

Installatiehandleiding all-electric warmtepompsysteem

Aanpassing van het verwarmings- en warmwatersysteem bij
overstap van cv-ketel naar all-electric warmtepomp



Figuur 1- Typische Nederlandse woning

Inhoud

1.0 Inleiding.....	4
2.0 All-electric energieconcept	5
3.0 Stappenplan	6
4.0 Verschillen tussen werking cv-ketel en warmtepomp.....	8
5.0 Bestaande verwarmings- en warmwatersystemen (vw/ww)	11
6.0 Innovatie warmtepompsysteem	12
6.1 Doel en uitgangspunten innovatie	12
6.2 Randvoorwaarden	13
6.2 Een andere manier van warmwater maken.....	13
6.4 Beschrijving innovatie aan de hand van all-electric schema's.....	15
7.0 Voor- en nadelen innovatie warmtepompsysteem	16
7.1 Voordelen	16
7.2 Nadelen	18
8.0 Aanpassing verwarmings- warmwatersysteem voor warmtepomp	19
8.1 Vloerverwarming beneden en boven	19
8.1.1 Optie vloerverwarming direct aansluiten op warmtepomp	19
8.2 HT radiatoren boven en beneden.....	20
8.2.1 Optie bestaande radiatoren handhaven	20
8.2.2 Optie bestaande radiatoren (deels) voorzien van klik-on ventilator units	21
8.2.4 Optie bestaande radiatoren vervangen door vloerverwarming.....	23
8.3 Cv-ketel met radiatoren en vloerverwarming als bijverwarming.....	23
8.3.1 Optie bestaande radiatoren handhaven en vloerverwarming met LT- verdeler aansluiten op warmtepomp	24
8.3.2 Optie radiatoren beneden vervangen door vloerverwarming.....	24
8.4 Cv-ketel met vloerverwarming als hoofdverwarming en radiatoren	24
8.4.1 Optie bestaande vloerverwarming en radiator blijven gehandhaafd op één verwarmingscircuit	25
8.4.2 Optie 1-zone warmtepomp met gescheiden vloerverwarming- en radiatoren circuits	25
8.4.3 Optie 2-zone warmtepomp met gescheiden vloerverwarming- en radiatoren circuits	27
Bijlagen.....	29

Schema 1 – Warmtepomp met standaard 200 liter boiler en buffervat	30
Schema 2 – Warmtepomp met 1-zone regeling met hygiëneboiler/buffervat.....	31
Schema 3 – Warmtepomp met 2-zone regeling met hygiëneboiler/buffervat	32
Bijlage 2 – Realisatie warmtepomp met hygiëneboiler /boilervat in bestaande woning	33
Bijlage 3 – Realisatie batterij energiemanagementsysteem bestaande woning.....	34

1.0 Inleiding

Veel van de bestaande Nederlandse woningen zijn voorzien van een cv-ketel, radiatoren en (deels) vloerverwarming en vaak ook al voorzien van zonnepanelen. Sommige woningen hebben mogelijk al een batterijenergiemanagementsysteem en/of een laadstation aan huis voor de elektrische auto.

Deze handleiding betreft de inpassing van de all-electric warmtepomp op basis van een all-electric energieconcept voor een woning of gebouw. In deze handleiding ontbreekt de hybride warmtepomp, omdat deze tussenstap naar all-electric met het ontwikkelde compacte all-electric warmtepopsysteem in combinatie met een batterij energimanagementsysteem kan worden overgeslagen zonder dat het bestaande verwarmingssysteem ingrijpend hoeft te worden aangepast en zonder dat het elektriciteitsnet in de piekuren extra wordt belast.

In deze handleiding wordt in hoofdstuk 2 het all-electric energieconcept toegelicht. Daarin wordt beschreven hoe het warmtepompsysteem past in dit all-electric energieconcept. In hoofdstuk 3 wordt aan de hand van een 10- stappenplan uitgelegd hoe stap voor stap in de meest logische volgorde de transitie naar all-electric gemaakt kan worden. In de daarop volgende hoofdstukken wordt ingegaan op de verschillen in werking van de cv-ketel en warmtepomp (hoofdstuk 4), de verschillende bestaande verwarmings- en warmwatersystemen (hoofdstuk 5), de innovatie van het warmtepompsysteem (hoofdstuk 6), de voor- en nadelen van deze innovatie (hoofdstuk 6) en tot slot de aanpassing van het bestaande verwarmings- en warmwatersysteem aan de all-electric warmtepomp (hoofdstuk 8).

Bij de overstap van een cv-ketel naar een warmtepomp geven de aanpassing en inregeling van het verwarmingssysteem vaak veel problemen. De oorzaak zit in het feit dat een cv-ketel fundamenteel anders werkt dan een warmtepomp en dat het verwarmingssysteem (vws) en het warmwatersysteem (wws) daar niet op worden aangepast. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op die fundamentele verschillen tussen de werking van de cv-ketel en de warmtepomp.

Een ander probleem is dat de bestaande woning is ingericht op de cv-ketel en het daarbij behorende vws & wws. Zo is de cv-ketel vanwege de rookgassen boven op zolder geplaatst. Daar komen alle leidingen van verwarming en warmwater samen. Beneden is er geen plaats voor een grote en zware binnenunit incl. boiler, die voor warmwater nodig is bij een warmtepomp. Beneden is ook niet de meest logische plaats voor een binnenunit van een warmtepomp, omdat in een bestaande woning de leidingen boven bij de cv-ketel samenkomen. Deze binnenunit kan vanwege het gewicht en de omvang ook niet zomaar over de trap naar zolder gebracht worden.

Verder is geconstateerd dat het vws & wws van bestaande woningen niet uniform is. Afhankelijk van het bouwjaar en verbouwingen nadien, zijn bestaande oudere woningen veelal voorzien van alleen hoge temperatuur (HT) radiatoren. Woningen hebben vaak ook een uitbouw met vloerverwarming, terwijl het oude gedeelte nog werkt met radiatoren. Nieuwere woningen gebouwd na 2000 zijn boven en/of beneden vaak al voorzien van vloerverwarming en moderne lamelradiatoren. In hoofdstuk 5 wordt nader op het bestaande vws & wws ingegaan met voor elke configuratie optie(s) om het vws & wws geschikt te maken voor een all-electric warmtepomp.

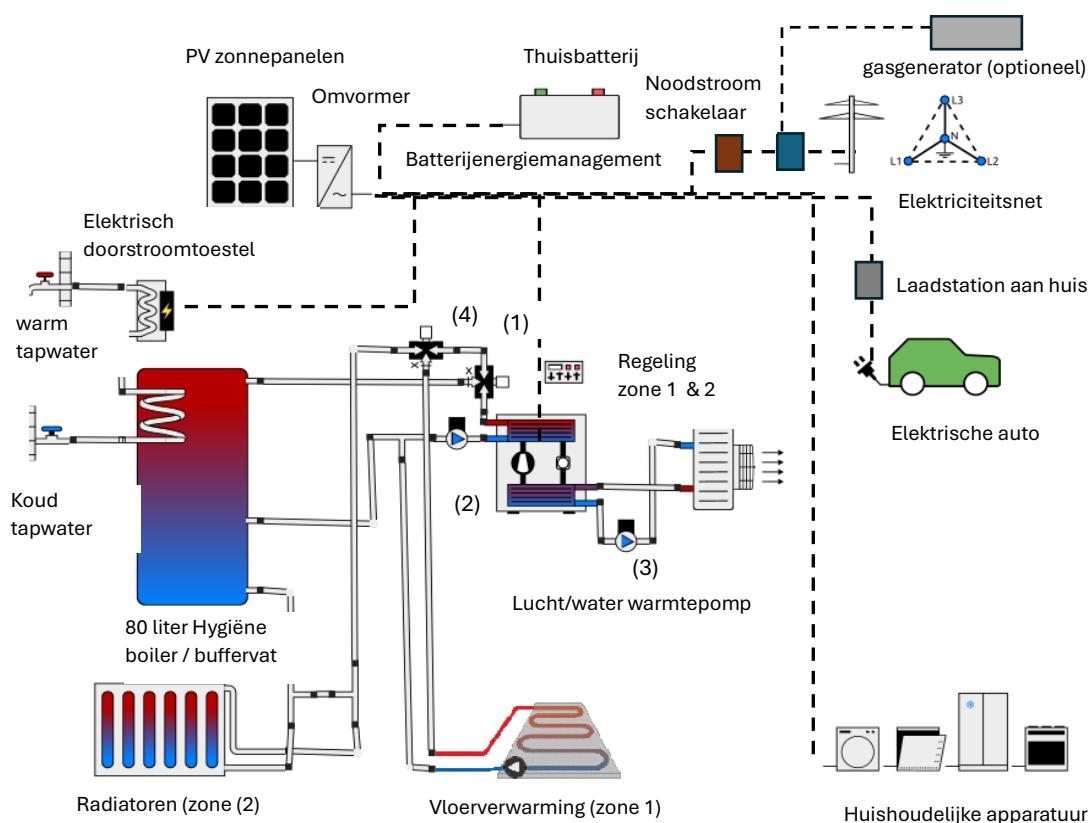
In Hoofdstuk 6 wordt een tien-stappenplan aangereikt, waarmee de overstap van cv-ketel naar een all-electric woning met een all-electric warmtepomp zo effectief mogelijk gemaakt kan worden.

Met ondersteuning van het Meerjarige Missiegedreven Innovatieve Programma (MMIP) van de Topsector Energie is een compacte en innovatief warmtepompsysteem ontwikkeld, dat het veel gemakkelijker maakt een all-electric warmtepomp in een bestaande woning in te passen. Dit innovatieve warmtepompsysteem met een compacte hygiëneboiler/buffervat houdt rekening met de fundamentele verschillen tussen de cv-ketel en warmtepomp en de typisch Nederlandse woning met de cv-ketel op zolder en een kleine meterkast beneden. Dit compacte warmtepompsysteem is bovendien compatibel met de eerste en tweede generatie R290 (propana) warmtepompen, die door internationale bedrijven in massaproductie zijn genomen en op de Nederlandse en Europese markt zijn of nog worden gebracht. In hoofdstuk 6 wordt deze innovatie aan de hand van een drietal schema's verder toegelicht. In hoofdstuk 7 worden de voor- en nadelen van het all-electric energieconcept en warmtepompsysteem op een rij gezet.

Tenslotte worden in hoofdstuk 8 een aantal opties besproken voor het aanpassen van het bestaande vws en wws aan de all-electric warmtepomp.

2.0 All-electric energieconcept

De all-electric warmtepomp past in het all-electric energieconcept, zoals in onderstaande schema schematisch is weergegeven.



In dit schema wordt de elektriciteit zoveel mogelijk opgewekt door de zonnepanelen voor eigen verbruik. Deze elektriciteit wordt via het energiemanagementsysteem opgeslagen in de thuisbatterij. Het energiemanagementsysteem zit ingebouwd in de hybride omvormer, die de gelijkstroom (DC) van de zonnepanelen en batterij omzet in wisselspanning (AC) en vice versa de gelijkstroom (DC) van de batterij omzet in wisselspanning (AC) voor gebruik. Het laadstation voor de elektrische auto wordt aangestuurd door dit energiemanagementsysteem evenals de huishoudelijk apparatuur, de warmtepomp en het elektrisch doorstroomtoestel.

De all-electric woning is van een noodstroomvoorziening voorzien, die is gekoppeld aan het energiemanagementsysteem van de hybride omvormer en een sensor in de groepenkast bij de netaansluiting. Bij stroomstoring of overbelasting van de netaansluiting wordt de woning of het gebouw automatisch afgesloten van het elektriciteitsnet. De woning wordt dan vervolgens van elektriciteit van de zonnepanelen en de batterij voorzien. Als dit niet voldoende is schakelt de woning eventueel over op de gasgenerator, die de woning of het gebouw voor de benodigde stroom voorziet. Als de storing of de overbelasting van de netaansluiting is verholpen, dan schakelt de noodstroomvoorziening weer over naar de normale toestand.

Het energiemanagement zorgt er tevens voor dat grote stroomverbruikers als warmtepomp, wasmachine, droger en laadstation voor de EV geen stroom tijdens de piekuren in de ochtend en avond betrekken van het elektriciteitsnet. Het energiemanagementsysteem zorgt er voor dat de batterij tijdens de daluren tegen lage stroomtarieven in de nacht en midden overdag wordt opgeladen om zo veel mogelijk stroom tijdens de piekuren uit de batterij te kunnen leveren.

Het bovengenoemde concept kan ook worden toegepast voor een (uitbreiding van) een bedrijf, een bedrijventerrein of woonwijk, waar het elektriciteitsnet overbelast is verklaard en er geen ruimte is voor een nieuwe of uitgebreide elektriciteitsaansluiting.

Zowel voor de woning als voor grootschalige toepassing van dit energieconcept zijn de componenten commercieel verkrijgbaar en wordt dit energieconcept op diverse locaties inmiddels in de praktijk toegepast. Het gaat dus om beproefde technologie.

3.0 Stappenplan

Om de energietransitie van gas naar all-electric zo effectief mogelijk te maken is een stappenplan ontwikkeld, dat uitgaat van de volgende stappen in de meest logische volgorde:

Nulopname bestaande situatie

Deze opname bestaat uit een opname van het gas- en stoomverbruik bij voorkeur gedurende het jaar. Ook een warmtescan kan inzicht geven waar het meeste warmteverlies optreedt. Aan de hand daarvan kan in stap 2 bepaald worden wat de meest effectieve isolatiemaatregelen zijn.

Stappen

1. Stap 1 – Inregelen
Stel in het stookseizoen de cv-ketel in op 55 °C om te bepalen of met die temperatuur op koude dagen de woning voldoende warm is te krijgen. Zo niet dan zijn extra isolatiemaatregelen nodig voor een warmtepomp. Ook het gasverbruik geeft

daarvoor al een indicatie.

2. **Stap 2 - Woning isoleren**
Met extra isoleren wordt de warmtevraag verminderd. Bij oudere woningen scheelt dat behoorlijk in de energiekosten. Een lagere warmtevraag hoeven waarschijnlijk de leidingen niet meer te worden vervangen door leidingen met een grotere diameter. Ook de warmtepomp kan dan mogelijk een maatje kleiner.
3. **Stap 3 – Inductiekoken**
Als nog op gas gekookt wordt, stap over op inductiekoken.
4. **Stap 4 – Zonnepanelen**
Installeer zonnepanelen. Houd daarbij rekening met hoger stroomverbruik door warmtepomp en mogelijk elektrisch thuisladen van de elektrische auto. Houd bij de hybride omvormer incl. energiemanagementsysteem al rekening met het vaak hogere laad/thuislaadvermogen van de batterij (stap 5)
5. **Stap 5 - Thuisbatterij met energiemanagementsysteem**
Installeer de thuisbatterij en koppel die aan de hybride omvormer incl. energiemanagementsysteem, bij voorkeur van hetzelfde merk om communicatieproblemen (bij software/firmware upgrades) te voorkomen.
6. **Stap 6 - Dynamisch energiecontract**
Schakel over van een vast energiecontract naar een dynamisch energiecontract om optimaal van de lagere tarieven in de daluren midden-overdag en 's nachts te kunne profiteren.
7. **Stap 7 – Warmtepomp**
Installeer het hierna beschreven warmtepompsysteem. Koppel de warmtepomp en het elektrisch doorstroomtoestel bij voorkeur aan het batterij energiemanagementsysteem.
8. **Stap 8 - Lage-temperatuur-verwarming**
Schakel over van hoge temperatuur (HT) verwarming naar lage temperatuur verwarming, Dit kan voor of na stap 5 (installatie warmtepomp), bijvoorbeeld bij een verhuizing of verbouwing.
9. **Stap 9 - Overstap naar EV**
Stap over van benzineauto naar elektrisch rijden. Deze stap kan in parallel met de bovengenoemde stappen worden gedaan.
10. **Stap 10 – Thuisladen**
Installeer, indien mogelijk, een laadstation thuis voor het laden van de elektrische auto. Koppel dit laadstation aan het bovengenoemde energiemanagementsysteem, bij voorkeur van hetzelfde merk.

Voor inzicht in het effect van elk van de bovengenoemde stappen m.b.t. de energiebesparing en kosten, zie de Helena rekentool: <https://helena-all-electric.nl/rekentool/>

Bij elke stap wordt in dit rekenprogramma al rekening gehouden met het resultaat van de daarvoor genomen stappen. Als bijvoorbeeld gekozen is voor stap 2 (Woning isoleren) dan gaat de rekentool er bij stap 7 (warmtepomp) ervan uit dat de woning is geïsoleerd en er dus minder warmtevraag is. Zo worden de resultaten voor elke stap zuiver gehouden. De rekentool berekent per stap de verwachte energiebesparing, kosten, terugverdientijd en woon- en autolasten). Ook het eindresultaat van alle geselecteerde stappen worden berekend.

Voor meer informatie over de rekentool wordt verwezen naar de website <https://helena-all-electric.nl/> , die voor dit doel is ontwikkeld.

4.0 Verschillen tussen werking cv-ketel en warmtepomp

Veel van de bestaande Nederlandse woningen zijn voorzien van een cv-ketel, radiatoren en soms (deels) vloerverwarming. Bij de overstap van een cv-ketel naar een warmtepomp kan dat problemen opleveren bij de installatie en inregeling van het verwarmingssysteem. De oorzaak zit in het feit dat een cv-ketel fundamenteel anders werkt dan een warmtepomp en dat het verwarmingssysteem (vws) en warmwatersysteem (wws) daar niet op worden aangepast.

Hieronder een korte opsomming van de belangrijkste verschillen tussen een cv-ketel en een warmtepomp.

1. Locatie

De cv-ketel staat vanwege de rookgasafvoer op zolder. Daar komen ook alle leidingen bij elkaar voor verwarming en warmwater. De bodemwarmtepomp of binnenunit van de lucht/water-warmtepomp staat hydraulische aansluiting idealiter beneden zo dicht mogelijk bij respectievelijk de bodemlussen en de buitenunit en voor de elektriciteitsaansluiting zo dicht mogelijk bij de meterkast. Daarvoor is echter in de meeste bestaande woningen beneden geen plaats.

2. Gewicht en ruimtebeslag

De cv-ketel is compact met een gewicht van ongeveer 40 kg en geringe omvang, die gemakkelijk naar boven kan worden gebracht en aan de muur kan worden gehangen. De combi-bodemwarmtepomp en combi-binnenunit met boiler van de L/W-warmtepomp weegt in de orde van 150 kg en heeft de omvang van een grote maat koelkast van ongeveer 2 meter hoog. Deze zware units zijn arbotechnisch niet via de trappen naar boven op zolder te brengen. Beneden is er in de bestaande woningen ook geen plaats om zo'n de combi-bodemwarmtepomp of combi-binnenunit met boiler te plaatsen. Bovendien komen alle leidingen voor het vws & wws boven bij elkaar.

3. Vermogen

De standaard CW-3 cv-ketel heeft een thermisch vermogen van 24 kW, waarmee een cv-ketel bij warmwatervraag instantaan warmwater kan maken. Een cv-ketel heeft dus geen

boiler nodig. Een warmtepomp heeft een thermisch vermogen van rond de 8 KW voor een gemiddelde woning. Dat is onvoldoende vermogen om instantaan warmwater te maken. Om voor douchen 10 liter/min koud tapwater van 12 °C naar 45 °C te verwarmen is ca. 23 KW vermogen nodig. Voor een warmtepomp is daarom een 200 liter boiler nodig om het door de warmtepomp langzaam verwarmde tapwater op te slaan voor gebruik op een later tijdstip. Die boiler neemt extra ruimte in beslag en is vanwege het gewicht en de omvang niet zo eenvoudig via de trap naar zolder te plaatsen.

4. Thermisch rendement

De cv-ketel verbrandt gas en verwarmt met de vrijkomende warmte het cv-water tot ca. 55 - 60 °C. Het thermisch rendement van een hoge rendements (HR) cv-ketel is ongeveer 90 %. D.w.z. 90 % van de warmte die vrijkomt bij het verbranden van gas wordt omgezet in nuttige warmte. Het rendement van de cv-ketel is optimaal bij een cv-watertemperatuur van 55 °C. Hoge temperatuur (HT) radiatoren zijn bij die temperatuur het meest efficiënt en compact.

De warmtepomp 'pompt' als het ware met een compressor warmte van een bron (water bij een water/water-warmtepomp en lucht bij een lucht/water-warmtepomp) naar het cv-water systeem. Afhankelijk van het te overbruggen temperatuurverschil tussen bron en het cv-water levert de warmtepomp voor elke kWh stroom ongeveer 3 kWh warmte bij cv-water van 55 °C en tot bijna 5 kWh warmte bij cv-water 35 °C. Het rendement van de warmtepomp is dus afhankelijk van de temperatuur van het cv-water. Het rendement is optimaal bij een lage temperatuur van 35 °C, zoals bij zeer lage temperatuur (ZLT) vloerverwarming. Vanwege het lage thermisch rendement is een warmtepomp daarom minder geschikt om warmwater te maken en te verwarmen met HT radiatoren.

5. Regeling

In de cv-ketel vindt een verbrandingsproces plaats dat snel aan en uit kan worden gezet. De cv-ketel wordt geregeld door de thermostaat in de woonkamer. Als de temperatuur in de woonkamer daalt, dan springt de cv-ketel aan en als de gewenste temperatuur is bereikt, springt de cv-ketel weer uit.

De warmtepomp

In de warmtepomp vindt een verdampings-, compressie-, condensatie en expansieproces van het R290 koudemiddel (propaan) plaats. Dat proces moet bij het starten van de warmtepomp eerst langzaam op gang komen en kan niet snel aan- en uitgezet worden. Dit is dus een traag proces dat voldoende te verwarmen cv-water nodig heeft om stabiel te kunnen draaien. De regeling is daarom in beginsel traag.

De modulerende warmtepomp wordt primair geregeld met de ingestelde stooklijn en een inverter, die het toerental van de compressor regelt. De stooklijn bepaalt afhankelijk van de buitentemperatuur de temperatuur van het cv-water. De warmtepomp meet die buitentemperatuur met een buitensensor. Bij vloerverwarming zal de stooklijn bij 10 °C buitentemperatuur de temperatuur van het cv-water voor vloerverwarming op ongeveer 23 °C instellen en bij -10 °C buitentemperatuur op ongeveer 35 °C. Daarmee werkt de warmtepomp het meest efficiënt. Immers als het buiten niet zo koud is, zeg 10 °C, dan hoeft

de warmtepomp slechts een temperatuurverschil van 13 °C (= 23 °C cv-water - 10 °C buiten) te overbruggen.

Bij -10 °C buitentemperatuur is dit bij een lucht/water-warmtepomp 45 °C (= 35 °C cv-water - 10 °C buiten). De lucht/water warmtepomp draait dan minder efficiënt en verbruikt relatief meer stroom. Bij een bodemwarmtepomp is dit verschil minder omdat de bodemwarmtepomp de warmte via een bodemlus uit de bodem haalt. Dat water, dat door een bodemlus stroomt, heeft een temperatuur van ongeveer 8 °C, onafhankelijk van hoe koud het buiten is. Dus als het buiten -10 °C is, is het te overbruggen temperatuurverschil bij een bodemwarmtepomp 27 °C (35 °C cv-water - 8 °C bodemlus-water) i.p.v. 45 °C bij een lucht/water-warmtepomp. Dus een bodemwarmtepomp is met name bij koude weersomstandigheden efficiënter dan een luchtwarmtepomp. Een bodemwarmtepomp heeft ook geen last van ijsaanslag en hoeft niet te ontijzen, wat weer extra stroomverbruik scheelt.

6. Verwarmingscircuit bij vloerverwarming en radiatoren

Bij een cv-ketel zijn vloerverwarming en radiatoren doorgaans aangesloten op één verwarmingscircuit. De vloerverwarming heeft bij een cv-ketel een hoge temperatuur (HT) verdeler met een circulatiepomp en mengventiel. Deze HT-verdeler brengt de temperatuur van het cv-water voor vloerverwarming terug van 60 °C naar rond de 30 °C. De cv-ketel heeft immers bij 60 °C een optimaal rendement.

Een warmtepomp heeft bij radiatoren (55 °C) een lager rendement dan bij vloerverwarming (30 °C). Bij één verwarmingscircuit, waarbij de temperatuur van de vloerverwarming met een hoge temperatuur (HT) verdelen van 55 °C naar 30 °C wordt teruggebracht werkt de warmtepomp dus minder efficiënt en verbruikt relatief meer stroom. Een warmtepomp werkt bij een combinatie van radiatoren en vloerverwarming (ideaal is alleen vloerverwarming) dus optimaal bij twee gescheiden verwarmingscircuits, een voor de HT radiatoren (cv-water = 55 °C) en de ander voor de vloerverwarming (cv-water = 30 °C).

7. Temperatuurverschil aanvoer/retour - diameter aanvoer/retourleidingen

Bij een cv-ketel ligt het temperatuurverschil tussen de aanvoer en retour tussen de 10 – 20 °C. De cv-ketel werkt dan optimaal en de diameter van de aanvoer/retourleidingen kan wat kleiner zijn dan bij een kleiner temperatuurverschil van 5 °C, zoals bij een warmtepomp.

Bij een warmtepomp die in het condensatiegebied werkt van het koudemiddel, zoals propaan (R290) is dit temperatuurverschil slechts 5 °C. Bij dezelfde warmtevraag hebben de aanvoer/retour leidingen bij een warmtepomp dus een grotere diameter nodig, tenzij de leidingen al over-gedimensioneerd zijn, zoals vaak boven het geval is of de warmtevraag van de woning met isolatie van de woning is teruggebracht.

8. Aan/uitzetten – minimum volumestroom

De cv-ketel kan vanwege het verbrandingsproces gemakkelijk aan/uit gezet worden. De brander gaat dan eenvoudig aan of uit. Bij een minimum aanvoer gaat de cv-ketel uit en start na een bepaalde tijdsperiode weer op. Met de gedaalde temperatuur van het cv-water heeft

de cv-ketel geen moeite.

De warmtepomp heeft vanwege het trage verdampings- compressie-, condensatie-, expansieproces tijd nodig om op opgang te komen. Voor de stabiliteit van dit proces is een minimum warmtevraag c.q. warmtemassa-stroom nodig. De modulerende warmtepompen kunnen de warmteafgifte aan het cv-water terugregelen bij een lage warmtevraag maar hebben vaak nog wel een buffervat nodig om pendelen (frequent aan/uitgaan) te voorkomen. Met name bij radiatoren met thermostaatkranen, die (bijna) dicht kunnen staan of bij convectoren met een minimum aan cv-water inhoud is een buffervat nodig om pendelen te voorkomen.

9. Energiekosten

Een cv-ketel verbruikt gas. De gasprijs is gedurende de dag ongeveer gelijk. Piekbelasting speelt geen rol in de prijs van het gas.

Een warmtepomp verbruikt stroom, waarvan de stroomprijs gedurende de dag bij een dynamisch energiecontract per uur sterk kan variëren. Het liefst zou de warmtepomp gedurende de piekuren in de ochtend en de avond even uitgezet moeten worden om stroomkosten te besparen en het elektriciteitsnet gedurende die piekuren te ontlasten.

Een batterijenergiemanagementsysteem wordt met een warmtepomp aantrekkelijker. Het batterijenergiemanagement systeem slaat de eigenopgewekt stroom van de PV-panelen op. De batterij kan tijdens de daluren midden overdag of 's nacht goedkope stroom van het elektriciteitsnet laden om die stroom tijdens de piekuren weer te gebruiken.

Met deze goedkope in de daluren geladen stroom uit de batterij wordt het ook aantrekkelijker om (deels) elektrisch warmwater te maken met een elektrisch doorstroomtoestel. De boiler kan dan een stuk kleiner of is bij volledig elektrisch warmwater maken zelfs niet meer nodig.

5.0 Bestaande verwarmings-en warmwatersystemen (vw/ww)

De bestaande woningen met cv-ketel kennen verschillende verwarmingssystemen. De meeste oudere woningen hebben radiatoren beneden en boven. Bij een verbouwing of uitbreiding is vaak het nieuwe gedeelte voorzien van vloerverwarming. Ook zijn er veel woningen, waarbij na de bouw beneden vloerverwarming is aangelegd en boven nog radiatoren worden toegepast. Een klein gedeelte van de woningen heeft voor de hele woning vloerverwarming.

Elk van de volgende bestaande vws & wws vraagt zo zijn specifieke oplossing

1. Vloerverwarming boven en beneden

Hierbij brengt een hoge temperatuur (HT) verdeler met circulatiepomp en mengventiel de temperatuur van het door de cv-ketel opgewarmde cv-water van ca. 60 °C naar ongeveer 30 °C voor de vloerverwarming.

2. Hoge temperatuur radiatoren boven en beneden

De hoge temperatuur (HT) radiatoren en het leidingsysteem zijn ontworpen voor een cv-

watertemperatuur van 60 °C met een temperatuurverschil tussen aan- en afvoer van 10 – 20 °C. Bij een warmtepomp is dit temperatuurverschil 5 °C, waardoor bij dezelfde warmtevoer de diameter van de leidingen groter zouden moeten zijn. De warmtevraag bij veel van de oudere woningen is met isolatiemaatregelen in de loop der jaren echter teruggebracht. Vaak is ook met name boven de werkelijk warmtevraag minder dan waarvoor ontworpen is.

3. Radiatoren als hoofdverwarming met vloerverwarming deels beneden als bijverwarming
Deze situatie komt vaak voor bij een uitbouw van de woonkamer of de keuken. Bij de radiatoren kan nog onderscheid worden gemaakt tussen de klassieke radiatoren voor hoge temperaturen tot wel 70 °C en de moderne lamelradiatoren met 2 of 3 platen, die voor een groot deel via convectie de lucht verwarmen. Verder zijn er nog convectoren, die voor een warmtepomp zonder buffervat te weinig waterinhoud hebben. De radiatoren en convectoren zijn meestal voorzien van thermostaatkranen, waarmee per radiator en kamer de warmteafgifte c.q. de temperatuur in de kamer kan worden geregeld. Het kan zijn dat als de thermostaatkranen helemaal dicht gedraaid worden en er zo niet of nauwelijks doorstroming is, er te weinig doorstroming voor een warmtepomp is. Voor een cv-ketel maakt dit niet zo veel uit maar wel voor een warmtepomp.
4. Vloerverwarming beneden als hoofdverwarming met radiatoren boven als bijverwarming
Deze situatie komt veelal voor bij nieuwere woningen van na 2000, die redelijk tot goed geïsoleerd zijn.

Bij de uitwerking van de innovatieve oplossingen in hoofdstuk 6 is naast de fundamentele verschillen tussen cv-ketel en warmtepomp met de bovengenoemde configuraties rekening gehouden.

6.0 Innovatie warmtepompsysteem

6.1 Doel en uitgangspunten innovatie

Bij de ontwikkeling van de innovaties m.b.t. het warmtepompsysteem is rekening gehouden met de fundamentele verschillen tussen de cv-ketel en de warmtepomp, zoals beschreven is in hoofdstuk 2. Tevens is rekening gehouden met de specifieke kernmerken en configuraties van het bestaande verwarmingssysteem (vws) & warmwatersysteem (wws) en de inrichting van de typisch Nederlandse woning met de cv-ketel boven en een kleine meterkast beneden, waar geen plek is voor een grote binnen unit.

Bij de ontwikkeling van de innovaties is het uitgangspunt geweest dat de innovatie zoveel mogelijk moet aansluiten bij de ontwikkelingen op de internationale warmtepompmarkt. M.a.w. de innovatie moet goed te combineren bij de nieuwe generatie R290 slimme warmtepompen.

Verder is bij de ontwikkeling van het innovatieve warmtepompsysteem al rekening gehouden met de uitrol van het Helena all-electric concept, dat uitgaat van een batterijenergiemanagementsysteem, waarbij de eigen opgewekte stroom zoveel mogelijk zelf

wordt gebruikt en de stroomvraag in de piekuren 's ochtends en 's avonds tot een minimum wordt beperkt om zo het al overbelaste elektriciteitsnet zoveel mogelijk te ontzien.

Het doel van de installatie is het warmtepompsysteem inpasbaar te maken in de bestaande woning en de installatiekosten en installatietijd zo laag mogelijk te houden. Aan de warmtepomp kant wordt daarom zoveel mogelijk aangesloten op de ontwikkelingen in de markt, die met prefab hydraulische en elektrische units in massaproductie de kosten en installatietijd al zoveel mogelijk beperken.

Uitgangspunt is ook dat de bestaande verwarmingssysteem (vws) met de nieuwe generatie hoge temperatuur R290 warmtepompen met relatief kleine aanpassingen gehandhaafd kan blijven en eventueel in een later stadium, bij verbouwing of verhuizing, kan worden vervangen door lage temperatuur verwarming.

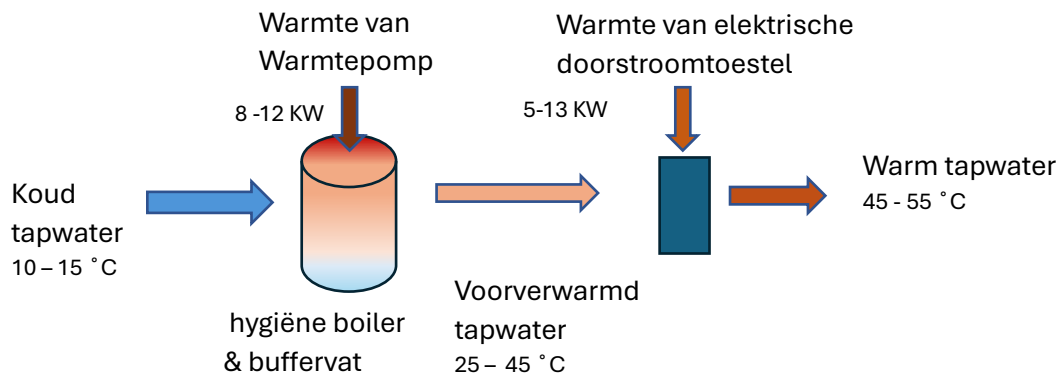
Doel is ook om de hybride warmtepomp als tussenstap te kunnen overslaan zonder dat ingrijpende aanpassingen aan de woning en vws & wws nodig zijn. Door één keer de stap van cv-ketel naar de all-electric warmtepomp te maken kunnen veel arbeids- en materiaalkosten worden bespaard. Dit is in termen van energie- en materiaalbesparing de meest duurzame en tijdsbesparende aanpak. De al overspannen arbeidsmarkt wordt daarmee ontlast.

6.2 Randvoorwaarden

De basis voor het compacte warmtepomp concept is het all-electric energieconcept met een batterij energiemanagementsysteem, zoals is in hoofdstuk 2 is beschreven. Daarmee wordt het mogelijk een compacte all-electric warmtepomp te realiseren, zonder dat het elektriciteitsnet in de piekuren nog verder wordt belast. Dit maakt een andere manier van warmwater maken mogelijk, zoals hieronder beschreven. Volgens het stappenplan is daarom de meest logische volgorde om eerst de stap 5 (batterij energiemanagementsysteem) in combinatie met stap 6 (dynamisch energiecontract) te maken alvorens stap 7 (all-electric warmtepomp) te nemen. Daarna of daarvoor kan op een geschikt moment bij verhuizing of verbouwing eventueel de HT radiatoren vervangen worden door vloerverwarming.

6.2 Een andere manier van warmwater maken

De kern van het innovatieve warmtepompsysteem zit hem in een andere manier van warmwater maken op basis van een compacte gecombineerde hygiëneboiler & buffervat met in serie een elektrisch doorstroomtoestel gevoed met goedkope stroom van de daluren, midden overdag met (eigenopgewekte) PV stroom en 's nachts met windenergie.



Anders dan bij een normale boiler stroomt het koude tapwater door een roestvrije warmtewisselaar in de hygiëne boiler en wordt zo voorverwarmd door het door de warmtepomp opgewarmde cv-water in de hygiëne boiler.

Het elektrisch doorstroomtoestel brengt de temperatuur van voorverwarmde tapwater op de ingestelde temperatuur van bijvoorbeeld 45 °C. Bij langdurige warmwatervraag, zoals bij langdurig douchen, zal de temperatuur van het cv-water in de hygiëne boiler dalen, omdat het 8-12 KW thermisch vermogen van de warmtepomp niet genoeg is om de ca. 23 KW warmteonttrekking voor warmwater volledig te compenseren. In de hygiëneboiler zal zich afhankelijk van het vermogen van de warmtepomp en de temperatuur van het koude tapwater zich na verloop van tijd een evenwichtstemperatuur instellen van rond de 25 °C. M.a.w. de warmtepomp verwarmt bij langdurige warmtevraag het koude tapwater voor tot ca. 25 °C. Het elektrisch doorstroomtoestel brengt vervolgens dit voorverwarmde tapwater op de gewenste temperatuur van 45 °C.

In de praktijk zal het elektrisch doorstroomtoestel meestal niet hoeven in te inspringen door de gelaagde temperatuuropbouw van de hygiëneboiler. Bij een 80 liter hygiëneboiler zal bij een 2-persoonshuishouden met 2 x 5 minuten achter elkaar douchen met een standaard 10 liter/min douchekop elektrisch doorstroomtoestel niet of kort inspringen. Bij een waterbesparende douche van 7 liter/min met een lagere warmtevraag is het te overbruggen temperatuurverschil kleiner en duurt het langer voordat het elektrisch doorstroomtoestel inspringt.

Bij een hygiëneboiler met een rvs warmtewisselaar voor het tapwater kan de hygiëneboiler ook gebruikt worden als buffervat. De 200 liter standaard boiler en een 80 liter buffervat voor het radiator verwarmingssysteem kunnen hiermee vervangen worden door één 80 liter hygiëne boiler met in serie een elektrisch doorstroomtoestel.

Deze innovatie maakt het mogelijk de compacte 80 liter hygiëneboiler in bestaande woningen boven op zolder te plaatsen, op de plaats waar de cv-ketel staat en alle leidingen bij elkaar komen. De tussenstep met een hybride warmtepomp wordt met deze innovatie overbodig. Met deze innovatie kan zonder ingrijpende aanpassingen aan de woning en het vws & wws systeem in één keer naar de all-electric warmtepomp worden overgestapt.

In combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem betreft de warmtepomp en het elektrisch doorstroomtoestel groene stroom van het batterij

energiemanagementsysteembatterij, dat tijdens de daluren, midden overdag met eigen opgewekte PV stroom en 's nachts met groene windenergie is geladen.

Een veel gehoorde argument “dat all-electric warmtepompen het al elektriciteitsnet nog meer belasten” is hiermee ontkracht. Het bestaande elektriciteitsnet wordt vooral in de piekuren overbelast. Met een all-electric warmtepomp, die aan het batterij energiemangementsysteem is gekoppeld, kan het elektriciteitsnet juist in de piekuren ontlast worden. Deze innovatie kan daarom juist bijdragen aan het ontlasten van het elektriciteitsnet. Van belang is wel dat het in hoofdstuk 3 beschreven stappenplan in de juiste volgorde wordt doorlopen, dus eerst stap 5 (batterij energiemangementsysteem) en stap 6 (dynamisch energiecontract) en dan stap 7 (all-electric warmtepomp).

6.4 Beschrijving innovatie aan de hand van all-electric schema's

Aan de hand van een drietal schema's wordt de innovatie hieronder toegelicht:

1. Schema 1 - Standaard 200 liter boiler met apart 80 liter buffervat
2. Schema 2 – 1-zone warmtepomp met compact gecombineerd hygiëneboiler/buffervat
3. Schema 3 – 2-zone warmtepomp met compact gecombineerd hygiëneboiler/buffervat

Schema 1 - Standaard 200 liter boiler met apart 80 liter buffervat

In schema 1 (zie bijlage 1) is het all-electric concept voor een warmtepomp met 1-zone regeling met een standaard 200 liter boiler en een 80 liter buffervat weergegeven. De radiatoren hebben hierbij een aparte zone-2 regeling. In dit geval is een lucht/water-warmtepomp ingetekend maar het kan ook een water/water-warmtepomp (bodemwarmtepomp), die de warmte niet uit lucht maar uit de bodem haalt middels een bodemlus.

Deze configuratie wordt door de meeste installateurs aangeboden. In de meeste woningen is een 200 liter boiler en een 80 liter buffervat voor de bestaande radiatoren echter moeilijk inpasbaar. Daarom wordt er onnodig vaak teruggevallen op een hybride warmtepomp, waarbij de cv-ketel het warme water levert. De 200 liter boiler is dan niet nodig. Er hoeft dan alleen een 80 liter buffervat ingepast worden.

Schema 2 - Warmtepomp met 1-zone regeling met compact warmtepomp met hygiëneboiler/buffervat en elektrisch doorstroomtoestel

In schema 2 (zie bijlage 1) is de boilerfunctie voor warmwater en buffervatfunctie voor het radiator-verwarmingssysteem gecombineerd in de hygiëneboiler/buffervat voor een warmtepomp, die slechts beschikt over een 1-zone regeling. De radiatoren (zone 2) worden hierbij apart geregeld met een modulerende circulatie pomp en thermostaat in de betreffende kamer. Het elektrische doorstroomtoestel zorgt ervoor dat bij langdurige warmwatervraag, zoals bij langdurig douchen het warmwater op de ingestelde temperatuur blijft.

Schema 3 - Warmtepomp met 2-zone regeling met compact gecombineerd hygiëneboiler/buffervat en elektrisch doorstroomtoestel

In schema 3 (zie bijlage 1) is de boilerfunctie voor warmwater en buffervatfunctie voor het radiator-verwarmingssysteem gecombineerd in de hygiëneboiler/buffervat voor een warmtepomp, die beschikt over een 2-zone regeling. De radiatoren (zone 2) worden hierbij

geregeld door de warmtepomp met 2-zone regeling. Het elektrische doorstroomtoestel zorgt ervoor dat bij langdurige warmwatervraag, zoals bij langdurig douchen het warmwater op de ingestelde temperatuur blijft. Bij de nieuwe generatie R290 monoblock lucht/water-warmtepompen zijn de hydraulische en regeling in één hydraulisch & controle unit onderbracht. Deze unit ter grootte en het gewicht van de cv-ketel kan op de plaats van de huidige cv-ketel hangen. De 80 liter hygiëne boiler kan dan eenvoudig op deze hydraulisch & controle unit worden aangesloten.

7.0 Voor- en nadelen innovatie warmtepompsysteem

7.1 Voordelen

Met dit energieconcept zijn de belangrijkste obstakels voor een warmtepomp weggenomen:

1. Inpasbaar in bestaande woning
Het compacte warmtepompsysteem met 80 liter hygiëne boiler/buffervat en elektrisch doorstroomtoestel in serie kan gemakkelijk via de trap op de locatie (meestal op zolder) van de oude cv-ketel worden geplaatst.
2. Compatible met bestaande warmtepompen
Dit compacte warmtepompsysteem is compatible met de eerste generatie 1-zone en tweede generatie R290 monoblock lucht/water-warmtepompen of bodemwarmtepomp. De hygiëneboiler/buffervat kan gemakkelijk op de standaard “hydraulic & control” module van de nieuwe generatie monoblock R290 lucht/water-warmtepompen worden aangesloten.
3. Commercieel verkrijgbaar
De hygiëneboiler is een standaard product, dat in verschillende maten vrij op de markt is te verkrijgen. Ook het elektrisch doorstroomtoestel is een standaard product dat in verschillende vermogens op de markt is te verkrijgen.
4. Bestaande verwarmingssysteem hoeft niet te worden vervangen
Met dit compacte warmtepompsysteem kan het bestaande verwarmings- en warmwater systeem (vws & wws) met een aantal kleine aanpassingen gehandhaafd blijven. In een later stadium kan op een gunstig moment, bijvoorbeeld bij verhuizing of verbouwing, eenvoudig overgestapt worden naar lage temperatuurverwarming.
5. Bestaande leidingen hoeven niet te worden vervangen
Bestaande radiatoren en leidingen hoeven niet vervangen te worden. Het warmteverschil tussen de aan- en afvoerleidingen kan eventueel apart worden geregeld (zie schema 2 in bijlage 1) met de modulerende circulatiewarmtepomp. Zo nodig kan bij bestaande leidingen het temperatuurverschil tussen aan- en afvoer worden geregeld naar 10 – 20 °C. De warmtepomp kan dan nog steeds draaien op het optimale 5 °C temperatuurverschil tussen de aan- en afvoerleidingen naar de hygiëneboiler.

6. Geen apart buffervat nodig voor radiatoren
Er is geen apart buffervat meer nodig. De hygiëne boiler functioneert in dit concept ook als buffervat.
7. Hybride warmtepomp als tussenstap niet meer nodig
De hybride warmtepomp kan als tussenstap worden overgeslagen met dit compact hoge temperatuur R290 warmtepompsysteem.
8. Besparing installatiekosten (arbeid en materialen)
Doordat het bestaande verwarmingssysteem en de leidingen niet hoeven te vervangen, scheelt dit arbeidstijd en kosten. Ook de gecombineerde hygiëneboiler/buffervat bespaart installatiekosten door minder materialen en minder arbeidstijd. Doordat de tussenstap met een hybride warmtepomp kan worden overgeslagen, bespaart dit op de lange termijn installatiekosten in termen van arbeid en materialen.
9. Duurzaam
Door één keer de stap van cv-ketel naar de all-electric warmtepomp te maken, worden de energiebesparingen eerder gerealiseerd en kunnen veel arbeids- en materiaalkosten worden bespaard. Dit is in termen van energie- en materiaalbesparing de meest duurzame en tijdbesparende aanpak.
10. Ontlasting van overspannen arbeidsmarkt
Door de stap naar all-electric in één keer te maken wordt de al overspannen arbeidsmarkt ontlast.
11. Installatievriendelijk
In combinatie met een standaard geprefabriceerd “hydraulic & control” module, waarin alle hydraulische, en regelingsfuncties zijn ondergebracht is de installatie installatievriendelijk met een geringe kans op aansluitingsfouten. Met het de hygiëneboiler/buffervat wordt de inregeling van het vws & wws robuust en eenvoudig.
12. Toekomstvast
Het warmtepompsysteem is toekomstvast als in een later stadium de hoge temperatuur radiatoren worden vervangen door lage temperatuur vloerverwarming.
13. Laag stroomverbruik
De warmtepomp functioneert met gescheiden verwarmingscircuits voor radiatoren en vloerverwarming op de meest effectieve manier met een hoge SCOP (Seasonal Coëfficient Of Performance), waardoor het jaarlijks stroomverbruik minimaal is.
14. Lage stroomkosten
In combinatie met een batterij energiemanagementsysteem en een dynamisch energieconcept kan zoveel mogelijk van de zelf opgewekte groene stroom gebruik gemaakt worden of van goedkope stroom van zon- en windenergie geladen door de batterij in de daluren van het elektriciteitsnet.

15. Ontlast elektriciteitsnet in de piekuren

De slimme warmtepomp in combinatie met een batterijmanagementsysteem kan een oplossing zijn voor het overbelaste elektriciteitsnet door de stroomvraag tijdens de piekuren in de ochtend en avond tot een minimum te beperken. Met smart grid kan met moderne warmtepompen bij voldoende vermogen de all-electric warmtepomp in de piekuren in de ochtend en avond tijdelijk worden uitgeschakeld, zodat de huisaansluiting en het elektriciteitsnet tijdens deze piekuren niet of nauwelijks wordt belast. Het elektrisch doorstroomtoestel gebruikt daarbij stroom van de batterij, die tijdens de daluren midden overdag of 's nachts met stroom van zon- en windenergie is geladen.

7.2 Nadelen

De nadelen zijn voornamelijk van tijdelijke aard omdat nog te veel gedacht wordt in de oude systemen, die bij het gebruik van de cv-ketel horen.

1. Leveranciers van warmtepompen hebben de hygiëneboiler en het elektrische doorstroomtoestel vaak niet standaard in hun assortiment zitten en verkopen daarom graag nog hun eigen standaard 200 liter of 300 liter boiler. Hygiëneboiler en elektrisch doorstroomtoestel zijn in alle maten en vermogens echter vrij op de markt te verkrijgen en compatibel met de aangeboden warmtepompen.
2. Installateurs zijn (nog) niet vertrouwd met dit all-electric concept met een hygiëneboiler met elektrisch doorstroomtoestel in combinatie met een batterij energiemanagementsysteem. Installateurs van warmtepompen zijn vaak nog te veel monodisciplinair hydraulisch georiënteerd en opgeleid gericht op de aloude cv-ketel of hybride warmtepomp. Voor de installatie van een all-electric systeem met warmtepomp, elektrisch doorstroomtoestel, pv-zonnepanelen, batterij energiemanagement en laadstation voor de elektrische auto zijn multidisciplinaire (hydraulisch/ elektrisch) kennis en ervaring nodig.
3. Installateurs zijn nog niet vertrouwd met de "hydraulic & control" module
De leveranciers van nieuwe generatie R290 monoblock warmtepompen bieden recent een installatievriendelijke geprefabriceerde hydraulic & control" module aan, waar alle hydraulische en regelingsfunctie zijn ondergebracht en waarop de hygiëneboiler/buffervat gemakkelijk is aan te sluiten.
4. De meeste woningen zijn (nog) niet voorzien van een batterij energiemanagementsysteem, waardoor er piekstromen kunnen ontstaan bij langdurige warmtevraag als het elektrisch doorstroomtoestel inspringt. De verwachting is wel dat in de komende jaren batterij energiemanagementsystemen steeds meer gemeengoed worden
5. De batterij-energiemanagementsysteem (batterij en omvormer), die op de markt zijn hebben niet altijd voldoende ontladvermogen om volledig het elektrisch doorstroomtoestel van stroom te voorzien. De oudere type thuisbatterijen met

maximaal 0.5 ontladcycli per uur (0.5C) hebben een ontlad vermogen van 5 KW. De nieuwe generatie 1C-batterijen hebben afhankelijk van de kWh capaciteit van de batterij al 10 – 15 KW vermogen. De verwachting is dat de laad/ontlaadsnelheid van batterijen nog verder toeneemt naar bijvoorbeeld 2C of hoger.

8.0 Aanpassing verwarmings- warmwatersysteem voor warmtepomp

In dit hoofdstuk worden de opties voor aanpassingen voor de volgende verschillende bestaande verwarmings- en warmwatersysteem (vws & wws) besproken:

1. Vloerverwarming beneden en boven
2. Hoge temperatuur radiatoren boven en beneden
3. Radiatoren als hoofdverwarming met vloerverwarming deels beneden als bijverwarming
4. Vloerverwarming beneden als hoofdverwarming met radiatoren boven als bijverwarming

Zie ook schema's in bijlage 1.

8.1 Vloerverwarming beneden en boven

Bestaande situatie

Deze situatie komt voornamelijk voor bij nieuwe al goed geïsoleerde woningen. In deze situatie is de bestaande woning met cv-ketel boven en beneden al voorzien van vloerverwarming. De cv-ketel levert water van ca. 55 °C. De vloerverwarming boven en beneden zijn uitgerust met een hoge temperatuur verdelers (HTV's), die de temperatuur via een circulatie warmtepomp met mengventiel terugbrengen van 55 °C naar 30 °C. Voor deze situatie zijn bij de overstap van cv-ketel naar all-electric warmtepomp de volgende opties voor aanpassing van het bestaande HTV verwarmingssysteem mogelijk.

8.1.1 Optie vloerverwarming direct aansluiten op warmtepomp

Zie schema 2 en 3 in bijlage 1.

Verwarming

Bij deze optie worden de bestaande verdeler(s) met circulatiepomp met mengventiel vervangen door verdeler(s) zonder circulatiepomp en mengventiel. De warmtepomp wordt daarmee direct aangesloten op de vloerverwarming boven en beneden.

De warmtepomp bepaalt dan afhankelijk van de buitentemperatuur de optimale temperatuur van het cv-water voor de vloerverwarming. Afhankelijk van de buitentemperatuur ligt de aanvoertemperatuur voor vloerverwarming tussen de 23 °C en 35 °C. De retourtemperatuur ligt ongeveer 5 graden lager. De warmtepomp werkt zo het meest efficiënt en verbruikt zo de minste stroom.

Bij een cv-ketel kan dat temperatuurverschil tussen de aan- en retour naar de cv-ketel wel 20 °C zijn. M.a.w. de aanvoerleidingen naar de verdeler kunnen bij een overstap naar een warmtepomp te klein zijn en zouden dan eigenlijk vervangen moeten worden. Dit kan een tamelijk ingrijpende

aanpassing van het verwarmingssysteem zijn. Door de woning goed te isoleren kan de warmtevraag teruggebracht worden en zijn mogelijk de bestaande leidingen wel voldoende groot.

Koeling

Als de warmtepomp direct op de vloerverwarming wordt aangesloten. Dan kan de warmtepomp in koelbedrijf de woning koelen. Met een bodemwarmtepomp gebeurt dit passief en bij een Lucht/water-warmtepomp actief. In beide gevallen blijft de temperatuur van het koelwater beneden het condensatiepunt, waardoor de koeling licht is. Voor de Nederlandse situatie is dit meestal voldoende.

Warmwater

Voor het maken van warmwater zal een 200 liter boiler nodig zijn of een compacte hygiëneboiler van 80 liter met in serie een doorstroomtoestel eventueel in combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem.

8.2 HT radiatoren boven en beneden

Bestaande situatie

Dit is de meest voorkomende bestaande situatie. Hierbij is de bestaande woning met cv-ketel voorzien van radiatoren boven en beneden. De cv-ketel levert water van ca. 55 - 60 °C. De radiatoren boven en beneden zijn uitgerust met thermostaatkranen. De cv-ketel regelt de temperatuur in de woonkamer met de thermostaat in de woonkamer door aan en uit te schakelen.

8.2.1 Optie bestaande radiatoren handhaven

Verwarmen

Anders dan bij de cv-ketel (aan/uit regeling) wordt bij een modulerende warmtepomp de warmtetoevoer geregeld door de temperatuur van het cv-water op de buitentemperatuur af te stemmen en het toerental van de modulerende warmtepomp te variëren.

Bij handhaving van de bestaande radiatoren wordt de stooklijn van de warmtepomp hoger ingesteld dan bij vloerverwarming omdat de radiatoren (afhankelijk van het type radiator) bij lagere aanvoertemperatuur van het cv-water nauwelijks warmte afgeven. De stooklijn (buitentemperatuur / cv-watertemperatuur) van de modulerende warmtepomp wordt bijvoorbeeld bij radiatoren ingesteld op (10 °C / 40 °C) en (-10 °C / 60 °C). Bij een buitentemperatuur van 0 °C wordt het cv-water dan tot 50 °C verwarmd.

Bij radiatoren met thermostaatkranen kan het voorkomen dat de thermostaatkranen dicht of bijna dicht staan en er onvoldoende doorstroming (verwarmingsmassa) voor de warmtepomp is. Ook kan het verwarmingssysteem met name bij radiator/convectoren te weinig liter cv-water inhoud hebben. Om dat te voorkomen is het verstandig de warmtepomp op een buffervat met overdrukventiel tussen aanvoer en retour aan te sluiten.

Een andere mogelijkheid is om alle thermostaat kranen te vervangen door vaste inregelventielen. Nadeel hiervan is dat de temperatuur in de kamers niet meer zelf met de thermostaat kraan geregeld kan worden.

Omdat bij een warmtepomp het temperatuurverschil tussen aanvoer/retour maar 5 °C aanzienlijk lager is dan het 10 - 20 °C temperatuurverschil bij een cv-ketel, is een grotere massastroom nodig bij dezelfde warmteafgifte. De bestaande aanvoer/afvoer leidingen van het cv-systeem kunnen dan vooral bij oudere woningen te klein zijn en zouden dan moeten worden vervangen. De bestaande leidingen van oudere woningen kunnen mogelijk gehandhaafd blijven als de warmtevraag van de woning met extra isoleren na de bouw al is teruggebracht.

Eventueel kan bij oudere woningen de warmtepomp op het primaire circuit “warmtepomp - buffervat” aangesloten worden en de radiatoren met een aparte circulatiepomp en regeling op het secundaire circuit “radiatoren – buffervat. Zie schema 2 in bijlage 1. Bij dit secundaire circuit kan dan het temperatuurverschil wel 10- 20 °C zijn. De temperatuur van de hygiëneboiler/buffervat moet dan wel hoger ingesteld worden, waardoor het stroomverbruik hoger is. Beter is de woning extra te isoleren om de warmtevraag terug te brengen.

Door de hogere aanvoertemperaturen van rond de 50 °C werkt de warmtepomp ca. 30 % minder efficiënt en verbruikt dus 30 % meer stroom dan bij vloerverwarming. Om het stroomverbruik van de warmtepomp te verlagen, zou de temperatuur van het cv-water moeten worden verlaagd. Dit kan door de bestaande lamelradiatoren van Klik-on ventilatoren te voorzien. Zie hiervoor paragraaf 8.2.2 – Bestaande radiatoren met klik-on ventilator units voorzien.

Koeling

De bestaande radiatoren zijn ongeschikt voor koeling. Moderne 2^e generatie monoblock warmtepompen kunnen veelal wel op aparte water/lucht koelunits met een spiraalwarmtewisselaar worden aangesloten.

Warmwater

Voor het maken van warmwater zal een 200 liter boiler nodig zijn of een compacte hygiëneboiler /buffervat van ca. 80 liter met in serie een doorstroomtoestel eventueel in combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem.

In het geval een 200 liter boiler moeilijk inpasbaar is, kan een hygiëneboiler/buffervat met in serie een elektrisch doorstroomtoestel een oplossing zijn. Daarbij worden de boiler en buffervat functie gecombineerd in één compact 80 liter hygiëne boiler/buffervat. De warmtepomp wordt in boilerbedrijf op het primaire circuit “warmtepomp - hygiëneboiler/buffervat” aangesloten en de radiatoren met een aparte circulatiepomp en regeling op het secundaire circuit “radiatoren – hygiëne boiler/buffervat. Zie ook schema 2 in bijlage 1. De temperatuur in de hygiëneboiler /buffervat wordt in boilerbedrijf afgestemd op de temperatuur benodigd voor verwarming (50 °C). Het koude tapwater wordt hierbij via een roestvastvrije (rvs) spiraalwarmtewisselaar in de hygiëneboiler/buffervat voorverwarmd en door het elektrisch doorstroomtoestel op de gewenste temperatuur gebracht. Als bijvoorbeeld bij langdurige warmtevraag de temperatuur in de hygiëneboiler/buffervat daalt, dan brengt het elektrisch doorstroomtoestel het tapwater op ingestelde temperatuur van warmwater (45 °C).

8.2.2 Optie bestaande radiatoren (deels) voorzien van klik-on ventilator units

Verwarmen

Bij nieuwere type radiatoren met lamellen tussen de twee of drie radiatorplaten, kunnen zogenaamde ventilatorunits worden bevestigd, waarmee de aanvoertemperatuur bij dezelfde

warmteafgifte met ongeveer 10 °C kan worden verlaagd. Niet alle radiatoren zijn hiervoor geschikt, zoals de oudere type radiatoren en lamelradiatoren met slechts één plaat. De stooklijn van de warmtepomp kan met deze ventilatorunits in vergelijking met opties “bestaande radiatoren handhaven” wat lager worden ingesteld, waardoor het stroomverbruik van de warmtepomp lager wordt en mogelijk maar 20 % hoger is dan bij vloerverwarming alleen. Ook bij deze optie zal een buffervat nodig zijn en kunnen de bestaande leidingen mogelijk te klein zijn.

koeling

Voor koeling zijn de radiatoren met ventilatorunits niet efficiënt. Moderne 2e generatie monoblock warmtepompen kunnen veelal wel op aparte water/lucht koelunits met een spiraalwarmtewisselaar worden aangesloten.

Warmwater

Voor het maken van warmwater zal een 200 liter boiler nodig zijn of een compacte hygiëneboiler /buffervat van ca. 80 liter met in serie een doorstroomtoestel eventueel in combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem.

In het geval een 200 liter boiler moeilijk inpasbaar is, kan een hygiëneboiler/buffervat met in serie een elektrisch doorstroomtoestel een oplossing zijn. Daarbij worden de boiler en buffervat functie gecombineerd in één compact 80 liter hygiëne boiler/buffervat. De warmtepomp wordt in boilerbedrijf op het primaire circuit “warmtepomp - hygiëneboiler/buffervat” aangesloten en de radiatoren met een aparte circulatiepomp en regeling op het secundaire circuit “radiatoren – hygiëne boiler/buffervat. Zie ook schema 2 in bijlage 1. De temperatuur in de hygiëneboiler /buffervat wordt in boilerbedrijf afgestemd op de temperatuur benodigd voor verwarming (45 °C). Het koude tapwater wordt hierbij via een roestvastvrije spiraalwarmtewisselaar in de hygiëneboiler/buffervat (voorverwarmd) en door het elektrisch doorstroomtoestel op de gewenste temperatuur gebracht. Als bijvoorbeeld bij langdurige warmtevraag de temperatuur in de hygiëneboiler/buffervat daalt, dan brengt het elektrisch doorstroomtoestel het tapwater op ingestelde temperatuur van warmwater (45 °C).

8.2.3 Optie bestaande radiatoren (deels) vervangen door ZLT radiatoren/convectoren

Toepassing

Deze optie wordt veelal toegepast bij goed geïsoleerde woningen, waarbij slechts een deel van de radiatoren worden vervangen door zogenaamde hybride ZLT radiatoren /convectoren, waarmee je kunt verwarmen en koelen. Bijvoorbeeld als de radiatoren boven toch vrijwel uitstaan, dan kunnen de radiatoren in de woonkamer vervangen worden door ZLT radiatoren/convectoren of eventueel enkele radiatoren in een verblijfskamer boven.

Verwarmen

Bij deze optie worden (een deel van) de radiatoren vervangen door ZLT radiatoren, die al bij cv-watertemperatuur vanaf 35 °C werken. Als de radiatoren deels worden vervangen dan kan de stooklijn wat hoger ingesteld worden op bijvoorbeeld 45 °C, zodat bij deze temperatuur ook de radiatoren nog een beetje warmte geven.

De warmtepomp werkt dan iets minder efficiënt als bij vloerverwarming. Bij deze optie zal een buffervat nodig zijn omdat de ZLT radiatoren/convectoren heel weinig cv-waterinhoud hebben.

Ook de bestaande leidingen moeten bij oudere woningen mogelijk vervangen worden. De ZLT radiatoren via een buffervat op een secundair circuit met een hoger temperatuur verschil zetten, zoals bij de optie “bestaande radiatoren handhaven” (par. 8.2.1) of de optie “bestaande radiatoren voorzien van klik-on ventilatoren” 8.2.2, is hier geen optie, omdat er bij dit lage temperatuurniveau geen ruimte is voor een groot temperatuurverschil tussen aanvoer en retour.

Koeling

De warmtepomp kan in koelbedrijf via het buffervat op de hybride ZLT radiatoren worden aangesloten. Hiermee kan de woning licht gekoeld worden bij ZLT radiatoren zonder afvoer condenswater. Er zijn ook ZLT radiatoren /convectoren op de markt die met afvoer van condens water zwaarder kunnen koelen. De leidingen aanvoer/retour leidingen moeten dan wel geïsoleerd worden. Moderne 2e generatie monoblock warmtepompen kunnen ook op aparte water/lucht koelunits met een spiraalwarmtewisselaar worden aangesloten. Dit is vergelijkbaar met een aparte airco om een kamer of de woning te koelen.

Warmwater

Voor het maken van warmwater zal een 200 liter boiler nodig zijn of een compacte hygiëneboiler/buffervat van 80 liter met in serie een doorstroomtoestel eventueel in combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem.

8.2.4 Optie bestaande radiatoren vervangen door vloerverwarming

Verwarmen, koelen en warmwater

Om het stroomverbruik van de warmtepomp te verminderen, kunnen (een deel van) de radiatoren vervangen worden door vloerverwarming.

Als alle radiatoren boven en beneden door vloerverwarming worden vervangen, zie optie “vloerverwarming direct aansluiten op vloerverwarming (zie paragraaf 8.1.1)

Als slechts een deel van de radiatoren, bijvoorbeeld de radiatoren beneden, worden vervangen dan is er sprake van een gecombineerd radiator/vloerverwarmingssysteem. Zie hiervoor Optie “verwarming met vloerverwarming en radiatoren als bijverwarming” (zie paragraaf 8.4)

8.3 Cv-ketel met radiatoren en vloerverwarming als bijverwarming

Bestaande situatie

Hierbij heeft de bestaande woning met cv-ketel radiatoren als hoofdverwarming en vloerverwarming als bijverwarming. Deze situatie doet zich vaak voor bij een uitbouw van de woning. De nieuwe uitbouw is dan voorzien van vloerverwarming en het oudere gedeelte van de woning van radiatoren. Vloerverwarming en radiatoren staan op één verwarmingscircuit. De cv-ketel levert water van ca. 60 °C. De vloerverwarming beneden is uitgerust met een hoge temperatuur verdeler, die de temperatuur via circulatie warmtepomp met mengventiel terugbrengt van 60 °C naar ongeveer 30 °C terugbrengt.

8.3.1 Optie bestaande radiatoren handhaven en vloerverwarming met LT- verdeler aansluiten op warmtepomp

Verwarming

Bij deze optie worden de bestaande radiatoren gehandhaafd en de bestaande hoge temperatuur verdeler (HTV, aanvoer primair < 70 °C / retour primair 40 °C) vervangen door een lage temperatuur verdeler (LTV, aanvoer primair < 60 °C / retour primair 40 °C) , die aanvoertemperaturen van de warmtepomp (60 °C of lager) aankunnen bij een grotere massastroom. Die massa/volume stroom is groter vanwege het kleinere aanvoer/retour temperatuurverschil bij een warmtepomp (5 °C) in vergelijking met een cv-ketel (10 -20 °C). Ook de temperatuur bij een warmtepomp (45 -55 °) is lager dan bij een cv-ketel (60 °C).

Als de vloerverwarming voldoende doorstroming geeft in het geval de thermostaatkranen uitstaan, dan hoeven bij een modulerende warmtepomp de radiatoren niet op een apart buffervat te worden aangesloten.

De warmtepomp werkt bij deze aansluiting op een lage temperatuur verdeler vanwege de hogere temperaturen van het cv-water (45 – 55 °C) minder efficiënt dan wanneer de warmtepomp direct is aangesloten op vloerverwarming (23 – 35 °C. Als de vloerverwarming als bijverwarming functioneert, maakt dit niet zoveel uit.

Koeling

De modulerende warmtepomp kan in koelbedrijf worden aangesloten op het verwarmingssysteem. De radiatoren zullen dan nauwelijks koeling geven en de vloerverwarming als bijverwarming/koeling slechts beperkt. Moderne 2e generatie monoblock warmtepompen kunnen veelal wel op aparte water/lucht koelunits met een spiraalwarmtewisselaar worden aangesloten. Dit is vergelijkbaar met een aparte airco om een kamer of de woning te koelen.

Warmwater

Voor het maken van warmwater zal een 200 liter boiler nodig zijn of een compacte 80 liter hygiëneboiler met in serie een doorstroomtoestel eventueel in combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem.

8.3.2 Optie radiatoren beneden vervangen door vloerverwarming

Verwarmen, koelen en warmwater

Bij deze optie worden de radiatoren beneden vervangen door vloerverwarming. De vloerverwarming wordt dan de hoofdverwarming. Zie opties bij vloerverwarming als hoofdverwarming en radiatoren als bij verwarming. Zie paragraaf 8.4.

8.4 Cv-ketel met vloerverwarming als hoofdverwarming en radiatoren

Bestaande situatie

Deze situatie doet zich bij nieuwe goed geïsoleerde woningen voor met vloerverwarming beneden en radiatoren boven op één verwarmingscircuit aangesloten. De bestaande vloerverwarming is in dit geval met een hoge temperatuur verdeler op het verwarmingscircuit aangesloten.

8.4.1 Optie bestaande vloerverwarming en radiator blijven gehandhaafd op één verwarmingscircuit.

Verwarmen

Bij deze optie wordt de cv-ketel vervangen door een warmtepomp. De bestaande vloerverwarming (beneden) en radiatoren (boven) blijven aangesloten op één verwarmingscircuit. Bij deze optie wordt de hoge temperatuur verdeler voor de warmtepomp vervangen door een lage temperatuur verdeler.

Bij deze optie is voor de radiatoren geen buffervat nodig voor het geval dat de thermostaatkranen op de radiatoren uit staan. De vloerverwarming zorgt immers voor voldoende doorstroming en water inhoud.

Nadeel van deze optie is dat de temperatuur van het cv-water wordt bepaald door de hoge temperatuur radiatoren boven (45 - 55 °C). De stooklijn moet dan hoger worden ingesteld dan eigenlijk voor lage temperatuur vloerverwarming nodig is (23 ° - 35 °C). De warmtepomp werkt bij deze optie relatief inefficiënt en verbruikt relatief meer stroom dan wanneer het verwarmingscircuit voor de radiatoren gescheiden wordt van dat van de vloerverwarming. Zie hiervoor de volgende optie in paragraaf 8.4.2.

Koelen

De modulerende warmtepomp kan in koelbedrijf worden aangesloten op het verwarmingssysteem. De radiatoren zullen dan nauwelijks koeling geven en de vloerverwarming als hoofdverwarming/koeling kan de woning licht koelen. Moderne 2e generatie monoblock warmtepompen kunnen veelal wel op aparte water/lucht koelunits met een spiraalwarmtewisselaar worden aangesloten. Dit is vergelijkbaar met een aparte airco om een kamer of de woning te koelen. Hiermee kan ook boven, waar geen vloerverwarming is, worden

Warmwater

Voor het maken van warmwater zal een 200 liter boiler nodig zijn of een compacte 80 liter hygiëne boiler met in serie een elektrisch doorstroomtoestel eventueel in combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem.

8.4.2 Optie 1-zone warmtepomp met gescheiden vloerverwarming- en radiatoren circuits

Zie schema 2 in bijlage 1

Toepassing

Deze optie is mogelijk bij een 1^e generatie warmtepomp met 1-zone regeling.

Verwarming

Hierbij wordt de bestaande verdeler van de vloerverwarming (zone-1) met circulatiepomp en mengventiel vervangen door een direct verdeler en afgescheiden van het cv-systeem met de radiatoren. Er ontstaan zo twee gescheiden verwarmingscircuits:

1. Zone (1) met vloerverwarming die direct door de warmtepomp in verwarmingsbedrijf afhankelijk van de buitentemperatuur middels de stooklijn wordt aangestuurd.

2. Zone (2) met de radiatoren die worden aangesloten op een compacte hygiëne boiler/buffervat met in serie een elektrisch doorstroomtoestel. Voor de werking zie schema 2 in bijlage 1.

De vloerverwarming wordt direct aangesloten op de warmtepomp. De vloerverwarming (zone-1) wordt hierbij direct aangestuurd door de warmtepomp in verwarmingsbedrijf middels de stooklijn, buitentemperatuursensor en ingestelde kamertemperatuur.

Het verwarmingscircuit met een aparte modulerende circulatiepomp voor radiatoren worden direct aangesloten op de hygiëneboiler/buffervat. Bij een hygiëneboiler wordt anders dan bij een normale boiler het koude tapwater indirect verwarmd via een roestvrijestalen (rvc) spiraalwarmtewisselaar in de hygiëneboiler.

In deze functie werkt de Hygiëneboiler/buffervat als buffervat. Op deze hygiëneboiler/buffervat is ook de warmtepomp via een driewegklep in boilerbedrijf aangesloten. De temperatuur van het cv-water voor de radiatoren wordt geregeld door een aparte thermostaat gekoppeld aan de regeling voor de modulerende circulatiepomp. Bij warmtevraag van de radiatoren daalt de temperatuur in de hygiëne boiler/buffervat. Het warmwaterbedrijf van de warmtepomp wordt dan geactiveerd door een temperatuursensor in de hygiëneboiler. De warmtepomp schakelt dan over van verwarmingsbedrijf voor de vloerverwarming naar warmwaterbedrijf voor de radiatoren. De warmtepomp brengt de temperatuur in de hygiëneboiler/buffervat op de gewenste temperatuur voor de radiatoren (~ 50 °C) en schakelt vervolgens weer terug naar verwarmingsbedrijf voor de vloerverwarming (~ 30 °C)

Nieuwere type radiatoren kunnen eventueel (deels) voorzien worden van klik-on ventilator units. De ingestelde temperatuur in de hygiëneboiler voor de radiatorverwarming kan hiermee 5 – 10 °C lager ingesteld worden, waardoor het stroomverbruik van de warmtepomp met 5- 10 % kan worden verminderd.

De radiatoren van bepaalde verblijfsruimtes boven, zoals een werkkamer of een kinderkamer kunnen eventueel vervangen worden door ZLT radiatoren. De ingestelde temperatuur in de hygiëneboiler voor de radiatorverwarming kan hiermee 10 °C lager ingesteld worden, waardoor het stroomverbruik van de warmtepomp met 10% - 15 % kan worden verminderd.

De radiatoren boven kunnen ook vervangen worden door vloerverwarming, zodat de woning dan nog alleen vloerverwarming heeft. Zie paragraaf 8.1.1 optie “woning met alleen vloerverwarming”.

Koeling

In koelbedrijf stuurt de warmtepomp via de directe verdeler gekoeld water door de vloerverwarming. De betreffende verblijfsruimte kan hiermee licht gekoeld worden. De slaapkamers met de radiatoren kunnen in deze optie met aparte water/lucht koelunits gekoeld worden.

Warmwater

Het koude tapwater wordt via de rvs warmtewisselaar in een hygiëneboiler voorverwarmd en vervolgens door het elektrisch doorstroomtoestel op de ingestelde temperatuur voor warmwater gebracht.

8.4.3 Optie 2-zone warmtepomp met gescheiden vloerverwarming- en radiatoren circuits

Zie schema 3 in bijlage 1

Toepassing

Deze optie is alleen mogelijk bij een 2^e generatie warmtepomp met 2-zone regeling. Heeft uw warmtepomp slechts een 1-zone regeling zie dan de volgende paragraaf 8.4.2.

Verwarmen

Bij deze optie worden het bestaande verwarmingscircuit opgesplitst in twee gescheiden verwarmingscircuits, een voor de radiatoren en de ander voor de vloerverwarming. Bij deze optie wordt de bestaande hoge temperatuur verdeler voor de vloerverwarming met circulatiepomp en mengventiel vervangen door een directe verdeler zonder circulatiepomp en mengventiel. Via een driewegklep wordt de warmtepomp direct op de vloerverwarming beneden (zone-1) aangesloten en op de radiatoren (zone 2). De twee zones worden via de ingestelde stooklijnen voor zone 1 en zone 2 aangestuurd door de 2 zone regeling van de warmtepomp.

Voor de vloerverwarming beneden wordt de stooklijn op 23- 35 °C ingesteld en voor de radiatoren op 45 – 55 °C.

De radiatoren zullen in dit geval op een buffervat moeten worden aangesloten om de doorstroming te garanderen in het geval de thermostaatkranen uitstaan, tenzij de thermostaatkranen worden verwijderd en de warmteverdeling tussen de verschillende verblijfsruimte vast wordt ingesteld.

De nieuwere type radiatoren kunnen eventueel (deels) voorzien worden van klik-on ventilator units. De ingestelde temperatuur in de hygiëneboiler voor de radiatorverwarming kan hiermee 5 – 10 °C lager ingesteld worden, waardoor het stroomverbruik van de warmtepomp met 5- 10 % kan worden verminderd.

De radiatoren van bepaalde verblijfsruimtes boven, zoals een werkkamer of een kinderkamer kunnen eventueel vervangen worden door ZLT radiatoren. De ingestelde temperatuur in de hygiëneboiler voor de radiatorverwarming kan hiermee 10 °C lager ingesteld worden, waardoor het stroomverbruik van de warmtepomp met 10% - 15 % kan worden verminderd.

De radiatoren boven kunnen ook vervangen worden door vloerverwarming, zodat de woning dan nog alleen vloerverwarming heeft. Zie optie 8.1.1 “woning met alleen vloerverwarming”. In deze optie kan de vloerverwarming beneden op zone 1 (20 °C kamertemperatuur) en de vloerverwarming boven op zone 2 (18 °C kamertemperatuur) worden aangesloten. Het stroomverbruik van de warmtepomp is zo dan zo laag mogelijk.

Koelen

De modulerende warmtepomp kan in koelbedrijf worden aangesloten op de vloerverwarming (zone 1) van het verwarmingssysteem. Met de radiatoren boven is er dan geen koeling.

Moderne 2e generatie monoblock warmtepompen kunnen veelal op aparte water/lucht koelunits met een spiraalwarmtewisselaar worden aangesloten. Dit is vergelijkbaar met een aparte airco om een kamer of de woning te koelen. Dit zou een oplossing kunnen zijn ook de boven de woning te koelen.

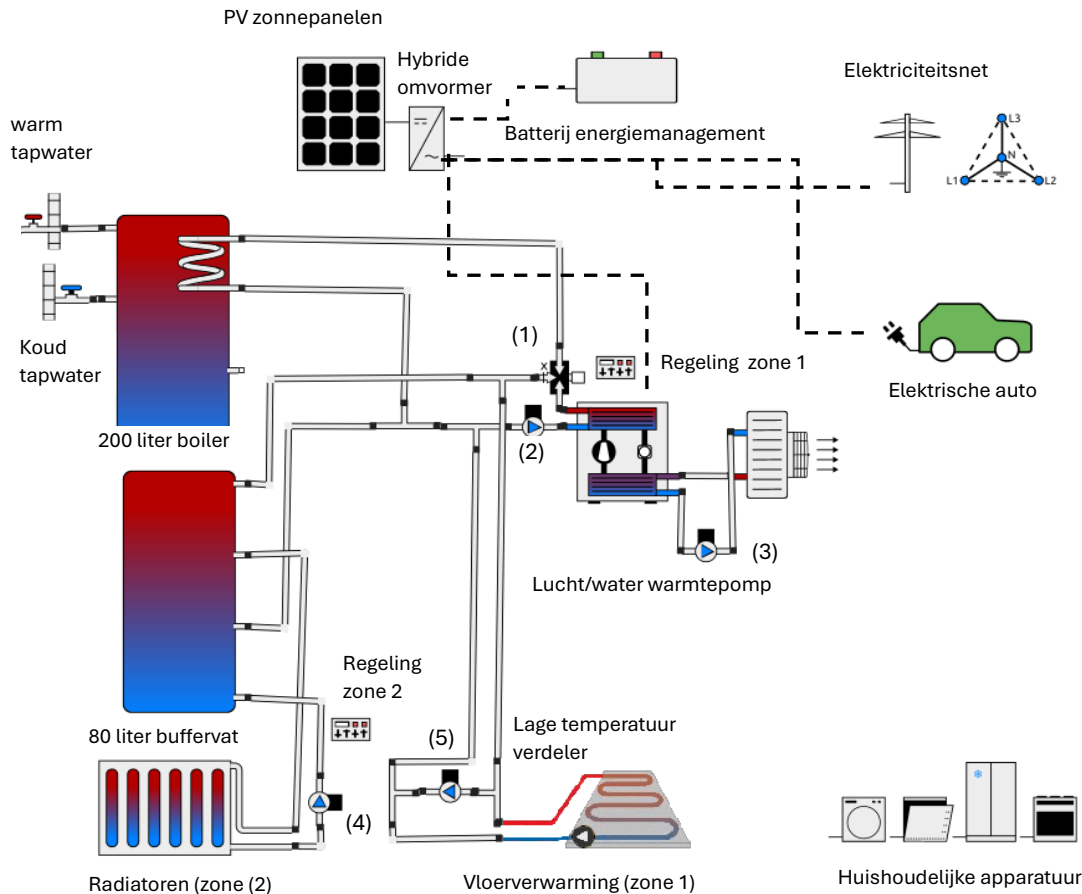
Warmwater

Voor het maken van warmwater zal een 200 liter boiler of een compacte 80 liter hygiëneboiler met in serie een doorstroomtoestel nodig zijn, eventueel in combinatie met een batterijenergiemanagementsysteem.

Bijlagen

Bijlage 1 – Schema's

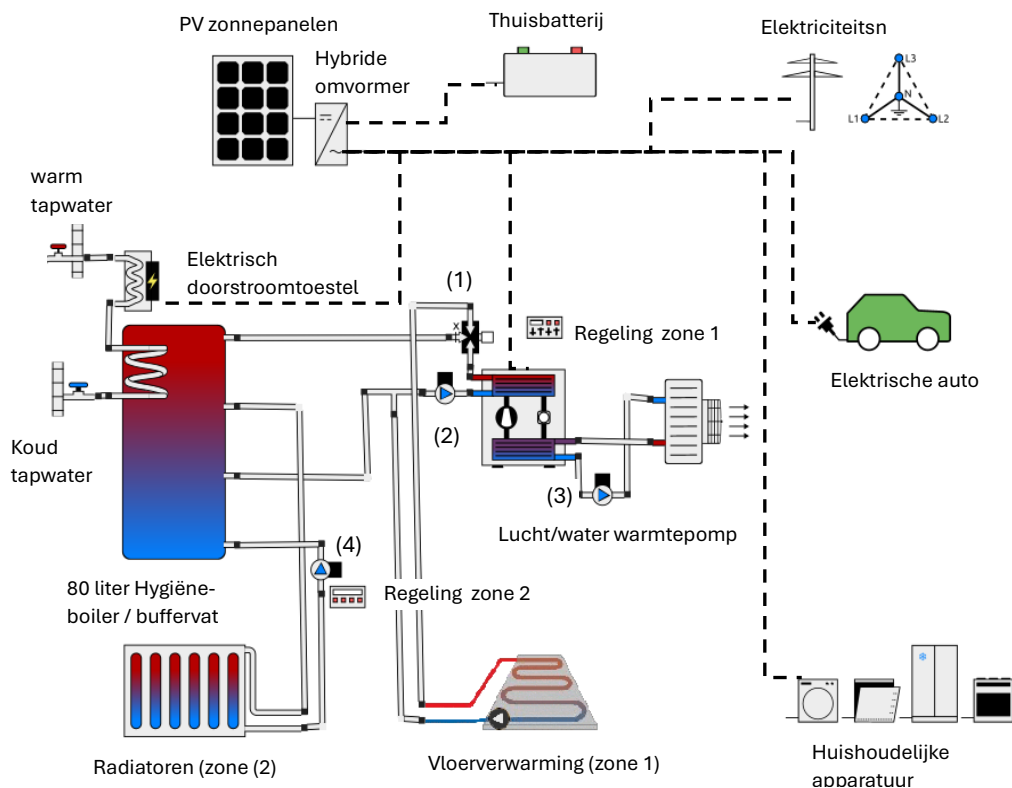
Schema 1 – Warmtepomp met standaard 200 liter boiler en buffervat



Werking:

- **Zone 1 verwarming**
Met de warmtepomp in verwarmingsbedrijf stroomt het warme cv-water van warmtepomp via 3-wegklep (1) naar de vloerverwarming en via de circulatiepomp (2) terug naar de warmtepomp. Circulatiepomp (5) brengt het cv-water van ca. 50 °C naar 30 °C voor de vloerverwarming
- **Buffervat voor zone 2 verwarming**
Met de warmtepomp in verwarmingsbedrijf stroomt het warme cv-water van de warmtepomp via driewegklep (1) naar het buffervat en weer terug naar de warmtepomp.
- **Zone 2 verwarming**
Het warme cv-water stroomt van het buffervat naar de radiatoren en via een modulerende circulatiepomp (4) aangestuurd door een aparte thermostaat terug naar het buffervat.
- **Koeling**
Met de warmtepomp in koelbedrijf stroomt gekoeld cv-water van de warmtepomp via 3-wegklep (1) naar de vloerverwarming/koeling en het buffervat via circulatiepomp (2) weer terug naar de warmtepomp
- **Warmwater**
Koudwater stroomt in de boiler en warmwater uit de boiler warm tapwater. De warmtepomp houdt in boilerbedrijf de boiler op de ingestelde temperatuur voor warm water.

Schema 2 – Warmtepomp met 1-zone regeling met hygiëneboiler/buffervat

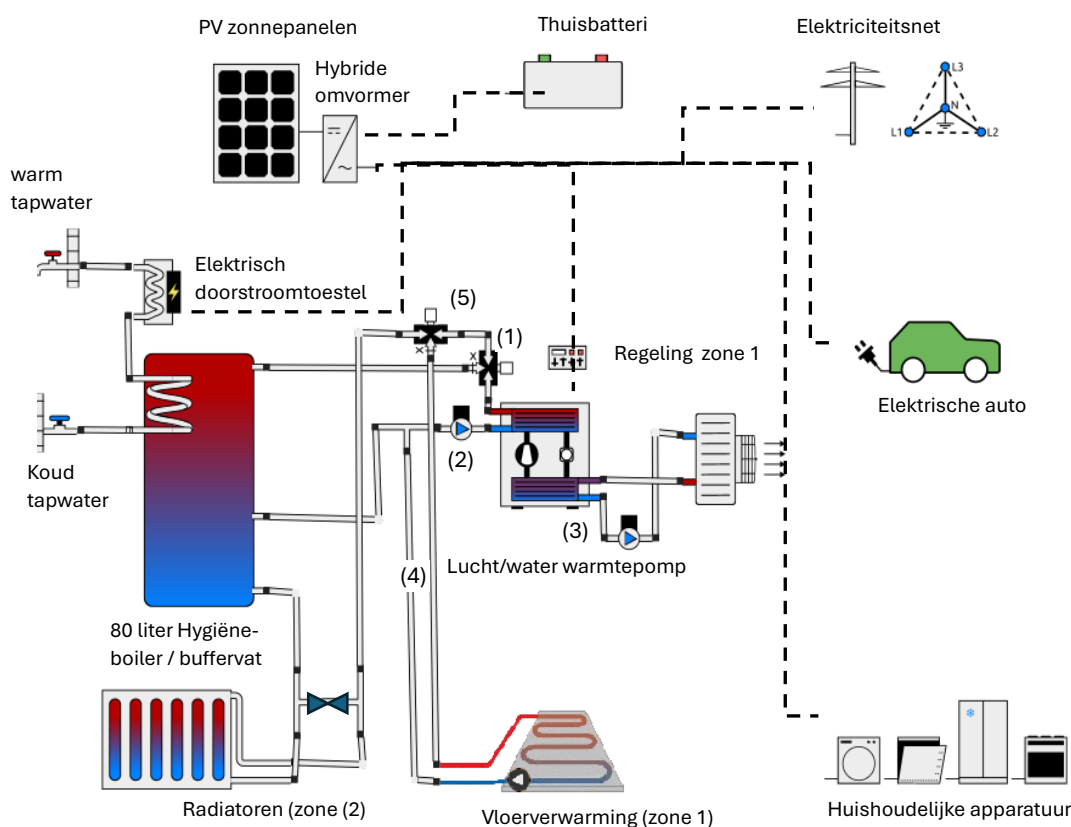


Werking:

- **Zone 1 verwarming**
Met de warmtepomp in verwarmingsbedrijf stroomt het warme cv-water van warmtepomp via 3-wegklep (1) naar de vloerverwarming en via de circulatiepomp (2) terug naar de warmtepomp.
- **Buffervat voor zone 2 verwarming**
Met de warmtepomp in warmwaterbedrijf stroomt het warme cv-water van de warmtepomp via driewegklep (1) naar het buffervat en weer terug naar de warmtepomp.
- **Zone 2 verwarming met warmtepomp met 1-zone regeling**
Het warme cv-water stroomt van het buffervat naar de radiatoren en via een modulerende circulatiepomp (4) aangestuurd door een aparte thermostaat terug naar het buffervat.
- **Koeling**
Met de warmtepomp in koelbedrijf stroomt gekoeld cv-water van de warmtepomp via 3-wegklep (1) naar de vloerverwarming/koeling en via circulatiepomp (2) weer terug naar de warmtepomp.
- **Warmwater**
Koudwater wordt via rvs warmtewisselaar in de hygiëneboiler/buffervat voorverwarmd en door elektrische doorstroomtoestel op de ingestelde temperatuur gebracht voor warm tapwater.

Schema 3 – Warmtepomp met 2-zone regeling met hygiëneboiler/buffervat

In dit schema is de boilerfunctie voor warmwater en buffervatfunctie voor het radiator-verwarmingssysteem gecombineerd in de hygiëneboiler/buffervat combinatie. Zone 2 met de radiatoren wordt geregeld door de zone 2 regeling van de warmtepomp.



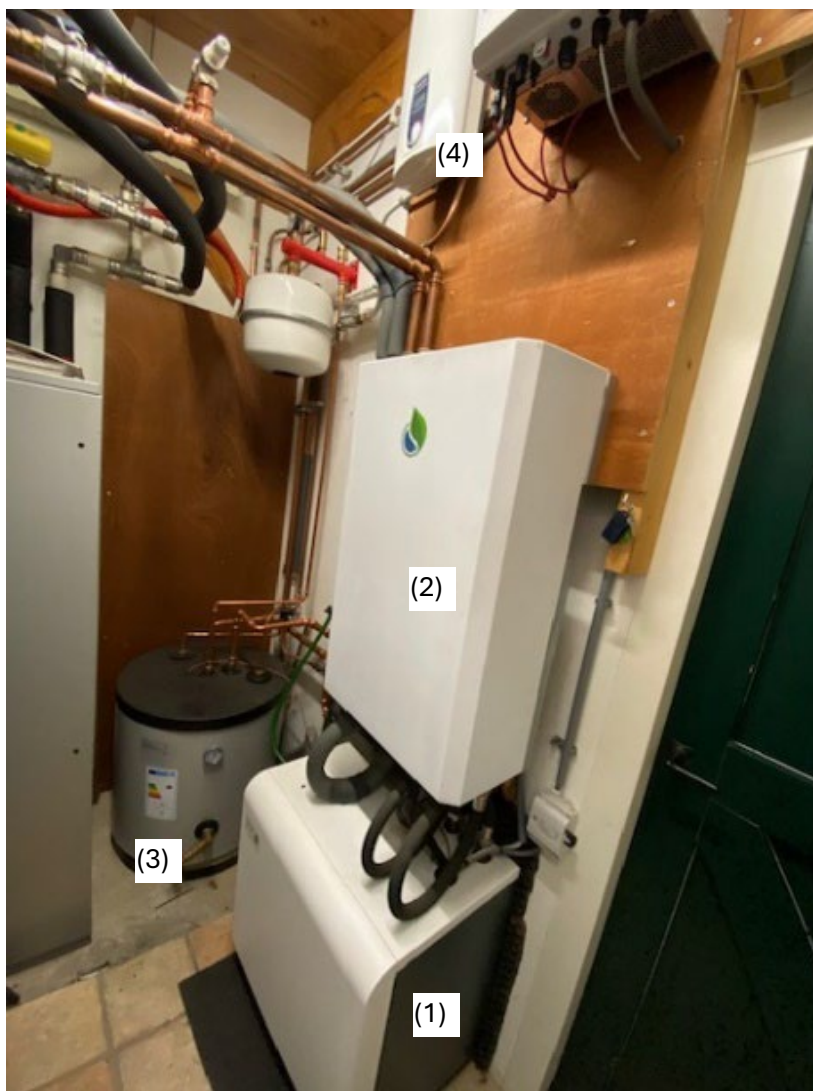
Werking

- **Zone 1 verwarming**
Met de warmtepomp in zone-1-verwarmingsbedrijf stroomt het warme cv-water van warmtepomp in verwarmingsbedrijf via 3-wegklep (1) en 3-wegklep (5) naar de vloerverwarming en via de circulatiepomp (2) terug naar de warmtepomp.
- **Zone 2 verwarming met warmtepomp**
Met de warmtepomp in zone -2-verwarmingsbedrijf stroomt het warme cv-water van warmtepomp in verwarmingsbedrijf via 3-wegklep (1) en 3-wegklep (5) naar de radiatoren en via het buffervat en de circulatiepomp (2) terug naar de warmtepomp.
- **Koeling**
Met de warmtepomp in koelbedrijf stroomt gekoelde cv-water van de warmtepomp via 3-wegklep (1) naar de vloerverwarming/koeling en via circulatiepomp (2) weer terug naar de warmtepomp
- **Warmwater**
Koudwater wordt via rvs warmtewisselaar in de hygiëneboiler/buffervat voorverwarmd en door elektrische doorstroomtoestel op de ingestelde temperatuur gebracht voor warm tapwater.

Bijlage 2 – Realisatie warmtepomp met hygiëneboiler /boilervat in bestaande woning

De onderstaande opstelling is toegepast in een bestaande all-electric woning (zie ook bijlage 3 hieronder) en is nu een aantal jaren in gebruik. In de praktijk blijkt dat bij een 2 persoonshuishouden de 80 liter hygiëneboiler voldoende capaciteit heeft voor 2 x 5 minuten douche bij een standaard 10 liter/min douchekop. Het elektrisch doorstroomtoestel hoeft dan vrijwel niet in te springen.

In geval van een R290 monoblock lucht/water-warmtepomp (buitenunit!) vervalt de bodemwarmtepomp (1). De binnenunit bestaat dan uit de door de warmtepompleverancier geleverde “hydraulic & control unit” (2) en een hygiëneboiler en doorstroomunit van derden (3).

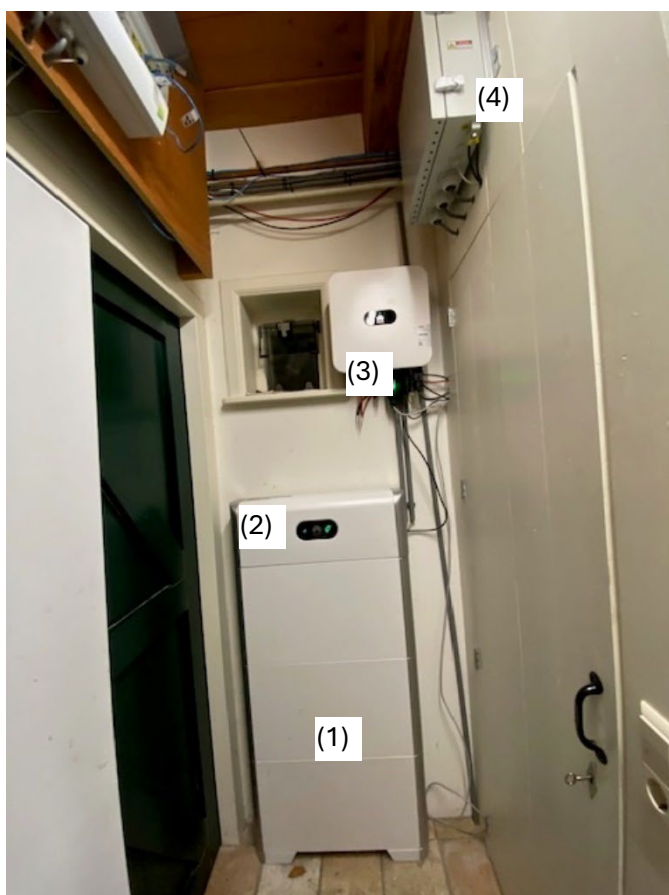


1. 8 KW bodemwarmtepomp
2. Hydraulische unit
3. 80 liter hygiëneboiler/buffervat
4. Elektrisch doorstroomtoestel

Bijlage 3 – Realisatie batterij-energiemanagementsysteem in bestaande woning

De onderstaande 5 KW/15 kWh batterij-energiemanagementsysteem is toegepast in een bestaande all-electric woning in combinatie met een warmtepompsysteem met hygiëneboiler en elektrische doorstroomtoestel (zie ook bijlage 2) en nu een paar jaar in gebruik. De thuisbatterij (1 & 2) en hybride omvormer incl. energiemanagementsysteem(3) kunnen eventueel buiten geplaatst worden. De noodstroomvoorziening (4) koppelt bij een stroomstoring de woning van het elektriciteitsnet en schakelt vervolgens over naar de noodstroomvoorziening op basis van stroom van de zonnepanelen en de thuisbatterij.

In de praktijk wordt het elektriciteitsnet gedurende de piekuren in de ochtend en in de avond niet of nauwelijks belast. De batterij laad in de daluren midden-overdag en in de nacht op en ontlad in de piekuren in de ochtend en avond.



- 1) 3 x 5 kWh batterijmodules
- 2) Batterij managementsysteem
- 3) Hybride omvormer met energiemanagement systeem
- 4) Noodstroomvoorziening