



DHC Holland V.O.F.
De Spreng 51
1741RT Schagen
Mail: info@dhcholland.nl
Internet: www.dhcholland.nl
Tel: 0224 752493
KvK-nummer 58136657

Overzicht afleversets voor warmtelevering (DE14000030)

Opdrachtgever:
Ir. L. Bosselaar
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Postbus 8242
3503 RE Utrecht



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Samenvatting

In opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) heeft DHC Holland studie gedaan naar afleversets voor warmtelevering. Aanleiding van dit onderzoek is de wens van RVO om een overzicht te verkrijgen van de in Nederland gebruikte afleversets voor warmtelevering en wat hun rol is.

Een afleverset voor warmtelevering wordt toegepast om een binneninstallatie die op een warmtedistributienet is aangesloten te voorzien van warm water ten behoeve van de centrale verwarmingsinstallatie (ruimteverwarming) en/of het verwarmen van drinkwater (warm tapwater). Een dergelijke afleverset kent diverse verschijningsvormen aangezien dit afhankelijk is van op de eerste plaats de gewenste toepassing en op de tweede plaats de specificaties van zowel het distributienet als de binneninstallatie. Om die reden circuleren er ook verschillende definities. De volgende definitie van een warmte afleverset is als algemeen te beschouwen: *“Een warmte afleverset vormt de verbinding tussen het warmtedistributienet van een warmteleverancier en de binneninstallatie van een warmteverbruiker. Het is een installatie voor de overdracht van energie aan een warmteverbruiker met behulp van heet water van maximaal 100°C en een maximale flow van 1,5 m³/h voor het verwarmen van de cv-installatie en/of voor het verwarmen van tapwater. Deze set omvat apparatuur voor druk- en/of temperatuurregeling en de behuizing waarin deze installatie is ondergebracht.”*

Deze definitie laat in het midden of er ook een warmtewisselaar in de afleverset aanwezig is en tevens is de warmtemeter achterwege gelaten. De warmtemeter heeft namelijk geen enkele relatie met de functionaliteit van de afleverset.

Er zijn globaal genomen twee redenen om een afleverset, of componenten met dezelfde functionaliteit, te plaatsen tussen distributienet en binneninstallatie

1. Het verschil tussen de specificaties van het distributienet en de specificaties van de binneninstallatie van een pand.
2. Het verwarmen van het leidingwater ten behoeve van de warme kraan (warm tapwater).

Een warmteleverancier bepaalt middels de aansluitvoorwaarden wat de specificaties zijn waar de afleverset aan moet voldoen. De componenten die de functionaliteit bepalen van een afleverset zijn vervolgens op locatie te assembleren. Het is dus mogelijk dat de afleverset bestaat uit losse componenten, een situatie die vroeger veel werd toegepast. Door het aanbod van producten die men geassembleerd als set kan aanschaffen komt die situatie steeds minder voor.

De belangrijkste aanbieders van deze geassembleerde afleversets zijn:

- HSF of VSH (EcoLogic, EcoMechanic, EcoDirect)
- Ferolli (fabrikaat KVM, BlueCity serie)
- Caleffi (SATK-serie)
- Danfoss (AGH warmteunits: Northrop, Northrop small, Centronic, Orion en Vitron)
- Nathan Import/Export (fabrikaat Delta SystemTechnik: Waal en Maas series)
- Nibe (Viking serie)

Voor zover bekend zijn er in Nederland geen algemene wetgeving en normen die direct richtlijnen geven voor afleversets. Wel zijn er een aantal normen die indirect zijn gerelateerd aan de functionaliteit en het ontwerp van afleversets. Dat betreft NEN1006 (Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties), NEN2768 (Meterruimten en bijbehorende voorzieningen in een woonfunctie), Warmtewet en diverse bedrijfsspecifieke richtlijnen (BRL). Er zijn momenteel Europese ontwikkelingen om te komen tot algemene internationale richtlijnen middels een CEN Workshop

Agreement. Uit onderzoek in Zweden, Duitsland en Denemarken blijkt dat de eerste twee beschikken over nationale richtlijnen en dat de situatie in Denemarken vergelijkbaar is met die in Nederland. De meest toegepaste vorm van onderhoud bij afleversets is het correctief onderhoud. Dat is op zich begrijpelijk omdat het inwendig inspecteren van de componenten van een afleverset op slijtage en dergelijke niet mogelijk dan wel niet doelmatig en efficiënt is. Woningcorporaties, VVE's en zelfs warmtebedrijven hanteren, waarschijnlijk om die reden, geen preventief onderhoudsconcept.

De markt van afleversets is geen open markt met veel aanbieders en vragers. De grote warmtebedrijven dicteren de markt middels de aanbestedingen waarbij de aanbieders volgen. Ondanks het feit dat, vanwege de manier waarop de markt is georganiseerd, er een remmend effect is ontstaan op innovaties zijn er toch interessante ontwikkelingen op het gebied van afleversets. Hieronder volgt een niet limitatieve opsomming van de ontwikkelingen die gedurende het onderzoek naar voren zijn gekomen:

- Scheiding tussen binneninstallatie en warmtedistributiesysteem;
- Beveiliging tegen lekkages;
- Afleversets voor laag temperatuur (LT) distributienetten;
- Combinatie met warmtepompen;
- Retourtemperatuur begrenzing.

Inhoud

Samenvatting.....	3
1 Inleiding.....	7
2 Wat is een afleverset?.....	8
2.1 Componenten en functie.....	8
2.2 Definitie.....	11
2.3 Functionele beschrijving.....	13
2.4 Leveranciers en fabrikanten.....	14
3 Wetgeving en normen.....	15
3.1 Nationale wetgeving en normen.....	15
3.1.1 NEN 1006: Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties.....	16
3.1.2 NEN 2768: Meterruimten en bijbehorende voorzieningen in een woonfunctie.....	16
3.1.3 Warmtewet.....	17
3.2 Internationale normen en richtlijnen.....	17
3.3 Buitenlandse normen en richtlijnen.....	18
4 Marktbeschrijving.....	19
4.1 Vraagzijde van de markt.....	19
4.2 Aanbodzijde van de markt.....	20
5 Onderhoud.....	21
5.1 Correctief en preventief onderhoud.....	21
5.2 Storingsmechanismen.....	21
6 Ontwikkelingen en innovaties.....	22

1 Inleiding

In opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) heeft DHC Holland studie gedaan naar afleversets voor warmtelevering. Aanleiding van dit onderzoek is de wens van RVO om een overzicht te verkrijgen van de in Nederland gebruikte afleversets voor warmtelevering en wat hun rol is.

Sinds 1 januari 2014 hebben alle partijen betrokken bij de levering, distributie en afname van warmte te maken met de Warmtewet. De Warmtewet is een energiewet en regelt vergelijkbaar met de Gas- en Elektriciteitswet de levering van warmte aan eindgebruikers (consumenten).

Artikel 8 van de Warmtewet verwijst naar de afleverset. Alhoewel in de wetstekst “warmtewisselaar” wordt vermeld geeft de Minister van Economische Zaken in de Kamerbrief van 7 juli 2014 aan dat met de term warmtewisselaar in de wet feitelijk een afleverset wordt bedoeld. In de praktijk blijkt er veel diversiteit in afleversets en hun functie. Het is daarom niet verwonderlijk dat er onduidelijkheid over bestaat.

Een deel van de informatie over afleversets is algemeen beschikbaar in literatuur en op internet. Deze informatie hebben we in eerste instantie verzameld. Naast deze algemeen beschikbare informatie hebben we vertegenwoordigers van warmtebedrijven en leveranciers geïnterviewd alsmede drie ter zake kundige personen uit respectievelijk Zweden, Denemarken en Duitsland.

Ten aanzien van de warmtebedrijven hebben we van de volgende partijen informatie verwerkt in deze studie:

- Nuon Warmte
- Eneco Warmte en Koude
- Stadsverwarming Purmerend

Doel hiervan is om inzicht te krijgen in toepassingen, ervaringen in exploitatie, kwaliteitseisen, ontwikkelingen en innovaties en marktmechanismen.

Ten aanzien van de leveranciers en producenten van afleversets hebben we van de volgende partijen informatie verwerkt in deze studie:

- Danfoss B.V. en Fortes Import B.V. te Houten
- Ferroli Nederland te Breda
- NIBE Energietechniek B.V. te Oosterhout
- HSF B.V. te Duiven

Doel hiervan is om inzicht te krijgen in de door hen gehanteerde normen en kwaliteitseisen, ontwikkelingen en innovaties en marktmechanismen. De keuze voor deze partijen is willekeurig. Er is geen specifieke reden waarom informatie van andere partijen niet is verwerkt. Het is niet te verwachten dat informatie van andere partijen zou leiden tot andere inzichten.

Dit rapport bevat de resultaten van het onderzoek. Om te beginnen wordt in Hoofdstuk 2 beschreven wat een afleverset is en wordt een algemene definitie gegeven voor een afleverset. Hoofdstuk 3 gaat in op de direct en indirect algemeen geldende normen voor afleversets in binnen- en buitenland. In Hoofdstuk 4 wordt een beschrijving gegeven van de marktwerkingen zowel vanuit het oogpunt van de afnemer als het oogpunt van de leverancier. Hoofdstuk 5 geeft een beschrijving van de factoren die een rol spelen bij het onderhoud en tot slot beschrijft Hoofdstuk 6 ontwikkelingen en innovaties.

Vanwege het beschrijvende karakter van het onderzoek is er geen hoofdstuk met conclusies bijgevoegd.

2 Wat is een afleverset?

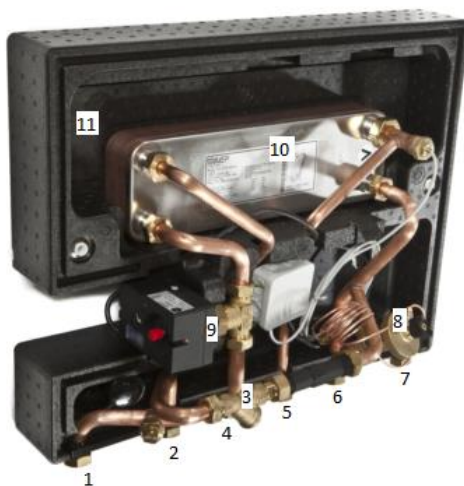
Een afleverset voor warmtelevering wordt toegepast om een binneninstallatie die op een warmtedistributienet is aangesloten te voorzien van warm water ten behoeve van de centrale verwarmingsinstallatie (ruimteverwarming) en/of het verwarmen van drinkwater (warm tapwater). Ten aanzien hiervan zijn twee opmerkingen op hun plaats. Ten eerste worden afleversets niet alleen toegepast bij stadsverwarmingsnetten van de warmtebedrijven maar ook bij de warmtedistributie in bijvoorbeeld appartement complexen, de zogenoemde blokverwarming, of soortgelijke systemen. Dit heeft verder geen gevolgen voor de toepassing en functionaliteit van een afleverset. In dit rapport spreken we daarom in algemene zin van warmtedistributienetten en warmteleveranciers. Ten tweede kunnen distributienetten ontworpen worden om te functioneren zonder afleverset. De binneninstallatie zit dan rechtstreeks gekoppeld aan de distributieleidingen en voor de warm tapwater bereiding wordt dan een andere toepassing gebruikt. In het centrum van Utrecht (Eneco) zijn bijvoorbeeld sommige panden nog steeds op die manier gekoppeld aan het distributienet. Er is dan balans gezocht in de te gebruiken temperaturen en drukken. Het risico dat die balans wordt verstoord door systeemaanpassingen of anderszins is echter groot. Door gebruik te maken van afleverset worden die risico's sterk verminderd dan wel geëlimineerd.

Een afleverset kent diverse verschijningsvormen aangezien dit afhankelijk is van de gewenste toepassing en de specificaties van zowel het distributienet als de binneninstallatie. Om die reden circuleren er ook verschillende definities.

In dit hoofdstuk wordt in eerste instantie een beschrijving gegeven van de componenten en toepassingen. Ten tweede wordt er een generieke definitie gegeven van een afleverset. Tot slot wordt een, niet limitatief, overzicht gegeven van de afleversets die in Nederland beschikbaar zijn.

2.1 Componenten en functie

Een afleverset voor warmtelevering wordt toegepast om een binneninstallatie die op een warmtedistributienet is aangesloten te voorzien van warm water ten behoeve van de centrale verwarmingsinstallatie (ruimteverwarming) en/of het verwarmen van drinkwater (warm tapwater). Er is er voor gekozen om de componenten en de toepassing van die componenten te beschrijven aan de hand van een moderne afleverset die wordt toegepast voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater. Niet elke afleverset heeft deze beide functionaliteiten. Er zijn ook afleversets die alleen worden gebruikt voor ruimteverwarming of alleen voor warm tapwater. Deze beschikken dan ook niet over alle beschreven componenten maar wel een deel daarvan. In Figuur 1 wordt het voorbeeld weergegeven van een afleverset voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater middels het type Ecologic van de leverancier HSF.



Figuur 1: Voorbeeld van afleverset (Bron: HSF)

1. Retour warmtedistributienet:
Aansluiting voor het (distributie)water dat retour stroomt naar de warmtebron (centrale of warmteoverdrachtstation). Dit water heeft energie afgestaan aan de cv-installatie of de warmtewisselaar voor warm tapwater en is daarom afgekoeld t.o.v. de aanvoer. Zoals later zal worden uitgelegd is voldoende uitkoeling (dus een lage temperatuur van het retour water) van belang voor de efficiëntie van het warmtedistributiesysteem.
2. Aanvoer warmtedistributienet:
Aansluiting voor het hete (distributie)water en de energiebron voor de warmtebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater.
3. Filter:
Een filter vlak na de aanvoer warmtedistributienet om te voorkomen dat vervuiling uit het distributienet in de afleverset en binneninstallatie komt. Voor zover bekend worden geen filters in de retour toegepast waardoor er wel vervuiling van de binneninstallatie in het warmtedistributienet kan komen. Er is een geval bekend waarbij onderzoek van TNO heeft uitgewezen dat dit tot galvanische corrosie heeft geleid in ondergrondse distributieleidingen.
4. Aansluitleiding koud leidingwater:
Dit leidingwater zal worden gebruikt voor de warm water tappunten (zie item 5).
5. Aansluitleiding warm tapwater:
Dit is het leidingwater dat via de aansluitleiding koud leidingwater (item 4) in de warmtewisselaar is opgewarmd ten behoeve van de tappunten waar heet water is gewenst, zoals douches, wasbakken etc.
6. Aanvoer naar cv-installatie:
Aansluitpunt voor de aanvoerleiding richting de cv-installatie. Bij dit type afleverset wordt het distributiewater rechtsreeks doorgezet naar de cv-installatie voor ruimteverwarming (radiatoren, convectoren, vloerverwarming etc.). Sommige afleversets zijn voorzien van een (extra) warmtewisselaar om een fysieke scheiding aan te brengen tussen het distributiewater en het water van de cv-installatie. Er is dan wel een extra pomp en expansievat nodig in de binneninstallatie ten behoeve van de circulatie van het water en een goede regeling om voor voldoende uitkoeling te zorgen.
7. Retour van cv-installatie:
Aansluitpunt voor de leiding waardoor het water terug komt van de cv-installatie.
8. Drukverschilregelklep:
Dit component zorgt voor een drukverschil tussen de aanvoer (item 6) en retour (item 7) van de cv-installatie waardoor er water kan circuleren. Dit heeft dezelfde functionaliteit als een pomp. Het type drukverschilklep bepaalt de hoogte van het drukverschil dat beschikbaar is voor de cv-installatie. Bij het ontwerp én het installeren van de cv-installatie moet hier rekening mee worden gehouden. Pompen van gasgestookte cv-ketels hebben vaak een overcapaciteit waardoor een extra hydraulische weerstand in de cv-installatie niet tot prestatieproblemen leidt maar bij warmtedistributie wel. Dit is een aandachtspunt voor installatiebedrijven.
9. Regelklep warm tapwater (elektronisch):
Dit component heeft twee functies:
 - a. Capaciteitsregeling:
De warmtewisselaar verwarmt het drinkwater ten behoeve van warm tapwater. Dat betekent dat na het openen van een warm tappunt (bijv. douche) er water gaat stromen door de drinkwaterzijde van de warmtewisselaar (10). Aan de andere zijde van de warmtewisselaar moet er voldoende distributiewater stromen om het warm tapwater op de juiste temperatuur te brengen maar ook niet te veel omdat anders de temperatuur van het water dat retour gaat naar het warmtedistributienet te hoog is. Zoals later zal worden uitgelegd, is voldoende uitkoeling (dus een lage

temperatuur van het retour water) van belang voor de efficiëntie van het warmtedistributiesysteem. De regelklep bij dit voorbeeld is een elektronische uitvoering maar er zijn ook mechanische varianten.

b. Warm houden van warmtewisselaar en distributieleidingen:

Deze functie moet de minimale circulatie bij sommige warmtenetten in stand houden om te voorkomen dat de warmtewisselaar (item 10) en de aanvoerleidingen van het warmtedistributienet te sterk afkoelen. Als er geen circulatie is, vindt er namelijk geen aanvoer van warm distributiewater plaats. Dit kan leiden tot klachten dat het (te) lang duurt voordat er warm water uit een tappunt komt ook al verhoogt een warmteleverancier de temperaturen en de drukken in het netwerk. Dit verschijnsel doet zich vooral voor bij een lage warmtevraag zoals in de zomermaanden. Andere warmtenetten voorzien in deze functionaliteit door bypasses in het systeem te plaatsen tussen aanvoer en retour maar dat gaat ten koste van de efficiëntie van het warmtedistributiesysteem (zie Paragraaf 2.3).

10. Warmtewisselaar warm tapwater:

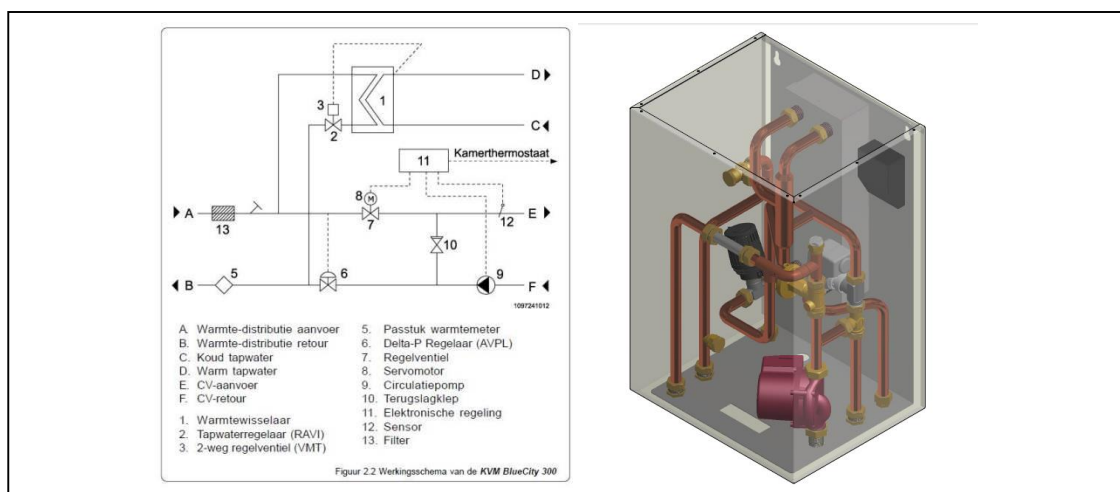
De warmtewisselaar is een fysieke scheiding tussen het distributiewater en het drinkwater ten behoeve van warm tapwater. Er kan wel overdracht plaats vinden van energie (warmte) waardoor het distributiewater afkoelt en het drinkwater wordt verwarmd. Het totale oppervlak van de scheiding tussen die twee is een maat voor de capaciteit van de warmtewisselaar. Deze capaciteit wordt uitgedrukt in CW-klasse (Comfort Warm Water) conform het gaskeur¹ dat is ontwikkeld voor gasgestookte cv-ketels.

11. Warmte-isolerende omkasting:

Bij een meterkastontwerp moet rekening gehouden worden met voldoende ventilatie om de warmte af te voeren die diverse componenten in de meterkast produceren. De totale warmteproductie van alle componenten in de meterkast mogen niet hoger zijn dan 100 Wth. Om de bijdrage van een afleverset aan de totale warmteproductie in de meterkast te beperken past men warmte-isolerende omkastingen toe.

12. Positie ten behoeve van warmtemeter:

Een warmtemeter voegt niets toe aan de functionaliteit van een afleverset. Toch is het logisch om de warmtemeter in een afleverset te integreren omdat zowel afleverset als warmtemeter vaak in eigendom zijn van één en dezelfde partij, de warmteleverancier. Aangezien dit vaak een eis was bij aanbestedingen door grote warmtebedrijven bieden veel leveranciers deze mogelijkheid standaard aan.



Figuur 2: Voorbeeld van afleverset inclusief P&ID (Bron: Ferroli)

¹ <http://kenniscentrum.gasned.nl/cw-klasse-cv-ketel/>

In Figuur 2 is aan ander voorbeeld gegeven, een afleverset van het type KVM BlueCity 300 inclusief het technisch schema (P&ID).

Aanvullend op bovenstaande beschrijving plaatsen we de volgende drie opmerkingen. Op de eerste plaats is de wijze waarop de componenten worden geassembleerd bepalend voor de vorm van de afleverset. Warmtebedrijven hebben eind jaren negentig het initiatief genomen om de uitwisselbaarheid van afleverset te vergroten door een standaard te ontwikkelen voor de positie van aansluitleidingen middels het voorschrijven van een beugel. Via aanbestedingen werden en worden leveranciers op die manier gedwongen om een standaard te ontwikkelen. Niet alle leveranciers hebben deze keuze gemaakt waardoor er nog steeds diverse verschijningsvormen in de markt voorhanden zijn.

De tweede opmerking heeft betrekking op de comfortregeling van de binneninstallatie. Deze kan over het algemeen worden bediend door warmteverbruikers middels een kamerthermostaat of thermostaatkranen op radiatoren. Beide regelingen bepalen of er warm water door de cv-installatie moet circuleren. De kamerthermostaat stuurt hiertoe een servomotor aan ten behoeve van een mechanisch ventiel met de standen open en dicht, de cv-klep genoemd. De cv-klep kan worden geïntegreerd in de afleverset maar de aansturing, de thermostaat, hangt altijd op een goed bereikbare plek. Om die reden wordt de comfortregeling (combinatie van thermostaat en cv-klep) beschouwd als onderdeel van de binneninstallatie en niet als onderdeel van de afleverset.

Tot slot willen we nogmaals benadrukken dat niet iedere afleverset al deze componenten bevat. Aangezien er vele varianten zijn, hebben we een zo algemeen mogelijk ontwerp gekozen. Als de afleverset alleen wordt toegepast voor ruimteverwarming bestaat de afleverset in ieder geval uit de componenten 1, 2, 6 en 7, vrijwel altijd samen met componenten 3 en 8 en optioneel met de componenten 11 en 12. Als de afleverset alleen wordt toegepast voor warm tapwater bestaat de afleverset in ieder geval uit de componenten 1, 2, 4, 5, 9 en 10, vrijwel altijd samen met component 3 en optioneel met de componenten 11 en 12.

2.2 Definitie

In deze paragraaf willen we toewerken naar een generieke definitie voor een warmte afleverset. Er worden in de branche (en daarbuiten) diverse definities gebruikt. Dit heeft geleid, en leidt nog steeds, tot veel verwarring. Hieronder beschouwen we drie definities die uiteindelijk leiden tot wat kan worden beschouwd als algemene definitie.

Op de eerste plaats wordt in de Warmtewet (artikel 8) gesproken over een “warmtewisselaar” terwijl afleverset wordt bedoeld. In een Kamerbrief² van 7 juli 2014 over vragen ten aanzien van de toepassing van de warmtewet en warmteregeling geeft de Minister van Economische zaken hier een nadere toelichting op. De wetgever heeft met de term warmtewisselaar in de wet feitelijk een afleverset (een warmtewisselaar inclusief buizen en aanvullende onderdelen) bedoeld, maar zonder de eventuele meter die hieraan gekoppeld kan worden.

Op de website³ van de Autoriteit Consument en Markt (ACM) staat een meer uitgebreide maar soortgelijke definitie bij de Q&A onder de kop “*Wat is een afleverset en mogen deze kosten in rekening worden gebracht*”:

² <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2014/07/07/kamerbrief-over-vragen-toepassing-warmtewet-en-warmteregeling/kamerbrief-over-vragen-toepassing-warmtewet-en-warmteregeling.pdf>

³ <https://www.acm.nl/nl/onderwerpen/energie/warmte/warmtetarieven/>

“Met een warmtewisselaar heeft de wetgever feitelijk een afleverset (met bijbehorende materialen voor installatie) bedoeld, maar dan zonder de eventuele meter die hieraan gekoppeld kan worden. In de praktijk zijn diverse afleversets in omloop die ook verschillende functies hebben. Echter alle afleversets hebben in de eerste plaats de functie om ruimteverwarming en/of warm tapwater af te leveren bij de gebruiker. Er zijn bijvoorbeeld ook afleversets zonder het technische onderdeel warmtewisselaar. Hiermee wordt dan alleen ruimteverwarming afgeleverd bij de gebruiker.”

Tot slot een derde definitie die een afleverset voor warmtelevering omschrijft, en gebruikelijk in de branche. Dit betreft de definitie in de VeWa 2009 (Veiligheidsvoorschrift warmte voor de energiebedrijven). Deze luidt: *“Een op een midden-temperatuur-systeem (MT-systeem⁴) aangesloten installatie voor de overdracht (aflevering) aan een warmteverbruiker met een aansluitwaarde $Q_n < 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ (nominale flow). Deze set omvat apparatuur voor druk- en/of temperatuurregeling en energiemeting, alsmede de behuizing waarin deze installatie is ondergebracht.”*

Als de nominale flow groter is dan $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ spreekt men in de VeWa 2009 van een afleverstation. Deze worden gebruikt bij enkelvoudige grootverbruikers of collectieve voorzieningen zoals blokverwarming in appartement complexen, al dan niet in combinatie met individuele afleversets. In de Kamerbrief van 7 juli 2014 wordt hier tevens naar verwezen met de term “centrale afleverset”. Dergelijke centrale afleversets (of afleverstations) worden vaak op locatie geassembleerd uit losse (zware) onderdelen. Reden hiervoor is simpelweg dat losse onderdelen beter hanteerbaar zijn dan een compleet vooraf geassembleerde set. Ook zijn ze in de praktijk meestal niet direct voorzien van de voorzieningen voor warm tapwater zoals bij afleversets. In alle gevallen is en blijft de gewenste toepassing afhankelijk van de temperaturen en drukken die aan de ene kant het distributienet kan leveren en aan de andere kant de binneninstallatie vereist.

De definitie van afleverset in de VeWa 2009 laat in het midden wat de “overdracht (aflevering)” inhoudt maar hiermee wordt energie bedoeld. Deze energie wordt gebruikt voor het verwarmen van het aangesloten pand en/of het verwarmen van het leidingwater ten behoeve het warm tapwater. Het vermogen (hoeveelheid energie per seconde) dat kan worden overgedragen met een afleverset, is met deze definitie afhankelijk van het temperatuurregime van het distributienet en varieert bij de gebruikelijke temperatuurregimes van 34,0 kWth (90°C aanvoer en 70°C retour) tot 68,2 kWth (90°C aanvoer en 50°C retour).

Op basis van bovenstaande is de volgende definitie van een warmte afleverset als algemeen te beschouwen: *“Een warmte afleverset vormt de verbinding tussen het warmtedistributienet van een warmteleverancier en de binneninstallatie van een warmteverbruiker. Het is een installatie voor de overdracht van energie aan een warmteverbruiker met behulp van heet water van maximaal 100°C en een maximale flow van $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ voor het verwarmen van de cv-installatie en/of voor het verwarmen van tapwater. Deze set omvat apparatuur voor druk- en/of temperatuurregeling en de behuizing waarin deze installatie is ondergebracht.”*

Deze definitie laat in het midden of er ook een warmtewisselaar in de afleverset aanwezig is. Tevens is in vergelijking met de definitie in de VeWa 2009 het element “apparatuur voor de energiemeting” achterwege gelaten, conform de definitie van de ACM. Weliswaar is de warmtemeter veelal geïntegreerd in de afleverset maar voegt niets toe aan de functionaliteit daarvan. Deze situatie is historisch ontstaan omdat bij de grote warmtebedrijven zowel de afleverset als de warmtemeter in eigendom zijn.

⁴ Een distributiesysteem met een bedrijfstemperatuur kleiner dan 100°C

2.3 Functionele beschrijving

Van oorsprong zijn afleversets geen producten die men geassembleerd als set kan aanschaffen. De componenten werden tot halverwege de jaren tachtig meestal ter plekke gemonteerd of in sommige gevallen werden binneninstallaties rechtstreeks aangesloten op het warmtenet. Met de aanbestedingen van de grote warmtebedrijven kwam er eind jaren negentig een grootschalige verandering in de wijze waarop afleverset werden geassembleerd.

Er zijn globaal genomen twee redenen om een afleverset, of componenten met dezelfde functionaliteit, te plaatsen tussen distributienet en binneninstallatie

1. Het verschil tussen de specificaties van het distributienet en de specificaties van de binneninstallatie van een pand.
2. Het verwarmen van het leidingwater ten behoeve van de warme kraan (warm tapwater).

De specificaties zoals bedoeld onder 1. zijn de volgende:

a. Druk:

Over het algemeen wordt de druk in een collectief systeem bepaald door pompen in de centrales en/of pompen in regel- en warmteoverdrachtstations. Deze druk is vaak hoger dan waar de componenten in binneninstallaties geschikt voor zijn. Met drukregelventielen kan de druk verderop in het systeem naar het gewenste niveau gebracht worden. In sommige afleversets is voor dezelfde functie ook een dergelijk drukventiel geplaatst.

b. Drukverschil:

Met de hierboven genoemde pompen wordt een drukverschil gecreëerd tussen de aanvoerleiding van het systeem en de retourleiding. Door dit drukverschil kan het water circuleren en de energie transporteren naar de verbruikers. Het drukverschil neemt vanwege de wrijving in leidingen en appendages af naarmate men verder in het systeem komt. Om te zorgen dat elke aansluiting beschikt over een zelfde drukverschil over de binneninstallatie worden drukverschilregelkleppen geplaatst in afleversets (zie Figuur 1, item 8). Als dat niet gebeurt ontstaat er een hoger drukverschil bij een binneninstallatie vlak bij de centrale (installatie A) in vergelijking met een binneninstallatie ver weg bij de centrale (Installatie B)⁵. Dit heeft twee ongewenste effecten:

- i. Per tijdseenheid zal er meer water door de installatie A stromen. Door deze hoge stroomsnelheden treedt in installatie A meer slijtage op en is er een grotere kans op geluidsklachten.
- ii. Het water krijgt minder tijd om energie (warmte) af te staan aan het pand waardoor de retourtemperatuur hoger zal zijn. Dit betekent:
 - Meer warmteverliezen in het distributienet;
 - Meer pompenergie;
 - Lager rendement van de centrale⁶.

c. Aanvoertemperatuur:

De maximale aanvoertemperatuur wordt bepaald door de centrale warmtebron en/of een warmteoverdrachtstation. Als de gewenste temperatuur van de binneninstallatie lager is dan de temperatuur van het collectieve systeem kan de temperatuur worden verlaagd middels een scheidingswarmtewisselaar of een menginjectieregeling in de afleverset. In geval van een afleverset met menginjectie wordt een deel van het retourwater geïnjecteerd in de aanvoer.

d. Retourtemperatuur:

Dat is de temperatuur waarmee het water de binneninstallatie verlaat. Het verschil tussen de

⁵ Uiteraard kan het ontwerp van het warmtenetwerk dit voorkomen maar vraagt gedurende de levenscyclus van het warmtenet een strikte handhaving. In de praktijk is dat nagenoeg onmogelijk gebleken.

⁶ In geval van rookgascondensatie

aanvoer- en retourtemperatuur is een maat voor de hoeveelheid energie die is afgestaan. Voor het optimaal functioneren van een distributienet en de bijbehorende warmtebron is een lage retourtemperatuur essentieel. Een maatregel die vaak binnen de installatiebranche of bij opdrachtgevers wordt onderschat is het belang van goed waterzijdig inregelen van de binneninstallatie. Dit kan bovendien een besparing opleveren in het energieverbruik bij aangesloten warmteverbruikers. Soms wordt ook hier gekozen voor een afleverset met menginjectieregeling. Daarmee is een lage retourtemperatuur zeker gesteld maar is nog geen maat voor het correct ingeregeld zijn van de binneninstallatie.

2.4 Leveranciers en fabrikanten

De warmteleverancier bepaalt middels de aansluitvoorwaarden wat de specificaties zijn waar de afleverset aan moet voldoen. De componenten die de functionaliteit bepalen van een afleverset zijn vervolgens op locatie te assembleren. Het is dus mogelijk dat de afleverset bestaat uit losse componenten, een situatie die vroeger veel werd toegepast. Door het aanbod van producten die men geassembleerd als set kan aanschaffen komt die situatie steeds minder voor.

Om een beeld te krijgen van de aanbieders van afleverset op de Nederlandse markt volgt hier een, niet limitatieve, opsomming van de belangrijkste aanbieders:

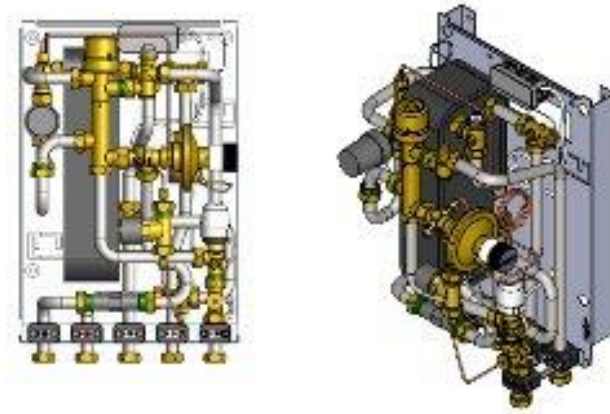
- HSF of VSH (EcoLogic, EcoMechanic, EcoDirect, EcoiAdvance *Figuur 1*)
- Ferolli (fabrikaat KVM, BlueCity serie *Figuur 2*)
- Caleffi (SATK-serie zie *Figuur 3*)
- Danfoss (AGH warmteunits: Northrop, Northrop small, Centronic, Orion en Vitron, *Figuur 4*)
- Nathan Import/Export (fabrikaat Delta SystemTechnik: Waal en Maas series, *Figuur 5*)
- Nibe (Viking serie, *Figuur 6*)



Figuur 3: Caleffi SATK40 (Bron: Caleffi)



Figuur 4: AGH Northrop (Bron: Danfoss)



Figuur 5: Waal Compact 2.0 (Bron: Nathan)



Figuur 6: Nibe Viking (Bron: Nibe)

3 Wetgeving en normen

In het belang van veiligheid en leveringszekerheid bieden wetgeving en normen houvast. In dit hoofdstuk wordt in eerste instantie ingegaan op situatie in Nederland maar daarnaast wordt ook gekeken naar de omringende landen waar collectieve warmtelevering een prominente rol speelt in de energievoorziening, Zweden, Denemarken en Duitsland.

3.1 Nationale wetgeving en normen

Voor zover bekend zijn er in Nederland geen algemene wetgeving en normen die direct richtlijnen geven voor afleversets. Wel zijn er een aantal normen die indirect zijn gerelateerd aan de functionaliteit en het ontwerp van afleversets. Dit betreft:

- [NEN 1006 "Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties \(AVWI-2002\)"](#)
- [NEN 2768, uitgave december 2005](#)

Deze normen worden uitgegeven door het Nederlands Normalisatie-instituut (NEN). Daarnaast wordt in de Warmtewet gesproken over het eigendom van de afleverset. Tot slot zijn er een aantal warmtebedrijven die, in samenwerking met KIWA, een bedrijfsrichtlijn (BRL) hebben ontwikkeld voor de beoordeling van prestaties van afleversets. Deze laatste zijn in ontwikkeling en worden naar alle waarschijnlijkheid toegepast bij lopende en toekomstige aanbestedingen.

3.1.1 NEN 1006: Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties

Overeenkomstig het Bouwbesluit, het Drinkwaterbesluit en de aansluitvoorwaarden van de drinkwaterbedrijven in Nederland moeten drinkwaterinstallaties voldoen aan NEN 1006. Deze norm verenigt de bepalingen die zijn vermeld in het Drinkwaterbesluit en het Bouwbesluit. Indien de warmte afleverset is voorzien van een warmtewisselaar voor de warm tapwaterbereiding staat daarover het volgende in NEN 1006 vermeld:

- De temperatuur aan de tappunten in een woninginstallatie zonder circulatie moet ten minste 55 °C kunnen bereiken.
- De temperatuur aan de tappunten in een woninginstallatie met circulatie en in een collectief warm water leidingnet moet ten minste 60 °C kunnen bereiken.
- Bij warmtapwatervoorzieningen en warmtapwaterinstallaties met circulatie moet de temperatuur van het water in de retourleiding(en) ten minste 60 °C kunnen bereiken.

De voornaamste reden voor bovenstaande temperaturen is het voorkomen van de vorming van de legionellabacterie (*Legionella pneumophila*). Deze bacterie is de voornaamste veroorzaker van legionellose, waarvan de gevaarlijke veteranenziekte en legionellagriep de meest voorkomende varianten zijn.

In de praktijk wordt vaak verwezen naar Waterwerkbladen. Waterwerkbladen vormen een praktische uitwerking van NEN 1006 en geven aan hoe kan worden voldaan aan de wetgeving (Drinkwaterwet, Drinkwaterbesluit en NEN 1006). De Waterwerkbladen worden in overleg met alle belanghebbende partijen opgesteld. Om tot een goede harmonisatie in de uitvoering van de drinkwaterinstallatie te komen, wordt in de Waterwerkbladen een nadere uitwerking gegeven van wat in de norm in algemene zin wordt gesteld. In de Waterwerkbladen zijn zowel bepalingen als richtlijnen opgenomen.

Conform de Waterwerkbladen geldt het volgende voor de warm tapwaterbereiding in afleversets:

- De afleverset mag zijn uitgevoerd met een enkele scheidingswand, mits:
 - Het nominaal vermogen van de afleverset kleiner of gelijk is aan 45 kWth;
 - De warmtewisselaar voldoet aan de eisen zoals gesteld in de Kiwa [BRL-K656](#) (productcertificaat voor warmtewisselaars bestemd voor het indirect verwarmen van drinkwater);
 - Voor het water in het distributienetwerk het Kiwa-Attest op toxicologische aspecten ([Kiwa ATA](#)) is afgegeven. Er mogen dus geen andere chemicaliën of stoffen aan worden toegevoegd.

Indien niet of niet geheel aan het bovenstaande wordt voldaan, moet een warmtewisselaar met een dubbele scheidingswand worden toegepast. In de meeste distributienetten wordt het distributiewater geconditioneerd door chemicaliën toe te voegen. De eisen die over het algemeen aan de waterkwaliteit voor gesloten systemen worden gesteld zijn: lage geleidbaarheid, geen hardheid, een pH-waarde van 9,5 - 10, het voorkomen en verwijderen van vervuiling door corrosie en slib, lage chloride-, ammonia(-k)-, sulfaatgehaltes en nitraatgehaltes. Dit maakt het vrijwel onmogelijk om een Kiwa-Attest op toxicologische aspecten te verkrijgen zonder in te boeten op de waterkwaliteit van het systeem.

3.1.2 NEN 2768: Meterruimten en bijbehorende voorzieningen in een woonfunctie

In NEN 2768 worden onder andere de volgende zaken voorgeschreven:

- Afmetingen van de meterkast,
- Positie van de warmte afleversetpositie (in geval van een warmteaansluiting)
- Positie van overige voorzieningen
- Positie van leidingdoorvoeringen
- Eisen m.b.t. ventilatie in combinatie met opwarming

De eisen vanuit NEN 2768 in combinatie met het Bouwbesluit worden door een overlegstructuur, Interprovinciale Werkgroep Uniformering Normmeterruimte (IWUN), verwerkt tot compacte richtlijnen. In geval van warmte zijn dat:

- Richtlijn voor meterruimten in laagbouwoningen met een warmteaansluiting
- Richtlijn voor meterruimten in hoogbouwoningen met een warmteaansluiting

Voor het ontwerp en plaatsen van de afleverset is het volgende van belang. Zowel de apparatuur voor warmtedistributie als de aansluitleidingen moeten zodanig zijn geïsoleerd, dat de totale warmteafgifte in combinatie met overige warmteproducerende apparatuur in de meterkast niet meer bedraagt dan 100 Wth. Uit een testrapport van de afleverset type AGH Northrop 08-MA-20 unit, uitgevoerd door KIWA⁷, blijken de stilstandsverliezen voor deze afleverset 28,9 Wth te bedragen. Deze afleverset is voorzien van een warmte-isolerende behuizing waardoor de bijdrage aan de totale warmteafgifte in de meterkast minder is dan afleversets zonder een dergelijke behuizing.

De genoemde eis is van belang voor de veiligheid van het drinkwater (Legionella). De eisen aan de stilstandsverliezen van de afleverset in combinatie met overige warmteproducerende apparatuur en de ventilatieopeningen moeten er voor zorgen dat de temperatuurverhoging ter hoogte van de watermeter maximaal ca. 1 °C bedraagt.

3.1.3 Warmtewet

In de Warmtewet verwijst artikel 8 naar de afleverset. Alhoewel in de wetstekst warmtewisselaar wordt vermeld geeft de Minister van Economische Zaken in de Kamerbrief van 7 juli 2014 aan dat met de term warmtewisselaar in de wet feitelijk een afleverset wordt bedoeld.

De relevante tekst in artikel 8 is:

“1. Een leverancier heeft tot taak er zorg voor te dragen dat binnen een redelijke termijn en tegen redelijke tarieven en voorwaarden aan verbruikers een warmtewisselaar ter beschikking wordt gesteld door middel van verhuur wanneer:

- a. een bestaande warmtewisselaar dient te worden vervangen;*
- b. een nieuwe warmtewisselaar wordt geïnstalleerd in een nieuw gebouw*

.....

7. Het is anderen dan de desbetreffende leverancier verboden een taak uit te voeren als bedoeld in het eerste en tweede lid.”

Hiermee wordt bewust de warmteleverancier monopolist op het gebied de afleverset. Dit deel is aan de wet toegevoegd middels een amendement dat op 28 januari 2013 is ingediend door twee kamerleden. De voornaamste reden betrof het oogpunt veiligheid. Naast veiligheid heeft de situatie die artikel 8 beoogt ook een positief effect op leveringszekerheid en duurzaamheid.

Een negatief effect betreft de lokale markt voor installatiebedrijven. Met name in gebieden waar afleversets in particulier bezit zijn gaan installatiebedrijven de inkomsten missen voor vervangingswerkzaamheden en servicecontracten als warmteleveranciers besluiten dat in eigen beheer te gaan uitvoeren.

3.2 Internationale normen en richtlijnen

In Europees verband is de enige bekende publicatie in dit verband van de hand van de organisatie Euroheat & Power. Dit is een Europees samenwerkingsverband dat de stadsverwarming en –koeling alsmede de WKK (warmtekrachtkoppeling) sector vertegenwoordigd. De betreffende publicatie uit

⁷ In opdracht van Stadsverwarming Purmerend

2008, “Guidelines for District Heating Substations”⁸, geeft een uitgebreid inzicht in technische eisen en randvoorwaarden die gesteld kunnen worden en houdt daarbij rekening met regionale verschillen.

Bij Euroheat & Power was na publicatie een sterke behoefte ontstaan om dit document te voorzien van een officiële status. Het bleek echter niet mogelijk om een Europese Norm (ES, European Standard) te ontwikkelen. Er is niet alleen op internationaal niveau te veel diversiteit in technieken en overige richtlijnen maar zelfs ook op regionaal of lokaal niveau. Men heeft om die reden gekozen voor een CEN Workshop Agreement (CWA). Dit is een document dat wordt samengesteld en bekrachtigd in een CEN Workshop. Een dergelijke workshop is voor iedere belanghebbende toegankelijk. Het heeft echter geen formele status zoals een ES.

Voor afleversets is momenteel een werkgroep bezig met CEN Workshop ‘Eco-efficient Substations’ (CEWN/WS 73). De kick-off meeting was op 11 september 2013 en het is de intentie om de CWA te ontwikkelen met een doorlooptijd van 19 maanden. De deelnemers aan de CEN Workshop komen uit de Scandinavische landen, Slovenië, en Polen. Voor zover bekend zijn er geen Nederlandse participanten.

3.3 Buitenlandse normen en richtlijnen

Om een beeld te krijgen van de normen en richtlijnen zoals die gelden in andere Europese landen hebben we vertegenwoordigers in Duitsland, Zweden en Denemarken geïnterviewd:

- S. Hay (R&D AGFW, Duitsland)
- G. Nilsson (Göteborg Energi AB en voorzitter CEN Workshop ‘Eco-efficient Substations’, Zweden)
- E.J. Thorsen (DEN Application Centre & HEX Research Danfoss A/S, Denemarken)

Van de drie landen die we hebben betrokken in ons onderzoek hebben Zweden en Duitsland een nationale richtlijn.

In Zweden betreft dat “Technical Regulations for District Heating Substations (F101), 2008”⁹. Deze richtlijn wordt gepubliceerd door The Swedish District Heating Association. Hierin staan algemeen geldende eisen voor ontwerp, installatie en gebruik van afleversets en afleverstations. In februari 2014 is deze richtlijn herzien maar daar is op het moment van schrijven alleen een versie van beschikbaar in het Zweeds.

In Duitsland heeft de organisatie AGFW diverse normen gepubliceerd betreffende afleversets. De AGFW is een beroepsorganisatie voor warmte, koude en warmtekrachtkoppeling die zich o.a. zeer sterk heeft ontwikkeld in het geven van toonaangevende richtlijnen en voorschriften die zelfs internationaal worden gebruikt. In Nederland gebeurt dat bijvoorbeeld bij Ennatuurlijk. De normen en richtlijnen ten aanzien van afleversets op het gebied van ontwerp, installatie en veiligheid zijn te vinden in de “AGFW Regelwerk Bereik 5”¹⁰.

Denemarken heeft een vergelijkbare situatie met Nederland. Zij verwijzen vooral naar de technische voorwaarden die de afzonderlijke warmtebedrijven hebben. Er zijn geen algemene wetten en/of normen die direct eisen stellen aan afleversets. Wel zijn er een aantal richtlijnen en aanwijzingen die indirect zijn gerelateerd aan de functionaliteit en het ontwerp van afleversets.

⁸ www.euroheat.org of op aanvraag te verkrijgen via info@dhcholland.nl

⁹ Op aanvraag te verkrijgen via info@dhcholland.nl

¹⁰ Te bestellen via de website van AGFW

In Denemarken wordt bijvoorbeeld voor de warm tapwaterbereiding verwezen naar de “Water Norm” standard, Danish Standard DS439, version 4. Dit is vergelijkbaar met NEN 1006 in Nederland.

Het enige opvallende dat alle drie de geïnterviewde specialisten aangeven, is dat in Nederland de dubbelwandige warmtewisselaar wordt voorgeschreven. Dit voorschrift, zie Paragraaf 3.1.1, is bedoeld ter voorkoming van de instroming van distributiewater in het drinkwatersysteem. Het commentaar van de buitenlandse specialisten is dat een dubbelwandige warmtewisselaar een beter gevoel voor veiligheid geeft maar dat het in de praktijk weinig voorstelt en bovendien de hoeveelheid leveranciers beperkt en kostenverhogend is.

4 Marktbeschrijving

Een markt wordt bepaald door de balans van vraag en aanbod. Om een beeld te krijgen van de markt voor afleversets in Nederland zullen we beide zijden separaat belichten.

4.1 Vraagzijde van de markt

In 2009 is door CE Delft in opdracht van de Autoriteit Consument en Markt (toen Nederlandse Mededingingsautoriteit, NMa) een marktanalyse¹¹ uitgevoerd naar warmtenetten in Nederland. De situatie is sindsdien gewijzigd maar naar schatting zijn er ongeveer 600.000 huishoudens aangesloten op een warmtedistributienet. Ongeveer de helft daarvan is aangesloten op een grootschalig warmtenet van één van de grote warmtebedrijven (Nuon/Vattenfall, Eneco, Ennatuurlijk, Stadsverwarming Purmerend en HVC Energie).

Globaal kan de vraagzijde van de markt voor afleversets worden verdeeld in twee categorieën:

1. Warmtebedrijven
2. Open markt (particulieren, woningcorporaties en Verenigingen Van Eigenaren)

Deze categorisering wordt gemaakt om twee redenen. Op de eerste plaats vanwege het feit dat warmtebedrijven een forse afname kunnen garanderen over een relatief lange periode. De vraag op de open markt kenmerkt zich vooral door eenmalige aanvragen bij projectmatige plaatsing en/of vervanging. De tweede reden is dat warmtebedrijven hun aanvragen meestal via een openbare aanbesteding op de markt zetten. Afgezien van het feit dat ze in veel gevallen hiertoe verplicht zijn, heeft dit ook een effect op de concurrentiewerking.

De vraag naar afleversets ontstaat vanwege het plaatsen van afleversets bij nieuwe aansluitingen, vaak projectmatige nieuwbouw, en vanwege vervangingsinvesteringen. Zoals eerder vermeld zijn er systemen, zowel in de stadsverwarmingsnetten van de warmtebedrijven als bij kleine warmtedistributienetten van woningcorporaties en VVE's, waar geen afleversets worden gebruikt. Stel dat 80% van de 600.000 aansluitingen een afleverset bezit. Met een verwachtbare levensduur van een afleverset van 15 jaar zouden bij die globale aanname jaarlijks ongeveer 32.000 afleversets vervangen moeten worden. We hebben geen exacte cijfers ontvangen van leveranciers, maar dit zijn momenteel geen gangbare aantallen in de markt. Uit onderzoek bij de grote warmtebedrijven blijkt dat in het ene geval de afgelopen jaren één tot twee procent per jaar van het totale bestand wordt vervangen en bij een ander is dat tien tot twaalf procent. Tijdens de interviews is door één warmtebedrijf aangegeven dat veel afleversets in particulier bezit en in bezit van woningcorporaties en VVE's twintig jaar of ouder zijn. Vanwege de bepaling in de Warmtewet, artikel 8, zullen de komende jaren steeds meer afleversets vervangen worden door de warmteleveranciers.

¹¹ https://www.acm.nl/download/documenten/nma/Onderzoek_Warmtenetten_in_Nederland.pdf

Daarnaast heeft de stagnatie in de nieuwbouw een negatief effect gehad op de afname van afleversets. Eén warmtebedrijf meldt dat het aantal afleversets voor nieuwe aansluitingen in 2013 slechts 25% bedraagt van het aantal in 2011.

4.2 Aanbodzijde van de markt

Het ontwikkelen van een afleverset gaat gepaard met investeringen. Dat gebeurt vaak pas op het moment dat er een aanbestedingsprocedure is gestart door één van de grote warmtebedrijven. Deze aanbestedingen leveren namelijk min of meer zekerheid omtrent aantallen en geven een betrouwbare prognose van de periode dat een leverancier in beeld is bij het warmtebedrijf. Er zijn echter slechts weinig partijen die zich kunnen kwalificeren voor een aanbesteding.

Bij een aanbesteding wordt de innovatie bepaald door de grenzen die de aanbestedende partij aangeeft. Meestal is echter niet de innovatie maar vooral de prijs per afleverset de doorslaggevende factor (40+%). Dit heeft een remmend effect op de eigen inspanningen van leveranciers om te innoveren. Zodra het ontwerp gereed is kan het model ook op de vrije markt worden aangeboden of bij andere warmtebedrijven.

Het is vervolgens voor leveranciers moeilijk om zich te onderscheiden in prijs. De prijs wordt met name bepaald door de drukverschilregelklep, dubbelwandige warmtewisselaar en de warmte-isolerende omkasting. Het achterwege laten van de drukverschilregelklep is een optie die vaak niet uitvoerbaar is vanwege de effecten die worden genoemd in Paragraaf 2.3. Het zou voor de prijs van een afleverset gunstig zijn als deze niet meer dubbelwandig uitgevoerd zou hoeven worden conform de richtlijnen in de andere Europese landen. Bij de warmte-isolerende omkasting speelt de hoeveelheid af te zetten afleversets een rol. Het ontwerpen en produceren van een matrijs voor dit component is kostbaar. Naarmate de geproduceerde aantallen toenemen, neemt de prijs per omkasting af. Tot slot, als de regelklep warm tapwater elektronisch wordt uitgevoerd heeft dat ook een negatief effect op de prijs.

De verschillende type afleversets die worden genoemd in Paragraaf 2.4 geven in hun ontwerp een duidelijk beeld van hun oorsprong. De AGH-afleversets van Danfoss en de afleversets van HSF zijn ontwikkeld in de periode 2003 tot heden getuige het feit dat deze passen op de standaardbeugel die alle warmtebedrijven sinds enige tijd voorschrijven.



Figuur 7: Standaardbeugel voorgeschreven door warmtebedrijven (Bron: Fred Tigelaar)

De afleversets van Caleffi, Ferolli (KVM), en Nathan Import/Export (Delta SystemTechnik) zijn ontwikkeld in het buitenland en voor de Nederlandse markt voorzien van een dubbelwandige warmtewisselaar. Voor zover bekend heeft NIBE de enige type afleverset die voor de Nederlandse markt ontwikkeld is, enkel en alleen op initiatief van de leverancier zelf.

Het is bekend dat er installatiebedrijven en fabrikanten van warmtewisselaars zijn die in eigen beheer afleversets hebben ontwikkeld en aangeboden op de markt. Dit speelt zich meestal af op de lokale markt waarbij de afleversets vooral afzet vinden bij particulieren, woningcorporaties en VVE's. De productie is kleinschalig, vaak ambachtelijk en de afzet hiervan is beperkt tot enkele tientallen. Een voorbeeld hiervan is een afleverset ontwikkeld door een installatiebedrijf te Purmerend, FourDrops¹².

5 Onderhoud

5.1 Correctief en preventief onderhoud

De meest toegepaste vorm van onderhoud bij afleversets is het correctief onderhoud. Dat is op zich begrijpelijk omdat het inwendig inspecteren van de componenten van een afleverset op slijtage en dergelijke niet mogelijk dan wel niet doelmatig en efficiënt is. Woningcorporaties, VVE's en zelfs warmtebedrijven hanteren, waarschijnlijk om die reden, geen preventief onderhoudsconcept.

In 2008 heeft een warmtebedrijf samen met een aantal woningcorporaties TNO opdracht gegeven om onderzoek te doen naar de storingsfrequentie van componenten in het stadsverwarming systeem, te weten aansluitleidingen, afleversets en binneninstallaties. Een opvallende conclusie in het onderzoeksrapport is dat er twee oorzaken worden genoemd voor storingen aan de aansluitleidingen, een hoge grondwaterstand in kruipruimtes en lekkages aan de afleverset. Het onderzoek wees ook uit dat leeftijd en type afleverset voor een groot deel bepalen of een afleverset gevoelig is voor lekkages. Mede om die reden heeft het warmtebedrijf besloten om toch een onderhoudsconcept voor preventief onderhoud te gaan hanteren. Daarnaast heeft het betreffende warmtebedrijf een groot deel van de afleversets in eigen bezit voortijdig vervangen en particuliere eigenaren van afleversets geadviseerd om eens in de drie jaar de afleverset te laten controleren op functionaliteit en lekkages.

5.2 Storingsmechanismen

Als een groot deel van de branche er voor kiest om enkel correctief onderhoud toe te passen is het interessant om te weten wat mogelijke storingsmechanismen zijn die het falen van afleversets veroorzaken. Hieronder een niet-limitatieve opsomming:

1. Lekkages:

De diverse componenten in afleversets worden aan elkaar gemonteerd middels wartel/schroefverbindingen met afdichtingsringen of hennepafdichting. Lekkages kunnen ontstaan door toepassing van verkeerde materialen voor de afdichting of het uitharden daarvan. Ook kunnen lekkages ontstaan vanwege het feit dat de verbindingen los gaan zitten door de temperatuurswisselingen in het systeem. De metalen onderdelen zetten meer of minder uit, afhankelijk van de temperatuur in het systeem.

2. Slechte waterkwaliteit

- a. Leidingwater:

De regelklep warm tapwater (Figuur 1, item 9) en de warmtewisselaar warm tapwater (Figuur 1, item 10) in een afleverset komen in contact met het leidingwater. Er zijn gevallen bekend dat door een verkeerd gekozen type roestvaststaal en een hoog chloride gehalte in het leidingwater onderdelen in de regelklep faalden.

- b. Distributiewater:

In onderstaande tabel zijn typische kwaliteitseisen (zie tevens Paragraaf 3.1.1) gegeven voor water in een warmtedistributiesysteem.

¹² <http://www.fourdrops.nl/stadverwarmingsunits-purmerend.html>

PH	9,5 – 10,0
Chloridegehalte	max. 20 mg/l
Geleidbaarheid	min. 53 μ S/cm
IJzer	min. 1000, max. 5000 μ g/l
Zuurstof	max. 5 ppb

Dit is vooral bedoeld om inwendige corrosie in het warmtedistributiesysteem te voorkomen en dus ook in de afleversets. Als deze waarden gedurende lange tijd worden over- of onderschreden zou dat een negatief effect kunnen hebben op de levensduur van componenten in de afleverset.

3. Low cycle fatigue:
Dat zijn vermoeiingsverschijnselen in de gebruikte materialen door de wisselende thermische belastingen in de componenten waardoor deze herhaaldelijk plastisch vervormen. Vooral de warm tapwater warmtewisselaar is gevoelig voor dit verschijnsel.
4. Componentfalen:
Gebrekkige kwaliteit of verkeerde toepassing van onderdelen zijn gelukkig storingsmechanismen die steeds minder voorkomen. Na de grootschalige introductie van stadsverwarming in de jaren tachtig kwam dat vaker voor. Naast de componenten in afleversets zijn ook andere systeemonderdelen in de loop der tijd beter geworden in de zin van "mean time between failure". Een belangrijke in deze categorie is de cv-klep. Als deze klep bijvoorbeeld niet meer sluit leidt dat tot de situatie dat er permanent warmte deels nutteloos wordt verbruikt met als gevolg een hogere energierekening voor de gebruiker dan noodzakelijk.
5. "Flushen" van warm water regelklep:
Hiermee bedoelen we dat de warm water regelklep door een defect permanent distributiewater laat stromen over de afleverset. In feite is dit een specifieke vorm van het hierboven genoemde componentfalen. We geven er de voorkeur aan om dit toch separaat te noemen. Reden hiervoor is het feit dat dit faalmechanisme nauwelijks effect heeft op het warmteverbruik (hoge flow maar zeer klein temperatuurverschil) maar wel op de retourtemperatuur. De retourtemperatuur blijft permanent hoog met zeer nadelige effecten op de efficiency van de warmtedistributie.

6 Ontwikkelingen en innovaties

Een algemeen geaccepteerde definitie van innovatie is: "Het brengen van nieuwe en/of het vernieuwen van producten, diensten of processen die meerwaarde creëren voor de gebruiker." In Hoofdstuk 4 is de manier beschreven waarop de markt is georganiseerd. Er is geen sprake van een volledige marktwerking en over het algemeen volgen de producenten/leveranciers de wensen van de meest toonaangevende afnemers, de warmtebedrijven. Andere warmteleveranciers liften vervolgens mee op die ontwikkelingen. Hierdoor is er een remmend effect ontstaan op innovaties. Toch zijn er interessante nationale en internationale ontwikkelingen op het gebied van afleversets.

Hieronder volgt een niet limitatieve opsomming van de ontwikkelingen die gedurende het onderzoek naar voren zijn gekomen:

- Scheiding tussen binneninstallatie en warmtedistributiesysteem:
Dit betreft geen innovatie maar wel een ontwikkeling naar aanleiding van kwaliteitsproblemen bij het ontwerp en/of de aanleg van binneninstallaties bij een aantal woningbouwprojecten in Nederland. De distributie en gebruik van gas en elektriciteit is niet zonder risico's maar dat geldt ook voor de distributie en gebruik van warmte. Eén van die risico's is de mogelijkheid dat er een breuk of forse lekkage ontstaat in een binneninstallatie. In dat geval stroomt er vrijelijk heet water van het warmtedistributiesysteem in de woning. Dat water kan een temperatuur hebben van 90°C. Het volume van het

warmtedistributiesysteem verschilt per systeem maar in veel gevallen zal een dergelijke lekkage niet direct door de warmteleverancier worden opgemerkt waardoor er een enorme hoeveelheid water de woning in kan stromen alvorens er maatregelen getroffen kunnen worden. Er zijn diverse gevallen bekend waarbij materiële schade en persoonlijk letsel is opgetreden. Het aanbrengen van een hydraulische scheiding tussen het warmtedistributiesysteem en de binneninstallatie middels een warmtewisselaar brengt uitkomst. Het nadeel van deze oplossing is dat de productiekosten voor de afleverset dan toenemen. Een ander nadeel is dat de efficiency van de warmtewisselaar nooit 100% zal zijn waardoor de retourtemperatuur hoger wordt en de warmtelevering en –distributie minder efficiënt is.

- Beveiliging tegen lekkages:

Een andere maatregel tegen de mogelijke gevolgen van lekkages in de binneninstallaties kan wel gevonden worden in een innovatie. Deze maatregel maakt gebruik van het meten van de flow in zowel de aanvoer als de retour. Als er binnen een bepaalde tijd een te groot verschil is tussen deze twee grootheden, is er sprake van een lekkage in de binneninstallatie. Het systeem produceert vervolgens een stuursignaal om een alarm te activeren of om een aantal afsluiters dicht te sturen.

Er zijn drie systemen bekend waarvan er twee gebruik maken van de flowmeting in de warmtemeter, te weten:

- Kamstrup Denemarken: niet in Nederland leverbaar
- Fortes Import B.V.

Het andere systeem is te installeren op elke gewenste locatie in de binneninstallatie onafhankelijk van de warmtemeter.

- AERIMAIN-LD02 lekbeveiliging systeem van Werimain B.V.

- Afleversets voor laag temperatuur (LT) distributienetten:

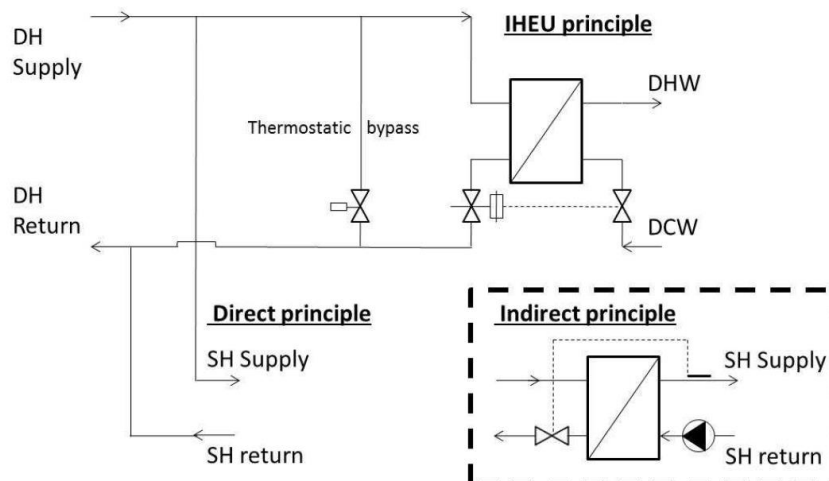
Laag temperatuur (LT) distributienetten ook wel de 4^{de} generatie warmtenetten genoemd krijgen steeds meer aandacht. De distributie vindt dan plaats bij watertemperaturen die lager zijn dan 50°C. Woningen worden steeds beter geïsoleerd waardoor de benodigde temperatuur voor het verwarmen van de woning lager kan zijn. Dit maakt het mogelijk om bronnen met laagwaardige warmte (warmte van een lage temperatuur) te gebruiken en te koppelen aan LT distributienetten. Twee voorbeelden in Nederland zijn Thermobello te Culemborg en Smart Climate Grid te Roosendaal. De belangrijkste aandachtspunten ten aanzien van afleversets zijn te herleiden tot aanpassingen voor het warm tapwater en het gebruik van componenten die bestand moeten zijn tegen de hogere zuurstofgehalten en de mogelijke vervuiling ten gevolge daarvan. In Denemarken heeft de Danish Energy Agency hiervoor richtlijnen opgesteld voor de toepassingen in “Guidelines for Low-Temperature District Heating”¹³. Het principe wijzigt verder nauwelijks. Dat kan worden geïllustreerd aan de hand van het schema uit hetzelfde document.

- Combinatie met warmtepompen:

Hierin kunnen we twee toepassingen onderscheiden, namelijk de toepassing voor de cv-installatie en de toepassing voor warm tapwater. Voor alle duidelijkheid, warmtepompen ten behoeve van de warmtedistributie laten we hierbij buiten beschouwing.

Een voorbeeld van de eerste toepassing is de Techneco Elga (www.techneco.nl). Er zijn praktijktesten gedaan met deze warmtepomp in combinatie met stadsverwarming. Het doel is om te besparen op de totale energiekosten. Om te beoordelen of dat doel bereikt wordt zullen de investeringskosten in combinatie met de extra elektriciteitskosten over de gemiddelde levensduur van een warmteaansluiting moeten worden vergeleken. De resultaten kunnen per situatie verschillen.

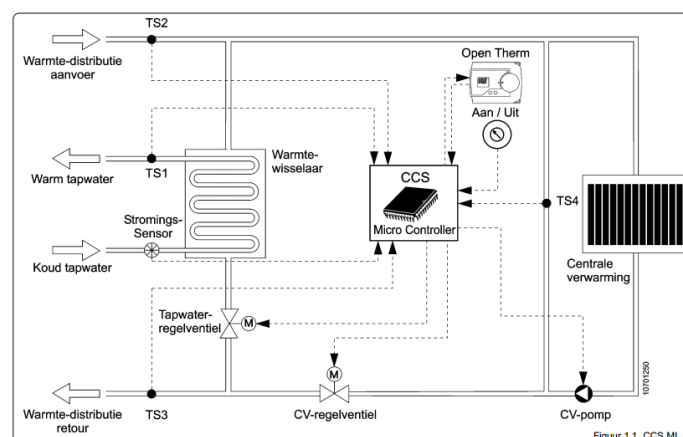
¹³ Op aanvraag te verkrijgen via info@dhcholland.nl



Figuur 8: Principe schema aansluiting LT distributienet (Bron: DEA)

Een voorbeeld van de tweede toepassing, het opwaarderen van de warmte ten behoeve van warm tapwater, is de door Ecoon Exergy Solutions B.V. ontwikkelde Ecoon W2-2 warmtepomp die wordt gedistribueerd door Itho Daalderop B.V. De warmtepomp kan direct vanuit het warmte- of koudenet gevoed worden, maar ook worden geïntegreerd in het hydraulische circuit van het afgiftesysteem. Dit systeem biedt uitkomst voor de warm tapwater voorziening bij LT distributienetten.

- Retourtemperatuur begrenzing:
 - Er worden steeds meer methodes toegepast om de invloed van slecht presterende binneninstallaties te beperken, hetgeen zich uit in een te hoge retourtemperatuur. Dat kan door middel van:
 - Beveiliging: Dit is een afsluiter die sluit als er een te hoge retourtemperatuur wordt gemeten door een gekoppelde sensor.
 - Menginjectie: Hierbij wordt retour water uit de binneninstallatie net zolang bijgemengd bij het aanvoer water tot er een acceptabele retourtemperatuur wordt bereikt. Hiermee wordt het effect van een slechte inregeling teniet gedaan, ten gunste van het distributienet, maar de fout in de binneninstallatie blijft aanwezig. De wijze waarop dit principe wordt bewerkstelligd kent een aantal varianten. Hieronder wordt een voorbeeld getoond aan de hand van de CCS Menginjectie afleverset van Ferroli.



Figuur 9: CCS Menginjectie afleverset (Bron: Ferroli)