

TNO 2024 R11165 – 9 september 2024

Schatting van de elektriciteitsvraag van airconditioners in Nederlandse woningen

in 2021, 2022 en 2030

Auteur	Vera Rovers
Rubricering verslag	TNO Publiek
Aantal bijlagen	2

Met een bijdrage van:

Energy Transition Studies

Casper Tigchelaar
Laure Itard
Marijke Menkveld
Luuk Beurskens (review)

Human Performance

Boris Kingma

Risk Analysis for Prevention, Innovation &
Development

Tanja Krone

Buildings & Energy Systems

Frans Koene
Marleen Spiekman
Samuel de Vries
Richard Kemp
Andries van Wijhe
Piet Jacobs

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2024 TNO

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Samenvatting	3
2 Inleiding	5
2.1 Monte Carlo simulatie.....	5
2.2 Afbakening	6
2.3 Leeswijzer	6
3 Aantal airconditioners	8
3.1 Aannames	8
3.2 Resultaten	17
4 Elektriciteitsverbruik per airconditioner	19
4.1 Aannames	19
4.2 Resultaten	33
5 Resultaten	35
5.1 Aandeel van het elektriciteitsgebruik.....	37
6 Conclusie en discussie	38
Referenties	39
Bijlagen	
Bijlage A: Onderzoeksvragen	40
Bijlage B: Additionele factoren voor modellen	43

1 Samenvatting

Het aandeel huishoudens met een vaste airconditioner neemt de laatste jaren snel toe. Gemiddeld schaft de laatste jaren 3,4% van de huishoudens per jaar een vaste airco aan. Koeling in Nederlandse woningen is relatief nieuw en er is nog weinig bekend over het gebruik van de airconditioner door de bewoners en de daaruit resulterende energievraag. In deze notitie doen we een schatting van het elektriciteitsgebruik van airconditioners in Nederland. Op basis van de nu bekende informatie zijn met experts diverse aannames gedaan voor de variabelen in deze berekening:

- Aantal huishoudens met een airconditioner
- Aantal airconditioners per huishouden
- Aandeel airconditioners dat voor koeling wordt gebruikt
- Aantal dagen gebruik van de airconditioner
- Aantal uur per dag dat de airconditioner gebruikt wordt
- De vollast-deellast ratio van de airconditioner
- Het vermogen van de airconditioner
- De efficiëntie van de airconditioner (SEER)

Voor elke variabelen zijn uitgangswaardes bepaald met een meest plausibele schatting en een onder- en bovenwaarde. Van deze waardes is een Monte Carlo simulatie uitgevoerd wat betekent dat de populatie een groot aantal keer wordt gesimuleerd om een waarschijnlijkheidsinterval te bepalen waarbinnen 95% van de gesimuleerde populaties valt. Omdat er momenteel helaas geen informatie is over de vollast-deellast ratio voor de Nederlandse situatie, zijn twee berekeningen uitgevoerd, één waarbij de aannames is dat de airconditioner alle operationele uren op vollast draait en één waarbij is aangenomen dat de equivalente vollasturen gelijk staat aan 50% van de operationele uren.

Op basis van de aannames komt het gemiddelde elektriciteitsverbruik van airconditioners in Nederland bij 100% vollast in 2022 uit op 1,6 PJ. Dat is gelijk aan 2% van het totale elektriciteitsgebruik van woningen in datzelfde jaar. De onder- en bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval zijn 0,9 en 2,7 PJ. In 2030 neemt het gemiddelde elektriciteitsverbruik voor koeling naar schatting toe naar 4 PJ (met het betrouwbaarheidsinterval tussen 1,9 en 7,1 PJ) en vormt dan 5% van het totale elektriciteitsgebruik door huishoudens. Deze toename komt door de verwachte groei in het aantal airconditioners.

Vanwege de aanname dat de airconditioner 100% op vollast draait zijn deze schattingen een bovenwaarde en zullen in de praktijk lager liggen. Indien het aantal equivalente vollasturen bijvoorbeeld 50% van de operationele vollasturen zijn, dan halveert het energiegebruik ook.

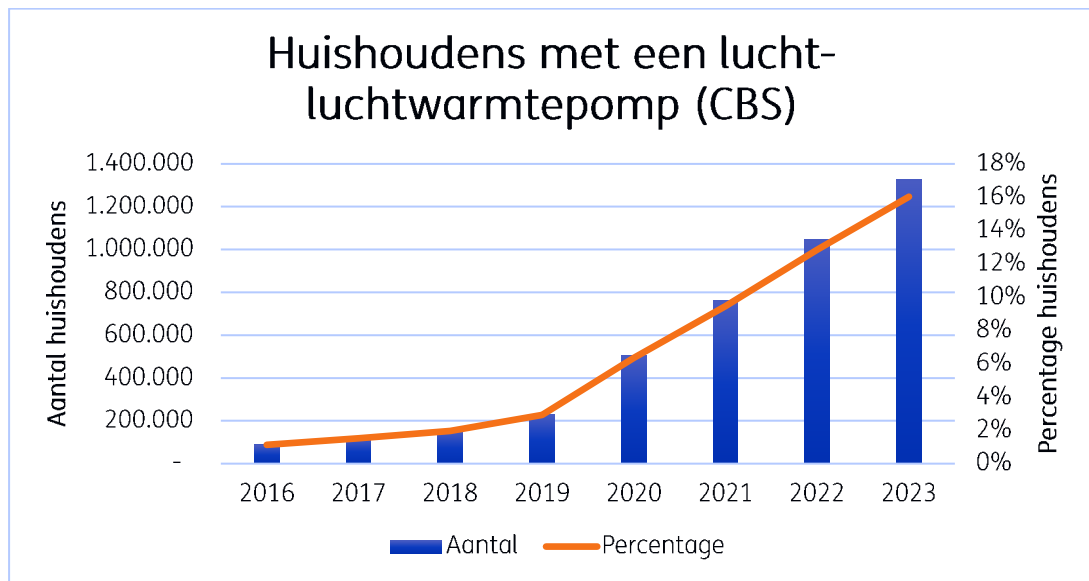
Ook rond de andere variabelen zijn nog veel onzekerheden, zoals het aantal huishoudens met een mobiele airconditioner en het vermogen en rendement van de gemiddelde airconditioner. Verder is het gebruik van de airconditioner gebaseerd op gegevens van twee jaar wat nog maar een beperkte onderbouwing geeft van de aannames. Het verminderen van de onzekerheden is dan ook belangrijk om een betere schatting te kunnen maken van het elektriciteitsgebruik van airconditioners. Praktijkmetingen, vragenlijsten en woningopnames kunnen bijvoorbeeld een bron van informatie zijn.

Een toename in het elektriciteitsgebruik voor koeling door airconditioners is echter evident. Deze toename in elektriciteitsverbruik gaat in tegen de ambitie om juist energie te besparen. Ook is de vraag in hoeverre deze koelvraag kan leiden tot piekbelasting van het net. Dit is onder andere afhankelijk van het moment van koelen. Zonnepanelen zouden overdag in de elektriciteit van airconditioners kunnen voorzien als ze op hun piek presteren, maar niet direct als mensen 's nachts de slaapkamer willen koelen. Daarbij hebben airconditioners en zonnepanelen een (milieu-)impact tijdens verschillende fases van de levenscyclus en blijft het eerst zaak om elektriciteitsverbruik te verminderen of voorkomen en verspilling tegen te gaan¹.

¹ [Energiebesparende tips voor koele woning in de zomer \(tno.nl\)](#)

2 Inleiding

Het aantal airconditioners in Nederlandse huishoudens neemt de laatste jaren sterk toe, zie [Figuur 2.1](#)². 89% van de geïnstalleerde airconditioners is in de afgelopen 5 jaar geplaatst. Kennis over de werkelijke koudevraag³ en de energievraag voor koeling is echter beperkt. De energietransitie richt zich met name op de warmtevoorziening en er het onderzoek naar hitte in woningen en de behoefte aan koeling is nog jong.



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

Ondanks de beperkte beschikbaarheid van data en de vele kennishiaten is er een behoefte om een indicatie te geven van het elektriciteitsverbruik van airconditioners. In deze notitie wordt een inschatting gemaakt van het elektriciteitsgebruik van airconditioners in woningen door het aantal airconditioners in Nederland te vermenigvuldigen met het elektriciteitsverbruik van een airconditioner. Achter deze zitten acht variabelen waar met experts op basis van de huidige kennis aannames zijn gedaan over de meest plausibele waarden. Eerder hebben (W/E Adviseurs, 2018) en (TKI Urban Energy, n.d.) ook een schatting gedaan, maar de gegevens zijn ondertussen verouderd. Deze notitie zal behalve het huidige (data voor 2021 en 2022) elektriciteitsgebruik ook een schatting doen van het toekomstige (2030) gebruik. Vervolgens is een Monte Carlo simulatie uitgevoerd om de bandbreedte van onzekerheid van te bepalen. Tot slot zal deze notitie ingaan op de mogelijkheden voor het verbeteren van de achterliggende data en het verminderen van de onzekerheid.

2.1 Monte Carlo simulatie

Om de onzekerheid in de acht variabelen weer te geven wordt de populatie een groot aantal keer (in dit geval 10.000 keer) gesimuleerd, de zogenaamde Monte Carlo simulatie. Deze simulaties zijn gebaseerd op de meest plausibele, maximale en minimale waardes per

² [StatLine - Warmtepompen: aantallen, thermisch vermogen en energiestromen \(cbs.nl\)](#)

³ De warmte die aan een woning moet worden onttrokken om deze op een gewenste temperatuur te houden

variabele waaruit een verwachte verdeling kan worden afgeleid (voor elke variabele worden deze toegelicht in hoofdstuk 3 en 4). Van deze 10.000 simulaties kan per variabele een gemiddelde (de verwachte waarde) en het waarschijnlijkheidsinterval worden bepaald waarbinnen 95% van de gesimuleerde populaties valt. Dit interval ligt op tweemaal de standaard deviatie naar boven en beneden van het gemiddelde.

Om het totale elektriciteitsgebruik vast te stellen (zie hoofdstuk 5) wordt voor elke gesimuleerde populatie de berekening gemaakt (zoals deze in de volgende hoofdstukken wordt toegelicht) en de uiteindelijke resultaten worden ook samengevat in een gemiddelde en 95% betrouwbaarheidsinterval. Elke variabele is onafhankelijk gesimuleerd en er is daardoor geen relatie tussen de gesimuleerde waarden van verschillende variabelen.

2.2 Afbakening

Deze notitie betreft alleen het elektriciteitsgebruik voor koeling. Airconditioners kunnen ook voor verwarming worden gebruikt, maar hier is nog geen informatie over bekend.

Voor de inschatting van de elektriciteitsvraag voor koeling is alleen koeling door lucht-luchtwarmtepompen, oftewel airconditioners, meegenomen in de berekening. Het elektriciteitsverbruik van koeling met bodemenergiesystemen blijft in dit onderzoek buiten beschouwing.

2.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 3 laat de aannames en resultaten zien voor de schatting van het aantal airconditioners in Nederland in 2021, 2022 en 2030, hoofdstuk 4 die voor de berekening van het elektriciteitsverbruik van een airconditioner. In hoofdstuk 5 komen beide resultaten bij elkaar in de schatting van het totale elektriciteitsverbruik voor koeling door airconditioners in Nederland en plaatsen we dit in de context van de elektriciteitsvraag. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies en geeft aanbevelingen voor vervolgonderzoek om de onzekerheid in de data te verkleinen. Tabel R.1 onder 'Referenties' geeft informatie over de steekproeven van de onderzoeken die in deze notitie worden genoemd. Bijlage A geeft een overzicht van onderzoeksvragen rond het onderwerp. Het document sluit af met informatie over overige factoren die invloed hebben op het elektriciteitsgebruik voor koeling en in modellen gebruikt kunnen worden, maar niet in de vereenvoudigde berekening van deze notitie zijn meegenomen (Bijlage B).

Energiebesparende tips voor een koele woning

Nb. Deze aanbevelingen zijn geen resultaat van het onderzoek in dit rapport

De toename in energieverbruik gaat in tegen de ambitie om juist energie te besparen. Ook is de vraag in hoeverre deze koelvraag kan zorgen voor piekbelasting van het net. Dit is onder andere afhankelijk van het moment van koelen. Zonnepanelen zouden overdag in de elektriciteit voor airconditioners kunnen voorzien, maar niet direct als mensen 's nachts de slaapkamer willen koelen. Daarbij hebben zowel airconditioners als zonnepanelen een (milieu-)impact tijdens verschillende fases van de levenscyclus en blijft het daarom zaak om eerst elektriciteitsverbruik te voorkomen of reduceren en verspilling tegen te gaan. In het tekstkader worden suggesties gedaan om energie te besparen.

Energiebesparing begint met het voorkomen van opwarming van woningen. Zonwering is daarbij een belangrijke maatregel, zeker als de woning goed geïsoleerd is. Isolatie houdt de warmte in de zomer wel beter buiten, maar als de zon door de ramen naar binnen schijnt warmt de woning van binnenuit op en zorgt de isolatie ervoor dat de warmte wordt vastgehouden. Ook de ramen en deuren openen als het buiten kouder is en juist gesloten houden als het buiten warmer is kunnen afkoeling versnellen en opwarming beperken. Bewustwording bij bewoners welke maatregelen effectief zijn is belangrijk, evenals een goed ontwerp van woningen en het wegnemen van belemmeringen, zoals beperkingen bij huurwoningen en woningen in een VvE om een vaste airco of zonnescherm te installeren. Hiermee zouden de operationele uren van de airconditioner kunnen worden beperkt en de vollast-deellast ratio worden verbeterd. Wellicht is het dan zelfs niet meer nodig om een airconditioner aan te schaffen om de woning op een acceptabele temperatuur te houden en kan het aantal airconditioners beperkt blijven.

Indien er een koelbehoefte blijft bestaan kunnen er ook koeloplossingen worden onderzocht die een hogere efficiëntie (SEER) hebben, zoals koeling met bodemkoude. Ook kan een ventilator een uitkomst bieden. Deze koelt de lucht niet, maar helpt wel om af te koelen door verdamping van zweet op de huid. Tot slot kan de omgeving van de woning zo worden ingericht dat deze zo koel mogelijk is. Verharding houdt warmte vast, terwijl groen koelt door verdampingskoeling. Bovendien kunnen bomen schaduw geven op de gevel. Met een groene, koeler omgeving warmt de woning minder snel op, kan met nachtventilatie een grotere afkoeling bereikt worden en verbetert de prestatie van de airconditioner.

[Energiebesparende tips voor koele woning in de zomer \(tno.nl\)](https://www.tno.nl/nl/onderzoek/energie/energiebesparende-tips-voor-koele-woning-in-de-zomer)

3 Aantal airconditioners

De schattingen voor het aantal airconditioners in Nederland in 2021, 2022 en 2030 zijn gebaseerd op 4 variabelen.

$$\begin{aligned} \text{Aantal airco's} = & \\ & \text{aantal huishoudens NL} \quad \times \\ & \% \text{ huishoudens met een airco} \quad \times \\ & \text{aantal airco's per huishouden} \quad \times \\ & \% \text{ gebruik airco voor koeling} \end{aligned}$$

Deze parameters worden hieronder toegelicht met de uitgangswaardes voor de simulaties en de resultaten daarvan. Paragraaf 3.2 geeft het resultaat in aantal airconditioners.

3.1 Aannames

3.1.1 Aannames voor 2021 en 2022

3.1.1.1 Aantal huishoudens met een airconditioner

Het CBS geeft aan dat het aantal huishoudens in 2021 8.043.443 en in 2022 8.138.591 was⁴. Daarvan hadden volgens het CBS 760.434 (2021) en 1.043.235 (2022) huishoudens een lucht-luchtwarmtepomp⁵ (single split of multi-split⁶) is geïnstalleerd, dat is respectievelijk 9,5% en 12,8% van de woningvoorraad. Het CBS registreert het aantal geïnstalleerde lucht-luchtwarmtepompen op basis van verkoopgegevens van de Vereniging Warmtepompen en een eigen enquête onder leveranciers die geen lid zijn van de branchevereniging. Daarbij zit een onzekerheid in de sectorindeling die het CBS hanteert, omdat leveranciers niet weten of warmtepompen bij huishoudens zijn geïnstalleerd of in andere gebouwen. De gegevens over warmtepompen zijn ingedeeld in vermogensklassen waarbij wordt aangenomen dat de kleinere warmtepompen vooral in de sector 'woningen' geplaatst worden en de grotere in de sectoren 'utiliteitsbouw en landbouw'. Voor de hoge en lage waarde van vaste airconditioners nemen we aan dat het aantal huishoudens 10% hoger of lager kan liggen.

Van de mobiele airconditioners zijn geen betrouwbare data bekend over aantal geïnstalleerde systemen. Er zijn wel enkele vragenlijsten waaruit een verdeling tussen vast en mobiel kan worden afgeleid, zie [Tabel 3.1](#) (MeMo2, 2020) (Motivaction, 2023) (TNO, 2023)⁷. In het TNO en Motivaction onderzoek beantwoorden huishoudens eerst de vraag of zij een airconditioner hebben, daaruit volgt het percentage huishoudens met een airconditioner in Nederland. Vervolgens wordt gevraagd welk type airconditioner dit is, hieruit volgt de verhouding mobiel/vast. Deze percentages kunnen worden vertaald in een aantal airconditioners, zie [Tabel 3.2](#).

⁴ [StatLine - Particuliere huishoudens naar samenstelling en grootte, 1 januari \(cbs.nl\)](#)

⁵ [StatLine - Warmtepompen: aantallen, thermisch vermogen en energiestromen \(cbs.nl\)](#)

⁶ Een lucht-luchtwarmtepomp is een vaste airconditioner met een warmtewisselaar die één binnen- en één buitenunit heeft (single split) of meerdere binnenunits met één buitunit (multi-split). Een mobiele airconditioner is verplaatsbaar en blaast de warme binnenlucht naar buiten.

⁷ <https://www.motivaction.nl/actualiteiten/nieuwsberichten/zomer-komt-eraan-1-op-de-5-heeft-airco>

Het CBS heeft in 2023 een grote enquête gehouden en waarbij de vraagstelling iets anders was dan bij Motivaction en TNO. Respondenten wordt gevraagd of de woning airconditioning heeft waarbij ze kunnen antwoorden ‘Ja, een vaste airco’, ‘Ja, een mobiele airco’, of ‘Ja, beide’. Uit deze vragenlijst komt dat 5,7% een mobiele airco heeft (CBS, 2023)⁸. In totaal heeft in deze studie 17,5% van de huishoudens een airconditioner waarvan 12,3% een vaste airconditioner (lager dan volgens de eerder genoemde cijfers van leveranciers)⁹. In verhouding staat bij 32% van de huishoudens met een airconditioner een mobiele airconditioner en bij 68% een vaste airconditioner, precies omgekeerd van de uitkomst van MeMo2 in 2020.

Het onderzoek van CBS lijkt vanwege de omvang en de nauwkeurige werkwijze van het instituut de meest betrouwbare bron en wordt aangehouden voor de midden waarde van 2022. Voor de midden-waarde van 2021 houden we dezelfde verhouding aan van 32%/68% voor mobiel/vast, waarbij het aantal vaste airconditioners uit de CBS statistieken als uitgangspunt wordt genomen. Ook voor de lage waarde van mobiele nemen we aan dat deze 10% lager ligt dan de midden-waarde. Voor de hoge waarde van mobiele airconditioners wordt aangenomen dat een even groot aandeel huishoudens een mobiele als een vaste airconditioner heeft.

Tabel 3.1: Verhouding tussen mobiele en vaste airconditioners in verschillende bronnen (vragenlijsten)

	Jaar	Totaal huishoudens %	Vast %	Mobiel %
MeMo2	2020	19%	32%	68%
Motivaction	2021	19%	44%	56%
TNO	2021	16%	45%	55%
	2022	15%	49%	51%
Motivaction	2023	29%	50%	50%
CBS	2023	18%	68%	32%

Tabel 3.2: Aantallen huishoudens met een airconditioner afgeleid uit verschillende vragenlijsten

	Jaar	Aantal airconditioners	Waarvan vast	Waarvan mobiel
MeMo2	2020	1.519	486	1.033
Motivaction	2021	1.528	672	856
TNO	2021	1.271	572	699
	2022	1.204	590	614
Motivaction	2023	2.398	1.199	1.199
CBS	2023	1.447	1.017	471

⁸ [Klimaatverandering en energietransitie: opvattingen en gedrag van Nederlanders in 2023 | CBS](#) (Tabel hoofdstuk 4: Duurzaam wonen aardgasvrij hout stoken en koeling in huis)

⁹ Een 0,5% van de huishoudens lijkt daarmee zowel een vaste als mobiele airco te hebben

Tabel 3.3: Uitgangswaardes voor de simulatie van het aandeel huishoudens met een airconditioner in 2021 en 2022

	2021			2022		
	Laag	Midden	Hoog	Laag	Midden	Hoog
Vaste airconditioner	8,6%	9,5%	10,5%	11,5%	12,8%	14,1%
Mobiele airconditioner	4,3%	4,8%	9,5%	5,1%	5,7%	12,8%
Totaal	12,8%	14,3%	20%	16,7%	18,5%	26,9%

3.1.1.1.1 Monte Carlo simulatie

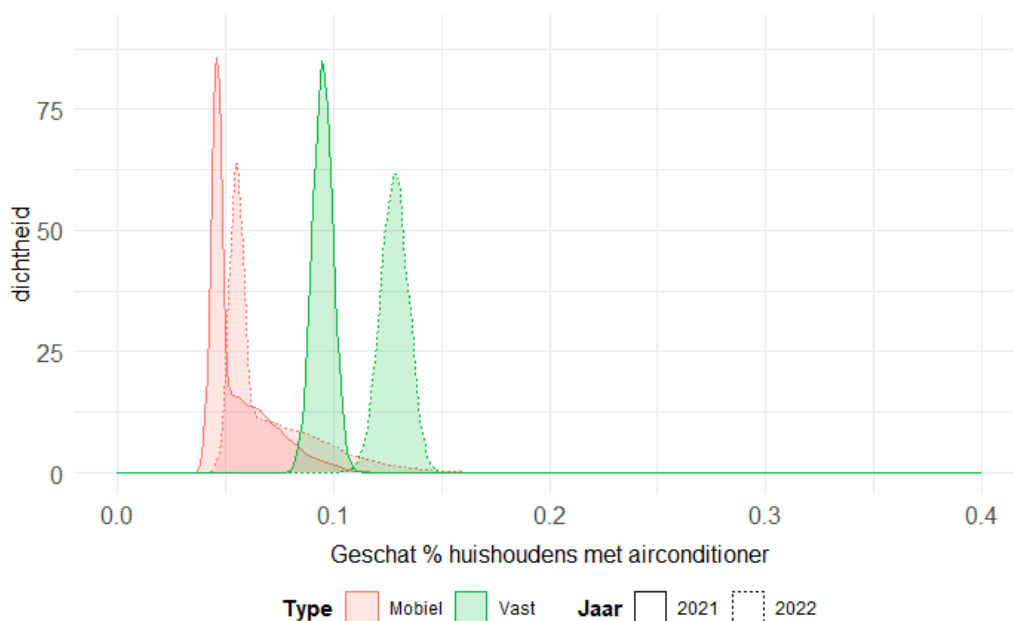
Voor de Monte Carlo simulatie wordt de midden-waarde uit [Tabel 3.3](#) als gemiddelde gezien en de hoge/lage waarde als 2 x de standaarddeviatie naar boven of beneden. Omdat de waarde voor mobiele airconditioners een lange staart omhoog heeft, is de verdeling opgedeeld in een linker en een rechter helft. Voor beide helften is een normaalverdeling verondersteld met een gemiddelde en een standaard deviatie (“midden”- “laag”)/2 of (“hoog”-“midden”)/2. Zie de resulterende waardes in [Tabel 3.4](#) en [Tabel 3.5](#) en de verdeling in [Figuur 3.1](#).

Tabel 3.4: De mediaan en onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data voor het aandeel huishoudens met een airconditioner in 2021

2021	Ondergrens	Mediaan	Bovengrens
Vast	0.0858	0.0950	0.1040
Mobiel	0.0429	0.0475	0.0949

Tabel 3.5: De mediaan en onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data voor het aandeel huishoudens met een airconditioner in 2022

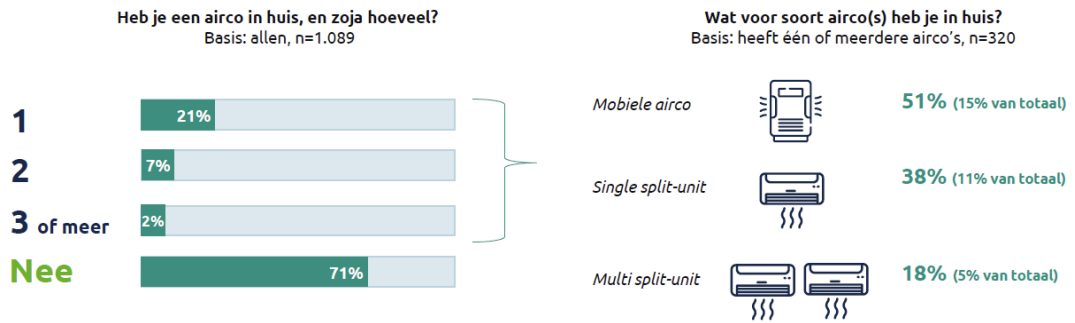
2022	Ondergrens	Mediaan	Bovengrens
Vast	0.1153	0.1282	0.1407
Mobiel	0.0514	0.0570	0.1281



Figuur 3.1: Verdeling van het gemiddelde % huishoudens met een airconditioner

3.1.1.2 Aantal airconditioners per huishouden

Huishoudens kunnen ook meerdere airconditioners (indoor units) bezitten. Als respondenten aangaven een airconditioner in huis te hebben, heeft (Motivaction, 2023) hen gevraagd naar het aantal airconditioners dat men bezit (Figuur 3.2). Hieruit blijkt dat ongeveer een derde van airconditioner bezitters meer dan 1 airconditioner heeft. De uitkomsten zijn vertaald in het percentage huishoudens dat, indien ze een airconditioner bezitten, 1,2,3 of 4 airconditioners heeft (3 en 4 zijn afgeleid van 3+) (Tabel 3.6).



Figuur 3.2: Aantal airconditioners per huishouden (Motivaction, 2023)

Tabel 3.6: Het percentage huishoudens met 1,2,3 of 4 airconditioners (afgeleid van (Motivaction, 2023))

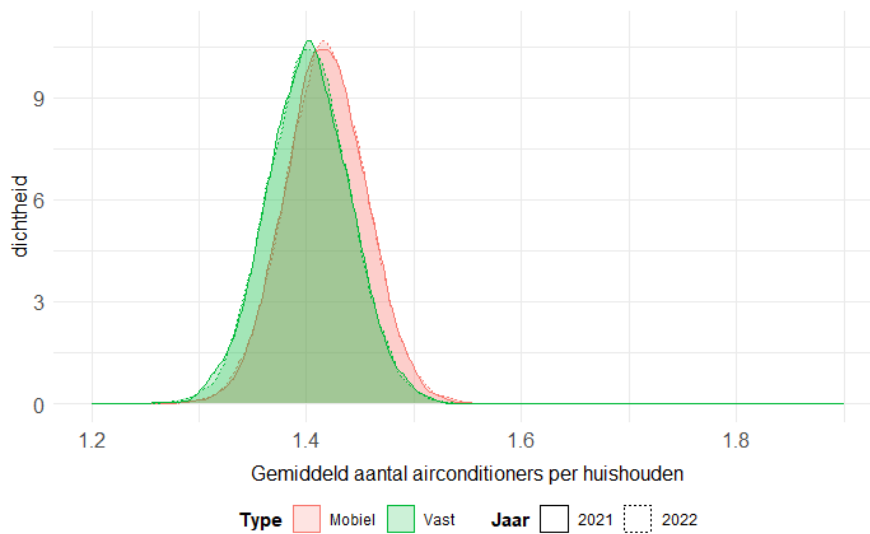
Aantal airconditioners	Vaste airconditioner	Mobiele airconditioner
1	69%	67%
2	24%	26%
3	5%	5%
4	2%	2%

3.1.1.2.1 Monte Carlo simulatie

Voor elke populatie zijn 1.000 steekproeven getrokken van 320 huishoudens, gezien dit de steekproef is die uit de ruwe data voor het aantal dagen dat er een airco is gebruikt naar voren komt. Deze 320 is een richtgetal, het maakt voor de analyses niet uit of dit er 310 of 330 waren. Voor ieder van deze steekproeven is het gemiddelde genomen. Van deze gemiddelden is een verdeling gemaakt die wordt gebruikt om voor elke iteratie een waarde te schatten. Zie de waardes in Tabel 3.7 en de verdeling in Figuur 3.3.

Tabel 3.7: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aantal airconditioners per huishouden in 2021/2022

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	1,40	0,04
Mobiel	1,42	0,04



Figuur 3.3: Verdeling van het gemiddeld aantal airconditioners per huishouden

3.1.1.3 Aandeel airconditioners dat voor koeling wordt gebruikt

Tot voor kort werd aangenomen dat airconditioners hoofdzakelijk voor koeling werden gebruikt. Veel airconditioners kunnen naast koelen echter ook verwarmen en huishoudens lijken ze daar ook voor te gebruiken. In de TNO vragenlijst van 2022 geeft 63% van de vaste airconditioner bezitters aan de airconditioner ook voor verwarmen te gebruiken en 5% van de mobiele airconditioner bezitters (TNO, 2023). In de Motivaction vragenlijst geeft 23% aan de vaste airconditioner ook te hebben aangeschaft om deze in de winter voor verwarming te gebruiken (Motivaction, 2023). Uit de CBS enquête komt dat 40% van de airconditioner bezitters (vast en mobiel samen) deze ook voor verwarming gebruikt (CBS, 2023). In hoeverre deze airconditioners voor verwarming worden gebruikt (hoeveel uur) en op welke manier (hoofd- of bijverwarming) is niet bekend.

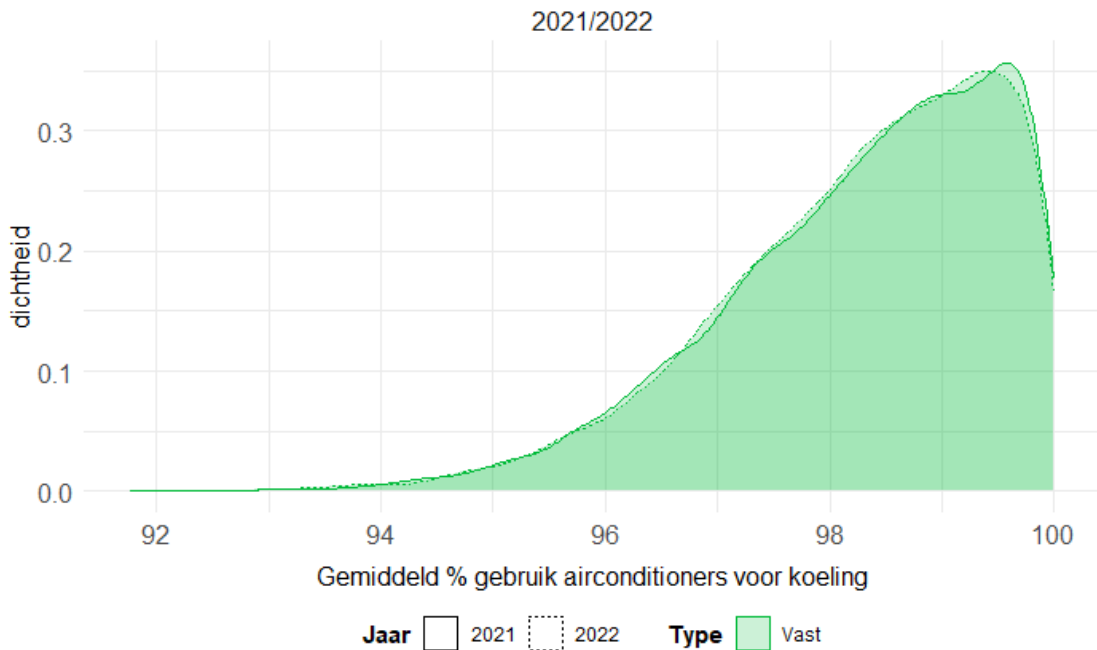
Een andere vraag is of alle vaste airconditioners wel voor koeling worden gebruikt. In 2022 zijn bijvoorbeeld veel lucht-luchtwarmtepompen in het najaar verkocht, waarschijnlijk in eerste instantie voor verwarming. Of deze airconditioners ook voor koeling worden gebruikt is niet bekend.

3.1.1.3.1 Monte Carlo simulatie

Om een gemiddelde met een standaard deviatie te bepalen voor de simulaties is aangenomen dat 90% van de huishoudens de vaste airconditioner voor koeling gebruikt, en de overige 10% van de huishoudens is gelijk verdeeld over 90-99% van het gebruik voor koeling, zie de verdeling in [Figuur 3.4](#). Gemiddeld wordt daarmee aangenomen dan 98,3% van de huishoudens de airconditioner voor koeling gebruikt, zie [Tabel 3.8](#).

Tabel 3.8: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aandeel van de airconditioners dat voor koeling gebruikt wordt in 2021/2022

	Gemiddelde	Standaard devlatie
Vast	98,3%	0,01
Mobiel	100%	0



Figuur 3.4: Verdeling van het gemiddelde gebruik van airconditioners voor koeling

3.1.2 Aannames voor 2030

3.1.2.1 Aantal huishoudens met een airconditioner

De prognose¹⁰ van het CBS en PBL gaat uit van een stijging in het aantal huishoudens in 2030 naar 8.658.795 (+6,4% ten opzichte van 2022). Om een inschatting te maken van het aantal huishoudens dat in 2030 een airconditioner heeft kijken we naar uitkomsten van diverse vragenlijsten.

- TNO vragenlijst 2021/2022 (TNO, 2023): 24-26% van de respondenten die nog geen koelsysteem heeft geeft aan de aanschaf van een koelsysteem de komende jaren te overwegen (waarvan 5% mobiel, 14,5% vast). 59% denkt geen koelsysteem aan te schaffen, de rest weet het nog niet.
- Ook uit de vragenlijst van Motivaction in 2023 komt dat 59% van de respondenten zeker/waarschijnlijk geen koelsysteem overweegt aan te schaffen (Motivaction, 2023). 7% geeft aan zeker/waarschijnlijk een vaste airconditioner te nemen en 8% een mobiele airconditioner.
- Van de deelnemers in het RAAK-project geeft 25% aan een airconditioner aan te willen schaffen, 34% zegt dit niet te overwegen (HvA, 2023).
- MeMo2 heeft voor de zomer van 2020 een vragenlijst uitgezet waarbij 55% van de huurders en 53% van de woningeigenaren aangeeft niet geïnteresseerd te zijn in een airconditioner (MeMo2, 2020). 15% van de woningeigenaren overweegt een airconditioner aan te schaffen (7% vast en 8% mobiel) en 16% van de huurders en (3% vast en 8% mobiel).

Voor de lage waarde nemen we aan dat 15% van de huishoudens (conform Motivaction en MeMo2) zonder koelsysteem nog een airconditioner aanschaft, voor het midden-scenario 25% (conform RAAK en TNO).

¹⁰ [StatLine - Prognose huishoudens op 1 januari: kerncijfers 2022-2070 \(cbs.nl\)](https://www.cbs.nl/StatLine-prognose-huishoudens-op-1-januari-kerncijfers-2022-2070)

Voor de hoge waarde beperken we het maximale aandeel huishoudens op basis van bovenstaande antwoorden waarbij we aannemen dat 59% van de huishoudens die momenteel geen koelsysteem hebben tot 2030 geen airconditioner gaat aanschaffen (dat is 44% van het totaal aantal huishoudens). Dat betekent dat er in het hoge scenario 29% huishoudens met een airconditioner bij komen. Deze toename komt op de percentages die voor 2022 zijn aangenomen.

Op basis van de verhouding uit de CBS enquête ‘Belevingen’ nemen we voor alle scenario’s aan dat tweederde een vaste airconditioner aanschafft en een derde een mobiele airconditioner. Uit de TNO vragenlijst van 2022 komt een andere verhouding: 75% van de respondenten die een airconditioner wil aanschaffen geeft aan de voorkeur te hebben voor een vaste airconditioner en 25% voor een mobiele airconditioner. Bij Motivaction lijkt het daarentegen 50/50 verdeeld te zijn. **Tabel 3.9** geeft de uitgangswaardes voor het totaal aandeel huishoudens met een vaste of mobiele airconditioner.

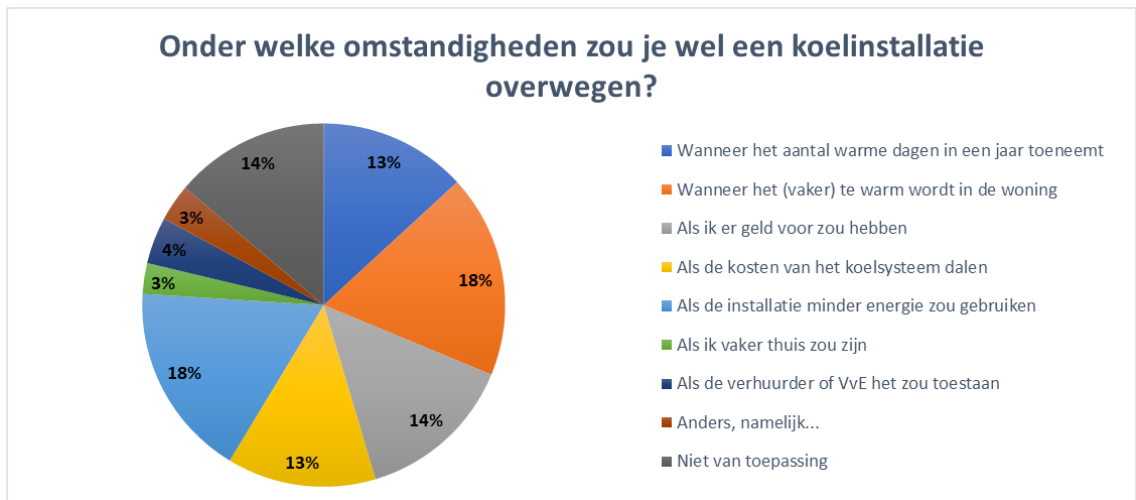
Tabel 3.9: Uitgangswaardes voor de simulatie van het aandeel huishoudens met een airconditioner in 2030 (waarde van 2022 + toename)

	Laag	Midden	Hoog
Vaste airconditioner	11,5+10%	12,8+16,7%	14,1+19,3%
Mobiele airconditioner	5,1+5%	5,7+8,3%	12,8+9,7%
Totaal	31,7%	43,5%	55,9%

Een andere methode om het aantal airconditioners in 2030 te schatten is om de trend van de afgelopen jaren door trekken. De afgelopen 4 jaar werden er gemiddeld 274.000 lucht-lucht warmtepompen per jaar geïnstalleerd (bron: CBS), gemiddeld 3,4% van de huishoudens. 3,4% over 8 jaar van 2022 tot 2030 is in totaal ruim 27% wat overeenkomt met het eerder bepaalde percentage voor het hoge scenario.

Andere factoren waarmee rekening kan worden gehouden bij voorspellingen over de aanschaf van airconditioners zijn de antwoorden in de TNO vragenlijst van respondenten die nog geen koelsysteem hebben op de vraag wanneer ze wél een koelinstallatie overwegen **Figuur 3.5**. Het meest gegeven antwoord is ‘wanneer het (vaker) te warm wordt in de woning’ (18%) en ‘als de installatie minder energie zou gebruiken’ (18%). Het eerste kan gerelateerd zijn aan klimaatverandering, evenals het antwoord ‘wanneer het aantal warme dagen in een jaar toeneemt’ (13%), maar ook aan veranderingen in, aan en rond de woning. Het argument van minder energiegebruik kan te maken hebben met de energiekosten waarbij veranderingen in de energieprijzen een belangrijke factor kunnen zijn, maar ook milieubewustzijn. Een van de redenen die onder ‘Anders, nl...’ is op gegeven is de aanwezigheid van zonnepanelen, waarbij de afschaffing van de salderingsregeling ook een rol kan spelen. Als deze factoren veranderen kan dat invloed hebben op de 44% van de huishoudens die nu zeggen geen airconditioner te willen aanschaffen.

Verder is in deze notitie geen rekening gehouden met de situatie dat in nieuwbouwwoningen vaker koeling kan worden toegepast met lucht-water- of bodemwarmtepompen waardoor de toename in airconditioners minder kan zijn dan in deze notitie wordt aangenomen.



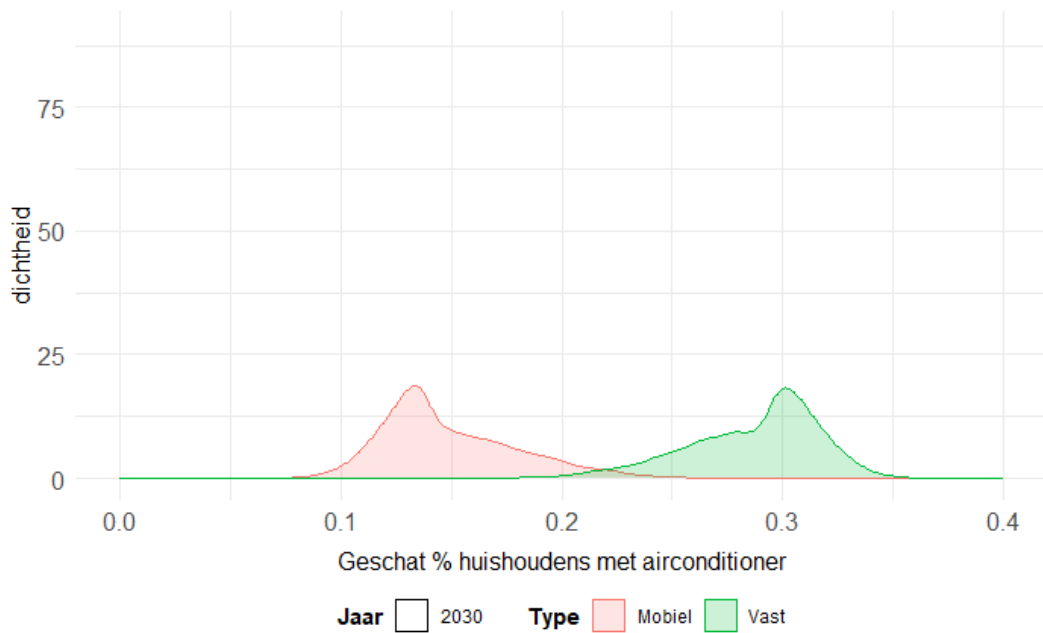
Figuur 3.5: Antwoorden op de vraag ‘onder welke omstandigheden zou je wel een koelinstallatie overwegen?’ (TNO, 2023)

3.1.2.1.1 Monte Carlo simulatie

Net als in 2021/2022 wordt in de Monte Carlo simulatie de midden-waarde als gemiddelde gezien en de hoge/lage waarde als 2 x de standaarddeviatie naar boven of beneden. Om te accommoderen voor de verschillen in onzekerheid, waarbij de mobiele airconditioners een lange staart omhoog hebben en de vaste airco’s een lange staart omlaag hebben voor 2030, is de verdeling opgedeeld in een linker en een rechter helft. Voor beide helften is een normaalverdeling verondersteld met een gemiddelde “midden” en een standaard deviatie (“midden”- “laag”)/2 of (“hoog”-“midden”)/2. Zie de resulterende waarden in [Tabel 3.10](#) en de verdeling in [Figuur 3.6](#).

Tabel 3.10: De mediaan en onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data voor het aandeel huishoudens met een airconditioner in 2030

2030	Ondergrens	Mediaan	Bovengrens
Vast	0.2154	0.2948	0.3335
Mobiel	0.1023	0.1403	0.2229



Figuur 3.6: Verdeling van het gemiddelde % huishoudens met een airconditioner

3.1.2.2 Aantal airconditioners per huishouden

Een airconditioner leverancier geeft aan dat er een trend lijkt te zijn om vaker multi-split airconditioners te installeren. We nemen daarom aan dat het aantal airconditioners (indoor units) toeneemt en in plaats van een derde in 2022 de helft van de huishoudens in 2030 meer dan één airconditioner heeft, zie Tabel 3.11.

Tabel 3.11: Aannames voor het percentage huishoudens met 1,2,3 of 4 airconditioners in 2030

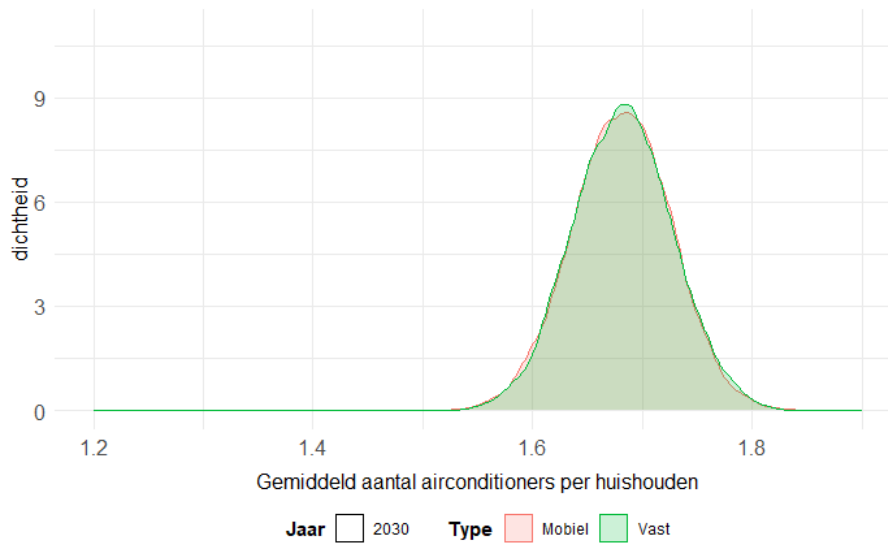
Aantal airconditioners	Vast/mobiel
1	50%
2	35%
3	12%
4	3%

3.1.2.2.1 Monte Carlo simulatie

Vervolgens is dezelfde methode als in 2021/2022 gehanteerd om het gemiddelde en de standaarddeviatie te bepalen, zie Tabel 3.12 en de verdeling in Figuur 3.7. Het gemiddelde verschuift dan naar 1,68 airconditioners per huishouden.

Tabel 3.12: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data van het aantal airconditioners per huishouden in 2030

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	1,68	0,03
Mobiel	1,68	0,05



Figuur 3.7: Verdeling van het gemiddeld aantal airconditioners per huishouden

3.1.2.3 Aandeel airconditioners dat voor koeling wordt gebruikt

Er zijn geen veranderingen aangenomen ten opzichte van 2021/2022, zie 3.1.1.3.

3.2 Resultaten

Door de 10.000 simulatie resultaten van elke parameter te vermenigvuldigen met elkaar ontstaan 10.000 resultaten voor het aantal airconditioners. Daarvan kan weer een verdeling worden gemaakt met een gemiddelde en een waarschijnlijkheidsinterval waarbinnen 95% van de gesimuleerde populaties past. De waarden van deze resultaten staan in de tabellen [Tabel 3.13](#) t/m [Tabel 3.15](#)¹¹ en de verdeling in [Figuur 3.8](#).

De beste schatting is dat er in 2021 bijna 1,7 miljoen airconditioners waren en in 2022 2,2 miljoen. De onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval ligt in 2022 tussen 1,9 en 2,9 miljoen. Het gemiddelde aantal neemt met bijna een factor 3 toe naar 6,3 miljoen airconditioners in 2030. De onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval ligt in 2030 tussen de 5 en 7,6 miljoen airconditioners. Zoals eerder vermeld is er in deze aanname geen rekening mee gehouden dat nieuwbouwwoningen eerder zullen worden ugerust met (hybride) lucht-waterwarmtepompen die ook koeling kunnen verzorgen, waardoor een airconditioner niet meer nodig is en de groei beperkter kan blijven.

Tabel 3.13: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het totaal aantal airconditioners (x 1.000) in 2021

X 1.000	2021		
	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
Vast	932	1.052	1.173
Mobiel	482	641	1.089
Totaal	1.466	1.692	2.925

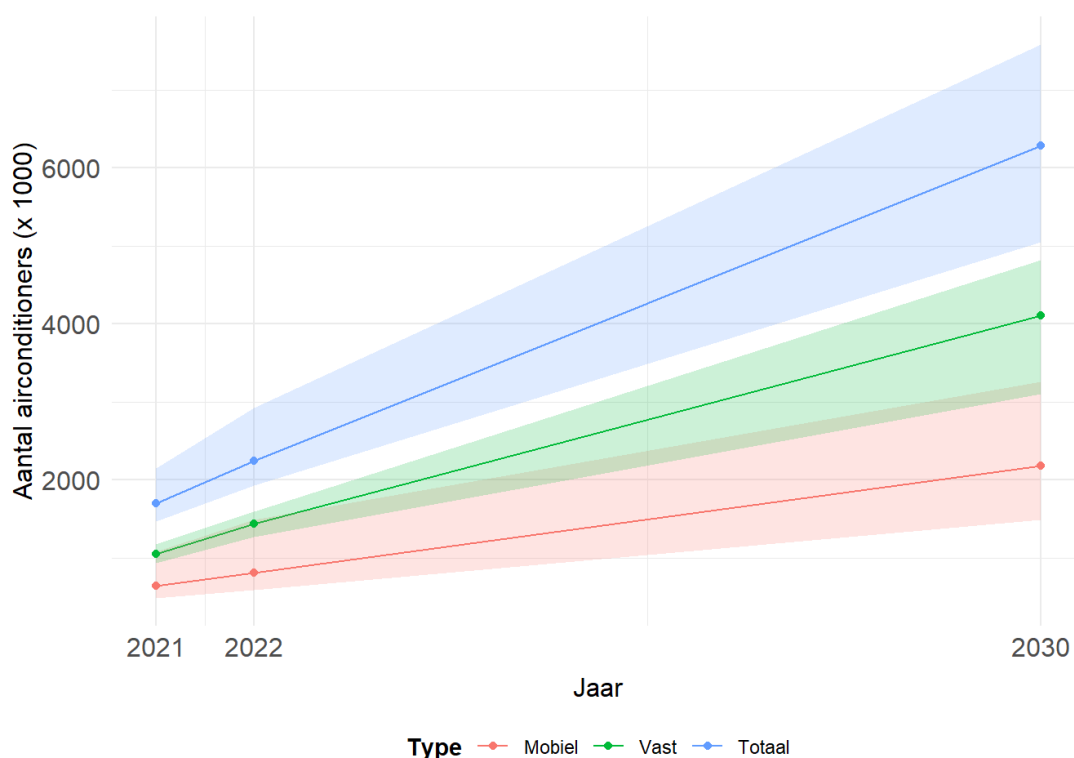
¹¹ De aantallen van Vast en Mobiel in de onder- en bovengrens tellen niet op tot het totaal, omdat de kans dat het 2,5% en 97,5% percentiel in dezelfde subset zitten onwaarschijnlijk is. Rond het gemiddelde is de dichtheid zo groot dat het verschil wegvalt.

Tabel 3.14: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het totaal aantal airconditioners (x 1.000) in 2022

X 1.000	2022		
	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
Vast	1.274	1.435	1.601
Mobiel	588	811	1.471
Totaal	1.926	2.246	2.915

Tabel 3.15: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het totaal aantal airconditioners (x 1.000) in 2030

X 1.000	2030		
	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
Vast	3.083	4.100	4.839
Mobiel	1.489	2.178	3.271
Totaal	5.027	6.278	7.589



Figuur 3.8: Schatting van het aantal airconditioners in 2021, 2022 en in 2030 bij verschillende scenario's. Het aantal huishoudens bedraagt 8.043.443 in 2021 en naar schatting 8.658.795 in 2030.

4 Elektriciteitsverbruik per airconditioner

De elektriciteit die een airconditioner gebruikt is zowel afhankelijk van eigenschappen van de airconditioner zelf als het gebruik ervan door de bewoner. Het gemiddelde elektriciteitsverbruik van een airconditioner (E_{airco_jaar}) wordt geschat door:

$$E_{airco_jr} = \frac{\text{(vermogen (kW) x equivalente vollasturen (uren/jaar))}{SEER}$$

Waarbij:

- *Equivalente vollasturen (uren/jaar): (Aantal dagen gebruik per jaar x aantal uren per dag) x vollast-deellast ratio (%)*
- *SEER: Seasonal Energy Efficiency Ratio¹²*

Deze parameters worden hieronder toegelicht met de uitgangswaardes voor de simulaties en de resultaten daarvan. Paragraaf 4.2 geeft het resultaat in het energiegebruik per airconditioner.

4.1 Aannames

4.1.1 Aannames voor 2021 en 2022

4.1.1.1 Aantal dagen

Er zijn twee bronnen bekend over het aantal dagen dat een airconditioner in een jaar wordt gebruikt in Nederland. Motivaction heeft in het algemeen gevraagd naar het aantal dagen gebruik, zie [Figuur 4.1](#) (Motivaction, 2023). TNO heeft eind september 2021 en 2022 specifiek gevraagd naar het aantal dagen dat de airconditioner die afgelopen zomer is gebruikt en daarbij onderscheid gemaakt naar de vaste en mobiele airconditioner, zie [Figuur 4.2](#) (TNO, 2021) (TNO, 2023).

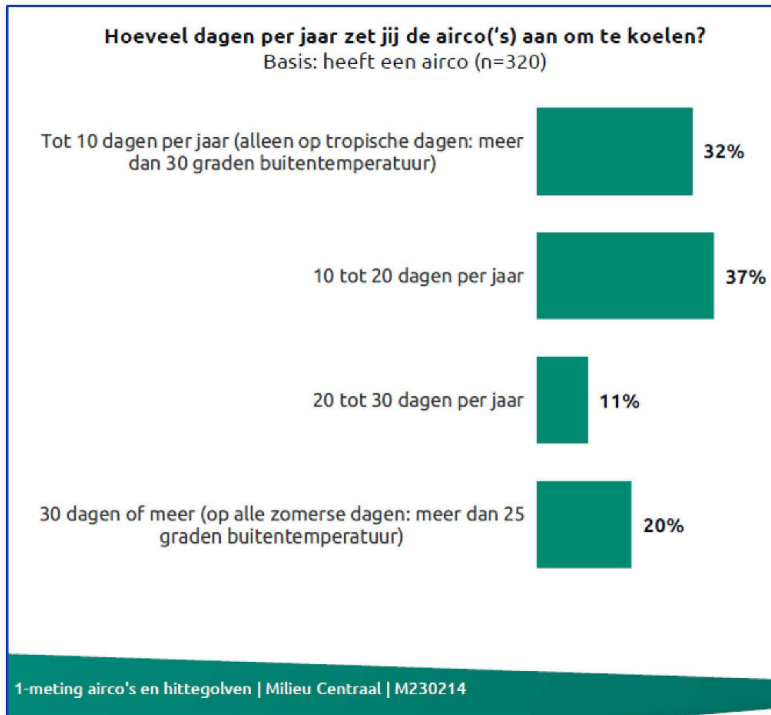
De vaste airconditioner werd volgens de TNO vragenlijsten gemiddeld 24,7 dagen in 2021 gebruikt (zie tekstkader). Met een betrouwbaarheid van 95% ligt het gebruik in 2021 tussen de 18,9 en 30,5 dagen. In 2022 werd de vaste airconditioner gemiddeld 34,8 dag gebruikt, zie [Figuur 4.2](#), en het gebruik ligt met een betrouwbaarheid van 95% tussen de 28,4 en 41,2 dagen ([Tabel 4.1](#) en [Tabel 4.2](#)).

De mobiele airconditioner werd volgens de TNO vragenlijsten gemiddeld 17,1 dagen in 2021 gebruikt (zie tekstkader). Met een betrouwbaarheid van 95% ligt het gebruik in 2021 tussen de 13,7 en 20,4 dagen. In 2022 werd de mobiele airconditioner gemiddeld 25,8 dagen gebruikt in 2022 het gebruik ligt met een betrouwbaarheid van 95% ligt tussen de 20,3 en 31,4 dagen.

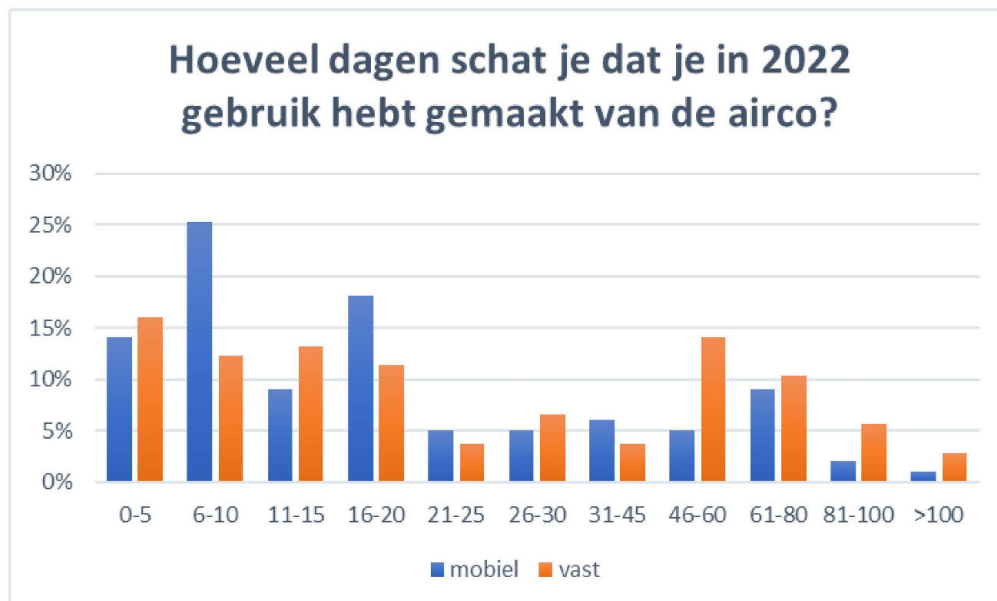
¹² Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) is de EER over een bepaalde tijdsperiode.

Airconditioner ‘Altijd aan’

Een aantal respondenten in de TNO vragenlijsten van 2021 (1%) en 2022 (3-4%) geeft aan dat de airconditioner altijd ‘aan’ staat. Het is onbekend hoeveel dagen de respondent hiermee bedoelt. Hiervoor is aangenomen dat het aantal dagen overeenkomt met het 90^e percentiel van de respondenten die het aantal dagen hebben ingevoerd, 50 dagen in 2021 en 75 dagen in 2022.



Figuur 4.1: Aantal dagen gebruik van de airconditioner (Motivaction, 2023)



Figuur 4.2: Aantal dagen gebruik van de airconditioner (TNO, 2023)

Tabel 4.1: Uitgangswaardes voor de simulatie voor het aantal dagen dat de airconditioner werd gebruikt in 2021

	Laag	Gemiddelde	Hoog
Vaste airconditioner	18,9	24,7	30,5
Mobiele airconditioner	13,7	17,1	20,4

Tabel 4.2: Uitgangswaardes voor de simulatie voor het aantal dagen dat de airconditioner werd gebruikt in 2022

	Laag	Gemiddelde	Hoog
Vaste airconditioner	28,4	34,8	41,2
Mobiele airconditioner	20,3	25,8	31,4

4.1.1.1.1 Monte Carlo simulatie

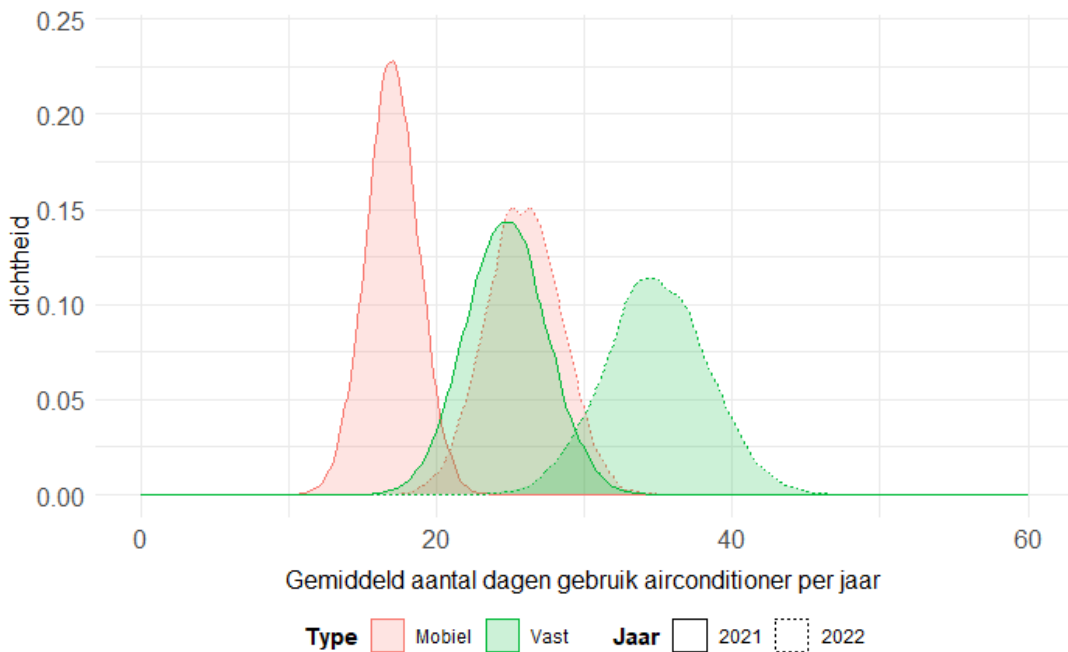
Met de antwoorden van de respondenten is een verdeling geschat door een gladde lijn te trekken door de aangegeven waarden met een “fuzziness” factor. Mensen hebben de neiging om af te ronden naar een even getal of meervoud van 5, dus het is waarschijnlijker dat mensen daardoor voor 20 in plaats van 19 of 21 kiezen als ze moeten aangeven hoeveel dagen ze de airco ongeveer hebben gebruikt. Buitenproportioneel veel mensen kiezen daarom eerder precies 20 dagen in plaats van de 19 of 21 dagen waarop ze de airco in werkelijkheid hebben gebruikt. Door deze aanpassing wijkt het gemiddelde licht af van wat hierboven is genoemd, zie de waardes in [Tabel 4.3](#) en [Tabel 4.4](#) en de verdeling in [Figuur 4.3](#).

Tabel 4.3: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aantal dagen dat de airconditioner gebruikt werd in 2021

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	24,7	2,7
Mobiel	17,0	1,8

Tabel 4.4: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aantal dagen dat de airconditioner gebruikt werd in 2022

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	34,9	3,5
Mobiel	25,9	2,5



Figuur 4.3: Verdeling van het gemiddeld aantal dagen gebruik van de airconditioner per jaar

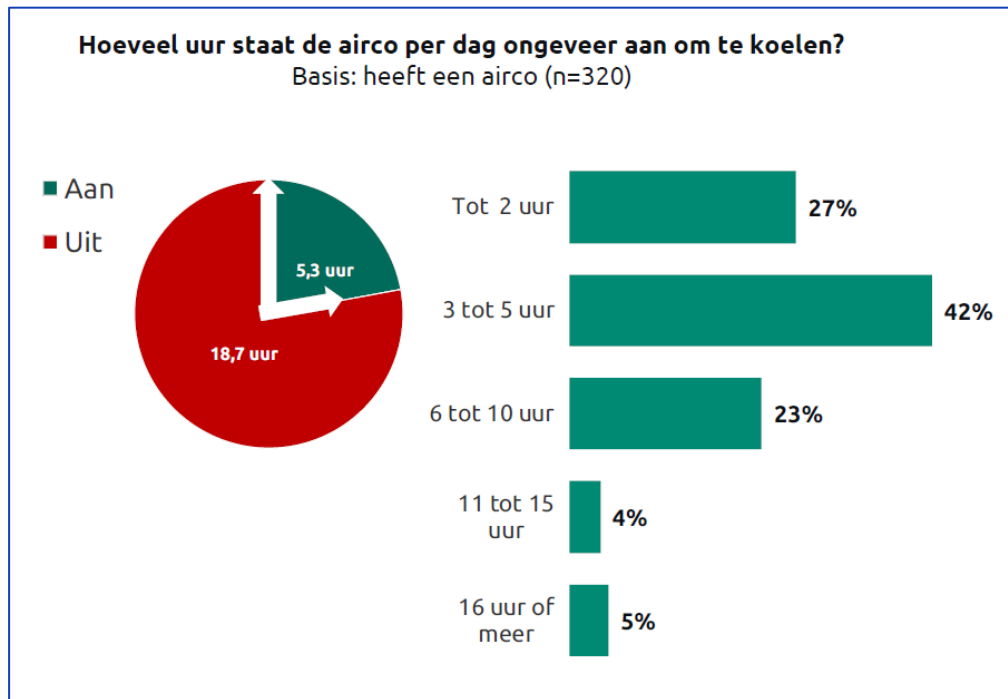
4.1.1.2 Aantal uren per dag

Ook voor het aantal uren per dag dat de airconditioner gebruikt wordt zijn dezelfde twee bronnen gebruikt. (Motivaction, 2023) komt op een gemiddeld gebruik van 5,3 uur per dag, waarbij 69% van de respondenten de airconditioner niet meer dan 5 uur per dag gebruikt. In de TNO vragenlijst ligt dit gemiddelde wat hoger. Hier geeft 55-60% van de respondenten met een vaste airconditioner aan deze maximaal 5 uur per dag te gebruiken (TNO, 2023).

In 2021 is het gemiddelde gebruik van een vaste airconditioner 6,5 uur per dag volgens de TNO vragenlijst (TNO, 2021). Met een betrouwbaarheid van 95% ligt het gebruik tussen de 5,6 en 7,5 uur per dag. In 2022 was het gemiddeld gebruik 7,1 uur/dag en het gebruik ligt met een betrouwbaarheid van 95% tussen de 6 en 8,3.

De mobiele airconditioner werd in 2021 gemiddeld 5,8 uur per dag gebruikt en het betrouwbaarheidsinterval (95%) ligt tussen de 5,3 en 6,4 uur/dag. In 2022 werd de mobiele airconditioner langer gebruikt dan de vaste airconditioner met gemiddeld 7,8 uur/dag. Met een betrouwbaarheid van 95% ligt het aantal uur gebruik in 2022 tussen de 6,7 en 8,9.

De gemiddeldes worden als midden-waarden overgenomen en de onder- en bovengrens voor de lage en hoge schatting, Tabel 4.5 en Tabel 4.6. In bijlage B.4 doen we een voorstel voor het opstellen van gebruikersprofielen van de airconditioner op basis van het aantal uur gebruik per dag.



Figuur 4.4: Aantal uren gebruik per dag van de airconditioner (Motivaction, 2023)

Airconditioner ‘Altijd aan’
Een aantal respondenten in de TNO vragenlijsten van 2021 (%) en 2022 (4-7%) geeft aan dat de airconditioner altijd ‘aan’ staat. Hiervoor is aangenomen dat de airconditioner 24 uur aan staat op een dag dat deze gebruikt wordt.

Tabel 4.5: Uitgangswaardes voor de simulatie voor het aantal uur per dag dat de airconditioner in 2021 werd gebruikt

	Laag	Gemiddelde	Hoog
Vaste airconditioner	5,6	6,5	7,5
Mobiele airconditioner	5,3	5,8	6,4

Tabel 4.6: Uitgangswaardes voor de simulatie voor het aantal uur per dag dat de airconditioner in 2022 werd gebruikt

	Laag	Gemiddelde	Hoog
Vaste airconditioner	6	7,1	8,3
Mobiele airconditioner	6,7	7,8	8,9

4.1.1.2.1 Monte Carlo simulatie

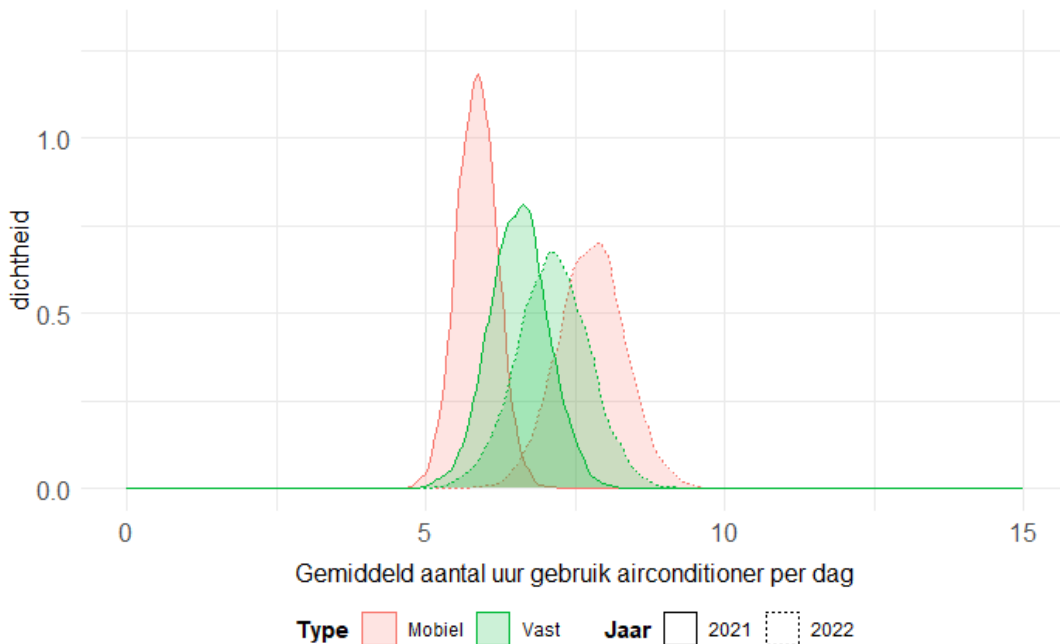
Net als voor het aantal dagen gebruik is met de antwoorden van de respondenten een verdeling geschat door een gladde lijn te trekken door de aangegeven waarden met een “fuzziness” factor, zie waardes in Tabel 4.7 en Tabel 4.8 en de verdeling in Figuur 4.5.

Tabel 4.7: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aantal uur per dag dat de airconditioner gebruikt werd in 2021

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	6,6	0,5
Mobiel	5,9	0,3

Tabel 4.8: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aantal uur per dag dat de airconditioner gebruikt werd in 2022

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	7,1	0,6
Mobiel	7,8	0,6



Figuur 4.5: Verdeling van het gemiddeld aantal uur gebruik van de airconditioner per dag

4.1.1.3 Vollast-deellast ratio

Een airconditioner hoeft niet altijd op vol vermogen te draaien. Als de kamer de gewenste temperatuur heeft bereikt kunnen veel vaste airconditioners moduleren en op deellast draaien om de kamer op temperatuur te houden in plaats van uit te gaan en weer aan te gaan als de temperatuur is opgelopen. Het functioneren op deellast kost veel minder energie. Er is echter nog geen inzicht in de vollast-deellast ratio van airconditioners in Nederland. Dit is ook afhankelijk van het gebruik. Indien een airconditioner kort wordt aangezet om even te koelen en daarna wordt uitgezet is het aannemelijk dat deze grotendeels op vol vermogen draait. Als de airconditioner daarentegen de hele nacht aan zou staan dan zou deze voornamelijk op deellast kunnen draaien.

Een indicatie hiervoor is het aantal uur dat de airconditioner per dag gebruikt wordt, zie ook 4.1.1.2. De vaste airconditioner werd in 2022 gemiddeld 7,1 uur gebruikt op een dag dat

deze aan staat. 60-70% van de respondenten gebruikt de (vaste) airconditioner niet meer dan 5 uur per dag, zie Tabel 4.9. Bij gebrek aan verdere informatie is aangenomen dat de airconditioner 100% van de operationele tijd op vollast draait. Om de gevoeligheid ten aanzien van de vollast-deellast ratio weer te geven, zijn de berekeningen ook uitgevoerd waarbij de equivalente vollasturen op 50% van de totale draaiuren uit komt. De resultaten daarvan komen terug in hoofdstuk 4.2 en 5.

Tabel 4.9: Aantal uren gebruik/dag (TNO, 2023) (Motivaction, 2023)

Uren/dag	TNO Vaste airconditioner	TNO Mobiele airconditioner	Motivaction
1-2	17%	13%	27%
3-5	44%	30%	42%
6-10	34%	38%	23%
11-15	2%	9%	4%
16 uur of meer	3%	10%	5%

4.1.1.4 Vermogen

Om een indicatie van het koelvermogen te krijgen zijn diverse bronnen geraadpleegd. Eurovent geeft een spreiding aan van 1,5 kW tot 12 kW voor single split airconditioners, maar dit maximum is bepaald door de begrenzing van de indeling van Eurovent in klasse airconditioners (≤ 12 kW). Op de website van topten.eu¹³ varieert het vermogen van 2 tot 7,4 kW voor single split-units. Het vermogen van de best verkochte modellen in 2022 van de eerder besproken airconditioner leverancier verschilt van 2,5 tot 4,6 en het gewogen gemiddelde (naar verkocht aantal) komt op 3,6 kW. Dit gemiddelde komt aardig overeen met het gemiddelde van 3,5 dat Ecodesign aanhoudt voor modellen tot 6 kW en is gekozen als midden scenario.

Voor de mobiele airconditioners op de website van CoolBlue¹³ varieert het vermogen op het label tussen de 2,6 en 5 kW (n=6), bij Mediamarkt¹⁴ tussen de 1 en 5 kW. Het gemiddelde vermogen bij Mediamarkt (n=30) is 2,7 kW. Ook dit komt overeen met het gemiddelde van 2,6 kW waar Ecodesign rekening mee houdt. Vanwege de grote onzekerheid gaan we er voor de hoge en lage waarde van uit dat het gemiddelde van Nederland 50% lager of hoger ligt dan de meest plausibele waarde.

Tabel 4.10: Uitgangswaardes voor de simulatie van het vermogen van airconditioners (kW) in 2021/2022

	Laag	Midden	Hoog
Vaste airconditioner	1,8	3,5	5,3
Mobiele airconditioner	1,3	2,6	3,9

4.1.1.4.1 Monte Carlo simulatie

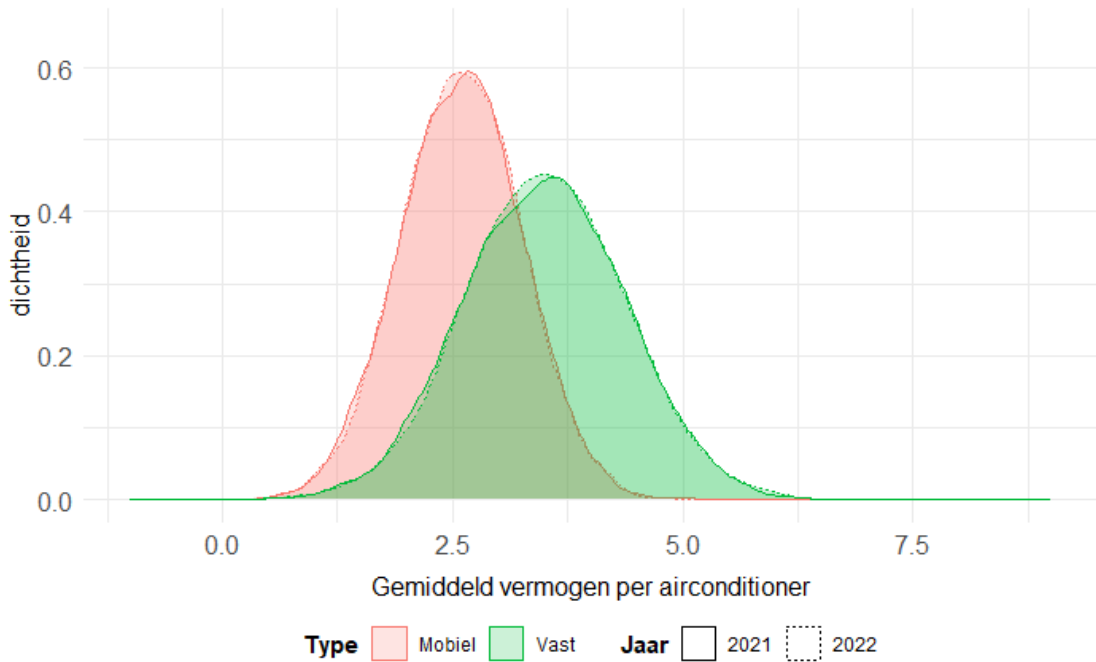
De midden-waarde van Tabel 4.10 is in de simulatie overgenomen als het gemiddelde en de lage en hoge waarde zijn gebruikt om de standaard deviatie te bepalen waarbij (“hoog”-“laag”)/4, zie de waardes in Tabel 4.11 en de verdeling in Figuur 4.6.

¹³ <https://www.coolblue.nl/aircos/mobiele-aircos?sorteren=best-verkocht> (geraadpleegd: mei, 2024)

¹⁴ <https://www.mediamarkt.nl/nl/category/mobiele-airco-s-1640.html?sort=salescount+desc> geraadpleegd: mei, 2024)

Tabel 4.11: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het vermogen van de airconditioner in 2021/2022

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	3,5	0,9
Mobiel	2,6	0,7



Figuur 4.6: Verdeling van het gemiddelde vermogen van een airconditioner

4.1.1.5 Seasonal Energy Efficiency Ratio

Om de Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) (zie tekstkader voor een toelichting) van een vaste airconditioner te bepalen zijn vier bronnen geraadpleegd. De eerste betreft informatie van een leverancier van airconditioners over hun best verkochte modellen in 2022. Het rendement van deze airconditioners varieert tussen de 6,1 en 8,6. Het gewogen gemiddelde van de verkoopinformatie van de airconditioner-leverancier komt op 6,9. Deze waarden kunnen hoger dan gemiddeld liggen, omdat de airconditioner leverancier een A-merk betreft.

Een andere bron is de informatie op de website van [topten.eu](https://www.topten.eu)¹⁵ waar de meest energiezuinige apparaten worden vermeld die in Europa worden verkocht, waaronder airconditioners. Het rendement van een single split-unit varieert daarbij tussen een SEER van 6,9 en 10,5. Ook hier kan de range boven het gemiddelde liggen, omdat deze website de meest energiezuinige apparaten weergeeft.

De IEA geeft aan dat de hoogste rendementen niet zo vaak verkocht worden: *While highly efficient air-conditioning units are available on the market, most efficiency standards – and consequently the units purchased by consumers – have two-to-three times lower efficiencies than the top-of-the class models. (IEA¹⁶)*

¹⁵ https://www.topten.eu/private/products/air_conditioners

¹⁶ <https://www.iea.org/energy-system/buildings/space-cooling>

Een derde bron is de website van Eurovent Certita Certification, een internationale organisatie die producten certificeert in verwarming, koeling en ventilatie. De minimum SEER van de door Eurovent gecertificeerde airconditioners ligt op 4,6 en het maximum op 11,2¹⁷.

Tot slot doet Ecodesign onderzoek naar onder andere de SEER van verkochte airconditioners in Europa, zie **Tabel 4.12** voor de waarden van 2010, 2015 en 2020 (Ecodesign, 2024). Met de informatie in 3.1.1.2 dat 2/3 van de airconditioners single split is (< 6kW) en 1/3 multi-split (6-12 kW) kan een gemiddelde waarde in een jaar worden bepaald. Door het geïnstalleerde vermogen in een jaar, zoals bekend bij het CBS, te koppelen aan de SEER waarde van dat jaar kan een gewogen gemiddelde SEER van de voorraad airconditioners in Nederland worden bepaald. Voor 2021 en 2022 komt deze uit rond de 6,2.

Volgens Ecodesign ligt het rendement van de mobiele airconditioners die nu in Europa verkocht worden rond de 1,9. We weten echter niet hoe oud de mobiele airconditioners in Nederland zijn en nemen voor de berekeningen de gemiddelde SEER van de voorraad in Europa door Ecodesign in 2020 (Ecodesign, 2024) (**Tabel 4.12**).

Vanwege de onzekerheid gaan we er voor de hoge en lage waarde van uit dat het gemiddelde van Nederland 25% lager of hoger ligt dan de waarde gebruikt in de berekeningen.

Tabel 4.12: SEER van de verkoop (sales ECO) en de voorraad (stock ECO) (bron: (Ecodesign, 2024))

	Verkoop			Voorraad
	2010	2015	2020	2020
Vast < 6kW	4,81	6	6,36	
Vast 6-12 kW	4,58	5,8	6,01	
Mobiel				1,81

Tabel 4.13: Uitgangswaardes voor de simulatie van de SEER van airconditioners in Nederland in 2021/2022

	Laag	Midden	Hoog
Vaste airconditioner	7,8	6,2	4,7
Mobiele airconditioner	2,3	1,8	1,4

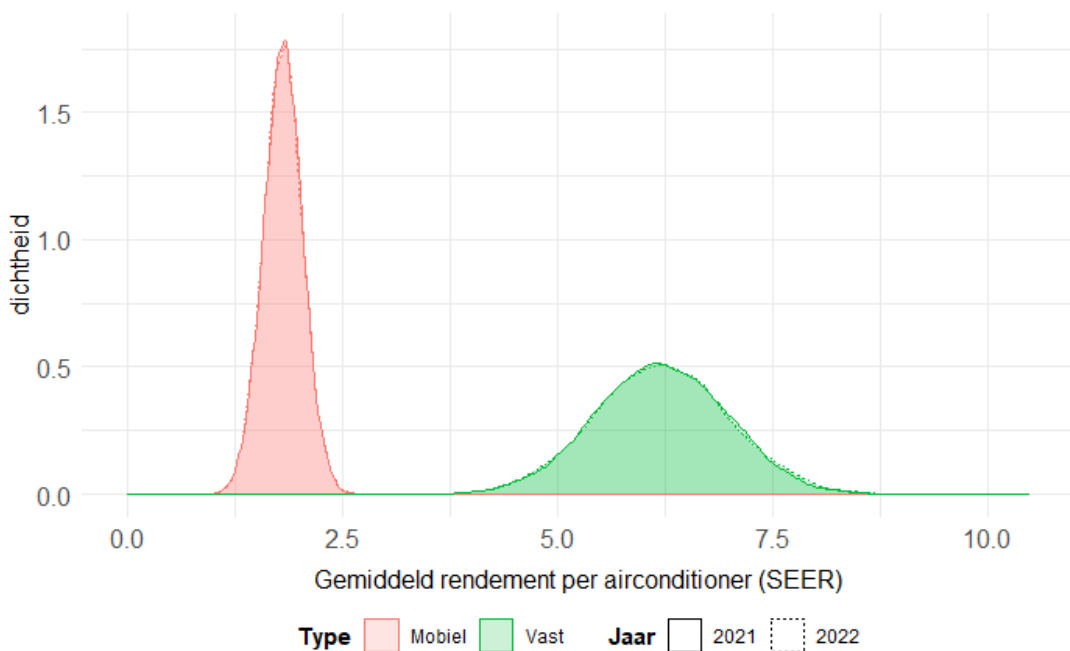
¹⁷ <https://www.eurovent-certification.com/en/advancedsearch/result?program=AC>. Geraadpleegd voor: air-to-air, single split, convertible <= 12 kW)

4.1.1.5.1 Monte Carlo simulatie

De midden-waarde van Tabel 4.13 is in de simulatie overgenomen als het gemiddelde en de lage en hoge waarde zijn gebruikt om de standaard deviatie te bepalen waarbij (“hoog”-“laag”)/4, zie de resulterende waarden in Tabel 4.14 en de verdeling in Figuur 4.7.

Tabel 4.14: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het vermogen van de airconditioner in 2021/2022

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	6,2	0,8
Mobiel	1,8	0,2



Figuur 4.7: Verdeling van het gemiddelde rendement van een airconditioner

Kanttekeningen bij de Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)

De Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) is de EER over een bepaalde tijdsperiode en wordt vastgesteld volgens de norm EN14825. De EER is variabel en hangt elk moment af van de condities en de koellast. Deze koellast wordt in de norm alleen bepaald op basis van de buitentemperatuur, terwijl zinstraling en warmte-opslag in de gebouwsmassa ook een belangrijke factor is. Een andere simplificatie van de berekening is dat de norm altijd uitgaat van een binnentemperatuur van 27 graden (en daarmee de lucht die de airco ingaat is), ook als het buiten 20 °C is.

Verder laten studies zien dat de resultaten die fabrikanten van lucht-waterwarmtepompen publiceren (over verwarming) niet kunnen worden gerepliceerd in labomstandigheden. Het is niet ongebruikelijk dat de efficiëntie van deze warmtepompen 5-10% lager ligt dan de door de fabrikant gerapporteerde efficiëntie. Het is niet bekend in hoeverre dit ook voor koeling in lucht-luchtwarmtepompen geldt en nog belangrijker, in hoeverre de omstandigheden in de praktijk overeenkomen met de resultaten in het lab.

4.1.2 Aannames voor 2030

4.1.2.1 Aantal dagen

In [Tabel 4.15](#) staat het aantal zomerse dagen op basis van KNMI data en de KNMI'23 klimaatscenario's en het aantal dagen gebruik van de airconditioner in 2021 en 2022 (TNO, 2023). Omdat 2022 al een warme zomer had verschilt het gemiddelde aantal zomerse dagen naar verwachting in 2030 niet veel van 2022. Omdat we niet weten of het gebruik van de airconditioner verandert in de toekomst nemen we voor het lage schatting aan dat de airconditioner 25% minder dagen gebruikt wordt dan in de lage schatting van 2022, en voor de hoge schatting 25% meer.

Tabel 4.15: Gemiddeld aantal dagen gebruik van de airconditioner (TNO, 2023) en het aantal zomerse dagen in De Bilt (bron: KNMI)

	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		

Tabel 4.16: Uitgangswaardes voor de simulatie voor het aantal dagen gebruik van de airconditioner in 2030

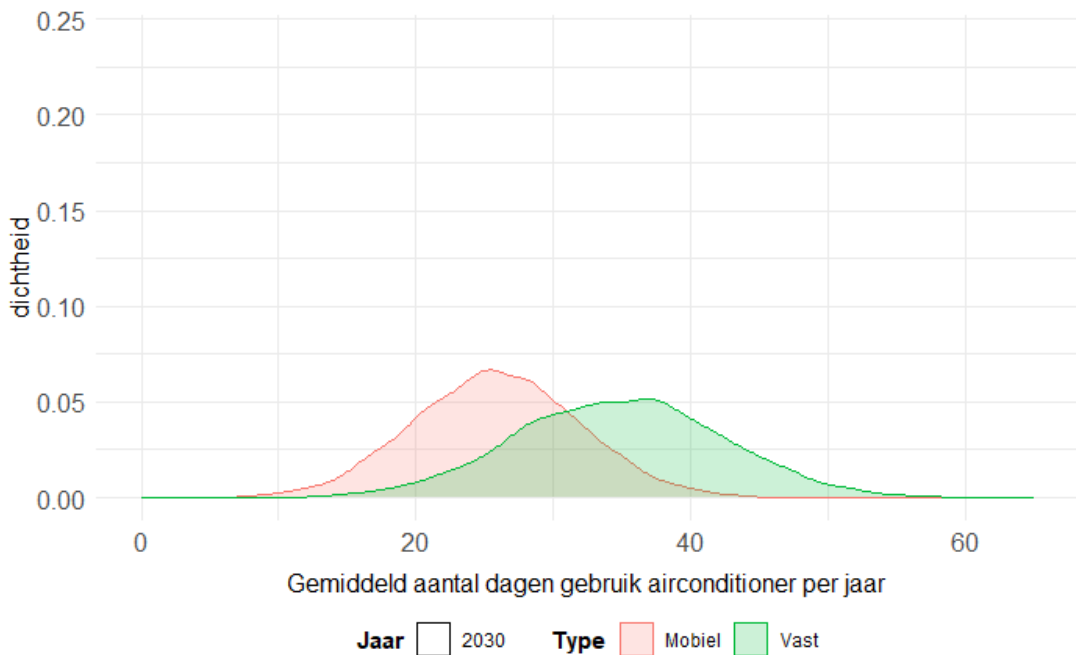
	Laag	Gemiddelde	Hoog
Vaste airconditioner	21,3	34,8	51,5
Mobiele airconditioner	15,2	25,8	39,9

4.1.2.1.1 Monte Carlo simulatie

Ook in 2030 is met de antwoorden van de respondenten een verdeling geschat door een gladde lijn te trekken door de aangegeven waarden met een “fuzziness” factor, zie 2021/2022 voor een toelichting. De resultaten staan in [Tabel 4.17](#) en de verdeling in [Figuur 4.8](#).

Tabel 4.17: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aantal dagen dat de airconditioner gebruikt werd in 2030

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	34,8	7,6
Mobiel	25,8	6,1



Figuur 4.8: Verdeling van het gemiddeld aantal dagen gebruik van de airconditioner per jaar

4.1.2.2 Aantal uren per dag

2022 was een warm jaar en het aantal zomerse dagen voor 2030 komt volgens de KNMI'23 klimaatscenario's op ongeveer hetzelfde aantal dagen uit als in 2022, zie Tabel 4.15. We nemen daarom de midden-waarde van 2022 over voor 2030. Voor de lage en hoge schatting nemen we ook hier een extra onzekerheidsmarge van 25% mee, zie Tabel 4.18.

Tabel 4.18: Uitgangswaardes voor de simulatie voor het aantal uur per dag gebruik van de airconditioner in 2030

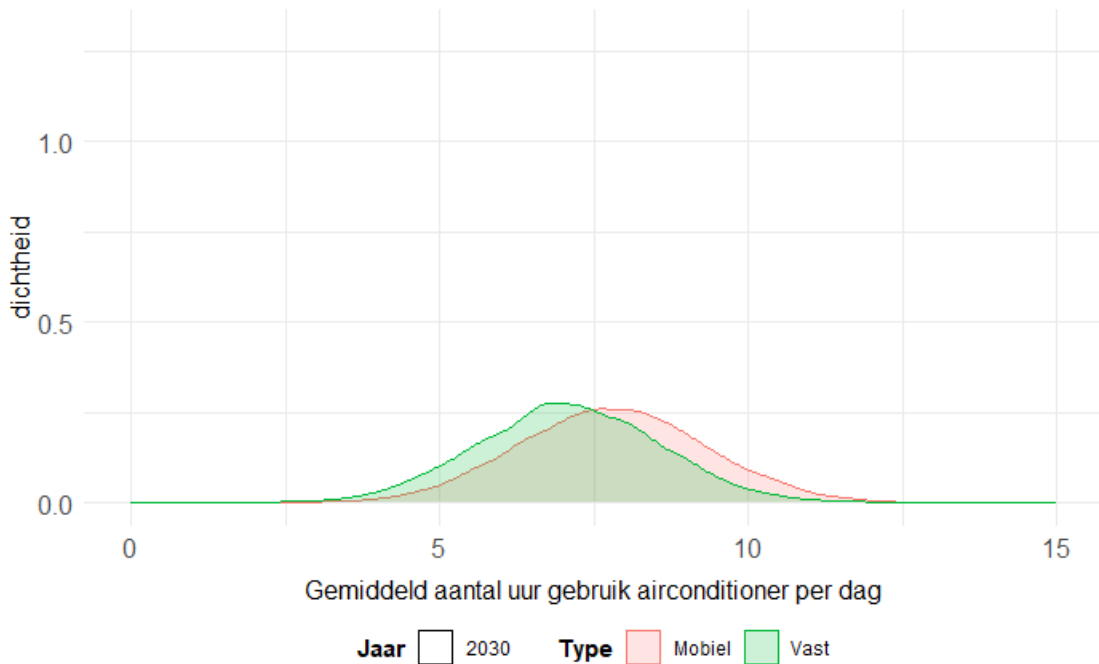
	Laag	Gemiddelde	Hoog
Vaste airconditioner	4,5	7,1	10,4
Mobiele airconditioner	5,0	7,8	11,1

4.1.2.2.1 Monte Carlo simulatie

Ook in 2030 is met de antwoorden van de respondenten een verdeling geschat door een gladde lijn te trekken door de aangegeven waarden met een "fuzziness" factor, zie 2021/2022 voor een toelichting. De waardes staan in Tabel 4.19 en de verdeling in Figuur 4.9.

Tabel 4.19: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het aantal dagen dat de airconditioner gebruikt werd in 2030

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	7,1	1,5
Mobiel	7,8	1,5



Figuur 4.9: Verdeling van het gemiddeld aantal uur gebruik van de airconditioner per dag

4.1.2.3 Vollast-deellast ratio

Er zijn geen wijzigingen aangenomen voor 2030 ten opzichte van 2022.

4.1.2.4 Vermogen

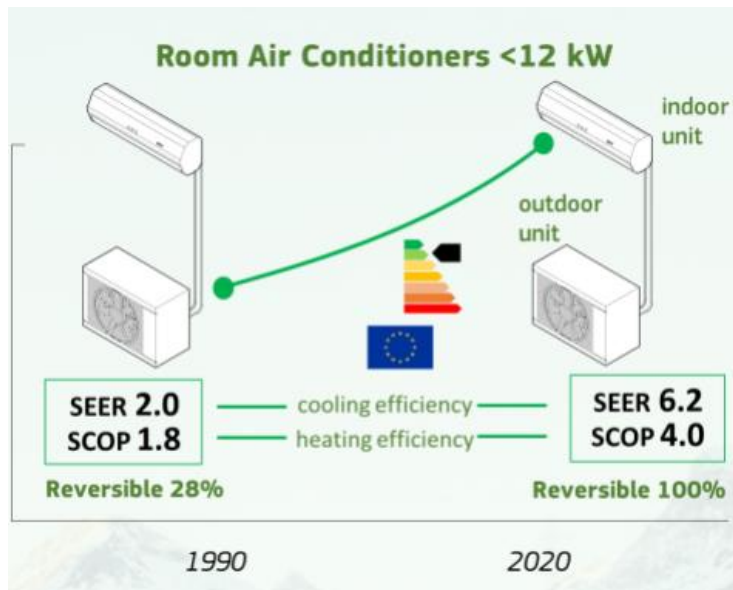
We hebben geen concrete informatie om aan te nemen dat het vermogen van de single unit verandert in de komende jaren en nemen aan de waardes gelijk blijven aan 2022. Er zijn daarom geen wijzigingen aangenomen voor 2030 ten opzichte van 2022.

4.1.2.5 Seasonal Energy Efficiency Ratio

Ecodesign meldt in haar jaarlijkse overzichtsrapport dat de SEER van kleinere (< 12kW) vaste airconditioners verkocht tussen 1990 en 2020 is toegenomen van 2 naar 6,2 (VHK, Ecodesign Impact Accounting. Overview report 2023, 2024) (Figuur 4.10). Het instituut verwacht dat de SEER van de voorraad vaste airconditioner verder zal verbeteren door Ecodesign richtlijnen met 16% over de periode 2020-2030. Voor de periode 2022-2030 komt dit uit op 12.8%. Dit percentage is toegepast op de waarde van 2022 waardoor de gemiddelde efficiëntie van vaste airconditioners in Nederland op een SEER van 7 zou uitkomen (Tabel 4.20). Voor mobiele airconditioners verbetert het gemiddelde rendement van de Europese voorraad volgens EcoDesign naar 1,9 (6% verbetering). Vanwege de grote onzekerheid gaan we er voor de hoge en lage schatting van uit dat het gemiddelde van Nederland 25% lager of hoger ligt dan deze waarde.

Tabel 4.20: Uitgangswaardes voor de simulatie voor de SEER in 2030

	Laag	Midden	Hoog
Vaste airconditioner	8,7	7,0	5,2
Mobiele airconditioner	2,4	1,9	1,4



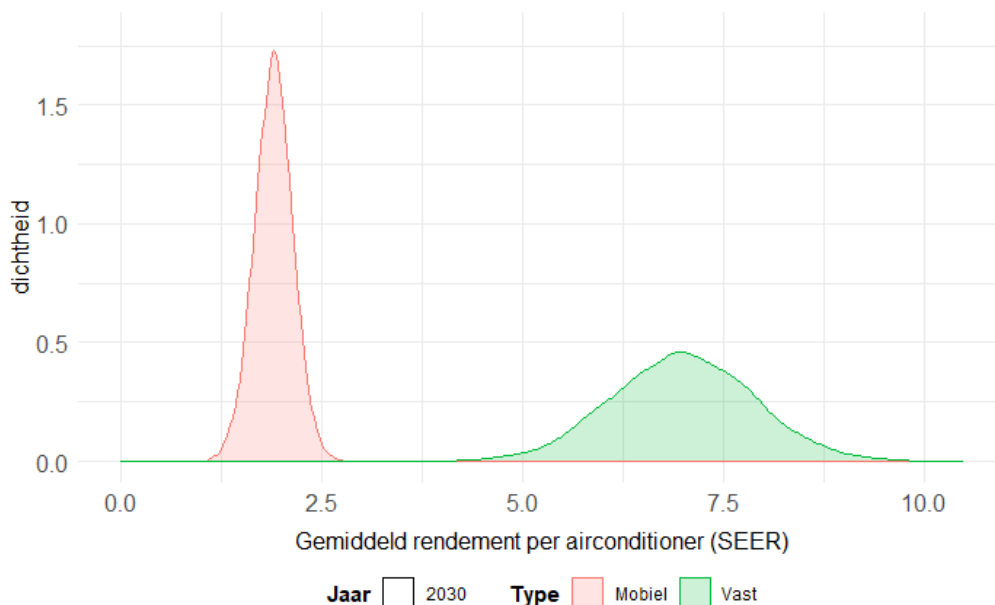
Figuur 4.10: Verbetering in SEER van vaste airconditioners (VHK, Ecodesign Impact Accounting 2023. Status Report Tables, 2024)

4.1.2.5.1 Monte Carlo simulatie

Net als in 2021/2022 is de midden-waarde in de simulatie overgenomen als het gemiddelde en de lage en hoge waarde zijn gebruikt om de standaard deviatie te bepalen waarbij (“hoog”- “laag”)/4, zie de waardes [Tabel 4.21](#) en de verdeling in [Figuur 4.11](#).

Tabel 4.21: Gemiddeldes en standaarddeviatie over de gesimuleerde data voor het vermogen van de airconditioner in 2030

	Gemiddelde	Standaard deviatie
Vast	7	0,9
Mobiel	1,9	0,2



Figuur 4.11: Verdeling van het gemiddelde rendement van een airconditioner

4.2 Resultaten

De Tabel 4.22 t/m Tabel 4.24 en Figuur 4.12 geven de resultaten voor de schatting van het elektriciteitsverbruik van een vaste en mobiele airconditioner per jaar. Bij een vollastpercentage van 100% (zie 4.1.1.3) is de beste inschatting dat een vaste airconditioner in 2022 gemiddeld 143 kWh per jaar gebruikt. De mobiele airconditioner had in 2022 naar verwachting een verbruik van 295 kWh/jaar. Dit is hoger dan de vaste airconditioner, omdat de mobiele airconditioner waarschijnlijk wel minder uren wordt gebruikt dan de vaste airconditioner, maar een veel lager rendement heeft. De onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval ligt op 66 en 241 kWh/jaar voor de vaste airco en op 136 en 497 kWh/jaar voor de mobiele airco. In 2021 lag het elektriciteitsverbruik van een airconditioner lager dan in 2022, omdat de zomer veel koeler was en de airconditioner minder gebruikt is.

Indien de equivalente vollasturen 50% zijn van de operationele uren wordt het elektriciteitsgebruik per airco wordt gehalveerd, in 2022 gemiddeld 71 kWh voor de vaste airco en 147 kWh voor de mobiele airco. De vollast-deellast ratio is daarmee een belangrijke factor en de hier getoonde resultaten kunnen als een bovenwaarde worden beschouwd en zullen in de praktijk lager uitvallen.

Het jaarlijkse gebruik van airconditioners neemt naar verwachting af in 2030 ten opzichte van 2022, omdat de efficiëntie naar verwachting verbetert. Tegelijkertijd is aangenomen dat het aantal uren gebruik niet toeneemt, omdat 2022 een warm jaar was met een zomer die naar verwachting al typisch is voor 2030.

Tabel 4.22: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het gemiddelde energiegebruik van een airconditioner in 2021

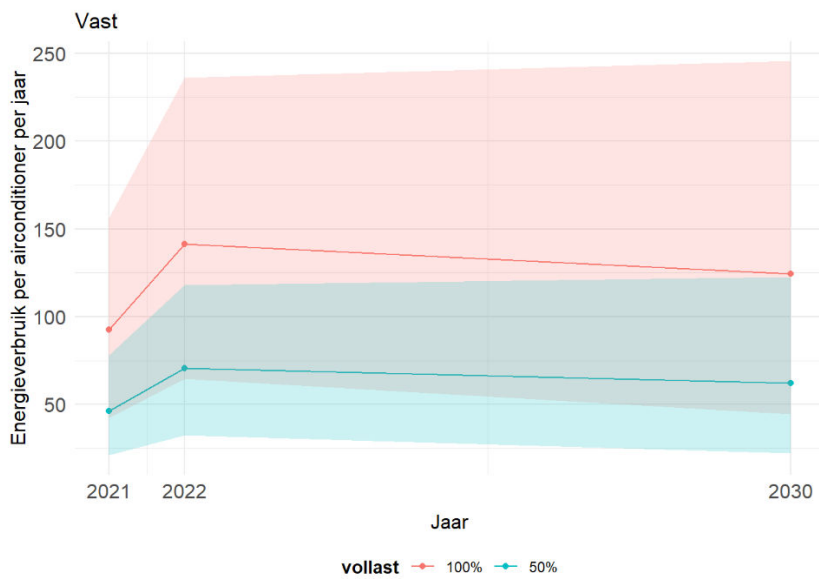
	2021		
100% vollast	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
Vast	42.5	93.2	159.0
Mobiel	70.1	145.5	245.3
50% vollast			
Vast	21.2	46.6	79.5
Mobiel	35.0	72.8	122.6

Tabel 4.23: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het gemiddelde energiegebruik van een airconditioner in 2022

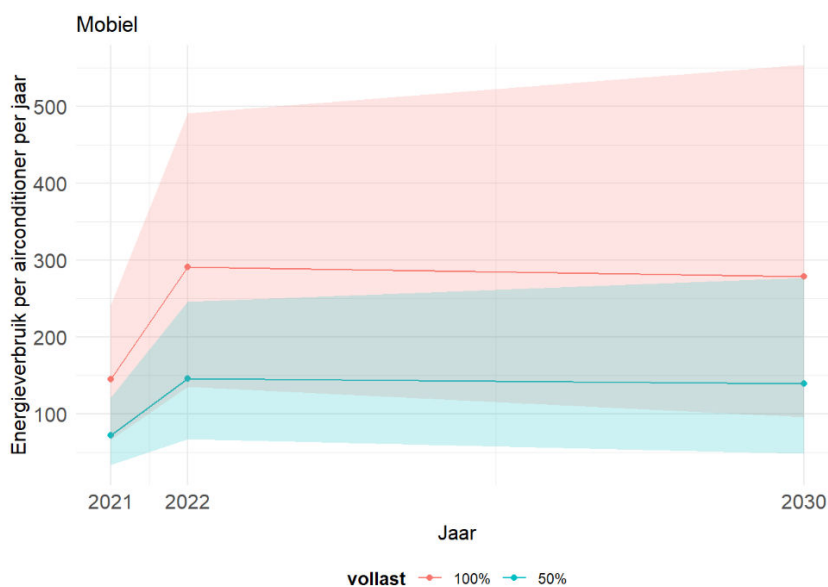
	2022		
100% vollast	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
Vast	65.7	142.5	240.8
Mobiel	135.9	294.7	497.3
50% vollast			
Vast	32.9	71.3	120.4
Mobiel	67.9	147.4	248.6

Tabel 4.24: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het gemiddelde energiegebruik van een airconditioner in 2030

	2030		
100% vollast	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
Vast	43.9	125.4	249.3
Mobiel	97.4	281.0	558.9
50% vollast			
Vast	21.9	62.7	124.7
Mobiel	48.7	140.5	279.5



Figuur 4.12: Schatting van het gemiddelde elektriciteitsverbruik (in kWh) van een vaste airconditioner in woningen in 2021, 2022 en 2030.



Figuur 4.13: Schatting van het gemiddelde elektriciteitsverbruik (in kWh) van een mobiele airconditioner in woningen in 2021, 2022 en 2030.

5 Resultaten

Bij de aanname dat de airco alle operationele uren op vollast draait, komt de meest plausibele schatting van het elektriciteitsverbruik van airconditioners in Nederland in 2021 op 0,7 PJ en in 2022 op 1,6 PJ, zie de waardes in Tabel 5.1 t/m Tabel 5.3¹⁸ en in Figuur 5.1. Het verschil tussen beide jaren komt door een toename in het aantal huishoudens met een airconditioner in 2022 en doordat 2021 juist een koele zomer was met 20 zomerse dagen en 2022 een warme zomer was met 35 zomerse dagen¹⁹. De schatting voor de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval ligt in 2021 0,3-0,4 PJ lager of hoger en in 2022 0,7 lager en 1,1 PJ hoger.

Voor 2030 komt het verbruik naar schatting uit op 4 PJ met een ondergrens van 1,9 en bovengrens van 7,1 PJ. De efficiëntie van de airconditioner verbetert waarschijnlijk verder, maar de toename komt door de verwachte toename in het aantal huishoudens met een airconditioner én een toename in het aantal airconditioners per huishouden. De waardes van andere variabelen zijn in 2030 gelijk aan 2022.

Indien de equivalente vollasturen 50% zijn van de operationele uren wordt het totale elektriciteitsgebruik voor koeling gehalveerd naar gemiddeld 0,8 PJ in 2022 en 2 PJ in 2030. De vollast-deellast is daarmee een belangrijke onzekerheid in de data.

Tabel 5.1: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het totaal elektriciteitsverbruik in PJ van airconditioners in 2021

PJ	2021		
	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
100% vollast			
Vast	0.2	0.4	0.6
Mobiel	0.1	0.3	0.7
Totaal	0.4	0.7	1.1
50% vollast			
Vast	0.1	0.2	0.3
Mobiel	0.1	0.2	0.3
Totaal	0.2	0.3	0.5

Tabel 5.2: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het totaal elektriciteitsverbruik in PJ van airconditioners in 2022

PJ	2022		
	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
100% vollast			
Vast	0.3	0.7	1.3
Mobiel	0.3	0.9	1.9
Totaal	0.9	1.6	2.7

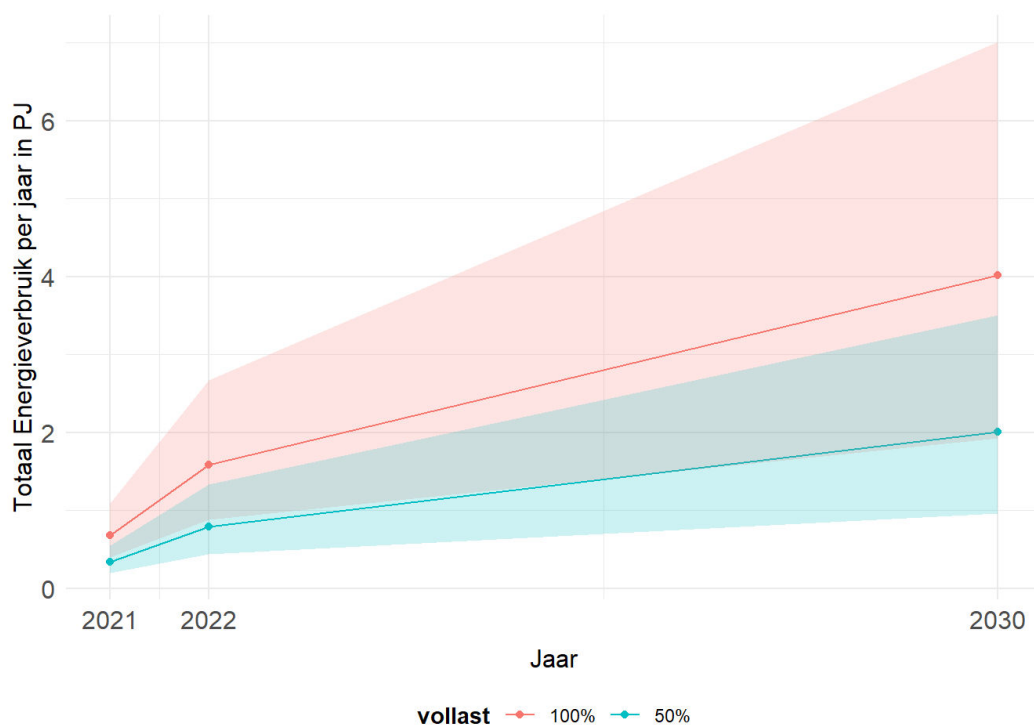
¹⁸ De aantallen van Vast en Mobiel in de onder- en bovengrens tellen niet op tot het totaal, omdat de kans dat het 2,5% en 97,5% percentiel in dezelfde subset zitten onwaarschijnlijk is. Rond het gemiddelde is de dichtheid zo groot dat het verschil wegvalt.

¹⁹ Het gemiddelde de afgelopen 30 jaar is 28 zomerse dagen

50% vollast			
Vast	0.2	0.4	0.6
Mobiel	0.2	0.4	0.9
Totaal	0.5	0.8	1.4

Tabel 5.3: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval over de gesimuleerde data van het totaal elektriciteitsverbruik in PJ van airconditioners in 2030

PJ	2030		
	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
100% vollast			
Vast	0.6	1.9	3.8
Mobiel	0.7	2.2	4.8
Totaal	1.9	4.0	7.1
50% vollast			
Vast	0.3	0.9	1.9
Mobiel	0.3	1.1	2.4
Totaal	1.0	2.0	3.5



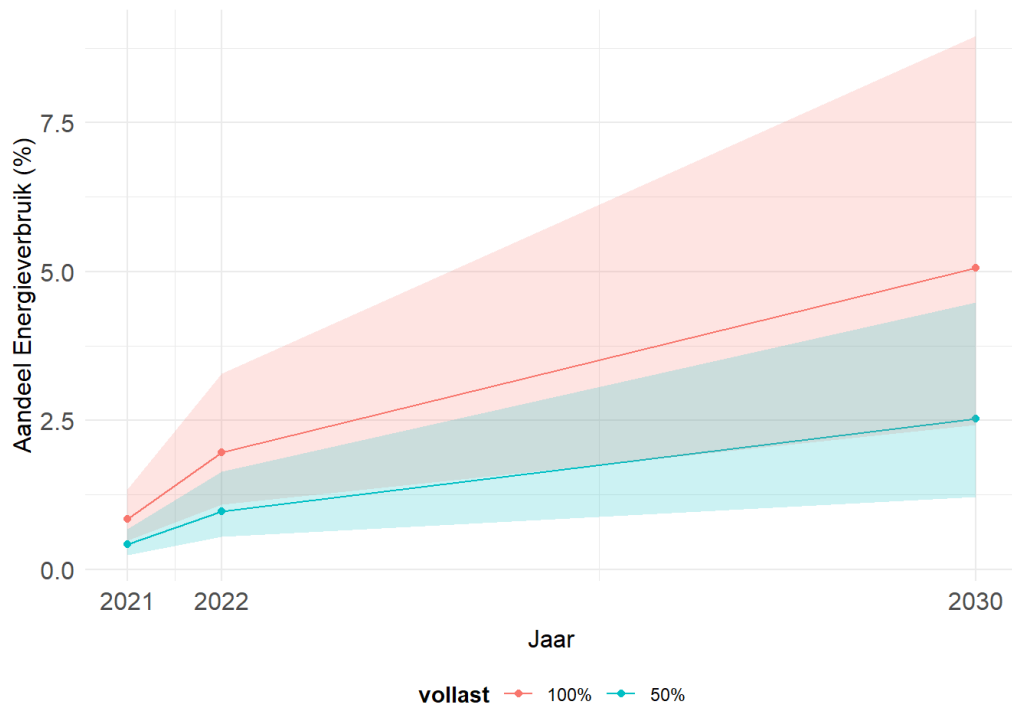
Figuur 5.1: Schatting van het elektriciteitsverbruik van koeling door airconditioners in Nederland bij 50% en 100% vollasturen op basis van de aannames in dit rapport.

5.1 Aandeel van het elektriciteitsgebruik

Bij 100% van de uren op vollast was het elektriciteitsgebruik voor koeling door airconditioners in woningen in 2021 naar schatting 0,9% en in 2022 2 % van het totale elektriciteitsgebruik door woningen²⁰, zie [Figuur 5.2](#) en [Tabel 5.4](#). Gebaseerd op de aannames in dit rapport loopt dit aandeel in 2030 op naar 5%. Indien de equivalente vollasturen 50% van de operationele uren zijn is het aandeel ook de helft.

Tabel 5.4: Gemiddeldes en de onder- en bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van het aandeel elektriciteitsgebruik voor koeling ten aanzien van het totale elektriciteitsgebruik van huishoudens

	ondergrens	gemiddelde	bovengrens
100% vollast			
2021	0,5%	0,9%	1,3%
2022	1,1%	2,0%	3,3%
2030	2,4%	5,0%	8,9%
50% vollast			
2021	0,2%	0,4%	0,6%
2022	0,6%	1,0%	1,7%
2030	1,3%	2,5%	4,4%



Figuur 5.2: Schatting van het aandeel van koeling door airconditioners in Nederlandse woningen ten opzichte van het totale elektriciteitsgebruik van woningen

²⁰ Het elektriciteitsgebruik in woningen was in 2021 82 PJ, in 2022 81 PJ en is naar verwachting 80 PJ in 2030.

6 Conclusie en discussie

Deze notitie beschrijft een eerste poging om met de bestaande kennis van achterliggende variabelen een schatting te maken van het elektriciteitsverbruik voor koeling door airconditioners in Nederlandse woningen. Bij de aanname dat de airconditioner alle operationele uren op vollast draait is de meest plausibele waarde voor 2022 1,6 PJ (finaal verbruik elektriciteit). Het elektriciteitsverbruik door koeling was daarmee in 2022 2% van het finaal elektriciteitsgebruik van woningen. In 2030 loopt het elektriciteitsverbruik naar beste inschatting op naar 4 PJ wat 5% van het elektriciteitsgebruik is. Het rendement van de airconditioner wordt naar verwachting beter, maar de toename in het aantal airconditioners is waarschijnlijk groot.

Deze schattingen zijn een bovenwaarde en zullen in de praktijk lager liggen, omdat de airconditioner niet 100% van de tijd op vollast draait. Zodra een airconditioner de ingestelde temperatuur bereikt kan deze op deellast draaien waardoor het energiegebruik lager ligt. Er is helaas geen informatie beschikbaar over het deel van de tijd dat de airco op vollast of deellast staat in een Nederlandse situatie. Een procentuele afname van het aandeel equivalente vollasturen werkt evenredig door op het gemiddelde elektriciteitsgebruik van de airconditioner en daarmee ook op het totale elektriciteitsgebruik. Dat betekent dat als de equivalente vollasturen gemiddeld 50% van de operationele uren blijken te zijn het totale elektriciteitsgebruik ook met 50% afneemt. De vollast-deellast ratio is daarmee een belangrijke onzekerheid in de data.

Ook in de andere variabelen is nog veel onzekerheid rond de schattingen wat wordt weergegeven door het 95% betrouwbaarheidsinterval. Om beter inzicht te krijgen in het effect van koeling door airconditioners is het daarom belangrijk de onzekerheden te reduceren. Praktijkmetingen leveren bijvoorbeeld informatie op over de vollast-deellast ratio van airconditioners en kunnen het geschatte elektriciteitsgebruik van airconditioners verifiëren. Woningopnames en vragenlijsten kunnen meer inzicht bieden in het aantal huishoudens met een airconditioner en het aantal airconditioners per huishouden, evenals het gebruik voor koeling (en verwarming) inclusief mogelijke relaties met woning- en huishoudkenmerken en geografische verschillen. Gegevens over meerdere jaren zouden verder een solidere basis vormen en ook de mogelijkheid bieden om relaties met de weersomstandigheden (temperatuur, luchtvochtigheid) te kunnen analyseren. Bijlage A geeft een overzicht van onderzoeksvragen voor vervolgstudies.

Referenties

- CBS. (2023). *Klimaatverandering en energietransitie. Opvattingen en gedrag van Nederlanders in 2023.*
- Ecodesign. (2024). *Ecodesign Impact Accounting - Overview report 2023. Annexes B-L Status Report Tables.*
- Fernández Gómez, K., Rovers, V., & Koot, J. (2023). *Energiegebruik van een vaste airco. Voorlopige berekeningsmethode voor de Nederlandse situatie. TNO M11123.*
- HvA. (2023). *RAAK Hitte in de woning - Tussenresultaten.*
- MeMo2. (2020). *THX Insightscan Essent.*
- Motivaction. (2023). *1-meting aircos en hittegolven.*
- PBL. (2022). *Klimaat- en energieverkenning 2022. PBL 4838.*
- PBL. (2023). *Klimaat- en energieverkenning 2023. Ramingen van broeikasgasemissies, energiebesparing en hernieuwbare energie op hoofdlijnen. PBL 5243.*
- TAUW. (2021). *Hitte Belevingsonderzoek - Eindresultaten.*
- TKI Urban Energy. (n.d.). *Factsheet Koudevraag in Nederland. Retrieved from <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisdossiers/factsheets-koudetechnieken/koudevraag-in-Nederland>.*
- TNO. (2021). *Energievraag van ruimtekoeling in woningen. TNO P12657.*
- TNO. (2023). *Koelbehoefte en gebruik van airco's en bodemwarmtepompen in woningen in 2022. TNO P11124.*
- VHK. (2024). *Ecodesign Impact Accounting 2023. Status Report Tables.*
- VHK. (2024). *Ecodesign Impact Accounting. Overview report 2023.*
- W/E Adviseurs. (2018). *Ontwikkeling van koudevraag van woningen; factsheets met conclusies en aanbevelingen. i.o.v. het ministerie van EZK.*

Tabel R.1 Aanvullende informatie over de steekproef van onderzoeken die in deze notitie worden besproken.

Bron	Jaar	Aantal deelnemers	Doelgroep
MeMo2	2020	onbekend	Nederlanders 18+
Motivaction	2021	1.003	Representatief Nederlands publiek 18-80 (StemPunt panel)
Motivaction	2023	1.089	
RAAK - Hitteproef	2023	66	Sociale huurwoningen; appartementen en rijwoningen
RAAK -Belevingsonderzoek	2023	1.023	Huurders woningcorporaties; spreiding in leeftijd
TAUW	2021	4.607	Huurders woningbouwcorporaties. 52% van de respondenten is boven de 56 jaar, de leeftijdsklasse tot 25 jaar vertegenwoordigt 1,3%
TNO	2021	1.187 (333 met een koelsysteem)	18 jaar of ouder
TNO	2022	1.170 (323 met een koelsysteem)	18 jaar of ouder
CBS enquête 'Belevingen'	2023	18.327	18 jaar of ouder

Bijlage A

Onderzoeksvragen

Voor veel variabelen in deze berekening is de onzekerheid nog erg groot zoals beschreven in hoofdstuk 3 en 4. Om deze onzekerheden in het elektriciteitsverbruik voor koeling te verkleinen volgt hieronder een overzicht van onderzoeksvragen ingedeeld naar thema's.

A.1 Koelbehoefte

- In hoeverre spelen leeftijd en andere factoren een rol in de gewenste binnentemperatuur?

A.2 Voorkomen van opwarming

- Meer inzicht in het gebruik van zonwering door bewoners (dmv monitoring, enquêtes en aannames experts).
 - Hoeveel bestaande woningen zijn uitgerust met buitenzonwering?
 - In welke ruimten (woonkamer/slaapkamers) is zonwering aanwezig?
 - Hoe bedienen bewoners buitenzonweringsystemen?
 - Hoe kunnen we het gebruik van zonwering betrouwbaar uitvragen met vragenlijsten?
 - Welke triggers zijn er voor handelen? E.g.: Zonnestraling (globale instraling horizontaal/verticaal), binnen luchttemperatuur, buitenluchttemperatuur, wind.
 - Welke gedragspatronen zijn er te zien in het handelen? E.g.: het uur van de dag, bij afwezigheid en bij aanwezigheid.
- Meer inzicht in het spuigedrag van bewoners (dmv monitoring, enquêtes en aannames experts):
 - Mogelijkheid en belemmeringen om ramen en deuren te openen
 - Welke triggers zijn er voor het openen en sluiten van ramen? Mogelijke triggers zouden kunnen zijn: de binnenluchttemperatuur en -kwaliteit, de buitenluchttemperatuur, de CO₂-concentratie, inbraakbeveiliging, inregenen.
 - Welke gedragspatronen zijn er te zien in het handelen? Gedragspatronen zouden kunnen zijn patronen rondom het uur van de dag of bij afwezigheid en bij aanwezigheid.
- Meer inzicht in het effect maatregelen die opwarming kunnen voorkomen, zoals zonwering en spuien, op basis van praktijkmetingen

Hoe kunnen we bewoners ondersteunen bij goed gebruik van zonwering en ventilatie (en evt andere passieve hulpmiddelen tegen oververhitting)

A.3 Werking en specificaties airconditioner

- Wat is het effect van luchtvochtigheid op de werking/efficiëntie van de airconditioner?
- Beter inzicht in de vollast/deellast ratio van airconditioners in Nederland, bij voorkeur via praktijkmetingen, anders via simulaties.
- Beter inzicht, een betere inschatting voor de Nederlandse situatie en verwachtingen voor toekomstige ontwikkelingen, met onderscheid naar typen airconditioners (bv mobiele airconditioners met/zonder inverter en enkel of dubbel slang), van:
 - De SEER
 - Het vermogen
 - Het stilstandverbruik

A.4 Aanwezigheid airconditioner

- Vragenlijsten of woningopnames kunnen beter inzicht bieden in het aantal huishouden met een airconditioner en het aantal airconditioners per huishouden, met name betreft de mobiele airconditioner.
 - Zijn er relaties met woning- en huishoudkenmerken zoals woningtype en inkomen?
 - Zijn er geografische verschillen in de aanwezigheid van airconditioners?
- De aanschaf van airconditioners in de toekomst beter voorspellen. In hoeverre is er een relatie met de energieprijzen en met de aanwezigheid van PV (en de salderingsregeling)?

A.5 Gebruik airconditioner

- De tijdsduur dat de airconditioner 'aan' en 'uit' wordt gezet en op welke uren van de dag deze actief is (ook ivm het bepalen van de SEER en piekbelasting op het net)? Is er verschil tussen vaste en mobiele airconditioner in het moment van 'aan' zetten? De meest betrouwbare informatie kan worden verkregen door de airco te monitoren. Een andere manier is om bewoners op het moment zelf een 'dagboek' te laten bijhouden, maar dit is erg tijdsintensief.
- De temperatuurinstelling van de airconditioner (indien mogelijk) en waar is deze van afhankelijk? Is er verschil in setpoint gerelateerd aan de duur dat een airconditioner aan staat? (even kort (voor)koelen op lage temperatuur bijvoorbeeld?)
- Meer inzicht in gebruik van vaste en mobiele airconditioners in relatie tot het weer (temperatuur, luchtvochtigheid), ook met onderscheid naar regio's.
- In hoeverre speelt luchtvochtigheid een rol bij het aantal dagen dat de airconditioner gebruikt wordt? Zou de Wet Bulb Globe Temperature (inclusief temperatuur, luchtvochtigheid, straling en windstroming) een betere indicator voor het voorspellen van gedrag zijn dan alleen temperatuur?
- Hoe koel je het snelst met een vaste/mobiele airconditioner? In hoeverre passen verschillende soorten airconditioners het operationele koelvermogen aan?

- Welk deel van de airconditioners wordt voor koeling en/of verwarming gebruikt?
- Hoe en in welke mate worden airconditioners voor verwarming gebruikt? Wat is het elektriciteitsverbruik voor verwarming?

A.6 Elektriciteitsgebruik

- Validatie van de berekeningen voor het elektriciteitsverbruik van een airconditioner en de energievraag van Nederland met airconditioners dmv monitoring/praktijkmetingen (zowel voor koeling als verwarming). Eventueel kan deze informatie verkregen worden via de opgave van het elektriciteitsverbruik van huishoudens in vragenlijsten.
- Hoeveel energie kan bespaard worden door de airconditioner 2 graden hoger in te stellen?

A.7 Overige vragen

- Wat is de milieu-impact van airconditioners?
- Wat is het effect en de ontwikkeling van koudemiddelen in airconditioners?
- Wat is de impact van koeling op piekbelasting van het net? Ook in relatie met PV
- Wat zijn duurzame strategieën voor koeling?
- Wat is het elektriciteitsverbruik voor koeling in utiliteitsgebouwen?
- Meer inzicht in aanwezigheid, gebruik en elektriciteitsverbruik van bodemwarmtepompen

Bijlage B

Additionele factoren voor modellen

In deze bijlage is informatie bij elkaar gebracht over additionele factoren die invloed hebben op de koudevraag of energievraag voor koeling. Vanwege het gebruik van een versimpelde berekening in deze notitie is onderstaande informatie nu niet meegenomen, maar het kan als input dienen voor modellen die de koudevraag en/of energievraag voor koeling willen bepalen.

B.1 Zonwering

B.1.1 Aanwezigheid van zonwering

Uit het Motivaction onderzoek blijkt dat 47% (2021) tot 52% (2023) van de respondenten buitenzonwering heeft (Motivaction, 2023). In het RAAK onderzoek (n=65) beschikte 38% van de bezochte woningen buitenzonwering en 12% over hoog reflecterende binnen zonwering (HvA, 2023) (onder deze woningen bevonden zich relatief veel appartementen). Bij deze woningen was er vaker buitenzonwering aanwezig in de woonkamer (37%) dan in de slaapkamers (23%).

B.1.2 Gebruik van zonwering

Uit de TNO vragenlijst komt dat 52% van de respondenten aangeeft een vorm van buitenzonwering te gebruiken (TNO, 2023). Een analyse van de TNO vragenlijst geeft inzicht in het gebruik van zonwering in relatie tot woningtype ([Figuur B.1](#)). Zonwering wordt minder toegepast in appartementen. Automatische en handbediende zonwering wordt het vaakst toegepast in 2-onder-1-kapwoningen, de vaste zonwering het vaakst in vrijstaande woningen.

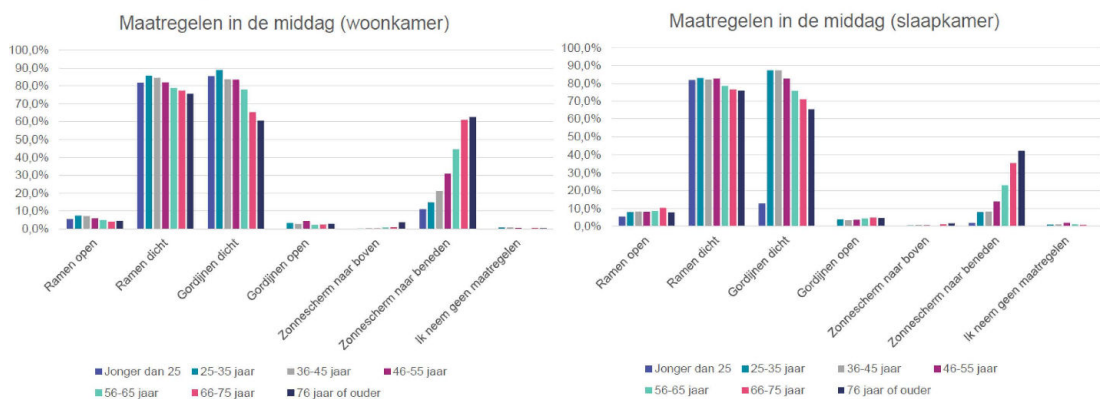


Figuur B.1: Gebruik van zonwering naar woningtype (TNO 2022)

Het percentage gebruik uit de TNO vragenlijst komt overeen met de CBS enquête waar 53% aangeeft zonwering of rolluiken te gebruiken (CBS, 2023). Een verdeling naar eigendom laat zien dat dit vooral bij koopwoningen van toepassing is (65%), en minder bij sociale (39%) en particuliere (31%) huurwoningen. Wat betreft woningtype is eenzelfde verdeling te zien: 62% van de eengezinswoningen gebruikt zonwering tegenover 36% van de meergezinswoningen.

Het hittebelevingsonderzoek van TAUW heeft per dagdeel en per ruimte gevraagd welke maatregelen mensen gebruiken. Voor de woonkamer bijvoorbeeld geeft 10-60% van de respondenten aan 's middags de zonwering naar beneden te doen, waarbij het percentage oploopt met de leeftijd, zie [Figuur B.2](#) (TAUW, 2021).

Welke maatregelen namen mensen die last hadden van de hitte?



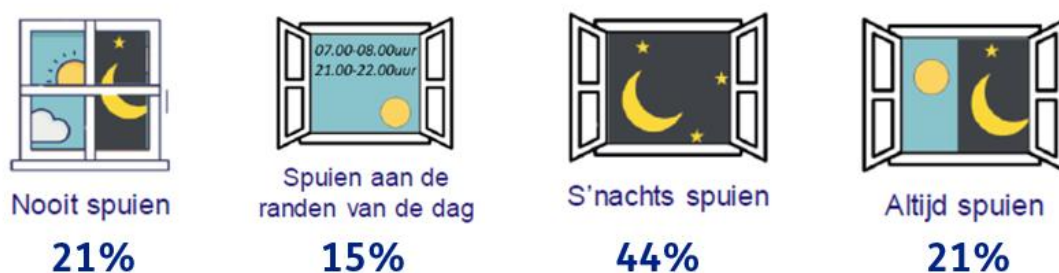
Figuur B.2: Maatregelen in de middag volgens het Hittebelevingsonderzoek van (TAUW, 2021)

B.2 Ventilatiegedrag

Een andere effectieve maatregel om opwarming van de woning te voorkomen of reduceren is het gesloten houden van ramen en deuren als het buiten warmer is dan binnen en deze weer openen als het buiten kouder is. 66% van de respondenten in de TNO vragenlijst geeft aan dit toe te passen. 69% van de respondenten in de Motivaction (2023) vragenlijst geeft aan de ramen en deuren overdag dicht te houden en 62% zet deze 's avonds of 's nachts open. Ook uit het MeMo2 onderzoek blijkt 62% de ramen en deuren dicht te houden. In het TAUW belevingsonderzoek geeft 80% aan de ramen en deuren in de middag dicht te houden (Figuur B.2). 75% opent 's nachts de ramen/deuren in de woonkamer en 85% in de slaapkamer. Ook uit de CBS enquête komt dat 72% de ramen 's avonds/'s nachts open zet en 65% zegt de ramen overdag gesloten te houden (CBS, 2023). Het wordt vaker toegepast door mensen met een hoger opleidingsniveau en een hogere welvaart. Het openen van ramen 's nachts neemt af met de leeftijd.

In het RAAK project hebben deelnemers tijdens een warme week met 2 tropische dagen per uur bijgehouden of zij de ramen/deuren open of dicht deden en dit kon worden gekoppeld aan temperatuurmetingen in de woning (HvA, 2023). De bewoners van de 39 woningen waarvoor voldoende gegevens beschikbaar kunnen op basis van interpretatie van de data worden ingedeeld in 4 typische spuigedragingen (Figuur B.3)²¹:

- In 21% (n=8) van de woningen wordt zelden tot nooit ramen geopend
- In 44% van de woningen wordt vooral 's nachts ramen geopend, wanneer het buiten kouder was dan binnen, en werden overdag ramen dicht gehouden.
- In 15% van de woningen wordt vooral kortstondig ramen geopend aan de randen van de dag (vroeg in de ochtend en in de avond)
- In 21% van de woningen worden de ramen ook overdag opengedaan wanneer het buiten warmer was dan binnen. Deze groep leek geen rekening te houden met de buitentemperatuur bij het open of sluiten van de ramen.



Figuur B.3: Typische spuigedragingen (RAAK)

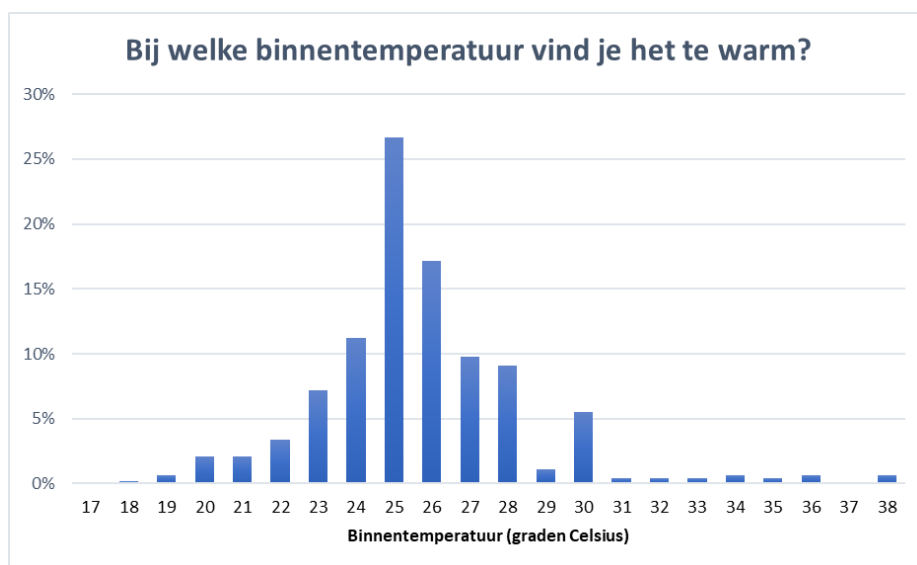
Het is bekend dat er diverse belemmeringen worden ervaren bij het openen van ramen en deuren, bijvoorbeeld vanwege het risico op inbreken in de nacht of als bewoners niet thuis zijn. In het Raak Belevingsonderzoek is een enquête gehouden onder 1.062 bewoners van coöperatie woningen waarin 28% van de deelnemers aangaf dat zij hun ramen 's nachts niet konden of wilden openen. Hierbij werden het risico op inbraak (35%), hinder door

²¹ Een paar kanttekeningen bij deze typering: 1) Mensen gedragen zich niet altijd consistent. Veel mensen vertoonden verschillende soorten gedrag op verschillende dagen. 2) Bij veel mensen waren verschillen te zien in het openen/sluiten van ramen in de woonkamer en in de slaapkamer.

insecten (17%) en lawaai van buiten (19%) als voornaamste redenen genoemd om s 'nachts ramen niet te kunnen openen.

B.3 Gewenste binnentemperatuur

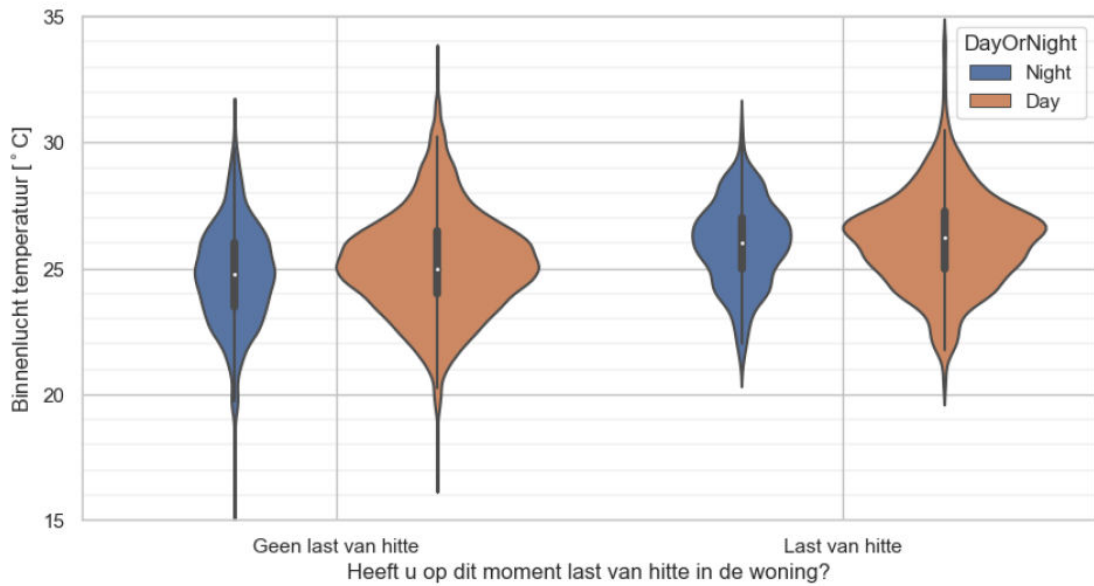
In het TNO vragenlijstonderzoek geven de meeste respondenten (26%) aan het vanaf een temperatuur van 25 °C te warm te vinden (TNO, 2023). Voor 54% is een temperatuur tussen de 24-26 °C te warm en bij 72% ligt de waarde tussen de 23-27 °C. Er is geen verschil gevonden in de temperatuur bij leeftijdsklassen. Wel geven 60+'ers vaker aan het in huis niet te warm te vinden (50%) dan andere leeftijdsklassen (37-40%). Ze geven ook aan vaker maatregelen te nemen om opwarming te voorkomen, 31% tegenover bijvoorbeeld 20% bij de klasse 18-29 jaar.



Figuur B.4: Antwoorden op de TNO vragenlijst van 2022

90% van de deelnemers aan de RAAK Hitteproef gaf aan enige of veel last van de hitte te hebben gehad tijdens warme periodes (HvA, 2023). De gemiddelde temperatuur van de deze woningen was 25,5 °C, (50% van de tijd was het tussen de 24-26 °C) met regelmatig temperaturen boven de 27 °C. Als mensen op een specifiek moment gevraagd was of ze last hebben van de hitte dan was de mediaan 26°C bij een positief antwoord (geen verschil tussen dag en nacht) (Figuur B.5).

Als men in het algemeen vraagt aan deelnemers van de Hitteproef bij welke temperatuur men het te heet vindt overdag dan geeft 55% aan bij 27-29°C en 25% bij 24-26°C. Voor de nacht is de gewenste temperatuur lager met 34% van de antwoorden voor een binnentemperatuur van 24-26°C, 24% voor 21-23°C en 18% voor 18-20°C. Opvallend is dat jongeren aangeven meer last van de hitte te hebben dan ouderen.



Figuur B.5: Meting van de binnentemperatuur in combinatie met de hittebeleving op hetzelfde moment (HvA, 2023)

Het Programma van Eisen 'Gezonde woningen' geeft een classificatie 'Goed' aan woningen waarbij de binnentemperatuur overdag maximaal 27°C is en 's nachts maximaal 24°C. Gemiddeld genomen vindt 80% van de mensen een temperatuur van 27,5°C in de nacht nog net acceptabel.

B.4 Profielen voor airconditionergebruik

Er is gekeken of het mogelijk is gebruikersprofielen van de airconditioner te maken gebaseerd op het aantal uur dat de airconditioner aan staat volgens het TNO vragenlijstonderzoek (TNO, 2023). Gebruikersgedrag zou bijvoorbeeld kunnen zijn:

1. De airconditioner even kort aanzetten (0-4 uur per dag). Bijvoorbeeld om de slaapkamer te koelen voor het slapen gaan.
2. De airconditioner een dagdeel aan laten staan (5-8 uur per dag). Bijvoorbeeld om de hele nacht of middag te koelen.
3. De airconditioner een groot deel van de dag laten draaien (> 8 uur per dag).

Het percentage van de respondenten dat ingedeeld kan worden in deze gedragingen wordt weergegeven in [Tabel B.1](#) voor de vaste airconditioner en in [Tabel B.2](#) voor de mobiele airconditioner. Het percentage voor de eerste twee gedragingen is redelijk gelijk verdeeld. De mobiele airconditioner wordt vaker meer dan 8 uur per dag gebruikt dan de vaste airconditioner. Er is bij beide types geen groot verschil in het aantal uren gebruik voor de woon- of slaapkamer.

Tabel B.1: Aantal uren gebruik per dag van de vaste airconditioner (2022)

	Totaal	Woonkamer	Hoofdslaapkamer
0-4 uur/dag	43%	47%	42%
5-8 uur/dag	41%	38%	41%
> 8 uur /dag	16%	16%	18%

Tabel B.2: Aantal uren gebruik per dag van de mobiele airconditioner (2022)

	Totaal	Woonkamer	Hoofdslaapkamer
0-4 uur/dag	35%	27%	34%
5-8 uur/dag	36%	29%	38%
> 8 uur /dag	29%	44%	28%

B.5 Stilstandverbruik

Ook als de airconditioner niet operationeel is, verbruikt deze energie. Dit elektriciteitsverbruik is impliciet meegenomen in de SEER. Voor twee vaste airconditioners waarvan we het energieverbruik specifiek hebben berekend was dit verbruik in standby en uitgeschakelde modus 1W (8,6 kWh/jaar) voor de ene en 3W (26 kWh/jaar) voor de andere (Fernández Gómez, Rovers, & Koot, 2023)²². Van de vaste airconditioners gecertificeerd door Eurovent ligt de waarde voor het verbruik in standby en uitgeschakelde modus tussen de 0,2 (2 kWh/jaar) en 31 W (266 kWh/jaar)¹⁷. Dit betekent dat het standby verbruik een belangrijke factor kan zijn in het totale energieverbruik. Dit vergt daarom meer onderzoek.

²² De aannames zijn: 3500 uur per jaar in standby modus (40%), 5088 uur (58%) in off-modus en 172 uur (2%) actief. Een groot gedeelte van de uren in off-modus valt buiten het koelseizoen. Indien een airco ook voor verwarming wordt gebruikt is het niet terecht om het elektriciteitsverbruik voor standby en uitgeschakelde modus in deze periode mee te tellen in het elektriciteitsverbruik voor koeling.