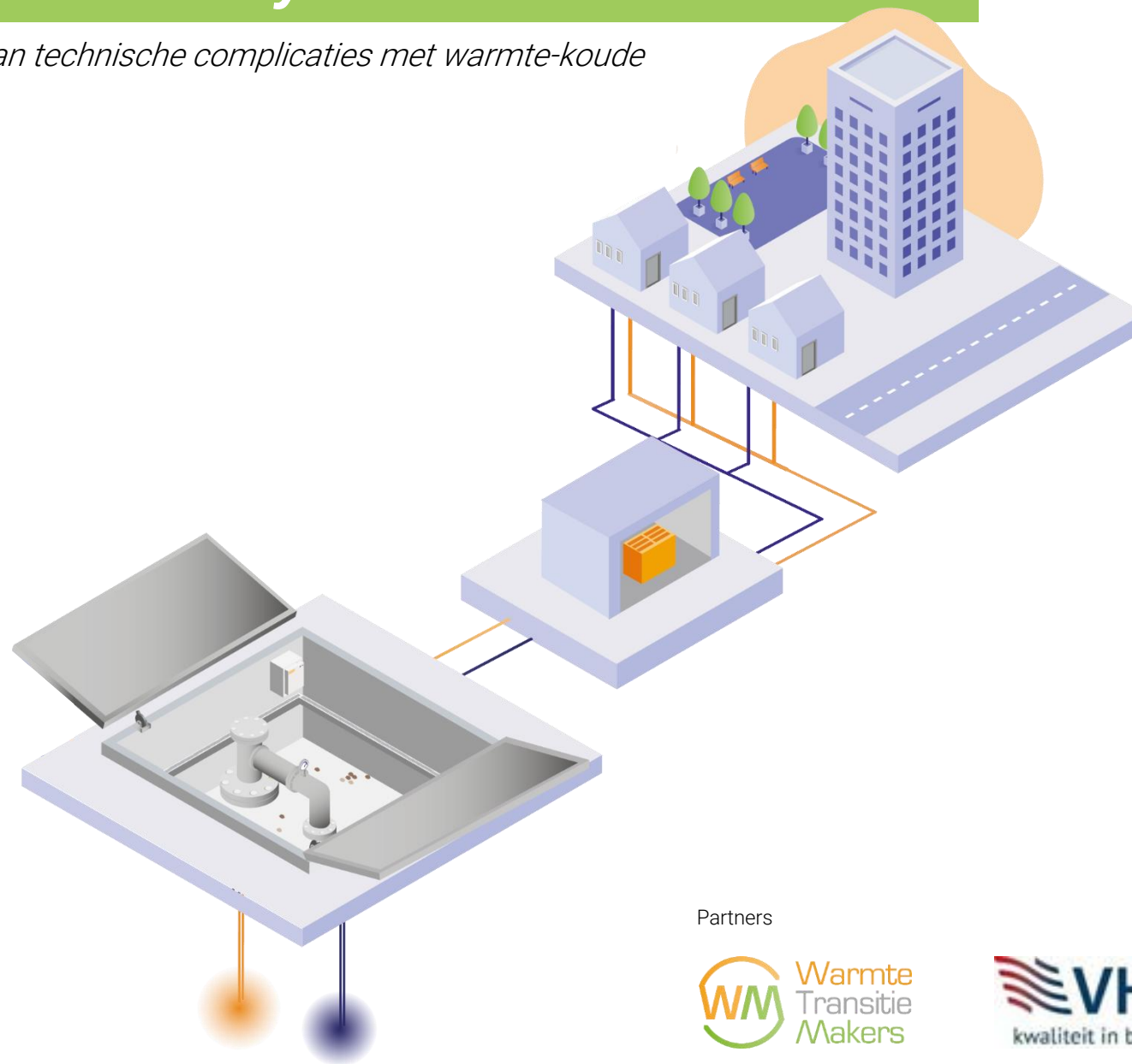


Inzicht in WKO-systemen

Onderzoek naar oorzaken van technische complicaties met warmte-koude opslagsystemen



In opdracht van

Autoriteit
Consument & Markt



Partners



Inzicht in WKO-systemen

Onderzoek naar technische complicaties met warmte-koude opslagsystemen

Opdrachtgever: Autoriteit Consument en Markt
Projectnummer: GV21027-GPN
Auteurs: DWTM & VHGM
Versie Definitief

Contactgegevens

DWTM
Christiaan van Soest

Over De WarmteTransitieMakers

De WarmteTransitieMakers maken duurzame warmte beschikbaar voor iedereen. Wij stoppen met het gebruik van aardgas, omdat het in Groningen beeft en het klimaat verandert. De WarmteTransitieMakers richten zich op gemeenten, energiebedrijven, netbeheerders en waterschappen en helpen buurtinitiatieven, bedrijfscollectieven, woningcorporatie en projectontwikkelaars bij het versnellen van aardgasvrije projecten.

VHGM
Mark van Harlingen

Over VHGM

VHGM is een onafhankelijk praktijkgericht ingenieursbureau gericht op advisering, ontwerp, begeleiding en beheer van bodemenergiesystemen en aquathermie. Al bijna 20 jaar heeft VHGM ervaring als het gaat om open of gesloten bodemenergiesystemen in de Nederlandse markt. VHGM beschikt over de BRL 6000-21/00 en BRL 11000 certificeringen voor bodemenergiesystemen.

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	4	5.3. BEWIJSLAST	25
1. INLEIDING	6	6. BEVINDINGEN	27
1.1. AANLEIDING	6	6.1. AANBEVELINGEN	27
1.2. DOEL VAN HET ONDERZOEK	6	6.2. MONITORING VAN DE KWALITEIT VAN DE LEVERING	28
1.3. AFBAKENING ONDERZOEK	6	7. REFERENTIES	29
1.4. ERVARINGEN VAN CONSUMENTEN	6	BIJLAGE I SAMENVATTING WETGEVING	30
1.5. ONDERZOEKSVRAGEN.....	7	7.1. DE WARMTEWET	30
2. HET WKO-SYSTEEM.....	8	7.2. LEGIONELLA WETGEVING	31
2.1. WERKING VAN WKO-SYSTEMEN	8	BIJLAGE II INDELING NORMEN VOOR AANLEG VAN DISTRIBUTIESYSTEMEN	33
2.2. HET GRONDWATERSYSTEEM	8	BIJLAGE III SAMENVATTING PROBLEMEN MET WKO-SYSTEMEN	34
2.3. DE ENERGIECENTRALE	9		
2.4. HET DISTRIBUTIESYSTEEM.....	10		
2.5. HET AFGIFTESYSTEEM	10		
2.6. MARKTOMVANG	11		
3. GANGBARE NORMEN VOOR AANLEG	13		
3.1. AMVB BODEMENERGIE.....	13		
3.2. BRL-RICHTLIJNEN	13		
3.3. HANDVATTEN VOOR VERGUNNINGVERLENING EN TOEZICHT	14		
3.4. OMGEVINGSWET.....	14		
3.5. RESULTATEN VAN DE WETGEVING	14		
4. INZICHT IN TECHNISCHE PROBLEMEN	16		
4.1. GRONDWATERSYSTEEM	16		
4.2. ENERGIECENTRALE.....	17		
4.3. DISTRIBUTIESYSTEEM	18		
4.4. AFGIFTESYSTEEM.....	21		
5. AFSPRAKEN OVER DE KWALITEIT VAN DE LEVERING.....	23		
5.1. AFSPRAKEN OVER KWALITEIT VAN DE LEVERING	23		
5.2. MONITORING VAN KWALITEIT	25		

Samenvatting

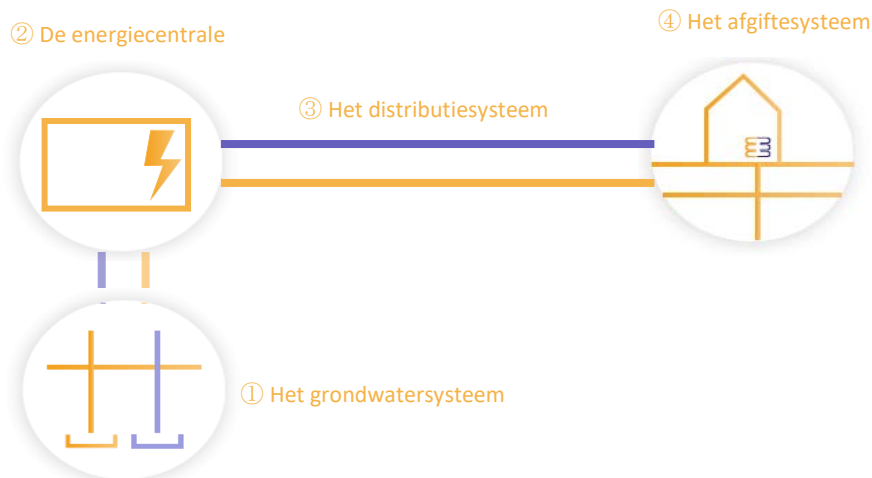
In Nederland zijn ongeveer 21.000 huishoudens aangesloten op collectieve open bodemenergiesystemen. Over het algemeen werken deze systemen naar behoren, maar voor ongeveer 15% - 23% van de aansluitingen is er sprake geweest of is er sprake van problemen waarbij de consumenten in extreme gevallen jaren onvoldoende betrouwbare levering van warmte ervaren.

Voor de ACM heeft een betrouwbare levering van warmte en/of koude een hoge prioriteit, onder meer omdat dit de basis is voor een maatschappelijk draagvlak bij de consument. De ACM wil daarom dat problemen worden opgelost, zodat bewoners zonder zorgen gebruik kunnen maken van duurzame warmte en koude uit WKO-systemen.

Technische opbouw van een WKO-systeem

Het WKO-systeem bestaat uit vier hoofdonderdelen:

- Het grondwatersysteem
- De energiecentrale
- Het distributiesysteem
- Het afgiftesysteem

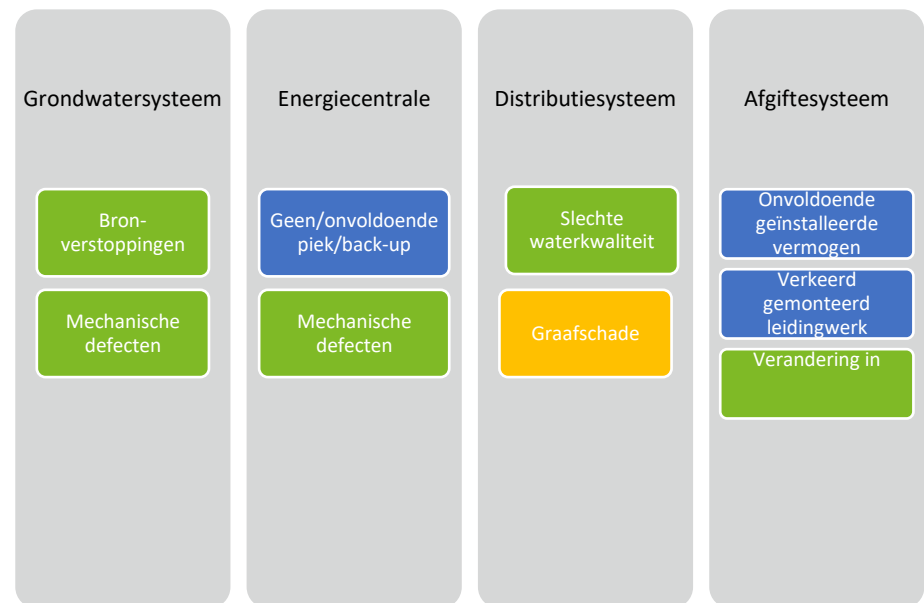


Figuur 1: Belangrijkste componenten WKO-systeem.

Achtergrond regelgeving voor WKO-systemen

Sinds 2013 geldt de Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) Bodemenergie en moeten bedrijven die werkzaamheden uitvoeren aan bodemenergiesystemen gecertificeerd zijn voor de opgestelde beoordelingsrichtlijnen (BRL). Deze wetgeving en de handvatten voor vergunningverlening en toezicht hebben ervoor gezorgd dat er eenduidige regelgeving is ontstaan. De algemene trend is dat systemen sinds 2013 zorgvuldiger worden aangelegd en over het algemeen minder klachten veroorzaken.

Inzicht in technische problemen



Figuur 2: Samenvatting problemen met WKO-systemen. Oranje = ontwerp, blauw = aanleg, groen = exploitatie

Er zijn verschillende oorzaken voor de problemen die consumenten ervaren. Problemen ten aanzien van het **grondwatersysteem** kunnen ontstaan door een slecht aangelegde bron, het teruglopen van de broncapaciteit of het geheel verstopping van het systeem. In alle gevallen dient onderhoud gedaan te worden om de bronnen te regenereren. Er kunnen zich ook kleinere storingen voordoen, zoals het wegvallen van de druk. Dit type storingen kunnen veelal dezelfde dag nog worden verholpen. Vanuit interviews met exploitanten blijkt dat tussen de 95 % van de WKO-installaties bivalent zijn aangelegd.

Dit betekent dat bij een defect in het grondwatersysteem de warmtevraag ook vanuit een andere warmtebron kan worden geleverd.

Vanuit de data blijkt dat exploitanten gemiddeld 3 tot 20 uur per jaar per project geen warmte/koude kunnen leveren door storingen in de **energiecentrale**. De energiecentrale is de energetische link tussen het grondwatersysteem en het distributiesysteem. Er zijn probleemgevallen waar meerdere storingen per jaar voorkomen.

De meeste problemen ten aanzien van leveringsonderbreking ontstaan door verminderde werking of beschikbaarheid van het **distributiesysteem**. Problemen in het distributiesysteem worden veelal veroorzaakt door slecht ontwerp of een verminderde waterkwaliteit.

Het deel van het **afgiftesysteem** achter de afleverset, i.e. de binneninstallatie, valt doorgaans niet onder de verantwoordelijkheid van de energieleverancier. Wanneer een woning onvoldoende warm wordt, kan dit (ook) liggen aan het ontwerp van de woninginstallatie, waaronder ontwerpfouten, aanlegfouten of onderhoud van deze installatie. Ook de woninginrichting kan hier een rol spelen; zo kunnen vloerkleden en grote meubels de warmteafgifte beperken.

Consumentenperspectief

De Warmtewet verplicht een leverancier tot het leveren van warmte van een goede kwaliteit en betrouwbare dienstverlening, zonder dat er wordt gespecificeerd wat dit precies inhoudt. Redelijkerwijs zou gezegd kunnen worden dat de "kwaliteit van de levering" betrekking heeft op de temperatuur, het debiet, het verbruik en de continuïteit van de geleverde producten.

Als een consument stelt dat er geen, onvoldoende of te weinig warmte/koude wordt geleverd, dan is het in de huidige praktijk in eerste instantie aan de consument om dit aan te tonen. Bij stroom en gas zijn onafhankelijke meetbedrijven geïntroduceerd, bij collectieve levering van warmte en koude vindt de meting en registratie plaats bij de leverancier zelf. Hierdoor ervaren consumenten problemen bij het aantonen van (ervaren) storingen.

Relevant om te constateren is dat bestaande warmtemeters over het algemeen niet geschikt zijn om de kwaliteit van de warmte en koudelevering te monitoren. Een slimme meter biedt in theorie wel de mogelijkheid om de temperatuur en het debiet te meten en te registreren, echter wordt hoofdzakelijk inzicht gegeven in het verbruik. Een slimme warmtemeter biedt ook de mogelijkheid om het verbruik via apps te monitoren.

Leveranciersperspectief

Leveranciers van warmte en/of koude via WKO-systemen geven in veel gevallen aan dat de problemen met deze systemen al aanwezig waren bij overname van het systeem. Onduidelijk is waarom deze problemen nog niet zijn opgelost.

Technisch zijn de problemen die op kunnen treden te voorkomen door goed ontwerp en actief beheer. In de meeste gevallen vindt de monitoring en registratie van (ver)storingen en klachten die daaruit voortkomen plaats bij de leverancier in kwestie.

Aanbevelingen

De Autoriteit Consument en Markt (ACM) is op dit moment de onafhankelijke partij die de werking van WKO-systemen moet overzien en toeziet op de wet- en regelgeving die de consument moet beschermen. De ACM kan optreden als er klachten zijn over specifieke WKO-systemen. Belangrijk is wel dat de ACM pas in actie kan komen als er normen worden overtreden. De ACM dient de inhoudelijke kennis te hebben om te controleren of WKO-systemen voldoen aan de wet- en regelgeving. Als blijkt dat dit niet het geval is, dan heeft de ACM het mandaat om warmteleveranciers te verplichten tot aanpassing / verbetering van een warmtesysteem. Het is belangrijk dat als een warmtesysteem aanhoudend tekortschiet, de ACM optreedt in het belang van de op dat warmtesysteem aangesloten afnemers.

In de huidige situatie dient een consument met klachten over de levering van een WKO-systeem zelf aan te tonen dat de kwaliteit tekortschiet. Tegelijk voorzien veel warmtemeters op dit moment niet in de mogelijkheid om deze kwaliteit te monitoren. Een aanbeveling is daarom om het gebruik en/of ombouw naar slimme warmtemeters te omarmen. Ook kan worden gedacht aan het omkeren van de bewijslast, zodat een leverancier moet aantonen dat kwaliteit en capaciteit zoals beschikbaar op de afleverset voldoende is.

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

De Autoriteit Consument & Markt (ACM) heeft in een brief van 23 juli 2021 aan het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) aangegeven klachten te krijgen over warmte- en koudeopslagsystemen (WKO). Uit gesprekken tussen de ACM en consumenten is gebleken dat consumenten soms lange tijd grote (technische) problemen ervaren met de levering uit WKO-systemen ervaren.

Een leverancier heeft de wettelijke taak te zorgen voor een betrouwbare levering van warmte en/of koude tot aan het afleverpunt (1). De ACM ziet erop toe dat leveranciers op een betrouwbare wijze warmte en/of koude leveren. Dit volgt uit de Warmtewet, maar is ook nodig voor het maatschappelijk draagvlak van warmtenetten. De ACM wil daarom dat problemen worden opgelost, zodat bewoners zonder zorgen gebruik kunnen maken van duurzame warmte en koude uit WKO-systemen.

1.2. Doel van het onderzoek

De ACM wil met dit onderzoek:

- inzicht krijgen in de werking van WKO-systemen.
- achterhalen wat de oorzaken zijn van technische problemen met WKO-systemen.
- in kaart brengen hoeveel WKO-systemen er in Nederland zijn.
- inventariseren hoe vaak bepaalde problemen zich in WKO-systemen voordoen.
- omschrijven welke kwaliteitseisen afnemers redelijkerwijs mogen verwachten van WKO-systemen.

1.3. Afbakening onderzoek

De afbakening in deze opdracht ligt in de betrouwbare levering van warmte aan kleinverbruikers door systemen met als hoofdbron een WKO-systeem.

De focus van dit onderzoek is gericht op technische problemen en klachten die ontstaan door technische mankementen aan (onderdelen van) een WKO-systeem en alle componenten tot aan de eindaflevering van de (bron)warmte en -koude. Klachten die ontstaan naar aanleiding van de afhandeling van problemen vallen buiten de scope van dit rapport.

Definitie WKO-systeem

Een Warmte- en Koude Opslag systeem (hierna WKO-systeem) is een verzamelnaam voor drie typen open bodemenergiesystemen die verschillen in de wijze waarop energie uit de bodem wordt onttrokken. Er wordt onderscheid gemaakt in mono-, doublet- en recirculatiesystemen. Voor alle types is het werkingsprincipe vergelijkbaar: energie in de vorm van warmte en koude in de bodem wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen en/of te koelen. In de winter wordt in de energiecentrale bronwater verwarmd met een warmtepomp die warmte onttrekt uit het opgepompte grondwater, met tussenkomst van een warmtewisselaar. Het grondwater koelt hierdoor af waarna het wordt opgeslagen in de bodem. In de zomer wordt dit afgekoelde grondwater weer opgepompt en opgewarmd door de woningen te koelen, waarna de cyclus zich herhaalt.

1.4. Ervaringen van consumenten

De ACM geeft aan dat uit gesprekken met consumenten een aantal problemen zijn geconstateerd:

- Er zijn regelmatig problemen met warmte- en koudevoorziening door WKO-systemen. Het tapwater en de ruimtes worden regelmatig niet warm genoeg;
- Bewoners geven aan dat zij recht hebben op compensatie of terugbetaling, omdat zij geen inzicht hebben in de geleverde temperatuur. Volgens verschillende bewoners klopt de storingsregistratie niet. Bewoners hebben dus niet alleen last van frequente storingen, maar ervaren het ook als onrechtvaardig dat zij vervolgens geen aanspraak kunnen maken op compensatie of daar hard voor moeten vechten;
- De dienstverlening van de warmteleveranciers laat te wensen over. Bewoners voelen zich niet gehoord. Als er een storing is, moeten bewoners veel bellen voordat een storing wordt verholpen. Ook krijgen consumenten vaak geen terugkoppeling als een storing is opgelost.
- Bewoners geven aan dat hun warmteleverancier zich onvoldoende inspannt om problemen op te lossen. Omdat bewoners geen mogelijkheid hebben om over te stappen naar een andere warmteleverancier, ervaren zij een gevoel van machteloosheid.

1.5. Onderzoeksvragen

De klachten over WKO-systemen die binnenkomen bij de ACM leiden tot onderstaande onderzoeksvragen. Om een goed totaalbeeld te krijgen zijn ook onderzoeksvragen met oog op de markt en techniek toegevoegd.

1. Marktsamenstelling en -omvang

- a. Wat zijn de verschillende componenten in een WKO-systeem en hoe werken deze?
- b. Hoe ziet de laatste generatie van WKO-systemen eruit en welke voordelen biedt dat voor consumenten?
- c. Hoeveel WKO-systemen en welke typen zijn er op dit moment in Nederland? Hoeveel systemen leveren aan klein- en grootverbruikers?

2. Inzicht in technische problemen en mogelijke oplossingen

- a. Welke gangbare technische voorwaarden of normen zijn er voor het ontwerp, aanleg en beheer van goed functionerende WKO-systemen?
- b. Hoeveel systemen zijn er en in welke mate doen problemen zich voor?
- c. Op welke wijze kunnen problemen in het WKO-systeem zorgen voor hogere kosten voor consumenten met een individuele warmtepomp?

3. Inzicht in kwaliteitseisen consumenten

- a. Welke kwaliteitseisen kunnen consumenten verwachten? Is er een verschil tussen collectieve- en individuele systemen?
- b. Op welke manier kunnen bewoners inzicht krijgen of de warmtelevering voldoet aan de afgesproken kwaliteitsnormen? Wat voor rol kan een slimme meter daarin spelen? Krijgen bewoners inzicht in de relevante gegevens?
- c. Op welke wijze krijgen bewoners inzicht in de geleverde energie voor het verwarmen van tapwater?

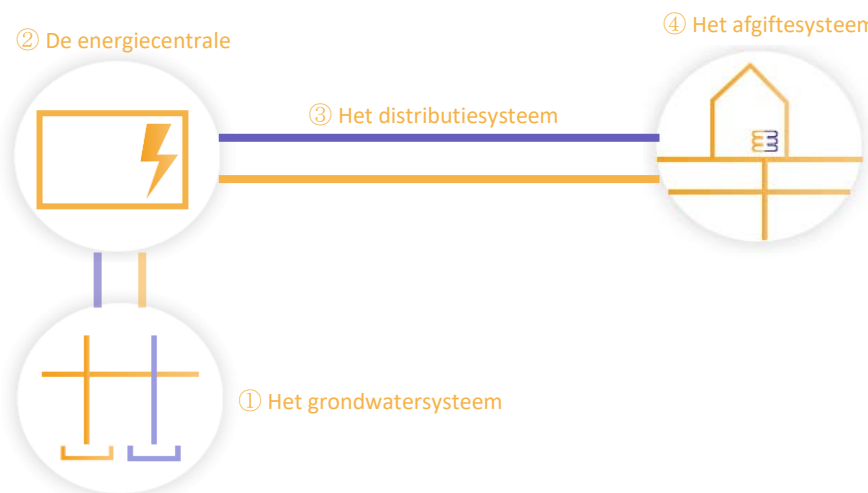
Over dit rapport

Het onderzoek naar inzicht in warmtelevering bij WKO-systemen is opgesteld door De WarmteTransitieMakers (DWTM) en Van Harlingen Grondwater Management (VHGM) in opdracht van de Autoriteit Consument en Markt. Het rapport is gebaseerd op data van het Landelijk Registratie Register, een vragenlijst onder WKO-leveranciers en interviews met VEH en gedupeerde consumentenonderzoek aangevuld met onafhankelijke literatuur en bronnen. De focus van dit rapport is voornamelijk gericht op technische problemen en de huidige wet- en regelgeving met betrekking tot de levering van warmte (en koude) uit WKO-systemen die vallen onder de Warmtewet.

2. Het WKO-systeem

Dit hoofdstuk beschrijft de algemene werking van een WKO-systeem en beschrijft de belangrijkste componenten in het systeem waar zich problemen voor kunnen doen. Het WKO-systeem bestaat uit vier hoofdonderdelen (Figuur 3), namelijk:

1. Het grondwatersysteem
2. De energiecentrale
3. Het distributiesysteem
4. Het afgiftesysteem



Figuur 3: Belangrijkste componenten WKO-systeem.

Van alle onderdelen zijn verschillende configuraties mogelijk, in onderstaande paragrafen wordt hier verder op ingegaan. Wanneer zich technische problemen voordoen in een van de onderdelen van het WKO-systeem kan het zijn dat consumenten een verminderd comfort ervaren. Hoofdstuk 4 bespreekt de technische problemen die kunnen voorkomen in de verschillende componenten.

2.1. Werking van WKO-systemen

WKO-systemen kunnen over het algemeen zowel verwarmen als koelen. In de winter wordt lage temperatuur warmte uit de bodem onttrokken. Deze bodemwarmte wordt met een warmtepomp tot een gewenste temperatuur opgewaardeerd. Daarmee wordt tegelijk dan ook koude in de WKO opgeslagen.

In de zomer draait bovenstaand proces zich om. De koude bron van de WKO wordt dan aangesproken om koeling te leveren aan afnemers. De retour is dan relatief warm water, wat kan worden opgeslagen in de warme bron van de WKO. Op deze manier wordt de warme bron van de WKO geregenereerd, zodat de jaargemiddelde bodemtemperatuur in balans blijft.

2.2. Het grondwatersysteem

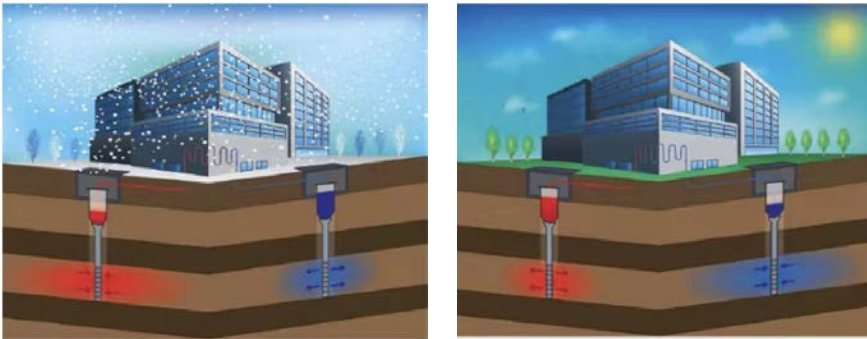
Het grondwatersysteem slaat warmte en koude op. Het grondwatersysteem omvat de bronnen tot en met de warmtewisselaar in de energiecentrale.

- Een 'open bodemenergiesysteem' maakt gebruik van het grondwater in een watervoerend pakket. Dat grondwater wordt opgepompt, en na verwarming of verkoeling weer terug in de bodem gebracht.
- In een 'gesloten bodemenergiesysteem' wordt geen grondwater verplaatst, de warmte- en koude-uitwisseling met het grondwater vindt plaats via het contact met de wand van het gesloten buizenstelsel in de ondergrond.

Er zijn drie verschillende vormen van een open bodemenergiesysteem.

WKO-Douplet

Het grootste aantal open bodemenergiesystemen is als WKO-douplet aangelegd. Bij een doublet zijn er aparte boringen voor de warme en koude bronnen. Door de horizontale afstand van de bronnen wordt de opgeslagen warmte en koude gescheiden. Afhankelijk van de filterlengte en bronafstand kan de hoeveelheid grondwater, en dus opslagcapaciteit, worden bepaald. (2) De maximale temperatuur wat in de bodem mag worden geïnjecteerd is 25°C. (3)



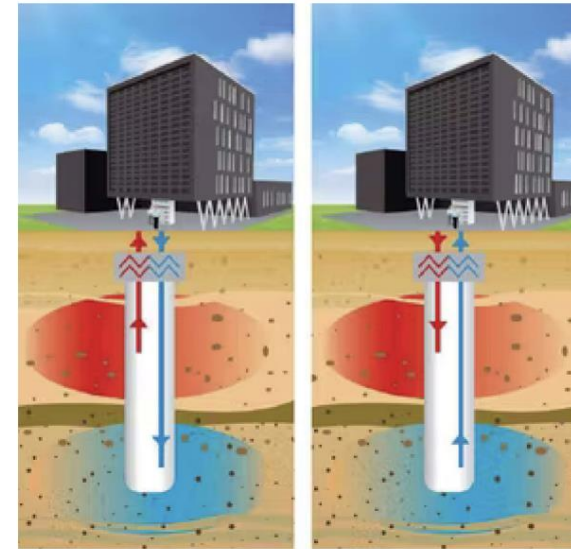
Figuur 4: Schematische weergave van een WKO-doublet. Links geeft de situatie in de winter weer en rechts de situatie in de zomer. Bron: VHGM.

WKO-Monobron

Een WKO-monobron bestaat uit slechts één boring. Het voordeel is dat er minder ruimte nodig is om te boren en dat de kosten lager zijn. De warme en koude bronnen zitten in dit geval boven elkaar. Een bodemlaag, bijvoorbeeld een kleilaag, scheidt de bronnen. Met een enkele boring kan er minder warmte worden rondgepompt dan bij een dubbele boring. Daarnaast is de capaciteit van de bronnen meestal kleiner dan bij een doublet. Hierdoor heeft een WKO-monobron typisch een kleinere opslagcapaciteit dan een WKO-doublet.

WKO-Recirculatie

Een WKO-recirculatiesysteem bestaat net als een WKO-doublet uit twee bronnen. Het verschil is dat bij een recirculatiesysteem het grondwater altijd in dezelfde richting wordt rondgepompt, er wordt geen warmte of koude opgeslagen. Uit de bron wordt warmte onttrokken met de natuurlijke temperatuur (ca. 11 – 13 °C) van het grondwater. In de retourbron wordt de koude dan wel warmte weer teruggepompt. Vanwege de lagere temperatuur is het rendement van dit systeem lager dan van een doublet. Dit systeem wordt verder niet in dit rapport besproken, omdat het weinig wordt toegepast voor woningen.



Figuur 5: Schematische weergave van een WKO-monobron. Links geeft de situatie in de winter weer en rechts in de zomer. Bron: Geotherm.

2.3. De energiecentrale

De energiecentrale is de energetische link tussen het grondwatersysteem en het distributiesysteem. In de energiecentrale vindt warmte- en koude-uitwisseling tussen het grondwatersysteem en het distributiesysteem plaats. De energiecentrale heeft een eigen watercircuit. Zo kunnen eventuele vervuilingen uit het grondwater niet in de systemen van de energiecentrale terecht komen. Een warmtepomp waardeert lage-temperatuur-warmte (LTW) tot bruikbare warmte voor ruimteverwarming. Met hoge-temperatuur-warmtepompen wordt warm tapwater bereid.

De energiecentrale kan (via een distributiesysteem) ook koude uit het grondwatersysteem overdragen aan het afgiftesysteem van de bewoners. Op de warme dagen kan de warmtepomp worden ingezet als (extra) koelmachine. Aan de energiecentrale zit vaak een regeneratiesysteem gekoppeld om aanvullende warmte dan wel koude te kunnen invangen. Regeneratie is nodig wanneer het grondwatersysteem in een thermische onbalans komt als gevolg van een ongelijke warmte- en koudevraag, zoals bij veel afnemers het geval is.

2.3.1. De warmtepomp

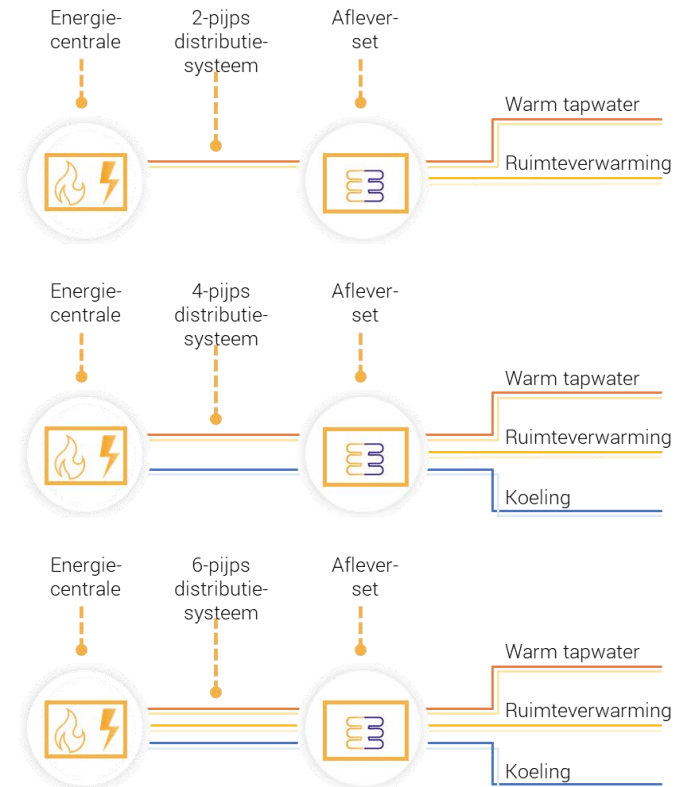
De warmtebron voor een warmtepomp kan de buitenlucht zijn, maar ook bijvoorbeeld restwarmte, oppervlaktewater of de warmte uit een WKO-systeem. Een warmtepomp gebruikt die warmte en verhoogt de temperatuur door een thermodynamische cyclus te doorlopen.

Warmtepompen kunnen individueel of collectief worden ingezet. Bij een individuele inzet staan warmtepompen in de gebouwen zelf. Hierdoor is de temperatuur van het warmtenet naar de gebouwen lager, waardoor er minder warmteverliezen zijn. Bij een collectieve inzet wordt de warmte voor meerdere gebouwen juist op één centrale plek geproduceerd. De temperatuur in het warmtenet is dan hoger (meer warmteverliezen), maar er zijn minder aanpassingen in de gebouwen zelf vereist. Dat kan een voordeel zijn, aangezien gebouwen niet altijd ruimte hebben voor individuele systemen zoals warmtepompen.

Warmtepompen zijn over het algemeen erg efficiënt in het produceren van warmte, omdat er relatief weinig elektriciteit nodig is om nuttige warmte te produceren. De efficiëntie van warmtepompen is afhankelijk van het temperatuurverschil tussen de warmtebron en de gewenste warmte. Hoe kleiner dit temperatuurverschil, hoe efficiënter de warmtepomp. Hierdoor werkt een warmtepomp met een WKO efficiënter dan een warmtepomp die de buitenlucht als bron gebruikt. De grondwatertemperatuur van een WKO-systeem is namelijk in de winter een stuk hoger dan de buitenlucht.

2.4. Het distributiesysteem

Het distributiesysteem is het leidingwerk tussen de energiecentrale en de woning. Dit systeem kan uit verschillende leidingssystemen bestaan, waarbinnen een grote variatie mogelijk is. Opties zijn bijvoorbeeld 2-pijps-, 4-pijps- of zelfs 6-pijpssystemen in verschillende configuraties. Het aantal pijpen correspondeert met het aantal aansluitingen op de afleverset/warmtepomp bij de consument. Afhankelijk van het aantal pijpen in het distributiesysteem kunnen afnemers gelijktijdig worden voorzien van verschillende temperaturen warmte en/of koude. Enkele voorbeelden worden gegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Enkele voorbeelden voor 2-, 4- en 6-pijpsdistributiesystemen. Het aantal pijpen correspondeert met het aantal aansluitingen op de afleverset aan de distributiezijde. Om gelijktijdig zowel warmte als koude te leveren is minimaal een 4-pijpssysteem nodig.

2.5. Het afgiftesysteem

Het afgiftesysteem betreft de binneninstallatie waarmee een afnemer wordt voorzien in de warmte en/of koelingsbehoefte. Het afleverpunt van warmte en/of koude bij de afnemer is over het algemeen een afleverset. De afnemer huurt de afleverset van de warmteleverancier. Deze afleverset vormt de scheiding (indirecte afleverset) tussen het distributiesysteem en de binneninstallatie van de afnemer, zodat water uit het distributiesysteem niet ook door de binneninstallatie stroomt. In sommige gevallen is deze scheiding niet aanwezig (directe afleverset) en wordt hetzelfde water gebruikt in de energiecentrale, het distributiesysteem en het afgiftesysteem. Tegenwoordig is de norm om indirecte afleversets te gebruiken, dat beperkt de risico's op verontreinigingen, corrosie van warmteleidingen en schade als er een lekkage ontstaat bij de afnemer.

2.5.1. Ruimteverwarming

Warmte voor ruimteverwarming kan worden geleverd worden op:

- LT: Lage temperatuur van ca. 35 °C
- MT: Midden temperatuur van ca. 70 °C
- HT: Hoge temperatuur van ca. 90 °C.

Bij een keuze voor hoge-temperatuur-verwarming zijn er minder gebouwaanpassingen nodig. Daar staat als nadeel tegenover dat een HT-warmtepomp in de energiecentrale minder efficiënt zal zijn, omdat er een groter temperatuurverschil zit tussen de WKO-bron en de gewenste temperatuur.

Bij keuze voor midden-temperatuur-warmte is de temperatuursprong voor de warmtepomp al een stuk minder groot.

In het geval van lage-temperatuur-warmte is de warmtepomp het meest efficiënt, dit is met name interessant als gebouwen comfortabel kunnen worden verwarmd met deze lagere temperatuur. Voor de warmtapwaterbehoefte wordt dan een booster ingezet.

2.5.2. Warm tapwater

Voor warm tapwater is (meestal) een hogere temperatuur nodig dan voor ruimteverwarming. Warm tapwater moet vanwege het voorkomen van legionella minimaal 55 °C uit het tappunt zijn. (4), terwijl een goed geïsoleerde woning met een lagere temperatuur verwarmd kan worden.

In de zomer is doorgaans geen ruimteverwarming nodig. Tegelijk is de behoefte aan warm tapwater gedurende het jaar veel constanter. Om deze redenen kan de opwaardering voor warm tapwater en ruimteverwarming gescheiden worden. De opwaardering voor ruimteverwarming gebeurt door middel van warmtepompen. Voor warm tapwater worden zowel een warmtepomp als een warmteboiler worden ingezet.

2.5.3. Koeling

Grondwater uit de koude bron van het WKO-systeem is meestal koud genoeg (ca. 8 °C) om gebouwen te koelen. Hierdoor hoeft het water van het distributiesysteem alleen maar rondgepompt te worden. Dit noemt men passieve koeling, actieve koeling (waarbij water gekoeld wordt) komt voor consumentenaansluitingen niet zoveel voor. Op hele warme dagen is het mogelijk om de warmtepomp als koelmachine te gebruiken. Omdat er dan nog elektra wordt toegevoegd noemt men dit actieve koeling. Door de

warmtepompen in te zetten kan het temperatuurtraject over de bron vergroot worden, waardoor een hoger vermogen gehaald wordt met hetzelfde brondebiet.

2.6. Marktomvang

2.6.1. WKO in Nederland

De Nederlandse bodem is erg geschikt is voor open bodemenergiesystemen. Er zijn dan ook veel WKO-systemen aangelegd. Veel partijen maken in Nederland op een manier gebruik van grondwater, daarom bestaat er een Landelijk Grondwater Register (LGR). Voor het bepalen van het aantal open bodemenergiesystemen in Nederland is gebruik gemaakt van dit register. Alle systemen die vergund en gemeld zijn worden door het bevoegd gezag in het LGR gezet. Sinds 2013 worden ook gesloten systemen in het LGR geregistreerd.

In het LGR worden belangrijke kenmerken van een systeem opgeslagen. Zoals het beschikingsnummer, begindatum en coördinaten van de bron. Ook is het mogelijk om aan te geven of het een koude of warme bron betreft, wat de debieten van het systeem zijn en wat de filterdiepte van een systeem is. Niet alle kenmerken worden door iedere provincie geregistreerd, daardoor zijn niet alle WKO-gegevens beschikbaar via het LGR.

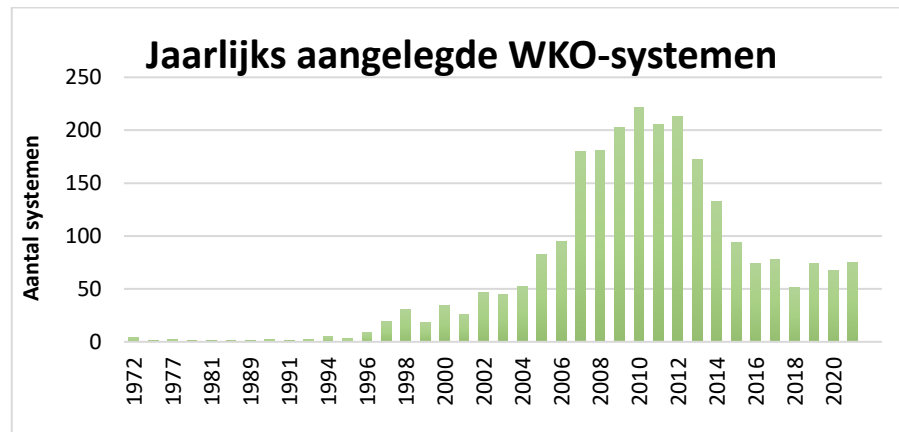
Op basis van de gegevens die geregistreerd zijn in het LGR is niet te bepalen of het WKO-systeem wordt ingezet voor klein- of grootverbruikers. Uit inventarisatie is gebleken dat er 226 systemen in beheer zijn van Energy Service Companies (ESCO's). Samen bedienen deze systemen 21.000 consumenten en 0,9 PJ aan warmte.

2.6.2. Ontwikkeling aantal WKO-systemen

Op 29 september 2021 zijn de gegevens van het LGR opgehaald. Omdat veel systemen vaak uit een warme en een koude bron bestaan, zijn dubbele namen uit de resultaten gefilterd. Figuur 7 geeft aan hoeveel systemen er jaarlijks zijn vergund volgens het LGR. Hieruit blijkt dat er op 29 september 2021 in totaal 2.515 systemen zijn geregistreerd als WKO-systeem.

Uit enquêtes die naar omgevingsdiensten is gestuurd, blijkt dat de meeste vergunde systemen geregistreerd staan in het LGR. Wel wordt aangegeven dat er in sommige gevallen een achterstand is ontstaan in het invoeren van de gegevens. Er wordt gestreefd om deze achterstand bij te werken voor de invoering van de Basisregistratie Ondergrond (BRO) gelijktijdig met de Omgevingswet.

10 systemen hebben als datum 1900. Dit wijst erop dat er voor deze systemen geen goede datum is ingevoerd. Verder staan er enkele systemen als WKO geregistreerd tussen 1972 en 1990. Figuur 7 laat vanaf medio jaren negentig een geleidelijke stijging zien, waarna de meeste systemen zijn geregistreerd in de periode 2007 en 2014. In de daaropvolgende jaren zijn er minder systemen geregistreerd, hoofdzakelijk vanwege de crisis in de bouw.

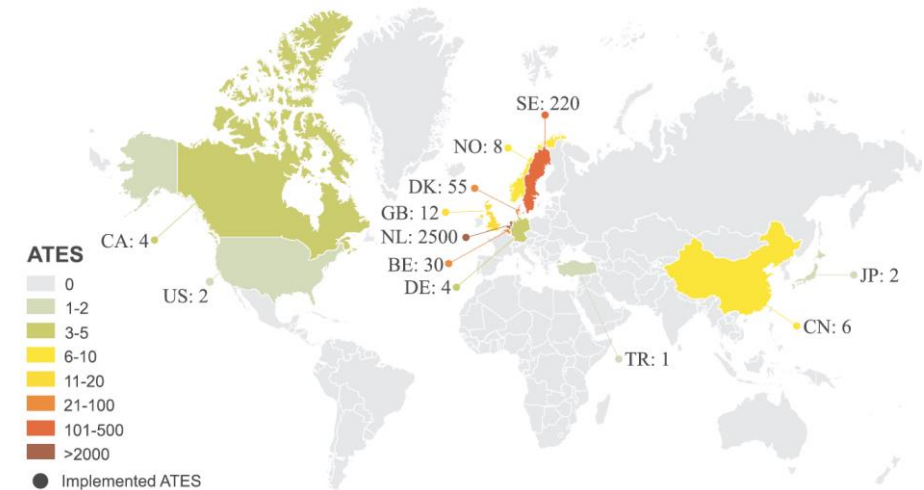


Figuur 7: Aantal aangelegde WKO-systemen per jaar uit het LGR.

2.6.3. WKO-systemen buiten Nederland

In 2018 waren er meer dan 2.800 WKO-systemen wereldwijd. Meer dan 85% van deze systemen bevinden zich in Nederland en verder staan 10% van de systemen in Zweden,

Denemarken en België (5). Nederland wordt gezien als marktleider op het gebied van WKO-systemen (6).



Figuur 8: Aantal aangelegde WKO-systemen wereldwijd. De meeste systemen staan in Nederland (5).

3. Gangbare normen voor aanleg

In dit hoofdstuk wordt de regelgeving beschreven die voor bodemenergiesystemen van toepassing is. Hierop volgt een beschrijving van de richtlijnen waaraan moet worden voldaan bij het ontwerp, de aanleg, het in gebruik hebben en het buitengebruikstellen van bodemenergiesystemen. Tot slot wordt er een vergelijking gemaakt tussen systemen die vóór en na het ingaan van de regelgeving in 2013 zijn aangelegd. Dit gaat dus niet over het toezicht van de ACM op de naleving van de Warmtewet door warmteleveranciers die WKO-systemen beheren.

3.1. AMvB Bodemenergie

3.1.1. Huidige wetgeving

Vanaf 2009 is bodemenergie actief gestimuleerd in verschillende programma's met als doel de techniek verder te ontwikkelen en de impact van de techniek op bodem en ondergrond te onderzoeken. Op basis daarvan zijn tools en protocollen voor ontwerp, aanleg en exploitatie ontwikkeld.

De sectorale kwaliteitsrichtlijnen van vóór 2009 werden omgebouwd tot de Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) Bodemenergie welke op 25 maart 2013 is ingegaan (7). Deze nog altijd geldende wetgeving is ingevoerd om de toepassing van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen te stimuleren. Daarnaast is de wetgeving bedoeld ter bescherming van de bodem en het (grond)water. Om dit te bereiken zijn de volgende doelstellingen geformuleerd (7):

- Een gelijk speelveld creëren voor open en gesloten bodemenergiesystemen, door regels te stellen aan de tot dan toe nog niet geregelde gesloten systemen.
- Verkorten van de vergunningverlening voor de vergunning Waterwet voor open bodemenergiesystemen.
- Uniformeren van de tot dan toe uiteenlopende provinciale voorschriften voor open bodemenergiesystemen, door invoering van een in heel Nederland geldend algemeen niveau van bodembescherming met instructievoorschriften.
- Invoeren van gebiedsgericht beleid in drukke gebieden of gebieden met een grote energiebehoefte. Het Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen voorziet in de mogelijkheid om bij gemeentelijke of provinciale verordening interferentiegebieden aan te wijzen ter bevordering van een doelmatig gebruik van bodemenergie.
- Voorkomen van negatieve interferentie tussen bodemenergiesystemen buiten interferentiegebieden.

- Invoeren van een erkenningsregeling voor (het ontwerpen en installeren van) bodemenergiesystemen in het kader van het Besluit bodemkwaliteit.

3.1.2. Evaluatie AMvB Bodemenergie

In 2016 is de AMvB Bodemenergie voor bodemenergiesystemen geëvalueerd (8). Uit deze evaluatie blijkt dat het groeitempo van het aantal geïnstalleerde bodemenergiesystemen sinds 2013 afneemt. In de evaluatie wordt een verband gezien tussen het ingaan van de regelgeving en de afgenomen groei van het aantal gesloten bodemenergiesystemen.

De afname van het groeitempo van nieuwe open bodemenergiesystemen wordt niet direct in verband gebracht met het invoeren van de AMvB Bodemenergie (8). In de evaluatie worden het lagere groeitempo van het bouwvolume, de inzet van andere energiebesparende technieken, wettelijke eisen ten aanzien van energieprestaties van gebouwen en de kosten en terugverdientijd van bodemenergiesystemen als mogelijke oorzaken genoemd voor de daling.

In de evaluatie is ook onderzoek gedaan naar risico's voor de bodem en ondergrond. De conclusie is dat het beschermingsniveau voor duurzaam gebruik en beheer van de ondergrond voor potentiële milieueffecten adequaat is.

3.2. BRL-richtlijnen

Gelijktijdig met de AMvB Bodemenergie is een erkenningsregeling ingevoerd voor bedrijven die zich bezighouden met het ontwerp, de aanleg, het beheer, het onderhoud of de buitengebruikstelling van open en gesloten bodemenergiesystemen. Het doel van deze erkenningsregeling is het verbeteren van de kwaliteit en betrouwbaarheid van bodemenergiesystemen, en het voorkomen dat kwalitatief laagwaardige en slecht presterende bodemenergiesystemen worden aangelegd (7).

Om dit te bereiken moeten alle bedrijven die werkzaamheden uitvoeren aan het ontwerp, de aanleg, het beheer, het onderhoud en de ingebruikstelling van bodemenergiesystemen gecertificeerd zijn voor de opgestelde beoordelingsrichtlijnen (BRL) en bijbehorende protocollen.

3.2.1. BRL11000 en 6000-21/00

De BRL-richtlijnen maken onderscheid in het ondergrondse en het bovengrondse deel van het bodemenergiesysteem. De richtlijnen en eisen voor werkzaamheden aan het ondergrondse deel van het systeem zijn opgenomen in de BRL SIKB 11000 en protocol 11001 (9). Voor het bovengrondse deel van het systeem is de BRL InstallQ 6000-21/00 (10) van toepassing.

3.3. Handvatten voor vergunningverlening en toezicht

Met de invoering van de AMvB Bodemenergie zijn ook voor vergunningverlening, toezicht en handhaving documenten opgesteld. Deze worden onderverdeeld in de Besluitvormings Uitvoerings Methode (BUM) en de Handhavings Uitvoerings Methode (HUM). De documenten bestaan uit een deel voor provinciale taken en een deel voor gemeentelijke taken.

3.3.1. Besluitvormings Uitvoerings Methode (BUM)

De BUM is opgesteld voor een gelijke beoordeling van vergunningsaanvragen. De BUM beschrijft eisen vanuit het beleid en voorziet deze eisen van toetsingscriteria. Op deze manier borgt de BUM de aansluiting tussen vergunningverlening op toezicht en handhaving en op de kwaliteitsrichtlijnen voor marktpartijen (11).

Handvatten die in de BUM staan zijn onder meer een voorbeeld van de vergunning Waterwet, monitoringsparameters voor grondwateranalyses en berekeningen voor het koude- of warmteoverschot van systemen. Verder staan er in de BUM richtlijnen voor het berekenen van effecten tussen systemen en er zijn opzoekgrafieken voor het bepalen van stijghoogteveranderingen en hydrologische en hydrothermische invloedsgebieden voor open bodemenergiesystemen tot 50 m³/h.

3.3.2. Handhavings Uitvoerings Methode (HUM)

De HUM is opgesteld voor het toezicht op de meldings- en vergunningsplichten, vergunningvoorschriften en algemene regels. Daarnaast richt de HUM zich op de handhaving van geconstateerde overtredingen (12). Zo staat er in de HUM uitleg over benodigde vergunningen en zijn er controlepunten opgenomen voor handhaving tijdens de aanleg, het beheer en onderhoud, en de beëindiging van systemen.

3.4. Omgevingswet

Op het moment dat de Omgevingswet ingevoerd wordt, valt bodemenergie onder het Besluit Activiteiten Leefomgeving (BAL) en provinciale omgevingsverordeningen. Hierdoor worden de vergunning Waterwet die zijn verleend voor open

bodemenergiesystemen omgezet naar een omgevingsvergunning. Dit betekent dat vanaf de inwerkingtreding van de Omgevingswet ook de algemene regels uit paragraaf 4.112 van het BAL van toepassing zijn op deze vergunningen. Wanneer er in de vergunning Waterwet voorschriften staan die afwijken van de algemene regels, dan moeten die voorschriften als maatwerk worden beschouwd.

Ook is in het BAL geregeld dat de regels voor open bodemenergiesystemen waarvan de vergunning is aangevraagd voor 1 juli 2013 niet van toepassing zijn. Dit zorgt ervoor dat dergelijke oude systemen niet met regels worden geconfronteerd waarmee bij de aanleg geen rekening is gehouden. Wel zijn de regels uit het BAL van toepassing voor het buitengebruikstellen van een open bodemenergiesysteem.

3.5. Resultaten van de wetgeving

De wetgeving en de handvatten voor vergunningverlening en toezicht sinds 2013 heeft ervoor gezorgd dat er een eenduidigere regelgeving is ontstaan. De erkenningsplicht en de richtlijnen waarnaar bedrijven moeten werken zorgt voor een kwaliteitsverbetering van de systemen. Dit wordt ook opgemerkt door omgevingsdiensten. De algemene trend is dat systemen sinds 2013 zorgvuldiger worden aangelegd en over het algemeen een beter rendement behalen.

Meerdere omgevingsdiensten/provincies hebben aangegeven dat er kansen zijn voor betere systemen waarbij het dan voornamelijk gaat om de efficiëntie van het bodemenergiesysteem. Deze kansen worden voornamelijk gezien in het vergroten van energiebesparingen van een systeem en het verbeteren van de productiviteit; een maat voor hoeveel thermische energie aan het grondwater wordt toegevoegd dan wel onttrokken per kubieke meter grondwater.

De huidige regelgeving richt zich op duurzaam en doelmatig bodem- en grondwaterbeheer en minder op de daadwerkelijke energiebesparingen. Ook wordt aangegeven dat het bevoegd gezag enkel kan handhaven op de vergunning Waterwet, waardoor de koppeling met het totale gebouwstelsel mist en er geen handhaving plaatsvindt wanneer er (te) weinig klimaatcomfort in het gebouw is.

Een veel voorkomend probleem is dat het distributie- of afgiftesysteem bij sommige gebouwen niet toereikend is voor het leveren van de benodigde warmte. De BRL-richtlijnen richten zich op het ontwerp van het ondergronds deel en de energiecentrale van het systeem en niet op de afgifte in het gebouw. Problemen worden daarom niet per definitie veroorzaakt door een slecht ontworpen bodemenergiesysteem.

Tabel 1: Verschillen tussen regels bodemenergiesystemen vóór en na 2013

	Voor 2013	Na 2013
Open bodemenergiesystemen	Gereguleerd in de Waterwet artikel 6.4 lid 1b en daarvoor in de Grondwaterwet. Vergunningverlening volgens Openbare uniforme uitvoeringsprocedure.	Gereguleerd in de Waterwet artikel 6.4 lid 1b. Vergunningverlening volgens reguliere procedure.
Gesloten bodemenergiesystemen	Algemene zorgplichten uit Wet bodembeheer en Wet milieubeheer.	Besluit lozen buiten inrichtingen of OBM (Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets) afhankelijk van installatie en ligging binnen interferentiegebied.

Tabel 2: Regulering bodemenergiesystemen na 2013

Gebied		Type systeem				
		Klein GBES (<70 kW)		Groot GBES (>70 kW)		OBES
		Binnen inrichting	Buiten inrichting	Binnen inrichting	Buiten inrichting	
Aanleg en gebruik systeem buiten interferentiegebied		Activiteiten besluit milieubeheer	Besluit lozen buiten inrichtingen	Activiteiten besluit milieubeheer + OBM	Besluit lozen buiten inrichtingen + OBM	Vergunning Waterwet met instructieregels voor het bevoegd gezag (bij provinciale verordening kan vrijstelling zijn verleend voor systemen <10 m³/h)
Aanleg en gebruik systeem binnen interferentiegebied		Activiteiten besluit milieubeheer + OBM	Besluit lozen buiten inrichtingen + OBM	Activiteiten besluit milieubeheer + OBM	Besluit lozen buiten inrichtingen + OBM	
Aanleg in milieubeschermingsgebied		Ontheffing provinciale milieuverordening				

4. Inzicht in technische problemen

In dit hoofdstuk worden de technische problemen omschreven die zich voordoen bij WKO-installaties. Hiervoor wordt ingegaan op de technische problemen en de impact en omvang van deze problemen. Vanuit interviews met 5 verschillende exploitanten, gebruikers en de ACM is informatie ingewonnen over de werking van verschillende systemen. Per installatieonderdeel zoals is beschreven in hoofdstuk 2 worden de inzichten hieronder beschreven.

In Bijlage III is een samenvatting gegeven van de verschillende problemen die op kunnen treden bij WKO-ontwerp, exploitatie en levering.

4.1. Grondwatersysteem

Het grondwatersysteem omvat de bronnen en de leidingen tot de energiecentrale. Het ontwerp, de aanleg en het beheer van dit grondwatersysteem vallen onder BRL-richtlijn 11000.

Technische problemen in de exploitatie die zich kunnen voordoen in het grondwatersysteem van de WKO-installatie zijn:

- Bronverstoppingen zoals gasverstopping, redoxverstopping, mechanische verstoppingen en biologische verstoppingen;
- Mechanische defecten aan bewegende componenten zoals pompen en injectiekleppen;
- Het niet naar behoren werken van de regeling van de installatie.

4.1.1. Vóór invoering van de BRL-richtlijnen in 2013

De invoering van de BRL-richtlijnen heeft ervoor gezorgd dat bronnen niet meer mogen worden aangelegd met een spuitboorteknik. Met een spuitboorteknik worden de grondmonsters dusdanig geroerd dat het onduidelijk is welke grondlagen er zijn aangeboord. Het is een verhoogd risico op problemen bij de bronnen na realisatie zoals mechanische verstoppingen of verstoppingen als gevolg van redoxreacties in het grondwater.

Bij de aanleg van grondwatersystemen zijn in het verleden bij een aantal systemen minder geschikte kleppen en onderwaterpompen toegepast. Kleppen en onderwaterpompen gingen eerder defect door verkeerde materiaalkeuze of minder goed functionerende onderdelen dan wel fabricaten.

Door het grondwater dat verpompt wordt op druk te houden treden gassen die van nature in het grondwater zitten niet uit. Door de onderwaterpomp onvoldoende diep in te bouwen of door onvoldoende druk in het leidingwerk te handhaven, treedt ontgassing op, waardoor het systeem verstopt kan raken.

4.1.2. Ná invoering van de BRL-richtlijnen

Na de invoering van de BRL 11000 werd het verplicht voor de partijen die grondwatersystemen aanleggen om gecertificeerd te zijn voor werkzaamheden met betrekking tot het ontwerp, realisatie en beheer van bodemenergiesystemen. Door de invoering van deze richtlijn dient er gewerkt te worden volgens standaarden met gediplomeerde vakmensen. Technieken die in het verleden geleid hebben tot problematiek mogen niet langer worden toegepast. Voorbeelden hiervan zijn de boorteknik, de manier van monsternamen en het afdichten van scheidende kleilagen.

4.1.3. Omvang en impact van niet goed functionerende systemen

Uit interviews met exploitanten blijkt dat ongeveer 95% van de WKO-installaties bivalent zijn aangelegd. Dit betekent dat de warmte anders geleverd kan worden bij een defect in het grondwatersysteem. Deze alternatieve levering bestaat bijvoorbeeld uit een lucht-water warmtepomp, stadswarmte, gasketel, elektrische ketel of een ander grondwatersysteem. De gebruiker van een bivalent systeem merkt hierdoor doorgaans niets van defecten aan het grondwatersysteem. Door een bivalente opzet van de WKO-installaties zorgen problemen in het grondwatersysteem zelden voor leveringsproblemen bij de afnemers/bewoners.

Uit het onderzoek blijkt dat voornamelijk bij een aantal oudere (vóór 2013 gerealiseerd) WKO-installaties jaarlijks één of meerdere storingen voorkomen. Door exploitanten wordt aangegeven dat deze bronnen veelal geboord zijn door middel van spuitboorteknik. Ook wordt door exploitanten aangegeven dat de partijen die deze werkwijze hanteerden, niet langer actief zijn in de markt.

Problemen die ontstaan door een slecht aangelegde bron zijn het teruglopen van de capaciteit of het geheel verstopten van het systeem. In beide gevallen dient onderhoud gedaan te worden om de bronnen te regenereren, zodat de bronnen weer inzetbaar worden. Er kunnen zich ook kleinere storingen voordoen zoals het wegvallen van de systeemdruk. Dit soort storingen kunnen veelal dezelfde dag nog worden verholpen.

Tabel 3: Typische storingsfrequenties

Storingsfrequentie		
Storing aan onderwaterpomp	Eens in de 15 jaar	Per bron
Storing aan injectieklep	Eens in de 2,5 jaar	Per bron

4.2. Energiecentrale

De energiecentrale is de link tussen het grondwatersysteem en het afgiftesysteem. Dit systeem heeft een eigen circuit en is doorgaans fysiek gescheiden van het grondwater door middel van een warmtewisselaar. In de energiecentrale wordt lage temperatuur warmte (LTW) van 12 à 18 °C door middel van een warmtepomp opgewaardeerd tot bruikbare warmte voor ruimteverwarming en/of warm tapwater. Daarnaast wordt ook koeling overgedragen vanuit het grondwatersysteem naar de afgiftesystemen bij de bewoners. Op de warme dagen wordt eventueel de warmtepomp ingezet als koelmachine. Dit wordt gedaan door de warmtepomp "omgekeerd" in te zetten. De warmtepomp vervult daarbij een functie vergelijkbaar met die van een keukenkoelkast. Aan de energiecentrale zit vaak een regeneratiesysteem gekoppeld om aanvullende warmte dan wel koude in te kunnen vangen. Regeneratie is nodig om het grondwatersysteem in een thermische balans te houden zodat er geen onacceptabele ongelijke hoeveelheid warmte en koude in de bodem wordt opgeslagen.

Technische problemen die zich kunnen voordoen in de energiecentrale zijn:

- Mechanische defecten aan bewegende onderdelen zoals circulatiepompen, regelkleppen, warmtepompen en componenten van het regeneratiesysteem;
- Corrosie door verkeerde samenstelling van het leidingwater met defecten aan bovenstaande componenten als gevolg;
- Diffusie in leidingsysteem of het lek raken van het leidingwerk. Hierdoor treedt zuurstof toe waardoor magnetiet wordt gevormd;
- Hydraulische opzet van de installatie die zorgt voor onvoldoende regelbaarheid van de installatie;
- Regeling werkt onvoldoende waardoor de temperaturen of vermogens niet gehaald worden.

4.2.1. Vóór invoering van de BRL-richtlijnen in 2013

Voor de invoering van de BRL 6000-21 richtlijn kon elke installateur een energiecentrale ontwerpen en aanleggen. Uit contact met beheerders van WKO-installaties is naar voren gekomen dat er destijds goed functionerende installaties gebouwd zijn, maar ook

minder goed functionerende installaties met meerdere leveringsonderbrekingen per jaar.

Voorbeelden van oorzaken zijn het toepassen van kwalitatief mindere warmtepompen. Ook zijn er hydraulische ontwerpen opgesteld, waarbij distributiepompen in serie staan waardoor het systeem zeer lastig te regelen valt. Door het lastig regelen van temperaturen worden bijvoorbeeld vermogens niet gehaald.

Door verkeerd ontwerp van de energiecentrale kan mogelijk een hydrologische dan wel energetische onbalans in de bodem ontstaan. Een energieonbalans kan bestaan uit een koude- of een warmteoverschot. Een koudeoverschot is toegestaan sinds de invoering van de Algemene Maatregel van Bestuur Bodemenergie in 2013 op voorwaarde dat er geen negatieve effecten optreden, bijvoorbeeld op naburige bodemenergiesystemen. Een structureel warmteoverschot in de bodem is juridisch niet toegestaan; het moet aantoonbaar zijn dat het systeem over een periode van 5 jaar in balans is. De aanbeveling is daarom om jaarlijks evenveel warmte uit de bodem te onttrekken als er ook weer in terug te brengen.

Voor de invoering van de richtlijnen werden energiegetallen ingeschat op basis van kentallen. Wanneer de bodembalans dan de verkeerde kant uitsloeg tijdens de gebruiksfase was er onvoldoende regeneratievermogen om de balans bij te sturen. Als daarnaast ook onvoldoende gemonitord wordt, dan ontstaan er problemen met de vergunninghandhaving.

Ook zijn er voor het invoeren van de BRL 6000-21 verkeerde materiaalkeuzes gemaakt in de installatie waardoor er gasdiffusie optreedt in het leidingwerk. Door het intreden van lucht (en daarmee zuurstof) is er kans op het ontstaan van onder meer het mineraal magnetiet. Magnetiet is magnetisch en kan zich daarom hechten aan metalen onderdelen in het leidingwerk waardoor componenten verstopt/defect kunnen raken.

4.2.2. Ná invoering van de BRL-richtlijnen in 2013

Het ontwerp van de energiecentrale dient met de invoering van de BRL-richtlijnen uitgevoerd te worden overeenkomstig met de eisen uit de BRL 6000-21. Deze richtlijn verwijst naar normdocumenten zoals:

- ISO 39 "Ontwerp, realisatie en beheer van energiecentrales met WKO";
- ISO 44 "Ontwerp van hydraulische schakelingen voor verwarmen".

In de BRL 6000-21 worden eisen gesteld aan de communicatie met andere partijen die betrokken zijn bij het ontwerpen van bodemenergiesystemen. Zo dient er communicatie

plaats te vinden met de ontwerpende partij van het grondwatersysteem (volgens de BRL 11000) en de ontwerpende partij van het gebouw- en het afgiftesysteem. De ontwerper van het gebouwsysteem dient de energie- en vermogensvraag te bepalen en zowel een energieberekening als vermogensberekening van het gebouw aan te leveren aan de ontwerper van de energiecentrale. In overleg met de ontwerper van het grondwatersysteem wordt door de ontwerper van de energiecentrale het hydraulische ontwerp opgesteld.

Ook worden er in de BRL 6000-21 eisen gesteld aan de vakbekwaamheid van werknemers die werken aan het ontwerp, realisatie en beheer van de energiecentrales. Deze werknemers moeten gecertificeerd zijn in het kader van deze BRL en ervaring hebben met WKO-energiecentrales.

Voor de toegepaste materialen en apparaten dient de levensduur te worden ingeschat. Daarnaast dient het materiaaltype te worden aangepast op het gebruik van de installatie.

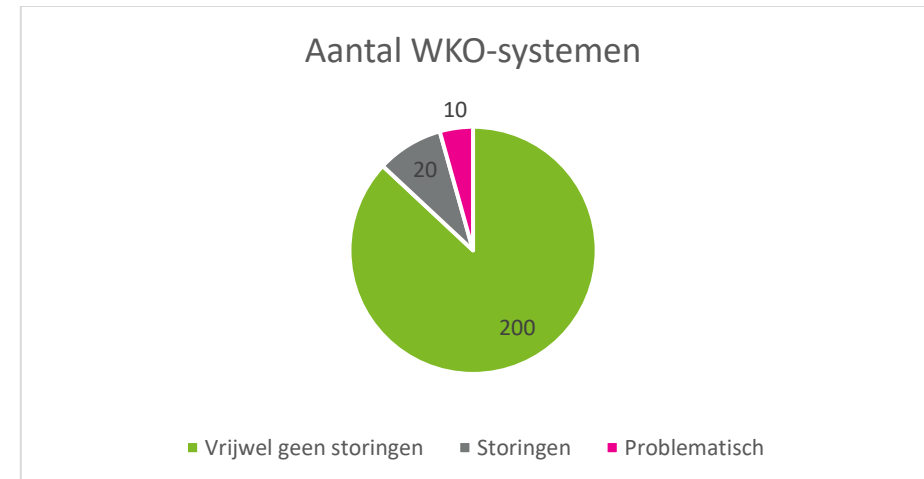
Door de invoering van de BRL 6000-21 worden installaties hydraulisch overzichtelijker ontworpen, omdat er gebruik gemaakt wordt van voorgeschreven hydraulische schakelingen en tekenregels. Ook wordt sindsdien in het ontwerp van de energiecentrale beschreven wat de functionaliteit en leveringszekerheid van de installatie is. Een conclusie is dan ook dat systemen die na invoering van de BRL 6000-21 zijn gerealiseerd voor minder problemen zorgen.

4.2.3. Omvang van het niet goed functioneren van de energiecentrale

Uit interviews met exploitanten blijkt dat storingen in de energiecentrale voorkomen. Vanuit de ontvangen data blijkt dat exploitanten gemiddeld 3 tot 20 uur per jaar per project geen warmte/koude kunnen leveren. Deze storingen kunnen langere onderbrekingen zijn of opeenvolgende kortere leveringsonderbrekingen. Een leveringsonderbreking kan echter ongemerkt blijven bij de eindgebruiker. Bij vloerverwarming en -koeling blijft de vloer bijvoorbeeld enige tijd op temperatuur. Ook wordt bij het verwarmen van de vloer de aanvoertemperatuur veelal gemengd tot een lagere bruikbare temperatuur. Voor de levering van warm tapwater worden leveringsonderbrekingen eerder opgemerkt; het water van de douche wordt dan bijvoorbeeld niet warm.

Exploitanten geven aan dat er enkele probleemgevallen zijn waar meerdere storingen per jaar in voorkomen. Figuur 9 toont dat de grote meerderheid van de WKO-systemen (87%) die vallen onder de Warmtewet volgens de exploitanten geen leveringsproblemen

ondervindt. Over de probleemgevallen wordt door de energieleveranciers gemeld dat deze systemen veelal zijn overgenomen van andere energieleveranciers of de systemen worden beheerd voor een vereniging van eigenaren. Op basis van bij de ACM binnengekomen klachten kan gesteld worden dat storingen voornamelijk voorkomen bij oudere bodemenergiesystemen.



Figuur 9: Aantallen WKO-systemen welke binnen de kaders van de Warmtewet vallen en waarvan uit interviews met de exploitanten naar voren is gekomen hoeveel er sprake is van geen, wel of zelfs problematische storingen.

4.3. Distributiesysteem

Het distributiesysteem bestaat uit leidingwerk, pompen en appendages en is gelegen tussen de energiecentrale en het afgiftesysteem van de afnemer. Dit systeem kan uit verschillende leidingsystemen bestaan. Men spreekt dan over 2-pijps, 4-pijps, 6-pijpsystemen in verschillende configuratie. Het aantal pijpen correspondeert met het aantal aansluitingen tussen het distributiesysteem en de afleverset/warmtepomp bij de bewoner.

Technische problemen die zich kunnen voordoen in het distributiesysteem bestaan uit:

- Over- of onderdimensionering, waardoor traagheid of capaciteitsproblemen kunnen optreden;
- Graafschade en het intreden van zand en vuil;
- Leidingen in het grondwater waardoor de thermische energie afvloeit;
- Gasdiffusie in de leiding waardoor intrede van zuurstof plaatsvindt;

- Gefaseerde aanleg of verandering van de bouwplannen waardoor afgeweken wordt van de optimale werking;
- Niet goed ingeregelde systemen waardoor woningen geen warmte ontvangen.

4.3.1. Waterkwaliteit en waterbehandeling

De waterkwaliteit in de installatie is van grote invloed op het functioneren en de levensduur van de installaties. Om zorg te dragen dat het systeemwater de juiste kwaliteit heeft, zullen regelmatig controles uitgevoerd moeten worden. Als de waterkwaliteit langdurig in orde is, kan de controlefrequentie verlaagd worden. Een slechte waterkwaliteit in het distributiesysteem kan de volgende gevolgen hebben:

- Aanslag of verstopping door het neerslaan van stoffen;
- Aantasting van het systeem door corrosie;
- Slijtage door harde deeltjes in het water;
- Slecht werkende warmtemeters en temperatuuroptometers;
- Extra kosten door waterverbruik, elektriciteitsverbruik, storingen, onderhoud en vervanging.

4.3.2. Gevolgen van slechte waterkwaliteit

Zuurstof en andere gassen maken (aerobe) corrosie en bacteriegroei mogelijk. Ook anaerobe reacties zijn mogelijk; dit zijn met name reacties die door sulfaatreducerende bacteriën plaatsvinden welke optimaal zijn bij een pH van 7 tot 8. Het resultaat is een neerslag van ijzer(II)hydroxide ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) en ijzersulfide (FeS). Dit is vaak te zien aan een verlaagd sulfaatgehalte.

Chemische reacties verlopen sneller of langzamer afhankelijk van de zuurgraad (pH) van het leidingwater. Verontreinigingen in het leidingwater kunnen van invloed zijn op reacties en verstoppingen veroorzaken. Losse deeltjes zoals zand of ijzer(corrosie)deeltjes kunnen slijtage veroorzaken. Elektrolytische spanning kan het corrosieproces versnellen of juist afremmen.

Bij systemen met een grote waterinhoud zijn de totaalvolumes van bijvoorbeeld kalk en vrije zuurstof veel groter. Daardoor kan lokaal schade aan componenten worden veroorzaakt. Bij systemen met kunststof leidingen zijn de metalen componenten in het systeem extra gevoelig voor chemische reacties als corrosie doordat zuurstofdiffusie plaats kan vinden.

4.3.3. Problemen met distributiesystemen

In deze paragraaf zijn verschillende problemen uiteengezet die betrekking hebben op de kwaliteit van het leidingwater en de ontwerpmethodiek.

Diffusie en chemische problemen

Vanuit de exploitanten wordt aangegeven dat bij overgenomen systemen vaak sprake is van een problematische opzet. Bij deze systemen zijn kunststoffen toegepast waarbij niet altijd een scheidingswisselaar is aangebracht tussen het afgiftesysteem en het distributiesysteem. Hierdoor is er een grotere kans op gasdiffusie. Door de reactie tussen van nature in water voorkomend opgelost ijzer en zuurstof wordt magnetiet gevormd. Ook zijn er andere reacties mogelijk en daarnaast kan ook bacteriële groei resulteren in sulfideproductie (13).

Wanneer magnetiet ophoopt kunnen verstoppingen ontstaan in het leidingwerk, de pompen kunnen beschadigen en kleppen kunnen vastlopen. Voornamelijk aan het einde van de strengen waar de stromingssnelheid afneemt slaan de deeltjes neer.

Door een slechte kwaliteit van het leidingwater kunnen mechanische componenten worden aangetast. Leveranciers van apparaten en componenten schrijven de waterkwaliteit voor die nodig is om de installatie goed te laten functioneren. Er zijn in Nederland Kema-richtlijnen waaraan het leidingwater dient te voldoen. Deze voorschriften zijn echter niet opgenomen in de wetgeving.

Dimensionering van het leidingwerk

Bij de eerste distributiesystemen is niet altijd gerekend met de juiste kentallen voor gelijktijdigheid. Gelijktijdigheid is een factor waarmee het maximale vermogen van een warmtesysteem op basis van kansberekening wordt bepaald. De kans dat iedereen gelijktijdig onder de douche staat is namelijk minimaal.

Door een te hoog vermogen aan te houden voor de leidingdimensionering worden de leidingen groter ontworpen dan nodig is. Gevolg is dat er ten opzichte van de geleverde warmte relatief grote warmteverliezen optreden.

In de nieuwste generatie warmtenetten wordt naar systemen gekeken waarin zeer lage temperaturen in het distributienet worden gehanteerd. Dit worden ook wel 5^e generatie warmtenetten genoemd, om te uiteindelijk te kunnen voorzien in de warmtebehoefte zijn er dan wel individuele warmtepompen bij de aangesloten afnemers nodig. Met name in deze 5^{de} generatie warmtenetten kunnen door een te lage aanvoertemperatuur

storingen optreden. Dit kan echter voorkomen worden door de toepassing van voldoende leidingisolatie.

Bij het ontwerp van buitenleidingen dient gelet te worden op het koelende effect dat de omgeving kan hebben op het water in het distributiesysteem. Afkoeling kan ontstaan door een hoge grondwaterstand, ondiepe ligging van het leidingwerk of een kleine afstand tussen aanvoer- en retourleiding.

Zand en vervuiling

Wanneer er tijdens de aanleg vuil in het leidingwerk komt dan is dit zeer lastig te verwijderen. Het leidingwerk heeft namelijk diverse aftakkingen waar de stromingssnelheid laag is. Vuil dat bezinkt in de leiding komt doorgaans weer los wanneer er meer vermogen wordt gevraagd. Dit vuil gaat zitten in de filters en tussen de bewegende delen van pompen en kleppen. Door de vervuiling gaan kleppen minder goed functioneren. Dit komt omdat er in het verleden onvoldoende rekening is gehouden met de spoelaansluiting voor het systeem.

Lekkage netten

Wanneer het leidingwerk lekkages heeft loopt het systeem langzaam leeg. Kleine lekkages kunnen langere tijd onopgemerkt blijven. In het systeem wordt veelal behandeld water toegepast om de installatieonderdelen te beschermen. Bij veelvuldig lekken van het leidingwerk wordt er, om de installatie bij te vullen en weer op druk te krijgen, in sommige gevallen kraanwater toegevoegd aan het systeem. Hierdoor kunnen variaties optreden in de pH van het leidingwater en kunnen er problemen ontstaan ten aanzien van de neerslag van magnetiet of corrosie. Bij een sterk lekkend systeem is het vrijwel onbegonnen werk om de gewenste waterkwaliteit te handhaven. Het is dan noodzakelijk om te achterhalen waar het systeem lekt en dat te repareren. Wanneer het leidingwerk dusdanig slecht is aangelegd dat lekkages op velen plekken voorkomen, dan kan dit zeer arbeids- en kostenintensief uitpakken.

Huidige warmtenetten

Voor het ontwerpen van leidingsystemen ten behoeve van warmte- en koudetransport is de ISSO-publicatie 7 de leidraad. Deze richtlijnen hebben echter geen juridische grond. Het leidingwerk wordt per exploitant anders ontworpen. Verder zijn voorschriften voor waterbehandeling, waterkwaliteit, ontwerprichtlijnen met betrekking tot gelijktijdigheid, het aanbrengen van spoelaansluitingen of snelheden in het leidingwerk niet in de documentatie terug te vinden.

Voor het ontwerpen van inpandige leidingnetten zijn meer en vollediger richtlijnen voorhanden. In het verleden is ervaring opgedaan met centrale warmwatervoorzieningen. Echter komen problemen van onvoldoende warmte ook bij dit soort installaties voor. Meestal gaat het dan om woningen aan het einde van de streng waar het vermogen of de temperatuur van het distributiesysteem niet meer toereikend is.

De distributiesystemen worden momenteel ontworpen door installateurs die veelal werkzaam zijn voor de exploitanten. Vanuit de exploitant of ontwikkelaar is niet altijd voldoende kennis aanwezig om werkzaamheden te controleren en aan te kunnen sturen op een goede werking van het distributiesysteem.

Overwogen kan worden om de wettelijke richtlijnen om de kwaliteit, ontwerp en aanlegseisen voor een distributiesysteem verder aan te scherpen. Het ontwerpen van distributiesystemen gaat namelijk op dezelfde manier als voor 2013. Er zijn wel lessen geleerd bij de verschillende initiatiefnemers van warmtenetten, echter is deze kennis niet aanwezig in de vorm van normdocumenten bij installatiebedrijven of bij nieuwe exploitanten.

Omvang van het niet goed functioneren warmtenetten

Uit de interviews met exploitanten blijkt dat diverse 5^{de} generatie warmtenetten (systeem met warmtepomp in de woning gevoed door een warmtenet) problemen geven. Deze meldingen van problemen komen ook vanuit bewoners, de ACM zelf en vanuit de omgevingsdiensten. Vanuit de warmteleveranciers worden diverse technische oorzaken genoemd van het disfunctioneren van het warmtenet. Dit zijn zoals eerder genoemd de oorzaken rond vervuiling, over-/onderdimensionering, onvoldoende ingeregelde systemen, waterkwaliteit en onvoldoende geïsoleerde leidingen.

Vanuit de bewoners komen er klachten dat de waterkwaliteit in het systeem dusdanig laag is dat mechanische componenten bij de bewoners snel worden aangetast. Door onvoldoende flow door het leidingsysteem is het mogelijk dat de laatste woningen op een streng problemen ondervinden in de warmtevoorziening. De problemen aan het warmtenet zorgen ervoor dat individuele woningen of totale blokken niet goed verwarmd kunnen worden. Temperaturen of debieten worden te laag aangeleverd naar de afleverset of warmtepomp, waardoor de woning of het tapwater niet voldoende warm worden.

Vrijwel alle problemen ten aanzien van leveringsonderbreking komen door de verminderde werking in het distributiesysteem (Bijlage III). Tijdens het onderzoek zijn 5

warmtenetten naar voren gekomen waar direct actie vereist is om tot een oplossing te komen. Onbekend is hoeveel bewoners er betrokken zijn bij deze warmtenetten en hoeveel klachten er niet binnenkomen bij de ACM.

4.4. Afgiftesysteem

Onder afgiftesystemen vallen o.a. vloerverwarming, radiatoren, convectoren etc. Met deze systemen wordt warmte of koude afgegeven aan de woning. Tussen de afgiftesystemen en het distributiesysteem kan een afleverset of warmtepomp zijn geplaatst. Er zijn ook systemen waarbij geen fysieke scheiding is, maar waar de afleverset slechts een meetpunt is voor het warmte- en koudeverbruik.

Problemen met het afgiftesysteem kunnen verschillende oorzaken hebben:

- Verkeerd aangesloten vloerverwarming dan wel radiator;
- Onvoldoende vloerverwarmingsvermogen of radiatorvermogen;
- Niet juist inregelen van de verwarming/koeling;
- Veranderingen in warm tapwatervraag;
- Problemen met de kwaliteit van het leidingwater;
- Minder effectieve vloerverwarming door kleden, tapijten en/of meubels;
- Pendelgedrag van de warmtepompen door naregeling van de verwarming per kamer, waardoor een minimale warmtevraag ontstaat. Doordat de warmtepomp buiten zijn werkgebied functioneert, gaat deze aan/uit (pendelen);
- Geen scheiding tussen bewoner en distributiesysteem, waardoor diffusie of vervuiling optreedt. Daarnaast verhoogd risico op lekkage;
- Defecte thermostaat of condensregeling.
- Het vastlopen van regelkleppen/pompen.

Ontwerp afgiftesystemen

Bij de eerste vloerverwarmingen zijn kunststof leidingen toegepast waarbij veel zuurstofinbrenging plaatsvond. Dit heeft een negatief effect op de kwaliteit van het leidingwater.

Ook komt het bij de eerste vloerverwarmingssystemen voor dat de lussen met dusdanige onderlinge afstand zijn gelegd dat er onvoldoende vermogen is om de woning op de gewenste temperatuur te krijgen.

Het tekortschieten van het verwarmingsvermogen kan echter ook worden veroorzaakt door de positionering van meubels en tapijten in de woning. Door het lokaal isoleren van de vloer neemt het vermogen waarmee de woning kan worden verwarmd af. Deze

klachten komen voornamelijk voor bij de kleinere woningen waar een groter percentage van de vloer is opgevuld door meubels.

Wanneer er geen fysieke scheiding is tussen het distributiesysteem en het afgiftesysteem, wordt de kwaliteit van het water aangetast door gasdiffusie. Door de reacties met zuurstof kan magnetiet ontstaan wat neerslaat in het leidingwerk en bij componenten, waardoor verstopping optreedt. Om de diffusiedichtheid van kunststof leidingen te toetsen is er een internationale norm, DN4726, welke ingaat op de diffusiedichtheid van het leidingwerk.

De afleverset in het afgiftesysteem is veelal geen onderdeel voor de levering van de exploitant. Het afgiftesysteem voor warmte en koude, na de afleverset, is de verantwoordelijkheid van de gebouweigenaar. Veelal wordt een installateur ingeschakeld voor de realisatie van het afgiftesysteem. Tussen exploitant, installateur en gebouweigenaar dient afstemming plaats te vinden om een goed functionerend systeem te krijgen. Door een brede variatie aan systemen en uitvoeringstechnieken is het niet eenvoudig om te achterhalen waarom systemen niet voldoende leveren. Doordat eigendom van het afgiftesysteem na de afleverset buiten de exploitatieverantwoordelijkheid van de exploitant valt, staan partijen geregeld tegenover elkaar.

Impact

Het afgiftesysteem na de afleverset valt vaak niet onder de verantwoordelijkheid van de energieleverancier. Wanneer een woning onvoldoende warm wordt, dan kan dit liggen aan het ontwerp van de woning, installatie, ontwerpfouten, aanlegfouten of tekortschietend technisch beheer van de (binnen)installatie. Dit onderzoek richt zich niet op de omvang van deze problematiek. Wel geven exploitanten aan onderzoek te doen in woningen naar het niet optimaal functioneren van het warmtenet. Exploitanten geven aan dat zij in de praktijk diverse voorbeelden tegenkomen van problemen in de woning. Voorbeelden hiervan zijn:

- Aangegeven wordt dat de minimale vraag dusdanig laag gemaakt wordt door naregelbaarheid van de vertrekken dat de warmtepomp onvoldoende flow kan wegzetten;
- In sommige gevallen is te zien dat delen van de vloerverwarming niet meedoen door verkeerde aanleg of dichtstaande afsluiters. Ook is te zien dat de afstand soms groter is aangehouden dan zou moeten. Dit zorgt dan voor minder vermogen;
- In woningen worden kleden, tapijten en meubels geplaatst op de vloer. Voor sommige appartementen levert dit een gebrek aan vermogen.

Aangezien het disfunctioneren van de binneninstallatie geen verantwoordelijkheid is van de exploitant, is hier onvoldoende data over. Om dit beter te kunnen inschatten dient hier aanvullend onderzoek naar gedaan te worden.

5. Afspraken over de kwaliteit van de levering

Dit hoofdstuk gaat over het perspectief van consumenten op de kwaliteit van het geleverde product, wat een consument mag verwachten, de afspraken die gemaakt worden en hoe de kwaliteit gecontroleerd kan worden.

De Warmtewet verplicht een warmteleverancier te zorgen voor een betrouwbare en betaalbare warmtevoorziening voor kleinverbruikers tegen redelijke voorwaarden en een daarbij behorende goede kwaliteit van dienstverlening. Het impliciete uitgangspunt van de Warmtewet is dat wanneer consumenten gebonden zijn aan warmteleverancier, deze consumenten (nog) geen vrije keuze voor hun leverancier kunnen maken op basis van de kwaliteit van de geleverde diensten. Zie hierover ook de ACM Leidraad Warmtelevering (14).

In Bijlage III staat een samenvatting van de belangrijkste artikelen uit de wet- en regelgeving die betrekking hebben op de kwaliteit van de geleverde diensten en service van leveranciers.

5.1. Afspraken over kwaliteit van de levering

Volgens de Warmtewet moeten door een leverancier gehanteerde voorwaarden redelijk zijn en ten dienste staan aan een betrouwbare levering van warmte met een goede kwaliteit van dienstverlening. Deze voorwaarden maken deel uit van de overeenkomst tussen leverancier en consument en zijn daarmee, tenzij in strijd met wet- en regelgeving, bindend tussen leverancier en afnemer.

In de Warmtewet is niet nader gespecificeerd wat onder een 'goede kwaliteit' (bijvoorbeeld temperatuur/debiet) of 'betrouwbare levering (m.a.w. continuïteit) van warmte' wordt verstaan. Daarnaast is er weinig jurisprudentie over wat onder een 'betrouwbare levering' wordt verstaan.

Voor de kwaliteit vindt nu een beoordeling van geval tot geval plaats, waarbij naar specifieke omstandigheden wordt gekeken. Wel dient een volledige omschrijving beschikbaar te zijn van het kwaliteitsniveau met een minimum- en

maximumtemperatuur. Sommige artikelen in de Warmtewet worden door lagere regelgeving (zoals het Warmtebesluit en de Warmteregeling) nader omschreven, bijvoorbeeld wat onder een leveringsonderbreking of ernstige storing valt, maar goede kwaliteit en betrouwbare levering zijn relatief open voor interpretatie. Redelijkerwijs zou gezegd kunnen worden dat de 'kwaliteit van de levering' betrekking heeft op de temperatuur, het debiet, het verbruik en de continuïteit van de geleverde producten.

5.1.1. Continuïteit

Continuïteit van de levering is als zodanig niet gespecificeerd in de Warmtewet. In 2015 heeft de SER een voorbeeld opgesteld voor algemene voorwaarden welke leveranciers als basis kunnen gebruiken (15). In het voorbeeld van de SER staat vermeld dat de levering in principe continu plaatsvindt, tenzij anders is afgesproken¹. Er is echter geen formeel-wettelijke verplichting voor leveranciers om van deze specifieke set voorwaarden gebruik te maken.

Er zijn situaties waarbij de levering vermindert of stopt, zodat de levering op lange termijn gewaarborgd blijft. Maar een dergelijke verplichting vloeit niet voort uit de Warmtewet. De wet onderkent wel dat een warmtebedrijf onder bepaalde omstandigheden de levering kan beperken of onderbreken. Als de levering door onvoorziene omstandigheden wordt verbroken dient de leverancier alles wat redelijkerwijs mogelijk is te doen om de levering zo snel mogelijk te herstellen (15). De wet stelt niet hoelang een storing maximaal mag duren, maar enkel dat, bij een storing of onderbreking van een bepaalde duur, een financiële compensatie aan afnemers verschuldigd is.

5.1.2. Debiet en temperatuur

Het debiet is de hoeveelheid water die per tijdseenheid wordt geleverd aan de consument. Samen met de temperatuur dient dit afgestemd te worden om de woning te voorzien van voldoende verwarming, koeling of warm tapwater. Naast de legionellawetgeving (Bijlage I paragraaf 7.2) zijn er geen specifiek wettelijke verplichtingen opgenomen over temperatuureisen.

¹ Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij een change-over systeem, waarbij een omschakeling in de levering van warmte en koude plaatsvindt zodra de buitentemperatuur boven (omschakeling naar koeling) of beneden (omschakeling naar verwarming) een bepaalde temperatuur komt, typisch 18 graden.

Welke temperaturen geleverd moeten worden voor een comfortabel binnenklimaat zijn niet gespecificeerd in de Warmtewet. Dit is ook sterk afhankelijk van individuele gebouwspecifieke eigenschappen. Er zijn wel normeringen voor, zoals de ISO 50 norm, waarin ontwerpbinrentemperaturen voor woningen voorgesteld zijn.

Tabel 2.1 Ontwerpbinrentemperatuur woningen [61]

Type	Ruimte	Ontwerpbinrentemperatuur
Woning	Verblijfsruimte	22 °C
	Verblijfsgebied	22 °C
	Badruimte	22 °C
	Verkeersruimte	18 °C ¹⁾
	Toiletruimte	18 °C ¹⁾
	Technische ruimte niet zijnde een stookruimte	10 °C ¹⁾
	Berguimte	10 °C ¹⁾
Seniorenwoning/ levensloopgeschikte woningen	Verblijfsruimte	22 °C
	Verblijfsgebied	22 °C
	Badruimte	24 °C
	Verkeersruimte	18 °C ¹⁾
	Toiletruimte	18 °C ¹⁾
	Technische ruimte niet zijnde een stookruimte	10 °C ¹⁾
	Onbenoemde ruimte	10 °C ¹⁾
	Berguimte	10 °C ¹⁾

1) Of berekening via warmtebalans volgens bijlage F in ISO-publicatie 51.

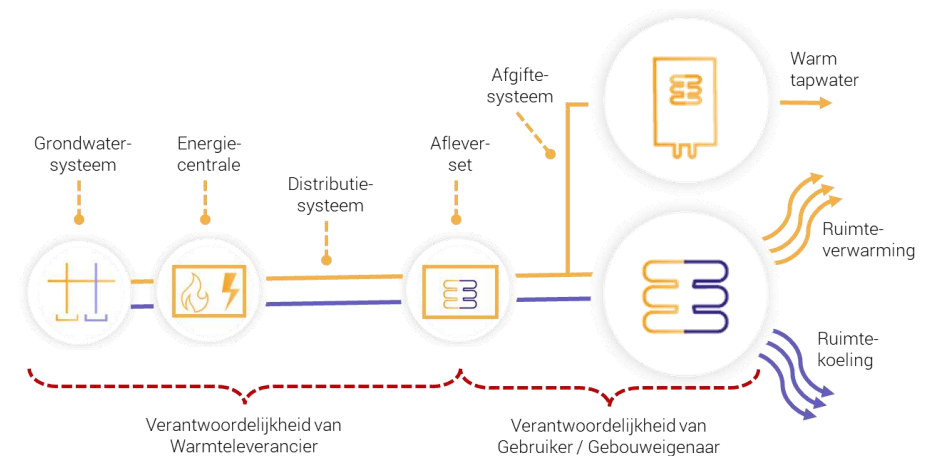
Opmerking: De ontwerpbinrentemperatuur is de operationele temperatuur (gemiddelde van de luchttemperatuur en de stralingstemperatuur = oppervlaktetemperatuur van de omringende wanden, vloer en plafond). Hierdoor kan het mogelijk zijn dat de thermostaat hoger dan 20 °C moet worden ingesteld.

Figuur 10: Aanbevolen ontwerpbinrentemperatuur woningen uit de ISO 50 norm.

Normen zoals de ISO 50 zijn een aanbeveling en geen formele verplichting, maar redelijkerwijs mag een consument verwachten dat woningen comfortabel verwarmd en (indien van toepassing) gekoeld kunnen worden. Vaak heeft een consument hier zelf geen invloed op, maar komen deze voort uit afspraken tussen de aanbestedende partij of projectontwikkelaar met de leverancier. Deze gesprekken spelen zich af in de ontwerpfase van het gebouw en de energie-installatie. Als een leverancier bijvoorbeeld aangeeft dat het water met een aanvoertemperatuur van maximaal 55 °C geleverd wordt, dan moet de ontwerper van de binneninstallatie (radiatoren en/of vloerverwarming) deze waarden als startwaarde nemen en zorgen dat de binneninstallatie voldoet aan de ontwerpbinrentemperatuur rondom de binnentemperatuur.

Andersom werkt dit ook als een ontwikkelaar aangeeft welke temperatuur nodig is om de woning te verwarmen of te koelen.

Als aangetoond kan worden dat met een afgiftesysteem niet kan worden voorzien in de benodigde temperaturen, dan is dit een hiaat waar de bouw van de woning of de leverancier van het verwarmingssysteem verantwoordelijk voor is. Wanneer de op de afleverset geleverde temperaturen lager zijn dan de door de warmteleverancier toegezegde temperaturen (bijvoorbeeld maximaal 45 °C), dan valt dit onder de verantwoordelijkheid van de warmteleverancier. Een schematische afbakening van verantwoordelijkheden wordt gegeven in Figuur 11.



Figuur 11: Schematische afbakening warmteketen en verantwoordelijke partijen. Als een afgiftesysteem in de basis aantoonbaar verkeerd is ontworpen, dan ligt het voor de hand dat de bouw hierop kan worden aangesproken. De gebruiker / gebouweigenaar is verantwoordelijk voor onderhoud van het afgiftesysteem.

5.1.3. Waarvoor is de consument zelf verantwoordelijk?

Als er klachten zijn die oorzaak hebben in de binneninstallatie (het verwarmingssysteem zelf, de radiatoren en/of vloerverwarming), dan volgt uit de Warmtewet dat dit in principe niet de verantwoordelijkheid van de warmteleverancier is. Het overdrachtspunt is in principe de scheiding tussen de verantwoordelijkheid van de leverancier en van de eigenaar van de woning (Figuur 11).

In sommige gevallen is er geen sprake van een hydraulische scheiding tussen distributiesysteem en binneninstallatie, waardoor de kwaliteit van het leidingwater een negatief effect kan hebben op het functioneren van de binneninstallatie.

Na het overdrachtspunt begint de binneninstallatie, waar de eigenaar van deze installatie zelf verantwoordelijk voor is. Wanneer de consument de eigenaar van de binneninstallatie is, dan is de consument hier dus voor verantwoordelijk. In andere gevallen kan bijvoorbeeld de perceeleigenaar of woningcorporatie de verantwoordelijke partij zijn. De eigenaar van de binneninstallatie verzorgt het onderhoud. De consument kan toestemming geven aan de leverancier om de binneninstallatie zo nodig te onderzoeken. Wanneer een binneninstallatie niet voldoet aan de algemene kwaliteitsnormen, is de eigenaar van de binneninstallatie verplicht de gebreken te verhelpen (15).

5.2. Monitoring van kwaliteit

Voor goede monitoring van de kwaliteit van de levering is het meten van temperatuur en debiet essentieel. Alleen via meting kan objectief onderzocht worden of aan de afgesproken kwaliteit wordt voldaan. Met de standaard warmtemeter is het niet mogelijk om deze informatie te registreren. De warmtemeter rekent namelijk het aantal GJ_{th} uit op basis van de temperaturen en debieten, maar registreert deze temperaturen en debieten niet in de tijd. Ook het verbruik in de tijd wordt niet geregistreerd; alleen het cumulatieve totaalverbruik.

Rol van de (slimme) warmtemeter

Alle warmteleveranciers zijn sinds eind oktober 2020 verplicht alle nieuwe aansluitingen te voorzien van een slimme warmtemeter (naar aanleiding van de Europese EED – Energy Efficiency Directive). Vanaf 2027 moeten ook alle bestaande warmtemeters vervangen zijn door slimme warmtemeters. De slimme warmtemeters houden bij:

- Het totale debiet: hoeveel kubieke meters (m^3) water binnenkomt;
- De temperatuur van het warme water dat de woning binnenkomt;
- De temperatuur van het afgekoelde water dat de woning verlaat;
- Eventueel separaat gemeten ruimteverwarming en warm tapwater met behulp van dezelfde parameters.

In principe wordt het gebruik van tapwater niet apart gemeten, tenzij daar een separate meter voor geplaatst is. In dat geval wordt het tapwaterverbruik in liters geregistreerd.

Door middel van een slimme warmtemeter kunnen warmtemeters op afstand uitgelezen worden en hoeven consumenten niet zelf te registreren om de kwaliteit van de levering te bepalen. De slimme warmtemeter biedt ook de mogelijkheid om het verbruik via apps te monitoren. Zo kan een consument inzicht krijgen in het warmtegebruik en in theorie de kwaliteit van de levering.

De stroom- en gaslevering wordt door onafhankelijke meetbedrijven gemeten en geregistreerd. In het geval van collectieve levering van warmte en koude vindt de meting en registratie plaats door de warmteleverancier zelf. De slimme meters voor elektriciteit en aardgas zijn via een ODA formulier (Overige Diensten Aanbieder) door een derde partij uit te lezen en te registreren (16). Voor zover bekend is dit bij een slimme warmtemeter (nu) nog niet mogelijk. Hierdoor is het voor de consument nu niet direct mogelijk om onafhankelijke metingen te doen van de leverancier.

5.3. Bewijslast

In principe dient een claimende partij ook de bewijslast te leveren. Als bijvoorbeeld de warmtelevering niet aan het overeengekomen kwaliteitsniveau voldoet, dan moet de gebruiker dit aantonen. Zoals hierboven omschreven is het voor de consument op dit moment echter moeilijk aantoonbaar dat een warmte- of koudelevering tekortschiet, aangezien de meting en registratie niet direct inzichtelijk is door de consument.

Pas als de leverancier aantoonbaar in gebreke is, kan de gebruiker een verzoek tot terugbetaling indienen. Een nuance hierop is wel dat het risico op eventuele onduidelijkheden voor rekening en risico van professionele partijen kan komen.

Met het betalen van een compensatie wordt niet noodzakelijkerwijs ook de oorzaak van de problemen aangepakt. Hiervoor dient de periode waarin naar mening van de consument niet aan het kwaliteitsniveau is voldaan een concrete onderbouwing gegeven te worden van de tekortkomingen (15).

Bewijslast i.c.m. slimme meter

De bestaande warmtemeters zijn over het algemeen niet geschikt om de kwaliteit van de levering te monitoren. Er wordt geen opname gemaakt van gegevens waarmee over een bepaalde tijd de kwaliteit van de levering bepaald kan worden. Enkel kwalitatieve kenmerken (bijvoorbeeld: "ik krijg mijn huis niet warm of het douche water wordt niet warm genoeg") zijn waar te nemen. Kwantitatieve gegevens die van belang zijn voor de kwaliteit zijn op dit moment niet via een makkelijke weg door een consument inzichtelijk te maken.

Een slimme meter biedt wel de mogelijkheid om de temperatuur en het debiet te meten en te registreren, maar op dit moment stelt de regelgeving niet dat deze optie moet worden benut. Data van de slimme meter wordt nu hoofdzakelijk gebruikt om inzicht te geven in het maandelijks verbruik.

Het kan daarom interessant zijn om de meting en registratie van warmtelevering beter vast te leggen in de regelgeving. Zo kunnen gebruikers meer inzicht krijgen in het eigen verbruik en de kwaliteit van de geleverde warmte en/of koude. Ook wordt dan duidelijker aanwijsbaar welke schakels in het systeem problemen veroorzaken. Dit laatste is voor alle partijen prettig, aangezien er dan geen discussie is over wie de verantwoordelijke partij is.

6. Bevindingen

Over het algemeen is te stellen dat de meerderheid van de WKO-systemen naar behoren functioneert. Als er echter klachten zijn, dan kunnen deze voor lange tijd aanhouden. Hoewel de problemen vaak technisch van aard zijn, is het tijdig en adequaat oplossen van deze problemen vaak een economisch of juridisch verhaal. Dit maakt dat de besluitvorming over dit soort vraagstukken vaak lang duurt.

De meeste problemen zijn te voorkomen door consequent gebruik te maken van voorgestelde kwaliteitsstandaarden in verschillende normen en richtlijnen. Waar problemen zich voor blijven doen zou per situatie door (onafhankelijke) experts onderzocht moeten worden naar de aard van het probleem en de beste oplossing voor alle betrokkenen. Deze processen moeten in de toekomst sneller verlopen om het vertrouwen van de consument in de energietransitie te krijgen en behouden.

6.1. Aanbevelingen

Proactieve kennisdeling over ervaringen met (problematische) collectieve warmtelevering en WKO-systemen kan helpen voorkomen dat fouten in de toekomst opnieuw worden gemaakt. Daarbij kan worden gedacht aan het delen van ervaringen met opwekkingsinstallaties, interviews met bewoners en toelichting bij aanpassingen van een systeem. Kennisdeling is mogelijk via een platform van de overheid, bijvoorbeeld via de ACM of het Expertise Centrum Warmte (ECW) van RVO.

De Autoriteit Consument en Markt (ACM) is op dit moment de onafhankelijke partij die de werking van WKO-systemen moet overzien en toeziet op de wet- en regelgeving die de consument moet beschermen. De ACM kan optreden als er klachten zijn over specifieke WKO-systemen. Belangrijk is wel dat de ACM pas in actie kan komen als er normen worden overtreden. De ACM dient de inhoudelijke kennis te hebben om te controleren of WKO-systemen voldoen aan de wet- en regelgeving. Als blijkt dat dit niet het geval is, dan heeft de ACM het mandaat om warmteleveranciers te verplichten tot aanpassing/verbetering van een warmtesysteem. Het is belangrijk dat als een warmtesysteem aanhoudend tekortschiet, de ACM optreedt in het belang van de op dat warmtesysteem aangesloten afnemers.

Een goed WKO-ontwerp én een goede exploitatie zijn essentieel om de prestatie van de WKO waar te maken. Een goede exploitatie wordt gewaarborgd door actief beheer en onderhoud. Actief beheer betekent namelijk niet alleen kijken naar de werking van de

WKO, maar ook preventief onderhoud plegen. Actief beheer van een collectief systeem kan worden verbeterd door:

- Wettelijke vastgelegde monitoring op belangrijkste parameters voor betrouwbare levering;
- Er wordt gebruik gemaakt van bijvoorbeeld de Kema Richtlijn Water voor stadsverwarming of een vergelijkbare richtlijn;
- Het distributiesysteem van de leverancier en de binneninstallatie van de consument zijn hydraulisch van elkaar gescheiden;
- De bronnen zijn van voldoende capaciteit en er is altijd een regeneratie-oplossing beschikbaar om de bodem te regenereren;
- Het ontwerp van de energiecentrale past bij de WKO en er wordt rekening gehouden met verschillende temperatuurniveaus;
- Het distributiesysteem is ontworpen zodat bij deel- en piekbelasting voldoende vermogen op de gewenste temperatuur geleverd kan worden;
- Goede sturing van vraag en aanbod;
- Beter ontwerp van distributiesystemen, aanpassen ISSO Publicaties met kennis uit de markt;
- Systemen inclusief back-up voorziening aanleggen;
- Actief beheer met inzicht voor de bewoners.

Naast het delen van kennis is het ook noodzakelijk om een verdere aanscherping van richtlijnen en normen te bewerkstelligen. Dit is noodzakelijk omdat deze normen momenteel niet verplicht worden gesteld, maar wel de werking van de installatie ten goede zullen komen.

- Duidelijke scheiding tussen bewoner en warmteleverancier;
- Binneninstallaties met voldoende capaciteit aanleggen, zodat voldoende comfort haalbaar is;
- Voorschriften kwaliteit leidingwater;
- Meten van de waterkwaliteit volgens een protocol.

Daarnaast dient er beter gecommuniceerd te worden tussen afnemers, installateurs en warmteleverancier. Zo blijft het voor alle partijen duidelijk wat er kan worden verwacht van de installatie. Zaken die gecommuniceerd dienen te worden zijn als volgt:

- Vloerverwarming, waterzijdig inregelen van warmteafgiftesystemen;
- Advies over het niet blokkeren van warmteafgiftesystemen met meubels;
- Naregeling per kamer voorkomen om zo de minimale flow niet te laag te maken;

- Pendelen van de warmtepomp door instellingen van bewoner; uitleggen aan de bewoners dat een warmtepomp niet geheel kan terug regelen naar 0% van het vermogen;
- Uitleg over de werking van de energiecentrale en WKO-systemen;
- Mogelijkheid van koeling beschrijven.

6.2. Monitoring van de kwaliteit van de levering

In het geval van 'oude' meters is er geen directe oplossing voor de verbetering van de monitoring bij de consument zelf. In de meeste gevallen meten leveranciers in elk geval wat er bij de energiecentrale geproduceerd wordt. Daarnaast is het mogelijk om op verschillende plekken in het net meters te plaatsen. Consumenten dienen (eventueel op aanvraag) inzicht te krijgen in de metingen die betrekking hebben op de kwaliteit van de levering. Over het algemeen is te stellen dat de informatievoorziening op dit punt achterloopt bij wat consumenten nodig hebben om dit zelf te controleren.

Wanneer er slimme meters zijn geïnstalleerd, zit de oplossing in het registeren van de debieten en temperaturen in de tijd. Consumenten dienen (eventueel op aanvraag) inzicht te krijgen in deze waarden. Er zijn warmtebedrijven die via slimme meters dagelijks inzicht geven in het warmteverbruik (GJ) en deze functionaliteit zou ook

beschikbaar moeten komen voor temperatuur en debiet. De toevoeging van debieten en temperaturen aan de informatievoorziening voor de consument is in theorie mogelijk, maar is vooralsnog niet wettelijk vastgelegd.

Registratie van deze zaken is ook in het voordeel van de leverancier, doordat meer data-gedreven beslissingen over het verbeteren van de systemen gemaakt kunnen worden.

Omdraaien bewijslast

Directe inzage in de kwaliteit van de warmtelevering met slimme meters kan de achterstand van informatievoorziening beperken. Aanvullende monitorings-, registratie- en rapportageverplichtingen voor de leverancier (eventueel op een portaal waar de consument toegang tot krijgt) kunnen bijdragen aan het verstevigen van de bewijspositie van de consument.

Verder kan gedacht worden aan het omkeren van de bewijslast vergelijkbaar met de bewijsvoering over schade aan woningen door de gaswinning. Hierbij is het niet meer aan de consument om te bewijzen dat de levering hapert, maar aan de leverancier om aan te tonen dat het niet zo is. De leverancier zou dan moeten aantonen dat de geleverde warmte en/of koude tot de afleverset bij de afnemer van voldoende kwaliteit en capaciteit is.

7. Referenties

1. Wet BWR0033729. Warmtewet. Art. 2 lid 1, 2021.
2. Bodemenergie Nederland. Soorten-bodemenergie. bodemenergie.nl. [Online] <https://bodemenergie.nl/soorten-bodemenergie/>.
3. RVO. Ondiepe bodemenergie - open systemen. [Online] [Citaat van: 23 03 2022.] <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte/bodemenergie-en-aardwarmte-geothermie/bodemenergie>.
4. Koninklijke Nederlandse Normalisatie Instituut. Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties. Delft : Koninklijke Nederlandse Normalisatie Instituut, 2018.
5. Worldwide application of aquifer thermal energy storage. Fleuchaus, P. en B. Godschalk, I. Stober, P. Blum. 94, sl : Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018.
6. Climate-KIC. Europe wide Use of Sustainable energy from aquifers. 2018.
7. Besluit van 25 maart 2013 tot wijziging van een aantal algemene maatregelen van bestuur in verband met regels inzake bodemenergiesystemen en enkele technische verbeteringen. sl : Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 29 maart 2013. Vol. Staatsblad 2013, 112.
8. 38, Buro. Evaluatie Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen. 5 september 2016.
9. SIKB. [Online] <https://www.sikb.nl/bodembeheer/richtlijnen/brl-sikb-11000>.
10. InstallQ. [Online] InstallQ. <https://installq.nl/bodemenergie-certificeren>.
11. SIKB, Centraal College van Deskundigen. Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen. 8 oktober 2015.
12. —. Handhavings Uitvoerings Methode Bodemenergiesystemen voor provinciale taken. 8 oktober 2015.
13. Stichting ISSO. ISSO 7 - Grondleidingen voor warmte- en koudetransport. 2012.
14. ACM. Leidraad ACM zorgt voor duidelijkheid over levering warmte. [Online] ACM, 02 11 2020. [Citaat van: 12 04 2022.] <https://www.acm.nl/nl/publicaties/leidraad-acm-zorgt-voor-duidelijkheid-over-levering-warmte>.
15. Sociaal Economische Raad. Algemene voorwaarden warmtelevering. 1-11-2015.
16. De Consumentenbond. Slimme meter. consumentenbond.nl. [Online] 2021. <https://www.consumentenbond.nl/energie-vergelijken/slimme-meter>.
17. ACM. Brief ACM aan ministerie over problemen oudere warmte-koude opslagsystemen. [Online] 27 07 2021. <https://www.acm.nl/nl/publicaties/brief-acm-aan-ministerie-over-problemen-oudere-warmte-koude-opslagsystemen>.
18. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Wet collectieve warmtevoorziening - internetconsultatie. Den Haag : sn, 2020.
19. Warmtewet. Art 3 lid 1. 2021.
20. Warmteregeling. Art 4 lid 1. 2020.
21. TNO. Warmtemonitor 2019. 2020.
22. Stichting Warmtenetwerk/Dutch New Energy Research. Nationaal Warmtenet Trendrapport 2021:Warmtenet, Bodemenergie en Aquathermie. 2021.

Bijlage I Samenvatting wetgeving

7.1. De Warmtewet

De Warmtewet is een Nederlandse wet die op 1 januari 2014 van kracht is geworden. De Warmtewet biedt consumentenbescherming aan afnemers met een aansluiting tot maximaal 100 kilowatt; dat zijn bijna alle huishoudens in Nederland. In de Warmtewet staat niet welke temperatuur dit water moet hebben en daarnaast reguleert de Warmtewet, met uitzondering van tarieven, niet de levering van koude. Wanneer warmte en koude worden geleverd, gelden de regels uit de Warmtewet alleen voor de levering van warmte.

7.1.1. Wetgeving over de kwaliteiten van de levering

Volgens de Warmtewet dient de warmteleverancier duidelijke afspraken te maken met de afnemer voor de levering van ruimteverwarming. Wat er precies in deze afspraken moet staan is nader gespecificeerd in het Warmtebesluit en de ministeriële regeling. Verder wordt er in de Warmtewet een onderscheid gemaakt tussen de levering van warmtapwater en ruimteverwarming. Onderdelen die in de omschrijving van hetgeen wat geleverd wordt moeten staan, zijn:

1. De temperatuur van de geleverde warmte (met onderscheid voor warm tapwater en ruimteverwarming);
2. Wanneer de verbruiker welke temperatuur warmte geleverd krijgt als de minimale temperaturen kunnen verschillen;
3. Wat de gevolgen zijn voor het comfortniveau van de verbruiker wanneer de warmtelevering lager dan 70 °C is, waardoor onder andere:
 - a. De geleverde temperatuur en binnen- en buiteninstallatie direct geschikt is voor het verwarmen van tapwater (volgens geldende normen)
 - b. Of als de geleverde warmte niet voldoende is voor ruimteverwarming of het verwarmen van tapwater, een indicatie van de kosten die de verbruiker extra moet maken om deze temperatuur op te waarderen.

² Met een extreme situatie die niet aan de leverancier of netbeheerder kan worden toegerekend, wordt bedoeld een niet te voorziene gebeurtenis of situatie die:

- a) Redelijkerwijs buiten de controle van een netbeheerder of leverancier ligt en niet te wijten is aan een fout van een netbeheerder of leverancier;

- c. De gebruikte opwekkingsbron, mits dit relevant is voor de aanprijzing en keuze die de gebruiker moet maken.

4. De diensten verbonden aan de levering van warmte.

Volgens de wet levert de leverancier warmte en heeft deze nader gespecificeerd welke maatregelen er door de bewoner zelf genomen moeten worden.

7.1.2. Wetgeving bij storingen

Volgens de Warmtewet moet de leverancier bij ernstige storing een compensatie uitkeren. Volgens de huidige ministeriële regeling wordt een ernstige storing aangemerkt als een storing die langer duurt dan 8 uur. De oorzaak van de storing moet liggen in:

1. Het warmtenet van de leverancier of netbeheerder;
2. De afleverset voor warmte als deze het eigendom is van de leverancier;
3. De aansluiting;
4. Het in pandig leidingstelsel van de gebouweigenaar.

De hoogte van de financiële compensatie is € 35,- bij een storing met een duur van 8 tot 12 uur. Voor elke volgende aaneengesloten periode van 4 uur komt hier €20,- bij.

Een storing vangt aan op het moment dat de eerste melding van de storing is ontvangen. Wanneer er geen melding is, is het begin van de storing op het tijdstip van vaststellen van de storing door de leverancier of netbeheerder. Ook als de melding later is, geldt de aanvang van de storing op het tijdstip van vaststellen.

Als de storing korter duurt dan 24 uur en het om de eerste leveringsonderbreking van het betreffende bedrijf in een jaar tijd gaat, hoeft geen compensatie te worden betaald.

De leverancier is niet verplicht om compensatie uit te keren wanneer de ernstige storing:

1. Het gevolg is van een extreme situatie² die niet aan de leverancier of netbeheerder kan worden toegerekend;

- b) Zo weinig voorkomt dat het oneconomisch zou zijn om daarmee rekening te houden in de reguleringsystematiek, en;
- c) Niet beïnvloed kan worden door de netbeheerder of leverancier.

2. Minder dan 24 uur duurt en in een periode van 12 maanden voorafgaand aan de storing zich geen storingen hebben voorgedaan in:
 - i) Hetzelfde warmtenet van de leverancier of de netbeheerder;
 - ii) Dezelfde afleverset voor warmte en indien eigendom van leverancier;
 - iii) Dezelfde aansluiting;
 - iv) Hetzelfde in pandig leidingstelsel van de gebouweigenaar.

Voor niet ernstige storingen zijn verder geen wettelijke normen gesteld.

7.1.3. Wetgeving service en dienstverlening

Wat een goede service en dienstverlening behelst, is niet specifiek beschreven in de Warmtewet. Wel zijn er wettelijke verplichtingen rond transparantie in kosten, geleverde diensten en storingsregistratie. Het volgende wordt hierover genoemd:

- De leverancier verstrekt de gebruikers ten minste eenmaal per jaar een volledige en voldoende gespecificeerde nota met betrekking tot de door hem geleverde diensten. Daarnaast bevat de boekhouding van een leverancier betrouwbare en op een inzichtelijke wijze vormgegeven informatie over de integrale kosten en opbrengsten die verband houden met de levering van warmte en het verrichten van de aansluiting.
- Verder houdt een leverancier een storingsregistratie bij betreffende de levering van warmte en publiceert deze jaarlijks op geschikte wijze. De warmteleverancier publiceert bij storingen langer dan 8 uur:
 - o Warmtenet/project;
 - o Datum begin storing;
 - o Tijdstip begin storing;
 - o Storingsduur;
 - o Aantal getroffen gebruikers.

Bij storingen korter dan 8 uur moeten leveranciers in elk geval melden hoeveel van deze storingen er in totaal zijn geweest en wat de gemiddelde storingsduur was.

In de NEN 1006, de norm met Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties, staat dat de temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt in een woninginstallatie zonder circulatie bij gebruik volgens de ontwerpcondities ten minste 55 °C moet zijn.

Voor de verwarming van woningen zijn geen specifieke wettelijke verplichtingen opgenomen over temperatuureisen.

7.2. Legionellawetgeving

De Nederlandse wetgeving verplicht instellingen warm leidingwater te verwarmen tot 65 °C voordat het kan worden gemengd met koud water voor bijvoorbeeld douchen. De legionellabacterie wordt namelijk gedood bij een temperatuur boven 55 °C. In een woning met aardgas zorgt de cv-ketel er om die reden voor dat warm tapwater wordt verwarmd tot 65 °C. Legionella vormt ook geen probleem als warmte via een warmtenet wordt geleverd bij een temperatuur van 70 °C of hoger. Vandaar dat warmtenetten naar nieuwbouw meestal ook 70 °C leveren, terwijl voor ruimteverwarming 40 °C vaak voldoende is.

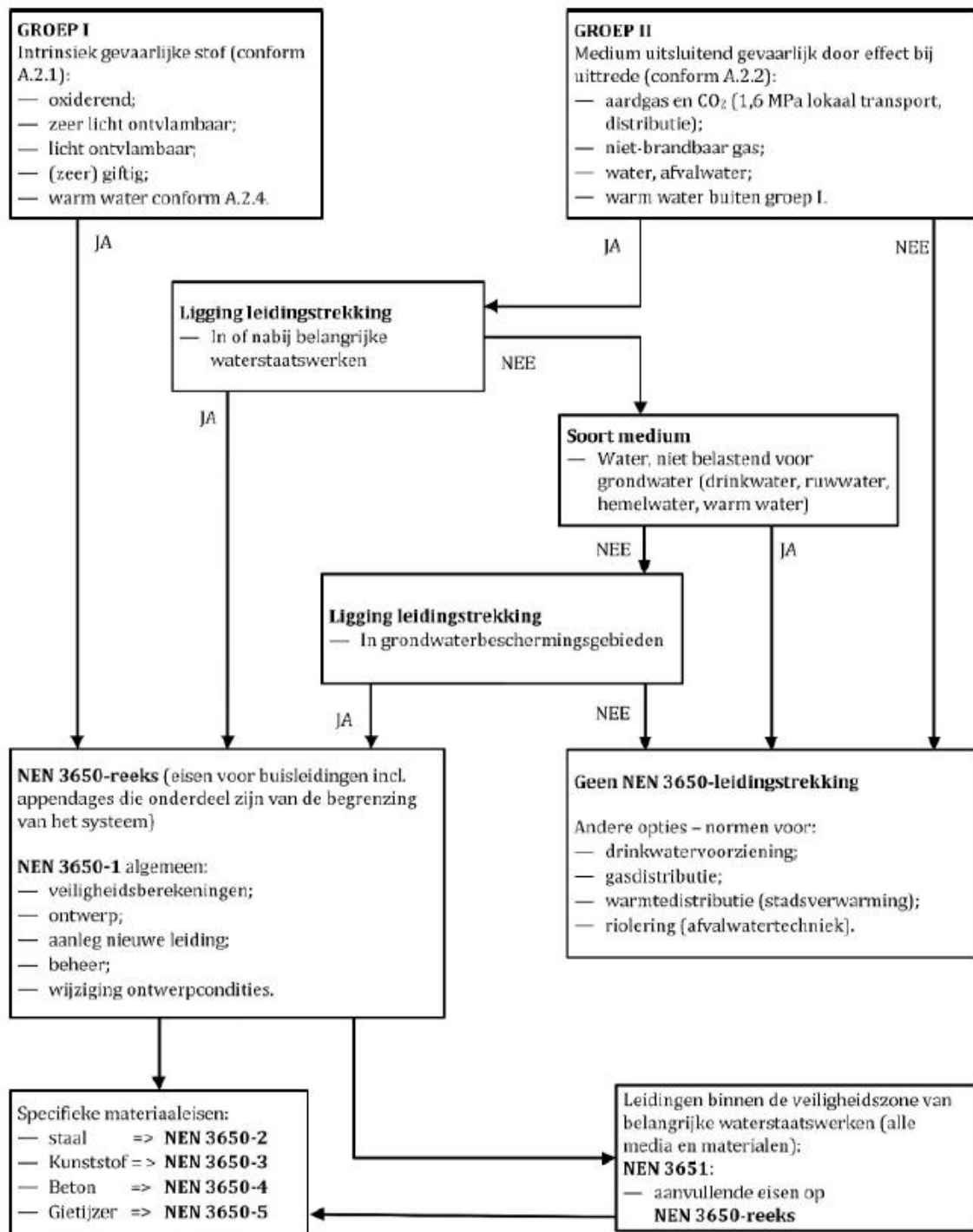
7.2.1. Thermische desinfectie

De 55 °C-eis in de NEN 1006 is in individuele installaties voor legionellapreventie niet nodig. De temperatuur kan ook lager ingesteld worden. Bij een lagere temperatuur dan 55 °C moet het toestel wel wekelijks thermisch worden gedesinfecteerd, bijvoorbeeld door het water voor een periode van meer dan 20 minuten boven de 60 °C te brengen.

In de NEN 1006 zijn de eisen voor de temperatuur in relatie tot de standtijd voor warmtapwater-voorraadtoestellen omschreven. Als in een warmtapwater-voorraadtoestel de temperatuur niet continu op alle plaatsen minimaal 60 °C is, of in een woninginstallatie zonder circulatiesysteem minimaal 55 °C, dan moet ter voorkoming van bacteriologische nagroei minimaal wekelijks thermisch worden gedesinfecteerd.

Als een consument de thermostaat van het voorraadvat lager instelt, bijvoorbeeld op 45 of 50 °C, kan hij veel energie besparen, maar het vat wordt zo wel een ideale kweekvijver voor legionella. Pas bij 60 °C of hoger begint de bacterie af te sterven. Daarom is het voor legionellapreventie van belang dat het water wekelijks gedesinfecteerd wordt.

Bijlage II Indeling normen voor aanleg van distributiesystemen



Bijlage III Samenvatting problemen met WKO-systemen

Leverancier					Huiseigenaar
Grondwatersysteem		Energiecentrale	Distributienet	Afgiftesysteem	
Ontwerp	Onvoldoende filterlengte	Onvoldoende hoge/lage temperaturen	Onvoldoende dimensionering leidingwerk/afleverset	Onvoldoende gedimensioneerd	
	Verstopingsproblemen door waterkwaliteit	Onvoldoende regeneratie	Onvoldoende filtering/ontgassing	Te lage ruimtetemperaturen	
		Geen koeling leveren naar de woningen	Geen voorschriften waterkwaliteit		
		Redundantie opwekking	Te veel warmteverlies		
Oplossingsrichting ontwerp	Kwaliteitsnormen en technische afspraken naleven	Kwaliteitsnormen en technische afspraken naleven	Kwaliteitsnormen aanhouden en leren van fouten uit het verleden	Afstemming tussen leverancier en ontwikkelaar	
Aanleg	Minderwaardige componenten	Minderwaardig materiaalgebruik	Verkeerd gemonteerde aanvoer-/retourleidingen	Verkeerd aangesloten installatie	
	Onjuiste constructie van de bron	Verkeerde waterkwaliteit in installatie	Kwaliteit medium niet geschikt voor geselecteerde apparaten	Verkeerde inregeling	
	Verkeerde beveiligingswaarden	Weglaten filter/magneetfilters	Schade door onzorgvuldig werk	Kleppen/pompen verkeerd afgesteld	
	Vuil in het leidingwerk	Niet halen van vermogens	Vuil in leiding tijdens de aanleg	Leggen van onvoldoende vermogen	
		Onvoldoende regeneratiemogelijkheid			
Oplossingsrichting aanleg	Onafhankelijke controle tijdens de aanleg	Onafhankelijke controle tijdens de aanleg	Onafhankelijke controle tijdens de aanleg	Onafhankelijke controle tijdens de aanleg en voor langere periode garantie op de installatie	
Exploitatie	Bronverstopping	Defecten van circulatiepompen/kleppen	Vervuiling	Slechte waterkwaliteit	
	Mechanische defecten	Defect warmtepomp	Lekkages	Lucht in het leidingwerk	
	Ontgassing na wegvallen druk	Vermindering waterkwaliteit	Onvoldoende monitoring kwaliteit leidingwater	Defecte thermostaat	
		Onvoldoende vermogen leveren	Oxidatie en MIC in stalen leidingen	Deactiveren van het vloernet door meubels/tapijt	
		Verkeerde aanvoertemperaturen			
			Thermische verliezen		
Oplossingsrichting exploitatie	Bivalente opwekkingsinstallatie	Monitoring en open communiceren	Monitoren en open communiceren	Onafhankelijke controle bij niet functioneren	
Inschatting op basis van interviews met exploitanten hoe vaak problemen voorkomen, verdeeld over de systeemcomponenten (%)	10 %	20 %	60 %	10 %	
Wat merkt de consument er van	Uit de interviews blijkt dat vrijwel alle systemen bivalent zijn opgezet. Hierdoor merkt de consument er vrijwel niks van wanneer warmte tijdelijk wegvalt. Echter wanneer vol vermogen wordt gevraagd dan komt de installatie te kort om alle warmte te leveren.	Bij een defect in de opwekking heeft de consument tijdelijk geen warmte/koude. Voornamelijk wanneer er ook afname is van warm tapwater dan zullen korte leveringsonderbrekingen eerder worden opgemerkt. Wanneer er sprake is van alleen verwarming met vloerverwarming wordt een leveringsonderbreking doorgaans later opgemerkt.	Bij problemen in de distributie kan het zijn dat de bewoner tijdelijk geen warmte of koude heeft. Voornamelijk wanneer er ook afname is van warm tapwater dan zullen korte leveringsonderbrekingen eerder worden opgemerkt. Wanneer er sprake is van alleen verwarming met vloerverwarming wordt een leveringsonderbreking doorgaans later opgemerkt. Merk op dat een bivalente systeemopzet geen oplossing biedt als het distributienet (tijdelijk) wegvalt, omdat warmte niet tussen energiecentrale en afnemer kan worden vervoerd.	Bij problemen in het afgiftesysteem zal ook hier de bewoner klachten ervaren, aangezien het afgiftesysteem de beperkende factor is om het gewenste comfort te leveren. Merk op dat een bivalente systeemopzet en een correct functionerend distributiesysteem dit niet verandert. Als er bijvoorbeeld niet voldoende radiatoren zijn, dan kan een woning niet goed worden verwarmd.	