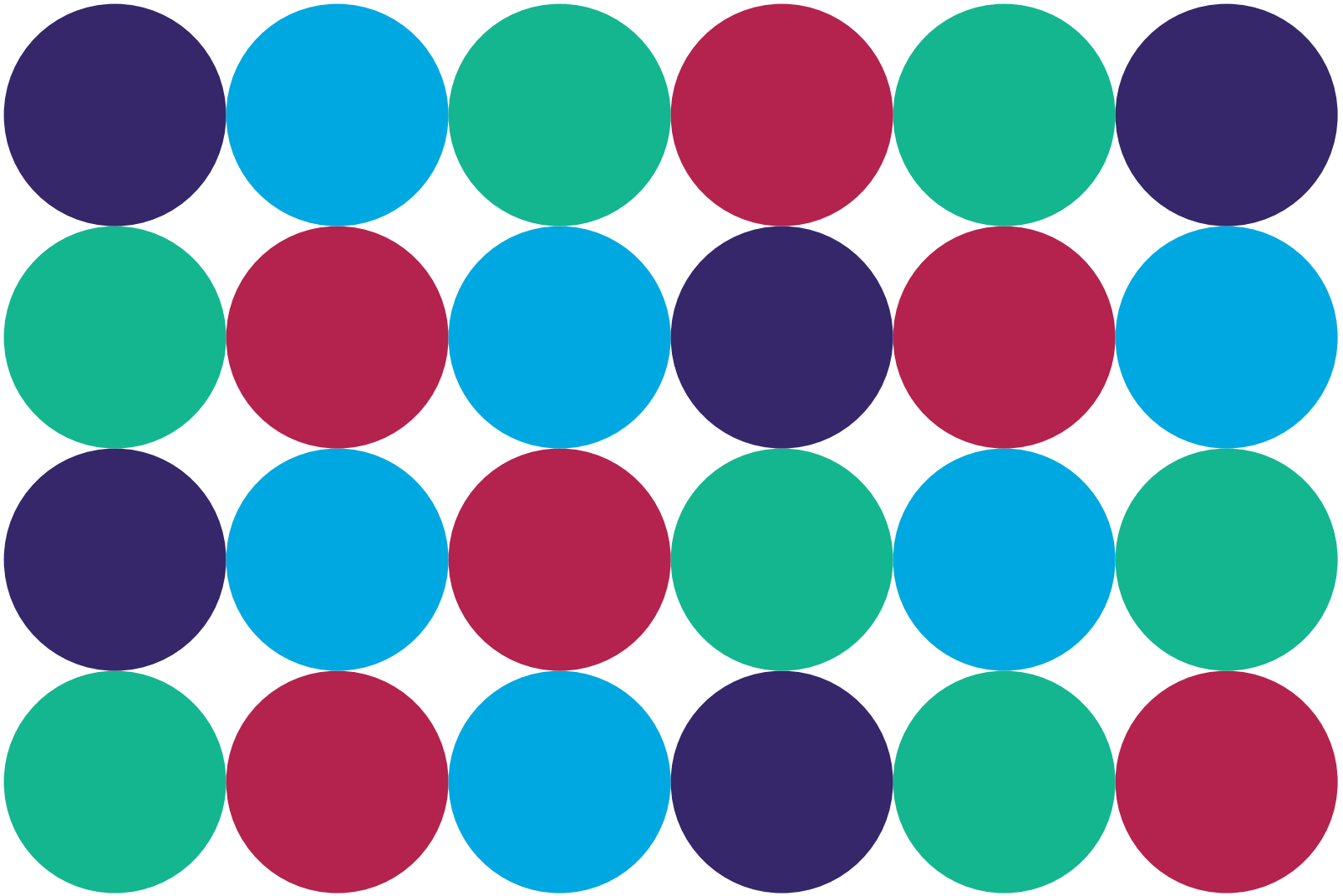


STRATEGISCH KIEZEN VAN DUURZAME INSTALLATIES

Een redeneerlijn voor individuele oplossingen

duurzameinstallatieskiezen.nl

vereniging van woningcorporaties
aedes
BouwendNederland
ONDERHOUD NL
stroom versnelling
Techniek Nederland

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD 05
LEESWIJZER 06
INLEIDING 07

HOOFDSTUK 1

REDENEERLIJN 10

HOOFDSTUK 2

INSTALLATIES EN STRATEGISCH VASTGOEDBELEID 14
- STAP 1: KWALITEIT VAN DE WONING 15
- STAP 2: VERDUURZAMINGSVISIE 19
- STAP 3A: ISOLATIESTRATEGIE 21
- STAP 3B: INSTALLATIESTRATEGIE 24

HOOFDSTUK 3

KOPPELEN VAN INSTALLATIE AAN ISOLATIE 30
- DRIE VUISTREGELS 31
- DUURZAME WARMTESCHIJF 33
- AANDACHTSPUNTEN: COMFORT 35
- AANDACHTSPUNTEN: BETAALBAARHEID 37

HOOFDSTUK 4

INSTALLATIES VERGELEKEN 40
- SELECTIECRITERIA 41
- WELKE INSTALLATIES KUNNEN WORDEN AANGERADEN? 42
- SAMENVATTING BELANGRIJKSTE KENMERKEN 44
- WELKE INSTALLATIECONCEPTEN ZIJN (VOORLOPIG) AFGEVALLEN? 45

HOOFDSTUK 5

VOORBEELDUITWERKING **48**
- KEUZECOMBINATIES ISOLATIE EN INSTALLATIE 49
- ISOLATIESTRATEGIE OP BASIS VAN WONINGTYPE 50
- INSTALLATIE OP BASIS VAN WONINGTYPE 52

HOOFDSTUK 6

VAKTAAL UITGELEGD **57**
- AFGIFTESYSTEEM 58
- MONOBLOCK OF SPLIT-UNIT 60
- MODULERENDE WARMTEPOMP 61
- INSTALLEREN EN INREGELEN 61
- STOOKLIJN 62
- REGELEN PER VERBLIJFSRUIMTE 62
- KOUDEMIDDELEN 63
- RENDEMENT VAN DE WARMTEPOMP: COP, SCOP en SPF 64
- BOILER OF BUFFER 65
- ZLT, LT, MT en HT 65
- STANDAARD & STREEFWAARDEN 66
- WARMTEVERLIES BEREKENEN 67
- ENERGIEPRESTATIEVERGOEDING (EPV) 70
- VENTILATIE 71
- SOORTEN VENTILATIE 72
- COMFORT BIJ VERDUURZAMING 74
- AANTONEN DAT EEN WARMTEPOMP VOLDOET AAN GELUIDSNORMEN 76
- PCM 76
- ONTDOOICYCLUS 76
- KW, KWH, M^3, J en MEER 77

ERVARINGS- EN EXPERT VERHALEN

STANDAARD EN STREEFWAARDEN 26
Door Harm Valk – Nieman Raadgevend Ingenieurs

'MAAK EEN PLAN!' 38
Door Felix van Gemen – Huisfluisteraar en expert

VAN PILOT NAAR OPSCHALING 46
Door Robert Jan van Egmond – TKI Urban Energy

TOEPASSING BIJ DE KIB NORMEN VAN RGS 55
Door Edwin Meeuwsen – Onderhoud NL en RGS

HET BELANG VAN MONITORING 68
Door Marten Witkamp – Monitoringdeskundige Stroomversnelling

CONCLUSIE EN VERVOLG **79**

BIJLAGE 1: INSTALLATIEKAARTEN **81**
- ALL ELECTRIC 82
- ALL ELECTRIC READY 98
- HYBRIDE 104

BIJLAGE 2: RELEVANTE ISSO PUBLICATIES **110**

COLOFON **113**

Met deze pijl komt u terug op bij de inhoudsopgave.

“Strategisch kiezen van duurzame installaties”

© Eneco

VOORWOORD

Beste lezer,

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat Nederland in 2050 klimaatneutraal is en aardgasvrij wordt verwarmd. Om de verduurzamingsopgave te versnellen heeft een brede wooncoalitie van 34 organisaties, waaronder Aedes, Bouwend Nederland en Techniek Nederland hiervoor een landelijk uitvoeringsprogramma voor Verduurzaming woningvoorraad opgenomen in de Actieagenda Wonen. Naast een aanpak voor het woningtekort staat hierin onder andere hoe tot 2030 in totaal 450.000 woningen gerenoveerd worden om klaar te zijn voor aansluiting op een alternatieve warmtebron.

De komende jaren ligt de focus van woningcorporaties, zoals afgesproken met het kabinet en in ruil voor verlaging van de verhuurderheffing, op het uitfaseren van alle label E, F en G woningen én op het toepassen van een duurzamere installatie in woningen met label D of beter, voor zover de cv-ketel moet worden vervangen. Welke duurzame installatie voor welke woning geschikt is, blijkt nog best een puzzel.

Tegelijk zien we in de verduurzaming van bestaande woningen een rijke schakering aan oplossingen ontstaan. Bouwkundig, maar ook op het gebied van duurzame installaties. Ze hebben echter allemaal andere voorwaarden voor een goede werking en moeten op een net andere manier worden ontworpen, geïnstalleerd, ingeregeld en onderhouden. Dat kan leiden tot keuzes maken zonder een goed totaaloverzicht.

Om de transitie te versnellen is het belangrijk dat gemeenten, gebouweigenaren en uitvoerende partijen in de praktijk leren en ervaring opdoen hoe het aardgasvrij maken van wijken kan worden ingericht en opgeschaald. Door kennis te delen, het aantal pilotprojecten uit te breiden kunnen partijen verder aanbod uitbreiden, verder investeren in opleiden en de capaciteit uitbreiden.

Niet alleen vanwege de toepassingsvragen maar ook door het samenspel van vraag en aanbod leent dit onderwerp zich uitstekend om samen op te pakken. Om die reden hebben Aedes, Bouwend Nederland, Techniek Nederland en Stroomversnelling de handen ineengeslagen om meer inzicht te geven in wat de belangrijkste afwegingen zijn bij het kiezen van duurzame installaties. Niet om te vertellen hoe het moet, maar om een denkwijze aan te reiken op basis van opgedane ervaringen. We noemen het een 'redeneerlijn' waarlangs afgewogen kan worden welke installaties het best passen bij een bepaald woningtype.

Overigens zijn op zo'n complexe vraag meerdere antwoorden mogelijk. Meerdere wegen leiden naar Rome, meerdere aanpakken zijn mogelijk en situaties verschillen. En kon je eerder met een gasgestookte cv-ketel een minder goed geïsoleerde woning toch warm krijgen, met een warmtepomp is dat anders en moet je over veel meer aspecten nadenken. Je gaat van een puzzel met enkele stukjes naar een puzzel met heel veel stukjes. Stukjes waar de meeste mensen nu nog minder vertrouwd mee zijn, waar je wat langer over moet nadenken en die je ten opzichte van elkaar moet afwegen. Door alles overzichtelijk op een rijtje te zetten met behulp van een handzame redeneerlijn over duurzame installaties komen we een stap verder om de transitie naar een duurzaam verwarmde woningvoorraad te realiseren.

Deze redeneerlijn is bedoeld om overzicht te creëren in de veelheid van duurzame installaties en helpt om te overzien welke aspecten van belang zijn. De redeneerlijn ondersteunt het maken van afwegingen bij de toepassing van duurzame installaties. Als brancheverenigingen en Stroomversnelling beogen wij onze leden handvatten te bieden bij het bedenken van de juiste route door inzicht te geven in onze gezamenlijke opgave.

Deze publicatie zal voor partijen de nodige inspiratie geven voor het ontwikkelen van een passende aanpak die voor duurzaam wooncomfort zal zorgen.

vereniging van woningcorporaties aedes

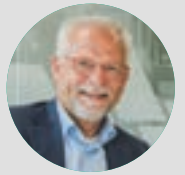
Martin van Rijn
Voorzitter Aedes, vereniging van woningcorporaties

BouwendNederland

Maxime Verhagen
Voorzitter bestuur Bouwend Nederland

ONDERHOUD NL

Henk den Boer
Voorzitter OnderhoudNL



stroom versnelling

Leen van Dijke
Voorzitter Stroomversnelling

Techniek Nederland

Doekle Terpstra
Voorzitter Techniek Nederland

Fotocredit: Aedes / Simone-Michelle de Blouw
Fotocredit: Techniek Nederland / Marco de Swart

LEESWIJZER

Deze publicatie is een omvangrijk document geworden! Het idee was om álle aspecten te belichten die van invloed zijn op de keuze van een duurzame installatie om de woning te verwarmen. Daarbij is het doel van deze publicatie beslist niet om kant en klare keuzes voor te leggen, maar vooral de redenatie om tot keuzes te komen. Hoe kom je tot een passende keuze voor een duurzame installatie voor je vastgoed? Dit is anders dan we gewend waren omdat er bij een duurzame installatie veel meer facetten komen kijken dan bij het plaatsen van een cv-ketel als warmtebron. Hier is ook nieuwe en andere kennis nodig. In dit document hebben we al die facetten die nodig zijn om keuzes te maken, bij elkaar gezet.

Deze publicatie biedt een redeneerlijn om tot passende installatiekeuzes te komen langs alle puzzelstukken die gelegd moeten worden. De redeneerlijn (toegelicht in hoofdstuk 1) vertegenwoordigt ook de opbouw van dit document.

Wat is de aard van deze publicatie?

In ieder geval wil deze publicatie geen handleiding zijn waarin via tabellen en matrixen vastomlijnde keuzes aangeboden worden. De aard van deze publicatie is meer een redeneerlijn. De basis is om de lezer een overzicht te geven van wat belangrijk is voor het maken van keuzes. Deze publicatie is daarmee niet voorschrijvend maar bedoeld als inzichtgevend en richtinggevend vanuit de intentie dat de lezer zelf ook op nieuwe en andere ideeën komt om toe te passen.

Wat beoogt deze publicatie?

Deze publicatie kan gezien worden als een tussenstap tussen generalistische uitleg en vergaande technische materie. Belangrijke onderwerpen wordt voldoende uiteengezet om de context te begrijpen, maar we hebben geprobeerd om de lezer niet te overladen met teveel technische specificaties en achtergrond.

Hoe gebruik je deze publicatie?

Het is niet nodig – het kan natuurlijk wel – om dit document van A tot Z te lezen. Het is opgezet om juist datgene eruit te halen wat nodig is. De vormgeving en opzet van de inhoudsopgave van deze publicatie brengt de lezer snel naar de juiste sectie. Daarnaast is de navigatiekolom in deze publicatie in pdf geactiveerd zodat gemakkelijk kan worden genavigeerd.

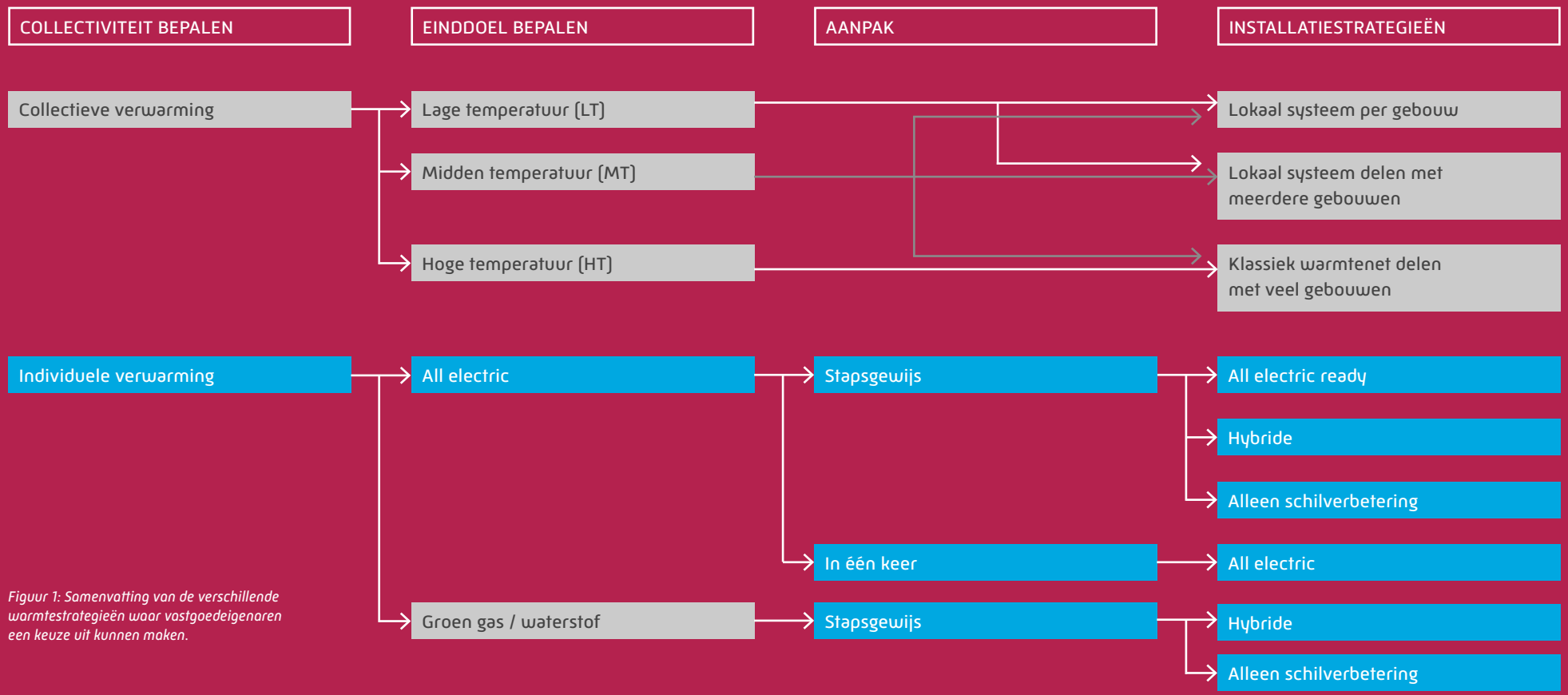
© Nefit Bosch

INLEIDING

Om een goede kans te hebben de wereldwijde klimaatopwarming onder de 2°C te houden, moet alle uitstoot van broeikasgassen tot nul worden gereduceerd. Voor de gebouwde omgeving in Nederland is de belangrijkste uitdaging om aardgas te vervangen door andere, CO_2-vrije, manieren om de woning en het tapwater te verwarmen. In het Klimaatakkoord dat in 2019 werd gesloten is afgesproken dat dat in 2050 bij alle 7 miljoen bestaande woningen gelukt zal zijn. In 2030 zal dat zelfs al bij 1,5 miljoen woningen het geval zijn.

Gemeenten hebben inmiddels Transitievisies Warmte opgesteld, waarin per wijk, buurt of cluster van gebouwen een inschatting is gemaakt van of een collectieve of een individuele oplossing de voorkeur geniet. Maar hoewel gemeenten een regierol hebben bij het proces richting aardgasvrij, uiteindelijk zijn het de gebouweigenaren die besluiten om een bepaalde investering wel of niet te doen. Daarbij moeten ze een keus maken uit heel veel aardgasvrije opties. Die opties zijn – heel summier – samengevat in onderstaande figuur.

Deze publicatie gaat over de blauw gearceerde warmtestrategieën in figuur 1, oftewel de all electric strategieën voor individuele woningen.



Figuur 1: Samenvatting van de verschillende warmtestrategieën waar vastgoedeigenaren een keuze uit kunnen maken.

INLEIDING

COLLECTIEF OF INDIVIDUEEL VERWARMEN

De eerste afslag bij de verduurzaming van bestaande woningen is of ze collectief, bijvoorbeeld met warmtenetten, of individueel, bijvoorbeeld met een warmtepomp, verwarmd zullen worden. Beide opties kennen sterk verschillende besluitvormingstrajecten. Als de plannen voor een warmtenet kansrijk zijn, kan een woningcorporatie de inschatting maken om stapsgewijs of in één keer woningen geschikt te maken voor deze oplossing. De exacte route en het tempo zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van procesondersteuning, meekrijgen van particuliere verhuurders en eigenaren, en instemming van huurders.

De transitievisies van gemeenten zijn belangrijk om handelingsperspectief te bieden aan warmteleveranciers en woningcorporaties. Woningcorporaties zijn vaak betrokken bij de transitievisie, maar primair zijn gemeenten hierbij aan zet. Het gaat om langlopende trajecten, dus hoe concreter de transitievisie des te sneller woningcorporaties er in hun plannen rekening mee kunnen houden. Omdat dit soort trajecten erg lang duren, weten woningcorporaties al lang voordat een eventueel warmtenet gerealiseerd wordt dat ze hier rekening mee kunnen houden.

Wanneer er geen – groot- of kleinschalig – warmtenet komt in het gebied waar de woningen staan, is het uitgangspunt automatisch dat de woningen op een individuele manier verwarmd zullen moeten worden[1]. Op dat moment opent zich een nieuw veld van keuzes en afwegingen. Hoe ver moet je die woningen isoleren? Welk soort individuele warmteopwekker kies je voor welke woning? Waarom maak je die keuze en wat zijn daarvan de gevolgen?

WAAROM IS EEN DUURZAME INSTALLATIE KIEZEN ZO INGEWIKKELD?

Ten opzichte van een cv-ketel zijn er bij toepassing van een duurzame warmte-opwekker veel meer aspecten waarmee rekening gehouden moet worden. De bollen op de cover van deze publicatie beelden dat uit. Schilkwaliteit, ventilatie, warmte-opwekker en afgiftesysteem houden nauw verband met elkaar en fijne afstemming van alle onderdelen op elkaar is nodig. Van een puzzel met vier stukjes naar een puzzel met 1.000 stukjes: dat is wat de transitie naar een duurzaam verwarmde woningvoorraad kenmerkt.

Tot voor kort konden we als sector, met het enorme vermogen dat gasgestookte cv-ketels kunnen leveren en de lage aardgasprijs, zonodig een matige bouwkwaliteit en installatietechnisch ontwerp maskeren. Door het hoge vermogen werd de woning, oneerbiedig gezegd, toch wel warm. Bij gebruik van duurzame installaties worden we als sector aangesproken op onze 'hogere puzzelkunde'. Een warmtepomp heeft bijvoorbeeld een lager vermogen dan een cv-ketel en werkt daardoor pas goed in een doordacht en uitgebalanceerd systeem van bouwkundige en installatietechnische aspecten. Daar komen veel verschillende facetten bij kijken, meer dan bij de aanleg van een cv-installatie. Inzicht geven in al die facetten en hoe ze met elkaar samenhangen is wat deze publicatie wil brengen.

CONTEXT:
Standaard en Streefwaarden

Op de valreep van het kabinet Rutte III heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties in 2021 de Standaard en Streefwaarden geïntroduceerd. De Standaard betreft een isolatienorm voor de bestaande woning in Nederland en beschrijft de maximale netto warmtevraag in kWh/m²/jaar. De Streefwaarden beschrijven een isolatienorm per bouwdeel, voor het geval niet de hele woning in één keer wordt geïsoleerd. Ze geven aan wanneer een enkel bouwdeel (zoals dak, vloer of ramen) 'toekomstbestendig' is. De Standaard is op het moment van schrijven nog niet verplicht maar wel richtinggevend. Veel marktpartijen houden er rekening mee dat de Standaard op termijn wel (de facto) verplicht wordt, al zullen er uitzonderingsgronden blijven.

CONTEXT:
Prestatieafspraken afschaffen verhuurderheffing

De Rijksoverheid legt verhuurders met "meer dan 50 huurwoningen (...) waarvan de maandelijkse huurprijs niet hoger is dan de huurtoeslaggrens" sinds 2013 de verhuurderheffing op. Dat heeft woningcorporaties in 2021 gezamenlijk € 1,9 miljard gekost. In 2022 zijn de eerste afspraken gemaakt over afschaffing van een deel daarvan. Voor een korting van € 500 miljoen zijn woningcorporaties akkoord gegaan met een aantal prestatieafspraken, waaronder het vóór 2028 uitfaseren van woningen met een E, F of G label en het toepassen van duurzamer installaties in alle woningen met een D label of beter waar de cv-ketel vervangen moet worden.

1 *Kleinschalige collectieve oplossingen, zoals één grotere warmtepomp voor een strang portieketagewoningen, worden in pilotprojecten wel toegepast, maar nog niet grootschalig.*

INLEIDING

DOEL VAN DEZE PUBLICATIE

Het doel van deze publicatie is om bij te dragen aan het verder volwassen worden van de markt voor duurzame installaties voor individuele woningen, in het bijzonder door opdrachtgevers (met een focus op woningcorporaties) het nodige gereedschap te geven om een beter gesprek te kunnen voeren met collega's uit de eigen organisatie én met de installateurs en bouwers waar ze mee werken. Door te zorgen voor een goede basiskennis, kunnen betere vragen aan elkaar worden gesteld en kunnen geleerde lessen en nieuwe ontwikkelingen ook beter in context worden geplaatst en sneller worden begrepen.

Zo kan deze inhoud helpen om bijvoorbeeld steviger te kunnen onderbouwen waarom de gekozen portefeuille- of complexstrategie een goede is. Door inzicht in wanneer er in theorie een goede match ontstaat tussen installatie en woning, kan een gefundeerd beeld gevormd worden van welke aandachtspunten bij een concreet project waarschijnlijk belangrijk zullen zijn.

Ook is de publicatie handig om erbij te hebben wanneer offertes worden beoordeeld of opgesteld. Zo kan de publicatie dienen als bron van inspiratie voor het stellen van vragen aan de bouwer, installateur of leverancier. Dit leidt tot versnelling van plan- en besluitvorming bij woningeigenaren en woningcorporaties, omdat er concretere handvatten zijn voor vraagspecificatie en offertebeoordeling.

En natuurlijk is het ook handig om nieuwe collega's in te werken en hen snel een overzicht te kunnen geven van dit complexe onderwerp.

DOELGROEP

De beoogde doelgroep is primair de beleidsadviseur, asset manager, vastgoedmanager, relatiebeheerder en inkoper bij woningcorporaties die op strategisch en tactisch niveau naar de vastgoedportefeuille kijkt. Maar ook op operationeel niveau is deze publicatie een relevante bron.

Daarnaast is de inhoud relevant voor bedrijfsleiders, managers en projectleiders bij bouw- en installatiebedrijven, om een beter gesprek met (potentiële) opdrachtgevers te kunnen voeren.

HOE IS DE PUBLICATIE TOT STAND GEKOMEN?

Voor deze publicatie zijn ruim 35 mensen geïnterviewd: experts en ervaringsdeskundigen van woningcorporaties, bouwers en installateurs, maar ook van brancheorganisaties en kennisorganisaties. De adviezen en inzichten uit de gehouden interviews zijn, met beschikbare kennis uit deskresearch, samengebracht in deze publicatie.

De kwaliteit van de informatie is gewaarborgd door in meerdere review rondes de voornoemde experts en organisaties de kans te geven feedback te geven. Deze feedback had betrekking op zowel de structuur van de publicatie, gebruikte modellen en de technische inhoud. Feedback is steeds verwerkt.

Onderhavige publicatie was dan ook nooit tot stand gekomen zonder de inzet van de betrokken experts en op deze plaats willen wij hen daarom graag hartelijk bedanken voor het vrijelijk delen van hun kennis en ervaring. De namen van al deze mensen staan in de colofon.

Veel leesplezier gewenst!

Marten Witkamp en José van der Loop

HOOFDSTUK 1

© Breman

REDENEERLIJN

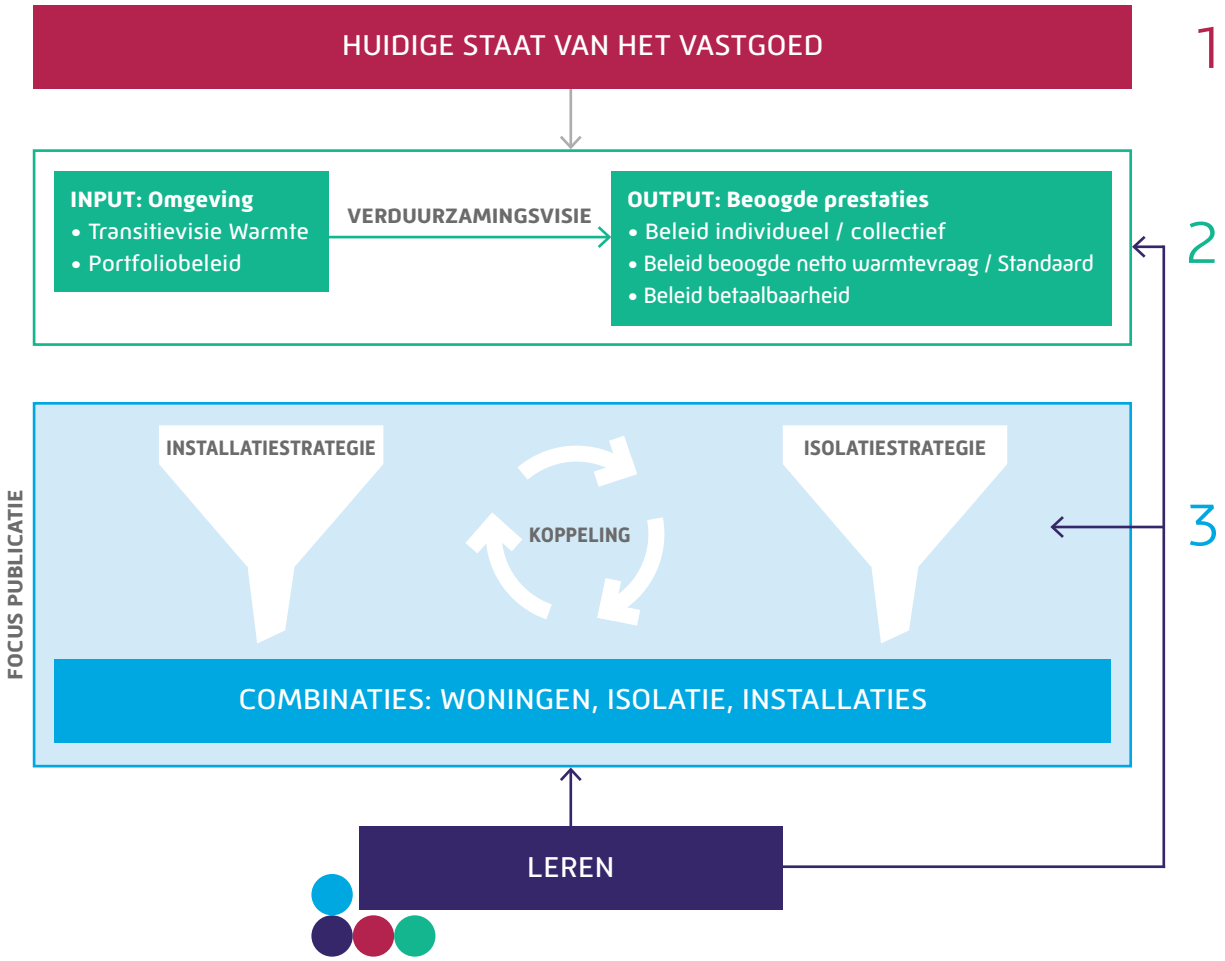
In deze paragraaf wordt de redeneerlijn uiteengezet waarlangs deze publicatie is opgebouwd. De navolgende hoofdstukken gaan nader in op hoe hier invulling aan kan worden gegeven.

Zowel woningen als installaties kennen een grote diversiteit. In theorie zijn er miljoenen verschillende combinaties te maken. Het is niet mogelijk om alle informatie over al die combinaties op een rij te zetten, om vervolgens uit te komen bij de perfecte match. Enerzijds omdat we simpelweg niet alle informatie paraat hebben, en anderzijds omdat zo'n aanpak op papier misschien zou kunnen leiden tot de beste oplossing per woning, maar in de praktijk zou leiden tot een onuitvoerbare wirwar van maatwerkoplossingen.

Kortom: Nederlandse vastgoedeigenaren moeten op basis van onvolledige informatie keuzes maken die grote invloed hebben op het toekomstige comfort en de betaalbaarheid van wonen. Welke keuzes men uiteindelijk maakt, hangt af van visie op de opgave en de lokale context.

Het is in elk geval duidelijk dat de keuze die men op installatieniveau maakt goed moet passen bij de keuze die men op bouwkundig niveau maakt. Het zijn twee keuzes die onafhankelijk van elkaar gemaakt worden, maar ook onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn.

Hoe de verbinding in elkaar zit, wordt op basis van het hiernaast staande model uiteengezet (figuur 2). Het model kan gezien worden als een visualisatie van een 'redeneerlijn' die de rode draad is van deze publicatie en waarlangs gedacht kan worden om tot een passende installatiekeuze te komen.



Figuur 2: Redeneerlijn van de publicatie in drie stappen

REDENEERLIJN

STAP 1:

HUIDIGE STAAT VAN DE WONING

Ondanks dat deze publicatie over installaties gaat, wordt begonnen met gebouwen en isolatie. Daarin is de huidige kwaliteit van het vastgoed het uitgangspunt. Woningcorporaties maken keuzes over hun portefeuille die ze vaak onderverdelen op basis van woningkenmerken zoals typologieën, bouwjaar, plattegrond, staat van onderhoud, wat er al gedaan is en hoe lang ze de woningen nog willen doorexploiteren.

STAP 2:

VERDUURZAMINGSVISIE

De input op basis waarvan een verduurzamingsvisie gevormd kan worden is veelzijdig. Wat er in die visie staat kan ook veel omvatten. In figuur 2 staat een beperkte opsomming van onderwerpen die in elk geval een rol spelen. De Transitievisie Warmte van de gemeente, de ontwikkeling waarvan woningcorporaties vaak betrokken zijn, is input. Dat geeft een indicatie van of en waar er mogelijk een warmtenet komt. Portfoliobeleid geeft inzicht in welke woningen in 2050 nog in exploitatie zijn en voor welke beoogde bewoners. De verduurzamingsvisie verwoordt het beleid van de woningcorporatie ten aanzien van de energietransitie. Welke woningen worden volgens plan collectief verwarmd? En hoe wordt gekeken naar het beoogde isolatieniveau, de Standaard en de uitfasering van label E, F en G de komende jaren? Woningcorporaties maken hierbij steeds afwegingen tussen betaalbaarheid, beschikbaarheid en kwaliteit. Het gaat vaak niet alleen over energie en comfort maar ook over aspecten zoals circulariteit, klimaatadaptatie of de sociale component. Zo bepaalt de woningcorporatie op basis van externe en interne analyses de strategische uitgangspunten en daarmee hun visie.

STAP 3:

ISOLATIE- EN INSTALLATIEKEUZES

Op basis van de uitgangspunten van de visie kunnen isolatie- en installatiekeuzes worden gemaakt. In het redeneermodel worden deze twee aspecten uitgebeeld als trechters. Bovenin de trechter komt de input terecht die in wisselwerking op basis van een drietal vuistregels convergeert naar passende keuzes onderaan de trechter.

Om de match tussen isolatie en installaties kloppend te krijgen, met goede gevolgen voor wooncomfort en betaalbaarheid, lijkt het sturen op netto warmtevraag van een woning vaak een logische stap te zijn. De **Standaard en Streefwaarden** sturen hierop en ook de **Energieprestatievergoeding** gebruikt deze prestatie als ijkpunt. Sturen op alleen de netto warmtevraag is echter geen garantie voor een goed werkende installatie, noch voor een goed wooncomfort of een betaalbare woning.

Om isolatie- en installatiekeuzes met elkaar te laten matchen wordt in deze publicatie een **drietal vuistregels** voorgesteld. In het kort:

- **Vuistregel 1:** De benodigde aanvoertemperatuur om de woning warm te krijgen kan door de installatie worden geleverd.
- **Vuistregel 2:** Het vermogen van het afgiftesysteem past bij het warmteverlies van de woning.
- **Vuistregel 3:** Het vermogen van de warmte-opwekker past bij het warmteverlies van de woning.

Door deze vuistregels in te zetten komt een beperkt aantal combinaties van woningen, installaties en isolatie uit de trechter die voor de betreffende situatie waarschijnlijk geschikter zijn dan de vele andere mogelijke combinaties.

REDENEERLIJN

LEREN VAN MONITORING

De transitie naar duurzame warmtebronnen vraagt om een groot leervermogen, op individueel, organisatorisch en sectoraal niveau. Een van de manieren om te evalueren en leren is door op portefeuilleniveau te kijken naar wat de effecten zijn van het gevoerde (duurzaamheids)beleid. Door te monitoren op (energie)prestaties worden de daadwerkelijke resultaten van het beleid gemeten en gerelateerd aan de gestelde CO_2-doelen, wooncomfort en betaalbaarheid. De uitkomsten kunnen weer dienen als input voor de nieuwe plannen.

Door gecombineerd monitoren op energie- of CO_2-prestaties, kwalitatief onderzoek naar woonbeleving en evaluatie van technische maatregelen ligt er een goede basis om keuzes te maken ten aanzien van investeringen en maatregelen op complexniveau in volgende periodes. Voor meer informatie over monitoring, zie de Stroomversnelling publicatie Handreiking Monitoring (2021).

LEREN VAN DE GEBRUIKSFASE

Sinds de energietransitie in volle vaart is en het aantal duurzame woningen toeneemt ontstaat ook de behoefte aan meer inzicht in de gebruiksfase. Duurzame installaties vragen ander onderhoud en beheer dan de traditionele cv-ketel. En, zoals hierboven geschetst is, zijn duurzame installaties fijngevoeliger en moet alles in de woning beter op elkaar afgestemd zijn. Goed onderhoud en beheer wordt dus alleen maar belangrijker. Onmiddellijk rijzen dan vragen rond de levensduur van installaties, wat er aan preventief en correctief onderhoud nodig is om de beoogde (en vaak ook gegarandeerde) prestaties te kunnen blijven leveren. Dit is een relevant onderwerp, waar deze publicatie niet op ingaat. Voor meer informatie hierover, zie de Stroomversnelling publicatie **'Onderhoud en beheer van duurzame installaties'** (2021).

© Hazenberg TBI

HOOFDSTUK 2

© Kemkens

INSTALLATIES EN STRATEGISCH VASTGOEDBELEID

STAP 1: KWALITEIT VAN DE WONING

De huidige kwaliteit van de woning bepaalt voor een groot deel welke mogelijkheden om duurzaam te verwarmen aantrekkelijk zijn. In deze stap wordt ingegaan op woningtypologieën en hun kenmerken, type indelingen en de daaruit volgende programmatische aanpak op portefeuilleniveau.

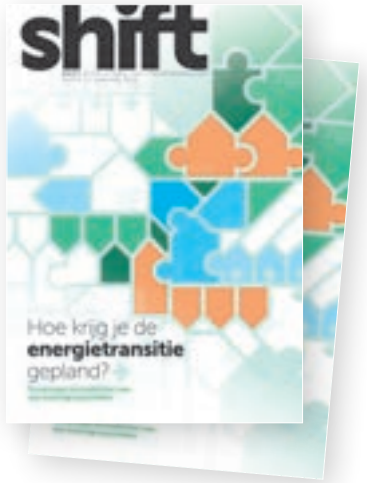
PROGRAMMATISCHE AANPAK

Woningcorporaties gebruiken typologie-definiëring om hun bezit in te delen en aan de hand daarvan de energietransitie te programmeren, met als einddoel een CO_2-neutrale portefeuille in 2050[2]. Bij zo'n 'programmatische aanpak' kan het volledige bezit worden ingedeeld op basis van één of meerdere onderscheidende kenmerken, zoals bijvoorbeeld bouwjaar, aantal lagen, technisch type, plattegrond, bouwdeel (bijvoorbeeld gevel, dak en installaties) of de staat van het onderhoud. Aan de hand van dit soort kenmerken wordt in eerste instantie de isolatiestrategie bepaald. Veel woningcorporaties hebben hier al grote stappen in gezet, onder andere met behulp van de Aedes Routekaart.

Aedes heeft een zogeheten routekaart ontwikkeld. Aan de hand van de Aedes Routekaart kunnen corporaties de strategische keuzes voor de verduurzaming van hun voorraad op hoofdlijnen herijken op het Klimaatakkoord. Dit kan worden aangevuld met modellen die door diverse adviesbureaus en specialisten zijn ontwikkeld.

De meest voor de hand liggende onderscheidende kenmerken zijn het bouwjaar en het technische type, zoals bijvoorbeeld RVO dat heeft beschreven in de veelgebruikte publicatie "Voorbeeldwoningen" uit 2011. Eerder is deze aanpak gebruikt in de Toolkit Bestaande Bouw uit 2008[3]. Zo ontstaan 'deelpopulaties' van woningen waarvoor een renovatieprogramma met eigen aanpak ingericht kan worden, zowel voor de korte als de lange termijn. Zo'n aanpak hoeft niet per se op hele woningen gebaseerd te zijn. Het kan bijvoorbeeld ook gaan om een bouwdeelaanpak, zoals wordt geïllustreerd door het Dakenstroom-programma[4] van woningcorporatie Casade.

Woningcorporaties kunnen door programmeren van hun bezit de markt stimuleren om te industrialiseren, omdat er perspectief op schaal en herhaling wordt geboden. Vraag- en aanbodontwikkeling gaan hierbij hand in hand. Zonder goed aanbod uit de markt is het voor woningcorporaties ook niet aantrekkelijk om hun bezit op deze manier te programmeren. Feit is dat inzicht in de visie, ambitie en bijbehorende planning van woningcorporaties (keten)partners helpt bij het gerichter ontwikkelen van en investeren in passend aanbod.



2 *In 'De Shift Magazine' staan interviews met een zestal woningcorporaties over hoe ze hier naar kijken.*

3 *Helaas niet meer verkrijgbaar*

4 *https://www.casade.nl/projecten/dakenstroom/*

VERSCHILLENDE TYPE-INDELINGEN

Door de jaren heen hebben talloze mensen en organisaties een eigen type-indeling ontwikkeld, van zeer eenvoudig tot extreem gedetailleerd. In de gesprekken voor deze publicatie kwam die diversiteit ook terug. Sommige woningcorporaties richten zich puur op het bouwjaar voor het maken van onderscheid, anderen kijken naar veel meer aspecten. Een overzicht van veelgebruikte type-indelingen, mede met dank aan een studie van **Marjet Rutten** (2019):

TYPE-INDELING	BESCHRIJVING
Renovatieversneller	Renovatieoplossingen zijn verzameld op basis van geschiktheid voor deze typologieën: • Grondgebonden woning – Jaren '50 • Grondgebonden woning – Jaren '60 • Grondgebonden woning – Jaren '60 (plat dak) • Grondgebonden woning – Jaren '70 (gevelelementen) • Grondgebonden woning – Jaren '80 • Galerijflat ≤ 4 Bouwlagen – Jaren '60 • Galerijflat – Jaren '60/'70 • Galerijflat – Jaren '60/'70 (inspringend balkon) • Portiekflat – Jaren '50 • Portiekflat – Jaren '60/'70 • Portiekflat – Jaren '80
Bouwhulpgroep	Kijkt naar systeemwoningen: • Bouwjaren 1946-1964, 1965-1974, 1975-1991, 1992-2011 • Rijwoningen, Maisonette, Galerij, Portieketage • 9 soorten daken • 7 soorten gevels • 5 soorten plattegronden
Rekenkern TU/e	Binnen een van de sporen van de DoeTank wordt aan de ontwikkeling van de rekenkern gewerkt. In dit **filmpje** wordt uitgelegd hoe de rekenkern werkt.
TKI Urban Energy	Peter Linders heeft namens TKI Urban Energy de typologie van de RVO Voorbeeldwoningen uit 2011 (zie hieronder) gecombineerd met enkele andere bronnen en kenmerken.
De Woonstandaard	De Woonstandaard onderscheidt een aantal te huisvesten woningtypes en **huurklassen**. De combinatie van type woning en klasse noemt de Woonstandaard PMC's (Product Markt Combinaties). De Woonstandaard richt zich op nieuwbouw woningen, maar desalniettemin interessant omdat het een link legt tussen woningtypen en bewoners.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA

TYPE-INDELING	BESCHRIJVING
RVO Voorbeeldwoningen 2011	De dertig voorbeeldwoningen in de RVO-brochure waren indertijd bedoeld om beleids-studies naar het energiegebruik en mogelijke energiebesparing bij bestaande woningen te ondersteunen. Ze dienden als theoretische onderlegger. Van iedere voorbeeldwoning zijn de bouwkundige en installatietechnische kenmerken beschreven. Elke voorbeeldwoning vertegenwoordigt een deel van de Nederlandse woningen. De dertig voorbeeldwoningen weerspiegelen samen de totale woningvoorraad, tot en met het bouwjaar 2005. Dit betekent dat voor de meeste bestaande woningen in Nederland een voorbeeldwoning beschikbaar is. Een prima naslagwerk dat hier en daar gedateerd is.
Fotowijzer Woningen VNG	In de fotowijzer woningen staat de uniformering van begrippen en definities voor woningen centraal. De fotowijzer bestaat daarnaast uit twee gedeelten: 'woningtypen' en 'bijzondere woningtypen'. Zowel de woningtypen als de bijzondere woningtypen geven elk een limitatieve opsomming van soorten woningen die onderscheiden kunnen worden. Deze is relevant voor gemeenten en veel publieke data is gerelateerd aan de codes in deze publicatie.

GEBRUIK VAN TYPE-INDELINGEN IN DE PRAKTIJK

De meeste woningcorporaties hanteren een eigen indeling van woningtypologieën, segmenten en bouwjaren op grond waarvan ze hun bezit hebben geordend. Daarbij worden termen gebruikt als woningtype, archetype, bouwdelen, componenten of segmenten. Vaak worden de termen door elkaar heen gebruikt, soms wordt hetzelfde bedoeld, soms niet.

Tijdens de gesprekken voorafgaand aan deze publicatie bleek ook dat er woningcorporaties zijn die helemaal niet meer op basis van type-indelingen werken en per beoogd project eerst bij de betreffende woningen binnen gaan kijken – een warme opname doen – om te zien hoe de woningen erbij staan. Ze hebben de ervaring dat elke woning anders is en dat woningtypologieën onvoldoende inzicht geven omdat er per type dermate grote verschillen zijn dat een eenduidige aanpak niet past.

Gedetailleerd inzicht in de woningvoorraad helpt om desinvesteringen en vertragingen te voorkomen. Het komt regelmatig voor dat complexen er in werkelijkheid anders bijstaan dan de beschikbare data suggereren. Gebrek aan registratie van eerdere ingrepen en het doen van aannames 'op afstand' leiden tot onbetrouwbare data. Idealiter heeft een woningcorporatie de volledige woning tot in (het juiste) detail in beeld. Op basis hiervan bekijken woningcorporaties wat het maximale is dat ze kunnen bereiken bij die woningen met het beschikbare budget.

© Schouten Techniek

KEUZE VOOR TYPE-INDELING IN DEZE PUBLICATIE

De type-indeling is voor deze publicatie relevant voor zover op basis daarvan conclusies kunnen worden getrokken over de te volgen isolatiestrategie, installatiestrategie en uiteindelijk welke installaties daar het beste bij passen. Ook moet het niet nodeloos complex zijn of overwegingen toevoegen die nieuw zijn voor de markt.

Daarom is in deze publicatie gekozen voor het gebruik van bouwjaren en een versimpeld bouwtype. Hierbij is aansluiting gezocht bij de Standaard[5], aangevuld met inzichten uit de interviews. Het startjaar van elke groep is meestal gebaseerd op nieuwe bouwregelgeving. In de tabel staat een inschatting van enkele belangrijke kenmerken per woningtype.

Let op! De woningen staan hiernaast beschreven voor zover ze zich in oorspronkelijke staat bevinden wat betreft de kwaliteit van de bouwschil! Bij de meeste oude woningen zijn inmiddels wel verbeteringen gedaan, zoals spouwmuurisolatie of dubbel glas. Dat kan, afhankelijk van de kwaliteit van die verbetering, mogelijk ook kosten schelen bij verdere isolatie.

Type bouw	Bouwjaar	Benodigde aanvoer-temperatuur	Warmteverlies	Capaciteit afgiftesysteem	Opstelruimte boilervat en ventilatie
Rijwoning	Voor 1945	MT/HT	Zeer hoog	Voldoende voor MT/HT*	Vaak voldoende
	1945-1975	MT/HT	Hoog	Voldoende voor MT/HT*	Vaak beperkt**
	1976-1995	MT	Hoog	Voldoende voor MT*	Wisselend**
	1996-2005	MT	Middel	Voldoende voor MT*	Vaak voldoende
	Vanaf 2006	LT/MT	Laag	Voldoende voor LT/MT*	Voldoende
Vrijstaande woning	Voor 1945	MT/HT	Zeer hoog	Voldoende voor MT/HT*	Vaak voldoende
	1945-1975	MT/HT	Zeer hoog	Voldoende voor MT/HT*	Vaak beperkt**
	1976-1995	MT	Hoog	Voldoende voor MT*	Wisselend**
	1996-2005	MT	Middel	Voldoende voor MT*	Vaak voldoende
	Vanaf 2006	LT/MT	Laag	Voldoende voor LT/MT*	Voldoende
Appartement	Voor 1945	MT/HT	Hoog	Voldoende voor MT/HT*	Vaak beperkt
	1945-1975	MT/HT	Hoog	Voldoende voor MT/HT*	Vaak beperkt
	1976-1995	MT	Middel	Voldoende voor MT*	Vaak beperkt
	1996-2005	MT	Laag	Voldoende voor MT*	Vaak beperkt
	Vanaf 2006	LT/MT	Laag	Voldoende voor LT/MT*	Vaak voldoende

* *er is door de jaren heen weinig standaardisatie geweest in het ontwerp en vermogen van afgiftesystemen. Overigens sterk op elkaar lijkende woningen kunnen daarom flinke verschillen laten zien wat betreft de staat en de capaciteit van het afgiftesysteem. In elk geval zal die capaciteit voldoende zijn om met de nu benodigde aanvoertemperatuur de woning warm te krijgen. Als de aanvoertemperatuur wordt verlaagd, moet dus opnieuw worden bepaald of de capaciteit dan nog steeds voldoende is.*

** *vooral bij een plat dak is er vaak beperkte ruimte voor de installaties die binnen staan*

5 *Zie Vaktaal uitgelegd en paragraaf 7.3. en 7.4 in de bijlage bij de Standaard: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/03/18/kamerbrief-standaard-voor-woningisolatie*

STAP 2: VERDUURZAMINGSVISIE

VISIE OP PORTEFEUILLENIVEAU

Iedere woningcorporatie zal bij de verduurzaming van haar bezit de volgende vragen concreet moeten beantwoorden: wat is onze visie op duurzaamheid? Wat willen we, kunnen we en moeten we? Het is evident dat de woningcorporatie een intern gedeelde visie en ambitie nodig heeft die op elk niveau in de organisatie bekend, gedragen en doorvertaald is. In processen, maar ook ten aanzien van woningen.

Voor de strategische visiebepaling van de woningcorporatie voor de portefeuille zijn instrumenten zoals de Beleidsachtbaan[6] (figuur 3) beschikbaar. De Beleidsachtbaan is een door woningcorporaties veelgebruikt instrument voor vastgoedsturing.

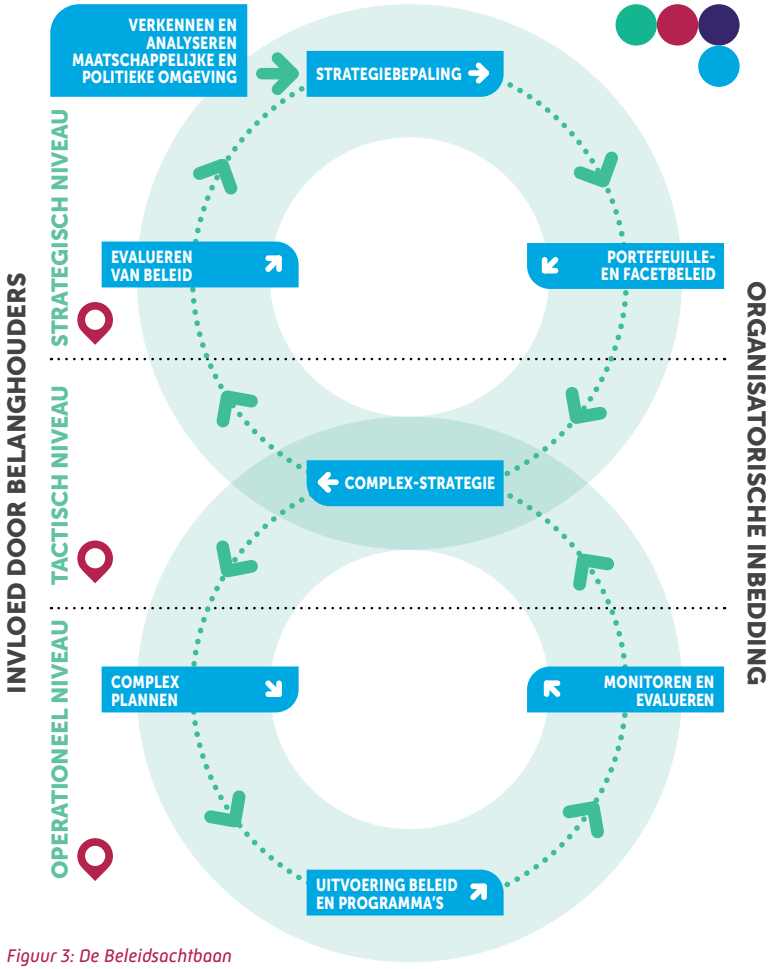
De Beleidsachtbaan bestaat uit twee geschakelde cycli. De ene cyclus loopt van het strategische naar het tactische niveau en terug. De andere cyclus loopt van het tactische naar het operationele niveau en terug. De cycli raken elkaar op het tactische niveau, bij het vormen van de complexstrategie (het labelen van complexen). Daarmee convergeert de Beleidsachtbaan naar de aanpak op complex- en projectniveau en neemt het geleerde weer mee naar nieuw te vormen beleid.

Het visiedeel dat in deze publicatie wordt besproken is heel concreet en heeft vooral betrekking op het onderste deel van de Beleidsachtbaan, omdat dit deel ingaat op vragen als 'wat zijn prestaties waaraan de woningen moeten voldoen?' en 'welke maatregelen gaan we nemen en waarom?'.

PLANNEN MAKEN

Een plan om woningen te verduurzamen bestaat uit een einddoel en een aantal stappen (met één of meerdere maatregelen) in een logische volgorde. De eerste stap moet aansluiten op de rest van de route. De grootte van iedere stap wordt onder meer bepaald door de samenhang van maatregelen, de prestaties die bereikt worden voor de bewoner, de factor tijd ('natuurlijke momenten') en financiële capaciteit. De keuze voor welke installatie het best past bij bepaalde woningen is onderdeel van zo'n plan. Tijdens het maken van plannen worden meerdere mogelijkheden en scenario's vergeleken en wordt daarin een keuze gemaakt.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA



Figuur 3: De Beleidsachtbaan

6 *De Beleidsachtbaan is een procesmodel voor het vormgeven en implementeren van vastgoedsturing (ook wel strategisch voorraadbeleid of portefeuille- en assetmanagement). Dit model is ontwikkeld door Peter van Os (2007). Zie ook https://www.rigo.nl/de-beleidsachtbaan-in-acht-episodes/ en https://stroomversnelling.nl/wp-content/uploads/2021/11/Shift-magazine_E1.pdf*

Een plan beschrijft daarmee een verduurzamingsroute waarin aanpak, prestatie-eisen en volgordelijkheid van maatregelen in stappen zijn beschreven. Dit biedt een kans om de stap te zetten van een projectmatige naar een programmatische aanpak, waarin strategische en tactische keuzes op portefeuilleniveau gemaakt worden. Denk daarbij aan het (geclusterd) gezamenlijk aanpakken van verschillende gelijksoortige objecten of bouwdelen, al dan niet in samenwerking met andere woningcorporaties. Ook onderdeel van deze programmatische afweging is het vaststellen van de energie-ambities op portefeuilleniveau en of de woningcorporatie bijvoorbeeld gebruik wil kunnen maken van de **energieprestatievergoeding**. Middels zo'n programmatische aanpak kan een gebundelde en eenduidige opgave ontstaan die ook interessant is voor partijen met industrieel vervaardigde producten of productielijnen.

STUREN OP PRESTATIES

Om een woning heen is een denkbeeldige grens te trekken. Binnen die grens opereert de woning als een 'systeem' dat bepaalde functies moet vervullen voor de eigenaar en bewoner. Zo moet de woning van een bepaalde constructieve kwaliteit zijn en moeten de bewoners die binnen zijn zich comfortabel voelen, naast heel veel andere functies. Dit soort prestaties op systeemniveau moeten vervolgens worden vertaald naar functionele prestaties, zoals bijvoorbeeld dat de verdiepingsvloeren een bepaalde draagkracht moeten hebben en dat de constructie een bepaalde windkracht kan doorstaan. Functionele prestaties zijn per definitie meetbaar. In die functionele prestaties wordt voorzien door een samenhangend ontwerp en materialisering.

In de woningmarkt is lang gewerkt met het voorschrijven van en ontwerpen op technische prestaties, waarbij getracht werd die zo goedkoop mogelijk te realiseren. Nog steeds is veel beleid gebaseerd op bijvoorbeeld een bepaalde ondergrens voor de Rc-waarde van een gevel. Langzamerhand is de markt echter wel aan het kantelen en wordt steeds meer gekeken naar functionele en systeemprestaties. Deels wordt dit ingegeven door de nieuwe uitdagingen waar de markt voor staat door de energietransitie. Ter illustratie: zowel de BENG als de Standaard voor woningisolatie kijkt nu naar de netto warmtevraag, wat een functionele prestatie op woningniveau is. Een lage Rc-waarde van de gevel kan daardoor gecompenseerd worden door bijvoorbeeld het toepassen van extra isolerend glas of betere kierdichting. Deze kanteling richting het sturen op functionele prestaties stimuleert innovatie en voorkomt dat woningen die op papier technisch goed presteren toch per ongeluk leiden tot hoge energierekeningen en een hoge CO_2-uitstoot. De onderlinge afhankelijkheden van de verschillende componenten die samen de woning vormgeven, is belangrijker dan ooit.

Het aantal functionele en systeemprestaties dat gedefinieerd kan worden is groot. Het **NOM Keur**, een kwaliteitskeurmerk voor nul-op-de-meter woningen, beschrijft bijvoorbeeld circa 80 functionele prestaties aanvullend aan vereisten vanuit het Bouwbesluit, veelal op het gebied van **comfort**. Het **Kwaliteit in Balans Normenboek** van Stichting RGS (2022) beschrijft circa 100 kwaliteitsnormen, een ander woord voor functionele prestatie. Daarnaast spelen op project- of wijkniveau ook mee: bewonerswensen, sociale dynamiek in de buurt, en op woningniveau badkamer, keuken, toilet, achterstallig onderhoud, enzovoorts. Biodiversiteit, waterberging en circulariteit zijn ook belangrijke aandachtsgebieden bij het bepalen van prestaties. Het gaat te ver om daar in deze publicatie diep op in te gaan. Naast de al genoemde publicaties is hierover ook meer inzicht te verkrijgen in de **Handreiking Prestatiegericht Inkopen** van Stroomversnelling en de **Whitepaper Afnameovereenkomst**, ook van Stroomversnelling.

De systeemprestaties waar deze publicatie op focust zijn: 1) energie, 2) comfort en 3) betaalbaarheid in aanleg en gebruik. De functionele prestaties op woningniveau die daarbij horen zijn bijvoorbeeld te duiden als:

- Een binnentemperatuur in verblijfsruimten van 20-21°C.
- Een CO_2-concentratie in verblijfsruimtes die onder de 1200 ppm blijft.
- Een relatieve luchtvochtigheid tussen de 40 en 60%.
- Minimaliseren van een koudeval bij de toevoer van verse lucht.
- Betaalbaarheid van energielasten wordt op dit moment gedefinieerd aan de hand van wat het bewoners in 2021 kostte om middels aardgas te verwarmen.
- Het niet willen veroorzaken van onnodig hoge pieken op het stroomnet. Onder andere vanwege de verwachting dat dat op termijn zou leiden tot fors hogere aansluittarieven.
- Een CO_2-uitstoot door de gebruikte materialen en het terugkerende energiegebruik dat in 2050 op realistische wijze tot 0 teruggebracht is.

Idealiter zijn het benoemen van de functionele en systeemprestaties waar het vastgoed aan moet voldoen onderdeel van de verduurzamingsvisie.

STAP 3A: ISOLATIESTRATEGIE

Indien woningen individueel verwarmd gaan worden – en dus geen onderdeel uit (gaan) maken van een collectief systeem zoals een warmtenet of lokale centrale opwekking – zijn er drie hoofdstrategieën[7] voor de bouwkundige schil waar gebouweigenaren zich op richten:

STRATEGIE 1: LAGE TEMPERATUUR (LT)

- De woning wordt aangepast tot een niveau waarop met een aanvoertemperatuur van maximaal 50°C de woning kan worden verwarmd.
- Dit niveau is te bereiken door een combinatie van:
  - Verlagen van het warmteverlies (door isolatie, kierdichting en warmteterugwinning bij ventilatie).
  - Aanpassen van de capaciteit van het afgiftesysteem (door bijvoorbeeld meer of andere soorten radiatoren of vloerverwarming).
- Woningcorporaties kiezen ervoor om woningen tot dit niveau te isoleren omdat ze bijvoorbeeld:
  - een dergelijk isolatieniveau vinden passen bij het comfortniveau dat ze hun huurders willen kunnen bieden;
  - een dergelijk isolatieniveau noodzakelijk achten om de energielasten betaalbaar te houden;
  - meer keuze hebben bij het overstappen naar een duurzame installatie, omdat meer installaties overweg kunnen met 50°C dan met een hogere temperatuur;
  - verwachten dat de Standaard in de toekomst (de facto) een vereiste wordt;
  - gebruik willen kunnen maken van de **energieprestatievergoeding** (EPV).
- Isoleren tot de Standaard en isoleren tot een niveau zodat de woning met 50°C verwarmd kan worden zijn aan elkaar gerelateerd, maar **niet** hetzelfde. Het verschil is:
  - De hoogte van de Standaard is gebaseerd op "een grote mate van zekerheid (...) dat in de praktijk slechts in beperkte mate aanvullende maatregelen aan het afgiftesysteem (...) nodig zullen zijn"[8]. Voor woningen tot 1945 is de Standaard gebaseerd op verwarmen met 70°C (MT), voor woningen vanaf 1946 op verwarmen met 50°C (LT).
  - De Standaard beschrijft een bovengrens voor het warmteverlies, maar geen ondergrens voor de capaciteit van het afgiftesysteem. De schatting bij vaststelling van de Standaard is dat in 20% van de woningen het afgiftesysteem aangepast moet worden om met LT te kunnen verwarmen.
  - De Standaard kent daarnaast een minder strenge eis voor de netto warmtevraag van woningen die minder compact zijn, zoals bijvoorbeeld een hoekwoning, een vrijstaande woning of een eindwoning in een appartementencomplex. Het is niet gegarandeerd dat het afgiftesysteem in dat soort woningen de benodigde extra capaciteit heeft om het extra warmteverlies op te kunnen vangen.
  - Uit de praktijk blijkt dat zowel bij compacte als bij minder compacte naoorlogse woningen het toepassen van reguliere maatregelen (spouwmuurisolatie, vervanging van kozijnen, hr++ glas, dakisolatie en begane grondisolatie) vaak net niet voldoende zijn om de woning met 50°C te kunnen verwarmen. Daar is meestal nog een extra stap voor nodig. De meest gekozen stappen zijn in dit geval:
    - Goede kierdichting in combinatie met het toepassen van mechanische ventilatie met warmteterugwinning. Dit leidt tot een sterk gereduceerde warmtevraag en een hogere luchtverversing, maar het is ingrijpend om aan te leggen omdat er ventilatiekanalen in de woning moeten worden aangelegd.
    - Aanpassen van het afgiftesysteem. Het afgiftevermogen van het afgiftesysteem kan worden vergroot, door bijvoorbeeld (lagetemperatuur) radiatoren bij te plaatsen, lagetemperatuurradiatoren of vloerverwarming te installeren. Beiden zijn ingrijpend in de aanleg, omdat de installateur op meerdere plekken in de woning aanpassingen moet doen.
    - Buitengevelisolatie. Een extra isolatielaag komt om de buitenschil heen. Dit gebeurt veelal in combinatie met de al genoemde energieprestatievergoeding. Dit is ook een ingrijpende oplossing, hoewel dat vooral aan de buitenzijde van de woning speelt en minder tot niet aan de binnenzijde.

Deze publicatie gaat niet uitgebreid in op welke maatregelen[9] in een bepaalde woning (of woningtype) nodig zijn om vanuit de huidige situatie naar de beoogde eindsituatie te komen. Wel is er een toelichting geschreven op **warmteverlies** en **afgiftesysteem** als belangrijke aspecten om tot concrete maatregelen te komen.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →

7 *Aanvullend zijn er ook implementatiestrategieën, zoals de bouwdelenaanpak.*
8 *Zie paragraaf 8.1.4 (p77) in de bijlage bij de Standaard: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/03/18/kamerbrief-standaard-voor-woningisolatie*
9 *De Routekaarten Naïsolatie van TKI Urban Energy doen dat wel: https://www.topsectorenergie.nl/TKI-Urban-Energy/Kennisbank/Kennis-versnelling-energierenovaties/routekaart-na-isolatie*

© Nefit Bosch

STRATEGIE 2: LAGE TEMPERATUUR PLUS (LT PLUS)

- De woning wordt geïsoleerd tot een niveau waarop met een aanvoertemperatuur van circa 55-60°C de woning kan worden verwarmd.
- De term 'Lage temperatuur plus' wordt in de markt (nog) niet gebruikt en is een introductie van deze publicatie. Uit interviews blijkt dat er meerdere woningcorporaties zijn die sturen op een isolatiestrategie tussen LT en MT in. Vandaar dat het zinvol is deze tussenstrategie te benoemen.
- Woningcorporaties die hiervoor kiezen doen dat meestal omdat ze:
  - een renovatie naar LT-niveau te kostbaar of ingrijpend vinden;
  - het ventilatiesysteem en het afgiftesysteem niet of zo min mogelijk willen aanpassen;
  - zo min mogelijk nieuwe materialen willen toevoegen aan oude woningen;
  - erop vertrouwen dat er warmte-opwekkers komen die de woning betaalbaar met 55-60°C kunnen verwarmen - in het bijzonder doorontwikkelingen van de warmte-opwekkers die nu tot 45-50°C kunnen leveren - maar minder vertrouwen hebben in de betaalbaarheid van warmte-opwekkers die de woning verwarmen met 70°C.
- Renoveren naar de Standaard zonder iets aan het afgiftesysteem of de ventilatie te doen, zal in sommige gevallen resulteren in een woning die warmte van deze kwaliteit (55-60°C) nodig heeft. Omdat de Standaard pas recent is geïntroduceerd, is nog niet bekend hoe vaak dat in de praktijk het geval zal zijn.

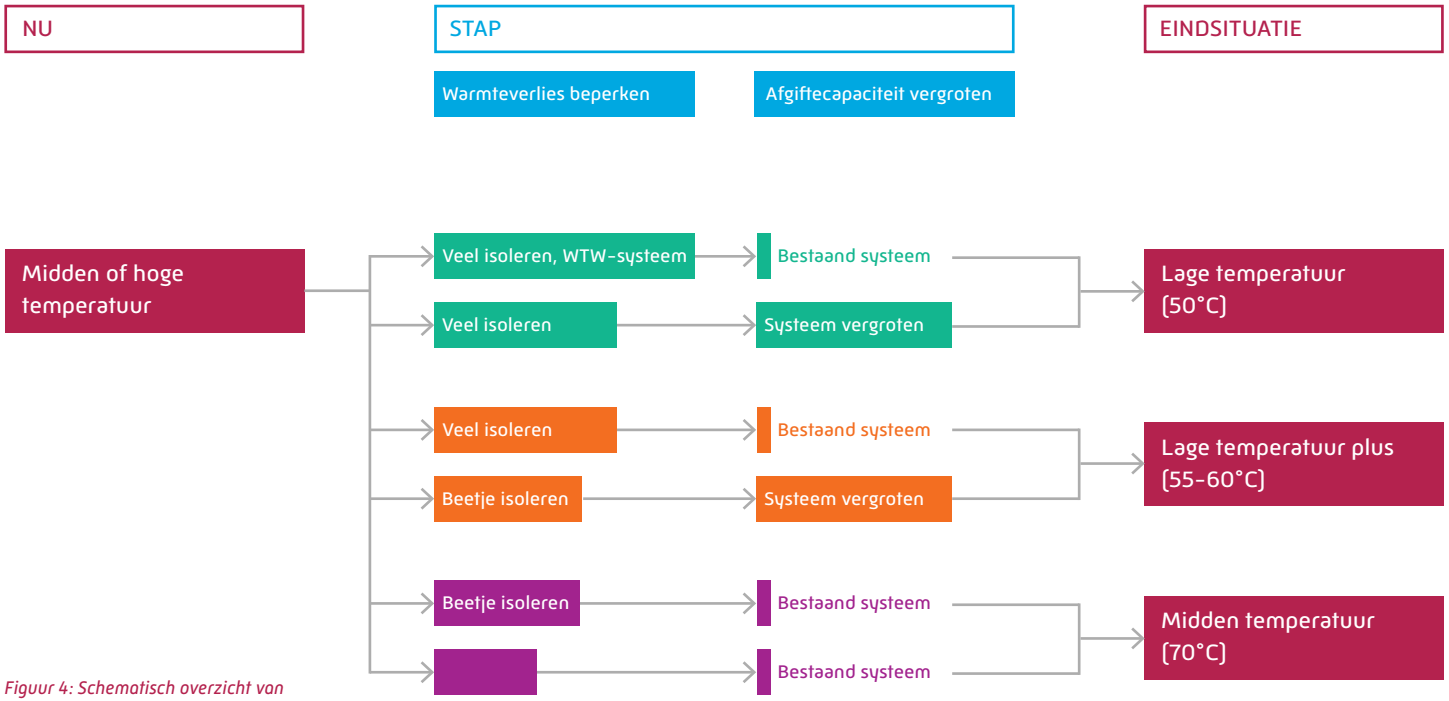
STRATEGIE 3: MIDDENTEMPERATUUR (MT)

- De woning wordt geïsoleerd tot een niveau waarop met een aanvoertemperatuur van circa 70°C de woning kan worden verwarmd.
- Woningcorporaties die hiervoor kiezen doen dat meestal omdat ze:
  - veel woningen met Label A, B of C hebben. Deze woningen worden te goed geacht om (nogmaals) een kostbare renovatie te geven, maar zijn niet goed genoeg voor verwarmen op LT niveau.
  - te maken hebben met een monumentale of beschermde status van het gebouw;
  - aannemen dat de Standaard (voor de betreffende woningen) niet verplicht gaat worden. Zie **hier** voor meer informatie over het al dan niet verplichte karakter van de Standaard.
  - erop vertrouwen dat er warmte-opwekkers beschikbaar zijn die de woning betaalbaar met 70°C kunnen verwarmen.

EEN EVENTUELE VIERDE STRATEGIE: HOGE TEMPERAUUR (HT)

Deze strategie wordt hier niet nader toegelicht, omdat dat alleen relevant is in situaties waarin met zekerheid is te zeggen dat de woning aangesloten kan worden op een warmtenet dat (duurzame) warmte van hoge temperatuur kan (blijven) leveren. Deze publicatie richt zich juist op woningen waarvoor individuele oplossingen worden gezocht.

Figuur 4 geeft een schematisch overzicht van hoe het beperken van het warmteverlies en het vergroten van het afgiftesysteem communicerende vaten zijn. Om de beoogde eindsituatie te behalen kan ervoor worden gekozen om meer te isoleren en minder aan het afgiftesysteem te veranderen, of andersom. Vergroten van het afgiftesysteem leidt echter in de regel wel tot een hoger energiegebruik.



Figuur 4: Schematisch overzicht van routes om het isolatiedoel te behalen.

STAP 3B: INSTALLATIESTRATEGIE

Als woningen individueel verwarmd gaan worden – en dus geen onderdeel worden van een collectief systeem zoals een warmtenet of lokale centrale opwekking – zijn er drie hoofdstrategieën voor installaties waar gebouweigenaren zich op richten:

STRATEGIE 1: ALL ELECTRIC

- De gasgestookte cv-ketel wordt uit de woning verwijderd en vervangen door een (combinatie van) all electric installatie(s). De basis is vrijwel altijd een warmtepomp, in de regel met een vermogen van 4-10 **kW** bij de meeste woningen. Voor de bereiding en opslag van warm tapwater wordt vrijwel altijd een boilervat samen met de warmtepomp geplaatst. De woning is dan direct aardgasvrij.
- Meest gebruikte installaties:
  - o Lucht/water-warmtepomp: voor bestaande bouw en voor nieuwbouw.
  - o Bodemwarmtepomp: voor nieuwbouw en grootschalige renovatie bestaande bouw.
  - o Ventilatiewarmtepomp: voor bestaande bouw.

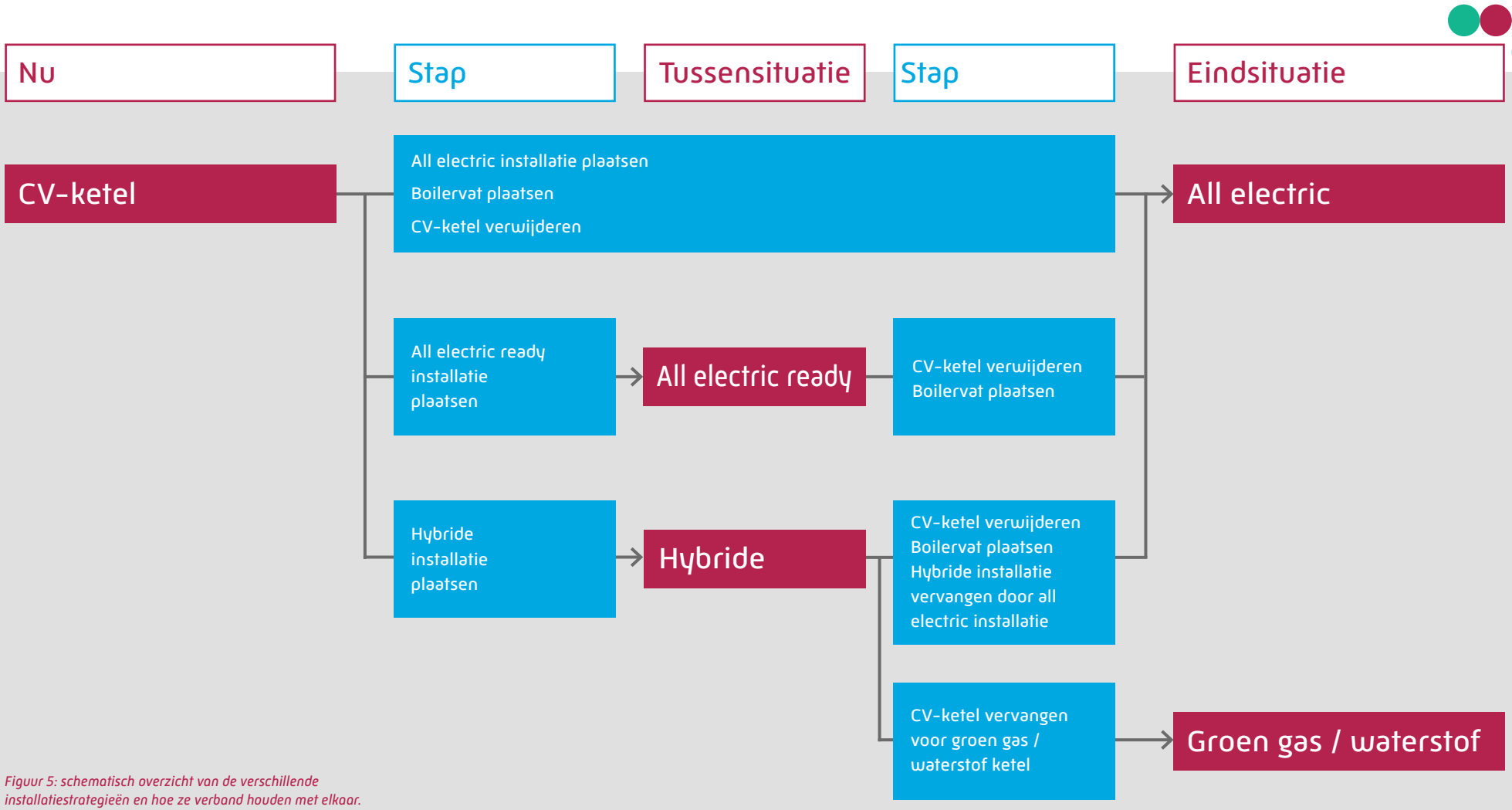
STRATEGIE 2: ALL ELECTRIC READY

- Dit is een variant op de hybride strategie. Deze route heeft nog geen eenduidige naam. 'All electric ready' en 'Hybride plus' zijn de meest gebruikte termen.
- Als de woning nog onvoldoende geïsoleerd is om direct over te stappen naar een all electric oplossing, maar de woningeigenaar wel een stap wil zetten richting aardgasvrij, wordt bij deze route een warmtepomp gehangen naast de gasgestookte cv-ketel, meestal een lucht/water warmtepomp met een vermogen van 4-10 kW.
- Het verschil met de hybride route is dat de warmtepomp niet vervangen hoeft te worden voor een krachtiger exemplaar zodra de woning wél voldoende geïsoleerd wordt. Bij de hybride route is dat wel het geval.
- Zodra de woning voldoende geïsoleerd is, kan de cv-ketel weggehaald worden en komt daarvoor in de plaats een boilervat zodat de warmtepomp ook tapwater kan leveren. De woning is nu aardgasvrij.
- Meest gebruikte installatiecombinaties:
  - o Lucht/water warmtepomp in combinatie met een cv-ketel: voor bestaande bouw.

STRATEGIE 3: HYBRIDE

- Naast de gasgestookte cv-ketel wordt een warmtepomp gehangen, meestal een lucht/water warmtepomp of een ventilatie warmtepomp.
- De warmtepomp heeft een vermogen dat meestal niet hoger is dan 5 kW. In de lente en herfst kan dit systeem grotendeels voorzien in de verwarmingsvraag voor ruimteverwarming. Op jaarbasis voorziet de warmtepomp gemiddeld in circa 60% van de verwarmingsvraag[10].
- Het afgiftesysteem wordt dan gevoed met een aanvoertemperatuur tot rond de 50°C.
- In de winter vult de cv-ketel de resterende warmtevraag aan. De aanvoertemperatuur van het afgiftesysteem wordt verhoogd naar 70-80°C.
- De warmtepomp voorziet niet in warm tapwater. Hiervoor wordt de cv-ketel ingezet.
- Het is meestal voor de gebouweigenaar nog niet duidelijk hoe later de overstap naar all electric wordt gemaakt. Soms wordt erop gerekend dat het aardgas in het net vervangen gaat worden door (duurder) groen gas of waterstofgas, waardoor de cv-ketel in de toekomst alleen vervangen hoeft te worden door een ketel die groen gas of waterstofgas kan verbranden. Soms wordt erop gerekend dat gaandeweg de woning verder geïsoleerd wordt, zodat in de toekomst de cv-ketel en de hybride warmtepomp vervangen kunnen worden door een all electric warmtepomp.
- Meest gebruikte installatiecombinaties:
  - o Lucht/water warmtepomp in combinatie met een cv-ketel: voor bestaande bouw.
  - o Ventilatiewarmtepomp in combinatie met een cv-ketel: voor bestaande bouw.

10 *Zie de eindrapportage van de Installatiemonitor (2022): https://www.installatiemonitor.nl/wp-content/uploads/2022/02/Eindrapportage-Installatiemonitor-v2.1.pdf*



Figuur 5: schematisch overzicht van de verschillende installatiestrategieën en hoe ze verband houden met elkaar.

“De Standaard biedt handelingsperspectief als de warmtevoorziening nog onduidelijk is”

Harm Valk is senior adviseur en partner bij de Nieman Groep. Hij was als technisch rapporteur betrokken bij de ontwikkeling van de Standaard voor woningisolatie. We spreken met Harm over de relatie tussen isolatie en installaties.

• ***Kun je kort toelichten waarom er een Standaard is ontwikkeld?***

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat er een Standaard en Streefwaarden voor woningisolatie moesten komen. ‘De Standaard en Streefwaarden’ is inmiddels bij insiders één begrip geworden, maar de Streefwaarden moet je niet rechtstreeks koppelen aan de Standaard. De Streefwaarden zijn richtinggevend bij integrale vervanging van een bouwdeel. Dus bijvoorbeeld als het hele dak eraf gaat en alleen de gordingen blijven liggen, of als er een hele gevel vervangen wordt. Dus eigenlijk als je van binnen naar buiten kunt kijken.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA

• ***Verwacht je dat de Standaard voor woningisolatie vrijwillig blijft?***
Er zal een vorm van verplichting komen voor de bestaande bouw, daar is bijna niet aan te ontkomen. Als je ziet hoe op dit moment de hazen lopen in Europa, dan lijkt het onvermijdelijk dat er regels komen voor met name de aanpak van de slechtste voorraad. Waarschijnlijk eerst de woningen en gebouwen met een G-label en misschien later ook de F-jes. Of die ontwikkelingen dan ook gaan betekenen dat de Standaard voor woningisolatie integraal verplicht gaat worden voor de gebouwde omgeving, of bijvoorbeeld voor een bepaald segment, is een puur beleidsmatige vraag.

• ***Hoe vind je dat woningcorporaties de Standaard zouden moeten inzetten in hun portfoliobeleid? Er zijn nog corporaties die sturen op energie-labels, maar die lijken inmiddels in de minderheid.***
Die waterscheiding zie ik ook. Het aardige van de Standaard voor woningisolatie is dat het écht gaat over de warmtebehoefte van de woning. Alle 'verstorende' aspecten die je hebt bij energie-labels, zoals het rendement van de installatie en eventuele opwek, die zie je niet terug in de Standaard. Daarmee heb je nog niet het laatste woord gezegd over de juiste aanpak, maar je weet dan wél heel goed tot hoever je minimaal moet isoleren.

Het gebruik van de term 'warmtevraag' is trouwens niet onbelangrijk, want in de praktijk wordt de discussie nogal eens verengd tot de Rc-waarde. Als mensen denken aan isolatie, dan komt meteen het beeld op van grote pakken minerale wol. Maar warmtevraag gaat niet alleen over de thermische isolatie van dichte delen. Het gaat ook over de kwaliteit van het glas, infiltratie, de invloed van ventilatie, zoninstraling enzovoort. Alle aspecten die fysisch gezien een rol spelen bij de warmtebehoefte komen terug in de Standaard. Dat maakt het een waardevol instrument.

• ***Je hebt in het verleden wel eens gesproken over het BENG-niveau als een soort 'bezemwagen' voor de nieuwbouw. Zou je die omschrijving ook gebruiken voor de Standaard voor woningisolatie?***
Nee, ik denk dat de Standaard niet zozeer een bezemwagen is, maar meer het dranghek. Het is namelijk een statisch ding. Een bezemwagen beweegt mee met de kopgroep en het peloton, en die metafoor past bij BENG omdat vanaf het begin duidelijk was dat de eisen voor nieuwbouw in de loop van de tijd scherper zouden worden. Het idee van de Standaard is echter dat er tot 2050 niks aan verandert. **Het is een absoluut minimum waar je niet onder zou moeten zakken.**

De hoogte van de Standaard is ongeveer het niveau dat je bereikt als je alles uit de kast haalt qua isolatie, maar zonder al te ingrijpende wijzigingen aan het bestaande casco. Dus anders gezegd: het is het beste wat je kunt doen zonder dat je voorzetwanden en dergelijke gaat plaatsen. Wat betreft de gevel respecteer je de spouw, voor het dak respecteer je de dikte van de gording. In de vloer heb je iets meer vrijheid.

• ***Was het idee achter de Standaard ook niet dat je woningen die eraan voldoen met een lage aanvoertemperatuur kunt verwarmen?***
Dat klopt, en dat is later in het proces vastgeklikt op 'met 50 graden kunnen verwarmen'. Waarom is dat 50 graden geworden? Omdat je het dan in principe hebt over een midden-temperatuur warmtenet, en ook omdat het ongeveer het maximum is dat met een conventionele warmtepomp haalbaar is. Oftewel: die enkele keer dat het buiten tien graden vriest kan de warmtepomp dan nog net met de hakken over de sloot de woning verwarmen.

• ***Is voldoen aan de Standaard een garantie dat je een woning met 50 graden warm kunt krijgen?***
Nee, je moet altijd controleren of er voldoende afgiftecapaciteit is, en hoe de kwaliteit daarvan is. Over het algemeen is er wat overcapaciteit aanwezig, dus meestal zal het wel lukken.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →

“De Standaard biedt handelingsperspectief als de warmtevoorziening nog onduidelijk is”

• ***Welk soort ventilatie heb je nodig om aan de Standaard te voldoen?***
Je hebt wel wat keuze, maar een natuurlijke ventilatie valt af. Er moet in ieder geval een vorm van mechanische ventilatie zijn en de kwaliteit van de toevoer-voorzieningen moet goed zijn.

• ***Kun je op basis van de Standaard voor woningisolatie ook uitspraken doen over installaties?***
De Standaard is juist bedoeld om een handelingsperspectief te bieden als je warmtevoorziening nog onduidelijk is. Dat gezegd hebbend denk ik dat het verstandig is – vooral voor corporaties – om voor al je bezit het gewenste eindplaatje te schetsen. Vervolgens ga je vanuit dat eindplaatje terug redeneren. Als het eindbeeld is dat je straks een LT-warmtenet hebt, dan moet je dus anders omgaan met de tussenstap dan wanneer je het hebt over bezit waarbij je aan het casco niet zoveel wil doen, en je het gaat oplossen met installaties.

• ***Het is dus toch goed om te weten welke installaties je voor ogen hebt voordat je gaat isoleren?***
Ja, want door te kiezen voor een bepaald isolatieniveau valt er ook een aantal mogelijkheden af. Bij vloerverwarming wil je bijvoorbeeld geen aanvoertemperatuur boven de 35 graden hebben. Als het oppervlak aan vloerverwarming vervolgens aan de lage kant is, krijg je de woning niet warm genoeg. Misschien had je dan wel iets beter willen isoleren.

• ***Je zei eerder dat in deze publicatie vooral het onderdeel ‘Koppeling van installatie aan isolatie’ jouw aandacht trok. Kun je dat nog verder toelichten?***
De bouw-slash-isolatiesector en de installatiesector zijn twee werelden. Het schuttinkje dat ertussen staat moet wat mij betreft gesloopt worden, want de één is een randvoorwaarde voor de ander. De installatie kan pas optimaal functioneren als de bouwkundige schil akkoord is. De kwaliteit van de bouwkundige schil bepaalt dus ook welke keuzevrijheid je hebt bij je installaties. Daarnaast is er het gegeven van de overgedimensioneerde cv-ketel, waardoor je in het verleden vrij ruime marges had. Een warmtepomp moet je juist heel precies kiezen qua capaciteit. Je hebt voortaan dus een echt goed advies nodig. Er is op zich heel veel kennis in de markt, maar die kennis zit vooral bij de fabrikanten en die worden helaas niet vertrouwd – omdat het nou eenmaal de fabrikanten zijn. En dat terwijl fabrikanten juist willen dat er een geschikte warmtepomp wordt gekozen en toegepast, omdat ze dan zelf ook veel minder gedoe hebben. Wantrouwen richting fabrikanten is wat mij betreft op dit vlak gewoon onterecht.

• ***Harm, jij gaat niet over geopolitiek, maar we hebben er wél mee te maken. Zou je het begrijpelijk vinden als we gezien de wereldwijde instabiliteit zeggen dat het beter is om de komende jaren eerst als de wiedeweerga andere installaties toe te passen, in plaats van twee decennia lang te isoleren?***
Daarmee komen we er niet. Want in eerste instantie blijft de warmtevraag en dus indirect het beroep op fossiele brandstoffen dan even groot, dus lossen we het klimaatprobleem niet op. We zullen de vraag

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →

ongeveer met twee derde moeten beperken, omdat er eenvoudigweg niet meer hernieuwbare energie beschikbaar zal komen voor de gebouwde omgeving. Grootschalige vraagbeperking is op termijn dus onvermijdelijk.

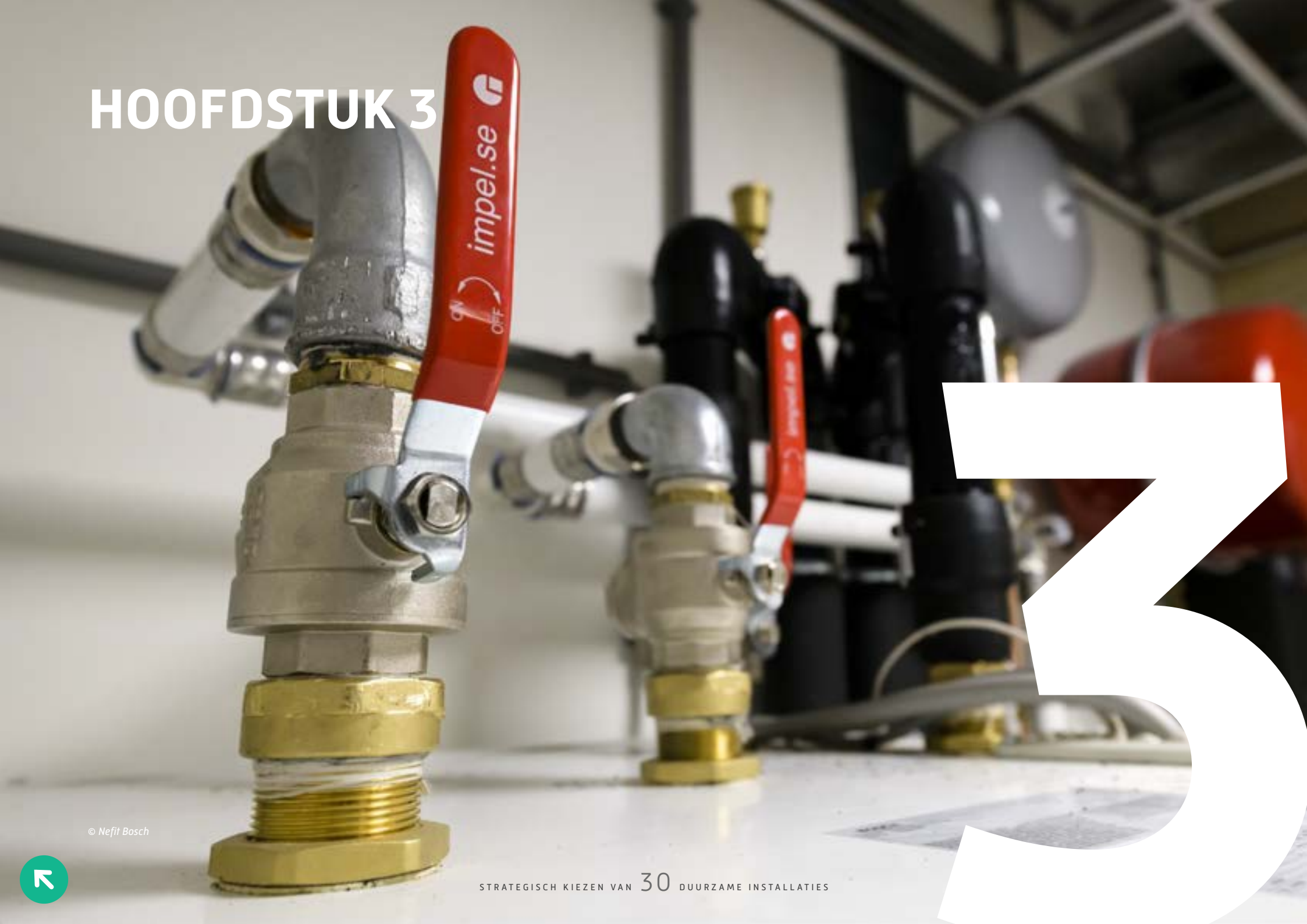
Leveringszekerheid, schaarse grondstoffen en klimaataantasting zijn alle drie een motivatie om aan de energietransitie te werken. Lange tijd hing dat in de praktijk alleen op klimaatverandering, maar omdat we daar in het dagelijks leven nog weinig van merkten gebeurde er bij wijze van spreken weinig tot niets. Nu we echter geconfronteerd worden met verminderde leveringszekerheid staat iedereen opeens wél in de actiestand – maar die andere twee factoren spelen ook nog steeds.

Klimaatverandering vereist dat we overgaan op andere warmte- en koudevoorziening, en materiaaltekorten dwingen ons om dat op de meest efficiënte manier te doen. Daarom redden we het niet met alleen het toepassen van andere installaties. Dat zou betekenen dat de warmtebehoefte veel te groot blijft. Ik ben er overigens wél voor om grootschalig hybride warmtepompen te implementeren in de bestaande bouw, dat moeten we vooral doen. Maar dat is niet meer dan een ander soort tussenstap.

• ***Je bent vrij zichtbaar, onder andere op social media en als columnist. Wat drijft jou om je zo actief in te zetten voor de energietransitie?***
Ik voel de innerlijke noodzaak om iets te doen aan het beperken van de CO_2-uitstoot. Ik ben in mijn werkzame leven in de gebouwde omgeving terecht gekomen, en dat is een sector waarin we ontzettend veel meters kunnen maken. De potentie is dus heel groot, maar het is tegelijkertijd ook een heel lastige sector. Het gaat over 7 miljoen voordeuren van woningen – en 1 miljoen voordeuren van utiliteitsgebouwen. Dat zijn dus 8 miljoen koninkrijkjes waar we een ingreep zullen moeten doen, op zo'n manier dat de eigenaar en de gebruiker van dat vastgoed er in ieder geval geen nadeel van ondervinden, hoogstens een beetje hinder. Als je van een afstandje kijkt is dat misschien nog wel de grootste uitdaging, want in het debat over de energietransitie lijken er vaak alleen maar verliezers te zijn. Het kost altijd geld, het is teveel gedoe, het levert niet genoeg op enzovoort. Er is dus nog heel wat te doen. Daar haal ik mijn persoonlijke motivatie uit.

NIEMAN®
DE RAADGEVENDE INGENIEURS
Partner in 't hart van de bouw

HOOFDSTUK 3



© Nefit Bosch

KOPPELEN VAN INSTALLATIE AAN ISOLATIE

DRIE VUISTREGELS

Een strategie gaat over keuzes op hoofdlijnen. Zodra een renovatieproject dichterbij komt, moet meer gedetailleerd worden gekeken naar de lokale koppeling tussen installatie en isolatie. Onderstaande drie vuistregels zijn een eerste filtermechanisme om daar een keuze in te maken:

Figuur 6: Drie vuistregels voor de koppeling van installatie aan isolatie

VUISTREGEL 1:

De benodigde aanvoertemperatuur om de woning warm te krijgen kan door de installatie worden geleverd.

- De belangrijkste factor bij het koppelen van installatieconcepten aan woningen is de benodigde aanvoertemperatuur[11] om de woning op koude dagen warm te kunnen krijgen.
- Verschillende installatieconcepten hebben verschillende bovengrenzen aan de aanvoertemperatuur die ze (efficiënt en betaalbaar) kunnen leveren. Zie pagina 42

VUISTREGEL 2:

Het vermogen van het afgiftesysteem past bij het warmteverlies van de woning.

Warmteverlies van de woning

- De woning verliest warmte die aangevuld moet worden. Het daarvoor benodigde verwarmingsvermogen is de hoeveelheid warmte die aan een vertrek moet worden toegevoegd om dit op temperatuur te brengen of houden. Dit wordt weergegeven in **kW** oftewel kilowatt.
- Het warmteverlies is te bepalen door een **warmteverliesberekening** te maken. De vier belangrijkste elementen bij deze berekening zijn:
  - o Transmissieverlies (warmteverlies door de gevel, ramen, dak en vloer).
  - o Infiltratieverlies (warmteverlies door kieren en naden).
  - o Ventilatieverlies (warmteverlies door de manier waarop de woning wordt geventileerd).
  - o Interne warmtelast (warmte die aan de woning wordt toegevoegd door bijvoorbeeld zoninstraling, installaties, computers en aanwezige mensen/huisdieren).

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →

11 *Met 'aanvoertemperatuur' en 'temperatuurregimes' wordt meestal hetzelfde bedoeld, namelijk de aanvoertemperatuur voor het afgiftesysteem. Een temperatuurregime beschrijft als het goed is zowel een aanvoer- als een retourtemperatuur.*

- Bij het berekenen van een warmteverliesberekening volgens ISSO 51 wordt geen rekening gehouden met de interne warmtelast. Daardoor zal deze methode overschatten hoeveel warmte het afgiftesysteem in de praktijk moet kunnen leveren.
- Typisch wordt het warmteverlies berekend als een momentopname, namelijk bij een buitentemperatuur van -10°C en een binnentemperatuur van meestal +20°C, bij een bepaalde zoninstraling, een bepaalde luchtvochtigheid en met een windkracht en -richting. Uit de praktijk blijkt dat het daadwerkelijke warmteverlies meestal lager uitvalt, omdat bijvoorbeeld de zon vaak schijnt op zeer koude dagen. Een dynamische warmteverliesberekening berekent aan de hand van lokale klimaatgegevens (temperatuur, wind, zoninstraling en luchtvochtigheid) ieder uur wat de warmtevraag en binnentemperatuur is van de woning of het gebouw, rekening houdend met de geometrie en thermische massa van het gebouw, evenals de interne warmtelast.

Vermogen van het afgiftesysteem

- Het vermogen van het afgiftesysteem om warmte toe te voegen aan de woning wordt ook weergegeven in kW en is te bepalen met een capaciteitsberekening. Hoe dit berekend wordt hangt af van het afgiftemedium (meestal water, soms lucht).
- Bij een afgiftesysteem gebaseerd op water zijn belangrijke elementen:
  - Het verschil in aanvoer- en retourtemperatuur in °C.
  - De volumestroom van het water in liter per seconde.
- Bij een afgiftesysteem gebaseerd op lucht zijn belangrijke elementen:
  - De luchtaanvoertemperatuur in °C.
  - De volumestroom van de lucht in m^3 per uur.
- Op woningniveau is het afgiftevermogen relatief makkelijk te berekenen, maar dit geeft geen garantie dat elke verblijfsruimte ook voldoende vermogen heeft. Dat vraagt aanvullende berekeningen.
- Het vermogen van het afgiftesysteem (in kW) om warmte aan de woning toe te voegen moet, ook op koude winterdagen van -10°C, gelijk aan of groter zijn dan het warmteverlies min de interne warmtelast (in kW) in de woning. Het alternatief is dat geaccepteerd wordt dat de woning niet goed op temperatuur te houden is op dergelijke (zelden voorkomende) koude winterdagen.

VUISTREGEL 3:

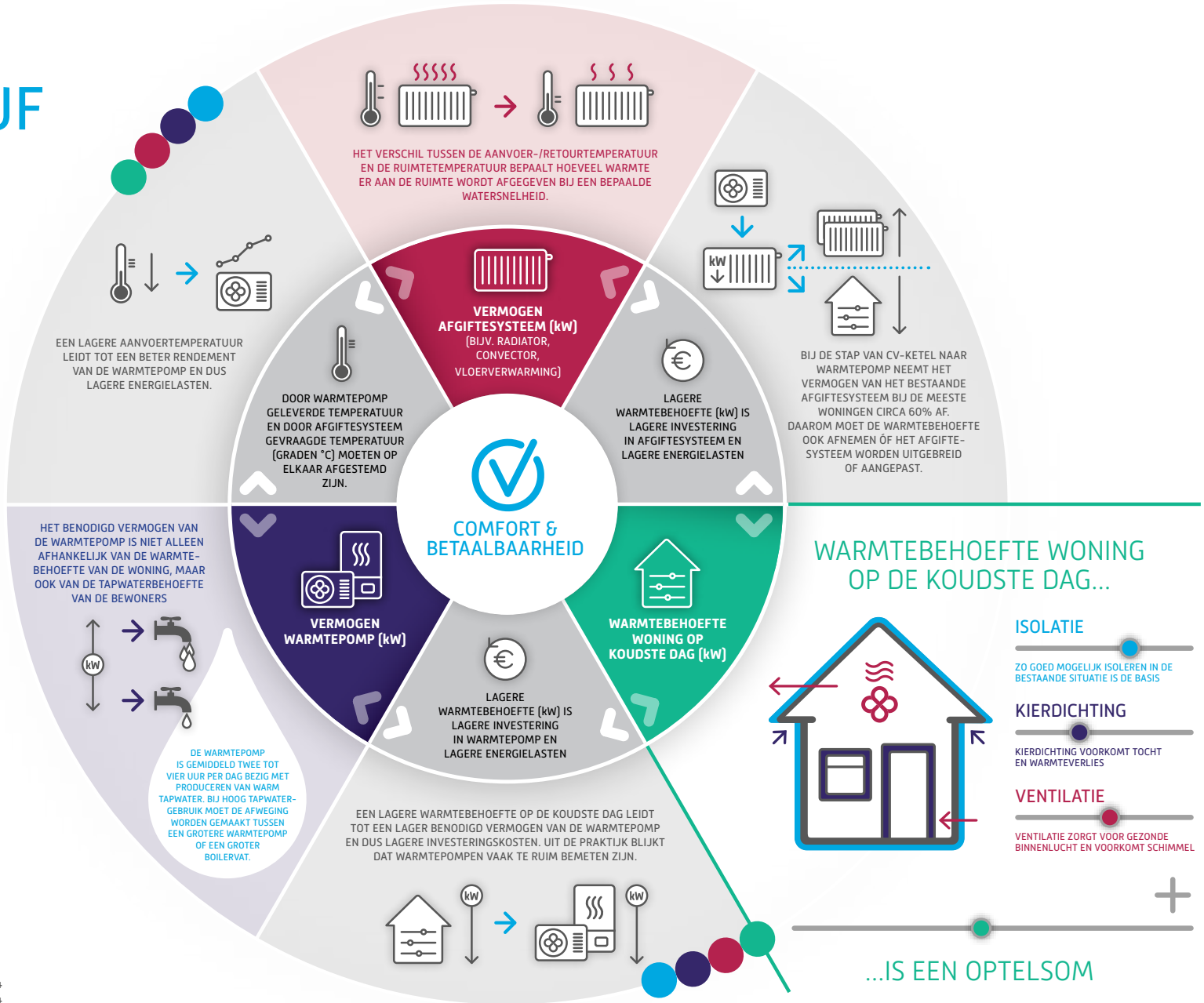
Het vermogen van de warmte-opwekker past bij het warmteverlies van de woning.

- Daarnaast moet de warmte die de warmte-opwekker in 20-22 uur kan opwekken (in kWh), bij benadering gelijk aan of groter zijn dan de warmte die de woning in 24 uur verliest (in kWh). De overige 2-4 uur zijn in de regel nodig voor de bereiding van warm tapwater. Er zijn installaties waarbij er een separate opwekker is voor warm tapwater, afhankelijk van het verwachte tapwatergebruik van de bewoners. In dat geval kan 20-22 uur vervangen worden door 24 uur.
- Let op dat de door fabrikanten opgegeven vermogens (in kW) en het rendementen (COP) van een warmte-opwekker standaard worden gegeven bij een buitentemperatuur van 7°C en aanvoertemperatuur van het afgiftesysteem van 35°C. Naarmate de buitentemperatuur afneemt of de aanvoertemperatuur toeneemt, neemt zowel het vermogen als het rendement van de warmte-opwekker af. Vraag dus altijd na welk vermogen de warmte-opwekker levert bij -10°C buitentemperatuur.
- Een warmte-opwekker met een te groot vermogen gebruikt meestal meer energie en is kostbaarder in aanschaf.
- Een voorbeeldberekening: een woning kent een netto warmteverlies van 5,0 kW op een koude winterdag van -10°C en heeft vloerverwarming met een aanvoertemperatuur van 35°C. Dat betekent dat de **warmte-opwekker** bij die klimaatomstandigheden een verwarmingsvermogen van rond de 5,5 kW moet hebben om zowel in ruimteverwarming als warm tapwater te kunnen voorzien.

Bovenstaande vuistregels zijn de eerste hordes om te nemen, wil een duurzame installatie succesvol gekoppeld kunnen worden aan een woning. Daarnaast zijn er echter nog veel aandachtspunten, die op zichzelf geen voorwaardelijke rol spelen bij de vraag of een installatieconcept succesvol toegepast kan worden, maar die wel sterk van invloed zijn op de uiteindelijke tevredenheid van woningeigenaar en bewoner.

DUURZAME WARMTESCHIJF

De Duurzame Warmteschijf beeldt in een visuele samenvatting de drie vuistregels uit, met daaromheen enkele ondersteunende aandachtspunten. Deze Warmteschijf geeft aan hoe de onderlinge samenhang tussen de warmtebehoefte (isolatiegraad), de warmtepomp (warmteopwekker) en het afgiftesysteem (radiator, vloerverwarming, enz.) leiden tot een comfortabele en betaalbare woning.



Meer informatie?

PAG. 58
ISSO 66

PAG. 65

PAG. 23
PAG. 67
PAG. 71
ISSO 51

PAG. 34
PAG. 44

PAG. 24
PAG. 65
PAG. 75
ISSO 72
ISSO 98

PAG. 44
PAG. 64

© Hazenberg TBI

AANDACHTSPUNTEN: COMFORT

WARMTEBELEVING

Let op dat de comfortbeleving van bewoners verandert als de aanvoertemperatuur van het afgiftesysteem wordt aangepast. Bij het blijven gebruiken van de bestaande radiatoren en het verlagen van de aanvoertemperatuur van bijvoorbeeld 70°C naar 45°C, geven de radiatoren minder stralingswarmte af dan voorheen. Ook al geeft de thermostaat dezelfde binnentemperatuur aan, ervaren bewoners het toch vaak als iets koeler. Ze zijn daardoor geneigd de thermostaat circa 1 tot 2 graden hoger te zetten.

Wat kan de oorzaak zijn? We noemen een aantal comfortaspecten die van belang zijn:

VENTILATIE

- *Koudeval*. Ventilatie gebaseerd op natuurlijke toevoer is in de bestaande bouw de norm. De door roosters of open ramen binnenkomende koude lucht wordt voorverwarmd door de van de radiatoren opstijgende warme lucht. Indien de aanvoertemperatuur van die radiatoren verlaagd wordt van bijvoorbeeld 70°C naar 45°C, wordt die koude lucht minder voorverwarmd en zullen bewoners dat sneller als onprettig ervaren. Het risico is dat bewoners hierdoor de roosters dicht doen. Dit zou leiden tot ongezonde binnenlucht. Het is daarom sterk aan te bevelen om bij het ontwerp rekening te houden met deze koudeval, bijvoorbeeld door gebruik van mechanische ventilatie met warmteterugwinning of het tactisch plaatsen van roosters op plekken waar de koudeval als minder hinderlijk wordt gezien en ervaren (bijvoorbeeld niet boven een plek waar het logisch is om een bankstel te plaatsen).
- *Droge lucht*. Bij mechanische ventilatie met warmteterugwinning (WTW) wordt, omdat die vorm van ventilatie geen koudeval veroorzaakt, in de winter vaak meer geventileerd dan bij ventilatie met natuurlijke toevoer. Omdat koude lucht minder vocht bevat dan warme lucht, wordt de relatieve luchtvochtigheid in de woning lager zodra de lucht wordt opgewarmd. Daarbij komt dat, vanwege de goede ventilatie, vocht uit de keuken en badkamer sneller wordt afgevoerd dan bij natuurlijke ventilatie. De relatieve luchtvochtigheid in de woning kan daardoor lager worden dan wenselijk. Dit kan comfortklachten opleveren, zoals droge ogen of een droge neus. Een mogelijke maar weinig gebruikte oplossing is om te kiezen voor mechanische ventilatie waarbij met een vochtwisselaar (ook wel enthalpiewisselaar geheten) naast de warmte ook het vocht uit de binnenlucht wordt gehaald en afgegeven aan de lucht die van buiten komt. De warmte die in het vocht zit, telt niet mee bij de rendementsberekeningen van het ventilatiesysteem, omdat dat alleen kijkt naar thermische warmte, waardoor het lijkt alsof het rendement afneemt. Dat is echter niet zo.

KOELING

- Als een woning goed geïsoleerd wordt, is de kans groter dat er zomerperiodes zullen zijn waarin de woning de warmte onwenselijk lang binnen houdt. Dat heet oververhitting.
- Oververhitting kan het beste voorkomen worden door passieve maatregelen, zoals een boom voor de zuid- of westgevel, een overstek, buitenzonwering of luiken. Deze maatregelen voorkomen dat er te veel warmte de woning binnen komt. Zomernachtventilatie kan oververhitting verminderen of voorkomen. Let wel op inbraakgevaar.
- Mechanische ventilatie met warmteterugwinning kan helpen om de woning koel te houden. Aan de ene kant wordt de relatieve koelte van de binnenlucht overdag afgegeven aan de binnenkomende warmere lucht. Aan de andere kant wordt, zodra de buitenlucht ('s nachts) voldoende is afgekoeld, een bypass geopend zodat die koelere lucht direct de woning ingeblazen kan worden. Het effect hiervan is echter gering bij reguliere ventilatiehoeveelheden. Let wel: niet alle ventilatiesystemen hebben zo'n bypass.
- Veel typen warmtepompen kunnen ook koelte toevoegen aan de woning:
  - Bodemwarmtepompen onttrekken in de winter warmte aan de bodem. In de zomer kan er juist koelte uit diezelfde bodem worden gehaald. De warmtepomp hoeft hiervoor alleen het water door de bodemlus te pompen. De compressor is hier niet voor nodig, waardoor het een beperkte hoeveelheid elektriciteit kost. De mate van verkoeling die bereikt kan worden is meestal 3-8°C. De thermostaat kan niet gebruikt worden om een specifieke binnentemperatuur te garanderen.
  - Steeds meer lucht/water warmtepompen kunnen koelen. Dit kost elektriciteit en zorgt meestal voor een verkoeling van 2-4°C. Ook hier kan de thermostaat niet gebruikt worden om een specifieke binnentemperatuur te garanderen.
  - Een lucht/lucht warmtepomp kan de lucht in de woning sterk afkoelen, ook naar een specifieke temperatuur. Oorspronkelijk is dit type warmtepomp, ook airconditioner of airco geheten, zelfs ontworpen als koelinstallatie. Andersom kan niet elke airco verwarmen. Koelen middels een lucht/lucht warmtepomp kost elektriciteit.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →

TAPWATER

- Een gasgestookte cv-ketel heeft een hoog vermogen, vaak 20 tot 30 kW, in vergelijking met een warmtepomp, vaak 5 tot 10 kW. Terwijl een cv-ketel warm tapwater kan maken op het moment dat het nodig is, is het vermogen van een warmtepomp daar bij een grote warmtevraag (lees: douchen) te laag voor. Dit betekent dat warmteopslag nodig is, meestal in de vorm van een boilervat. De warmtepomp vult dit boilervat langzaam. Zodra de douche wordt gebruikt, wordt het vat aangesproken.
- Het boilervat staat naast de warmtepomp of is daarin geïntegreerd. Meestal heeft zo'n boilervat een elektrisch bijstookelement dat kan helpen om de temperatuur in het vat te verhogen indien de warmtepomp het benodigde niveau niet kan bereiken. Dit bijstoken kost veel energie en wordt daarom zo min mogelijk gedaan.
- De omvang van het boilervat, samen met de temperatuur waarop het water gehouden wordt, bepaalt hoe lang achtereen gedoucht kan worden. Het formaat van het boilervat moet dus aansluiten op het aantal en gedrag van de bewoners.
- Bij een typische temperatuur van het water in het boilervat van 50 tot 60°C heeft een doorsnee gezin genoeg aan 150 liter. Voor kleinere huishoudens is een kleiner vat voldoende.
- Een boilervat neemt niet alleen veel ruimte in (al snel 60 x 60 x 180 centimeter), maar weegt ook veel. Dit zorgt vaak voor uitdagingen bij de plaatsing. Woningen waar geen ruimte is voor een dergelijk grote opslag voor warm tapwater, zijn aangewezen op alternatieven zoals een doorstroomsysteem of, relatief nieuw op de markt, **chemische warmteopslag (PCM)**. Deze alternatieven zijn wel minder efficiënt en kunnen meer kosten in aanschaf en gebruik.

GELUID

Een warmtepomp maakt geluid:

- Binnen woningen gelden de reguliere geluidseisen voor installaties.
- Per 1 april 2021 gelden er **nieuwe geluidseisen** voor buiten opgestelde installaties[12]. Deze eisen zijn bedoeld om geluidsoverlast voor de buren te voorkomen. De bewoners zelf worden door deze geluidseisen niet beschermd.
- In warmtepompen die buiten- of binnenlucht als bron gebruiken zit een ventilator die lucht aanzuigt. Deels gaat het bij het voorkomen van geluidsoverlast om het plaatsen van deze ventilator op een plek waar de bewoners er geen last van hebben – dus bijvoorbeeld niet naast het slaapkamerraam of in de achtertuin dichtbij een zithoek. Daarnaast is een deel van de geluidsoverlast ook te beperken door de warmtepomp goed in te stellen. In de zomer, als de ramen meer open staan en mensen meer in de tuin zitten, hoeft de warmtepomp immers alleen maar tapwater te verwarmen en hoeft hij dus niet de hele dag in bedrijf te zijn.
- Alle warmtepompen hebben een compressor. Deze maakt een geluid vergelijkbaar met dat van een koelkast en is dus meestal geen probleem. Als de installatie en inregeling echter niet vakkundig worden gedaan, kan dit toch tot overlast leiden vanwege de geleidbaarheid van de trillingen.

Een ventilatiesysteem maakt geluid:

- Binnen woningen gelden de reguliere geluidseisen voor installaties.
- Een belangrijke manier om het warmteverlies door ventilatie terug te dringen is door een ventilatiesysteem met warmteterugwinning toe te passen. Dit kan zowel centraal als decentraal per verblijfsruimte.
- In beide gevallen is er in het ventilatiesysteem een ventilator die lucht aanzuigt en uitblaast. Dit ventilatiesysteem wordt daarom het best geplaatst in een technische ruimte of andere niet-verblijfsruimte.
- Bij een centraal ventilatiesysteem moeten er kanalen door de woning lopen om de lucht op de juiste plekken in te blazen of af te voeren. Als de kanalen met een te kleine diameter worden uitgevoerd, zal de luchtsnelheid in de kanalen en het energiegebruik toenemen, wat kan zorgen voor een zacht fluitend geluid. Tussen verblijfsruimtes kan overspraak ontstaan als hier niet voldoende op gelet is tijdens het ontwerp en installatie. En tenslotte kan het geluid van de ventilator door de kanalen naar de verblijfsruimtes worden gebracht. Ook hier is een goed ontwerp van de installatie noodzakelijk.
- Een betere isolatie van de woning leidt over het algemeen tot minder geluidsinvloeden met oorzaken buiten de woning.

12 *Deze wijziging van het Bouwbesluit 2012 staan genoemd in Staatsblad 2020, nr. 189 en de bijbehorende bepalingsmethodiek voor deze eisen zijn vastgelegd in de Staatscourant 2020, 62676.*

AANDACHTSPUNTEN: BETAALBAARHEID

STROOM IS DUURDER DAN GAS, PER HOEVEELHEID ENERGIE

- Ook voordat de gasprijzen in 2021 en 2022 flink stegen, hadden al veel mensen te kampen met energiearmoede. Als een overstap naar een duurzame installatie ondoordacht plaatsvindt, wordt dat probleem nog veel groter. Ter illustratie: een m^3 aardgas levert bij een typische cv-ketel circa 8 kWh aan warmte op, waardoor 1 kWh aan warmte in de zomer van 2021 circa € 0,10 kostte. Eén kWh elektriciteit kostte op dat moment echter circa € 0,25, oftewel 2,5 keer zo veel[13]. In februari 2022 zijn beide prijzen fors gestegen, maar blijft de verhouding redelijk in stand. Bij de overstap van een cv-ketel naar een *all electric* alternatief moet dus actief worden gestuurd op het verlagen van de benodigde hoeveelheid in te kopen elektriciteit, om te voorkomen dat mensen na de overstap een zeer hoge energierekening krijgen.
- De drie belangrijkste manieren om de benodigde in te kopen elektriciteit te verlagen zijn:
  - *Het verlagen van de warmtevraag van de woning.*
    Het verlagen van de warmtevraag, ofwel isoleren van de woningen, leidt direct tot een lagere energierekening. Ook om andere redenen is isoleren belangrijk. Denk aan de beperkte beschikbaarheid van duurzame energie en de comfortbeleving in de woning (geen tocht en vocht meer). Bij een beter geïsoleerde woning kan de woning worden verwarmd met een lagere aanvoertemperatuur. Dat leidt tot een beter rendement en een lager benodigd vermogen van de warmte-opwekker, waardoor ook een kleinere netaansluiting waarschijnlijk volstaat. Daarnaast is het vanuit maatschappelijk oogpunt belangrijk dat het elektriciteitsnet in balans blijft, wat gemakkelijker te realiseren is als woningen minder hoge verwarmingsvermogens nodig hebben. Een hoge vraag leidt tot zogeheten piekbelasting op het net, iets waar netbeheerders zich zorgen over maken omdat structurele piekbelasting tot grote investeringen van de onderliggende infrastructuur leidt. Ook is het verlagen van de warmtevraag, althans bij alle woningen van voor 1992, een belangrijk onderdeel van het gereed maken van de woning om voldoende warm te kunnen worden bij een aanvoertemperatuur tot circa 50°C. Tenslotte is er in toenemende mate regelgeving die bovengrenzen stelt aan de maximale warmtevraag van woningen, ook bij bestaande bouw. Zo heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken de **Standaard en Streefwaarden** gepubliceerd, die weliswaar nu nog niet verplicht zijn, maar dat mogelijk wel gaan worden. Vanuit Brussel zullen naar verwachting binnen enkele jaren vergelijkbare eisen worden gesteld middels de EPBD, een richtlijn die als doel heeft om de energie-efficiëntie van gebouwen te verbeteren[14]. Als er, tenslotte, gebruik wordt gemaakt van de **energieprestatievergoeding** (EPV) is er een duidelijke wettelijke bovengrens aan de netto warmtevraag van de woning.
  - *Het toepassen van een warmte-opwekker met een hoog systeemrendement.*
    Dit is de reden waarom warmtepompen zo populair zijn. Warmtepompen hebben, afhankelijk van het type en de toepassing ervan, praktijkrendementen tussen de 200% en 500%. Hiermee kan in één keer het prijsverschil tussen warmte verkregen uit aardgas en warmte verkregen uit elektriciteit worden weggenomen. Dit is ook de reden waarom oplossingen zoals elektrische vloerverwarming, infraroodpanelen of elektrische radiatoren minder populair zijn. Deze warmte-opwekkers hebben een praktijkrendement van maximaal 100%, met hoge energierekeningen tot gevolg als deze installaties vaak aan staan. Dit soort warmte-opwekkers worden nog wel eens toegepast als bijverwarming in ruimtes die maar kort en/of lokaal verwarmd hoeven worden. Let erop dat er in dat geval wel een timer op de installatie zit, zodat de warmte-opwekker niet per ongeluk aan blijft staan.
  - *Zonnepanelen.*
    Door zonnepanelen op het dak te leggen, is een lagere prijs per kWh te verkrijgen. Als de benodigde investering wordt afgezet tegen de lange levensduur van het zonopweksysteem, kost een kWh naar verwachting circa € 0,05-0,10. Let wel op dat de salderingsregeling versoberd of afgeschaft wordt, waardoor deze prijs weer iets gaat stijgen.

13 https://opendata.cbs.nl/statline/?dl=5C019#/CBS/nl/dataset/84672NED/table

14 *Op 10 juli 2018 heeft de Europese Commissie de herziene Europese Energy Performance of Buildings Directive (EPBD III) vastgesteld. Deze richtlijn heeft als doel om de energie-efficiëntie van gebouwen te verbeteren, waardoor het energiegebruik daalt. Zie ook: https://www.nvkl.nl/epbd-energie-prestaties-gebouwen/*

Huisfluisteraar Felix van Gemen:

Maak een plan!

Felix van Gemen is samen met zijn kompaan Lars Boelen eigenaar van Paris Proof Plan. Als huisfluisteraar werkt Felix veel en graag samen met particuliere huiseigenaren. Hij heeft inmiddels bij honderden woningrenovaties geholpen met het maken van de plannen.

• ***Waarom moet je een plan maken voordat je begint aan de renovatie van je woning?***

Vijfentwintig jaar geleden gingen de bekende 'gesprekken op verjaardagsfeestjes' over het plaatsen van een dakkapel of een uitbouw. "Leuk!" was de reactie dan. "Hoe groot wordt 'ie? Welk gordijntje ga je kiezen?" Maar als je tegenwoordig zegt dat je een uitbouw wil, dan is er altijd wel iemand die zegt: "Wordt het goed geïsoleerd? Je moet wél aan vloerverwarming denken. Dat kun je mooi combineren met zonnepanelen". Dus wat 25 jaar geleden een leuk en onbezorgd gesprek was, is tegenwoordig een complex verhaal. We moeten nu met veel meer dingen rekening houden. En als je dan niet ondersteund wordt bij het maken van een plan kan het al gauw te veel worden. In het slechtste geval neem je dan beslissingen waarvan je later spijt krijgt.

• ***Wat zijn de kenmerken van een goed plan?***

Dat is een vraag die ik zelf – als professional – jarenlang niet goed scherp kreeg. Bewoners en vastgoedeigenaars hebben dat probleem gelukkig niet, want zij weten intuïtief wat een goed plan is. Het is altijd iets wat van henzelf is. Een combinatie van wat er op papier staat, wat in je hoofd zit, wat in je hart zit en wat er op een of andere manier voor zorgt dat je zegt: "ik weet waar ik naartoe wil, ik heb er vertrouwen in en ik heb zin om de eerste stap te zetten".

Als je dan kijkt naar de manier waarop particulieren hun eigen plan maken, dan loopt dat sterk uiteen. De een schrijft het op een vodje papier, de ander ordent alles in klappers, een derde doet het uit z'n hoofd. De een haalt er spreadsheets bij en

zegt "ik wil dat er nog meer aan gerekend wordt" terwijl de ander zegt "dit biervilt je geloof ik wel". Mijn rol als huisfluisteraar is vooral om zo'n plan completer te maken. Ik geef allerlei haakjes en geheugensteuntjes mee. Ik leg dus niet op aan de bewoners hoe een 'goed plan' eruit hoort te zien. Sterker nog, bijna alles wat ik heb geleerd over plannen maken, heb ik van de bewoners zelf geleerd.

• ***Wat is eigenlijk een huisfluisteraar?***
Voor iedere woning is er een technische, een financiële en een sociale context. Daar komt bij dat niet iedereen van hetzelfde eindbeeld uitgaat. Het bij elkaar brengen van wensen van bewoners en een unieke context is nooit een lineair proces. Het is meer een kwestie van aanvoelen wat er mogelijk is. Ik denk dat we het daarom huisfluisteren zijn gaan noemen. Waar je op aanstuurt is dat mensen zich meer thuis gaan voelen in hun eigen huis.

• ***Hoe kun je de aanpak van de huisfluisteraar vertalen naar woningcorporaties?***
Uiteindelijk gaat het om gebouwen die goede prestaties leveren, en bewoners die daar tevreden over zijn. Dat is een vrij universeel proces. Het begint met inzicht in de prestaties van de woning bij de aanvang. Die inzichten vormen de basis voor het maken van een plan. Dan ben je halverwege. Maar tijdens het plannen maken denken we ook na over het gebruik van de juiste technologieën, op het juiste moment, en op de juiste manier toegepast. En als de woning dan ook nog op een slimme manier gebruikt wordt door de bewoners, dan kun je prachtige resultaten halen. Het is een samenspel, ook met huurders. Een tijdje terug hadden we een huisfluistersessie samen met iemand van de corporatie, de aannemer die een renovatieplan aan het maken was en een bewoner die graag wilde meedenken. Dat leverde voor alle drie de partijen mooie nieuwe inzichten op.

• ***Heb jij opvattingen over woningtypologieën en installatiecombinaties?***
Ik redeneer het liefst vanuit het eindbeeld. De context kan dan bijvoorbeeld zijn dat je vroeg van het gas af wil. Daarvoor ga je vervolgens een plan maken. Redeneren vanuit een eindbeeld werkt goed, omdat je meteen de vraag kunt stellen: 'welk installatieconcept past in dat eindbeeld'. Dan valt een aantal opties af en dat geeft meer rust en overzicht. Voor de opties die overblijven kun je dan een afwegingskader maken: je zet de investeringskosten, de implicaties ten aanzien van CO_2, materiaalgebruik, esthetiek, gemak enzovoort op een rij. Binnen zo'n afwegingskader zijn er geen goede of foute keuzes, maar iedere keuze heeft wél bepaalde implicaties. Wat enorm helpt om dit proces te versnellen is een referentieontwerp.

• ***Wat is een referentieontwerp?***
Dat is een ontwerp dat grosso modo aangeeft hoe je een installatie of combinatie van installaties in een bepaalde woningtypologie toepast. Per type woning heb je bijvoorbeeld één logische plek – soms ook twee – waar je een balansventilatiesysteem met warmteterugwinning zou kunnen aanleggen, zodat het leidingwerk op een mooie manier haar weg kan vinden door de woning. Als die opties van tevoren al bekend zouden zijn zou dat enorm helpen. Nu zit ik nog aan de keukentafel schetsen te maken, maar ik zou heel graag de expertise gebruiken die in de sector aanwezig is om versneld de eerste 80% van een plan neer te zetten aan de hand van referentieontwerpen. Ik denk zelf dat TKI Urban Energy hier bijvoorbeeld veel in kan betekenen.

Of neem hybride warmtepompen en afgiftesystemen. Ik maak me zorgen dat een groot deel van de hybride modellen het einde van de technische levensduur niet haalt, omdat de bewoner al eerder klaar is voor de volgende stap. We weten ook nog niet goed hoe ze presteren in relatie tot de staat van de woning, dus monitoring is zeker een aandachtspunt. 'Nu een hybride warmtepomp en over 15 jaar zien we wel' vind ik ook niet echt handig. Dan laat je kansen liggen om het beter te doen. Ik word wél steeds enthousiaster over hybride in relatie tot het maken van plannen. Als je bij iedere ingreep ervoor zorgt dat de verwarmingstemperatuur omlaag gaat, wordt het rendement van de warmtepomp gaandeweg steeds beter. Vergelijk het maar met een goede rode wijn, die met de jaren ook steeds beter wordt.

Dus stel dat je binnen een jaar of zeven goed geïsoleerd bent. Dan kun je nu al een zwaarder model nemen dat ook warm tapwater kan maken. En naarmate je verder komt in je verduurzamingsproces, komt er een moment dat je volledig op de warmtepomp kunt overschakelen. Dan is het vervolgens heel simpel een kwestie van gasketel unpluggen... en play. Voor deze aanpak zou ik ook graag een referentieontwerp hebben.

Paris Proof Plan

HOOFDSTUK 4

© Kemkens

INSTALLATIES VERGELEKEN

SELECTIECRITERIA

Een opsomming van 'de belangrijkste installaties' doet al snel de vraag rijzen: volgens wie dan? De onderstaande lijst van installatieconcepten is tot stand gekomen op basis van de volgende stappen en criteria:

- Er zijn interviews afgenomen met ruim 35 experts uit de markt, zoals genoemd in het colofon. Hier zitten fabrikanten en brancheverenigingen tussen, maar de meeste interviews zijn gevoerd met woningcorporaties, bouwbedrijven, installateurs en onafhankelijk experts. Op basis hiervan is een concept lijst samengesteld.

- De onderstaande concept lijst van installatieconcepten is ter commentaar voorgelegd aan een nog bredere groep van experts uit het netwerk van de vijf initiatiefnemende organisaties. Samen met hen is de lijst tot stand gekomen die in dit hoofdstuk is opgenomen.

- Dat een oplossing veel potentie vertoont, is niet voldoende om in de lijst te worden opgenomen. Oplossingen moeten zich hebben bewezen, of er moet duidelijkheid zijn ontstaan over wanneer en hoe de oplossing wél of niet goed toe te passen is.

- Dat een oplossing technisch werkt, is niet voldoende om in de lijst te worden opgenomen. De oplossing moet ook leverbaar zijn en (bij juiste toepassing) leiden tot een comfortabele woning met acceptabele woonlasten.

- De hierna genoemde geselecteerde oplossingen moeten op een goede en betaalbare wijze kunnen dienen als hoofdverwarming.

LEES VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →

© Nefit Bosch

© Bart van Overbeeke

WELKE INSTALLATIES KUNNEN WORDEN AANGERADEN?

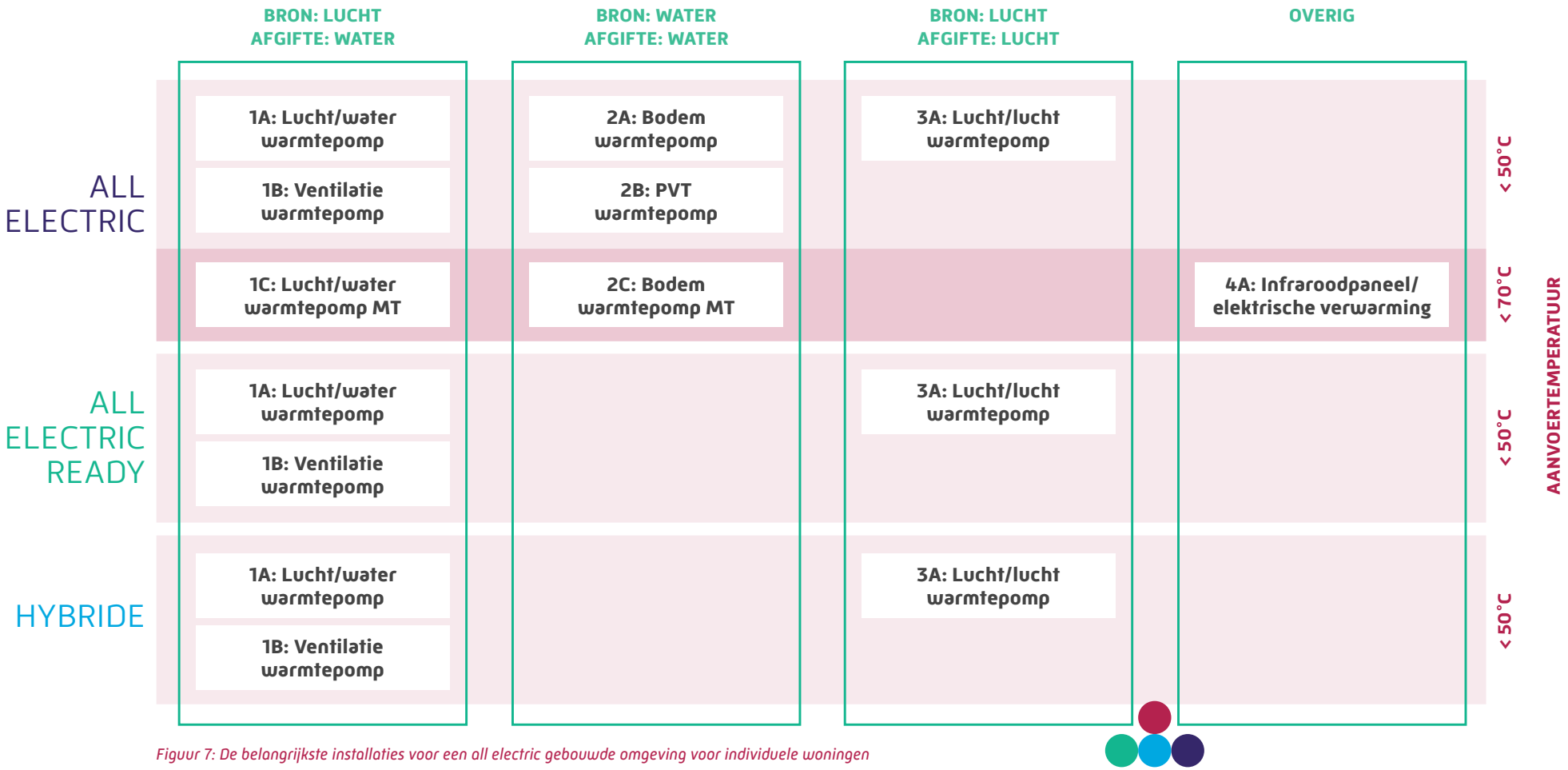
De oplossingen die zich inmiddels hebben bewezen en waarover voldoende kennis beschikbaar is als het gaat om de vereisten voor goede werking, staan in **figuur 7** op een rij gezet. Het gaat om acht soorten duurzame warmte-opwekkers. Drie van de acht kunnen, naast in een all electric opstelling, ook ingezet worden in een all electric ready of hybride opstelling, samen met een cv-ketel. Overigens hebben woningcorporaties de meeste van deze installaties tot nu toe vooral als pilot uitgeprobeerd en worden ze in de sector nog niet op grote schaal toegepast. Ook zijn er door woningcorporaties nog vrijwel geen keuzes gemaakt op strategisch niveau over grootschalige toepassing van deze installaties.

ACHT DUURZAME INSTALLATIES

De acht duurzame installaties hebben allemaal een cijfer en een letter gekregen. De cijfers zijn gebaseerd op de bron en het afgiftemedium. Alle type 1 oplossingen hebben bijvoorbeeld lucht als bron en water als afgiftemedium. De installaties worden daarnaast gerangschikt van meest toegepast naar minst toegepast. Type A oplossingen worden vaker toegepast dan type B of type C. In totaal zijn het er acht: 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3A en 4A.

In Bijlage 1 staat per installatie een **Installatiekaart** met belangrijke kenmerken, tips en aandachtspunten.

Typen 1A, 1B en 3A worden, naast bij een all electric strategie, ook toegepast bij een all electric ready strategie en een hybride strategie. De eigenschappen van de installaties kunnen daarbij licht verschillen van de all electric variant. Ook verschillen de voorwaarden voor goede toepassing.



Figuur 7: De belangrijkste installaties voor een all electric gebouwde omgeving voor individuele woningen

SAMENVATTING BELANGRIJKSTE KENMERKEN

De belangrijkste kenmerken van elk installatieconcept staan in onderstaande tabel.

	Aanvoertemperatuur*	Bron	Afgiftemedium	Typisch vermogen	SPF ruimteverwarming	SPF tapwater	Tapwater
STRATEGIE: ALL ELECTRIC							
1A Lucht/water warmtepomp	25 - 50°C	Lucht	Water	4 - 12 kW	3,0 - 4,0	2,0 - 3,0	Ja, i.c.m. boilervat
1B Ventilatie warmtepomp	25 - 50°C	Lucht	Water	3 - 6 kW	3,5 - 4,5	3,0 - 4,0	Ja, i.c.m. boilervat
1C Lucht/water warmtepomp MT	65 - 80°C	Lucht	Water	8 - 16 kW	2,5 - 3,0	2,0 - 3,0	Ja, i.c.m. boilervat
2A Bodem warmtepomp	25 - 50°C	Water	Water	6 - 12 kW	4,0 - 5,0	2,5 - 3,5	Ja, i.c.m. boilervat
2B PVT warmtepomp	25 - 50°C	Water	Water	4 - 8 kW	2,5 - 3,5	2,0 - 3,0	Ja, i.c.m. boilervat
2C Bodem warmtepomp MT	65 - 80°C	Water	Water	6 - 16 kW	3,0 - 4,0	2,5 - 3,5	Ja, i.c.m. boilervat
3A Lucht/lucht warmtepomp	25 - 50°C**	Lucht	Lucht	1 - 4 kW per stuk	3,0 - 5,0	n.v.t.	Aparte voorziening nodig
4A Infraroodpaneel / elektrische radiator	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,6 - 1,2 kW per stuk	max 1,0	n.v.t.	Aparte voorziening nodig
STRATEGIE: ALL ELECTRIC READY							
1A Lucht/water warmtepomp	25 - 80°C***	Lucht	Water	4 - 8 kW	3,0 - 4,0	n.v.t.	Door cv-ketel
1B Ventilatie warmtepomp	25 - 80°C***	Lucht	Water	3 - 6 kW	3,5 - 4,5	n.v.t.	Door cv-ketel
3A Lucht/lucht warmtepomp	25 - 80°C**	Lucht	Lucht	1 - 4 kW per stuk	3,0 - 5,0	n.v.t.	Door cv-ketel
STRATEGIE: HYBRIDE							
1A Lucht/water warmtepomp	25 - 80°C***	Lucht	Water	4 - 6 kW	3,0 - 4,0	n.v.t.	Door cv-ketel
1B Ventilatie warmtepomp	25 - 80°C***	Water	Water	3 - 6 kW	3,5 - 4,5	n.v.t.	Door cv-ketel
3A Lucht/lucht warmtepomp	25 - 80°C***	Lucht	Lucht	1 - 4 kW per stuk	3,0 - 5,0	n.v.t.	Door cv-ketel

* *De genoemde aanvoertemperaturen zijn temperaturen die deze installaties bij de in Nederland voorkomende klimatologische omstandigheden kunnen halen met redelijke tot goede praktijkrendementen op jaarbasis. De daadwerkelijk geleverde aanvoertemperaturen dienen altijd zo laag mogelijk te zijn. Des te kleiner het verschil tussen de ruimtetemperatuur en de brontemperatuur des te beter het rendement van de warmtepomp.*

** *Dit betreft de temperatuur van de lucht die door de installatie de woonruimte wordt ingeblazen. De installatie zou een hogere temperatuur kunnen realiseren, maar dit wordt door bewoners niet als prettig ervaren.*

*** *Dit betreft, voor zover het temperaturen betreft die boven de 50°C uitkomen, temperaturen die gerealiseerd worden door de cv-ketel.*

WELKE INSTALLATIECONCEPTEN ZIJN (VOORLOPIG) AFGEVALLEN?

Er is voor gekozen om de volgende oplossingen – met de beste kennis van nu – niet in het overzicht op te nemen:

Oplossing: Waterstof

WAAROM NIET OPGENOMEN

Alleen in samenspraak met een netbeheerder en op pilot basis kan nu de keuze worden gemaakt om met waterstof te verwarmen. Een belangrijker bezwaar is echter dat er ook geen zicht is op toekomstige beschikbaarheid en betaalbaarheid van waterstof. Door het energieverlies bij omzetting en opslag is de verwachting dat woningen verwarmen met waterstof duurder zal blijven dan direct verwarmen middels elektriciteit. Vanwege de beperkte huidige en toekomstige beschikbaarheid van waterstof is het verwarmen van woningen – die om een relatief laagwaardige warmte vragen – bovendien achtergesteld bij het gebruik in de industrie, waar men bereid is meer te betalen voor de relatief hoogwaardige warmte.

Oplossing: Groen gas

WAAROM NIET OPGENOMEN

Groen gas kent vergelijkbare bezwaren als waterstof en is om dezelfde redenen niet opgenomen. Er zijn echter ook een paar verschillen. Het eerste verschil is dat het kabinet Rutte IV meetbare doelstellingen heeft benoemd voor de toekomstige opwekking van groen gas. In de markt is echter sterke scepsis over de haalbaarheid van deze doelstellingen, vooral op basis van de beperkt beschikbare ruimte en bronnen voor groen gas. Het tweede verschil is dat er minder aanpassingen aan het huidige aardgasnet en de ketels nodig zijn om steeds meer groen gas bij te kunnen mengen dan bij waterstof. Desondanks is het huidige aardgasnetwerk technisch verouderd en zou het grote investeringen vragen om dat inzetbaar te houden. Er is echter wel een scenario te voorzien waarbij een groep woningen waarvoor andere oplossingen niet haalbaar blijken – bijvoorbeeld monumentale woningen of andere vooroorlogse woningen – gaandeweg steeds meer groen gas krijgen geleverd. Afhankelijk van de voortgang op het gebied van groen gas productie, zou deze oplossing bij een volgende herziening van de publicatie mogelijk meegenomen kunnen worden.

© Bam

INTERVIEW

Innovatie en opschaling

Woningcorporaties doen momenteel veel pilots met kleine aantallen woningen, om zo allerlei nieuwe technieken te testen. Maar hoe gaan we van pilot naar mainstream? We vragen het aan Robert Jan van Egmond, programmamanager Duurzame Warmte en Koude bij TKI Urban Energy.

• ***Kun je eerst kort uitleggen wat je zoal doet voor TKI Urban Energy?***
"Voor wie de TKI-programma's niet kent: wij zijn er om innovatie te stimuleren. Specifiek bekijken we welke innovaties er nodig zijn om de doelen van het Klimaatakkoord te halen. Vervolgens proberen we marktpartijen en kennisinstellingen te bewegen om die innovaties voor elkaar te krijgen, en we stimuleren die trajecten met subsidies. Daarnaast zetten we ook studies uit om kennis te ontwikkelen. Ik trek zelf sinds twee jaar het Duurzame Warmte en Koude programma. Dat gaat over individuele en collectieve oplossingen, dus van warmtepomp tot warmtenet."

• ***Bij woningcorporaties worden veel kleinschalige pilots gedraaid met allerlei installatie-varianten, maar hoe kom je na deze pilot-fase vervolgens tot de stap naar opschaling? En hoe ontwikkel je een goed duurzaam installatieconcept, gezien het enorme aanbod aan warmtepompen?***
"Ik denk dat het voor woningcorporaties relatief eenvoudig is om pilots te doen met kleine plukjes woningen. Maar als je vervolgens een concept wil gaan uitrollen naar een paar honderd woningen, dan houdt dat in dat je heel veel bewoners lastig gaat vallen in hun bestaande woningen. Vanaf dat moment gaat het niet langer primair om de keuze voor een bepaalde techniek, maar over het meenemen van de bewoners. Volgens mij gaat de stap naar opschaling – zeker op dit moment in de energietransitie – vooral over het participatieproces dat je aangaat met je bewoners. Wat gaat het hen opleveren? Hoe breng je dat over? Goede klantgerichte communicatie is dan essentieel."

"En wat betreft de technische keuzes: wanneer je als woningcorporatie gaat opschalen, dan denk ik dat je moet uitgaan van installaties die 'no-regret' zijn. Voor corporaties geldt dat ze in ieder geval rekening moeten houden met de zogenaamde Standaard en Streefwaarden, maar die vind ik persoonlijk niet zo boeiend. Ik wil zelf veel liever 'LT-ready' zijn. Bij warmtepompen is het immers zo dat het apparaat zuiniger draait naarmate de temperatuur verder omlaag kan. Dat blijkt ook telkens weer uit nieuwe rapporten die uitkomen over projecten waar monitoring heeft plaatsgevonden.. Als de woning LT-ready is kun je straks uit de voeten met of een LT-warmtenet of een al dan niet hybride LT-warmtepomp.''

• ***Denk je dat de installatiebranche berekend is op haar taak binnen de energietransitie?***

"Aan de producenten van installaties zal het in ieder geval niet liggen. We zien een constante stroom nieuwe en innovatieve producten op de markt komen. Alle benodigde technieken zijn inmiddels wel zo'n beetje op de markt gebracht, ga maar kijken op bijvoorbeeld Duurzaam Verwarmd of de VSK beurs. Maar tegelijkertijd heeft de installatiebranche het enorm druk. En dat alleen al met het onderhoud van gasketels! Je hebt veel kleine bedrijven, die bij wijze van spreken eens in de drie jaar een dagje uittrekken voor een bezoek aan zo'n beurs. Vervolgens duurt het in zo'n bedrijf nog een hele tijd voordat ze daadwerkelijk aan de slag gaan met nieuwe technieken. Daar zit dus een flinke vertraging. Om dat proces te versnellen, stimuleren we als TKI bijvoorbeeld het opzetten van een kopgroep van de zes grootste installatiebureaus van Nederland. Deze mensen gaan aan de slag met de nieuwste installaties. Het is de bedoeling dat ze de ervaringen die ze opdoen vervolgens delen met hun collega's. Tegelijkertijd halen we binnen dit project ook innovatievragen vanuit de sector op. Bijvoorbeeld hoe de installatietijd van duurzame installaties kan worden gehalveerd. Je wilt toe naar vergaande industrialisatie en plug-and-play oplossingen, anders komen we gewoon tijd tekort om alle woningen op tijd aan te pakken."

"De grote installatiebedrijven zijn er inmiddels allemaal van doordrongen dat ze binnen een jaar of tien alleen nog duurzame installaties doen. Maar dat betekent wél dat je je mensen daarin mee moet nemen. Je moet als bedrijf een visie op deze ontwikkelingen hebben, ook omdat je op een andere manier gaat werken. Al die nieuwe installaties zijn 'slim': ze versturen data naar de cloud. Dan heb je het bijvoorbeeld over *predictive maintenance*: preventief onderhoud aan een installatie, voordat er iets misgaat. Dat betekent dat de fabrikant van die slimme installaties anders moet gaan samenwerken met de installateur. Een voorbeeld: Itho Daalderop kan aan de binnenkomende data zien dat er iets aan de hand is met een bepaalde warmtepomp. Maar Itho heeft geen monteurs in dienst, dus de installateur moet dan gericht en preventief de klant gaan helpen. Dat vraagt om een compleet nieuw samenwerkingsmodel."

• ***Hoe kunnen we ervoor zorgen dat het inkoopproces voor woningcorporaties vergemakkelijkt wordt?***

"Bij het inkoopproces is er nog serieus werk aan de winkel. Daar verliest iedereen nu tijd. Het bedenken van de juiste oplossing is daardoor soms duurder dan de oplossing zelf, wat natuurlijk bizar is. Op dit moment mag iedereen nog iets vinden van een oplossing: typisch polderlandje Nederland. Maar die inspraak loopt wél in de papieren. Daarom proberen we met z'n allen de slag te maken naar standaardisatie. Zodat je niet meer hoeft te discussiëren over een basale vraag als hybride, all electric of aansluiten op een warmtenet."

"Dat gezegd hebbend: op dit moment zit er niks anders op dan onvermoeibaar doorgaan met het enthousiasmeren van groepen bewoners in participatieprojecten. Ik vermoed dat dit nog wel een tijdje nodig zal blijven, totdat je op het punt komt dat mensen van elkaar horen hoe goed die woning bevalt, sinds die is verduurzaamd door de woningcorporatie. De energierekening omlaag, meer comfort, helemaal prima! Totdat we lokaal, maar ook nationaal dat *tipping point* hebben bereikt zullen we nog even flink moeten doorduwen. Daarna is de verdere opschaling waarschijnlijk een stuk gemakkelijker."

TKI URBAN ENERGY
Topsector Energie

HOOFDSTUK 5

© Breman

VOORBEELDUITWERKING

Isolatiestrategieën zijn te koppelen aan installatiestrategieën. Maar hoe zijn woningen te koppelen aan isolatie- en installatiestrategieën? Dat hangt erg af van de lokale situatie. Stap 1 bij het beantwoorden van die vraag is het in kaart brengen van de huidige staat van het vastgoed. Stap 2 is het ontwikkelen van een visie op de opgave. Hieronder staat daarom niet *de* werkelijkheid, maar *een* werkelijkheid als voorbeelduitwerking van de geschetste redeneerlijn.

KEUZECOMBINATIES ISOLATIE EN INSTALLATIE

Op basis van de beschreven drie isolatiestrategieën, drie installatiestrategieën, drie vuistregels en de specifieke kenmerken van de installatieconcepten, ontstaat een beeld van hoe goed bepaalde installatieconcepten passen bij woningen die naar een bepaald isolatieniveau zijn gebracht. Dat beeld is:

Als in deze tabel een **groen** bolletje staat, betekent dit dat de installatie goed kan functioneren, dat de woning comfortabel kan zijn en dat de energielasten betaalbaar kunnen blijven.

Als er een **rood** bolletje staat, gaat het op één of meerdere van deze punten niet goed. Een lucht-water warmtepomp (1A) zal bijvoorbeeld in een MT-woning zowel moeite hebben om de woning op temperatuur te houden, alsook zorgen voor een hoge energierekening.

Als er een **oranje** bolletje staat, is er kans op een goed functionerende installatie, maar is het makkelijk om ontevreden te eindigen.

	ISOLATIESTRATEGIE		
DUURZAME INSTALLATIES	**LT**	**LT plus**	**MT**
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC**			
1A Lucht/water warmtepomp	●	● *	●
1B Ventilatiewarmtepomp	●	●	●
1C Lucht/water warmtepomp MT	●	●	● **
2A Bodemwarmtepomp	●	● *	●
2B PVT warmtepomp	●	●	●
2C Bodemwarmtepomp MT	●	●	● **
3A Lucht/lucht warmtepomp	●	● **	● **
4A Infraroodpaneel / elektrische ver-warming	● *,**	● **	● **
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC READY**			
1A Lucht/water warmtepomp	N.v.t.	N.v.t.	● **,***
1B Ventilatiewarmtepomp	N.v.t.	N.v.t.	● **,***
3A Lucht/lucht warmtepomp	N.v.t.	N.v.t.	● **,***
→ **STRATEGIE: HYBRIDE**			
1A Lucht/water warmtepomp	N.v.t.	N.v.t.	● **,***
1B Ventilatiewarmtepomp	N.v.t.	N.v.t.	● **,***
3A Lucht/lucht warmtepomp	N.v.t.	N.v.t.	● **,***

* *er is zicht op dat dit in de toekomst 'goed' wordt. Daar is verdere verbetering van de warmtepomptechniek voor nodig, zodat dit type warmtepompen ook met acceptabele rendementen (iets) hogere aanvoertemperaturen kan realiseren.*

** *technisch goed, maar hoog energiegebruik.*

*,** *bij dit type installatie is het energiegebruik erg hoog als de installatie in bedrijf is. Om acceptabele energielasten te houden, mag de installatie dus weinig in bedrijf zijn. Dat kan bijvoorbeeld als de woning zéér goed geïsoleerd is of als de bewoner vaak van huis is.*

** *niet goed als hoofdverwarming, maar wel goed als bijverwarming, bijvoorbeeld in de slaapkamers als een warmtepomp met vloerverwarming de begane grond verwarmd.*

,* *gedurende de periode van de tussenstap (op weg naar all electric). Let op: bij deze installatiekeuzes wordt nog gebruik gemaakt van een cv-ketel!*

ISOLATIESTRATEGIE OP BASIS VAN WONINGTYPE IN OORSPRONKELIJKE STAAT

Uitgaande van de woningkenmerken zoals beschreven in Hoofdstuk 2, is een inschatting te maken van hoe moeilijk het is om een bepaalde isolatiestrategie te realiseren. De nadruk ligt daarbij op de investeringskosten.

Let op:

- *hierbij is er vanuit gegaan dat de woning zich qua schilkwaliteit in oorspronkelijke staat bevindt! Indien al significante schilverbetering is doorgevoerd, kan dit de situatie zowel vergemakkelijken als bemoeilijken. Vergemakkelijken, omdat minder stappen hoeven te worden gezet. Bemoeilijken, omdat in het verleden niet naar het nu gewenste niveau is gerenoveerd en er een desinvestering zou plaatsvinden als de woning nu opnieuw helemaal onder handen genomen zou worden.*
- *dit is een voorbeelduitwerking en niet gebaseerd op een dataset met daadwerkelijk vastgoed!*

Rood wil hierbij zeggen dat de strategie naar verwachting vrij uitdagend is, **oranje** dat deze naar verwachting gemiddeld uitdagend is, en **groen** dat er naar verwachting weinig tot geen aanpassingen nodig zijn.

		ISOLATIESTRATEGIE		
Type bouw	**Bouwjaar**	**LT**	**LT plus**	**MT**
Rijwoning	Voor 1945	rood	rood	groen
	1945-1975	rood	oranje	groen
	1976-1995	oranje	oranje	groen
	1996-2005	oranje	groen	groen
	Vanaf 2006	groen	groen	groen
Vrijstaande woning	Voor 1945	rood	rood	oranje
	1945-1975	rood	oranje	groen
	1976-1995	oranje	oranje	groen
	1996-2005	oranje	groen	groen
	Vanaf 2006	groen	groen	groen
Appartement	Voor 1945	rood	oranje	groen
	1945-1975	rood	oranje	groen
	1976-1995	oranje	groen	groen
	1996-2005	groen	groen	groen
	Vanaf 2006	groen	groen	groen

Enkele voorbeeld-redeneringen ter illustratie van de gegevens in de vorige tabel:

- Een grondgebonden woning uit 1965-1975 heeft meestal een spouw van 6 cm en houten verdiepingsvloeren. De spouw is vaak vervuild met metselbaarden, waardoor spouwmuurisolatie iets minder effectief is dan bij een schonere of diepere spouw. Door de vaak houten verdiepingsvloeren is het moeilijk om goede kierdichting te bereiken. De afgelopen jaren is ervaring opgedaan met het renoveren van dit type woning naar LT-niveau door een volledige nieuwe schil aan de buitenkant van de woning te plaatsen. Dit werkt weliswaar goed, maar is kostbaar. Er zijn inmiddels ook praktijkvoorbeelden waarbij dit type woningen naar LT-niveau is gerenoveerd binnen de bestaande schil, door een combinatie van spouwmuurisolatie, hr++ in nieuwe kozijnen, vloer- en dakisolatie en een ventilatiesysteem met warmteterugwinning. Dit is nog steeds kostbaar, maar goedkoper dan een nieuwe schil om de woning.
- Een grondgebonden woning uit 1976-1995 heeft meestal een ruimere spouw en betonnen verdiepingsvloeren. Hierdoor is spouwmuurisolatie effectiever en is kierdichting iets makkelijker. Vanaf midden jaren '80 is er ook vaak al gebruik gemaakt van mechanische afzuiging, waardoor er al een aantal kanalen in de woning is weggewerkt. Er zijn partijen die gebruik maken van die kanalen en, samen met luchttoevoer via een 'plenum' in de hal/overloop, de mechanische afzuiging vervangen door ventilatie met warmteterugwinning. Hierdoor is het minder kostbaar om de woning naar LT-niveau te brengen. Er kan daardoor bijvoorbeeld vaker gebruik gemaakt worden van de bestaande kozijnen.

Een LT-isolatiestrategie geeft de garantie dat er te kiezen valt uit duurzame installaties die hebben bewezen dat ze de woning goed en betaalbaar kunnen verwarmen. Bij woningtypen waar de LT-isolatiestrategie haalbaar is – in bovenstaande voorbeeld in principe vanaf 1976 – zou dat om die reden zijn aan te bevelen.

Waar de LT-isolatiestrategie uitdagend is – in bovenstaand voorbeeld op alle plekken die rood zijn – wil dat nog niet zeggen dat de LT-plus of MT-isolatiestrategie per definitie is aan te bevelen. Het kan namelijk, ook al is het uitdagend, nog steeds tot de meest betaalbare oplossing leiden voor aardgasvrij verwarmen op woningniveau, omdat installatieconcepten die warmte leveren op MT-niveau over het algemeen duurder in aanschaf en gebruik zijn.

© Twan de Veer

INSTALLATIE OP BASIS VAN WONINGTYPE

Gebaseerd op hoe uitdagend een bepaalde isolatiestrategie is bij bepaalde woningtypen en welke installaties zijn aan te bevelen bij bepaalde isolatiestrategieën, is uiteindelijk ook de koppeling te maken tussen aan te bevelen installaties bij bepaalde woningtypen.

In naaststaand voorbeeld is ervan uitgegaan dat een woningcorporatie een (op papier) eenvoudige isolatiestrategie heeft en ervoor heeft gekozen om bij elk complex de isolatiestrategie toe te passen die de laagst mogelijke warmtevraag geeft die 'gemiddeld uitdagend' te realiseren is. Kortom: in de tabel bij 'Isolatiestrategie op basis van woningtype' is dat per woningtype het linker oranje bolletje.

Let op:

- *het voorbeeld hiernaast houdt geen rekening met de beschikbaarheid van opstelruimte voor de installaties! Daarvoor is een type-indeling op basis van bouwjaar en drie bouwtypes niet precies genoeg. Zie de installatiekaarten in bijlage 1 voor informatie over de benodigde opstelruimte.*
- *de kleurcodering hiernaast is gebaseerd op de situatie nadat de gekozen isolatiestrategie is toegepast!*
- *dit is een voorbeelduitwerking en niet gebaseerd op een dataset met daadwerkelijk vastgoed!*

RIJWONING

DUURZAME INSTALLATIES	Voor 1945	1945–1975	1976–1995	1996–2005	Vanaf 2006
TOEGEPASTE ISOLATIESTRATEGIE →	MT	LT plus	LT	LT	LT
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC**					
1A Lucht/water warmtepomp	●	● *	●	●	●
1B Ventilatiewarmtepomp	●	●	●	●	●
1C Lucht/water warmtepomp MT	● **	●	●	●	●
2A Bodemwarmtepomp	●	● *	●	●	●
2B PVT warmtepomp	●	●	●	●	●
2C Bodemwarmtepomp MT	● **	●	●	●	●
3A Lucht/lucht warmtepomp	● **	● **	●	●	●
4A Infraroodpaneel / elektrische verwarming	● **	● **	● */**	● */**	● */**
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC READY**					
1A Lucht/water warmtepomp	● **/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***
1B Ventilatiewarmtepomp	● **/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***
3A Lucht/lucht warmtepomp	● **/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***
→ **STRATEGIE: HYBRIDE**					
1A Lucht/water warmtepomp	● **/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***
1B Ventilatiewarmtepomp	● **/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***
3A Lucht/lucht warmtepomp	● **/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***	*/**/***

* *er is zicht op dat dit in de toekomst 'goed' wordt. Daar is verdere verbetering van de warmtepomptechniek voor nodig, zodat dit type warmtepompen ook met acceptabele rendementen (iets) hogere aanvoertemperaturen kan realiseren.*

** *technisch goed, maar hoog energiegebruik.*

*/** *bij dit type installatie is het energiegebruik erg hoog als de installatie in bedrijf is. Om acceptabele energielasten te houden, mag de installatie dus weinig in bedrijf zijn. Dat kan bijvoorbeeld als de woning zéér goed geïsoleerd is of als de bewoner vaak van huis is.*

** *niet goed als hoofdverwarming, maar wel goed als bijverwarming, bijvoorbeeld in de slaapkamers als een warmtepomp met vloerverwarming de begane grond verwarmd.*

/* *gedurende de periode van de tussenstap (op weg naar all electric). Let op: bij deze installatiekeuzes wordt nog gebruik gemaakt van een cv-ketel!*

*/**/*** *n.v.t. omdat deze installatie niet meer relevant is nadat de gekozen isolatiestrategie is toegepast. Daarna kan de beoogde eindsituatie qua installatie direct worden bereikt.*

VRIJSTAANDE WONING

DUURZAME INSTALLATIES	Voor 1945	1945-1975	1976-1995	1996-2005	Vanaf 2006
TOEGEPASTE ISOLATIESTRATEGIE →	MT	LT plus	LT plus	LT	LT
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC**					
1A Lucht/water warmtepomp	●	● *	● *	●	●
1B Ventilatiewarmtepomp	●	●	●	●	●
1C Lucht/water warmtepomp MT	● **	●	●	●	●
2A Bodemwarmtepomp	●	● *	● *	●	●
2B PVT warmtepomp	●	●	●	●	●
2C Bodemwarmtepomp MT	● **	●	●	●	●
3A Lucht/lucht warmtepomp	● **	● **	● **	●	●
4A Infraroodpaneel / elektrische verwarming	● **	● **	● **	● * **	● * **
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC READY**					
1A Lucht/water warmtepomp	● ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
1B Ventilatiewarmtepomp	● ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
3A Lucht/lucht warmtepomp	● ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
→ **STRATEGIE: HYBRIDE**					
1A Lucht/water warmtepomp	● ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
1B Ventilatiewarmtepomp	● ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
3A Lucht/lucht warmtepomp	● ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***

* *er is zicht op dat dit in de toekomst 'goed' wordt. Daar is verdere verbetering van de warmtepomptechniek voor nodig, zodat dit type warmtepompen ook met acceptabele rendementen (iets) hogere aanvoertemperaturen kan realiseren.*

** *technisch goed, maar hoog energiegebruik.*

* ** *bij dit type installatie is het energiegebruik erg hoog als de installatie in bedrijf is. Om acceptabele energielasten te houden, mag de installatie dus weinig in bedrijf zijn. Dat kan bijvoorbeeld als de woning zéér goed geïsoleerd is of als de bewoner vaak van huis is.*

** ** *niet goed als hoofdverwarming, maar wel goed als bijverwarming, bijvoorbeeld in de slaapkamers als een warmtepomp met vloerverwarming de begane grond verwarmd.*

** *** *gedurende de periode van de tussenstap (op weg naar all electric). Let op: bij deze installatiekeuzes wordt nog gebruik gemaakt van een cv-ketel!*

* ** *** *n.v.t. omdat deze installatie niet meer relevant is nadat de gekozen isolatiestrategie is toegepast. Daarna kan de beoogde eindsituatie qua installatie direct worden bereikt.*

Let op:

- *het voorbeeld hiernaast houdt geen rekening met de beschikbaarheid van opstelruimte voor de installaties! Daarvoor is een type-indeling op basis van bouwjaar en drie bouwtypes niet precies genoeg. Zie de installatiekaarten in **bijlage 1** voor informatie over de benodigde opstelruimte.*
- *de kleurcodering hiernaast is gebaseerd op de situatie nadat de gekozen isolatiestrategie is toegepast!*
- *dit is een voorbeelduitwerking en niet gebaseerd op een dataset met daadwerkelijk vastgoed!*

APPARTEMENT

DUURZAME INSTALLATIES	Voor 1945	1945-1975	1976-1995	1996-2005	Vanaf 2006
TOEGEPASTE ISOLATIESTRATEGIE →	LT plus	LT plus	LT	LT	LT
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC**					
1A Lucht/water warmtepomp	● *	● *	●	●	●
1B Ventilatiewarmtepomp	●	●	●	●	●
1C Lucht/water warmtepomp MT	●	●	●	●	●
2A Bodemwarmtepomp	● *	● *	●	●	●
2B PVT warmtepomp	●	●	●	●	●
2C Bodemwarmtepomp MT	●	●	●	●	●
3A Lucht/lucht warmtepomp	● **	● **	●	●	●
4A Infraroodpaneel / elektrische verwarming	● **	● **	● *	● *	● *
→ **STRATEGIE: ALL ELECTRIC READY**					
1A Lucht/water warmtepomp	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
1B Ventilatiewarmtepomp	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
3A Lucht/lucht warmtepomp	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
→ **STRATEGIE: HYBRIDE**					
1A Lucht/water warmtepomp	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
1B Ventilatiewarmtepomp	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***
3A Lucht/lucht warmtepomp	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***	* ** ***

* *er is zicht op dat dit in de toekomst 'goed' wordt. Daar is verdere verbetering van de warmtepomptechniek voor nodig, zodat dit type warmtepompen ook met acceptabele rendementen (iets) hogere aanvoertemperaturen kan realiseren.*

** *technisch goed, maar hoog energiegebruik.*

* ** *bij dit type installatie is het energiegebruik erg hoog als de installatie in bedrijf is. Om acceptabele energielasten te houden, mag de installatie dus weinig in bedrijf zijn. Dat kan bijvoorbeeld als de woning zéér goed geïsoleerd is of als de bewoner vaak van huis is.*

** ** *niet goed als hoofdverwarming, maar wel goed als bijverwarming, bijvoorbeeld in de slaapkamers als een warmtepomp met vloerverwarming de begane grond verwarmd.*

** *** *gedurende de periode van de tussenstap (op weg naar all electric). Let op: bij deze installatiekeuzes wordt nog gebruik gemaakt van een cv-ketel!*

* ** *** *n.v.t. omdat deze installatie niet meer relevant is nadat de gekozen isolatiestrategie is toegepast. Daarna kan de beoogde eindsituatie qua installatie direct worden bereikt.*

Bij voorafgaande drie tabellen betekent **groen** dat de kans groot is dat de installatie gaat matchen met het woningtype, een **oranje** bolletje betekent dat de kans redelijk is dat de installatie gaat matchen met het woningtype en een **rood** bolletje betekent dat de kans klein is dat de installatie gaat matchen met het woningtype.

Op basis van daadwerkelijk inzicht in de staat van het vastgoed en hoe uitdagend het in die situatie is om een bepaalde isolatiestrategie te realiseren, zou deze tabel opnieuw moeten worden ingevuld. Dat zou dan bij voorkeur ook per complex gebeuren in plaats van per woningtype-bouwjaar. Dat gaat te ver voor deze publicatie.

Let op:

- *het voorbeeld hiernaast houdt geen rekening met de beschikbaarheid van opstelruimte voor de installaties! Daarvoor is een type-indeling op basis van bouwjaar en drie bouwtypes niet precies genoeg. Zie de installatiekaarten in **bijlage 1** voor informatie over de benodigde opstelruimte.*
- *de kleurcodering hiernaast is gebaseerd op de situatie nadat de gekozen isolatiestrategie is toegepast!*
- *dit is een voorbeelduitwerking en niet gebaseerd op een dataset met daadwerkelijk vastgoed!*

“KiB en RGS goed bruikbaar voor lange termijn verduurzamingsstrategie”

Edwin Meeuwsen (sectormanager OnderhoudNL en secretaris van Stichting RGS) geeft aan hoe het gedachtegoed van Stichting RGS aansluit op het maken van strategische keuzes bij installaties, en meer in het algemeen op het ontwikkelen van een lange termijn verduurzamingsstrategie.

• ***Resultaatgericht samenwerken – of RGS – is een begrip, maar niet voor iedereen. Kun je het kort toelichten?***

Vroeger had je samenwerking tussen opdrachtgever en opdrachtnemer gebaseerd op een door de opdrachtgever opgesteld bestek, de zogenaamde inspanningsgerichte samenwerking. Echter, dat ging voorbij aan de kennis en kunde van de opdrachtnemer. Het kenmerk van resultaatgericht samenwerken is dat een opdrachtgever op een andere wijze uitvraagt: hij schrijft een gewenste kwaliteit voor – in functionele termen – maar de maatregelen om dat resultaat te bereiken worden aan de opdrachtnemer overgelaten. Daartoe kan de opdrachtnemer een aantal scenario’s ontwikkelen en uiteindelijk kiest de opdrachtgever voor één scenario.

Stichting RGS is een onafhankelijke organisatie waarin de drie branche-organisaties Aedes, Bouwend Nederland en OnderhoudNL samenwerken om de ontwikkelingen op resultaatgerichte samenwerking vorm te geven. Reden voor deze oprichting, in 2014, was onder andere de publicatie en promotie van de Leidraad Resultaatgericht Samenwerken, een procesmodel voor samenwerking tussen opdrachtgevers en opdrachtnemers. Het doel van de stichting is het uitdragen van het RGS-gedachtengoed en het bevorderen van meetbare kwaliteit van vastgoedonderhoud. Daarin speelt de normenset Kwaliteit in Balans een belangrijke rol. Een functionele specificatie vereist namelijk dat de gewenste kwaliteit meetbaar en bespreekbaar wordt gemaakt. Daarvoor is Kwaliteit in Balans ontwikkeld, of kortweg KiB. Je kunt daar vervolgens keuzes in maken door voor een kwaliteitsniveau te kiezen. Elke KiB-norm is verdeeld in zes categorieën, van 0 tot 5, waarbij niveau 0 de hoogste graad is. Kwaliteit in Balans is vooral gericht op de bestaande bouw.

Een kwaliteitsniveau dat een opdrachtgever voor ogen heeft is vaak lastig concreet meetbaar te maken, terwijl je er wel op wil sturen. 'Toegankelijkheid' bijvoorbeeld, of 'geschikt voor ouderen'. Wat betekent dat allemaal? Heb je het dan over de breedte van deuren? De aanwezigheid van een lift? Wij hebben geprobeerd om met elkaar normen te bedenken voor dat soort wensen. Zo maak je steeds meer dingen vatbaar en meetbaar.

• ***Is jullie doel daarbij om alle mogelijke onderwerpen mee te nemen?***
In feite wel. Alles wat een opdrachtgever belangrijk vindt willen we meetbaar proberen te maken. We hebben de veelheid aan onderwerpen geordend aan de hand van zeven kernthema's, zoals veiligheid, gezondheid, energie en gebruikskwaliteit. Als je bijvoorbeeld de link legt naar installaties, dan zie je dat er voor al die thema's dwarsverbanden zijn. Denk aan veiligheid van installaties, geluidshinder, gewenste luchtkwaliteit, energieprestatie of gebruiksgemak.

• ***Jullie hebben net een nieuwe versie van het normenboek gepubliceerd?***
Klopt, het vorige normenboek stamde uit 2016 en is helemaal herzien. De nieuwe versie is sinds eind 2022 te downloaden op de RGS website. Bij de totstandkoming zijn onder andere mensen van installatie- en onderhoudsbedrijven betrokken en ook een flink aantal experts, onder andere van Aedes. Het installatiedeel is behoorlijk uitgebreid, met name norm 11 over de energieprestatie is ingrijpend herzien en uitgebreid. Dat betreft bijvoorbeeld energielabel, energieverbruik en warmteweerstand bij bestaande woningen. Maar ook bijvoorbeeld norm 61 over Capaciteit, regelbaarheid en veilige werking van ruimteverwarming of norm 64 over Capaciteit warmwater voorziening.

• ***Hoe gaat een woningcorporatie in de praktijk aan de slag met het normenboek?***
Je kunt RGS op verschillende manieren aanvliegen. Je hebt corporaties die vrij snel de markt erbij betrekken, omdat ze werken vanuit een regie-rol. Dergelijke corporaties laten ook de planontwikkeling over aan de markt en ze laten zich ook wat betreft het prestatieniveau voorlichten door de markt. Een andere corporatie vindt het juist belangrijk om zelf het gewenste prestatieniveau te bepalen, maar laat de invulling daarvan aan de markt over. Je hebt daar dus verschillende smaken in, afhankelijk van de strategische keuze van de corporatie.

• ***In hoeverre sluiten KiB en RGS aan op een verduurzamingsstrategie richting 2050?***
KiB en RGS sluiten sowieso heel goed aan op een lange termijn strategie voor een woningbestand. Want juist door een resultaatgericht scenario te maken met als einddoel 2050 krijg je de ruimte om je plan in fases uit te voeren. Daarin is de laatste jaren de verduurzamingstrategie bijgekomen, deze moest dus door de partijen er 'ingevlochten' worden. Het is natuurlijk efficient als de verduurzaming daarbij aansluit op de reeds geplande natuurlijke onderhoudsmomenten. Dus als een installatie bijvoorbeeld nog zes of zeven jaar rest-levensduur heeft, dan kun je alvast beginnen met isoleren en dan na zes jaar de installatie aanpakken.

• ***Op prestaties sturen is een belangrijk en een veelomvattend onderwerp, zeker ook in de energietransitie. Vind je dat de publicaties van Stichting RGS goed aansluiten op de inhoud van 'Strategische keuzes maken in duurzame installaties'?***
De KiB-publicatie kijkt meer naar het helder krijgen van de vraagspecificatie en

het meetbaar maken van prestaties en is breder dan alleen installaties. KiB kun je daarnaast ook heel goed gebruiken voor monitoring, wat bijvoorbeeld bij warmtepompen een belangrijk punt is. De publicatie 'Strategische keuzes' bevat veel installatietechnische informatie die handig is bij het maken van keuzes en het uitvoeren daarvan. Ik denk dat deze publicaties elkaar dan ook heel mooi aanvullen.

ONDERHOUD NL

HOOFDSTUK 6
VAKTAAL UITGELEGD

Onderstaand staat voor een aantal belangrijke vakinhoudelijke onderwerpen een beknopte toelichting. Voor verdere inhoudelijke verdieping staat in Bijlage 2 een overzicht van relevante ISSO publicaties.

AFGIFTESYSTEEM

Bij de toepassing van duurzame installaties wordt bij voorkeur met een zo laag mogelijke temperatuur verwarmd, vanaf 35°C. In de bestaande bouw zijn doorgaans al afgiftesystemen aanwezig in de vorm van radiatoren of convectoren. Meestal wordt gekeken of bestaande systemen gebruikt kunnen worden. De keuze van het afgiftesysteem hangt nauw samen met de aanvoertemperatuur en de isolatiewaarde van de woning. Afgiftesystemen zijn onder te verdelen in water- en luchtafgifte.

BESTAANDE RADIATOREN VERVANGEN OF NIET?

Zo mogelijk wordt het bestaande afgiftesysteem hergebruikt. Dat betekent dat de woning voldoende geïsoleerd moet zijn om met een aanvoertemperatuur van maximaal 50°C de woning te kunnen verwarmen met deze bestaande radiatoren. Als dat niet blijkt te lukken, dan kan voor nieuwe lage temperatuur radiatoren of convectoren of vloerverwarming worden gekozen. Op basis van dynamische energieberekeningen of vanuit comfortoverwegingen kan deze afweging worden gemaakt.

Met een dynamische verliesberekening wordt aan de hand van lokale klimaatgegevens (temperatuur, wind, zoninstraling en luchtvochtigheid) ieder uur berekend wat de warmtevraag en binnentemperatuur van de woning is, rekening houdend met de geometrie en thermische massa van het gebouw, evenals de interne warmtelast.

Uit praktijkervaringen blijkt dat in kleinere woningen de bestaande radiatoren vaak kunnen blijven zitten, vermoedelijk omdat die relatief vaak overgedimensioneerd zijn t.o.v. het reële warmteverlies. Ook is er de afgelopen jaren bewijslast opgebouwd met woningen met een netto warmtevraag kleiner dan 50 kWh/m^2/jaar, waar de bestaande radiatoren goed blijken te functioneren.

De verwachting bij midden of hoge temperatuur warmtepompen is dat het afgiftesysteem in de woningen gehandhaafd kan worden. Wel vervuilt een afgiftesysteem in de loop der jaren. Het is daarom belangrijk om een bestaand afgiftesysteem schoon te spoelen of een vuilafscheiding te plaatsen voor installatie van een (al dan niet hybride) warmtepomp.

Let op dat bestaande langere radiatoren vaak eenzijdig aangesloten zijn (aanvoer en retour boven elkaar). Bij de overgang naar een LT aanvoertemperatuur kan dit problemen opleveren en is het aan te bevelen om de aansluiting om te bouwen naar tweezijdig.

LEIDINGEN NAAR RADIATOREN

Bij een nieuw watergedragen afgiftesysteem voor een warmtepomp wordt in de regel gebruik gemaakt van een hoofdleiding van 28 mm (vanaf 8 kW 32 mm) en radiatorleidingen van 22 mm. Dit is het geval als er een verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur zit van 5 tot 10°C. Een traditionele cv-installatie heeft juist vaak een hoofdleiding van 22 mm en radiatorleidingen van 15 mm, waarbij het verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur 20°C is.

Bij renovatie blijft het leidingnet vaak onveranderd en dat levert in de praktijk nooit problemen op. Let echter wel op indien er een éénpijpssysteem is (dit komt weinig voor).

INREGELEN AFGIFTESYSTEEM

Bij het installeren en inregelen van de installaties moet ook het afgiftesysteem (opnieuw) worden ingeregeld. Het gaat om het instellen van het maximale vermogen van de radiator bij de gevraagde ruimtetemperatuur. Bij warmtepompen moet het afgiftesysteem worden gespoeld en waterzijdig worden ingeregeld. Daarvoor moet wel een leidingnetberekening worden gemaakt.

Radiatoren moeten zijn voorzien van instelbare ventielen (dynamisch of statisch) om ze in te kunnen laten regelen door de installateur.

VENTILATOREN OP RADIATOREN

Verwarmen met een lagere aanvoertemperatuur duurt langer dan met een hogere aanvoertemperatuur, met name wanneer de buitentemperatuur laag is. Door het toepassen van ventilatoren op, in of onder de radiatoren kan dit gedeeltelijk gecompenseerd worden. Reguliere radiatoren kunnen hierdoor meer warmte afgeven. De ventilatoren maken echter wel geluid en hebben stroom nodig.

VLOER-, WAND- EN PLAFONDVERWARMING

Vloerverwarming is bij nieuwere woningen vrijwel standaard. Het geeft een gelijkmatige temperatuur in de woning en kan veel warmte afgeven bij lage aanvoertemperaturen. In de bestaande bouw is het echter lastiger toepasbaar, omdat de gehele woning (of tenminste de woonverdieping) moet worden leeggeruimd. Ook komt er extra opbouwhoogte door de leidingen, wat het afkorten van deuren meestal noodzakelijk maakt. De verdeler van de

leidingen moet ergens een plek krijgen en er moet een nieuwe afwerkingsvloer komen. Om die reden is vloerverwarming bij renovatie (in de sociale huursector) minder populair.

Plafond- en wandverwarming kunnen in theorie een oplossing zijn, omdat ze minder ingrijpend zijn om aan te brengen. Bij plafondverwarming wordt het hoofd meer verwarmd dan de voeten. Bij wandverwarming wordt één kant van het lichaam meer verwarmd dan een andere kant. Ook zal het midden van de kamer koeler zijn dan de rand. Tenslotte kan niet meer makkelijk geboord worden in de wand.

LUCHTAFGIFTE SYSTEEM

Op het moment van schrijven wordt veelal water toegepast als afgiftemedium, maar lucht lijkt aan populariteit te winnen. Vaak in de vorm van een airco die (ook) kan verwarmen. Ook worden oplossingen gezocht voor het combineren van balansventilatie en warmteafgifte met een warmtewisselaar in het ventilatiekanaal. Dat is in de bestaande bouw lastiger omdat er kanalen moeten worden aangelegd die vrij lastig te verwerken zijn in de woning, maar er zijn al wel voorbeelden van projecten waarbij dit gelukt is.

INFRAROOD PANELEN

Infraroodverwarming in woningen maakt gebruik van lange golf infrarood straling. Voor de bewoner voelt de straling van de infraroodpanelen aangenaam warm aan. De meubels die binnen het 'zicht' van de straling staan, worden overigens ook warm.

Infraroodpanelen verwarmen direct de objecten en mensen die zich in het stralingsgebied van het paneel bevinden. Het bereik van een infraroodpaneel is 3 à 4 meter. Zodra men verder weg loopt, voelt de omgeving koeler aan. Infrarood panelen worden daarom vaak ingezet als aanvullende warmtebronnen op plekken die de hoofdverwarming onvoldoende kan verwarmen of die slechts korte tijd verwarmd hoeven worden, zoals een badkamer. De panelen warmen snel op, binnen maximaal 15 minuten.

Verwarmen middels elektrische weerstand - waar infraroodtechniek feitelijk onder valt - vraagt een groot aansluitvermogen, wat voor netwerkbedrijven extra druk op het netwerk inhoudt. Een ander risico is dat wanneer de bewoners de panelen per abuis aan laten staan, er veel energie verloren gaat.

BEREKENING VERMOGEN AFGIFTESYSTEEM

Het vermogen van het (bestaande) afgiftesysteem om warmte toe te voegen aan de woning wordt weergegeven in kW en is te bepalen met een capaciteitsberekening of -tabel. Hoe dit berekend wordt hangt af van het afgiftemedium (water of lucht).

Bij een afgiftesysteem gebaseerd op water zijn belangrijke elementen:

- Het verschil in aanvoer- en retourtemperatuur in °C.
- De ruimtetemperatuur in *C.
- De volumestroom van het water in liter per seconde.

Bij een afgiftesysteem gebaseerd op lucht zijn belangrijke elementen:

- De luchtaanvoertemperatuur in °C.
- De volumestroom van de lucht in m^3 per uur.

Op woningniveau is het afgiftevermogen op deze manier relatief makkelijk te berekenen, maar dit geeft geen garantie dat elke verblijfsruimte ook voldoende vermogen heeft. De leveranciers van radiatoren en convectoren hebben handige Exceltabellen waarmee eenvoudig de afgifte bij verschillende aanvoertemperaturen berekend kan worden.

Aanvullend kunnen leiding- en radiatorberekeningen gemaakt worden. Daarvoor is onder andere informatie over leidinglengtes en radiatoraantallen en -types nodig. In de tabel hieronder staan suggesties voor hoe die berekeningen te maken zijn.

GEVORDERD	PROFESSIONEEL
HyTools van IMI (Android/iOS) kan helpen bij het in kaart brengen en inregelen van een systeem gebaseerd op radiatoren.	Uniec, Vabi, etc.

MONOBLOCK OF SPLIT-UNIT

De meest toegepaste warmtepomp voor de bestaande bouw is de lucht/water warmtepomp. Op dit moment is die te krijgen in twee hoofdvarianten: een monoblock (soms ook monobloc genoemd) en een split-unit. Eind 2022 komt daar een derde variant bij: zonder buitenunit. Wat is het verschil tussen deze varianten?

WAT IS EEN MONOBLOCK LUCHT/WATER WARMTEPOMP?

Bij een monoblock zijn alle onderdelen - de ventilator, compressor, condensor, expansieventiel en de verdamper - in één kast geïntegreerd, die ofwel geheel buiten staat ofwel in direct contact moet staan met de buitenlucht. Het koudemiddel-circuit zit in deze kast, waardoor de installatie gemakkelijker is omdat er geen monteur met F-gassen certificaat aan te pas hoeft te komen. Uit de kast komt alleen twee geïsoleerde leidingen met het opgewarmde water (aanvoer en retour). Het binnendeel (hydrobloc) is bij sommige fabrikanten voorzien van de regeltechniek en vaak gecombineerd met het boilervat.

Het voor warm tapwater benodigde boilervat is niet altijd onderdeel van een monoblock warmtepomp, maar kan wel in de unit binnen de woning zijn geïntegreerd. Als dit niet het geval is, is een monoblock warmtepomp door een leek niet te onderscheiden van de buitenunit van een split-unit.

Een monoblock warmtepomp kan wel 6 meter van de woning afstaan, waardoor er leidingverliezen ontstaan. Dit is te beperken door de leidingen goed te isoleren.

Bij een storing gedurende het stookseizoen kunnen de leidingen en het apparaat overigens onherstelbaar beschadigd worden door bevriezing. Ook verbruikt de monoblock meer energie als gevolg van het op temperatuur houden van de watervoerende leidingen.

WAT IS EEN SPLIT-UNIT LUCHT/WATER WARMTEPOMP?

Bij een split-unit warmtepomp is er een buitenunit en een binnenunit aanwezig. Deze twee staan met elkaar in verbinding via een koudemiddelleiding. In de buitenunit zitten de ventilator, verdamper en meestal de compressor. In de binnenunit vindt het condensatieproces plaats en bevindt zich een expansieventiel.

WAT IS EEN LUCHT/WATER WARMTEPOMP ZONDER BUITENUNIT?

Bij een lucht/water warmtepomp zonder buitenunit zijn alle onderdelen geïntegreerd in een kast die binnen staat, inclusief de ventilator. Er zijn twee relatief grote gevel- of dakopeningen nodig, met een diameter vanaf 160 mm, waardoorheen de benodigde lucht kan worden aangezogen en uitgeblazen. Voor het overige lijkt deze variant sterk op een monoblock. Het koudemiddel-circuit blijft bijvoorbeeld in de kast en er komen alleen leidingen uit met warm water.

WAT IS HET VERSCHIL TUSSEN EEN MONOBLOCK EN SPLIT UNIT?

- **Prijs:** een split-unit uitvoering van de lucht/water warmtepomp is doorgaans goedkoper. Bepaalde onderdelen van een buitenunit worden namelijk ook gebruikt in airco-onderdelen en deze worden in massa geproduceerd. Monoblock-systemen zijn vaak iets duurder door het technische ontwerp. Een monoblock-systeem is echter wel weer iets goedkoper bij het installatieproces omdat er geen F-gassen certificaat voor nodig is.
- **Prestaties:** er zijn een aantal belangrijke verschillen als het gaat om prestaties. Bij een monoblock warmtepomp is een groter verdamperoppervlak beschikbaar. Er wordt daardoor een iets hogere COP gehaald, wat leidt tot een iets hoger temperatuurbereik.
- **Geluid:** een monoblock-systeem is iets stiller doordat de ventilator op een lager toerental draait. Dit kan doordat de ventilator groter is.
- **Benodigde opstelruimte & afmetingen:** wanneer er beperkte ruimte aanwezig is, zal eerder een split-unit systeem geadviseerd worden. De buitenunit kan bijvoorbeeld aan een gevel opgehangen worden omdat hij compacter is dan een monoblock. Indien er bijvoorbeeld geen grote tuin of plat dak is, lijkt dat een betere optie.
- **Leidingen:** een monoblock moet voldoende lucht van buiten kunnen halen. Daar zijn grotere buizen en leidingen voor nodig.
- **Installatie van de warmtepomp:** niet elke monteur en installateur mag een split-unit warmtepomp installeren. Daar is een speciaal certificaat voor nodig omdat in het koudemiddelcircuit met F-gassen wordt gewerkt. Voor een monoblock geldt deze beperking niet.
- **Vorst:** Een monoblock systeem is meer gevoelig voor vorst en moet daarom beter worden geïsoleerd, inclusief de leidingen naar de woning.

MODULERENDE WARMTEPOMP

Een modulerende warmtepomp kan trapsgewijs meer of minder warmte opwekken, afhankelijk van de (voorspelde) warmtevraag. Een klassieke aan/uit-warmtepomp kan dit niet en gaat simpelweg aan of uit. Dit zijn zogenaamde 'start-stops' die slecht zijn voor zowel het rendement, het comfort, als de levensduur van de warmtepomp. Als een warmtepomp vaak aan en uit schakelt heet dat ook wel 'pendelen'. Het pendelen wordt beperkt door het toepassen van een buffervat. De technische ontwikkelingen en nadelige gevolgen van pendelen hebben ertoe geleid dat aan/uit-warmtepompen volgens veel partijen inmiddels een gepasseerd station zijn. Sommige fabrikanten leveren zelfs alleen nog maar modulerende warmtepompen. Het vermogen van de warmtepomp is gebaseerd op de benodigde maximale capaciteit die een beperkt aantal uren per jaar voorkomt.

Bij bodemwarmtepompen zijn aan/uit-warmtepompen nog heel gebruikelijk. Wel wordt dat dan meestal gecombineerd met een buffervat of een groot volume aan water in de vloerverwarming, zodat pendelen alsnog geminimaliseerd wordt.

Ook bij een modulerende warmtepomp is vaak een minimale flow nodig omdat in de regel een warmtepomp tot maximaal 30% van het maximumvermogen kan terugregelen. Voor een 5 kW warmtepomp betekent dit dat je altijd 1,5 kW aan warmte kwijt moet kunnen in je systeem. Enkele warmtepompen starten in de hoogste stand en moduleren dan na enige tijd terug. Bij de selectie van het buffervat moet daar rekening mee gehouden worden.

Een bijkomende voordeel is dat het voor een modulerende warmtepomp iets minder belangrijk is om een buffervat voor het cv-circuit te hebben, omdat het hoofddoel van zo'n buffervat is om pendelen te voorkomen. Een buffervat is echter ook voor andere doeleinden nuttig, zie de betreffende uitleg hierover.

Tenslotte draagt een modulerende warmtepomp bij aan het afvlakken van pieken in de gevraagde elektriciteit, wat gunstig is voor de netbelasting.

INSTALLEREN EN INREGELEN

Nadat een warmtepomp is geïnstalleerd en in bedrijf is gesteld moeten zowel de warmtepomp als de achterliggende cv-installaties ook nog worden ingeregeld. Inregelen betreft het optimaliseren van de instellingen voor de lokale situatie. Als dat niet goed gebeurt zullen comfortproblemen en storingen vaker voorkomen en worden de beoogde rendementen waarschijnlijk niet behaald. Inregelen is geen eenmalig proces: als er iets aan de lokale situatie wijzigt – bijvoorbeeld er wordt een nieuwe douche geïnstalleerd of een kind gaat op kamers – dan moet de regeling ook worden bijgesteld. Ook is het verstandig om tenminste de eerste twee jaar in de gaten te houden hoe de warmtepomp in de praktijk presteert. Vaak kan op basis van de praktijkervaring nog een flinke rendementsverbetering worden bereikt door de inregeling te verbeteren.

Meestal wordt gebruik gemaakt van het ingebouwde regelsysteem van de fabrikant, omdat dit goed is afgestemd op de specifieke warmtepomp. Warmtepompen zijn vaak verbonden met internet en versturen een datastroom die gemonitord kan worden. Instellen en regelen kan dan via de fabrikant op afstand gebeuren. Daar zijn kosten aan verbonden. Er is op dit moment geen gestandaardiseerd dataprotocol voor de communicatie tussen regelsystemen. Dit betekent dat de monitoring en regeling van de warmtepomp leveranciersafhankelijk is en niet zonder meer te koppelen aan, bijvoorbeeld, de omvormer van de zonnepanelen. Vastgoedeigenaren en bouwbedrijven willen dit juist wél graag, omdat zo bijvoorbeeld slimmer gebruik kan worden gemaakt van op de woning opgewekte zonnestroom. Via extra hardware is weliswaar veel data alsnog te achterhalen, maar dat vraagt extra investeringen en de mogelijkheden om op afstand installaties in te regelen zijn dan beperkter dan als er directe communicatie met de installaties is.

STOOKLIJN

Het inregelen van een warmtepomp gaat grotendeels over aanpassingen aan de zogeheten 'stooklijn'.

De stooklijn beschrijft hoe de warmtepomp omgaat met een bepaalde (toekomstige) warmte- of koudevraag. Feitelijk zijn het de regels voor het functioneren van de warmtepomp. Stooklijnen worden steeds slimmer. Met een goede stooklijn kan niet alleen stroom bespaard worden en het percentage 'zelfgebruik' (de door pv-panelen opgewekte stroom die direct door de woning gebruikt wordt voordat het wordt teruggeleverd aan het net) verhoogd worden, maar ook de levensduur van de warmtepomp kan ermee verlengd worden. Een goede stooklijn is voor elk gebouw en elke gebruiker (een beetje) anders. De leverancier of installateur van de warmtepomp houdt in de regel de regie over de stooklijn, die in overleg met de gebruiker kan worden aangepast.

REGELEN PER VERBLIJFSRUIMTE

Systemen om de temperatuur niet alleen met één thermostaat in de woonkamer, maar per verblijfsruimte te kunnen regelen, komen steeds vaker voor. RVO schrijft[15]: "De EPBD III vereist dat er zelfregulerende apparatuur wordt aangebracht voor het reguleren van de temperatuur in aparte verblijfsruimtes. De zelfregelende apparatuur moet automatisch de verwarmings- en koelingsoutput aanpassen bij wisselingen in de binnentemperatuur en op basis van andere parameters, zoals vooraf ingevoerde instellingen.

Voorbeelden van apparatuur die aan de eisen voldoet, zijn:

- een thermostatische radiatorknop
- een kamerthermostaat
- een thermostaat van een ventilatorconvector
- gebouwautomatiserings- en controlesystemen die de temperatuur reguleren per verblijfsruimte of -gebied

Deze verplichting is van toepassing bij nieuwbouw en bij bestaande bouw, wanneer één van de centrale warmtegeneratoren of een derde of meer van de afgiftelichamen (meestal radiatoren) wordt vervangen."

NADELEN	VOORDELEN
Hogere kosten voor thermostaten en regelbaar afgiftesysteem	Geen warmtelevering aan verblijfsruimtes waar geen warmtevraag is
Je voegt extra dingen toe aan de woning die kapot kunnen gaan	Mogelijkheid om een verblijfsruimte warmer te maken dan de rest van het huis
Het effect op het thermisch comfort en de energierekening is beperkt, zeker bij woningen die wat beter geïsoleerd zijn	

In elk geval zullen in alle verblijfsruimtes regelunits geplaatst worden die controleren of de ruimtetemperatuur overeenkomt met de setpoint (ingestelde waarde).

15 https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-regels/systeemeisen-technische-bouwsystemen

KOUDEMIDDELEN

Koudemiddelen worden gebruikt in warmtepompen als medium voor het transport van warmte. Een aantal veel gebruikte koudemiddelen zijn:

Koudemiddel[16]	Type	GWP (100 jaar)[17]	Gebruikt in
R404a	HFK's bevattende mengsels	3.922	LT warmtepompen
R410a	HFK's bevattende mengsels	2.088	LT warmtepompen
R407c	HFK's bevattende mengsels	1.774	LT warmtepompen
R134	HFK's	1.100	LT warmtepompen
R32	HFK's	675	LT warmtepompen
R290 (Propaan)	Natuurlijk koudemiddel	3	MT en HT warmtepompen
R744 (CO_2)	Natuurlijk koudemiddel	1	MT en HT warmtepompen

HFK'S

HFK's zijn fluorkoolwaterstoffen, een synthetisch koudemiddel. Deze stoffen versterken, als ze ontsnappen, het broeikaseffect. Op HFK's is daarom de Europese F-gassenverordening van toepassing. Voorschriften voor het gebruik van deze synthetische koudemiddelen zijn gericht op bescherming van het milieu en derhalve het voorkomen van ontsnapping van het gas.

NATUURLIJKE KOUDEMIDDELEN

Natuurlijke koudemiddelen zoals propaan en CO_2 versterken bij lekkage ook het broeikaseffect, maar wel een stuk minder dan HFK's, zoals ook in bovenstaande tabel te zien is. Vanuit milieu-oogpunt zijn de natuurlijke koudemiddelen daarom een beter alternatief. Veiligheid en het opwekrendement van de warmtepomp zijn wel twee belangrijke aandachtspunten. Natuurlijke koudemiddelen vereisen een hogere druk, waardoor de warmtepomp anders ontworpen moet worden en met meer materiaal uitgevoerd moet worden. Daarom ook zitten natuurlijke koudemiddelen in monoblocks. De behaalde opwek- rendementen met natuurlijke koudemiddelen liggen substantieel lager dan die met HFK's.

Zie voor meer informatie de **installatiekaarten**.

WETGEVING

De Europese Unie heeft wetgeving aangenomen voor het terugdringen van de schadelijke gevolgen van synthetische koudemiddelen. De maximale GWP-waarde wordt stapsgewijs verlaagd, wat tot uitfasering van bepaalde koudemiddelen leidt.

De productie van de koudemiddelen R134a, R407c, R407f en R410a wordt stapsgewijs afgebouwd. In 2020 zal de totale productie van synthetische koudemiddelen met 40% zijn afgebouwd. In 2030 mag nog slechts de beste 20% van de huidige productie synthetische koudemiddelen op de markt worden gebracht.

Deze uitfasering is uiteraard bekend bij warmtepompfabrikanten, die hier nu al op inspelen door gebruik te maken van R32 en onderzoek te doen naar andere koudemiddelen.

LEKKEN

Tijdens de gebruiksfase zal een warmtepomp van een goede fabrikant in de regel geen koudemiddel lekken. De regelgeving is vooral nodig om lekken tijdens de installatie en bij de latere verwijdering van de installatie te voorkomen en, als het toch gebeurt, te beperken.

16 *Voor meer informatie: https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/lucht/ozon-en-f-gassen/koudemiddelen/*

17 *Het Global Warming Potential (GWP) is een relatieve maat, ten opzichte van CO_2, voor de mate waarin een kg van een bepaalde stof bijdraagt aan het opwarmen van de aarde. Dit wordt in de regel bekeken over een periode van 100 jaar.*

RENDEMENT VAN DE WARMTEPOMP: COP, SCOP EN SPF

Begrippen als COP, SCOP en SPF worden vaak door elkaar gehaald. Het zijn echter verschillende beoordelingen van het rendement van een warmtepomp.

COP

COP staat voor Coefficient of Performance. De COP geeft de verhouding weer tussen de verkregen hoeveelheid energie die de installatie uit gaat (meestal warmte of koeling) en de hoeveelheid energie die de installatie in gaat (meestal elektriciteit). Bijvoorbeeld: bij een COP van 4 zal een warmtepomp per 1 kWh verbruikte elektriciteit 4 kWh aan warmte afgeven.

Een COP is een momentopname en betreft het rendement in een bepaalde situatie. De door fabrikanten veel gerapporteerde A7/W35 beschrijft bijvoorbeeld de COP bij een buitentemperatuur van 7 ° C en een aanvoertemperatuur van 35 ° C. Dit zegt dus niets over het gemiddelde rendement over een jaar.

SCOP

SCOP staat voor Seasonal Coefficient of Performance. Dit is een berekende waarde die een voorspelling doet over het gemiddelde rendement over een jaar. Die voorspelling is gebaseerd op een aantal uitgangspunten, waaronder vier buitencondities (+12/+7/+2/-7°C) en een aantal wegingsuren per buitenconditie. De gehanteerde aanvoertemperatuur (35 of 55°C) is ook een input voor de berekening.

SPF

SPF staat voor Seasonal Performance Factor. Dit is een gemeten waarde over een bepaalde tijdseenheid, meestal een volledig jaar. De geleverde warmte moet hierbij zijn gemeten, alsook de gebruikte energie (meestal elektriciteit) om die warmte op te wekken.

Omdat de waarden gemeten zijn, is dit de meest realistische beschrijving van de daadwerkelijke prestaties van een warmtepomp. Tegelijkertijd is de gemeten SPF in één woning geen goede voorspeller voor de SPF in een andere identieke woning. Lokale weersinvloeden en gebruikersgedrag spelen immers een belangrijke rol bij de warmtevraag.

Let wel op waar de meting plaatsvindt. Als er gebruik wordt gemaakt van de interne meters van de warmtepomp kan bijvoorbeeld worden geconcludeerd dat de warmtepomp een bepaalde hoeveelheid warmte heeft geproduceerd voor tapwater. Als dat warme water echter in het boilervat blijft zitten omdat de bewoner het niet gebruikt, koelt het langzaam af. Die stilstandsverliezen worden dan niet gemeten. Als de meter daarentegen pas bij de uitgang van het boilervat zit worden stilstandsverliezen wel meegenomen in de SPF-bepaling.

BOILER OF BUFFER

Een boilervat en een buffervat zijn verschillende producten. De gelijkenis is dat ze beide dienen voor de opslag van warm water. Het verschil is dat een boilervat bedoeld is voor warm tapwater, terwijl een buffervat in dienst staat van het afgiftesysteem.

BOILERVAT VOOR WARM TAPWATER

Een warmtepomp voor gebruik in woningen heeft niet genoeg vermogen om water snel genoeg te verwarmen voor een douche of bad. Daarom moet er **genoeg water** worden verwarmd voordat de douchebeurt plaatsvindt. Dat water wordt opgeslagen in een boilervat. Het water in een boilervat wordt typisch op 55 tot 60°C gehouden.

De legionella bacterie groeit het best in een waterrijke omgeving met een temperatuur tussen 37°C en 55°C. Volgens ISSO 30.5 en 55.1 moet een boiler daarom wekelijks worden gedesinfecteerd door de temperatuur van het boilervat tijdelijk te verhogen tot 60°C tot 70°C.

BUFFERVAT VOOR HET AFGIFTESYSTEEM

Buffervaten zijn feitelijk een goed geïsoleerd onderdeel van het cv-circuit. Ze helpen de warmtepomp om minder aan en uit te hoeven schakelen. Met name als de warmtepomp haar minimale vermogen niet kwijt kan in het reguliere cv-circuit, kan dit voordelig zijn voor comfort, rendement en levensduur van de warmtepomp. Daarnaast kan het ook helpen bij het inzetten van slimme regelingen. Als er bijvoorbeeld op een bepaald moment geen warmtevraag is in de woning, maar de warmtepomp is al aan het draaien en de weersverwachting is dat er binnen enkele uren wel weer een warmtevraag is, dan kan eerst het buffervat verwarmd worden.

Buffervaten zijn in alle maten te krijgen. Als vuistregel wordt vaak aangehouden om per kW vermogen van de warmtepomp een buffervatinhoud van 10 liter te installeren. Voor een 5 kW warmtepomp zou er dan een buffervat van 50 liter ingezet kunnen worden. Ze kunnen geïntegreerd zijn in de warmtepomp, maar dat hoeft niet. Bij modulerende warmtepompen zijn buffervaten minder belangrijk dan bij aan/uit warmtepompen (waar ze meestal noodzakelijk zijn). Fabrikanten geven vaak aan dat het verstandig is een buffer toe te passen, omdat op die manier zonder veel uitzoekwerk de beloofde garanties makkelijker kunnen worden waargemaakt. Het vraagt meer rekenwerk om met zekerheid te kunnen zeggen dat een buffervat niet nodig is.

ZLT, LT, MT EN HT

Er is vaak verwarring over wat hoge, midden en lage temperatuur is. De termen zijn niet wettelijk vastgesteld en daardoor geeft iedereen er een andere interpretatie aan. In deze publicatie wordt de volgende definitie gebruikt, die aansluit bij wat wordt gebruikt bij de Standaard en Streefwaarden[18] en in de **Leidraad**:

ZLT	Zeer lage temperatuur	Aanvoertemperatuur 35°C
LT	Lage temperatuur	Aanvoertemperatuur 50°C
MT	Midden temperatuur	Aanvoertemperatuur 70°C
HT	Hoge temperatuur	Aanvoertemperatuur 80°C en hoger

18 *Zie paragraaf 7.3. en 7.4 (p57) in de bijlage bij de Standaard: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/03/18/kamerbrief-standaard-voor-woningisolatie*

STANDAARD & STREEFWAARDEN

Op de valreep van het kabinet Rutte III heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties in 2021 de Standaard en Streefwaarden geïntroduceerd. De Standaard betreft een isolatienorm voor de bestaande woning in Nederland en beschrijft de maximale netto warmtevraag in kWh/m²/jaar. De Streefwaarden beschrijven een isolatienorm per bouwdeel, voor het geval niet de hele woning in één keer wordt geïsoleerd. Ze geven aan wanneer een enkel bouwdeel (zoals dak, vloer of ramen) 'toekomstbestendig' is.

De Standaard is als volgt:

Woningtype	**Standaard Compactheid (A_{ls}/A_g)**	**Netto warmtevraag [kWh/m²]**
Eengezinswoningen, tot en met 1945	< 1,00 ≥ 1,00	= 60 = 60 + 105 * (A_{ls}/A_g-1,0)
Eengezinswoningen, na 1945	< 1,00 ≥ 1,00	= 43 = 43 + 40 * (A_{ls}/A_g-1,0)
Meergezinswoningen, tot en met 1945	< 1,00 ≥ 1,00	= 95 = 95 + 70 * (A_{ls}/A_g-1,0)
Meergezinswoningen, na 1945	< 1,00 ≥ 1,00	= 45 = 45 + 45 * (A_{ls}/A_g-1,0)

Het uitgangspunt achter de norm is dat, als een woning aan de Standaard voldoet, de woning voor 2050 niet meer verder hoeft te worden geïsoleerd. Voldoen aan de norm is vooralsnog vrijwillig. In het coalitieakkoord van Rutte IV is opgenomen dat in 2030 één miljoen huurwoningen naar het niveau van de Standaard verduurzaamd worden. Er lopen gesprekken tussen onder meer Aedes en BZK om hier verder over te praten.

Belangrijk om te weten bij de Standaard en Streefwaarden:

- Bij woningen met een bouwjaar voor 1945 is het uitgangspunt dat die op MT verwarmd moeten kunnen worden zonder uitgebreide aanpassingen aan het afgiftesysteem. Er is daarbij niet gekeken of er voldoende betaalbare installaties zijn die de woning op MT kunnen verwarmen.
- Bij woningen met een bouwjaar vanaf 1946 is het uitgangspunt dat die op LT verwarmd moeten kunnen worden zonder uitgebreide aanpassingen aan het afgiftesysteem.
- Indien voor alle bouwdelen van de woning de Streefwaarde behaald wordt, zal de woning als geheel (bij goede uitvoering) ruimschoots voldoen aan de Standaard.
- Een uitgangspunt voor het kiezen van het niveau van de Standaard was het vinden van een balans tussen zo laag mogelijke kosten voor isolatie en zo hoog mogelijke ambitie.
- Voor compacte woningen is de Standaard hoger dan voor minder compacte woningen. De gedachte hierachter is dat een minder compacte woning duurder is om te isoleren en dat het huidige afgiftesysteem waarschijnlijk ook ruimer gedimensioneerd zal zijn dan in compactere woningen. Er is echter geen garantie dat het afgiftesysteem voldoende warmte kan leveren. Ook zal een minder compacte woning door de lagere isolatie-eis dus meer energie gebruiken dan een compacte woning.

Het uitgebreide rapport van Nieman waarop de Standaard is gebaseerd is aan te bevelen.

WARMTEVERLIES BEREKENEN

Om de theoretische warmtebehoefte van een woning te bepalen, is een warmteverliesberekening nodig. De vier belangrijkste elementen bij deze berekening zijn:

1. Transmissieverlies
Dit is warmteverlies door de constructie, zoals bijvoorbeeld de gevel, ramen, kozijnen, dak, begane grond. Koudebruggen spelen hier een belangrijke rol, omdat ze voor veel warmteverlies kunnen zorgen in een constructiedeel dat voor de rest goed geïsoleerd is.

2. Ventilatieverlies
Dit is warmteverlies doordat koude lucht naar binnen komt en warme lucht naar buiten gaat. Goed ventileren is belangrijk voor comfort en gezondheid, maar leidt tot veel warmteverlies, tenzij er sprake is van warmteterugwinning uit de ventilatielucht.

3. Infiltratieverlies
Dit betreft warmteverlies door naden en kieren, ofwel onbedoelde ventilatie. Bij oudere woningen kan deze post 10-20% van het warmteverlies voor zijn rekening nemen.

4. Interne warmtelast
Dit is de warmteproductie in de woning door bijvoorbeeld invallende zon, koken, computer, wasmachine en droger, lampen en de aanwezigheid van bewoners.

Bij het berekenen van een warmteverliesberekening volgens ISSO 51 wordt geen rekening gehouden met de interne warmtelast. Daardoor zal deze methode overschatten hoeveel warmte het afgiftesysteem in de praktijk moet kunnen leveren. In de praktijk houden installateurs ook geen rekening met de interne warmtelast, omdat ze niet kunnen garanderen dat die altijd aanwezig zal zijn.

Een warmteverliesberekening kan op verschillende niveaus worden gemaakt:

BASIS

Een versimpelde wijze om het warmteverlies van de woning te bepalen is om tijdens een zeer koude winterweek – de gemiddelde temperatuur over een etmaal zou idealiter -10°C moeten zijn en de gemiddelde temperatuur de dagen er omheen ook ruim onder het vriespunt – de meterstand van de gasmeter tenminste eens per 24 uur te noteren. In de zomer zou dit een week lang herhaald moeten worden, om te kunnen bepalen hoeveel aardgas er wordt verbrand voor warm tapwater en koken. De hoeveelheid aardgas die in de winterweek per etmaal gebruikt wordt, min de hoeveelheid aardgas die in de zomerweek per etmaal gebruikt wordt, is een schatting van het warmteverlies van de woning per 24 uur.

Het ISSO-kleintje Hybride warmtepompen beschrijft een tweede, nog simpeler methode, op basis van het bestaand gasjaarverbruik.

GEVORDERD

Er zijn online tools die helpen een warmteverliesberekening te maken.

Enkele gratis voorbeelden:
- Stroomversnelling
  No Regret Rekentool
  (waarvan in 2023 een nieuwe versie verwacht wordt)
- Ubakus

PROFESSIONEEL

Warmteverliesberekening in een rekenprogramma zoals bijvoorbeeld Uniec3, nZEB/PHPP, VABI.

Een dynamische berekening geeft het beste inzicht.

Het totale warmteverlies kan gegeven worden op één moment, meestal een vast gedefinieerde zeer koude dag (-10°C), of dynamisch per uur. Dit is een belangrijk gegeven om te kunnen bepalen hoeveel vermogen de warmte-opwekker en het afgiftesysteem per ruimte nodig hebben om de woning warm te kunnen houden.

INTERVIEW

Het belang van monitoring

Wat is de rol van monitoring bij duurzame installatiecombinaties? En als we kijken naar de wat nieuwere en slimmere modellen warmtepompen, hoe zit het dan met aansturing op basis van monitoringdata? Kun je daar ook zelf mee aan de slag gaan? Marten Witkamp (Stroomversnelling, co-auteur van deze gids) geeft zijn visie.

• ***Woningcorporaties die EPV-woningen in hun portefeuille hebben, zijn wettelijk verplicht om de installaties in deze woningen te monitoren. Dan is investeren in monitoring dus een no-brainer. Maar waarom zou je in woningen waarvoor je géén EPV int de installaties willen monitoren?***

"Omdat je daardoor meer grip krijgt op de levensduur en het rendement van de installatie. Bij warmtepompen moeten we in deze fase van de energietransitie wat meer de vinger aan de pols houden dan we gewend zijn bij de cv-ketel. Deels heeft dat te maken met onvolwassenheid van de markt. De ene installateur is wat beter opgeleid dan de andere. De ene warmtepomp is makkelijker in te stellen dan de andere. Maar je hebt ook te maken met onderlinge verschillen tussen woningen. Monitoring helpt je in eerste instantie om te beoordelen of de afstelling van een installatie kan worden geoptimaliseerd – en om te identificeren op welke plek er eventueel iets misgaat."

"Je kunt als woningcorporatie natuurlijk ook besluiten om de warmtepomp in de woning te plaatsen en er vervolgens niet meer naar om te kijken, tenzij je een keer een klacht krijgt van de bewoners. Of je stuurt bijvoorbeeld om de twee jaar een monteur langs. Maar het punt is dat een installatie op basis van een warmtepomp fundamenteel anders in elkaar zit dan een systeem op basis van een cv-ketel. De cv-ketel is flink overgedimensioneerd ten opzicht van wat de woning nodig heeft en daardoor ook robuust bij matige schilkwaliteit terwijl bij een warmtepomp de verschillende elementen in het systeem nauwkeuriger op elkaar afgestemd moeten worden. Daarom loont monitoring al gauw: je hebt gewoon wat meer inzicht nodig in de prestaties om het systeem echt te kunnen optimaliseren."

"De tweede belangrijke reden om te monitoren is onderhoud en beheer. Monitoring helpt om de levensduur van de warmtepomp te verlengen. Dat scheelt in faalkosten en op den duur ook in vervangingskosten. We weten bijvoorbeeld uit ervaring dat slecht afgestelde waterpompen vaker 'pendelen', oftewel aan- en uitschakelen. Dat verkort de levensduur. In het beste geval staat de warmtepomp bijna continu aan en draait 'ie niet op het maximale vermogen. En het is nog mooier als de pomp alleen hard werkt wanneer de elektriciteit goedkoop is. Dan heb je het over aansturing op basis van data. Denk bijvoorbeeld aan het weerbericht. Als het nu nog lekker zonnig is, maar over een uur de temperatuur opeens snel omlaag gaat, dan kan het systeem daar nu al rekening mee houden. Zodra het dan koud wordt is er al voldoende warm water beschikbaar."

• ***Wat komt er allemaal bij kijken als je een warmtepomp wil monitoren? Moet je bijvoorbeeld speciale meetkastjes aanschaffen?***
"Alle moderne warmtepompen hebben ingebouwde monitoring, dus dat is handig. Alleen heeft elke fabrikant ook z'n eigen data-protocolletje en dat is helaas minder handig. De ene fabrikant geeft z'n gebruikers ook wat meer inzicht dan de andere. Ingebouwde monitoring is overigens niet voldoende voor EPV-woningen. Daarvoor heb je een aantal losse kilowattuurmeters voor nodig, bijvoorbeeld tussen de groepenkast en de warmtepomp."

"Met behulp van de ingebouwde monitoring kun je wél zien welke bewoners opvallend veel energie verbruiken. Je kunt ook nog wel zien of dat dan ligt aan warm tapwater of aan ruimteverwarming. Dat geeft dus een extra mogelijkheid om de betaalbaarheid van de energielasten in de gaten te houden. En ook de slimme aansturing op basis van weerdata kan in theorie zonder dat daar extra sensoren aan te pas komen. Als de fabrikant het lokale weerbericht heeft geïntegreerd in het besturingsalgoritme werkt dat gewoon. Die slimme aansturing gebeurt via de cloud. De modernere apparaten van gerenommeerde fabrikanten hebben vrijwel allemaal zo'n cloud-verbinding."

• ***Aansturen op basis van data, is dat iets wat woningcorporaties ook zelf kunnen of is dat te specialistisch?***
"Let op wat je onder "aansturen" verstaat. Door alleen te meten kun je je onderhoudsmonteur op de juiste momenten langssturen. Dat is een vorm van aansturen die dicht tegen de competenties van woningcorporaties ligt. Als je op afstand de regeling van de warmtepomp wilt kunnen aanpassen, is dat een geavanceerder manier van aansturen. Dan heb je data-analisten nodig. De woningcorporaties die ik hier over spreek zijn na een tijdje vrijwel allemaal overgestapt op uitbesteden. Het is echt een apart stuk expertise en de meeste corporaties hebben dat niet in huis."

• ***Je hebt het alsmaar over de monitoring van warmtepompen, terwijl je bijvoorbeeld ook zonnepanelen kunt monitoren. Is het meten van de zonopwek minder interessant?***
" Zonnepanelen zijn inderdaad wat meer een figurant in deze discussie, omdat het niet direct een rol speelt bij de vraag hoe je je woning verwarmt. Opwek is uiteraard een heel goed idee, maar je installatiekeuze voor warmte is er niet van afhankelijk."

• ***Marten, je hebt onlangs ook meegewerkt aan een Stroomversnelling-publicatie over monitoring die speciaal bedoeld is voor woningcorporaties.***
Klopt! Dat is een handreiking die bedoeld is voor iedereen die bij een woningcorporatie werkt en meer wil weten over monitoring. Dus niet alleen voor de IT-afdeling of de EPV-specialisten. De titel is Handreiking Monitoring. Een aanrader wat mij betreft! En uiteraard gratis te downloaden.

Download Handreiking Monitoring

stroom versnelling

ENERGIEPRESTATIEVERGOEDING (EPV)

Bij een woning die voldoet aan de eisen voor de energieprestatievergoeding (EPV) kan een woningcorporatie of een andere verhuurder aan de huurder een aparte maandelijkse vergoeding vragen, naast de huur en servicekosten. Woningcorporaties kunnen de EPV toepassen bij zowel nieuwbouw als renovatie.

Uitgangspunt van de EPV is dat de maandelijkse woonlasten voor huurders niet stijgen ten opzichte van een woning verwarmd middels aardgas. De maximale EPV die corporaties mogen vragen, hangt af van de netto warmtevraag.

Netto warmtevraag in kWh/m²/jaar (huidige methodiek: NEN 7120)	**Netto warmtevraag** in kWh/m²/jaar (NTA8800)	**Maximale EPV** per m² / maand (per 1 juli 2022)
0 < Nettowarmtevraag ≤ 30	**0 < Nettowarmtevraag ≤ 27**	€ 1,55
31 < Nettowarmtevraag ≤ 40	**27 < Nettowarmtevraag ≤ 33**	€ 1,31
41 < Nettowarmtevraag ≤ 50	**33 < Nettowarmtevraag ≤ 41**	€ 1,11

Woningcorporaties mogen een EPV vragen voor een woning als:

- De netto warmtevraag minder dan 50 kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar is, berekend middels de NEN7120;
- De woning genoeg duurzame energie opwekt voor het verwarmen en overige gebouwgebonden functies, zoals ventilatie en monitoring;
- Er daarnaast tenminste 15 kWh per m² per jaar aan duurzaam opgewekte warmte beschikbaar is voor warm tapwater;
- Er daarnaast tenminste 26 kWh per m² per jaar aan duurzaam opgewekte stroom beschikbaar is voor het elektriciteitsverbruik van huishoudelijke apparaten. De ondergrens hiervoor is 1.800 kWh, terwijl nooit meer dan 2.600 kWh hoeft te worden aangeboden.

Een zeer energiezuinige woning heeft ook een gunstige Energie-Index. Dit leidt tot een hoge maximale huur. Het aantal punten van de Energie-Index in het woningwaarderingsstelsel is begrensd, om te voorkomen dat een huurder zowel een hoge huur als de EPV betaalt. Voor eengezinswoningen ligt de grens op 32 punten, voor meergezinswoningen op 28 punten. Dat is gelijk aan een woning met een Energie-Index van 1,21-1,40, of energielabel B.

De gedachte achter de EPV regeling is dat het geld dat huurders voorheen betaalden aan het energiebedrijf, nu wordt betaald aan de verhuurder. Die verhuurder kan daarmee de investering in de woning terugbetalen. Omdat de prestatie-eisen voor een EPV-woning ambitieus zijn, vraagt het realiseren ervan om een ingrijpende renovatie. Dit zorgt ook voor levensduurverlenging van de woning en dus een langere exploitatietermijn.

Om te waarborgen dat de bewoner geen dubbele lasten betaalt, moet de verhuurder jaarlijks middels een EPV-rapportage laten zien dat de beloofde energetische prestaties zijn behaald. Verhuurders kunnen opzien tegen de extra administratie die dit van hen vraagt. Er is inmiddels ervaring mee opgedaan en er zijn tegenwoordig marktpartijen die dit als dienst aanbieden. Zij nemen bijvoorbeeld voor een bepaald bedrag per woning de hele administratie op zich, inclusief de jaarrekeningen met betrekking tot de EPV.

Na een overstap in 2021 op de NTA8800 als bepalingsmethodiek voor de netto warmtevraag, is het Ministerie daar op teruggekomen en geldt nu, tijdelijk, weer de NEN7120. Meer informatie hierover is te vinden op de website van **RVO**.

Het Ministerie van Binnenlandse Zaken (BZK) is eind 2021 begonnen met een herziening van de EPV-wetgeving. De verwachting is dat per 1 januari 2024 de herziene regeling ingaat, met een overgangsperiode van één jaar. Bestaande EPV-woningen mogen gebruik blijven maken van de oude EPV-regeling. Het doel van de herziening is dat de regeling wordt versimpeld en voor een grotere groep verhuurders aantrekkelijk is. Eén van de manieren waarop BZK daarin wil voorzien is door ook de mogelijkheid te bieden een (soberder) EPV bij huurders in rekening te brengen bij woningen die aan de Standaard voldoen. De uitwerking daarvan is in 2022 met marktpartijen gedeeld en besproken, onder andere via Stroomversnelling.

VENTILATIE

Goede ventilatie is essentieel voor een gezond binnenklimaat. Ventileren kost veel energie en moet mede daarom goed doordacht zijn. Als de ventilatie niet goed functioneert kan het een van de belangrijkste veroorzakers zijn van discomfort, energieverlies en gezondheidsklachten.

Om tot luchtverversing te komen moet er een luchtstroom tot stand worden gebracht door drukverschillen tussen binnenlucht en buitenlucht. Dit kan op een natuurlijke manier, door wind en thermische trek. Ook kan een luchtstroom mechanisch op gang worden gebracht door een elektrisch aangedreven ventilatiesysteem.

Ventilatie vervangt vervuilde binnenlucht door verse buitenlucht in de leefruimten waar mensen zich bevinden. De hoeveelheid te verversen lucht, het 'debiet', wordt uitgedrukt in m^3/uur. Alternatief wordt er ook wel gesproken over het 'ventilatievoud' (een factor ofwel veelvoud). Een ventilatievoud van 0,4 wil zeggen dat 40% van de inhoud van de woning elk uur ververst moet worden. Bij een woning van 100 m^2 en bij een gemiddelde verdiepingshoogte zou het dan gaan om circa 110-120 m^3/uur.

Voor het beoogde debiet zijn voor nieuwbouw ondergrenzen per verblijfsruimte beschreven op basis van het gebruik. Typische hoeveelheden in de praktijk zijn:

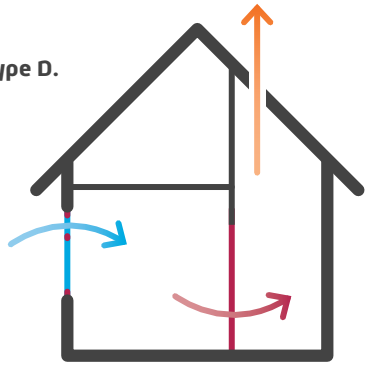
• Hoofdslaapkamer	50 m^3/uur aanvoer	(=14 dm^3/s)
• Andere slaapkamers	25 m^3/uur aanvoer	(=7 dm^3/s)
• Woonkamer	50-100 m^3/uur aanvoer	(=14-28 dm^3/s)
• Toiletten	25 m^3/uur afvoer	(=7 dm^3/s)
• Badkamer	50 m^3/uur afvoer	(=14 dm^3/s)
• Keuken*	50 m^3/uur afvoer	(=14 dm^3/s)

** exclusief kookafzuiging*

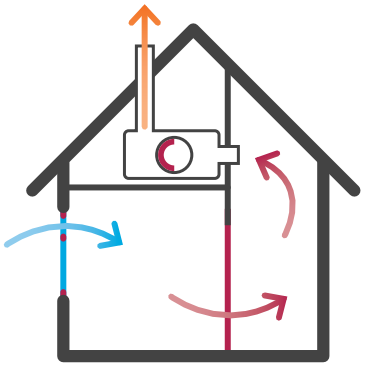
© Van Gemen Strategie / Paris Proof Plan

SOORTEN VENTILATIE

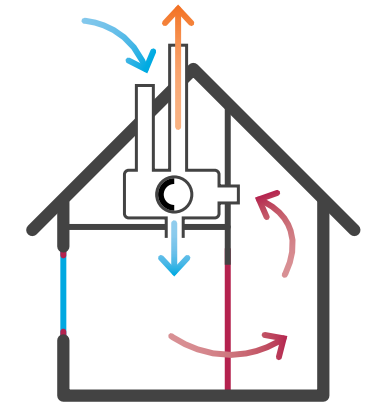
Op hoofdlijnen zijn er drie ventilatiesystemen, in het werkveld aangeduid als Type A, Type C en Type D.



VENTILATIE
TYPE A



VENTILATIE
TYPE C



VENTILATIE
TYPE D

VENTILATIE TYPE A

Type A ventilatie is volledig natuurlijk. Dat wil zeggen: verse lucht komt via open ramen of roosters naar binnen en gaat op dezelfde manier ook weer naar buiten. In de badkamer en de wc zit vaak nog een kleine ventilator die de lucht naar buiten zuigt. Deze ventilatoren worden gemakshalve niet gezien als mechanische ventilatie, omdat ze slechts een kleine rol spelen. Bij verduurzaming van bestaande woningen met een LT isolatiestrategie wordt meestal afgestapt van natuurlijke ventilatie.

Een aandachtspunt bij natuurlijke toevoer is dat het warmteverlies en de binnenluchtkwaliteit weliswaar berekend kunnen worden, maar dat dit weinig zegt over hoe gebruikers hierop reageren. Doen ze de roosters dicht omdat ze de lucht te koud vinden? Dit speelt vooral bij verwarming met een lage temperatuur, omdat de binnenkomende lucht dan minder wordt voorverwarmd door opstijgende lucht van radiatoren en convectoren.

VENTILATIE TYPE C

Bij type C ventilatie is er sprake van natuurlijke toevoer via roosters of open ramen en mechanische afvoer. Er zijn dan in elk geval ventielen in de keuken, de badkamer en de wc's, waar vandaan kanalen lopen naar een 'MV-box', ofwel een centrale installatie met ventilator die de lucht afzuigt en naar buiten blaast.

Een voordeel van type C ten opzichte van type D is dat het makkelijker is om aan te leggen. Type C heeft alleen mechanische afvoer, terwijl type D zowel mechanische aanvoer als mechanische afvoer heeft. Bij type C wordt er echter veel warmte verloren. Bij een goed geïsoleerde woning kan tot wel 30-40% van het totale warmteverlies worden veroorzaakt door ventilatie. Ook is bij type C de kans groter dat bewoners de binnenkomende koude lucht als oncomfortabel ervaren, omdat die aanzienlijk kouder is dan de binnenlucht. De ventilatie kan ook geregeld worden op basis van CO_2. De centrale afzuigventilator toert dan op of af op basis van het gemeten CO_2-gehalte.

SOORTEN VENTILATIE

VENTILATIE TYPE D

Bij type D ventilatie is zowel de aanvoer als de afvoer van lucht mechanisch. De totale aanvoer en afvoer moeten in balans zijn, omdat er anders over- of onderdruk in de woning ontstaat. Daarom wordt er ook wel gesproken van 'balansventilatie'. In de meeste gevallen wordt de verse lucht ingeblazen in de verblijfsruimten en de vuile lucht afgezogen in de keuken, badkamer en wc's. Soms wordt in plaats daarvan de overloop gebruikt als plenum voor ofwel de aanvoer ofwel de afvoer, waardoor er minder kanalen hoeven te worden aangelegd.

Een belangrijk voordeel van type D is dat de warmte in de afvoerlucht via een warmtewisselaar kan worden overgedragen aan de koude toevoerlucht. En vice versa: op warme dagen wordt de kou in de afvoerlucht overgedragen aan de warme toevoerlucht. Dit is 'warmteterugwinning' oftewel wtw. In de markt wordt 'wtw' ook wel gebruikt als synoniem voor een ventilatiesysteem type D. Warmteterugwinning kan zorgen voor een grote besparing op de warmtevraag – en daarmee een beter draaiende warmtepomp – en bijdragen aan het comfort omdat de aanvoerlucht minder koud is. Ook wordt een filter geplaatst op de aanvoerlucht, zodat bijvoorbeeld minder fijnstof en pollen de woning binnenkomen. Er zitten twee filters in het ventilatiesysteem, een voor de toevoer en een voor de afvoer. De filters zitten er in beginsel om te voorkomen dat grove vervuiling in de warmtewisselaar terecht komt. Vervuiling kan van buiten en van binnen afkomstig zijn. De standaard filters zijn grof en doen wat ze horen te doen: vervuiling van de warmtewisselaar voorkomen. Ze houden echter nauwelijks fijnstof, roet en pollen tegen. Er zijn betere (en duurdere) filters te koop die wel zorgen voor een betere binnenluchtkwaliteit. Tenslotte is het systeem duurder dan een type C, omdat er meer kanalen moeten worden aangelegd en de installatie zelf ook duurder is.

WANNEER KIES JE WELK SYSTEEM?

Een type D ventilatiesysteem heeft om vele redenen de voorkeur boven type C of type A. Samenvattend zijn die redenen:

- Aanzienlijke besparing in de warmtevraag;
- Hoger thermisch comfort;
- Gefilterde binnenlucht;
- Minder geluidsoverlast van buiten (geluid door roosters of open ramen);
- In de meeste gevallen betere ventilatie in de winter, omdat bewoners met type C of type A de roosters in de winter vaker dicht doen vanwege comfort;
- De warmtepomp hoeft minder hard te werken en gaat daardoor waarschijnlijk langer mee.

Er zijn echter een paar redenen waarom toch niet iedereen kiest voor type D:

- Met stip op één: het is ingrijpend om toe te passen in bewoonde staat, omdat er veel kanalen in de woning moeten worden aangebracht.
- Het is duurder om aan te leggen dan een type C systeem.
- De woningeigenaar heeft gekozen voor een ventilatie warmtepomp met natuurlijke toevoer. Deze warmtepomp haalt warmte uit de luchtafvoer van een type C systeem en geeft die warmte af aan het cv-circuit. Er zijn overigens 'add-ons' beschikbaar waarmee een ventilatiewarmtepomp toch gecombineerd kan worden met een type D systeem.
- Bij een type D moeten filters regelmatig worden vervangen, wat een jaarlijkse kostenpost is.
- Bij een type D wordt, omdat ventilatie geen koudeval veroorzaakt, in de winter vaak meer geventileerd dan bij ventilatie met natuurlijke toevoer. Omdat koude lucht minder vocht bevat dan warme lucht – lucht van 0°C met een relatieve luchtvochtigheid (RV) van 60% heeft na opwarming tot 21°C bijvoorbeeld nog maar een RV van 16% – wordt de relatieve luchtvochtigheid in de woning lager zodra de lucht wordt opgewarmd. Daarbij komt dat, vanwege de goede ventilatie, vocht uit de keuken en badkamer sneller wordt afgevoerd dan bij natuurlijke ventilatie. De relatieve luchtvochtigheid in de woning kan daardoor lager worden dan wenselijk. Dit kan comfortklachten opleveren, zoals droge ogen of een droge neus, vooral in combinatie met een woning waar veel stofdeeltjes aanwezig zijn. Een mogelijke oplossing is om vaker schoon te maken of om te kiezen voor mechanische ventilatie waarbij met een vochtwisselaar (ook wel enthalpiewisselaar geheten) naast de warmte ook een deel van het vocht uit de binnenlucht wordt gehaald en afgegeven aan de lucht die van buiten komt. De warmte die in het vocht zit, telt niet mee bij de rendementsberekeningen van het ventilatiesysteem, omdat dat alleen kijkt naar thermische warmte, waardoor het lijkt alsof het rendement afneemt. Dat is echter niet zo.

COMFORT BIJ VERDUURZAMING

Een verduurzaamde woning is vaak goed geïsoleerd en heeft andere of nieuwe installaties. Wat betekent dat voor het binnenklimaat?

BINNENLUCHTKWALITEIT

Omdat mensen een groot deel van hun leven binnen doorbrengen, is het belangrijk dat veel aandacht wordt besteed aan de binnenluchtkwaliteit. Omdat energiezuinige woningen een hoge mate van luchtdichtheid hebben, door goede isolatie, kan vervuilde lucht lang blijven hangen als er geen maatregelen worden getroffen. Goede **ventilatie** is dan ook essentieel voor een goede binnenluchtkwaliteit.
De kwaliteit van de binnenlucht wordt gemeten met grootheden zoals de relatieve luchtvochtigheid (RV), temperatuur en concentraties van CO_2, fijnstof en vluchtige organische stoffen (VOS). In de praktijk wordt meting van al deze aspecten vaak gezien als te complex en kostbaar. De temperatuur wordt door de thermostaat gemeten. Een ventilatiesysteem type C of D kan de luchtvochtigheid en de CO_2-concentratie vaak meten, althans gecombineerd voor de hele woning en niet per verblijfsruimte. Ventilatiesystemen type D (en overigens ook C volgens Europese wetgeving) zijn zelfs steeds vaker 'CO_2-gestuurd'. Dat wil zeggen dat ze meer ventileren naarmate de gemeten CO_2-concentratie in de afgevoerde lucht hoger is. Concentraties van fijnstof en VOS worden meestal niet gemeten.

Aandachtspunten:

- Als de CO_2-concentratie in de afgevoerde lucht onder de 1200 ppm ligt, wil dat nog niet zeggen dat er overal in de woning voldoende luchtverversing is. De meting vindt plaats in het kanaal en niet in de ruimte. De binnenlucht wordt met elkaar vermengd voordat deze bij de sensor komt. In de slaapkamers kan het goed gaan, terwijl het in de woonkamer bedompt is, en vice versa.
- De RV kan gemiddeld goed zijn (idealiter 40-60%), maar toch kunnen bewoners dat oncomfortabel vinden. Ten eerste kunnen er uitschieters zijn die in het gemiddelde niet zijn terug te zien. In goed geïsoleerde en geventileerde woningen zullen dat vooral uitschieters naar beneden zijn in de winter. Ten tweede wennen mensen aan een bepaalde RV. Als ze lang in een vochtige woning hebben gewoond, die opeens een stuk droger wordt, kunnen ze dat als oncomfortabel ervaren.

KOELEN EN OVERVERHITTING

Isolatie is niet alleen in de winter effectief, maar ook in de zomer. Aan de ene kant is dat prettig. Het duurt langer voordat de woning is opgewarmd. Maar hitte die eenmaal binnen is, kan niet meer zo makkelijk ontsnappen. Dit kan leiden tot oververhitting, met name tijdens langere warme periodes waarin ook de nachttemperatuur nauwelijks daalt. Door klimaatverandering komen dergelijke periodes steeds vaker voor. Het 'koelvermogen' in de nacht is kleiner geworden en de warmtelast overdag is hoger.

Om te kunnen bepalen hoe goed het zomercomfort van de woning is, kan gebruik gemaakt worden van de versimpelde TO-juli methode zoals beschreven in de NTA8800. Deze methode geeft een voorspelling op woningniveau. Voor een uitgebreidere methode die op het niveau van de verblijfsruimte kijkt en die ook gebruikt kan worden als ontwerptool, heeft Stroomversnelling samen met ISSO, Peutz en Nieman een publicatie gemaakt over zomercomfort[19].

Om oververhitting tegen te gaan kunnen de volgende maatregelen worden genomen, in volgorde van wenselijkheid:

- **Verkoelende omgeving** door aanwezigheid van bomen, planten en water, wind in de buurt.
- **Warmte weren** door bijvoorbeeld een overstek, zonnescherm, zonwerend glas of zonwering toe te passen.
- **Passief koelen** door bijvoorbeeld zomernachtventilatie door middel van spuien, het ventilatiesysteem of een ventilatiewarmtepomp. Let er wel op dat spuien niet mag leiden tot verhoogd inbraakrisico of geluidsoverlast. In alle gevallen moet de lucht door de hele woning kunnen stromen. Een type D ventilatiesysteem werkt in de zomer als 'koudeterugwinsysteem', omdat het de kou die in de binnenlucht zit overdraagt aan de aangevoerde buitenlucht.
- **Actief koelen** met een warmtepomp. De richting waarin het koelmiddel door de warmtepomp stroomt wordt omgedraaid. Dit kost energie en het afgiftesysteem is hier niet altijd op berekend. Vloer- en wandverwarming werken hiervoor beter dan radiatoren. Een lucht/lucht warmtepomp kan effectief koelen. Niet alle warmtepompen kunnen koelen. De beste bron voor actieve koeling is een bodembron, waarbij de warmtepomp niet in bedrijf hoeft te komen maar alleen de circutielatiepomp. Een bodembron heeft er zelfs baat bij om in de zomer te koelen, omdat dat de bodembron dan 'regenereert', ofwel opwarmt.[20]

19 https://www.nieman.nl/nieuws/beoordelingsmethode-zomercomfort-woningen/

20 Een groep deskundigen is nu bezig om de Ladder van Koeling uit te werken in de ISSO-ontwerprichtlijn 'voorkomen van oververhitting in gebouwen'. Per trede in de ladder zijn er deskundigen uit onderzoekscentra en bedrijfsleven die uitwerken hoe deze concreet kan worden ingevuld. https://www.duurzaamgebouwd.nl/artikel/20220201-internationaal-podium-voor-ladder-van-koeling

COMFORT BIJ VERDUURZAMING

WARM TAPWATER

De meeste bewoners zijn gewend aan een cv-ketel of geiser – en dus aan een de facto oneindige hoeveelheid warm tapwater, aangezien het water even snel kan worden verwarmd als het wordt gebruikt. Bij een warmtepomp is dat niet zo, en is de beschikbare hoeveelheid afhankelijk van de inhoud van de ingebouwde of gekoppelde boiler. De inhoud van die boiler moet daarom goed zijn afgestemd op de tapwaterbehoefte van de bewoners.

Volgens de ontwerpeisen moet de temperatuur bij het verlaten van de boiler of aan het tappunt minimaal 55°C zijn. De meeste mensen douchen echter met een temperatuur van maximaal 40°C. Een boilervat met 180 liter water van 55°C kan ruim 247 liter water van 40°C leveren.

Eerder werd het comfortniveau voor warm tapwater bij cv-toestellen aangeduid met de CW-klasse, maar sinds 2015 zijn er EU-richtlijnen met capaciteitsklassen. Welke capaciteitsklasse nodig is, hangt onder meer af van het aantal gebruikers, maar ook van de tijd dat die gebruikers gemiddeld douchen en van de aanwezigheid van bijvoorbeeld een bad of stortdouche of warmteterugwinning bij de douche.

Een boilervat kan eenmaal per dag, alleen wanneer het koud is geworden of juist zodra er warm tapwatervraag is worden opgewarmd. De opwarmtijd van het water in de boiler hangt af van de inhoud en de capaciteit van de warmtepomp. Een voorbeeld: bij een boiler van 180 liter, een warmtepomp van 6 kW en een leidingwatertemperatuur van 15°C, duurt het circa 1,5 uur. In de praktijk zal dit korter zijn, omdat de bewoner vaak ook tevreden is met tapwater van 40°C in plaats van 55°C en omdat een boiler vrijwel nooit helemaal afkoelt of leeg raakt.

Boilervaten zijn in alle maten te krijgen. Voor een klein huishouden is 120 liter voldoende, voor een gemiddeld huishouden is 150 liter vaak voldoende. De meest toegepaste maten zijn 120 tot 200 liter.

GELUID

Een warmtepomp maakt geluid. Bij een warmtepomp met lucht als bron zijn er twee geluidsbronnen: de ventilator en de compressor. Deze componenten draaien op verschillende toerentallen en ze produceren verschillende geluidsniveaus. De variatie in toerental is afhankelijk van de buitentemperatuur en de condities in de woning.

Warmtepompen met meer vermogen produceren doorgaans meer geluid, omdat er bijvoorbeeld meer warmte aan de buitenlucht onttrokken moet worden om dit vermogen te bereiken. Daarentegen kan het ook zo zijn dat warmtepompen met meer vermogen bij gelijke omstandigheden minder geluid produceren, omdat ze in deellast minder vermogen hoeven te leveren.

Sinds 2012 is er al regelgeving voor het geluidsvermogen van warmtepompen. Warmtepompen tot 6kW mogen in de EU een maximaal geluidsvermogen hebben van 65 dB(A), voor grotere warmtepompen tot 12kW is dat maximaal 70 dB(A). Het geluidsvermogen van iedere warmtepomp wordt sinds 2015 vermeld op het verplichte CE-label. Geluidsvermogen is een eigenschap van de warmtepomp zelf, die direct naast de warmtepomp wordt gemeten.

Per 1 april 2021 zijn in het bouwbesluit aanvullende geluidseisen opgenomen[21] over de geluidsdruk bij de toepassing van buiten opgestelde warmtepompen en airconditioningsystemen. Bij geluidsdruk speelt de afstand 'van oor tot geluidsbron' ook mee. Een warmtepomp met een geluidsvermogen van 65 dB(A) heeft een berekende geluidsdruk van 44 dB(A) op 5 meter afstand. Op 10 meter is de geluidsdruk afgenomen tot 37 dB(A). Deze geluidsnormen hebben betrekking op grondgebonden woningen waarbij een geluidseis wordt gesteld met een maximale waarde van 45 dB(A) overdag (7:00 – 19:00 uur) en 40 dB(A) in de nacht (19:00 – 7:00 uur). Dit gaat om het geluid op de perceelsgrens en bij de te openen ramen en deuren van een aanliggende woning.

Lees de volgende **Vaktaal uitgelegd** om te weten hoe het aantonen van het geluidsdrukniveau in zijn werk gaat.

21 *Deze wijziging van het Bouwbesluit 2012 staan genoemd in Staatsblad 2020, nr. 189 en de bijbehorende bepalingsmethodiek voor deze eisen zijn vastgelegd in de Staatscourant 2020, 62676.*

AANTONEN DAT EEN WARMTEPOMP VOLDOET AAN GELUIDSNORMEN

In de alinea over **geluidscomfort** staat beschreven dat er wettelijke vereisten zijn voor de geluidsdruk veroorzaakt door warmtepompen. De overheid heeft een **tool** ontwikkeld waarmee in theorie kan worden aangetoond dat aan deze vereisten is voldaan. In marktconsultatie is echter gebleken dat er een aantal onduidelijkheden in de tool zit, waaronder ontbrekende uitgangspunten en onhaalbare praktijktoetsing. De verwachting is dat de wet en bijbehorende tool op deze kritiek zal worden aangepast.

Een aantal kenmerken van de wet en tool die vermoedelijk zullen blijven staan:

- Door middel van de rekentool mag worden aangetoond of er aan de geluidseis wordt voldaan. Er hoeft geen meting op locatie te worden gedaan.
- Bij een dispuut kan door de gemeentelijke beleidsbepalers besloten worden dat toch een geluidsmeting uitgevoerd dient te worden.

Punten die hopelijk worden verbeterd:

- Ontbrekend uitgangspunt over buitentemperatuur (suggestie uit de markt: 7°C).
- Ontbrekend uitgangspunt over aanvoertemperatuur (suggestie uit de markt: 55°C).
- Ontbrekend uitgangspunt over buitentemperatuur bij levering van koelte (suggestie uit de markt: 35°C).
- Ontbrekend uitgangspunt over geleverd vermogen.

PCM

Een innovatieve ontwikkeling voor het opslaan van warmte is PCM opslag. PCM staat voor Phase Change Materials (faseovergangsmateriaal). Dit zijn materialen waarvan de faseverandering (van vast naar vloeibaar en van vloeibaar naar vast) gebruikt kan worden om warmte op te slaan en af te geven. Het is daarmee een vervanging van een buffervat.

Hoe werkt een PCM opslag?

- Het PCM vat is verbonden met de tapwaterleiding van de warmtepomp. Op het moment dat er een tapwatervraag is, loopt dat water door het PCM vat. Dat water kan zijn voorverwarmd door de warmtepomp, maar niet tot de benodigde temperatuur omdat de warmtepomp daar niet genoeg vermogen voor heeft.

PCM

- In het PCM vat zitten gesmolten zouten. Door de tapwaterstroom komt een stollingsproces op gang. Bij die stolling van de zouten komt veel warmte vrij. Via een warmtewisselaar wordt die warmte overgedragen aan het tapwater.
- Om de zouten weer te smelten wordt elektriciteit gebruikt.
- De SPF van tapwaterbereiding zal daarom lager liggen dan als er een boilervat gebruikt zou zijn. Daar zorgt de warmtepomp immers voor het grootste deel van de aan het tapwater toegevoegde warmte.
- Qua oplossing lijkt het erg op een doorstroomoplossing, maar heeft het maar een 1-fase aansluiting nodig omdat er warmte gebufferd kan worden, terwijl een doorstroomoplossing een 3-fase aansluiting nodig heeft om voldoende water te kunnen verwarmen om mee te douchen.

Twee voordelen van PCM opslag zijn:

1. Het formaat van het PCM vat is, bij gelijkblijvende warmteinhoud, kleiner dan een boilervat. Er is daarom minder ruimte nodig in de woning.
2. Er zijn minder stilstandsverliezen dan bij een boilervat, dat wil zeggen dat de warmte langer in het PCM vat blijft opgeslagen. Het wordt daarom ook wel gebruikt voor de opslag van warmte voor langere termijn.

ONTDOOICYCLUS

Lucht/water warmtepompen en lucht/lucht warmtepompen hebben bijna allemaal een ontdooicyclus of 'defrost modus'. De defrost modus activeert bij buitentemperaturen vanaf circa 6°C tot 2°C. In de buitenlucht kan dan nog net voldoende vocht zitten die als rijp vastvriest aan de verdamper. Bij temperaturen van 0°C en lager hoeft er niet ontdooid te worden, want de buitenlucht bevat dan geen vocht.

Indien een lucht/water warmtepomp in een hybride opstelling is geplaatst, is een ontdooicyclus overbodig, tenminste als de cv-ketel de verwarmingsfunctie van de warmtepomp overneemt voordat het aanvriezen van rijp een probleem kan veroorzaken.

KW, KWH, M³, J EN MEER

Als het om energie gaat, wordt het al snel natuurkundig. De ene eenheid kan daarbij gemakkelijk verward worden met een andere eenheid.

KW VERSUS KWH

Een kilowatt (kW) zegt iets over een hoeveelheid energie per seconde. Dit heet ook wel vermogen. Kilowattuur (kWh) iets zegt over de totale hoeveelheid energie. Een installatie die 1 kW gebruikt, gebruikt in 1 uur per definitie 1 kWh, namelijk 1 kW maal 1 uur. En als die installatie 500 W gebruikt, maar dat dan 2 uur lang doet, gebruikt die ook per definitie 1 kWh, namelijk 0,5 kW maal 2 uur.

Eén Wh is een duizendste kWh.
1 kW = 1.000 W = 1.000 J/s = 1 kJ/s *vermogen*
*1 kW * 1 uur = 1 kWh* *hoeveelheid energie*

Een paar voorbeelden:

- Een standaard Nederlands huishouden verbruikt in één jaar bijvoorbeeld 3.500 kWh aan elektrische energie.
- Hetzelfde standaard Nederlands huishouden verbruikt ruwweg 1.500 m³ aan aardgas per jaar, wat neerkomt op ongeveer 14.000 kWh, voor warmte.

KWH VERSUS J

Een kilowattuur (kWh) en Joule (J) zijn allebei eenheden voor een hoeveelheid energie. Ze zijn dus naar elkaar om te rekenen zonder aanvullende gegevens.

1 kWh = 3.600.000 joule = 3.600 kJ = 3,6 MJ
1 GJ = 278 kWh

KWH VERSUS M³

Een kubieke meter (m³) is een eenheid voor volume. In de context van deze publicatie gaat het dan over een m³ aardgas of een m³ lucht. Een m³ aardgas heeft een energieinhoud en is daarom om te rekenen naar kWh.

1 m³ aardgas = 31,65 MJ (onderverbrandingswaarde)
1 m³ aardgas = 35.3 MJ (bovenverbrandingswaarde)
1 GJ = 31.6 m³ aardgas (onderverbrandingswaarde)
1 m³ aardgas = 8,8 kWh (onderverbrandingswaarde)
1 m³ aardgas = 9,8 kWh (bovenverbrandingswaarde)

Hoeveel bruikbare energie precies verkregen wordt uit het verbranden van 1 m³ aardgas hangt af van welk aardgas verbrandt wordt en hoe efficiënt de verbranding plaats vindt.

KWH_E VERSUS KWH_TH

De energieinhoud van een kWh_e is hetzelfde als van een kWh_th, namelijk 3,6 MJ. Het verschil is dat een kWh_e elektrische energie betreft en kWh_th thermische energie.

Voorbeeld: een bepaalde lucht/water warmtepomp gebruikt in 2021 in totaal 1.800 kWh_e aan elektriciteit om in totaal 6.300 kWh_th aan warmte op te wekken. Het verschil tussen 1.800 en 6.300, namelijk 4,500 kWh, wordt 'afgeroomd' van de bron van de warmtepomp, in dit geval buitenlucht.

CELSIUS VERSUS KELVIN

Celsius en Kelvin zijn beiden eenheden voor temperatuur. Het verschil zit in waar het nulpunt ligt. Bij Celsius ligt het nulpunt op de smelttemperatuur van ijs, bij Kelvin ligt die bij het absolute nulpunt.

20°C *= 293,15 K*
0°C *= 273,15 K*
-273,15°C *= 0 K*

Stoffen hebben een soortelijke warmte die beschrijft hoeveel energie er nodig is om 1 kg van een stof 1°C in temperatuur te laten stijgen. De eenheid is Joule per °C per kilogram, of J/(°C·kg). Andersom werkt dit ook: door bijvoorbeeld 50 kg water af te laten koelen van 35 naar 30 graden komt een hoeveelheid energie vrij gerelateerd aan de soortelijke warmte van water.

© Arno Massee

CONCLUSIE EN VERVOLG

Aan het einde van deze omvangrijke publicatie kunnen een aantal conclusies worden vastgesteld. De belangrijkste daarvan is dat we nog aan het leren zijn met elkaar. De gevoerde gesprekken voorafgaand aan deze publicatie hebben dat wel duidelijk gemaakt. Zelfs de beste experts zijn het niet altijd met elkaar eens, wat overigens niets zegt over de kwaliteit van het advies, maar de veelheid aan passende mogelijkheden en toepassingen en inzichten hieromtrent.

Een aantal woningcorporaties gaf aan over de keuze van duurzame installaties een interne werkgroep te hebben opgericht, wat betekent dat dit onderwerp leeft en men zoekende is. Opdrachtgevende organisaties willen weten wat ze inkopen en willen er een gevoel bij hebben, ook al krijgt de aanbieder alle ruimte om de oplossing te bedenken in het vraag- en aanbodproces.

Woningcorporaties 'draaien' veel pilots om erachter te komen wat wel en niet goed werkt, niet alleen de techniek, maar ook wat werkt voor de bewoners. Zij zijn degenen die de installaties gebruiken. Dat levert waardevolle input op voor alle aanbieders: installateurs, bouwers en fabrikanten.

Kortom, de sector is nog niet klaar met leren. Dat vraagt om een vervolg. Deze publicatie is dan ook geen statische afronding maar de start van een dynamisch proces en de kickstart van een leidraad die we graag samen met andere zoekers en geïnteresseerden ontwikkelen. Want wie weet wat we morgen leren?

Graag vernemen we je ideeën, mening of inhoudelijke opmerkingen en ook hoe en wat je graag als vervolg zou zien.

Schroom niet om je reactie met ons te delen en we hopen dat deze publicatie je van dienst kan zijn.

Wordt vervolgd!

Je kunt je reactie sturen aan mwitkamp@stroomversnelling.nl of jvdloop@stroomversnelling.nl

Thomas Piessens
Techniek Nederland

Anne van Stijn
Aedes

Edgar van Niekerk
Bouwend Nederland

Edwin Meeuwsen
OnderhoudNL

Simon Verduijn
Stroomversnelling

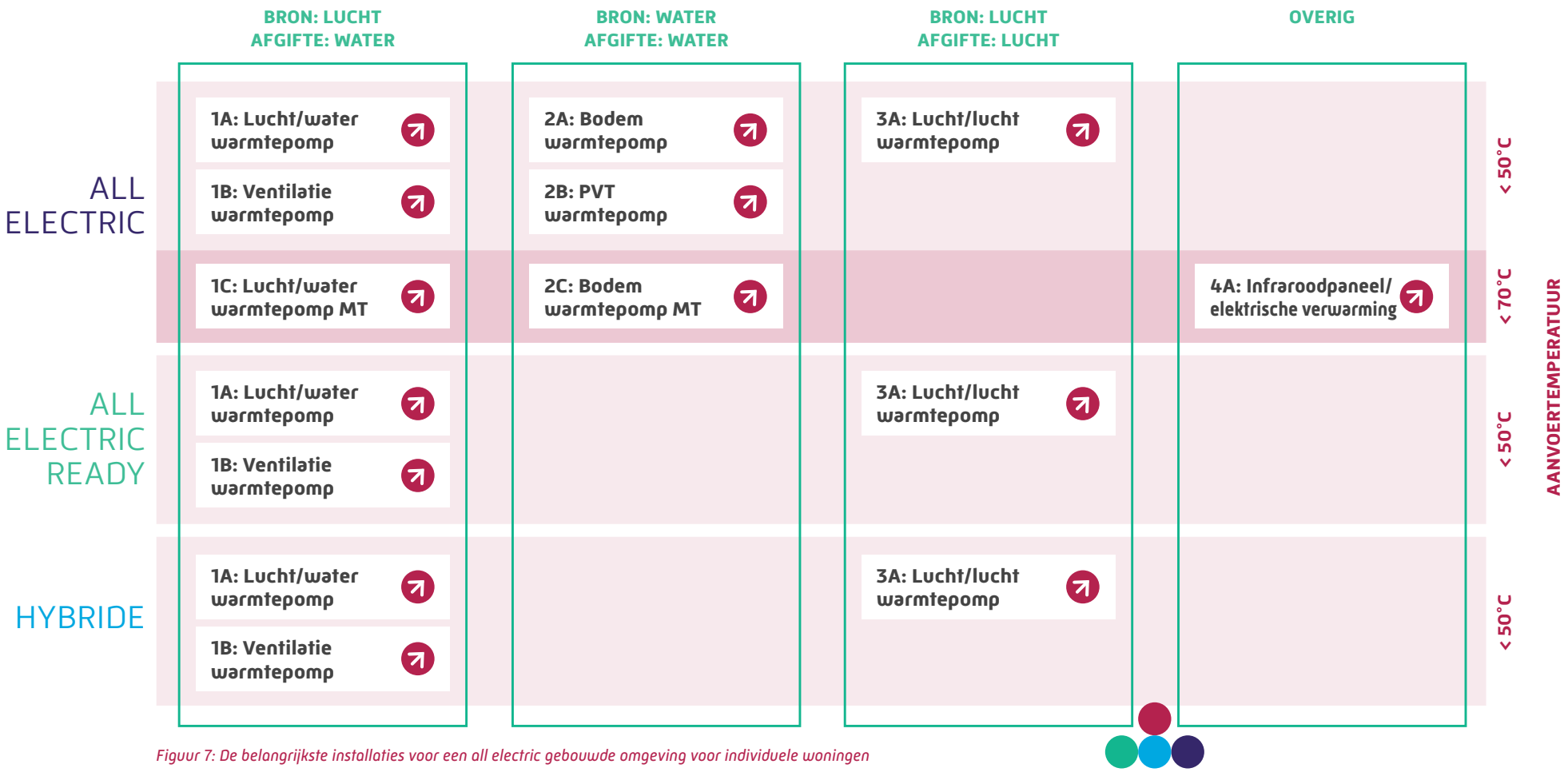
Marten Witkamp
Stroomversnelling
(auteur)

José van der Loop
Stroomversnelling
(auteur)

BIJLAGEN

1: INSTALLATIEKAARTEN
2: RELEVANTE ISSO PUBLICATIES

BIJLAGE 1
INSTALLATIEKAARTEN



Figuur 7: De belangrijkste installaties voor een all electric gebouwde omgeving voor individuele woningen

INSTALLATIEKAART

ALL ELECTRIC

TYPE 1A: LUCHT/WATER WARMTEPOMP

Lucht/water warmtepompen zijn, vanwege de relatief aantrekkelijke combinatie van prestaties en kostprijs, de meest toegepaste duurzame warmte-opwekker. Ze worden toegepast bij zowel goed geïsoleerde bestaande bouw als bij nieuwbouw. Bij rijwoningen, vrijstaande woningen én appartementen worden ze gebruikt, maar ze zijn bij appartementen wel iets minder populair vanwege de daar vaak krappe beschikbare ruimte voor installaties.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Lucht/water warmtepomp • Boilervat
Wat is de warmtebron?	Buitenlucht. Dit wordt door een ventilator over een warmtewisselaar geleid.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren, convectoren of vloerverwarming[22] stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?	Tussen de 25 en 50°C.[23]
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Split-unit, monoblock, zonder buitenunit (sinds 2022/2023).
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 4,0 tot 12,0 kW, bij A-7/W35, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koelmiddel uit de F-gassen categorie. Bij een split unit is bij installatie en reparatie altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist. Bij een monoblock is dit bij installatie niet nodig.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,0-4,0. • Dit type warmtepompen levert warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,0-3,0.
Kan er mee worden gekoeld?	Ja, maar dit wordt in de praktijk eigenlijk vooral gedaan indien sprake is van vloerverwarming. Bij radiatoren en convectoren is het koelingspotentieel beperkt.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	• Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren. • De warmtepomp heeft een ontdooicyclus om te kunnen omgaan met temperaturen vlak boven het vriespunt. Terwijl de ontdooicyclus draait wordt (beperkt) warmte aan de woning of het buffervat onttrokken.

22 Overal waar vloerverwarming staat, kan ook wand- of plafondverwarming worden gelezen.

23 Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om technisch-economische grenzen. Bijvoorbeeld een lucht/water warmtepomp kan wel hogere temperaturen dan 50°C produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC
TYPE 1A: LUCHT/WATER WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- De **benodigde aanvoertemperatuur** van het afgiftesysteem bedraagt maximaal 50°C.
- De **verwarmingscapaciteit** van het afgiftesysteem [kW] is, bij een aanvoertemperatuur van 50°C en ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het **warmteverlies** [kW] in de woning.
- De warmte die de warmtepomp in **20–22 uur** kan opwekken [kWh] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan de warmte die de woning in **24 uur** verliest [kWh]. De overige 2–4 uur zijn voor de bereiding van warm tapwater.
- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewoners.
- De ventilator die lucht aanzuigt zorgt voor geluid. Zorg daarom voor het goed naleven van de wettelijke eisen hiervoor.

Vereist voor betaalbare energielasten

- De **netto warmtevraag** van de woning [kWh/m²/jaar] wordt idealiter teruggebracht tot het niveau van de **Standaard** of beter.
- Aanvullende **pv-panelen** op het dak leiden, zeker in combinatie met saldering, tot een zeer lage energierekening. Vergroten van het percentage **'zelfgebruik'**, door bijvoorbeeld warm tapwater te produceren als de zon schijnt, is aan te bevelen.
- Indien het een huurwoning betreft, kan het gebruik maken van de **energieprestatievergoeding** een gunstige regeling zijn voor zowel woningeigenaar als huurder.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: OPSTELRUIMTE, VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

INSTALLATIEKAART

ALL ELECTRIC

TYPE 1B: VENTILATIE WARMTEPOMP

De ventilatie warmtepomp is een variant van de lucht/water warmtepomp. Hij maakt gebruik van ventilatielucht in plaats van buitenlucht. Dit systeem komt het meest voor in goed geïsoleerde woningen met type C ventilatie. Een ventilatiewarmtepomp wordt doorgaans niet aangeraden bij kleine woningen. De lucht moet dan te snel door de woning heen en dat kan als oncomfortabel worden ervaren.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Ventilatiewarmtepomp • Boilervat
Wat is de warmtebron?	Uit de woning afgezogen ventilatielucht. Deze lucht van circa 21°C wordt op koude dagen afgekoeld tot wel -15°C om er voldoende warmte aan te kunnen onttrekken. Meestal wordt dit systeem toegepast in combinatie met natuurlijke toevoer. De afgezogen lucht wordt dan aangevuld door binnenkomende lucht met de temperatuur van de buitenlucht. Bewoners kunnen de roosters niet helemaal dicht zetten, omdat de warmtepomp dan niet kan functioneren.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren, convectoren of vloerverwarming[24] stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?[25]	Tussen de 25 en 50°C.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	De meeste ventilatiewarmtepompen kunnen geen warm tapwater maken en zijn daarom niet geschikt voor een all electric woning. Er is geen sprake van een buitenunit.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 3,0 tot 5,0 kW, bij A20/W35, ofwel een binnenluchttemperatuur van 20°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koelmiddel uit de F-gassen categorie. Bij het in bedrijf stellen en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,5-4,5. • Dit type warmtepompen levert warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,0-4,0.
Kan er mee worden gekoeld?	Kan beperkt koelen (nachtventilatie) door 's nachts de ventilator harder te zetten, waardoor meer buitenlucht de woning in gezogen wordt.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	• Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren.

24 *Overal waar vloerverwarming staat, kan ook wand- of plafondverwarming worden gelezen.*
25 *Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om technisch-economische grenzen. De warmtepomp kan wel hogere temperaturen produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.*

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC
TYPE 1B: VENTILATIE WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- De **benodigde aanvoertemperatuur** van het afgiftesysteem bedraagt maximaal 50°C.
- De **verwarmingscapaciteit** van het afgiftesysteem [kW] is, bij een aanvoertemperatuur van 50°C en ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het **warmteverlies** [kW] in de woning.
- De warmte die de warmtepomp in **20–22 uur** kan opwekken [kWh] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan de warmte die de woning in **24 uur** verliest [kWh]. De overige 2–4 uur zijn voor de bereiding van warm tapwater.
- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **hoeveelheid afgezogen lucht** mag niet te hoog zijn, omdat de aangevoerde lucht de woning dan te veel zou afkoelen. Denk aan maximaal 180 m^3/uur.
- De woning mag **niet te klein** zijn, want dan ontstaat er een te grote luchtstroom ('overventilatie').
- Roosters moeten **slim geplaatst** worden, bijvoorbeeld niet boven een zithoek of eettafel.
- Indien mogelijk wordt dit systeem gecombineerd met een **type D** ventilatiesysteem.[26]
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewoners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- De **netto warmtevraag** van de woning [kWh/m^2/jaar] wordt idealiter teruggebracht tot het niveau van de Standaard of beter.
- Aanvullende **pv-panelen** op het dak leiden, zeker in combinatie met saldering, tot een lage energierekening. Vergroten van het percentage **'zelfgebruik'**, door bijvoorbeeld warm tapwater te produceren als de zon schijnt, is aan te bevelen.
- Indien het een huurwoning betreft, kan het gebruik maken van de energieprestatievergoeding een gunstige regeling zijn voor zowel woningeigenaar als huurder.

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

TERUG NAAR OVERZICHT

26 *Toepassing van een ventilatie warmtepomp met een type D ventilatiesysteem (met warmteterugwinning) heeft een nadeel vanuit de rekenmethodiek NTA8800. De teruggewonnen warmte uit de afzuiglucht wordt toegerekend aan het rendement van de warmtepomp en niet aan verlaging van de netto warmtevraag. Door deze waardering is dit systeem rekenkundig niet aantrekkelijk voor EPV woningen of het bereiken van de Standaard.*

INSTALLATIEKAART

ALL ELECTRIC

TYPE 1C: LUCHT/WATER WARMTEPOMP MT

Lucht/water warmtepompen met een MT afgifte zijn relatief nieuw op de markt en daarom nog minder toegepast. Ze zijn met name geschikt voor woningen die minder of niet goed te isoleren zijn of waarbij goed (na)isoleren als te kostbaar wordt gezien. Dit soort systemen zijn namelijk duurder in aanschaf en gebruik dan een reguliere lucht/water warmtepomp.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Lucht/water warmtepomp MT (in de markt ook wel 'hoge temperatuur warmtepomp' genoemd) • Boilervat
Wat is de warmtebron?	Buitenlucht. Dit wordt door een ventilator over een warmtewisselaar geleid.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren of convectoren stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?[27]	Tussen de 35 en 70*C (propaan) en tussen de 55 en 80°C (CO_2).
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Propaan of CO_2. Dit betreft het gebruikte koudemiddel.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 5,0 tot 16,0 kW, bij A-7/W65, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 65°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	De warmtepomp heeft een natuurlijk koudemiddel zoals propaan of CO_2.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,5-3,0. • Dit type warmtepompen levert warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,0-3,0.
Kan er mee worden gekoeld?	Afhankelijk van de warmtepomp. De techniek staat het wel toe, maar deze mogelijkheid wordt niet altijd ingebouwd. Het koelingspotentieel zal beperkt zijn, omdat deze installatie vaak wordt gecombineerd met bestaande radiatoren of convectoren.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	• Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren. • De warmtepomp heeft een ontdooicyclus om te kunnen omgaan met temperaturen vlak boven het vriespunt. Terwijl de ontdooicyclus draait, wordt (beperkt) warmte aan de woning onttrokken. • Dit type warmtepompen vereisen door het type koudemiddel aanvullende installatie-technische voorzieningen om om te kunnen gaan met de hogere druk in het systeem. Dat maakt ze duurder dan reguliere lucht/water warmtepompen, hoewel we met name bij propaanwarmtepompen zien dat de prijs naar beneden gaat.

27 Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om technisch-economische grenzen. Bijvoorbeeld een W-W warmtepomp kan wel hogere temperaturen dan 45 ° produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC

TYPE 1C: LUCHT/WATER WARMTEPOMP MT

Vereist voor een goede werking

- De **benodigde aanvoertemperatuur** van het afgiftesysteem bedraagt 35 tot 80°C.
- Het verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur moet (bij CO_2 als koudemiddel) zo hoog mogelijk zijn. Concreet moeten er voorzieningen getroffen worden in het afgiftesysteem (vaak: een ventiel bij de radiatoren of convectoren of een afkoelend groot buffervat) zodat een **lage retourtemperatuur** kan worden **gegarandeerd**.
- De verwarmingscapaciteit van het afgiftesysteem [kW] is, bij een aanvoertemperatuur van 65-80°C en ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het **warmteverlies** [kW] in de woning.
- De warmte die de warmtepomp in **20-22 uur** kan opwekken [kWh] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan de warmte die de woning in **24 uur** verliest [kWh]. De overige 2-4 uur zijn voor de bereiding van warm tapwater.
- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewoners.
- De ventilator die lucht aanzuigt zorgt voor geluid. Zorg daarom voor het goed naleven van de wettelijke eisen hiervoor.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Door de hoge aanvoertemperatuur die deze warmtepompen kunnen leveren, is er minder motivatie om de warmtevraag te verminderen. Gezien de relatief lage SPF zou dat echter leiden tot een fors hogere energierekening dan bewoners nu betalen. Het blijft daarom aan te raden om te koersen op de **netto warmtevraag** [kWh/m²/jaar] van de Standaard of beter.
- Aanvullende **pv-panelen** op het dak leiden, zeker in combinatie met saldering, tot een lagere energierekening. Vergroten van het percentage **'zelfgebruik'**, door bijvoorbeeld warm tapwater te produceren als de zon schijnt, is aan te bevelen.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

ALL ELECTRIC

TYPE 2A: BODEMWARMTEPOMP

Bodemwarmtepompen worden vanwege de goede rendementen en koelingscapaciteit vooral toegepast in de nieuwbouw bij grondgebonden woningen, maar ook wel eens als kleinschalig collectieve warmtebron voor bijvoorbeeld drie of vier appartementen. In de bestaande bouw wordt de overlast van de bodemboring vaak als grote drempel gezien en wegen de voordelen (rendement en koeling) vaak niet op tegen de meerprijs ten opzichte van een lucht/water warmtepomp.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Bodemwarmtepomp • Boilervat
Wat is de warmtebron?	De bodem. Hiervoor moet een bron geboord worden in de tuin. De tuin moet hierna (deels) opnieuw worden aangelegd[28]. Bij bodemwarmtepompen voor individuele woningen gaat het altijd om een gesloten bron.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren, convectoren of vloerverwarming[29] stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?[30]	Tussen de 25 en 50°C.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Met water gevuld of met brine (zout water) gevuld.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 6,0 tot 12,0 kW, bij B0/W35, ofwel een bodemtemperatuur van 0°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koudemiddel uit de F-gassen categorie. Bij installatie en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 4,0-5,0. • Dit type warmtepompen levert warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,5-3,5.
Kan er mee worden gekoeld?	Ja, dit is zelfs nuttig voor het regenereren van de warmte in de bodem. Om die reden wordt dit soort warmtepompen vooral gecombineerd met vloerverwarming. Bij radiatoren en convectoren is het koelingspotentieel beperkter.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	Dit type warmtepompen is vaak (nog) van het aan/uit-type en kan dan niet moduleren. Voor dat soort warmtepompen is het belangrijk om een **buffervat** in het verwarmingscircuit te hebben, ter verbetering van het rendement en de levensduur van de warmtepomp.

28 Volgens sommige partijen moet de hele tuin opnieuw worden aangelegd. Anderen zeggen slechts 40x40 centimeter nodig te hebben voor de boring.
29 Overal waar vloerverwarming staat, kan ook wand- of plafondverwarming worden gelezen.
30 Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om technisch-economische grenzen. Bijvoorbeeld een bodemwarmtepomp kan wel hogere temperaturen dan 50°C produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC
TYPE 2A: BODEMWARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- De **benodigde aanvoertempera-tuur** van het afgiftesysteem bedraagt maximaal 50°C.
- De **verwarmingscapaciteit** van het afgiftesysteem [kW] is, bij een aanvoertemperatuur van 50°C en ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het **warmteverlies** [kW] in de woning.
- De warmte die de warmtepomp in **20-22 uur** kan opwekken [kWh] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan de warmte die de woning in **24 uur** verliest [kWh]. De overige 2-4 uur zijn voor de bereiding van warm tapwater.
- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen, of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewo-ners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- De **netto warmtevraag** van de woning [kWh/m²/jaar] wordt idealiter teruggebracht tot het niveau van de **Standaard** of beter.
- Aanvullende **pv-panelen** op het dak leiden, zeker in combinatie met saldering, tot een zeer lage energierekening. Vergroten van het percentage **'zelfgebruik'**, door bijvoorbeeld warm tapwater te produceren als de zon schijnt, is aan te bevelen.
- Indien het een huurwoning betreft, kan het gebruik maken van de **energieprestatievergoe-ding** een gunstige regeling zijn voor zowel woningeigenaar als huurder.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

ALL ELECTRIC

TYPE 2B: PVT WARMTEPOMP

Een PVT warmtepomp is een variatie op een bodemwarmtepomp, waarbij de bron niet in de bodem zit maar op het dak ligt. Dit soort systemen wordt dan ook vooral – hoewel vooralsnog heel kleinschalig – toegepast bij goed geïsoleerde grondgebonden woningen in de bestaande bouw. Het voordeel ten opzichte van een lucht/water warmtepomp is dat er geen buitenunit is die geluid veroorzaakt. Daar tegenover staat een hogere prijs en een lager rendement op koude dagen.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Bodemwarmtepomp[31] • Boilervat
Wat is de warmtebron?	Zoninstraling op PVT-panelen die op het dak liggen. Deze pa-nelen combineren een fotovoltaïsch (PV) paneel en een zon-thermisch (T) paneel in één behuizing. Ze heten ook wel 'ther-modynamische' panelen.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren, convectoren of vloerverwarming[32] stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?[33]	Tussen de 25 en 50°C.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Of de warmtepomp geoptimaliseerd is op PVT toepassing of een standaard bodemwarmtepomp is.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 3,0 tot 12,0 kW, bij A-7/W35, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koudemiddel uit de F-gassen categorie. Bij installatie en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,5-3,5. • Dit type warmtepompen levert warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,0-2,5.
Kan er mee worden gekoeld?	Ja, maar alleen 's nachts en op bewolkte dagen. Op zonnige dagen worden de PVT panelen anders te warm.
Benodigde opstelruimte	Voor een PVT-systeem van 8 kW is circa 22 m^2 dakoppervlak nodig. De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	• Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren. • Dit systeem is gevoelig voor een combinatie van bewolking en kou. Op dat soort dagen heeft dit systeem moeite om voldoende warmte op te wekken en zal het, vaker dan bij andere soorten warmtepompen, moeten terugvallen op elektrische elementen. Dit zorgt voor een lager rendement en hogere energielasten.

31 Er beginnen warmtepompen op de markt te komen die zijn geoptimaliseerd voor toepassing met PVT panelen. Deze warmtepompen houden er o.a. beter rekening mee dat de temperatuur van de bron meer schommelt (0-50°C) dan bij bodembronnen (7-12°C). Deze warmtepompen hebben nog geen eigen type-aanduiding gekregen.

32 Overal waar vloerverwarming staat, kan ook wand- of plafondverwarming worden gelezen.

33 Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om tech-nisch-economische grenzen. Bijvoorbeeld een bodemwarm-tepomp kan wel hogere temperaturen dan 50°C produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC
TYPE 2B: PVT WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- De **benodigde aanvoertemperatuur** van het afgiftesysteem bedraagt maximaal 50°C.
- De **verwarmingscapaciteit** van het afgiftesysteem [kW] is, bij een aanvoertemperatuur van 50°C en ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het **warmteverlies** [kW] in de woning.
- De warmte die de warmtepomp in **20–22 uur** kan opwekken [kWh] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan de warmte die de woning in **24 uur** verliest [kWh]. De overige 2–4 uur zijn voor de bereiding van warm tapwater.
- Bij PVT panelen moet de installateur extra aandacht hebben voor het voorkomen van **bevriezing van de bron.** Op bewolkte dagen in de winter kunnen de buizen in de PVT panelen zeer koud worden. Als de warmtepomp daar warmte aan onttrekt, kan het systeem bevriezen.
- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen, of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewoners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- De **netto warmtevraag** van de woning [kWh/m²/jaar] wordt idealiter teruggebracht tot het niveau van de **Standaard** of beter.
- Bij dit type systeem wordt **standaard ook stroom opgewekt** door de PVT panelen.
- Vergroten van het percentage **'zelfgebruik'**, door bijvoorbeeld warm tapwater te produceren als de zon schijnt, is aan te bevelen.
- Indien het een huurwoning betreft, kan het gebruik maken van de **energieprestatievergoeding** een gunstige regeling zijn voor zowel woningeigenaar als huurder.

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

TERUG NAAR OVERZICHT

INSTALLATIEKAART

ALL ELECTRIC

TYPE 2C: BODEMWARMTEPOMP MT

Bodemwarmtepompen met een MT afgifte zijn relatief nieuw op de markt en daarom nog minder toegepast. Ze zijn met name geschikt voor woningen die minder of niet goed te isoleren zijn of waarbij goed (na)isoleren als te kostbaar wordt gezien. In vergelijking met een lucht/water warmtepomp MT zal dit soort systemen vaker relevant zijn bij kleinschalig collectieve toepassing. Dit soort systemen zijn duurder in aanschaf en gebruik dan een reguliere bodem-warmtepomp.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Bodemwarmtepomp MT (door de markt ook wel 'hoge temperatuur warmtepomp' genoemd) • Boilervat
Wat is de warmtebron?	De bodem. Hiervoor moet een bron geboord worden in de tuin. De tuin moet hierna (deels) opnieuw worden aangelegd[34]. Bij bodemwarmtepompen voor individuele woningen gaat het altijd om een gesloten bron.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren, convectoren of vloerverwarming[35] stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?[36]	Tussen de 55 en 80°C.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Met water gevuld of met brine (zout water) gevuld.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 6,0 tot 16,0 kW, bij B0/W35, ofwel een bodemtemperatuur van 0°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	De warmtepomp heeft een natuurlijk koudemiddel zoals propaan of CO_2.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,0-4,0. • Dit type warmtepompen levert warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,5-3,5.
Kan er mee worden gekoeld?	Nee
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	• Dit type warmtepompen is vaak (nog) van het aan/uit-type en kan dan niet moduleren. Voor dat soort warmtepompen is het belangrijk om een **buffervat** in het verwarmingscircuit te hebben, ter verbetering van het rendement en de levensduur van de warmtepomp. • Dit type warmtepompen vereisen door het type koudemiddel aanvullende installatie-technische voorzieningen. Dat maakt ze complex in de toepassing en daarom significant duurder dan reguliere lucht/water warmtepompen.

34 Volgens sommige partijen moet de hele tuin opnieuw worden aangelegd. Anderen zeggen slechts 40x40 centimeter nodig te hebben voor de boring.
35 Overal waar vloerverwarming staat, kan ook wand- of plafondverwarming worden gelezen.
36 Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om technisch-economische grenzen. Bijvoorbeeld een bodemwarmtepomp kan wel hogere temperaturen dan 50°C produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC
TYPE 2C: BODEMWARMTEPOMP MT

Vereist voor een goede werking

- De **benodigde aanvoertempera-tuur** van het afgiftesysteem bedraagt 55 tot 80°C.
- Het verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur moet zo hoog mogelijk zijn. Concreet moeten er voorzieningen getroffen worden in het afgiftesysteem (vaak: een ventiel bij de radiatoren of convectoren) zodat een **lage retourtemperatuur** kan worden **gegarandeerd**.
- De **verwarmingscapaciteit** van het afgiftesysteem [kW] is, bij een aanvoertemperatuur van 65-80°C en ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het warmteverlies [kW] in de woning.
- De warmte die de warmtepomp in **20-22 uur** kan opwekken [kWh] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan de warmte die de woning in **24 uur** verliest [kWh]. De overige 2-4 uur zijn voor de bereiding van warm tapwater.
- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewo-ners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Door de hoge aanvoertempera-tuur die deze warmtepompen kunnen leveren, is er minder motivatie om de warmtevraag te verminderen. Gezien de relatief lage SPF zou dat echter leiden tot een fors hogere energierekening dan bewoners nu betalen. Het blijft daarom aan te raden om te koersen op de **netto warmtevraag** [kWh/m²/jaar] van de Standaard of beter.
- Aanvullende **pv-panelen** op het dak leiden, zeker in combinatie met saldering, tot een lage energierekening. Vergroten van het percentage **'zelfgebruik'**, door bijvoorbeeld warm tapwater te produceren als de zon schijnt, is aan te bevelen.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

INSTALLATIEKAART

ALL ELECTRIC

TYPE 3A: LUCHT/LUCHT WARMTEPOMP

Lucht/lucht warmtepompen worden op dit moment het meest toegepast als bijverwarming in slaapkamers (als vervanging van de radiator) of in de woonkamer (in aanvulling op de radiatoren). Voor kleinere woningen (vooral appartementen) worden ze ook wel ingezet als hoofdverwarming, deels vanwege het beperkte ruimtegebruik in vergelijking met een lucht/water warmtepomp. Een belangrijke reden om voor lucht/lucht warmtepompen te kiezen is de koelingscapaciteit en de lagere aanschafkosten

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Lucht-lucht warmtepomp, ofwel airconditioner of airco, per te verwarmen verblijfsruimte. Er is ook een buitenunit. • Aparte voorziening voor warm tapwater, bijvoorbeeld een boilervat.
Wat is de warmtebron?	De buitenlucht.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via gerecirculeerde binnenlucht. Bestaande radiatoren of convectoren worden niet gebruikt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?	Tussen de 25 en 35°C. Een hogere temperatuur wordt door bewoners als minder prettig ervaren.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Een lucht-lucht warmtepomp heeft een buitenunit die warmte uit de buitenlucht haalt en een binnenunit die deze warmte toevoegt aan lucht in de woning. Er bestaan ook systemen met één buitenunit die meerdere binnenunits van warmte kunnen voorzien. Dit heet 'multi-split' of 'DX-systeem'[37].
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 1,0 tot 4,0 kW, bij A-7/W35, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koudemiddel uit de F-gassen categorie. Bij installatie en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,0-5,0. • Dit soort systemen voorziet niet in warm tapwater. Dat moet dus op een andere manier worden opgewekt. Meestal gebeurt dat met een systeem met een rendement van ten hoogste 1,0.
Kan er mee worden gekoeld?	Ja, zeer goed. Dit type warmtepomp is zelfs ontwikkeld om te koelen.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 80 (b) x 20 (d) x 40 (h) cm per verblijfsruimte. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	• De meeste airco's zijn in eerste instantie ontwikkeld om te koelen. Dit betekent ook dat ze niet altijd geoptimaliseerd zijn om te verwarmen. • De warmtepomp heeft een ontdooicyclus om te kunnen omgaan met temperaturen vlak boven het vriespunt. Terwijl de ontdooicyclus draait wordt (beperkt) warmte aan de woning onttrokken.

37 *Een combinatiesysteem dat in de praktijk ook wel voorkomt is een woning waarbij lucht-lucht warmtepompen voorzien in de basis-verwarming en een aantal elektrische radiatoren of infrarood panelen voorzien in bijverwarming voor de koudste dagen van het jaar. Let er in dat geval wel op dat die elektrische radiatoren of infrarood panelen zijn voorzien van een timer, zodat ze automatisch uitgaan na een bepaalde tijd.*

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC
TYPE 3A: LUCHT/LUCHT WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- De **verwarmingscapaciteit** van het afgiftesysteem [kW] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het **warmteverlies** [kW] in de woning.
- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Hoewel lucht/lucht warmte-pompen lucht de woning in blazen, is dit **geen vervanging voor ventilatie**. Het is namelijk lucht die uit de woning komt, door de warmtepomp wordt opgewarmd en daarna weer de woning in wordt geblazen .
- Een groot volume lucht moet verwarmd worden om voldoende warmte aan de woning te kunnen afgeven. Daarom is **geluid een aandachtspunt** bij dit soort systemen.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewo-ners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- De **netto warmtevraag** van de woning [kWh/m²/jaar] wordt idealiter teruggebracht tot het niveau van de Standaard of beter.
- Aanvullende **pv-panelen** op het dak leiden, zeker in combinatie met saldering, tot een lagere energierekening. Vergroten van het percentage **'zelfgebruik'**, door bijvoorbeeld warm tapwater te produceren als de zon schijnt, is aan te bevelen.
- Indien het een huurwoning betreft, kan het gebruik maken van de energieprestatievergoe-ding een gunstige regeling zijn voor zowel woningeigenaar als huurder.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

ALL ELECTRIC

TYPE 4A: INFRAROODPANEEL / ELEKTRISCHE RADIATOR

Infraroodpanelen, elektrische radiatoren en elektrische vloerverwarming worden het meest gebruikt als bijverwarming in ruimtes die niet altijd verwarmd hoeven te worden, zoals bijvoorbeeld de badkamer, of bij een afgiftesysteem dat op een aantal plekken in huis niet krachtig genoeg is voor de koudste weken van het jaar. Voor zeer goed geïsoleerde woningen (significant beter dan LT) worden deze warmte-opwekkers ook wel gebruikt als hoofdverwarming.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Meerdere infraroodpanelen, elektrische radiatoren of elektrische vloerverwarming. • Aparte voorziening voor warm tapwater, bijvoorbeeld een boilervat.
Wat is de warmtebron?	Niet van toepassing. Elektriciteit wordt direct in warmte omgezet.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via straling. Dat betekent ook dat het binnen de zichtlijn van het paneel of de radiator het meest comfortabel is. Er is sprake van 'warmteschaduw', bijvoorbeeld onder een tafel. Bij elektrische vloerverwarming wordt de hele betreffende vloer verwarmd en speelt dit minder.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?	Niet van toepassing. Straling heeft wel een vermogen, maar geen temperatuur. De bron van de straling wordt echter wel warm. Een infraroodpaneel kan bijvoorbeeld wel 90°C worden.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	De schakelmethode kan aan/uit zijn, een draaiknop, een ingebouwde thermostaat of een ruimtethermostaat.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type installaties is 0,2 tot 2 kW. Er zijn altijd meerdere elementen nodig voor een woning.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Niet van toepassing.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit soort systemen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van ten hoogste 1,0. • Dit soort systemen voorziet niet in warm tapwater. Dat moet dus op een andere manier worden opgewekt. Meestal gebeurt dat met een systeem met een rendement van ten hoogste 1,0.
Kan er mee worden gekoeld?	Nee
Benodigde opstelruimte	Infraroodpanelen zijn plat en worden meestal aan het plafond opgehangen. Daar is dan wel een stopcontact nodig. Elektrische radiatoren hangen aan de muur en hebben vergelijkbare maten als watergedragen radiatoren. Elektrische vloerverwarming wordt onder een (tegel)vloer gelegd. Het boilervat vraagt meestal om circa 60 (diameter) x 180 (h) cm. De vloer waar het boilervat op staat moet voldoende draagkrachtig zijn. Soms is het nodig om het boilervat ook aan de muur te bevestigen om het gewicht te verdelen.
Bijzonderheden	Let op de elektrische installatie in de woning. Dit soort systemen gebruikt veel stroom en dat kan leiden tot stoppen die afslaan als daar niet voldoende over nagedacht is. Ook is de kans groot dat een 3-fase aansluiting en groepenkast nodig is. Dit soort systemen leidt, als de woning niet heel goed is geïsoleerd of geen thuisbatterij gebruikt, tot een hoge pieklast op het net[38]. Vanuit maatschappelijk oogpunt is dat ongewenst. De hierboven genoemde warmteschaduw kan ook van invloed zijn op bouwfysische problemen. Koudebruggen in hoeken wor-den bijvoorbeeld minder opgewarmd en komen daarmee eerder onder het dauwpunt, met vocht en schimmelvorming als mogelijk gevolg.

38 *W/E Adviseurs heeft onderzoek gedaan naar de energiegebruik, comfortbeleving en praktijkbelasting van het net bij gebruik van infraroodverwarming, zie https://www.w-e.nl/project/infrarood-panelen-een-goede-oplossing-voor-de-energietransitie/.*

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC

TYPE 4A: INFRAROODPANEEL / ELEKTRISCHE RADIATOR

Vereist voor een goede werking

- De **verwarmingscapaciteit** van het afgiftesysteem [kW] is, bij ontwerpcondities, gelijk aan of groter dan het **warmteverlies** [kW] in de woning.
- **Goede plaatsing**, zodat er geen objecten tussen de stralingsbron en de bewoner staan.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewoners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- De **netto warmtevraag** van de woning [kWh/m²/jaar] wordt zoveel mogelijk teruggebracht, tenminste tot het niveau van de Standaard.
- Er wordt gebruik gemaakt van **regeltechniek** die voorkomt dat de panelen of radiatoren onbedoeld aan blijven staan.
- Aanvullende **pv-panelen** op het dak zijn belangrijk om tot betaalbare energielasten te komen.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALL ELECTRIC READY

TYPE 1A: LUCHT/WATER WARMTEPOMP

Lucht/water warmtepompen werken in een all electric ready opstelling samen met een cv-ketel. Dit systeem wordt het meest toegepast in grondgebonden woningen in de bestaande bouw waar nu de installatie vervangen moet worden, maar de schil nog niet naar LT- of LT-plus niveau is gebracht. Zodra de schil naar dit niveau is verbeterd, kan de cv-ketel worden weggehaald en vervangen door een boilervat. De al geïnstalleerde warmtepomp is krachtig genoeg om dan de woning en het tapwater te verwarmen.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Lucht/water warmtepomp • Cv-ketel
Wat is de warmtebron?	• Aardgas • Buitenlucht. Dit wordt door een ventilator over een warmtewisselaar geleid.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren of convectoren stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?	Tussen de 25 en 80°C. In de lente en herfst zal de temperatuur meestal onder de 50°C zijn, in de winter zal die in de regel hoger liggen en zal de cv-ketel bijspringen.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	**Split-unit, monoblock**, zonder buitenunit (sinds 2022/2023).
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 4,0 tot 12,0 kW, bij A-7/W35, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koelmiddel uit de F-gassen categorie. Bij een split unit is bij installatie en reparatie altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist. Bij een monoblock is dit bij installatie niet nodig.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,5-4,5, omdat de cv-ketel bijspringt op koude dagen. Zodra de cv-ketel is verwijderd zal de SPF zakken naar circa 3,0-4,0. • In hybride opstelling levert de cv-ketel warm tapwater. Zodra de cv-ketel is verwijderd, levert dit type warmtepompen warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 2,0-3,0.
Kan er mee worden gekoeld?	Pas nadat de cv-ketel is verwijderd.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. De cv-ketel vraagt meestal om circa 60 (b) x 45 (d) x 80 (h).
Bijzonderheden	• Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren. • De warmtepomp heeft een ontdooicyclus om te kunnen omgaan met temperaturen vlak boven het vriespunt. Terwijl de ontdooicyclus draait wordt (beperkt) warmte aan de woning onttrokken.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC READY
TYPE 1A: LUCHT/WATER WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De ventilator die lucht aanzuigt zorgt voor **geluid**. Zorg daarom voor het goed naleven van de wettelijke eisen hiervoor.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Gaandeweg verlagen van de **netto warmtevraag** van de woning tot het beoogde eindniveau dat nodig is als de cv-ketel uit de woning verwijderd wordt.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: OPSTELRUIMTE, VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

INSTALLATIEKAART

ALL ELECTRIC READY

TYPE 1B: VENTILATIE WARMTEPOMP

Ventilatie warmtepompen werken in een all electric ready opstelling samen met een cv-ketel. Dit systeem wordt het meest toegepast in grondgebonden woningen in de bestaande bouw met type C ventilatie waar nu de installatie vervangen moet worden, maar de schil nog niet naar LT-niveau is gebracht. Zodra de schil naar dit niveau is verbeterd, kan de cv-ketel worden weggehaald en vervangen door een boilervat. De al geïnstalleerde warmtepomp is krachtig genoeg om dan de woning en het tapwater te verwarmen.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Ventilatiewarmtepomp • Cv-ketel
Wat is de warmtebron?	• Aardgas • Uit de woning afgezogen ventilatielucht. Deze lucht van circa 21°C wordt op koude dagen afgekoeld tot wel -15°C om er voldoende warmte aan te kunnen onttrekken. Meestal wordt dit systeem toegepast in combinatie met natuurlijke toevoer. De afgezogen lucht wordt dan aangevuld door binnenkomende lucht met de temperatuur van de buitenlucht. Bewoners kunnen de roosters niet helemaal dicht zetten, omdat de warmtepomp dan niet kan functioneren.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren of convectoren stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?[39]	Tussen de 25 en 80°C. In de lente en herfst zal de temperatuur meestal onder de 50°C zijn, in de winter zal deze in de regel hoger liggen en zal de cv-ketel bijspringen.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	De meeste ventilatiewarmtepompen kunnen geen warm tapwater maken en zijn daarom niet geschikt voor een all electric woning. Er is geen sprake van een buitenunit.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 3,0 tot 5,0 kW, bij A21/W35, ofwel een binnenluchttemperatuur van 21°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koelmiddel uit de F-gassen categorie. Bij installatie en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 4,0-5,0, omdat de cv-ketel bijspringt op koude dagen. Zodra de cv-ketel is verwijderd zal de SPF zakken naar circa 3,5-4,5. • In hybride opstelling levert de cv-ketel warm tapwater. Zodra de cv-ketel is verwijderd, levert dit type warmtepompen warmte voor warm tapwater met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,0-4,0.
Kan er mee worden gekoeld?	Kan koelen door 's nachts de ventilator harder te zetten, waardoor meer buitenlucht de woning ingezogen wordt.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. De cv-ketel vraagt meestal om circa 60 (b) x 45 (d) x 80 (h).
Bijzonderheden	• Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren.

39 Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om technisch-economische grenzen. De warmtepomp kan wel hogere temperaturen produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC READY
TYPE 1B: VENTILATIE WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **hoeveelheid afgezogen lucht** mag niet te hoog zijn, omdat de aangevoerde lucht de woning dan te veel zou afkoelen. Denk aan maximaal 180 m^3/uur.
- De woning mag **niet te klein** zijn, want dan ontstaat er een te grote luchtstroom.
- Roosters moeten **slim geplaatst** worden, bijvoorbeeld niet boven een zithoek of eettafel.
- Indien mogelijk wordt dit systeem gecombineerd met een **type D** ventilatiesysteem.[40]
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewoners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Gaandeweg verlagen van de **netto warmtevraag** van de woning tot het beoogde eindniveau dat nodig is nadat de cv-ketel uit de woning verwijderd wordt.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

40 *Toepassing van een ventilatie warmtepomp met een type D ventilatiesysteem (met warmteterugwinning) heeft een nadeel vanuit de rekenmethodiek NTA8800. De teruggewonnen warmte uit de afzuiglucht wordt toegerekend aan het rendement van de warmtepomp en niet aan verlaging van de netto warmtevraag. Door deze waardering is dit systeem rekenkundig niet aantrekkelijk voor EPV woningen of het bereiken van de Standaard.*

ALL ELECTRIC READY

TYPE 3A: LUCHT/LUCHT WARMTEPOMP

Lucht/lucht warmtepompen werken in een all electric ready opstelling samen met een cv-ketel. Dit systeem wordt het meest toegepast in zowel grondgebonden woningen als appartementen in de bestaande bouw. De schil is nog niet naar LT-niveau gebracht. Zodra de schil naar dit niveau is verbeterd, kan de cv-ketel worden weggehaald en moet er een aardgasvrije voorziening komen voor warm tapwater. De al geïnstalleerde lucht/lucht warmtepompen zijn krachtig genoeg om dan de woning te verwarmen. Het gaat hierbij om meerdere losse units of een multi-split unit met één buitendeel en meerdere binnendelen.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Lucht/lucht warmtepomp, ofwel airconditioner of airco, voor een deel van de te verwarmen verblijfsruimte. • Cv-ketel.
Wat is de warmtebron?	• Aardgas. • De buitenlucht.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	• Via bestaande radiatoren of convectoren. • Via gerecirculeerde binnenlucht.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?	Tussen de 25 en 35°C voor de warmtepomp. Een hogere temperatuur wordt door bewoners als minder prettig ervaren. Tussen de 65 en 80°C voor de cv-ketel.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Een lucht-lucht warmtepomp heeft een buitenunit die warmte uit de buitenlucht haalt en een binnenunit die deze warmte toevoegt aan lucht in de woning. Er bestaan ook systemen met één buitenunit die meerdere binnenunits van warmte kunnen voorzien. Dit heet 'multi-split' of 'DX-systeem'.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 1,0 tot 4,0 kW, bij A-7/W35, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koudemiddel uit de F-gassen categorie. Bij installatie en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,0-5,0. • In een deel van de ruimteverwarming wordt voorzien door de cv-ketel. • De cv-ketel voorziet in warm tapwater.
Kan er mee worden gekoeld?	Ja, zeer goed. Dit type warmtepomp is zelfs ontwikkeld om te koelen.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 80 (b) x 20 (d) x 40 (h) cm per verblijfsruimte. De cv-ketel vraagt meestal om circa 60 (b) x 45 (d) x 80 (h).
Bijzonderheden	• De meeste airco's zijn in eerste instantie ontwikkeld om te koelen. Dit betekent ook dat ze niet altijd geoptimaliseerd zijn om te verwarmen. • De warmtepomp heeft een ontdooicyclus om te kunnen omgaan met temperaturen vlak boven het vriespunt. Terwijl de ontdooicyclus draait wordt (beperkt) warmte aan de woning onttrokken.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

ALL ELECTRIC READY
TYPE 3A: LUCHT/LUCHT WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Hoewel lucht/lucht warmtepompen lucht de woning in blazen, is dit **geen vervanging voor ventilatie**. Het is namelijk lucht die uit de woning komt, door de warmtepomp wordt opgewarmd en daarna weer de woning in wordt geblazen[41].
- Een groot volume lucht moet verwarmd worden om voldoende warmte aan de woning te kunnen afgeven. Daarom is **geluid** een aandachtspunt bij dit soort systemen.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Gaandeweg verlagen van de **netto warmtevraag** van de woning tot het beoogde eindniveau dat nodig is nadat de cv-ketel uit de woning verwijderd wordt.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

41 *De eerste lucht/lucht warmtepompen die óók ventileren zijn al wel gespot. Dit is echter niet de norm.*

HYBRIDE

TYPE 1A: LUCHT/WATER WARMTEPOMP

Lucht/water warmtepompen werken in een hybride opstelling samen met een cv-ketel. Dit systeem wordt het meest toegepast in de bestaande bouw waar men nu energie wil besparen, maar waarbij nog niet duidelijk is welke toekomstige installatiestrategie gehanteerd wordt en waarbij de schil nog niet naar LT- of LT-plus niveau is gebracht. Zodra de schil wel naar dit niveau is verbeterd, kan een bijpassende (all electric) installatie geplaatst worden. De al geïnstalleerde warmtepomp is niet krachtig genoeg om dan de woning en het tapwater te verwarmen en moet dus worden vervangen.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Lucht/water warmtepomp • Cv-ketel
Wat is de warmtebron?	• Aardgas • Buitenlucht. Dit wordt door een ventilator over een warmtewisselaar geleid.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren of convectoren stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?	Tussen de 25 en 80°C. In de lente en herfst zal de temperatuur meestal onder de 50°C zijn, in de winter zal die in de regel hoger liggen en zal de cv-ketel bijspringen.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Split-unit, monoblock, zonder buitenunit (sinds 2022/2023).
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 3,0 tot 5,0 kW, bij A-7/W35, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koelmiddel uit de F-gassen categorie. Bij een split unit is bij installatie en reparatie altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist. Bij een monoblock is dit bij installatie niet nodig.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,5-4,5, omdat de cv-ketel bijspringt op koude dagen. Zodra de cv-ketel is verwijderd zal de SPF zakken naar circa 3,0-4,0. • De cv-ketel voorziet in warm tapwater.
Kan er mee worden gekoeld?	Nee
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. De cv-ketel vraagt meestal om circa 60 (b) x 45 (d) x 80 (h).
Bijzonderheden	• Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA →

HYBRIDE

TYPE 1A: LUCHT/WATER WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De ventilator die lucht aanzuigt zorgt voor **geluid**. Zorg daarom voor het goed naleven van de wettelijke eisen hiervoor.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Gaandeweg verlagen van de **netto warmtevraag** van de woning tot het beoogde eindniveau dat nodig is als de cv-ketel uit de woning verwijderd wordt.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: OPSTELRUIMTE, VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

HYBRIDE

TYPE 1B: VENTILATIE WARMTEPOMP

Ventilatie warmtepompen werken in een hybride opstelling samen met een cv-ketel. Dit systeem wordt het meest toegepast in de bestaande bouw met type C ventilatie, waar men nu energie wil besparen, maar waarbij nog niet duidelijk is welke toekomstige installatiestrategie gehanteerd wordt en waarbij de schil nog niet naar LT- of LT-plus niveau is gebracht. Zodra de schil wel naar dit niveau is verbeterd, kan een bijpassende (all electric) installatie geplaatst worden. De al geïnstalleerde warmtepomp is niet krachtig genoeg om dan de woning en het tapwater te verwarmen en moet dus worden vervangen.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Ventilatiewarmtepomp • Cv-ketel
Wat is de warmtebron?	• Aardgas • Uit de woning afgezogen ventilatielucht. Deze lucht van circa 21°C wordt op koude dagen afgekoeld tot wel -15°C om er voldoende warmte aan te kunnen onttrekken. Meestal wordt dit systeem toegepast in combinatie met natuurlijke toevoer. De afgezogen lucht wordt dan aangevuld door binnenkomende lucht met de temperatuur van de buitenlucht. Bewoners kunnen de roosters niet helemaal dicht zetten, omdat de warmtepomp dan niet kan functioneren.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	Via water dat door radiatoren of convectoren stroomt.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?[42]	Tussen de 25 en 80°C. In de lente en herfst zal de temperatuur meestal onder de 50°C zijn, in de winter zal deze in de regel hoger liggen en zal de cv-ketel bijspringen.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Er is geen sprake van een buitenunit.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 2,0 tot 4,5 kW, bij A21/W35, ofwel een binnenluchttemperatuur van 21°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koelmiddel uit de F-gassen categorie. Bij installatie en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 4,0-5,0, omdat de cv-ketel bijspringt op koude dagen. • De cv-ketel voorziet in warm tapwater.
Kan er mee worden gekoeld?	Kan koelen door 's nachts de ventilator harder te zetten, waardoor meer buitenlucht de woning in gezogen wordt.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 60 (b) x 50 (d) x 80 (h) cm. De cv-ketel vraagt meestal om circa 60 (b) x 45 (d) x 80 (h).
Bijzonderheden	Voor een langere levensduur en lagere energielasten is het belangrijk dat de warmtepomp kan moduleren.

42 *Het gaat hier niet om technische grenzen, maar om technisch-economische grenzen. De warmtepomp kan wel hogere temperaturen produceren, maar dit leidt tot nadelige rendementen en een sneller slijtende warmtepomp.*

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

HYBRIDE
TYPE 1B: VENTILATIE WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **hoeveelheid afgezogen lucht** mag niet te hoog zijn, omdat de aangevoerde lucht de woning dan te veel zou afkoelen. Denk aan maximaal 180 m^3/uur.
- De woning mag **niet te klein** zijn, want dan ontstaat er een te grote luchtstroom.
- Roosters moeten **slim geplaatst** worden, bijvoorbeeld niet boven een zithoek of eettafel.
- Indien mogelijk wordt dit systeem gecombineerd met een **type D** ventilatiesysteem.[43]
- Er zijn in de zomer voldoende mogelijkheden om de woning **koel** te houden.
- De **omvang** van het boilervat is afgestemd op het (verwachte) tapwatergebruik van de bewoners.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Gaandeweg verlagen van de **netto warmtevraag** van de woning tot het beoogde eindniveau dat nodig is nadat de cv-ketel uit de woning verwijderd wordt.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

43 *Toepassing van een ventilatie warmtepomp met een type D ventilatiesysteem (met warmteterugwinning) heeft een nadeel vanuit de rekenmethodiek NTA8800. De teruggewonnen warmte uit de afzuiglucht wordt toegerekend aan het rendement van de warmtepomp en niet aan verlaging van de netto warmtevraag. Door deze waardering is dit systeem rekenkundig niet aantrekkelijk voor EPV woningen of het bereiken van de Standaard.*

HYBRIDE

TYPE 3A: LUCHT/LUCHT WARMTEPOMP

Lucht/lucht warmtepompen werken in een hybride opstelling samen met een cv-ketel. Dit systeem wordt het meest toegepast in zowel grondgebonden woningen als appartementen in de bestaande bouw. De schil is nog niet naar LT-niveau gebracht. Zodra de schil naar dit niveau is verbeterd, kan de cv-ketel worden weggehaald en moet er een aardgasvrije voorziening komen voor warm tapwater. De al geïnstalleerde lucht/lucht warmtepompen zijn nog niet krachtig genoeg om dan de woning te verwarmen, maar kan krachtig genoeg gemaakt worden door één of meer extra losse units bij te plaatsen.

Welke installaties zitten er tenminste in de woning?	• Lucht/lucht warmtepomp, ofwel airconditioner of airco, voor een deel van de te verwarmen verblijfsruimte. • Cv-ketel.
Wat is de warmtebron?	• Aardgas. • De buitenlucht.
Hoe wordt de warmte aan de woning afgegeven?	• Via bestaande radiatoren of convectoren. • Via gerecirculeerde binnenlucht.
Met welke temperatuur wordt de warmte afgegeven?	Tussen de 25 en 35°C voor de warmtepomp. Een hogere temperatuur wordt door bewoners als minder prettig ervaren. Tussen de 65 en 80°C voor de cv-ketel.
Wat zijn de belangrijkste varianten?	Een lucht-lucht warmtepomp heeft een buitenunit die warmte uit de buitenlucht haalt en een binnenunit die deze warmte toevoegt aan lucht in de woning.
Hoeveel warmte kan dit opwekken?	Typisch vermogen van dit type warmtepompen is 1,0 tot 4,0 kW, bij A-7/W35, ofwel een buitentemperatuur van -7°C en een aanvoertemperatuur van 35°C.
Welk koelmiddel wordt gebruikt?	Een koudemiddel uit de F-gassen categorie. Bij installatie en reparatie is altijd een monteur met F-gassen certificaat vereist.
Wat is het te verwachten rendement?	• Dit type warmtepompen levert warmte voor ruimteverwarming met een praktijkrendement (SPF) van circa 3,0-5,0. • In een deel van de ruimteverwarming wordt voorzien door de cv-ketel. • De cv-ketel voorziet in warm tapwater.
Kan er mee worden gekoeld?	Ja, zeer goed. Dit type warmtepomp is zelfs ontwikkeld om te koelen.
Benodigde opstelruimte	De warmtepomp vraagt meestal om circa 80 (b) x 20 (d) x 40 (h) cm per verblijfsruimte. De cv-ketel vraagt meestal om circa 60 (b) x 45 (d) x 80 (h).
Bijzonderheden	• De meeste airco's zijn in eerste instantie ontwikkeld om te koelen. Dit betekent ook dat ze niet altijd geoptimaliseerd zijn om te verwarmen. • De warmtepomp heeft een ontdooicyclus om te kunnen omgaan met temperaturen vlak boven het vriespunt. Terwijl de ontdooicyclus draait wordt (beperkt) warmte aan de woning onttrokken.

VERVOLG OP VOLGENDE APAGINA

HYBRIDE

TYPE 3A: LUCHT/LUCHT WARMTEPOMP

Vereist voor een goede werking

- **Monitoring** van het systeem is sterk aan te bevelen.

Vereist voor een comfortabele woning

- De **ventilatievoorziening** wordt in de winter niet belemmerd, bijvoorbeeld doordat bewoners de binnenkomende koude lucht oncomfortabel vinden en roosters dicht doen of doordat ventilatie zorgt voor geluidsoverlast of een te droge lucht.
- Hoewel lucht/lucht warmtepompen lucht de woning in blazen, is dit **geen vervanging voor ventilatie**. Het is namelijk lucht die uit de woning komt, door de warmtepomp wordt opgewarmd en daarna weer de woning in wordt geblazen[44].
- Een groot volume lucht moet verwarmd worden om voldoende warmte aan de woning te kunnen afgeven. Daarom is **geluid** een aandachtspunt bij dit soort systemen.

Vereist voor betaalbare energielasten

- Gaandeweg verlagen van de **netto warmtevraag** van de woning tot het beoogde eindniveau dat nodig is nadat de cv-ketel uit de woning verwijderd wordt.

TERUG NAAR OVERZICHT

ALTIJD VEREIST: VAKKUNDIGE INSTALLATIE, INREGELING EN NAREGELING.

44 *De eerste lucht/lucht warmtepompen die óók ventileren zijn al wel gespot. Dit is echter niet de norm.*

BIJLAGE 2 RELEVANTE ISSO PUBLICATIES

Voor installateurs, bouwers, fabrikanten en andere geïnteresseerden is onderstaand een lijst van relevante ISSO publicaties toegevoegd. Deze zijn te vinden op www.isso.nl

VERWARMING:

Publicatie	Titel / Inhoud	Publicatie
ISSO-kleintje CV	Individuele centrale verwarmingsinstallaties in woningen	2022
ISSO-kleintje Hybride warmtepompen	Hybride warmtepompen	2021
ISSO 18	Leidingnetberekening	2012
ISSO-kleintje Vloerverwarming en vloerkoeling	Vloerverwarming en vloerkoeling	2013
ISSO 49	Kwaliteitseisen vloer- en wandverwarming en vloer- en wandkoeling	2004
ISSO 51	Warmteverliesberekening voor woningen en woongebouwen	2017 (update verwacht 2023)
ISSO-kleintje Warmteverliesberekening voor woningen	Warmteverliesberekening voor woningen	2017
ISSO-kleintje Inregelen	Inregelen	2021
ISSO 65	Inregelen van ontwerpvolumestromen in klimaatinstallaties	2021
ISSO 66	Vermogen van radiatoren en convectoren in praktijksituaties	2001
ISSO researchrapport 14	Bepalen van het thermisch vermogen van een radiator of convector met de radiatorgrafiek	2000
ISSO 72	Ontwerpen van individuele warmtepompsystemen voor woningen	2023
ISSO-kleintje Grondgebonden warmtepompinstallaties in woningen	Grondgebonden warmtepompinstallaties in woningen	2017
ISSO 76	Montage en materiaaltechnische kwaliteitseisen voor warmwaterverwarmingsinstallaties	2005
ISSO-kleintje Lucht-water-warmtepompen in woningen	Lucht-waterwarmtepompen in woningen	2017
ISSO 98	Lucht-waterwarmtepompen in woningen	2013 (update verwacht 2023)
ISSO 108	Warmteverliezen in leidingsystemen	2016
ISSO-kleintje Koellast	Koellast	2017

VENTILATIE/BINNENMILIEU:

Publicatie	Titel / Inhoud	Publicatie
ISSO 17	Luchtkanaalsystemen in woningen en utiliteit	2022
ISSO-kleintje Ventilatie	Ventilatie	2020
ISSO-kleintje Binnenklimaat	Binnenklimaat	2015
ISSO / Stroomversnelling kennispaper Thermisch comfort	Thermisch comfort	2019

GELUID:

Publicatie	Titel / Inhoud	Publicatie
ISSO-NEN NTR 5076	Installatiegeluid in woningen en woongebouwen	2015
ISSO 111	Geluid voor individuele woninginstallaties	2012

BOUW:

Publicatie	Titel / Inhoud	Publicatie
ISSO-kleintje U- en Rc-waarden	U- en Rc-waarden	2014
SBR-ISSO Luchtdicht bouwen	Luchtdicht bouwen	2013

SANITAIRE INSTALLATIES:

Publicatie	Titel / Inhoud	Publicatie
ISSO 30	Leidingwaterinstallaties in woningen	2020

OVERIG:

Publicatie	Titel / Inhoud	Publicatie
Handboek HBze Zonne-energie	Zonne-energie	2019
ISSO-kleintje Elektrische stralingsverwarming	Elektrische stralingsverwarming	Verwacht in 2023

© Sander van der Torren

COLOFON

KLANKBORDGROEP WONINGCORPORATIES

Daan van de Vrande	Thuisvester
Egbert Kunst	GroenWest
Fred Jak	De Alliantie
Frits Hoogzaad	Woonopmaat (Heemskerk)
Marco Matheeuwsen	Casade
Marien Schouls	Woonconcept
Niek Habraken	KleurrijkWonen
Örjan Game	BrabantWonen
Perry van Happen	WonenBreburg
Rob Swartjes	Woonstichting Valburg
Ruben Goethals	Beveland Wonen

BETROKKEN ORGANISATIES

Anne van Stijn	Aedes
Bas van Mourik	Van Mourik Reclame
Edgar van Niekerk	Bouwend Nederland
Simon Verduijn	Stroomversnelling
Edwin Meeuwsen	OnderhoudNL
Thomas Piessens	Techniek Nederland
José van der Loop	Stroomversnelling
Marten Witkamp	Stroomversnelling

EXPERTGROEP BOUWERS, INSTALLATEURS, FABRIKANTEN EN ADVISEURS

Berend Koudstaal	ISSO
Carl-peter Goossen	BouwNext
Christiane Hogeweg	Aedes
Coos Schouten	Schouten Techniek
Daniël Duijvestein	Endule
Desmond Hughes	Endule
Dick van Ginkel	TBI WOONlab
Felix van Gemen	Paris Proof Plan
Gijs Diependaal	Eneco
Hans Kerkhof	BAM Wonen
Harm Valk	Nieman Raadgevende Ingenieurs
Irene van Veelen	ISSO
Jos de Leeuw	ISSO
Mark Sprenkels	Breman
Patrick van Stokhem	Breman - BREiNN
Robert Jan van Egmond	TKI Urban Energy
Rudy Grevers	Alklima Mitsubishi Electric Klimaatconcepten
Sjoerd Klijn Velderman	Endule
Stephan Stoffer	Trans-id - Itho Daalderop
Tjerk Christenhusz	Bosch Thermotechnology NL/BE
Twan van Grinsven	Kemkens
Wilfred Horst	Bosch Thermotechnology NL/BE

vereniging van woningcorporaties

aedes

BouwendNederland

ONDERHOUD NL

stroom versnelling

Techniek Nederland

VERSIE 1.1
MEI 2023

DISCLAIMER

Deze publicatie is een uitgave en initiatief van Techniek Nederland, Aedes, Bouwend Nederland, OnderhoudNL en Stroomversnelling.

Aan de samenstelling van de inhoud van deze publicatie is de grootst mogelijke aandacht en zorg besteed. Desondanks bestaat de mogelijkheid dat bepaalde informatie (na verloop van tijd) verouderd of niet (meer) correct is. Voornoemde organisaties aanvaarden geen aansprakelijkheid voor de eventuele schade die zou kunnen voortvloeien uit het gebruik van de informatie.

De initiatiefnemende organisaties hebben (in licentie) de rechten voor het gebruik van het fotomateriaal in, en uitsluitend voor, deze publicatie. Het fotomateriaal in deze publicatie mag niet worden (her)gebruikt zonder uitdrukkelijke toestemming van initiatiefnemende organisaties en/of derden rechthebbenden. Verveelvoudiging van de in deze publicatie gebruikte illustraties en tekst(fragmenten) wordt aangemoedigd, mits voorzien van bronvermelding.

De publicatie bevat hyperlinks naar websites van derden. Initiatiefnemende organisaties hebben geen invloed op websites van derden en zijn niet verantwoordelijk voor de beschikbare inhoud daarvan.

© Sander van der Torren

vereniging van woningcorporaties

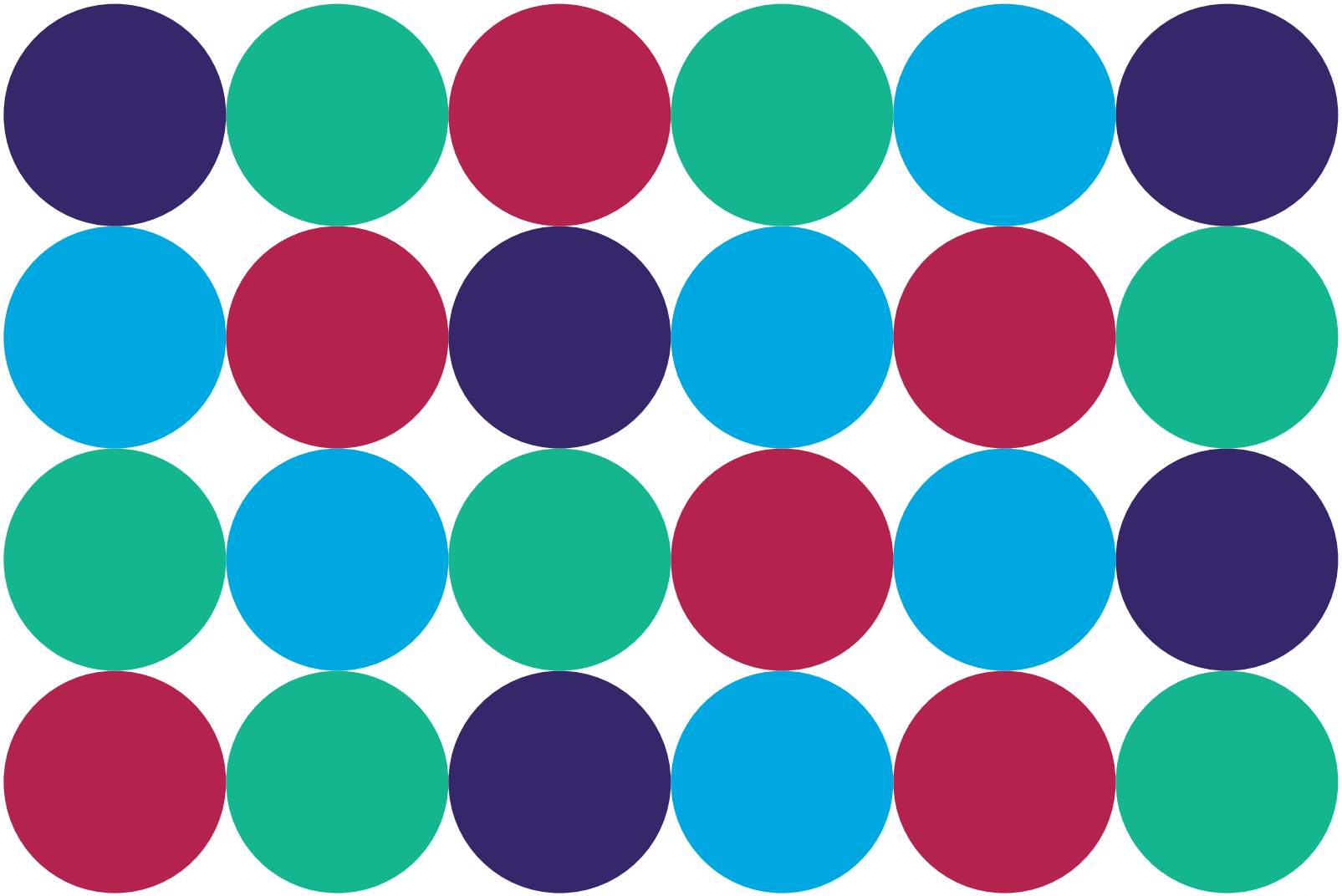
aedes

BouwendNederland

ONDERHOUD NL

stroom versnelling

Techniek Nederland



duurzameinstallatieskiezen.nl