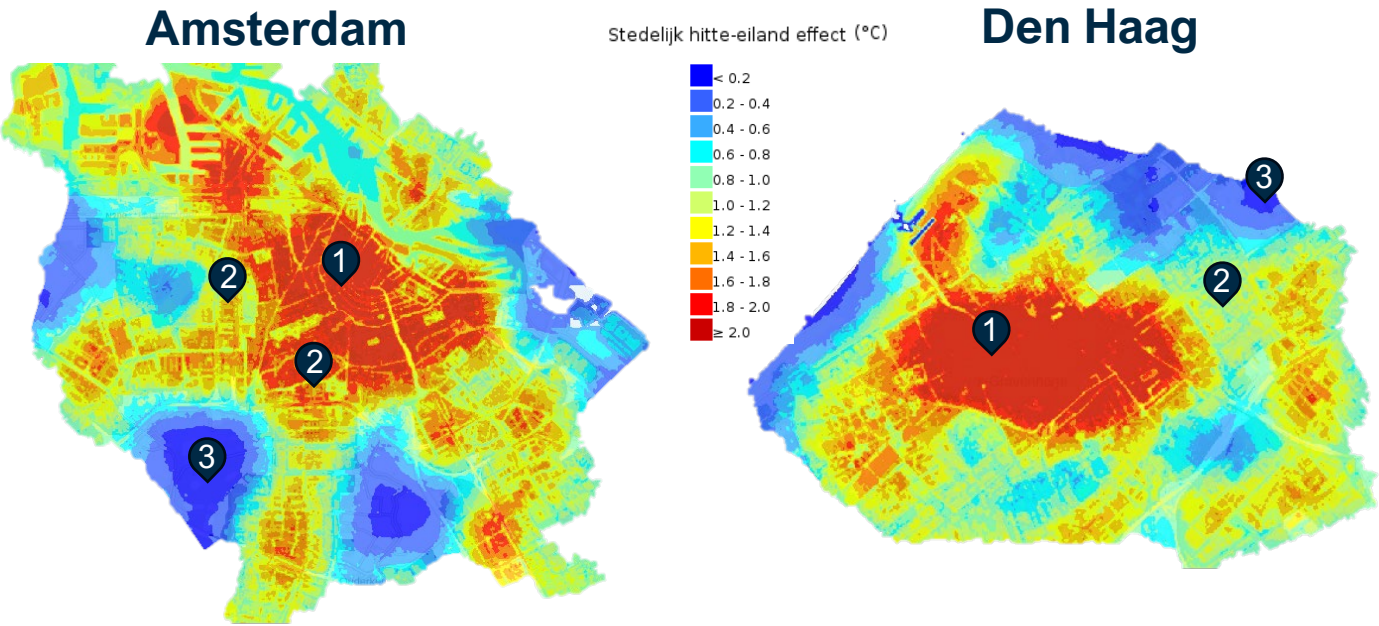
Comfortgrens beweegt mee met de gemiddelde buitentemperatuur van voorafgaande dagen. Kent drie klassen (A, B, C) met oplopende tolerantie. Uitkomsten zijn sterk afhankelijk van de gekozen klasse.



3.1 Koele omgeving

Een koele omgeving kan de buitenruimte meerdere graden afkoelen

De Atlas Leefomgeving geeft het huidige **verkoelende effect** weer van bomen, planten en waterpartijen (groene-blauwe infrastructuur) **in de stad**. Gekozen punten zijn ter illustratie. Binnenstedelijke gebieden met weinig groen-blauw hebben een huidig SHE van ongeveer 2,5°C ten opzichte van het buitengebied. In stedelijke gebieden met veel groen/blauw wordt dit gereduceerd tot ongeveer 1,2 °C. De cijfers zijn gemiddeldes van de maanden juni-augustus.



	SHE zonder groen/blauw	SHE bij huidige groen/blauw	Bijdrage reductie groen/blauw
1 Worst-case: Binnensteden met weinig groen/blauw	3,4 °C	2,3 - 2,7 °C	0,7 - 1,1 °C
2 Best-case: Binnensteden met veel groen/blauw	3,4 °C	1,0 - 1,4 °C	1,8 - 2,4 °C
3 Buitengebied		0 °C	3,4 °C

Bron: Kaarten | Atlas Leefomgeving



3.1 Koele omgeving

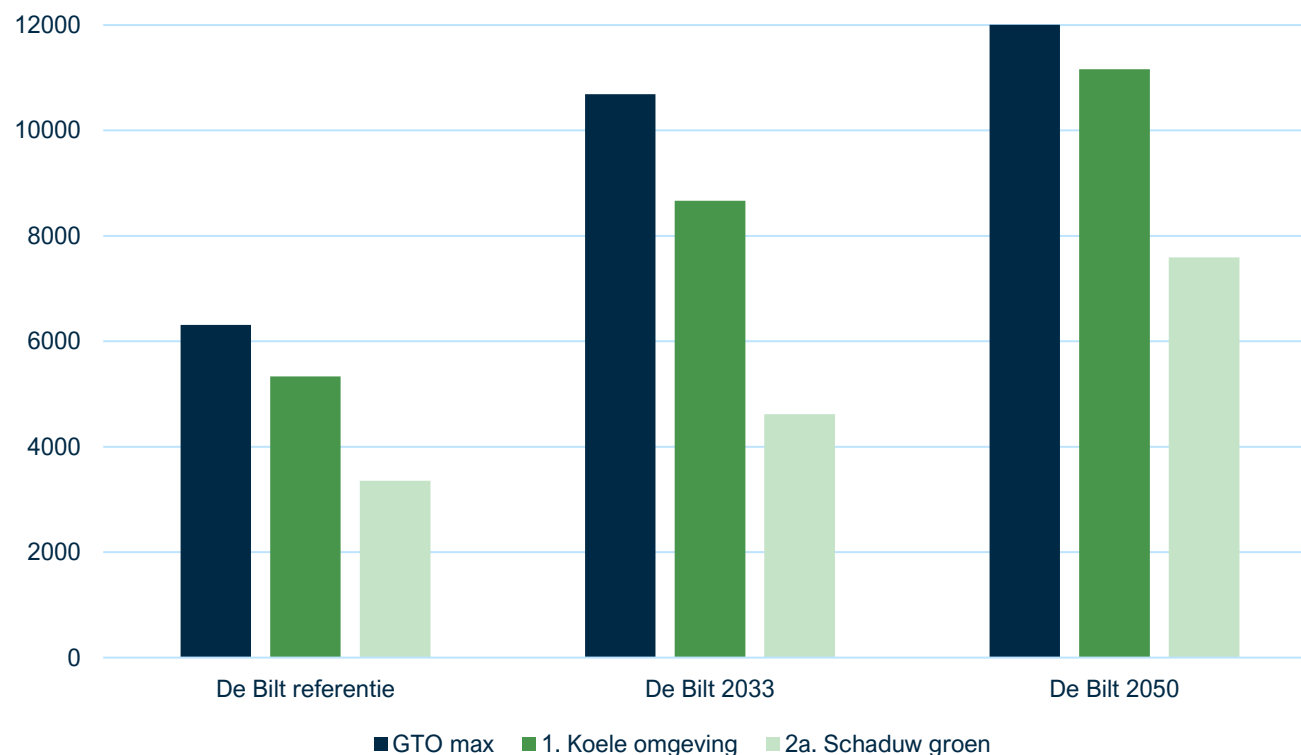
Een koele omgeving reduceert temperatuuroverschrijdingen in de woning, vooral als het groen ook de woning beschaduw

Voor de impact van een koele omgeving op het **stedelijk hitte eiland** (SHE) hebben we een mogelijke verlaging met **60%** meegenomen ten opzichte van het Nieman rapport. Dit komt overeen met de (best-case) **1,5°C** reductie bij een SHE van **2,5°C**. Dit lijkt realistisch de hoogst haalbare verkoeling te zijn in de stad ([bron](#)).

Voor de **schaduw van groen** is een factor van **48% van het totale zonweringspotentieel** genomen, bij een [onderzoek](#) in Vancouver was dit de maximaal haalbare energieverlaging van schaduw van bomen in de stad. Uiteraard werkt dit beter bij laagbouw dan bij hoogbouw.

In de berekeningen is uitgegaan van een **standaard geïsoleerde tussenwoning** met een oost/west oriëntatie. In een appartement kan het aantal GTO's nog flink hoger zijn, maar in een woning met noord/zuid oriëntatie weer tot 60% lager ([bron](#)).

Impact koeling op aantal GTO's* in de woonkamer



Bron: Gebaseerd op data uit Nieman (2025); eigen analyse en bewerking.

*Woningtype en isolatiestandaarden van berekening staan in de bijlage (slide 48)



3.1 Koele omgeving

Een natuurlijke koele omgeving heeft vele voordelen





3.1 Koele omgeving

Groene en witte daken/gevels hebben bij geïsoleerde woningen vooral impact op de luchttemperatuur buiten.



Groen dak

- Bij geïsoleerde daken is het effect op de binnentemperatuur beperkt [bron](#).
- Groene daken kunnen de koelvraag binnen met 20-60% verlagen in **niet geïsoleerde** woningen. Voor groene gevels blijkt ongeveer eenzelfde efficiëntie ([bron](#)).
- Groene daken hebben ook een aantal andere positieve effecten zoals; luchtzuivering en waterretentie ([bron](#)).



Groene gevel

- Bij een goed geïsoleerde gevel is het effect op de binnentemperatuur beperkt.
- Groene gevels verlagen aan de buitenkant de luchttemperatuur met ongeveer 1,2 °C en de gevoelstemperatuur binnen een halve meter met ongeveer 6,4 °C ([bron](#)).
- Andere positieve effecten van groene gevels zijn de (geluids)isolatie, luchtkwaliteit en waterretentie.



Wit dak

- Bij geïsoleerde daken is het effect op de binnentemperatuur beperkt.
- Witte daken weerkaatsen meer zonlicht en verlagen hierdoor de temperatuur van en vlak boven het dak. De verlaagde temperatuur boven het dak heeft een positieve impact op de efficiëntie van zonnepanelen.
- Onderzoek in Berlijn toont aan dat witte daken het SHE sterker reduceren dan groene daken ([bron](#)).



3.2 Warmte weren

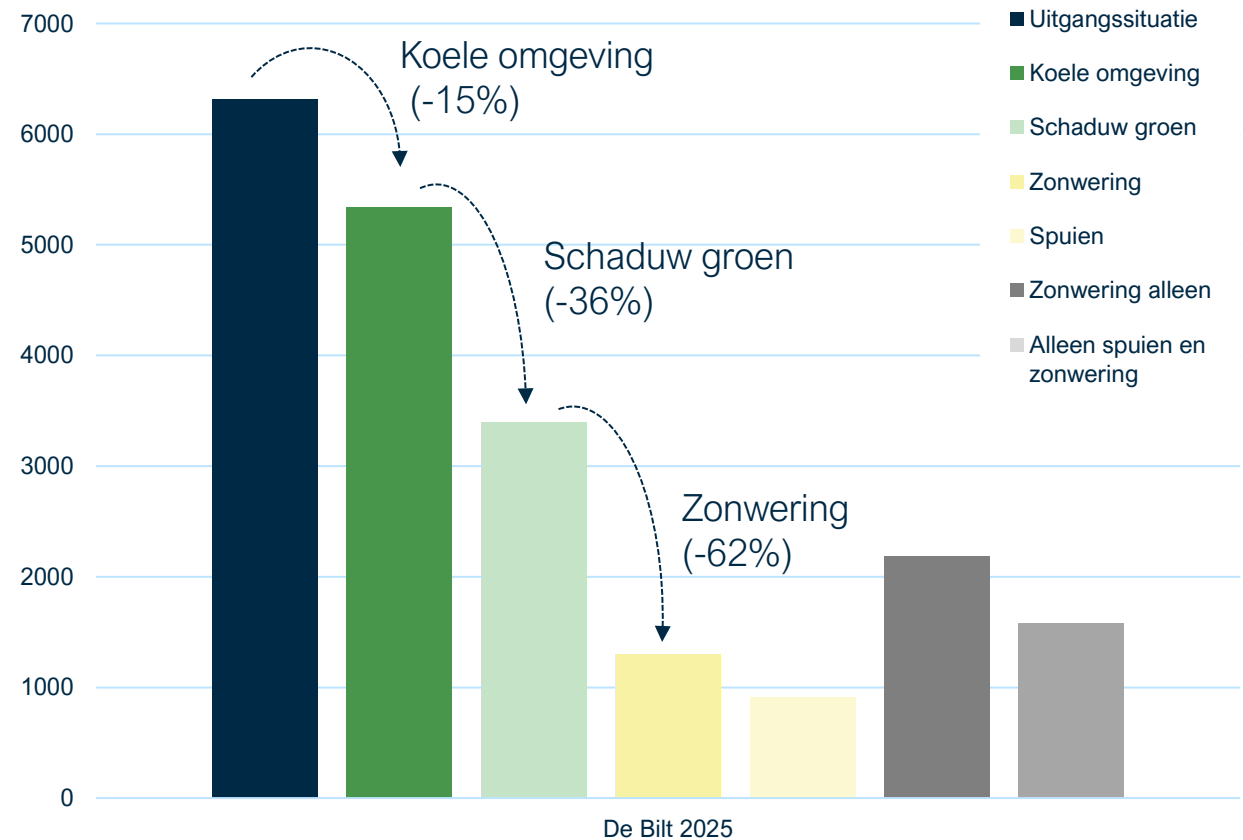
Zonwering heeft een groot effect op het zomercomfort

Naast het realiseren van een koele omgeving hebben zonwering en nachtelijke ventilatie ook een enorme impact op hitte in de woning.

De impact van beide maatregelen zijn wel gedragsafhankelijk. Ook hebben beide maatregelen verder geen invloed op de leefbaarheid van de omgeving.

Door toepassing van de combinatie van **een koele omgeving** en **warmte weren** (Groene en gele staven) vermindert het aantal GTO's per jaar zeer sterk.

Zonder een koele omgeving helpt zonwering ook, het aantal GTO-uren blijft dan echter **te hoog** (grijze staven).



Bron: Gebaseerd op data uit Nieman (2025); eigen analyse en bewerking.
*Woningtype en isolatiestandaarden van berekening staan in de bijlage (slide 22)



3.3a Passief koelen

Goede (nacht)ventilatie kan het comfort verder verhogen; de effectiviteit daarvan neemt wel af naarmate het warmer wordt

Bij passief koelen is voor bestaande woningen vooral ventilatie van belang. De thermische massa en de ruimtelijke indeling hebben zeker ook impact op het zomercomfort, maar zijn lastiger aan te passen in bestaande bouw.

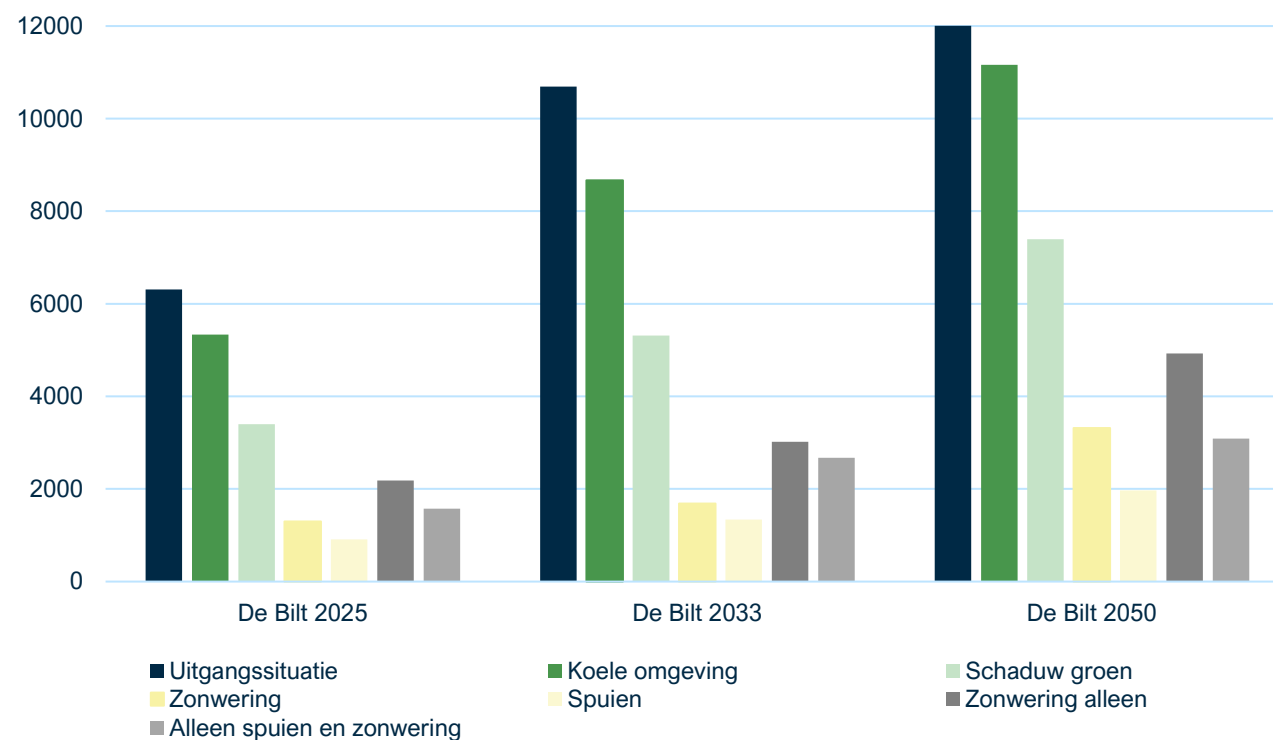
Ventileren (of ‘spuien’ door het openen van ramen) op de juiste momenten kan het **aantal GTO's** nog verder **reduceren**.

Als de buitentemperatuur **toeneemt**, neemt het **potentieel van ventileren af**. Het SHE versterkt dit: juist op de momenten dat koeling normaliter het meest effectief is, in de avond- en nachturen, is het dan minder koel. Het SHE verminderen leidt dus weer tot een hoger ventilatiepotentieel.

Voor **ventilatie en zonwering** is een realistisch mogelijke maximale verlaging van GTO genomen van **80%** op basis van Bron.

Eindrapport - De groeiende vraag naar koeling

Impact van maatregelen op de gewogen temperatuuroverschrijding



Bron: Gebaseerd op data uit Nieman (2025); eigen analyse en bewerking.

*Woningtype en isolatiestandaarden van berekening staan in de bijlage (slide 51)



3.3b Passief koelen

Voor de resterende koelvraag kan Warmte-koudeopslag (WKO) worden ingezet, voor benutting van in de winter opgeslagen koude

Afhankelijk van de genomen maatregelen blijft er in het **midden-scenario** van het KNMI (Md = midden-droog) volgens Nieman in 2050 in **alle gevallen een groot risico op oververhitting**.

Daarom zal een vorm van koeling nodig zijn.

Om hierin te voldoen met in de winter opgeslagen koude is seizoensopslag nodig. Dit gebeurt vaak in combinatie met opslag van warmte voor ruimte-verwarming in de winter, in de vorm van water in aquifers, waterhoudende zandlagen in de bodem.

Veel van Nederland beschikt hiervoor over geschikte grondlagen. Het westen en zuidwesten hebben de meest geschikte bodemstructuur voor warmteopslag in aquifers.

PBL nam in haar Startanalyse (2025) voor de gemeentelijke warmtetransitie ook WKO's met een ZLT (zeer lage temperatuur)-warmtenet mee. Vanuit maatschappelijke kosten-perspectief komt dit niet naar voren als de gunstigste warmte-optie in veel buurten. Dit komt door de hoge kosten van een warmtenet, in combinatie

met PBL's aanname dat de bronnen slechts toereikend zijn voor bescheiden delen van buurten. Deze afweging kan anders liggen als de koelvraag ook meegenomen zou worden. In het Koersvaste Middenweg scenario van Netbeheer Nederland is meegenomen dat op landelijk niveau in 2050 2.000 GWh in seizoensopslag moet worden opgeslagen. Dit is enkele procenten van de huidige warmtevraag van woningen.

Voor individuele huishoudens of kleine groepen woningen is een bodemwarmtepomp een alternatief; deze onttrekt warmte (en in de zomer koelte) aan de bodem via een verticale bodemlus, vaak tot 100 meter diep of meer. Dit vergt een aanzienlijke investering, maar geeft een hogere COP (efficiëntie) dan een lucht-water warmtepomp, en daarmee minder druk op het elektriciteitsnet. Ook biedt deze oplossing de mogelijkheid om bodemkoelte rechtstreeks voor koeling in te zetten, waarbij nauwelijks elektriciteit nodig is.

De investering kan mogelijk gereduceerd worden als bodem-warmtepompen collectief worden toegepast en gestimuleerd.



3.3b Passief koelen

De opgave van het koelen van woningen en de impact daarvan op het energiesysteem zijn sterk verbonden met de warmtetransitie

Bij toepassing van (hybride) **warmtepompen** kan koeling meegenomen worden in het ontwerp:

- Lucht-water warmtepompen zijn vaak reversibel. Ze kunnen dan koude leveren aan vloerverwarming of convectoren.
- Een bodemwarmtepomp kan zeer zuinig passief koelen (met de temperatuur van het grondwater) of ook ingezet worden voor actieve koeling.
- Er komen de laatste jaren oplossingen op de markt waarbij warmtepompen ook kunnen voorzien in actieve koeling.

Een **MT (middentemperatuur) warmtenet** heeft doorgaans geen oplossing voor koeling. Bij toepassing daarvan moet dus goed nagedacht worden over hoe de koeling dan wel geregeld gaat worden, ook om te voorkomen dat het elektriciteitsnet niet alsnog verzwakt moet worden voor actieve koeling. Een apart koudenet kan aangelegd worden, maar is vooral voor utiliteitsgebouwen een

oplossing. In woningen kunnen eventueel bijgeplaatste airco's de business case van het warmtenet verslechteren wanneer deze voor ruimteverwarming ingezet worden.

Een **ZLT (zeer lage temperatuur) warmtenet** kan zowel warmte als koude leveren, vooral in combinatie met een WKO (warmte/koude opslag). Het is dan een voorbeeld van passieve koeling, zoals eerder beschreven. Dit moet ook goed in het ontwerp en de communicatie worden meegenomen. De bodem is in grote delen van Nederland in principe geschikt voor aanleg van een WKO (RVO Warmteatlas, via [PBL](#)).



3.4 Actieve Koeling

Actieve koeling kan condenserend of niet-condenserend

Waar een WKO niet mogelijk is zal bij een verhoogde hittestress gebruik gemaakt worden van actieve koeling. Deze actieve koeling kan condenserend of niet-condenserend plaatsvinden. Het belangrijkste verschil tussen beide is de beschikbare koelcapaciteit en de duur waarmee deze kan worden geleverd.



Niet-condenserend: Koelen zonder compressor

Voorbeeld: convector op lucht-water warmtepomp

Aanvoertemperatuur	15-18 °C
Koelvermogen	~20-60 W/m ²
Gelijktijdigheid	Laag
Investeringskosten	€2.500-5.000
Efficiëntie	Hoger
Maximale koeling	Beperkt (enkele °C)

Waar mogelijk verdient niet-condenserend koelen de voorkeur: lagere netbelasting, hogere efficiëntie en integratie met bestaande warmtepomp.



Condenserend: Koelen met compressor

Voorbeeld: split-unit airconditioner

Aanvoertemperatuur	12-15 °C met koudemiddel
Koelvermogen	~80-250 W/m ²
Gelijktijdigheid	Hoog
Investeringskosten (incl. montage)	€1.500 - 2.500 per unit
Efficiëntie	Lager
Maximale koeling	Groot (snelle verlaging, deels tijdelijk)

Grootschalige adoptie van split-units veroorzaakt gelijktijdige piekvraag op het elektriciteitsnet en versterkt het stedelijk hitte-eilandeffect via buiten afgegeven warmte.

2.4 De impact van de oplossingen

De grote impact op het energiesysteem betekent ook een fors potentieel voor reductie daarvan door het volgen van de ladder van koeling

Zowel het jaarverbruik als het (gelijktijdige) piekverbruik kunnen sterk gereduceerd worden door de **ladder van koeling** toe te passen. Enerzijds door de groei in penetratiegraad van airconditioners te vertragen, anderzijds door de piekverbruiken van de wel geïnstalleerde airconditioners te beperken.

Een 1-op-1 vertaling van de gewogen temperatuuroverschrijdingen (GTO) naar reductie van elektriciteitsverbruik bij toepassing van actieve koeling is niet te maken; voor een goede inschatting van de impact op het piekverbruik zijn solide modelberekeningen nodig. Nieman laat zien dat het elektriciteitsverbruik van woningen met actieve koeling in 2050 **meer dan gehalveerd** kan worden alleen al door toepassing van **zonwering**.

Gezien de grote impact van een koele omgeving, zonwering, en ventilatie op het zomercomfort in de woning – en daarmee op de koelvraag – kan het effect ervan op hittepieken in het nationale elektriciteitsverbruik in de orde van Gigawatten liggen. Regionaal en lokaal kunnen piekreducties bereikt worden die significant zijn ten opzichte van de netcapaciteit.

An aerial photograph of a Dutch city, likely Utrecht, showing a canal winding through a dense urban area. The canal is flanked by lush green trees and historic buildings. In the background, a prominent church spire and a modern high-rise building are visible against a blue sky with scattered clouds. A yellow rectangular overlay is positioned on the left side of the image, partially covering the canal and trees.

Hoofdstuk 4 Oplossingsrichtingen

Oplossingsrichtingen

Oplossingen voor koeling vragen om een integrale aanpak

De toenemende hitte in Nederland, de gevolgen daarvan voor de gezondheid, en de daardoor op gang gebrachte hausse in airconditioning vragen dringend om een **integrale aanpak**.

Meer **beplanting en waterpartijen (groen en blauw)** in woonwijken en steden zorgen voor verkoeling en beschaduwing. De voordelen voor gezondheid, energiesysteem, en biodiversiteit zouden meegewogen moeten worden in de financiering daarvan.

Zonwering aan de woning zelf zou bevorderd moeten worden en ventilatiesystemen zouden ook ingezet kunnen worden voor (nacht)koeling. Om deze systemen optimaal te benutten is het tijdstip en de manier waarop belangrijk. Bevorderingen in de bewustwording en het gedrag zijn hierbij nodig.

Met name in woningen die tijdens renovaties en groot onderhoud energetisch verbeterd worden neemt het risico op hittestress toe, terwijl **renovatie en groot onderhoud** juist **natuurlijke momenten** vormen waarop warmtebeperkende maatregelen eenvoudig en kostenefficiënt meegenomen kunnen worden.

Voor de resterende koelvraag zullen koelsystemen voor veel woningen onvermijdelijk zijn. Dan verdienen bodemwarmtepompen en warmte-koudeopslagsystemen de voorkeur, omdat ze effectief **gebruik maken van in de winter opgeslagen koude** om in de zomer te koelen. Hiermee zou bij keuzes in de warmtetransitie rekening gehouden moeten worden, door bijvoorbeeld te investeren in ZLT-netten die koude kunnen leveren.

Waar toch actieve koeling wordt ingezet, moet de toepassing van **efficiënte systemen** bevorderd worden, om geen onnodige problemen in het elektriciteitsnet te veroorzaken. En alle voorgaande maatregelen helpen ook om de energievraag en de gevraagde piekvermogens door actieve koelsystemen te beperken.

De **prioriteit** bij deze aanpak zou moeten liggen bij mensen die het meeste last van de hitte hebben, zoals huurders die zelf geen mogelijkheden hebben om een efficiënte airconditioning aan te schaffen en ouderen. Ook de regio's, steden en wijken met de zwaarste hittelast verdienen extra aandacht.

An aerial photograph of a Dutch city, likely Utrecht, featuring a canal with several boats, a stone bridge, and a prominent water tower on the left. The city is surrounded by lush green trees, and the sky is blue with scattered white clouds. The text 'Hoofdstuk 5' and 'Inspirerende voorbeelden' is overlaid on the image in white font.

Hoofdstuk 5 Inspirerende voorbeelden

Inspirerende voorbeelden

Voorbeelden van een groene stad



**Project Corredores Verdes -
Medellin**

Planten van 880.000 bomen en 2,5 miljoen kleine planten

- Gem. luchttemperatuur -3 graden
- Gem. oppervlaktetemperatuur -10 graden
- 40% minder luchtweginfecties
- 80% meer wandelaars
- Hogere werkgelegenheid



Ecodorp Klein Oers - Veldhoven

Duurzaam dorp

- Dorp met een zo klein mogelijke voetafdruk
- Negatieve CO₂ uitstoot
- Collectieve warmtepomp en waternet om zo autonoom mogelijk te leven.



Aeres Hogeschool - Almere

Gezondste hogeschool van Europa

- 15.000 planten, daktuinen
- Groen verlaagt stress, verbetert concentratie en stimuleert sociaal gedrag
- 20% betere schoolprestaties
- 7% minder gezondheidsklachten

Inspirerende voorbeelden

Voorbeelden van blauw in de stad



Foto: Wallaard Aannemersbedrijf

Waterplein – Rotterdam

Eerste waterplein ter wereld

- Door groen en blauw populaire plek voor de gemeenschap
- Succes heeft geleid tot realisaties in andere steden
- Vangt regenwater op



Foto Atelierdreiseitl

ABC waters programme- Singapore

Transformatie van kanalen naar rivieren

- Gem. luchttemperatuur min 2,21 graden overdag
- Min 1,69 graden 's nachts
- Kan 40% meer regenwater opvangen
- Sterk vervuild water weer schoon bron



Cheonggye stream - Seoul

Vervanging snelweg naar blauw-groene corridor

- 5,8km snelweg vervangen door rivier met groene oevers
- Temperaturen van 3,3-5,9 graden lager dan stedelijke wegen verderop
- Stijging biodiversiteit van 639%
- 35% verlaging fijnstof in de lucht. Van 74 naar 48 microgram per m³ Bron.

Inspirerende voorbeelden

Voorbeelden van warmte weren



Foto by Eline Coolen

Sultan Qaboos Mosque - Oman

Schaduwdoeken in Oman

- In Oman worden grote delen van de stad bedekt door schaduwdoeken.
- Ook alternatieven van Hennep en Jute worden gebruikt
- Dit levert bescherming tegen de zon op
- Tot 10 graden verlaging gevoelstemperatuur



Speeltuin in Brisbane - Australië

Hittevriendelijke speeltuin

- Schaduwdoeken en fonteintjes worden veel toegepast bij speeltuinen in Brisbane
- Kinderen vallen onder de risicogroep bij hittestress
- Speeltoestellen raken snel oververhit (tot 60 graden in NL)

Inspirerende voorbeelden

Voorbeelden WKO/passieve koeling



Bron foto

Mijnwater - Heerlen

5e generatie (ZLT) warmtenet

- In Heerlen maken ze gebruik van de mijnen als warmte- en koudebron
- Gebruikers kunnen onderling warmte en koude uitwisselen
- Zowel nieuwbouw als bestaande bouw kan aangesloten worden



Foto by Eva Plevier

Elzenhagen zuid- Amsterdam

Hybride WKO

- Een WKO om mee te verwarmen en koelen bij 2.000 woningen verdeeld over 12 villa's, 6 woontorens en 1 complex waar de WKO is gehuisvest.
- 18-20 °C koeling
- 30-40 °C verwarming

Inspirerende voorbeelden

Zonder maatregelen wordt het een fiasco



Foto: Anas Meister / Unsplash

Extreme hitte - Athene

Grootschalige natuurbranden in 2024

- Stad bestaat voor 80% uit gebouwen
- In Athene is het SHE tot 10 graden
- 0,96 m2 groen per inwoner in plaats van door WHO aangeraden 9 m2
- 100 miljoen dollar aan verlies in arbeidsproductiviteit ([Bron](#))



File photo by Tiziana FABI / AFP

Stroomuitval - Milaan

Tot 14 uur Stroomuitval door grootschalig airco gebruik

- Tropische maand zorgt voor 35% hoger verbruik energie.
- Verbruik in Milaan een van de hoogste van Europa en 5x zoveel als Rome
- Groen buiten, zonwering en ventilatie zouden in dit geval nog wel kunnen helpen. Of zelfs dit kunnen voorkomen door het energieverbruik te verlagen

Contactpersonen



Kees van der Leun

Directeur

kees.vanderleun@commonfutures.com

+31 6 3448 9770

Common Futures
Vondellaan 54, 3521 GH Utrecht
Nederland

+31 30 281 9699

info@commonfutures.com

linkedin.com/company/commonfutures/

www.commonfutures.com



Lisanne Havinga

Managing consultant

lisanne.havinga@commonfutures.com

+31 6 10377516

**Shaping
Change**

An aerial photograph of a Dutch city, likely Utrecht, featuring a canal with several boats, a stone bridge, and a prominent water tower on the left. The city is surrounded by lush green trees, and the sky is blue with scattered clouds. The text 'Bijlage Bronnenlijst' is overlaid on the image in white font.

Bijlage Bronnenlijst

Bronnenlijst

Bron	Organisatie/auteur	Slides	Hyperlink
KNMI – Klimaatdashboard / MD-scenario	KNMI	7	https://www.knmi.nl/klimaat#klimaatdashboard
KNMI – Klimaatscenario's 2023: kerncijfers	KNMI	7	https://klimaatscenarios-data.knmi.nl/kerncijfers
Independer – Onderzoek airco 2025	Independer	8	https://www.independer.nl/energie/info/onderzoek/airco-2025
KNMI Klimaatviewer – Kaart zomerse dagen, periode 1991–2020	KNMI	8	https://www.knmi.nl/klimaat-viewer/kaarten/temperatuur/zomerse-dagen/Periode_1991-2020
KNMI Klimaatviewer – Klimaatnormalen per meteorologisch station, 1991–2020	KNMI	8	https://www.knmi.nl/klimaat-viewer/grafieken-tabellen/meteorologische-stations/stations-met/stations-met_1991-2020
Slimster – Kwart van de woningen heeft een airco; vooral in Limburg en Drenthe populair	Slimster	8	https://slimster.nl/nieuws/kwart-van-de-woningen-heeft-een-airco-vooral-in-limburg-en-drenthe-populair/
Atlas Leefomgeving – Kaart stedelijk hitte-eiland / groen-blauwe verkoeling	Atlas Leefomgeving	9, 30, 31	https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten?config=3ef897de-127f-471a-959b-93b7597de188&gm-x=150000&gm-y=455000&gm-z=3&gm-b=1544180834512,true,1;1553765898047,true,0.8;&activateOnStart=info&deactivateOnStart=layercollection
Newswise – Use of air conditioners increases nighttime temperatures and escalates demand for air conditioning	Newswise	9	https://www.newswise.com/articles/use-of-air-conditioners-increases-nighttime-temperatures-escalates-demand-for-air-conditioning
Nieman – Klimaatadaptatie verduurzaming gebouwde omgeving	Nieman / TKI Urban Energy	9, 24, 29, 31	https://www.energy-innovation.nl/documents/1458/20250320_Rapport_Klimaatadaptatie_verduurzaming_Gebouwde_Omgeving_-_Nieman.pdf
Allianz Research – Heat economics	Allianz Research	10	https://www.allianz.com/en/economic_research/insights/publications/specials_fmo/260528-heat-economics.html
ILO – Increase in heat stress predicted to bring productivity loss equivalent to 80 million jobs	International Labour Organization	10	https://www.ilo.org/resource/news/increase-heat-stress-predicted-bring-productivity-loss-equivalent-80
RIVM – Hitte: kwetsbare groepen	RIVM	10	https://www.rivm.nl/hitte/kwetsbare-groepen
RIVM – Hogere sterfte tijdens hitteperiode in juli	RIVM	10	https://www.rivm.nl/nieuws/hogere-sterfte-tijden-hitteperiode-in-juli
RIVM – Klimaatverandering leidt nu al tot meer sterfte door hitte	RIVM	10	https://www.rivm.nl/nieuws/klimaatverandering-leidt-nu-al-tot-meer-sterfte-door-hitte
ScienceDirect / The Lancet Planetary Health – artikel over hitte, gezondheid en productiviteit	ScienceDirect	10	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519618302377
Signalen Leefomgeving – Hitte	PBL/RIVM e.a.	10	https://www.signalenleefomgeving.nl/signalen/hitte
Open Overheid – document over gebruik van airconditioners voor verwarming	Rijksoverheid / Open Overheid	11	https://open.overheid.nl/documenten/227bcd7f-6b14-4f24-ad3d-0447ef0bc00a/file
TNO – TNO-2024-R11165, airconditioners/koeling in woningen	TNO	11, 16, 20, 21	https://publications.tno.nl/publication/34643172/0QzXXhpm/TNO-2024-R11165.pdf

Bronnenlijst

Bron	Organisatie/auteur	Slides	Hyperlink
TNO – TNO-2026-R10085, gebruik van airconditioners voor verwarming/koeling	TNO	11, 18, 19	https://publications.tno.nl/publication/34645573/Kn0hMCxQ/TNO-2026-R10085.pdf
Klimaatadaptatie Nederland – Wie houdt het hoofd koel?	Klimaatadaptatie Nederland	12	https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/190282/230622-onderzoeksrapport-wie-houdt-het-hoofd-koel.pdf
Rijksoverheid – Tussen wensen en wonen: resultaten van het WoonOnderzoek Nederland 2024	Rijksoverheid	12	https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2025/04/10/kernpublicatie-woon-24/Tussen+wensen+en+wonen+Resultaten+van+het+WoonOnderzoek+Nederland+2024.pdf
Waarstaatjegemeente – Lokale Monitor Wonen	VNG / Waarstaatjegemeente	12	https://www.waarstaatjegemeente.nl/mosaic/dashboard/Lokale-Monitor-Wonen?
Open Overheid – Nationale Hitteaanpak	Rijksoverheid / Open Overheid	13	https://open.overheid.nl/documenten/25ddfe78-dd47-462c-878e-2ad49c2a51b5/file
RVO – BENG-indicatoren: TOjuli, beperken risico op oververhitting nieuwbouwwoningen	RVO	13	https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng/indicatoren#tojuli%3A-beperken-risico-op-oververhitting-nieuwbouwwoningen
VNG – Wet en besluit gemeentelijke instrumenten warmtetransitie	VNG	13	https://vng.nl/artikelen/wet-en-besluit-gemeentelijke-instrumenten-warmtetransitie?utm_source=chatgpt.com
TNO – TNO-2023-P11124, airconditioners in woningen	TNO	20	https://publications.tno.nl/publication/34641183/N2KC7S/TNO-2023-P11124.pdf
NOS – Nieuwe KNMI-scenario's: grote gevolgen in Nederland door veranderend klimaat	NOS	21	https://nos.nl/collectie/13871/artikel/2493464-nieuwe-knmi-scenario-s-grote-gevolgen-in-nederland-door-veranderend-klimaat
PBL – Concept verdiepend rapport Startanalyse 2025	PBL	23	https://startanalyse.pbl.nl/system/files/document/2025-02/pbl-2025-Concept-Verdiepend-rapport-Startanalyse-2025-5630.pdf
CBS – Energie en emissiefactoren elektriciteit, update 2024	CBS	25	https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2025/49/energie-en-emissiefactoren-elektriciteit-update-2024
IPCC – Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System, Chapter 5	IPCC	26	https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/sroc/sroc05.pdf
Milieu Centraal – Airco en ventilatoren	Milieu Centraal	26	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/airco-en-ventilatoren/
Wiley / Energy Research – artikel over embodied/ketenemissies airconditioner	Wiley	26	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1155/er/3009762
Climate Central – Urban Heat Hot Spots blocks map	Climate Central	30	https://app.climatecentral.org/dataviz/urban-heat-hot-spots/blocks-map
Common Futures – Grafieken effect koeling.xlsx	Common Futures	30	https://commonfutures.sharepoint.com/sites/2022/Shared%20Documents/Team/Active%20Projects/2026-08%20TKI%20UE%20Koeling%20-%20studie/Preliminary%20products/Grafieken%20effect%20koeling.xlsx?web=1
Buildings and Cities – artikel over schaduw/groen en zonweringspotentieel	Buildings and Cities	31	https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.353?

Bronnenlijst

Bron	Organisatie/auteur	Slides	Hyperlink
Google Books – bron over groen, stress, productiviteit en creativiteit	Google Books	32	https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=7180AAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=TrPXNMm6YI&sig=wC5ub39_2EMNhUwYahcFR-cV9ak&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
A+BE – artikel over albedo/witte daken en stedelijk hitte-eiland	A+BE	33	https://aplusbe.eu/index.php/p/article/view/46/46
Groene Huisvesters – Hittegroep: maatregel groen-blauw	Groene Huisvesters	33	https://groenehuisvesters.nl/hittegroep/maatregelen/groen-blauw/
Nature Scientific Reports – artikel over groene gevels en verkoeling	Nature / Scientific Reports	33	https://www.nature.com/articles/s41598-025-26214-7
ScienceDirect – artikel over groene daken en binnentemperatuur	ScienceDirect	33	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132304003427
ScienceDirect – artikel over groene daken/gevels en koelvraag	ScienceDirect	33	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214033979
ScienceDirect – artikel over groene/witte daken en stedelijk hitte-eiland	ScienceDirect	33	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132322003213
WUR eDepot – publicatie over effect groen dak en isolatieniveau	Wageningen University & Research	33	https://edepot.wur.nl/500243
HvA – Factsheets RAAK: Hitte in de woning	Hogeschool van Amsterdam	35	https://pure.hva.nl/ws/files/47906916/Factsheets-RAAK-Hitte_in_de_woning-HvA-spread_1_.pdf
Lokaal bestand – Netbeheer Nederland Scenario's Editie 2025	Netbeheer Nederland	36	https://www.netbeheernederland.nl/publicatie/netbeheer-nederland-scenarios-editie-2025
RVO/PBL – Warmteatlas viewer	RVO / PBL	36	https://www.warmteatlas.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2
Asia-Pacific Climate Change Adaptation Information Platform – ABC Waters Programme Singapore case study	AP-PLAT / NIES	42	https://ap-plat.nies.go.jp/adaptation-database/list/case-study/db1244.html?
Landscape Performance Series – Cheonggyecheon Stream Restoration Project	Landscape Architecture Foundation	42	https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration-project
The Place Bureau – Athens is raging with wildfires	The Place Bureau / Substack	45	https://theplacebureau.substack.com/p/athens-is-raging-with-wildfires

Bijlage

Waardes woningen berekeningen

In de GTO-berekeningen van Nieman is uitgegaan van een tot de Standaard geïsoleerde tussenwoning. Hierbij is het volgende meegenomen in de berekeningen:

- Een lager ventilatiedebiet door het aanbrengen van CO₂-gestuurde ventilatie
- Het verbeteren van de luchtdichtheid
- Het vervangen van het glas naar HR++-glas
- Het isoleren van de spouwmuur en het dak
- Het isoleren van de vloer, waardoor warmte uitwisseling met de kruipruimte/grond wordt verminderd

De warmtevraag waar mee gerekend is bij deze woning is $61 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2$

Ook wordt de schaduw door omringende bebouwing al meegenomen.

Limitatie: De invloed van de schaduw van bomen op de gevel is niet meegenomen.

[Bron](#)

Bijlage

Gebruikte tabellen en cijfers uit het Nieman-rapport: Klimaatadaptatie verduurzaming gebouwde omgeving

Uitgangssituatie:	GTO Tabel 54
Koele omgeving:	0,6* GTO verschil tabel 54
Schaduw groen:	0,48* (GTO tabel 54-GTO tabel 55)
Zonwering:	GTO tabel 55
Spuien:	GTO tabel 40
Zonwering alleen:	GTO tabel 31
Spuien zonder 1&2a:	GTO tabel 54 *0,25

Impact van maatregelen op de gewogen temperatuuroverschrijding

