

TNO 2023 M11123 – 14 september 2023

Energiegebruik van een vaste airco

Voorlopige berekeningsmethode voor de Nederlandse
situatie

Auteurs	Kim Fernández Gómez, Vera Rovers, Joachim Koot
Rubricering verslag	TNO Publiek
Verslagtekst	TNO Publiek
Aantal pagina's	20
Aantal bijlagen	2

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.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	3
2 Koeling	3
2.1 Berekeningsmethode volgens EN14825	3
2.2 Aanpassingen voor Nederland	5
2.2.1 Aantal werkpunten	6
2.2.2 Uren per werkpunt	6
2.2.3 Uren per modus	7
2.2.4 Toelichting bij aanpassingen	8
2.3 Aangepaste berekening energiegebruik koeling	9
2.3.1 Andere literatuurbronnen	10
2.4 Gevoeligheidsanalyse	10
3 Verwarming	12
3.1 Berekeningsmethode volgens EN14825	12
3.2 Aanpassingen voor Nederland	12
3.3 Aangepaste berekening energiegebruik verwarming	13
4 Conclusie en vervolgonderzoek	14
4.1 Vervolgonderzoek	14
Referenties	16
Bijlagen	
Bijlage A: Voorbeeldberekening koeling	16
Bijlage B: Voorbeeldberekening verwarming	18

1 Inleiding

Ruimtekoeling van woningen in Nederland neemt de laatste jaren toe. 89% van de in gebruik zijnde vaste airco's (lucht-luchtwarmtepompen) in woningen is in de afgelopen 5 jaar geïnstalleerd (CBS, 2022). Dit heeft invloed op het energiegebruik van de gebouwde omgeving. Inzicht in het energiegebruik is een belangrijk aspect om koeling in de huidige energiemodellen mee te kunnen nemen. Uit eerder literatuuronderzoek bleek echter dat er nog weinig bekend is over het energiegebruik van airco's (Rovers et al., 2021). Er zijn ook geen (openbare) meetdata om de werking van de airco in de praktijk te analyseren.

Deze notitie beschrijft een berekeningsmethode voor het energieverbruik van vaste airco's, zowel voor koeling als verwarming, in Nederlandse huishoudens. Beide methoden zijn gebaseerd op de berekeningsmethoden van het energieverbruik van lucht-lucht warmtepompen volgens de Europese norm NEN-EN14825. Op basis van aannames en eerder onderzoek naar koelgedrag in Nederland en het Nederlandse klimaat, stellen we een aantal aanpassingen voor aan de methoden om representatievere uitkomsten voor Nederland te verkrijgen. Deze aangepaste berekeningsmethode is een voorlopige methode die nog verder verbeterd kan worden (zie 'vervolgonderzoek'), maar met de data en inzichten die momenteel beschikbaar zijn benadert deze methode het beste het werkelijke gemiddelde gebruik van een vaste airco. We staan open voor nieuwe data, inzichten en ideeën voor verbetering.

In Hoofdstuk 2 en 3 wordt, respectievelijk voor koeling en verwarming, de methode volgens de EN14825 samengevat, de voorgestelde aanpassingen toegelicht en een voorbeeldberekening van het energieverbruik van een vaste airco gemaakt. Voor koeling is tevens een gevoeligheidsanalyse gedaan. Ten slotte wordt in Hoofdstuk 4 een conclusie getrokken over de berekening van het energieverbruik van airco's in Nederlandse huishoudens en aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan.

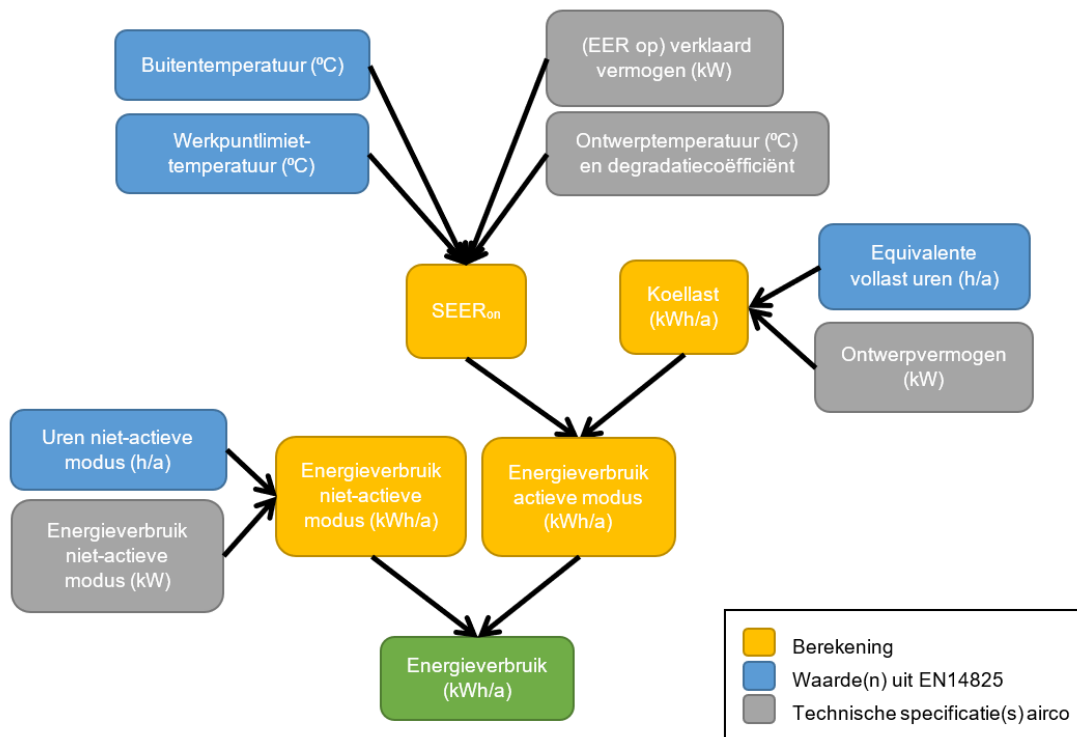
2 Koeling

2.1 Berekeningsmethode volgens EN14825

Voor de berekening van het energieverbruik van airco's maakt de norm onderscheid tussen apparaten met een vermogen t/m 12 kW en apparaten van > 12 kW. Een vermogen van 12 kW is ruim het vermogen dat doorgaans nodig is om één volledige woning te koelen, maar niet genoeg om een groot kantoorgebouw te koelen. De methode voor apparaten van ≤ 12 kW gebruiken we daarom in dit onderzoek. De berekeningsmethode van het jaarlijkse energieverbruik wordt schematisch weergegeven in figuur 1. De verschillende onderdelen worden hieronder toegelicht (de dikgedrukte woorden in de tekst verwijzen naar de blokjes in de figuur).

Het **jaarlijkse energieverbruik** wordt berekend als de som van het energieverbruik in de actieve modus en het energieverbruik in de niet-actieve modus. De niet-actieve modus omvat de standen van de airco waarin het is uitgeschakeld, op stand-by staat of wanneer de thermostaat uit is—d.w.z. wanneer de ingestelde setpoint temperatuur bereikt is en er geen koeling meer nodig is.

Het **energieverbruik van de niet-actieve modus** is de som van het energieverbruik van de individuele niet-actieve standen (afhankelijk van de specificaties van het apparaat) en het aantal uren per modus per jaar (een vaste waarde in de norm). Ook wordt in de niet-actieve modus het energieverbruik van de krukastverwarming (*crankcase heater*)¹ meegerekend, d.m.v. het vermogen voor de krukastverwarming van het apparaat en een aantal door de norm veronderstelde uren.



Figuur 1: Schematische weergave van de berekeningsmethode van het jaarlijkse energieverbruik van airco's bij koeling volgens de Europese norm EN14825.

Het **jaarlijkse energieverbruik in de actieve modus** wordt berekend vanuit de definitie van de SEER_{on} (*active mode Seasonal Energy Efficiency Ratio*), een maat voor de efficiëntie of het rendement van de airco tijdens de actieve modus, gemiddeld over een jaar².

$$\text{Jaarlijks energieverbruik in actieve modus [kWh]} = \frac{\text{Jaarlijkse koellast [kWh]}}{\text{SEER}_{\text{on}}}$$

De jaarlijkse **koellast** wordt volgens de norm bepaald door het ontwerpvermogen van de airco—de vollast—te vermenigvuldigen met het aantal equivalente vollast uren in een jaar. Het aantal equivalente vollast uren is het aantal uren per jaar waarop een airco moet koelen om aan de koellast te voldoen, uitgaande dat het op vollast draait. De norm gaat uit van

¹ De *crankcase heater* is een verwarmingsapparaat in de unit dat voorkomt dat het koelmiddel naar de compressor migreert, opdat de koelmiddelconcentratie in de olie bij het starten van de compressor wordt beperkt. Volgens de norm staat de *crankcase heater* 7.760 uur per jaar (meer dan 10 maanden per jaar) aan bij airco's die alleen voor koeling worden gebruikt.

² De SEER van airco's voor koeling is analoog aan de beter bekende SCOP (*seasonal coefficient of performance*) van warmtepompen die gebruikt worden voor verwarming:

$$\text{SEER}_{\text{on}} = \frac{\text{Jaarlijkse koellast [kWh]}}{\text{Jaarlijks energieverbruik in actieve modus [kWh]}}$$

350 equivalente vollast uren per jaar op basis van 954³ uren per jaar dat de airco in actieve modus is (d.w.z. niet uit, niet op stand-by, en de thermostaat niet uitgeschakeld is—oftewel de setpoint temperatuur is niet bereikt). Met andere woorden, in 954 uur koeling in de praktijk—deels op vollast en deels op deellast—wordt evenveel warmte onttrokken als in 350 uur op vollast.

De **SEER_{on}** wordt berekend d.m.v. een gewogen gemiddelde EER (*energy efficiency ratio*) op basis van de **klimaatomstandigheden** binnen een jaar, m.b.v. vier werkpunten, A t/m D. Bij elk werkpunt hoort een bepaalde buitentemperatuur en een aantal uur per jaar waarmee het werkpunt wordt gewogen. Deze waarden zijn vastgesteld in de norm (tabel 1). De norm veronderstelt bijvoorbeeld dat de airco 13 uur per jaar aanstaat bij een buitentemperatuur van 35°C en 225 uur per jaar bij een buitentemperatuur van 20°C graden. Bij elk werkpunt hoort ook een bepaald (deel)**vermogen** van de airco en een **bijbehorende EER**. Deze waarden zijn experimenteel bepaald en afhankelijk van het apparaat. Vervolgens wordt er rekening gehouden met de **werkpuntlimiettemperatuur** (*bin limit temperature*), oftewel de maximale buitentemperatuur waarbij geen koeling nodig is. Deze is gedefinieerd in de norm als 16°C. Ook wordt er rekening gehouden met de **ontwerptemperatuur** van het apparaat en de **degradatiecoëfficiënt** van het apparaat—een maat voor het verlies in efficiëntie door pendelen: het afwisselend aan- en uitschakelen van het apparaat om een bepaalde binnentemperatuur in stand te houden.

Tabel 1: Buitentemperatuur en uren per jaar per werkpunt volgens de EN 14825 norm.

Werkpunt	Buitentemperatuur	Uren per werkpunt
	[°C]	h _j [h]
A	35	13
B	30	63
C	25	178
D	20	225

De uren per buitentemperatuur, van 17 t/m 40 graden, die de norm definieert tellen in totaal op tot 2.602 uur. Dat is 71% van het “koelingsseizoen” van een jaar (3.672 uur) die de norm hanteert. Dat lijkt erop te wijzen dat in de uren per werkpunt alle uren worden meegenomen waarin die bepaalde temperatuur geldt in het koelingsseizoen, onafhankelijk van de dag en het tijdstip. Met andere woorden, er wordt in dat aantal uren geen rekening gehouden met of de airco wellicht alleen ’s nachts of juist overdag gebruikt wordt.

2.2 Aanpassingen voor Nederland

Om de berekeningsmethode representatiever te maken voor Nederland hebben we een aantal aannames en waarden aangepast die ons inziens beter aansluiten op het koelgedrag en klimaat in Nederland, m.b.t. de volgende onderdelen van de berekening:

1. Aantal werkpunten
2. Uren per werkpunt
3. Uren per modus.

³ Het aantal uren in actieve modus van een airco is afhankelijk van klimaatomstandigheden. De norm hanteert bij koeling echter één soort klimaat en daarmee ook een enkele vaste waarde voor de uren in actieve modus (en bijbehorende equivalente vollast uren).

2.2.1 Aantal werkpunten

Uit onderzoek naar koelgedrag van huishoudens blijkt dat 71% (2022) tot 80% (2021) van de bewoners die de airco aanzetten op basis van de buitentemperatuur dat pas doen vanaf een buitentemperatuur van 25 graden (Rovers et al., 2021; (Rovers, 2023)⁴. Op basis van deze uitkomst nemen we aan dat airco's in woningen niet aanstaan bij buitentemperaturen onder de 25°C. Daardoor vervalt het werkpunt van 20°C buitentemperatuur (werkpunt D). Daarmee wordt de SEER_{on} berekend op basis van de werkpunten A, B en C (respectievelijk 35 °C, 30 °C en 25 °C buitentemperatuur).

2.2.2 Uren per werkpunt

Het aantal uren per jaar dat een airco draait bij een bepaalde buitentemperatuur is afhankelijk van het klimaat. In een warm klimaat zullen er meer uren per jaar zijn waarin de buitentemperatuur 35°C is en in een kouder klimaat minder of zelfs geen. De EN14825 hanteert de uren per jaar per voor werkpunten A, B en C zoals in tabel 1.

Om het aantal uren per jaar voor elke buitentemperatuur representatiever te maken voor Nederland hebben we de waarden van de EN14825 norm vervangen door de waarden afkomstig uit het Nederlandse referentieklimaat volgens de NEN5060 norm. Het referentieklimaat bevat o.a. de temperatuur per uur van een representatief jaar voor Nederland. Door de gegevens uit het referentieklimaat te gebruiken is de berekening dus niet afhankelijk van een specifiek jaar en bijbehorende weersomstandigheden. De uren per werkpunt volgens het referentieklimaat zijn te zien in tabel 2, met de uren per werkpunt volgens de norm ter vergelijking. In het referentieklimaat komt de temperatuur van 35 graden niet voor, is het 15 uur per jaar 30 graden en 70 uur per jaar 25 graden.

Evenals de norm worden voor het referentieklimaat alle uren meegenomen waarin die bepaalde temperatuur geldt in het koelseizoen: de uren per werkpunt zijn het totaal aantal uren in het referentiejaar dat elke buitentemperatuur geldt, waarbij de temperatuur is afgerond op een heel getal.

Tabel 2: Uren per werkpunt volgens het representatieve referentieklimaat (NEN 5060, 2018) en volgens de EN14825 norm ter vergelijking.

Werkpunt	Buientemperatuur	Uren per werkpunt (referentieklimaat NEN5060)	Uren per werkpunt (EN14825)
	[°C]	h_j [h]	
A	35	0	13
B	30	15	63
C	25	70	178

⁴ Uit het onderzoek blijkt dat de meeste bewoners de airco aanzetten op basis van de binnentemperatuur (ook voornamelijk vanaf 25 graden) en slechts een klein deel op basis van de buitentemperatuur. Voor deze berekening moeten we echter uitgaan van de buitentemperatuur.

2.2.3 Uren per modus

Het jaarlijkse energieverbruik van de airco is de som van het energieverbruik in stilstand en het energieverbruik in actieve modus. Voor beide termen zijn aannames gemaakt m.b.t. het aantal uren dat de airco in een bepaalde stand staat.

1 . Energieverbruik in de actieve modus

Het energieverbruik in de actieve modus wordt berekend door de koellast te delen door de SEERon. Zoals eerder beschreven wordt jaarlijkse koellast berekend door het ontwerpvermogen van de airco te vermenigvuldigen met het aantal equivalente vollast uren in een jaar. De norm gaat uit van 350 equivalente vollast uren per jaar op basis van 954 uren per jaar dat de airco in actieve modus is. De norm maakt echter geen onderscheid in klimaatzones. De 954 uren in actieve modus—en bijbehorende 350 equivalente vollast uren—gelden ook voor gebieden in Europa met een warmer of kouder klimaat vergeleken met Nederland. Daarom is het mogelijk dat deze waarde voor een individueel land afwijkt van de aanname van de norm.

Uit eerder onderzoek naar koelgedrag blijkt dat de airco in Nederlandse huishoudens minder uren in gebruik is dan de 954 uur die de norm hanteert. In 2022 waren vaste airco's gemiddeld 172 uur in gebruik (Rovers, 2023)⁵. Het lagere aantal uren in actieve modus in Nederland vergeleken met de norm wordt verder ondersteund door de buitentemperaturen van de werkpunten (tabel 2). Hoewel niet alle buitentemperaturen en bijbehorende uren zijn onderzocht, lijkt de EN14825 norm een warmer klimaat te veronderstellen dan het Nederlandse referentieklimaat in de NEN5060.

Om twee redenen verwachten we niet dat de verhouding tussen equivalente vollasturen en uren in actieve modus die in de normberekening wordt gehanteerd kan worden overgenomen voor de Nederlandse situatie. Een eerste reden voor deze aanname is dat het uit het onderzoek lijkt dat bewoners de airco gedurende een paar uur aanzetten wanneer het te warm is en vervolgens uitzetten, in plaats van dat de airco continu aanstaat. Dit verhoogt het aandeel vollasturen. Ten tweede blijkt uit eerder onderzoek dat de gemiddelde setpoint temperatuur voor vaste airco's laag is: 20,8°C in 2021 (Rovers et al., 2021) en 20,9°C in 2022 (Rovers, 2023). Op basis hiervan nemen we aan dat bewoners vaak lage temperaturen instellen, waardoor de airco een groot deel van de tijd op vollast draait.

Meer onderzoek is nodig om een goede schatting te maken van de verhouding equivalente vollast uren tot uren in actieve modus. Nu stellen wij voor om de 172 uur per jaar die de airco gemiddeld aanstaat te gebruiken als equivalente vollast uren.

2. Energieverbruik bij stilstand

Doordat het aantal uren in actieve modus in Nederland lager is dan verondersteld in de norm, is ook het aantal uren bij stilstand hoger. We gaan er specifiek van uit dat het aantal uren op stand-by toeneemt ten opzichte van de norm. Ook veronderstellen we dat de modus thermostaat-uit niet voorkomt (tabel 3).

⁵ De zomer van 2022 komt wat betreft temperatuur het meest overeen met het referentieklimaat van de NEN5060, vergeleken met 2021. We nemen aan dat daardoor de uren van het airco-gebruik van 2022 vergelijkbaar is met het gebruik dat hoort bij het referentieklimaat.

Tabel 3: Uren per niet-actieve modus volgens de norm en de voorgestelde aanpassing

	Norm EN14825	Aanpassing	Toelichting aanpassing
Uren modus thermostaat uit	221	0	Op basis van de lage gemiddelde setpoint (20,8 °C), gaan we ervan uit dat airco's doorgaans op stand-by worden gezet voordat de setpoint temperatuur bereikt wordt ⁶ . De airco komt dus niet in de thermostaat-uit modus.
Uren stand-by	2142	3526	Volgt uit uren van het koelseizoen min uren in actieve modus.

2.2.4 Toelichting bij aanpassingen

In de berekening van het energieverbruik bij koeling nemen we aan dat het aantal equivalente vollast uren gelijk is aan het aantal uren dat een vaste airco in huishoudens gemiddeld aanstond in 2022 (Rovers, 2023). Deze aanname impliceert dat wanneer de airco aanstaat, deze te allen tijde op vollast draait. Hoewel we verwachten dat dit in werkelijkheid niet het geval is, is deze aanname bij gebrek aan informatie ons inziens de beste benadering. Volgens onze interpretatie van de (test)methode en aannames van de norm wordt er vaak vanuit gegaan dat het apparaat continu aanstaat, in tegenstelling tot hoe we verwachten dat het apparaat in werkelijkheid door bewoners wordt gebruikt. Uit het onderzoek naar koelgedrag blijkt dat bewoners het apparaat enkele uren per dag aan hebben staan, op een lage setpoint temperatuur; een temperatuur gemiddeld 5 graden lager dan de gemiddelde temperatuur waarbij bewoners aangeven het te warm te hebben (Rovers, 2023). Dit wijst erop dat wanneer de airco wordt gebruikt, het waarschijnlijk langer op vollast zal werken dan wanneer de airco continu aanstaat en op een hogere setpoint temperatuur ingesteld staat. Het lijkt erop dat de benadering van koelingsgedrag in de norm minder goed aansluit bij koelgedrag in woningen, dan bijvoorbeeld in kantoorgebouwen.

Terwijl we aannemen dat het aantal equivalente vollast uren gelijk is aan het aantal uren dat de airco aanstaat, wordt er in de berekening wel gerekend met deellast in werkpunten B en C. Het is niet mogelijk om de deellastratio of deellast per werkpunt te veranderen of aan te passen naar volvermogen om consistent te zijn met de eerdergenoemde aanname. Dat komt doordat de manier waarop het apparaat getest wordt vaststaat. Het verklaard vermogen en de EER op verklaard vermogen die in de databoeken van de apparaten worden gegeven, laten zien dat er sprake is van deellast op de lagere buitentemperaturen in de testcondities. Zoals eerder genoemd is de methode voor de berekening van de SEER_{on} en het testen van het apparaat op de verschillende buitentemperaturen gebaseerd op het continu aanstaan van het apparaat en dat kunnen we niet aanpassen.

Ondanks dat de berekening in tegenspraak lijkt met de aanname van de equivalente vollast uren, ondersteunen we deze methode doordat over het algemeen het effect van de buitentemperatuur op de SEER_{on} groter is dan het effect van de deellast(ratio). De buitentemperatuur is het meest bepalend voor de efficiëntie, vergeleken met de mate van vermogen waarop de airco werkt. Dit is bijvoorbeeld te zien in een vergelijking van twee dezelfde airco's met verschillende vermogens bij de verschillende werkpunten (tabel 4). Bij een buitentemperatuur van 35 graden geeft een reductie van het vermogen van 29%, van

⁶ Volgens nieuwe resultaten blijkt echter dat 75% van de respondenten met een vaste airco aangeven dat de ingestelde temperatuur wél bereikt wordt (Rovers, 2023). Dat wijst erop dat de thermostaat-uit modus wordt ingeschakeld en de aanname van 0 uur in deze modus een onderschatting is.

3,50 kW naar 2,50 kW, een toename van de EER van slechts 10%, van 3,49 naar 3,83. Tegelijkertijd geeft een kleinere afname van 26%, van 3,50 kW naar 2,58 kW, bij een buitentemperatuurverlaging van 35 naar 30 graden een grotere toename in de EER van 26%, van 3,49 naar 4,40.

Tabel 4: Verklaard vermogen en EER op verklaard vermogen van twee varianten van een aircotype van Daikin. De vergelijking laat zien dat het effect van de buitentemperatuur op de EER groter is dan van het deelvermogen.

Buiten-temperatuur	Daikin FTXP35M9+RXP35M		Daikin FTXP25M9 + RXP25M	
	Verklaard vermogen	EER op verklaard vermogen	Verklaard vermogen	EER op verklaard vermogen
[°C]	P_dc [kW]	EER_d [-]	P_dc [kW]	EER_d [-]
35	3,50	3,49	2,50	3,83
30	2,58	4,4	1,84	5,19
25	1,66	8,09	1,45	8,54

2.3 Aangepaste berekening energiegebruik koeling

Ter illustratie van de voorgestelde aanpassingen van de berekeningsmethode volgens de norm hebben we het jaarlijkse energieverbruik van twee airco's van verschillende merken met hetzelfde ontwerpvermogen berekend: Daikin FTXP35-M9+RXP35-M en LG PC12ST UA3/PC12ST NSJ, beiden met een ontwerpvermogen van 3,5 kW. Het geselecteerde model van Daikin is één van de meest verkochte modellen van deze leverancier (Kapsenberg, J. (Daikin), persoonlijke communicatie, 8 december 2022). De resultaten van de voorbeeldberekening zijn te zien in tabel 5.

Tabel 5: Jaarlijks energieverbruik voor koeling, stilstandverbruik en SEER_{on} van twee airco's van verschillende fabrikanten en met een ontwerpvermogen van 3,5 kW volgens de methode met de voorgestelde aanpassingen.

	Jaarlijks energieverbruik koeling (kWh/a)	Stilstandverbruik (kWh/a)	SEER _{on}
Daikin FTXP35-M9+RXP35-M	99	8,6	6,7
LG PC12ST UA3/PC12ST NSJ	110	26	7,1

Uit de berekeningen met deze airco's en de voorgestelde aanpassingen aan de berekeningsmethode van de norm volgt een jaarlijks energieverbruik van 99 kWh tot 110 kWh per jaar voor koeling met een 3,5 kW airco, afhankelijk van de fabrikant. Ter vergelijking, volgens de norm is het jaarlijkse energieverbruik van beide airco's 186 kWh per jaar⁷. Het hogere energieverbruik volgens de norm kan verklaard worden door het grotere aantal equivalente vollast uren: 350 uur in de norm tegenover 172 in de aangepaste methode; en

⁷ Het jaarlijkse energieverbruik volgens de EN14825 norm is rechtstreeks overgenomen uit de datasheets met technische specificaties van de airco's.

het zwaardere gewicht van de werkpunten met een hoge buitentemperatuur volgens de norm (tabel 2).

Het verschil tussen de twee airco's wordt beïnvloed door twee aspecten. Aan de ene kant is het stilstandverbruik van de airco van Daikin lager dan dat van de airco van LG. Aan de andere kant is de SEER_{on} van de airco van LG hoger dan die van Daikin. Met de huidige aannames is de airco van LG efficiënter bij gebruik, maar verbruikt meer energie bij stilstand, in vergelijking met de airco van Daikin. Het hogere stilstandverbruik van de airco van LG weegt zwaarder dan de hogere efficiëntie bij gebruik en zorgt daarmee voor een hoger jaarlijks energieverbruik.

In de bijlage kunnen de waardes worden teruggevonden die gebruikt worden voor de berekeningsmethode.

2.3.1 Andere literatuurbronnen

In 2021 hebben we een literatuuronderzoek gedaan naar het energiegebruik van de airco. Diverse bronnen doen aannames over het energiegebruik van airconditioners, zie tabel 6. Het energiegebruik uit de aangepaste berekening in deze notitie komt daarmee lager uit dan de aannames in deze bronnen.

Tabel 6: Energiegebruik voor een vaste airco uit andere bronnen

Bron	Energiegebruik airco (kWh/jaar)
SAWEC (o.b.v. VHK)	608
W/E: gemiddeld uit literatuur	400*
W/E: EPG berekening nieuwbouw	150*
Consumentenbond	234

* Het type airco (vast/mobiel) was hier niet gedefinieerd.

2.4 Gevoeligheidsanalyse

In een gevoeligheidsanalyse is nader gekeken naar het effect van het variëren van de equivalente vollasturen, het klimaat en het vermogen op het jaarlijkse energieverbruik. Ter vereenvoudiging nemen we aan dat de variabelen niet onderling afhankelijk zijn.

Equivalente vollast uren

Er is een lineair verband tussen het aantal equivalente vollast uren en het jaarlijkse energieverbruik. Wij veronderstellen ongeveer de helft van de vollast uren als de norm en daardoor is het energieverbruik ook ongeveer de helft van wat het zou zijn met 350 equivalente vollast uren.

Uren per buitentemperatuur

Voor de analyse van de gevoeligheid voor de uren per buitentemperatuur hebben we het jaarlijkse energieverbruik nogmaals berekend, ditmaal met de klimaatgegevens van 2021, 2022 en met de aangenomen waarden van de EN14825 norm. De vergelijking van de vier scenario's geeft een impressie van de invloed van het klimaat op de efficiëntie en daarmee het jaarlijkse energieverbruik van de Daikin airco uit de voorbeeldberekening (tabel 7). Een beperking van deze gevoeligheidsanalyse is dat in werkelijkheid waarschijnlijk ook andere variabelen afhankelijk zijn van het klimaat, zoals het aantal equivalente vollast uren en het jaarlijkse stilstandverbruik, die in de huidige berekening constant zijn gehouden.

Tabel 7: Illustratie van de invloed van de variatie van de uren per werkpunt op de SEER_{on} en het jaarlijkse energieverbruik van een 3,5 kW airco van Daikin.

	Referentie-klimaat	Klimaat norm EN14825	Klimaat 2021	Klimaat 2022
Uren werkpunt A (35 °C)	0	13	0	5
Uren werkpunt B (30 °C)	15	63	2	18
Uren werkpunt C (25 °C)	70	178	49	73
SEER _{on}	6,7	5,8	7,7	6,1
Jaarlijks energieverbruik voor koeling (kWh/a)	99	112	87	108

Ontwerpvermogen

Het effect van het ontwerpvermogen op de uitkomsten van de voorgestelde methode illustreren we aan de hand van een vergelijking tussen de Daikin airco's FTXP20M9 + RXP20M en FTXP35M9 + RXP35M. Deze behoren tot dezelfde serie maar hebben elk een ander ontwerpvermogen: respectievelijk 2,0 kW en 3,5 kW (tabel 8).

Het verschil in koellast is in dit geval het meest bepalend voor het verschil in energieverbruik. De koellast is recht evenredig met het ontwerpvermogen. Daarmee is de koellast van de 3,5 kW airco 75% hoger dan dat van de 2,0 kW airco. De SEER_{on} van de 2,0 kW airco is 4,5% hoger dan die van de 3,5 kW airco. De grotere koellast van de 3,5 kW airco en de iets lagere SEER_{on} leiden ertoe dat het jaarlijkse energieverbruik van de 3,5 kW airco 71% hoger is dan van de 2,0 kW airco. Het verbruik in stilstand van beide airco's is identiek.

Tabel 8: Illustratie van de invloed van het ontwerpvermogen op de koellast, het stilstandverbruik, de SEER_{on} en het jaarlijkse energieverbruik van airco's binnen eenzelfde serie van Daikin.

	2,0 kW	3,5 kW
Koellast (kWh/a)	344	602
Stilstandverbruik (kWh/a)	8,6	8,6
SEER _{on}	7,0	6,7
Jaarlijks energieverbruik voor koeling (kWh/a)	58	99

3 Verwarming

3.1 Berekeningsmethode volgens EN14825

De berekeningsmethode van het energieverbruik van een lucht-lucht warmtepomp bij verwarming is vergelijkbaar met de methode voor koeling (figuur 1), op enkele verschillen na. Ten eerste spreekt men bij de berekening voor verwarming van een SCOP (*seasonal coefficient of performance*) en SCOP_{on} in plaats van respectievelijk SEER en SEER_{on}. Ten tweede wordt er bij de berekening van de SCOP_{on} onderscheid gemaakt tussen drie klimaatzones: koud, gematigd en warm. Afhankelijk van de klimaatzone varieert het aantal uren per werkpunt. Ook zijn er bij de berekening van de SCOP_{on}—naast de werkpunten A t/m D—nog drie extra werkpunten, E t/m G. De details van elk werkpunt voor het gematigde klimaat—waar Nederland onder valt—zijn weergegeven in tabel 9. Ten slotte verschillen ook de uren in de verschillende standen (equivalente vollast uren, stand-by, thermostaat-uit modus en crankcase heater modus) tussen de berekening voor verwarming en koeling. Deze waarden zijn ook afhankelijk van de klimaatzone. In de norm wordt een waarde voor equivalente vollast uren van 1.400 uur gehanteerd voor het gematigde klimaat.

3.2 Aanpassingen voor Nederland

Net als voor koeling hebben we voor de berekening van het energieverbruik van airco's bij verwarming een aantal aannames en waarden aangepast t.o.v. de norm die ons inziens beter aansluiten op het klimaat en verwarmingsgedrag met lucht-lucht warmtepompen in Nederland.

Volgens het referentieklimaat van de NEN5060 is de verdeling van uren per buitentemperatuur over een jaar enigszins verschillend van de waarden in het gematigde klimaat van de EN14825. De koudere buitentemperaturen komen minder uren voor en de warmere temperaturen juist meer uren (tabel 9).

Tabel 9: Uren per werkpunt bij verwarming volgens gematigd klimaat in norm EN14825 en referentieklimaat NEN5060.

Werkpunt	Buitentemperatuur	Uren per werkpunt (gematigd klimaat EN14825)	Uren per werkpunt (referentieklimaat NEN5060)
	[°C]	h _j [h]	H _j [h]
A	-7	24	14
B	2	320	236
C	7	326	463
D	12	169	461
E	TOL [§]	Afhankelijk van TOL	Afhankelijk van TOL
F	T _{biv} [§]	Afhankelijk van T _{biv}	Afhankelijk van T _{biv}

[§] Operation limit temperature (TOL): buitentemperatuur waaronder het verklaarde vermogen nul is.

[§] Bivalente temperatuur (T_{biv}): laagste buitentemperatuur waarbij de unit voldoende vermogen heeft om 100% van de warmtelast in te vullen zonder aanvullende verwarming.

Werkpunt	Buitentemperatuur	Uren per werkpunt (gematigd klimaat EN14825)	Uren per werkpunt (referentieklimaat NEN5060)
G	n.v.t. (alleen bij koud klimaat)	n.v.t.	n.v.t.

Wat betreft aanpassingen in gedragsparameters zijn we uit gegaan van een onderzoek van CBS dat een vragenlijst heeft uit gezet over lucht-lucht warmtepompen die gebruikt worden voor koeling en verwarming (Segers et al., 2015). Uit dit onderzoek komt een aantal equivalente vollast uren voor een single-split airco (d.w.z. één binnen-unit en één buiten-unit) van 295 uur bij verwarming. Dit is een gewogen gemiddelde over drie verschillende manieren waarop de airco gebruikt kan worden voor verwarming, namelijk als aanvullende verwarming, als hoofdverwarming i.c.m. back-up verwarming of als hoofdverwarming. Deze waarde is aanzienlijk lager dan de 1.400 uur equivalente vollast uren dat in de norm wordt gehanteerd bij het gematigde klimaat.

3.3 Aangepaste berekening energiegebruik verwarming

Voor de voorbeeldberekening hebben we de technische specificaties gebruikt van twee airco's van verschillende merken berekend: Daikin FTXP50-M+RXP50-M en LG S38M24K22PA + S31M24K22PA. Het ontwerpvermogen voor verwarming van deze airco's is respectievelijk 4,60 kW en 5,00 kW. Deze varianten zijn geselecteerd omdat het vermogen het dichtst in de buurt ligt van het gemiddelde geïnstalleerde vermogen voor verwarming door lucht-lucht warmtepompen: 4,5 kW (CBS, 2022)⁷⁰. Met behulp van de gegeven TOL en T_{biv} voor deze airco's zijn de werkpunten gebruikt zoals te zien in tabel 4 en de bijlage.

Uit de berekeningen met deze airco's en de hierboven voorgestelde aanpassingen aan de berekeningsmethode van de norm volgt een jaarlijks energieverbruik van 320 kWh per jaar voor verwarming met de LG airco van 5,00 kW en van 281 kWh per jaar voor de Daikin airco van 4,60 kW. Ter vergelijking, volgens de norm is het jaarlijkse energieverbruik van de airco's respectievelijk 1.628 kWh en 1.463 kWh⁷¹ voor verwarming. Het hogere energieverbruik volgens de norm kan verklaard worden door het grotere aantal equivalente vollast uren: 1.400 uur in de norm tegenover 295 uur in de aangepaste methode. Ook doordat in het referentieklimaat minder koude uren zijn en meer warme uren vergeleken met de EN14825 norm (tabel 4), krijgen werkpunten van de hogere buitentemperaturen—en lagere deellast—een zwaarder gewicht met als gevolg een iets hogere SCOP_{on} en een iets lager energieverbruik.

In de bijlagen kunnen de waardes worden teruggevonden die gebruikt worden voor de berekeningsmethode.

⁷⁰ Uit cijfers van het CBS (2022) kan een indicatie van het thermisch vermogen van lucht-lucht warmtepompen voor verwarming worden afgeleid door het totaal geïnstalleerd vermogen te delen door het aantal geïnstalleerde warmtepompen. Voor 2021 komt het gemiddelde geïnstalleerde vermogen uit op 4,5 kW. Dit is het vermogen voor verwarming wat geen directe relatie heeft met het vermogen voor koeling.

⁷¹ Het jaarlijkse energieverbruik volgens de EN14825 norm is rechtstreeks overgenomen uit de datasheets met technische specificaties van de airco's.

4 Conclusie en vervolgonderzoek

De norm (EN14825) voor de berekening van het jaarlijkse energiegebruik en rendement van een vaste airco bij koeling gaat uit van een warmer klimaat en meer gebruik van de airco dan voor Nederland van toepassing is. Een aanpassing van deze parameters leidt dan ook tot een lager energiegebruik dan het verbruik dat wordt weergegeven op het energielabel: 99 en 110 kWh per jaar voor de twee types vaste airco's (beide 3,5 kW koelvermogen) die we in deze studie hebben meegenomen.

Ook voor verwarming komen we met de aangepaste berekening uit op een veel lager energiegebruik: 281 en 320 kWh/jaar (respectievelijk 4,6 en 5 kW verwarmingsvermogen). Dit komt vooral doordat we in de berekening uitgaan van veel minder draaiuren zoals naar voren komt uit een studie van het CBS naar het gebruik van lucht-luchtwarmtepompen voor verwarming. Hier is echter nog heel weinig bekend.

De berekening is uiteraard afhankelijk van specificaties van de airco die kunnen variëren afhankelijk van de fabrikant en het model. Momenteel is de voorbeeldberekening gebaseerd op twee typen vaste airco's die in het hoger segment zitten. Het is nog niet gelukt om de benodigde gedetailleerde informatie van andere airco's te verzamelen waardoor we nog geen goed beeld hebben van de verschillen in rendement en energiegebruik van geïnstalleerde airco's op de Nederlandse markt. Om een representatief energieverbruik van een airco te berekenen zou met berekeningen van meer typen airco's een gewogen gemiddelde moeten worden berekend afhankelijk van het marktaandeel van de verschillende airco's.

4.1 Vervolgonderzoek

Bij aanpassing in de parameters van de berekening is vanwege beperkte data een aantal aannames gedaan, zoals de deellast/vollast-ratio van een airco in de praktijk en het gebruik van de airco door bewoners. Deze onzekerheden zijn van invloed op de berekening en nieuwe inzichten kunnen tot andere resultaten leiden. Praktijkmetingen zouden hierin een waardevolle bron van informatie zijn. Momenteel benadert deze berekeningsmethode echter het beste het werkelijke gemiddelde gebruik van een vaste airco.

Een keuze in de berekening is het vermogen van de airco. In de berekening zijn we nu uit gegaan van een vermogen van 3,5 kW voor koeling, maar we hebben momenteel geen informatie over de vermogens van de geïnstalleerde airco's. Verkoopcijfers van een airco-leverancier laten zien dat de 4 best verkochte single-split airco's van dat merk een vermogen voor koeling tussen de 2,5 en 4,6 kW hadden. De branchevereniging Warmtepompen liet verder weten een toename in de verkoop van multi-split airco's te zien die een groter vermogen hebben. Uit de cijfers van het CBS komt een toename in het vermogen van verwarming nog niet naar voren.

Er is nog heel weinig bekend over het gebruik van vaste airco's door bewoners voor verkoeling en verwarming. Om een goed en consistent beeld te krijgen hoe bewoners een airco gebruiken is het daarom belangrijk om hier meerdere jaren onderzoek naar te doen.

Voor de voorbeeldberekening is uitgegaan van het referentieklimaat volgens de NEN5060. Deze norm is in 2018 uitgegeven. Het aantal uur met een temperatuur van 25 °C en 30 °C komt aardig overeen met de zomer van 2022 (zie tabel 10). In 2022 waren er alleen nog 5

uur met temperaturen van 35 °C. Voor het aantal uren dat de airco in de actieve modus staat is in deze berekening daarom uitgegaan van het gemiddelde aantal uren (172) dat respondenten aangeven de vaste airco te hebben gebruikt in 2022. Er is echter nog weinig informatie over het gebruik van de airco door de bewoners gerelateerd aan een bepaald klimaat. Meerjarige praktijkmetingen van airco's bij verschillende klimaatomstandigheden zouden hier waardevolle informatie voor leveren. Met deze informatie zou ook het energiegebruik voor een jaar in de toekomst (2030 of 2050) berekend kunnen worden.

Tabel 10: Aantal uren per werkpunt per klimaat (2021 en 2022 gebaseerd op KNMI data).

Werkpunt	Buitentemperatuur	Referentieklimaat NEN 5060	Klimaat 2021	Klimaat 2022
A	35 °C	0	0	5
B	30 °C	15	2	18
C	25 °C	70	49	73
Totaal		85	51	96

De berekeningsmethode is momenteel alleen uitgewerkt voor vaste airco's. Ongeveer de helft van de airco's in Nederland is een mobiele airco met hele andere specificaties. In een vervolgonderzoek zou dan ook een methode en energiegebruik van mobiele airco's kunnen worden ontwikkeld.

Referenties

- Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (2022, December 15). *Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen*.
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82380NED/table?dl=79B26>
- Segers, R. & Busker, H. (2015). Equivalent full load hours for heating of reversible air-air heat pumps. CBS.
- Kapsenberg, J. (Daikin), persoonlijke communicatie, 8 december 2022.
- NEN 5060:2018 nl. (2018, september 1). *Hygrothermische eigenschappen van gebouwen – Referentieklimaatgegevens*. <https://www.nen.nl/nen-5060-2018-nl-249783>
- NEN-EN 14825:2018 en. (2018, 1 december). Luchtbehandelingsapparatuur, koeleenheden voor vloeistof- en warmtepompen met elektrisch aangedreven compressoren, voor ruimteverwarming en verkoeling - Beproeving en capaciteit op gedeeltelijke laadcondities en berekening van seizoensafhankelijke eigenschappen.
<https://www.nen.nl/nen-en-14825-2018-en-253933>
- Rovers, V., Niessink, R. Loonen, P., Van der Wal, A. & Matthijssen, E. (2021). Energievraag van ruimtekoeling in woningen. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:bf274a3d-70a8-43f9-8fbc-ca09f7ddf678>
- Rovers, V. (2023). Koelbehoefte en gebruik van airco's en bodemwarmtepompen in woningen in 2022. TNO P11124.

Bijlage A

Voorbeeldberekening koeling

LG PC12ST UA3 + PC12ST NSJ

Aannames			Berekening SEERon										
Bin limit temperature	- [°C]	16	Werkpunt	Buiten-temperatuur	Deellastratio	Deellast	Verklaard vermogen	EER op verklaard vermogen	Capaciteitsratio	EER op deellast	Uren per werkpunt	Koellast	Elektriciteitsverbruik
Uren active mode	- [h]	172		[°C]	[-]	[kW]	P_dc [kW]	EER_d [-]	(deellast/verklaard vermogen)	EER_bin [-]	h_j [h]	[kWh]	[kWh]
Uren modus thermostaat uit	- [h]	0											
Gegevens airco			Berekening SEERon										
LG PC12ST UA3 + PC12ST NSJ			A	35	1,00	3,50	3,50	3,24	1,00	3,24	0	0,00	0,00
A-voorwaarde / bin 19	P_dc [kW]	3,50	B	30	0,74	2,58	2,58	5,00	1,00	5,00	15	38,68	7,74
	EERd [-]	3,24	C	25	0,47	1,66	1,66	8,30	1,00	8,30	70	116,05	13,99
B-voorwaarde / bin 14	P_dc [kW]	2,58	Som								85	154,74	21,72
	EERd [-]	5,00	SEER_on										7,12
C-voorwaarde / bin 9	P_dc [kW]	1,66	Berekening energieverbruik										
	EERd [-]	8,30	Thermostat off	H_TO [h]	0								
D-voorwaarde / bin 4	P_dc [kW]	1,05	Off mode	H_OFF [h]	5088								
	EERd [-]	11,50	Standby	H_SB [h]	3500								
Ontwerptemperatuur	T_designc [°C]	35,00	Crankcase heater (cooling only)	H_CK [h]	7760								
Ontwerpvermogen	P_designc [kW]	3,50	Active mode hours	- [h]	172								
Degradatiecoëfficiënt	Cdc [-]	0,25	Equivalent active mode hours	H_CE [h]	172								
Stroomverbruik niet ingeschakeld			Resultaten										
Crankcase heater	P_CK [kW]	0,000	Koellast over een jaar	Q_c [kWh]	602								
Uitgeschakeld	P_OFF [kW]	0,003	Stilstandverbruik over een jaar	[kWh]	25,76								
Standby	P_SB [kW]	0,003	Energieverbruik over een jaar	[kWh]	110								
Thermostaat uit	P_TO [kW]	0,012	Energieverbruik over een jaar volgens norm	kWh	186								
EN14825													
NEN 5060													
Specificaties airco													
Aannames													

DAIKIN FTXP35M9 + RXP35M

Aannames			Berekening SEERon										
Bin limit temperature	- [°C]	16	Werkpunt	Buiten-temperatuur	Deellastratio	Deellast	Verklaard vermogen	EER op verklaard vermogen	Capaciteitsratio	EER op deellast	Uren per werkpunt	Koellast	Elektriciteitsverbruik
Uren active mode	- [h]	172											
Uren modus thermostaat uit	- [h]	0											
Gegevens airco				[°C]	[-]	[kW]	P_dc [kW]	EER_d [-]	(deellast/verklaard vermogen)	EER_bin [-]	h_j [h]	[kWh]	[kWh]
DAIKIN FTXP35M9 + RXP35M			A	35	1,00	3,50	3,50	3,49	1,00	3,49	0	0,00	0,00
A-voorwaarde / bin 19	P_dc [kW]	3,50	B	30	0,74	2,58	2,58	4,40	1,00	4,40	15	38,68	8,79
	EERd [-]	3,49	C	25	0,47	1,66	1,66	8,09	1,00	8,09	70	116,05	14,35
B-voorwaarde / bin 14	P_dc [kW]	2,58	Som								85	154,74	23,14
	EERd [-]	4,40	SEER_on										6,69
C-voorwaarde / bin 9	P_dc [kW]	1,66	Berekening energieverbruik										
	EERd [-]	8,09	Thermostat off	H_TO [h]		0							
D-voorwaarde / bin 4	P_dc [kW]	1,36	Off mode	H_OFF [h]		5088							
	EERd [-]	13,38	Standby	H_SB [h]		3500							
Ontwerptemperatuur	T_designc [°C]	35,00	Crankcase heater (cooling only)	H_CK [h]		7760							
Ontwerpvermogen	P_designc [kW]	3,50	Active mode hours	- [h]		172							
Degradatiecoëfficiënt	Cdc [-]	0,25	Equivalent active mode hours	H_CE [h]		172							
Stroomverbruik niet ingeschakeld			Resultaten										
Crankcase heater	P_CK [kW]	0,000	Koellast over een jaar	Q_c [kWh]		602							
Uitgeschakeld	P_OFF [kW]	0,001	Stilstandverbruik over een jaar	[kWh]		8,59							
Standby	P_SB [kW]	0,001	Energieverbruik over een jaar	[kWh]		99							
Thermostaat uit	P_TO [kW]	0,012	Energieverbruik over een jaar volgens norm	kWh		186							
EN14825													
NEN 5060													
Specificaties airco													
Aannames													

Bijlage B

Voorbeeldberekening verwarming

LG S3UM18KL2PA + S3NM18KL2PA

Aannames			Berekening SCOPon											
Gegevens airco			Werkpunt	Buiten-temperatuur	Deellastratio	Deellast	Verklaard vermogen	COP op verklaard vermogen	Capaciteitsratio	COP op deellast	Uren per werkpunt	Koellast	Elektriciteitsverbruik	
LG S3UM18KL2PA + S3NM18KL2PA				[°C]	[-]	[kW]	P_dc [kW]	COP_d [-]	(deellast/ verklaard vermogen)	COP_bin [-]	h_j [h]	[kWh]	[kWh]	
Bin limit temperature	- [°C]	16												
A-voorwaarde / bin 19	P_dh [kW]	4,43	A	-7	0,88	4,42	4,43	2,75	1,00	2,75	14	61,92	22,53	
	COPd [-]	2,75	B	2	0,54	2,69	2,70	4,23	1,00	4,23	236	635,38	150,32	
B-voorwaarde / bin 14	P_dh [kW]	2,7	C	7	0,35	1,73	1,77	5,55	0,98	5,52	463	801,35	145,19	
	COPd [-]	4,23	D	12	0,15	0,77	1,7	7,1	0,45	6,13	461	354,62	57,87	
C-voorwaarde / bin 9	P_dh [kW]	1,77	E	-10	1,00	5,00	5	2,45	1,00	2,45	0	0,00	0,00	
	COPd [-]	5,55	F	-10	1,00	5,00	5	2,45	1,00	2,45	14	70,00	28,57	
D-voorwaarde / bin 4	P_dh [kW]	1,7	Som								1188	1923,27	404,47	
	COPd [-]	7,1	SCOP_on										4,76	
E-voorwaarde (TOL)	P_dh [kW]	5	Berekening energieverbruik											
	COPd [-]	2,45	Thermostat off	H_TO [h]	179									
F-voorwaarde (Tbiv)	P_dh [kW]	5	Off mode	H_OFF [h]	3672									
	COPd [-]	2,45	Standby	H_SB [h]	0									
Ontwerptemperatuur	T_designh [°C]	-10	Crankcase heater	H_CK [h]	176									
Ontwerpvermogen	P_designh [kW]	5	Equivalent active mode hours	H_CE [h]	295									
Degradatiecoëfficiënt	Cdh [-]	0,25	Resultaten											
Stroomverbruik niet ingeschakeld			Koellast over een jaar	Q_c [kWh]	1475									
Crankcase heater	P_CK [kW]	0	Stilstandverbruik over een jaar	[kWh]	9,50									
Uitgeschakeld	P_OFF [kW]	0,0025	Energieverbruik over een jaar [kWh]											
Standby	P_SB [kW]	0,0025	Energieverbruik over een jaar volg kWh											
Thermostaat uit	P_TO [kW]	0,0018	1628											
Bedrijfstemperatuur*	TOL [°C]	-10												
Bivalente temperatuur	T_biv [°C]	-10												
*If the declared TOL is lower than the Tdesignh of the considered climate, then the outdoor dry bulb temperature is equal to Tdesignh for the part load condition E.														
EN14825														
NEN 5060														
Specificaties airco														
Aannames														

DAIKIN FTXP50M + RXP50M

Aannames			Berekening SCOPon										
Gegevens airco			Werkpunt	Buiten-temperatuur	Deellastratio	Deellast	Verklaard vermogen	COP op verklaard vermogen	Capaciteitsratio	COP op deellast	Uren per werkpunt	Koellast	Elektriciteitsverbruik
DAIKIN FTXP50M + RXP50M													
				[°C]	[-]	[kW]	P_dc [kW]	COP_d [-]	(deellast/verklaard vermogen)	COP_bin [-]	h_j [h]	[kWh]	[kWh]
Bin limit temperature	- [°C]	16											
A-voorwaarde / bin 19	P_dh [kW]	4,07	A	-7	0,88	4,07	4,07	2,76	1,00	2,76	14	56,97	20,64
	COPd [-]	2,76	B	2	0,54	2,48	2,48	4,40	1,00	4,40	236	584,55	132,89
B-voorwaarde / bin 14	P_dh [kW]	2,48	C	7	0,35	1,59	1,59	5,68	1,00	5,68	463	737,24	129,75
	COPd [-]	4,4	D	12	0,15	0,71	1,6	7,11	0,44	6,12	461	326,25	53,32
C-voorwaarde / bin 9	P_dh [kW]	1,59	E	-10	1,00	4,60	4,2	2,06	1,10	2,11	0	0,00	0,00
	COPd [-]	5,68	F	-7	0,88	4,07	4,07	2,76	1,00	2,76	14	56,97	20,64
D-voorwaarde / bin 4	P_dh [kW]	1,6	Som								1188	1761,98	357,25
	COPd [-]	7,11	SCOP_on										4,93
E-voorwaarde (TOL)	P_dh [kW]	4,2	Berekening energieverbruik										
	COPd [-]	2,06	Thermostat off	H_TO [h]	179								
F-voorwaarde (Tbiv)	P_dh [kW]	4,07	Off mode	H_OFF [h]	3672								
	COPd [-]	2,76	Standby	H_SB [h]	0								
Ontwerpvermogen	P_designh [kW]	4,6	Crankcase heater	H_CK [h]	176								
Degradatiecoëfficiënt	Cdh [-]	0,25	Equivalent active mode hours	H_CE [h]	295								
Stroomverbruik niet ingeschakeld			Resultaten										
Crankcase heater	P_CK [kW]	0	Koellast over een jaar	Q_c [kWh]	1357								
Uitgeschakeld	P_OFF [kW]	0,001	Stilstandverbruik over een jaar	[kWh]	5,82								
Standby	P_SB [kW]	0,001	Energieverbruik over een jaar	[kWh]	281								
Thermostaat uit	P_TO [kW]	0,012	Energieverbruik over een jaar volg kWh		1463								
Bedrijfstemperatuur*	TOL [°C]	-15											
Bivalente temperatuur	T_biv [°C]	-7											
*If the declared TOL is lower than the Tdesignh of the considered climate, then the outdoor dry bulb temperature is equal to Tdesignh for the part load condition E.													
EN14825													
NEN 5060													
Specificaties airco													
Aannames													