



RAPPORT

Welke voorbereidingen zijn voor zorginstellingen nodig om aan te kunnen sluiten op een warmte- en koude-distributiesysteem?

Versie 1 / februari 2022

Samenvatting

Warmte- en koudedistributiesystemen (WKD) kunnen bijdragen aan de verduurzaming van het zorgvastgoed. Ook kunnen WKD's voordelen opleveren met betrekking tot het beheer en onderhoud. Er zijn mogelijk ook nadelen aan het aansluiten op een WKD. Het zorgvuldig afwegen van de voor- en nadelen vergt een multidisciplinaire aanpak omdat het zowel technische, contractuele als financiële aspecten betreft. Bij het overwegen van aansluiting op een WKD-systeem moeten door een zorginstelling de volgende aspecten worden meegenomen:

- Wordt er in de toekomst een WKD gerealiseerd;
- Wat zijn de technische implicaties van aansluiten op een WKD;
- Welke mate van verduurzaming wordt gerealiseerd;
- Wat zijn de financiële en juridische consequenties van het aansluiten op een WKD?

Realisatie van een WKD

De planning en aanleg van een WKD is geen sinecure en vergt over het algemeen een lange doorlooptijd van vaak meer dan 5 jaar. Daarbij lijken de kansen voor deze systemen met name in nieuw ontwikkelende gebieden met grote bouwdichtheid groter te zijn dan in een bestaande omgeving waar hiervoor in de bestaande situatie een nieuwe infrastructuur moet worden aangelegd. In een bestaande omgeving doen zich wel kansen voor om bestaande WKD uit te breiden. Gemeenten zijn in het merendeel van de gevallen een belangrijke partij bij de ontwikkelingen van deze systemen ingegeven door de transitievisie warmte en de wijkgerichte aanpak. De gemeente is dan ook een partij waarbij plannen met betrekking tot WKD voor een bepaald gebied opgevraagd kunnen worden.

Warmte- en koudedistributie (WKD) systemen kunnen bijdragen aan de verduurzaming van het zorgvastgoed

Technische implicaties

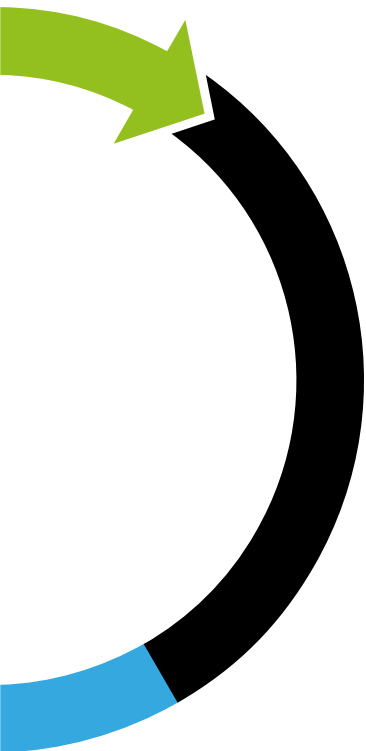
De technische implicaties zijn afhankelijk van het aanwezige verwarmings-, tapwater- en koelsysteem in een zorggebouw. Voor de aansluiting op een WKD is direct bij het afleverpunt een ruimte nodig om de afleverset te plaatsen met daarbij de distributiepompen voor de gebouwinstallatie. Het wordt aanbevolen om een afleverset toe te passen met een hydraulische scheiding tussen het WKD en de gebouwinstallatie. Voordeel van aansluiting op een WKD is dat de zorginstelling minder onderhoud hoeft te plegen aan de eigen installatie. Nieuwe WKD zullen naar verwachting een relatief lage temperatuur aanleveren waardoor er nog een aanvullende installatie c.q. maatregelen in het zorggebouw nodig zijn om de benodigde temperatuur voor warmtapwater te bereiken. Indien er al een laagtemperatuur verwarmingssysteem en hoogtemperatuur koelsysteem aanwezig zijn, is dit vaak een voordeel. Aansluiting op een nieuw WKD (lage temperatuur) wordt hierdoor eenvoudiger. Een mogelijk nadeel betreft de leveringszekerheid vanuit het WKD. De leveringszekerheid is bij de overweging een belangrijk aspect aangezien bij een hoge eis dit mogelijk kan leiden tot een "dubbele" installatie.

Verduurzaming

In de concepttekst van de Warmtewet 2 is aangegeven dat er in een bepaalde mate verduurzaming van de WKD moet plaatsvinden. Dit betekent echter niet dat de warmte- en/of koudevraag van het vastgoed zelf wordt gereduceerd. Of met de verduurzaming van de WKD aan de doelstellingen en de eindnorm, in kWh/m² die voor 2050 gaat gelden voor al het vastgoed, wordt voldaan is niet zonder meer aan te geven. Het voordeel voor de zorginstelling is dat de opwekking door het warmtebedrijf verduurzaamd wordt. Nadeel is dat de organisatie zelf nog moet zorgdragen voor een reductie van de warmte- en koudevraag. Een verregaande reductie van de warmtevraag kan daarnaast consequenties hebben voor het contract tussen het warmtebedrijf en de zorginstelling, bijvoorbeeld door een afspraak over de minimale hoeveelheid afgenomen energie.

Financiële en juridische consequenties

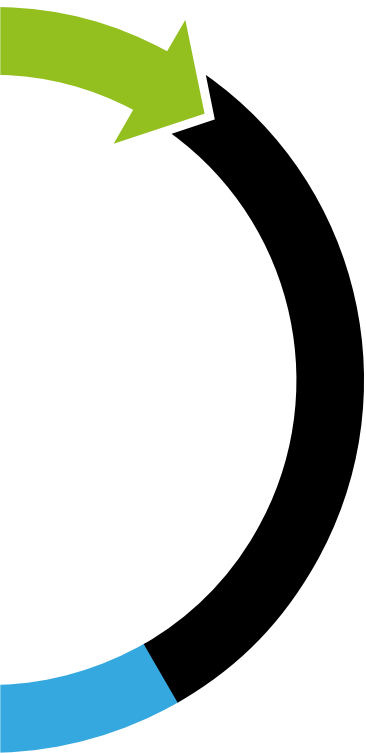
Voor aansluitingen van grootverbruikers (boven de 100 kW) zijn geen vaste tarieven vastgesteld. Dit wordt gezien als het business to business (B2B) segment waarbij partijen onderling afspraken moeten maken. Bij het maken van deze afspraken spelen veel factoren een rol. Om te analyseren of aansluiten op een WKD voordelen voor een zorginstelling opleveren moeten al deze factoren in onderlinge samenhang worden bekeken. Naast de tarieven spelen de overige voorwaarden ook een zeer belangrijke rol. Dit betreft o.a. de looptijd van een contract, een minimale en maximale afname van warmte en of koude, snelheid van de verduurzaming van het WKD en leveringszekerheid. Het voordeel van het aansluiten op een WKD is dat de zorginstelling zelf een minimale installatie nodig heeft met relatief lage onderhoudskosten. Het nadeel is dat een sterke afhankelijkheid ontstaat van het warmtebedrijf en de onderhandelingspositie onder druk kan komen te staan bij contractverlengingen en onderhandelingen over tarieven.



1 Inhoudsopgave

Samenvatting	1
1 Inhoudsopgave	3
2 Inleiding	5
2.1 Kennisagenda EVZ	7
2.2 Probleemstelling	7
2.3 Vraagstelling	8
3 Aanpak	9
4 Mogelijke locatie en karakteristieken van WKD	11
4.1 <i>Zijn er criteria te onderscheiden op basis waarvan de aanleg van een warmtenet in een regio (on)waarschijnlijk is?</i>	11
4.2 <i>Zijn er criteria te onderscheiden op basis waarvan een verwachting voor het gebruikte temperatuurniveau kan worden geïdentificeerd?</i>	12
4.3 <i>Koeling uit diepe wateren</i>	13
5 Technische randvoorwaarden voor aansluiting op een WKD	15
5.1 <i>Welke installatietechnische en/of bouwkundige maatregelen kunnen no-regret worden geïmplementeerd?</i>	15
5.1.1 Warmtedistributiesysteem met temperatuur van 90°C of hoger, systeem A	15
5.1.2 Warmtedistributiesysteem met temperatuur van 65°C of hoger, systeem A	18
5.1.3 Warmtedistributie met gescheiden warmtapwatersysteem, systeem B	19
5.1.4 Warmtedistributiesysteem met temperatuur van 50°C of lager, systeem C	19
5.1.5 Koelen met een koudedistributiesysteem	20
5.1.6 No-regret maatregelen	21
5.2 <i>Welk effect heeft het temperatuurniveau op de technische randvoorwaarden?</i>	22
5.3 <i>Hoe wordt optimaal gebruik gemaakt van het WKD binnen het gebouw?</i>	22
5.3.1 Verminderen van warmte- en koudevraag	22
5.3.2 Distributiewater zo ver mogelijk afkoelen	23
6 CO₂-emissiereductie bij aansluiting op een WKD	24
6.1 <i>Wat zijn de concrete opbrengsten in termen van emissiereductie bij aansluiten op een WKD?</i>	24
6.2 <i>In hoeverre helpt het WKD een zorginstelling bij het bereiken van het streef- en einddoel van het Klimaatakkoord?</i>	26
7 Financiële consequenties van overstap op WKD	27
7.1 <i>Wat zijn de aanleg-, beheer- en verbruikskosten van een WKD die voor rekening komen voor de zorginstelling?</i>	27
7.2 <i>Hoe verhouden deze kosten zich tot andere (traditionele en duurzame) technieken om te verwarmen, te koelen en warm tapwater te produceren?</i>	30

7.3	<i>Leidt de overstap naar aansluiting op een WKD tot een business-case en acceptabele terugverdientijd voor de zorginstelling?</i>	30
7.4	<i>Beslisschema om te onderzoeken of aansluiting op een WKD een interessante optie kan zijn die verder moet worden uitgewerkt</i>	31
8	Beperkingen van het onderzoek	35
9	Conclusies en aanbevelingen	36
9.1	<i>Aanbevelingen</i>	38
10	Handige informatiebronnen op een rijtje	39
11	Klankbordgroep	40
12	Literatuur	41



2 Inleiding

Vanuit het programma van het Expertisecentrum Verduurzaming Zorg (EVZ) is een onderzoek uitgevoerd naar welke technische voorbereidingen zorginstellingen zouden moeten nemen om, op termijn, eventueel te kunnen aansluiten op een warmte- en koudedistributie-systeem (WKD). Op basis hiervan kan een zorginstelling de afweging maken om de opwekking zelf te verduurzamen of, indien dat mogelijk is, aan te sluiten op een WKD. Hiermee kunnen zorginstellingen zich tegelijkertijd voorbereiden op de transitievisie warmte en uitvoeringsplannen van gemeenten. In de transitievisies warmte en uitvoeringsplannen wordt aangegeven hoe gemeenten haar wijken aardgasvrij gaan maken. Eind 2021 moest elke gemeente haar transitievisie warmte gereed moeten hebben.

De Nederlandse zorgsector staat voor een grote opgave om de doelen in het Klimaatakkoord, 49% CO₂-emissiereductie in 2030 en 95% reductie in 2050, te realiseren.¹ Een substantieel deel van de CO₂-uitstoot is gebouwgebonden, en komt voort uit de energiebehoefte voor verwarmen, koelen en productie van warm tapwater. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) verwacht dat een groot deel van deze warmte- en koudevraag duurzaam geleverd kan worden door middel van een WKD. Een dergelijk systeem betreft zowel de opwekking als de distributie van warmte en/of koude. Veelal worden WKD door andere partijen dan de eigenaar van de gebouwen geëxploiteerd. Circa 50% van de warmtevraag van het Nederlandse vastgoed zou door een dergelijk net kunnen worden geleverd.¹ WKD zouden dus ook een grote rol kunnen gaan spelen bij de verduurzaming van het zorgvastgoed. Hoe deze inbedding eruit zou moeten zien en welke voorbereidingen zorginstellingen daarvoor kunnen treffen, is op dit moment echter nog onvoldoende duidelijk. Ook is momenteel niet aan te geven welk percentage van de warmtevraag in de zorg in potentie door een WKD kan worden geleverd.

WKD inclusief de bronnen, met name warmte distributiesystemen, zijn van oudsher veelal omvangrijk van opzet en bedoeld om een groot geografisch gebied te bedienen. Een WKD is in die situatie vaak gekoppeld aan een elektriciteitscentrale (bron) waarbij de restwarmte van deze elektriciteitscentrale de basis vormt voor de warmtelevering. Om het gewenste temperatuurniveau (> 90°C) te bereiken wordt hoogwaardige warmte in de vorm van aftapstoom gebruikt.

Door het aftappen van hoogwaardige warmte wordt bewust de keus gemaakt om minder elektriciteit te produceren en meer warmte te leveren. Dit wordt in de NEN7125:2017 aangeduid als *restwarmte met (extra) brandstofverbruik*.² De verhouding tussen de derving van elektriciteit en de productie van warmte bedraagt volgens de NEN-norm 0,18 kW_{elektrisch}/kW_{thermisch}.

Bronnen die wel voldoen aan het benodigde temperatuurniveau (> 90 °C) van deze oudere systemen halen dit uit restwarmte van processen, veelal uit industriële processen, waarbij het direct kan worden gebruikt. Deze restwarmte wordt ook wel *restwarmte zonder (extra) brandstofverbruik* genoemd. Andere voorbeelden van restwarmte zijn restwarmte van afvalverbranding (zonder elektriciteitsproductie), industriële restwarmte en restwarmte uit tuinbouwkassen. Bronnen die hernieuwbaar zijn betreffen onder andere collectieve thermische zonne-energiesystemen, aardwarmte/geothermie en koeling uit diep oppervlaktewater.

¹ 14 juli 2021 heeft de Europese Commissie voorgesteld het doel voor 2030 bij te stellen naar een vermindering van netto broeikasgasemissies van 55% ten opzichte van 1990.

Doordat WKD vaak direct warmte moeten kunnen leveren voor zowel warmtapwater (ca. 60°C) als ruimteverwarming is een relatief hoog temperatuurniveau noodzakelijk. De verwarmingssystemen van de aangesloten woningen/gebouwen zijn vaak op 70°C/40°C (ingaaand/uitgaand) ontworpen, maar in geval van oudere gebouwen kan dit nog 90°C/70°C zijn. De afnemers met de hoogste temperatuurbehoefte bepalen het temperatuurniveau van het WKD. Grootschalige WKD maken vaak gebruik van aanvullende voorzieningen om warmte te leveren in pieklastsituaties waarbij momenteel nog vaak ketelinstallaties worden gebruikt.

Recentere systemen zijn vaak kleinschaliger (type blokverwarming) en gaan veelal uit van een lager temperatuurniveau (< 75°C). Hierdoor moeten in de aangesloten gebouwen meer voorzieningen worden getroffen om met dit temperatuurniveau ruimten te verwarmen. Bij nog lagere temperaturen (<50°C) vindt warmtapwaterbereiding vaak via booster-warmtepompen plaats.

Op kleinschalig niveau (enkele gebouwen, wijkniveau of een enkele zorglocatie) zijn er ook laagtemperatuur systemen gerealiseerd die als bron voor een warmtepomp dienen of koude leveren. Dit wordt veelal gerealiseerd via warmte- en koude-opslagsystemen (WKO), oppervlaktewater (aquathermie) of een koppeling daartussen. Het temperatuurniveau van deze systemen ligt meestal tussen de 10°C en 20°C. De beschikbaarheid van koude is voor ziekenhuizen al decennia van groot belang, niet alleen voor het klimatiseren van de gebouwen, maar ook voor de koeling van apparatuur (met name ten behoeve van beeldvormend onderzoek). De vraag naar koude voor care-instellingen was historisch gezien verwaarloosbaar, maar de koudevraag neemt voortdurend toe als gevolg van warmere zomers, beter geïsoleerde gebouwen en toenemende comforteisen en -wensen.

Voor alle WKD is het de vraag in welke mate deze systemen bijdragen aan de CO₂-emissiereductie. In de NTA 8800:2020 wordt een methode aangereikt om niet alleen de energetische prestaties te bepalen maar ook de CO₂-emissie van het WKD vast te stellen.³

De verwachting is dat er met name een ontwikkeling zal zijn richting kleinere WKD op locatie- en wijkniveau en dat de bestaande grote systemen verder verduurzaamd worden.¹ In het Klimaatakkoord wordt aangegeven dat de CO₂-intensiteit van de warmte geleverd door stadswarmtenetten wordt verlaagd naar 0,068 kgCO₂/kWh (18,9 kgCO₂/GJ).⁴ In een toelichting op de Wet collectieve warmtevoorziening wordt gesproken over een ambitie van 0 kgCO₂/GJ in 2050. Vanaf 2030 dient een jaarlijkse reductie van 1 kgCO₂/GJ gerealiseerd te worden om deze ambitie te halen, de klimaatdoelen worden daarmee in de CO₂-eisen geborgd.⁵ De consultatie over de concept tekst van deze wet in 2020 heeft geleid tot enkele aanpassingen zoals in de kamerbrief van 14 december 2020 van minister Wiebes beschreven. Het is onduidelijk wanneer de Warmtewet 2 in werking treedt, dit is afhankelijk van de snelheid waarmee de formatie van een nieuw kabinet plaatsvindt en de prioriteiten die worden gesteld.⁶

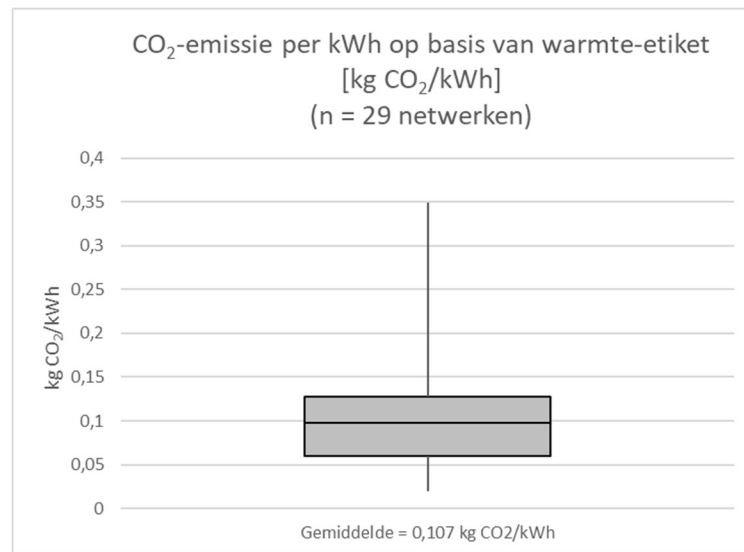
De warmtesector (productie en levering) zal een toename moeten realiseren van de inzet van duurzame warmte- en energiebronnen. Dit betreft onder andere geothermie, aquathermie, restwarmte, zonnewarmte, biomassa, power-to-heat en hernieuwbare gassen.

Voorbeeld: het opwekken van warmte via gasgestookte ketels levert volgens de NTA 8800:2022 een emissie op van $0,183/0,925 = 0,187$ kgCO₂/kWh.² De emissie van een WKD inclusief bron is met 0,17 kgCO₂/kWh als forfaitaire waarde 9,4% lager dan van een gasgestookte HR-ketel.^{7,8}

Van een aantal warmtenetwerken in Nederland is de CO₂-emissie per kWh op basis van het warmte-etiket weergegeven in Figuur 1 in kg per kWh.

² Op basis van een emissie van aardgas van 0,183 kgCO₂/GJ en een rendement van 97,5% (HR107, LT).

Hieruit blijkt dat met een gemiddelde CO₂-emissie van 0,107 kgCO₂/kWh door reeds bestaande WKD nu al gemiddeld 46% minder CO₂ wordt geëmitteerd dan door gasgestookte ketels.



Figuur 1. CO₂-emissie WKD-netwerken. (Bron: zie Tabel 2).

2.1 Kennisagenda EVZ

De warmtesector (warmtebedrijven) moet op basis van de Warmtewet 2 een groei van duurzame warmtebronnen realiseren ten behoeve van WKD. De hierboven genoemde technologieën/bronnen zijn ook op zichzelfstaand voor de zorgsector zeer relevant en zijn om die reden opgenomen in de kennis- en innovatieagenda care en cure van het Expertisecentrum Verduurzaming Zorg (EVZ). Dit onderzoeksproject ondersteunt daarom direct de kennisontwikkeling van de kennisagenda.

2.2 Probleemstelling

Lokale en regionale WKD kunnen een bijdrage leveren aan de verduurzaming van het zorgvastgoed. Voor zorginstellingen kan het aansluiten op een WKD een effectieve manier zijn om bij te dragen aan de verduurzamingsambitie uit het Klimaatakkoord. Het ontwikkelen en aanleggen van een WKD is echter vaak een lange-termijn ontwikkeling (meestal meer dan 5 jaar). Bij renovatietrajecten en nieuwbouw van zorginstellingen is op het moment van planvorming en realisatie vaak nog niet duidelijk of in het betreffende gebied een WKD wordt ontwikkeld en daadwerkelijk wordt aangelegd. Het is dan ook de vraag op welke wijze zorginstellingen zich bij de planvorming al kunnen voorbereiden op een eventuele toekomstige aansluiting op een WKD zonder dat dit de huidige ontwikkelingen in de weg staat. Kortom, welke voorbereidingen kunnen getroffen worden voor eventuele aansluiting op een WKD dat wordt uitgebreid of nieuw wordt aangelegd.

2.3 Vraagstelling

De kernvraag van het onderzoek luidt:

Welke technische voorbereidingen dienen door zorginstellingen getroffen te worden om op enig moment te kunnen aansluiten op een bestaand of toekomstig aan te leggen WKD?

Om deze kernvraag te kunnen beantwoorden, zijn vier deelonderzoeksvragen geformuleerd, die betrekking hebben op de aansluiting van een zorginstelling op een WKD:

- I. Hoe waarschijnlijk is het dat een WKD wordt aangelegd in de buurt van zorgvastgoed, en welk type WKD zal dit waarschijnlijk zijn?
 - a. Zijn er criteria te onderscheiden op basis waarvan de aanleg van een warmtenet in een regio (on)waarschijnlijk is?
 - b. Zijn er criteria te onderscheiden op basis waarvan een verwachting voor het gebruikte temperatuurniveau kan worden geïdentificeerd?
- II. Welke technische randvoorwaarden moeten worden ingevuld om op een later moment aan te sluiten op een WKD?
 - a. Welke installatietechnische en/of bouwkundige maatregelen kunnen *no-regret* worden geïmplementeerd?
 - b. Welk effect heeft het temperatuurniveau van het WKD op de technische randvoorwaarden?
 - c. Hoe wordt optimaal gebruik gemaakt van het WKD binnen het gebouw?
- III. In welke mate draagt het aansluiten op een WKD bij aan de CO₂-emissiereductie ambitie van een zorginstelling?
 - a. Wat zijn de concrete opbrengsten in termen van emissiereductie bij aansluiten op een WKD?
 - b. In hoeverre helpt het WKD een zorginstelling bij het bereiken van het streef- en einddoel van het Klimaatakkoord?
- IV. Wat zijn de financiële consequenties van overstappen op een WKD?
 - a. Wat zijn de aanleg-, beheer- en verbruikskosten van een WKD die voor rekening komen van de zorginstelling?
 - b. Leidt de overstap naar aansluiting op een WKD tot een gunstige business-case en terugverdientijd voor de zorginstelling?

Dit onderzoek heeft als doel deze onderzoeksvragen te beantwoorden en samen met beheerders van WKD en zorginstellingen een goed en objectief afwegingskader te beschrijven. Met dit afwegingskader kunnen zorginstellingen onderzoeken of aansluiten op een WKD op termijn een betrouwbare en kosteneffectieve manier is om aan de klimaatambities te voldoen. Ook wordt met dit afwegingskader aangegeven welke technische maatregelen nu al kunnen worden genomen zonder dat dit verstrekkinge gevolgen heeft voor de huidige bedrijfsvoering, uitgaande van *no-regret* maatregelen.

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het onderzoek toegelicht. In de daarop volgende hoofdstukken 3 t/m 6 worden de vier deelonderzoeksvragen beantwoord. Hoofdstuk 7 vat de conclusies samen en geeft aanbevelingen in de vorm van een afwegingskader.

3 Aanpak

De aanpak van het onderzoek is in onderstaande tabel per onderzoeksvraag samengevat weergegeven. Onder de tabel wordt de gehanteerde aanpak uitgebreider omschreven.

Tabel 1. Gevolgde onderzoeksmethode per onderzoeksvraag.

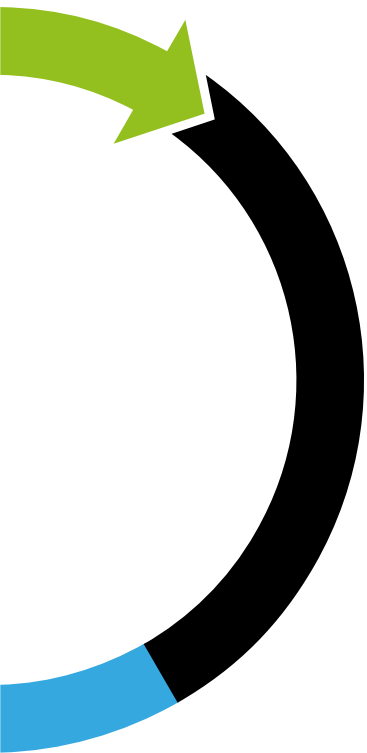
Onderzoeksvraag	Methode/informatiebron
I. Hoe waarschijnlijk is het dat een WKD wordt aangelegd in de buurt van het zorgvastgoed, en welk type WKD zal dit zijn?	<i>Op basis van (openbare) informatie van netbeheerders, gemeenten (voor ambitie) en partijen die deelnemen aan het Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma (MMIP) 1.5 (Collectieve Warmte) is inzichtelijk gemaakt waar WKD reeds aanwezig zijn en waar plannen voor WKD zijn.</i>
II. Welke technische randvoorwaarden kunnen worden ingevuld om op een later moment aan te sluiten op een WKD?	<i>Op basis van inzichten van het EVZ, openbare informatie en andere informatie afkomstig van o.a. netbeheerders, installateurs, zorginstellingen die een WKD hebben (praktijkcase) zijn de technische randvoorwaarden opgesteld die met de belangrijkste netwerkbeheerders, Eneco, Ennatuurlijk en Vattenfall, zijn getoetst.</i>
III. In welke mate draagt het aansluiten op een WKD bij aan de CO ₂ -emissiereductie ambitie van een zorginstelling?	<i>Middels het verzamelen van gegevens betreffende de energetische ontwikkeling van WKD zoals PBL, KEV, EVZ-verduurzamingskaart Warmtenetten, praktijkcases zal worden beschreven wat de potentie van het aansluiten op WKD is.</i>
IV. Wat zijn de financiële consequenties van overstappen op een WKD?	<i>Via bronnen vanuit PBL, KEV, EVZ-verduurzamingskaart Warmtenetten, Kostenkennallen, Sectorale Routekaart en praktijkcases zal een framework worden opgezet voor het bepalen van de businesscase voor een zorginstelling.</i>

Onderzoeksvraag 1 wordt ingevuld door op basis van (openbare) bronnen een overzicht te krijgen over de reeds aanwezige locaties en geplande locaties van WKD. Er wordt gebruik gemaakt van informatie verkregen van netbeheerders, gemeenten en partijen die deel uitmaken van het Meerjarig Missiegedreven Innovatieprogramma (MMIP 4: Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (inclusief glastuinbouw)). In de integrale warmteketen van bron tot klant, werken verschillende partijen. Om de hele warmtevoorziening efficiënter te ontwerpen, aan te leggen en te beheren zijn systeem- en procesinnovaties noodzakelijk. Het warmtecollectief *WarmingUP* is opgericht om deze innovaties in samenhang en in hoger tempo te ontwikkelen. Aan de hand van deze verzamelde locatiegerichte informatie worden criteria opgesteld die aangeven of plaatsing van een WKD in een bepaalde regio (on)waarschijnlijk is.

Onderzoeksvraag 2 geeft een overzicht van de technische randvoorwaarden die ingevuld kunnen worden om in een latere fase op een WKD aangesloten te worden. De benodigde technische randvoorwaarden zijn opgesteld op basis van informatie afkomstig van installateurs en zorginstellingen die aangesloten zijn op een WKD. Een onderscheid is gemaakt in technische randvoorwaarden voor WKD met verschillende temperatuurniveaus en of het installatietechnische randvoorwaarden of bouwkundige randvoorwaarden betreft. De opgestelde randvoorwaarden zijn vervolgens voorgelegd aan de netbeheerders (Eneco, Enexis en Vattenfall).

Onderzoeksvraag 3 en 4 worden beantwoord door openbare bronnen te raadplegen. Het onderzoek is uitgevoerd door specifieke informatiebronnen aan te spreken. Zo is gekeken naar publicaties van het planbureau voor de leefomgeving (PBL): de Klimaat en Energieverkenning (KEV). Er is gebruik gemaakt van reeds bestaande kennis uit het EVZ omtrent de verduurzamingskaart Warmtenetten, en aanvullend is door praktijkcases is informatie ingewonnen.

Voor onderzoeksvraag 3 zijn de bronnen gebruikt om, gebaseerd op aannames uit de NTA 8800:2020, CO₂-emissiecoëfficiënten voor verschillende opwekkers met elkaar te vergelijken.



4 Mogelijke locatie en karakteristieken van WKD

Hoe waarschijnlijk is het dat een WKD reeds aanwezig is of wordt aangelegd in de buurt van een zorginstelling of -locatie, en welk type WKD zal dit waarschijnlijk zijn? Om deze vragen te beantwoorden is informatie ingewonnen bij netbeheerders, gemeenten en partijen die deelnemen aan MMIP 4 via het warmtecollectief *WarmingUP*.

Er is helaas nog geen kaart beschikbaar met alle warmte- en koude-distributienetwerken met de leidingtracés in Nederland. Wel zijn de gebieden waar WKD zijn aangelegd aangegeven (<https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2> en <https://www.nationaleenergieatlas.nl/kaarten>). Aan een kaart met alle leidingtracés wordt door partijen wel gewerkt maar het is niet duidelijk wanneer een dergelijke kaart beschikbaar komt. Het EVZ heeft op basis van beschikbare informatie de WKD in kaart gebracht (<https://dezorgduurzaamkaart.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/>). Daarnaast hebben verschillende warmtebedrijven een eigen overzicht van de door hun beheerde netwerken.

Tabel 2. Een aantal grote warmtebedrijven.

Leverancier	Website met overzicht warmte en koude netwerken
<i>Ennatuurlijk</i>	https://ennatuurlijk.nl/warmtenetten/over-warmtenetten/warmtekaart
<i>Vattenfall</i>	https://www.vattenfall.nl/producten/stadsverwarming/warmtenet/
<i>Eneco</i>	https://www.eneco.nl/warmte-etiket/

Gemeenten moeten sinds eind 2021 hun transitievisies warmte gereed hebben. In deze transitievisie wordt aangegeven hoe de transitie naar aardgasvrije wijken plaatsvindt en welke wijken daarvoor in aanmerking komen. Ook de Transitievisie warmte van een gemeente kan handvatten bieden bij het achterhalen of er plannen voor een warmtenet zijn. Veel gemeenten hebben nu al een concept van de transitievisie warmte (<https://ez.maps.arcgis.com/home/item.html?id=8a44e42b5e8c4a89badc31a8f350518b> en <https://dezorgduurzaamkaart.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/>). Als gemeenten geen transitievisie warmte hebben is het niet te verwachten dat de gemeente actief een warmtenet gaat ontwikkelen.

Het ontwikkelen van een WKD is een langdurig proces van vele jaren (meestal meer dan 5 jaar). Hierdoor is al lang voor de realisatie bekend dat er vermoedelijk een WKD komt en kan daarop worden voorgesorteerd en onderzocht op welke manier de krachten en belangen kunnen worden gebundeld. Omdat het een complex proces is waarbij veel partijen betrokken zijn, blijft het vaak tot vlak voor de start van de aanleg onduidelijk of het WKD er daadwerkelijk komt.

4.1 Zijn er criteria te onderscheiden op basis waarvan de aanleg van een warmtenet in een regio (on)waarschijnlijk is?

Het aanleggen van een WKD is complex en kapitaalintensief. Om deze systemen rendabel te maken zijn ze gebaat bij een omgeving met een hoge energiedichtheid en de aanwezigheid en beschikbaarheid van goede warmte- en/of koudebronnen. Hiermee wordt bedoeld dat er in een gebied veel aansluitingen komen/zijn en dat er een relatief hoge vraag is. Een grote aanjager van de vraag naar aansluitingen op een WKD is dat nieuwbouw vanaf 1 juli 2018 gasloos moet worden ontwikkeld, deze nieuwbouw krijgt in beginsel geen aardgasaansluiting meer. Als er echter sprake is van zwaarwegende redenen van algemeen belang, dan kan het college van B&W een gebied aanwijzen waar toch nieuwbouw met aardgasaansluiting gebouwd mag worden. Voorwaarde hiervoor is dat dit strikt noodzakelijk is.

In uitgestrekte gebieden met een relatief laag aantal aansluitingen per oppervlakte-eenheid is het niet waarschijnlijk dat een warmte- en/of koudedistributienetwerk wordt aangelegd. Dat geldt ook voor een gebied met bestaande bouw.

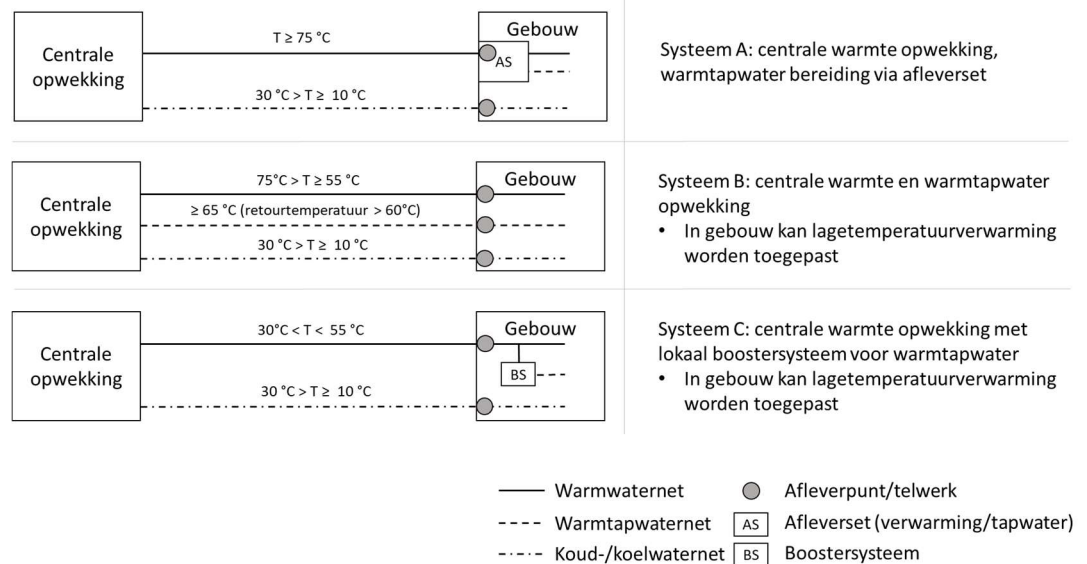
Het in die situatie aanleggen van een WKD-netwerk is niet onmogelijk maar levert wel de nodige overlast, extra kosten en andere knelpunten op. In de nabijheid van een bestaand warmte- en koudnetwerk zouden deze systemen eventueel kunnen worden doorgetrokken/uitgebreid naar bestaande en nieuwe gebiedsontwikkelingen.

Indien wordt aangesloten op een bestaand netwerk zijn de temperatuurniveaus over het algemeen bekend. Voor nieuwe systemen is dat afhankelijk van het type opwekking dat wordt gekozen en de systeemopzet.

4.2 Zijn er criteria te onderscheiden op basis waarvan een verwachting voor het gebruikte temperatuurniveau kan worden geïdentificeerd?

Er zijn grofweg drie systeemtypologieën van WKD te onderscheiden, Figuur 2. In algemene zin worden drie temperatuurniveaus aangehouden voor verwarming:³

- Hoge temperatuur > 75°C,
- Midden temperatuur 55-75°C,
- Lage temperatuur 30-55°C.



Figuur 2. Systeem typologieën.

Het meest voorkomende systeem op dit moment betreft het systeem met hoge temperatuur (> 75°C). Bij dit systeem wordt één warmtedistributiesysteem gebruikt dat op een relatief hoge temperatuur functioneert. De minimale temperatuur ligt in bestaande WKD over het algemeen rond de 90°C omdat de aangesloten systemen vaak een ontwerptemperatuur hebben van 90/70°C. Voor vrijwel alle zorggebouwen is dit temperatuurniveau voldoende. Ziekenhuizen gebruiken echter ook vaak stoom voor bijvoorbeeld het regenereren van voedsel, sterilisatie van gebruikt instrumentarium en luchtbevochtiging. Voor het produceren van deze lagedruk stoom (5-7 Bar) is een veel hogere temperatuur noodzakelijk, minimaal 160°C. Mogelijk kan het voedingswater van de stoomketel met een WKD wel worden voorverwarmd.

Recenter ontwikkelde systemen hebben over het algemeen een lagere temperatuur van minimaal 65°C. Dit is noodzakelijk omdat via een aflerverset ook warmtapwater moet kunnen worden bereid in het gebouw. De temperatuur van dit warmtapwater moet minimaal 60°C kunnen worden.

Wordt een WKD alleen gebruikt voor verwarmingsdoeleinden dan kan de temperatuur variëren, waarbij de temperatuur in de winterperiode hoger is dan tijdens de zomer.

³ Zie ook:

<https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/technieufactsheets+energiebronnen/warmtenet/default.aspx>

Wordt ook warmtapwater bereid met een WKD dan zal de temperatuur minimaal 65°C moeten zijn.

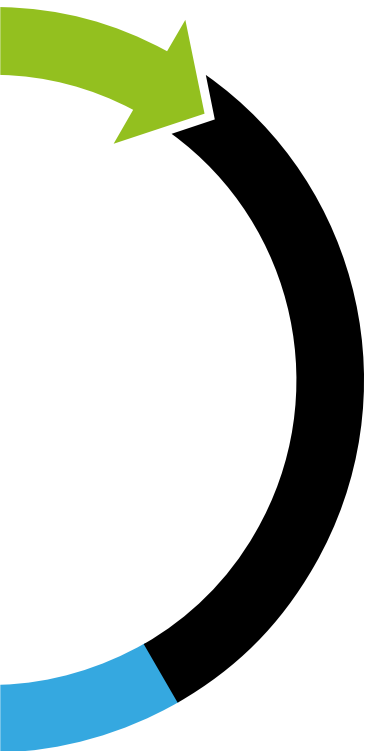
Als warmtapwater centraal wordt verwarmd, systeem B, wordt hiervoor een separaat distributiesysteem aangelegd. Deze systemen worden echter steeds minder toegepast door de relatief hoge verliezen en kosten. Het relatief hoge verlies komt doordat de retourtemperatuur vanuit hygiënisch oogpunt minimaal 60°C moet bedragen (Legionella), het systeem continu op deze temperatuur moet functioneren, en de warmtapwatervraag relatief laag is. Daarnaast moeten deze systemen een relatief hoge capaciteit hebben i.v.m. de mogelijk gelijktijdige vraag naar warmtapwater. Systeem C wordt frequenter toegepast. Bij dit systeem wordt het warmtapwater in de gebouwen zelf bereid. Dit wordt gedaan door een afleverzet in combinatie met een boostersysteem dat van een lage temperatuur een hogere temperatuur maakt t.b.v. warmtapwater. Bij dit systeem kan de temperatuur van het aangevoerde water dalen tot onder de 65°C. Voorwaarde hiervoor is wel dat de aangesloten gebouwen een laagtemperatuur afgiftesysteem hebben van bijvoorbeeld 45/35°C of lager.

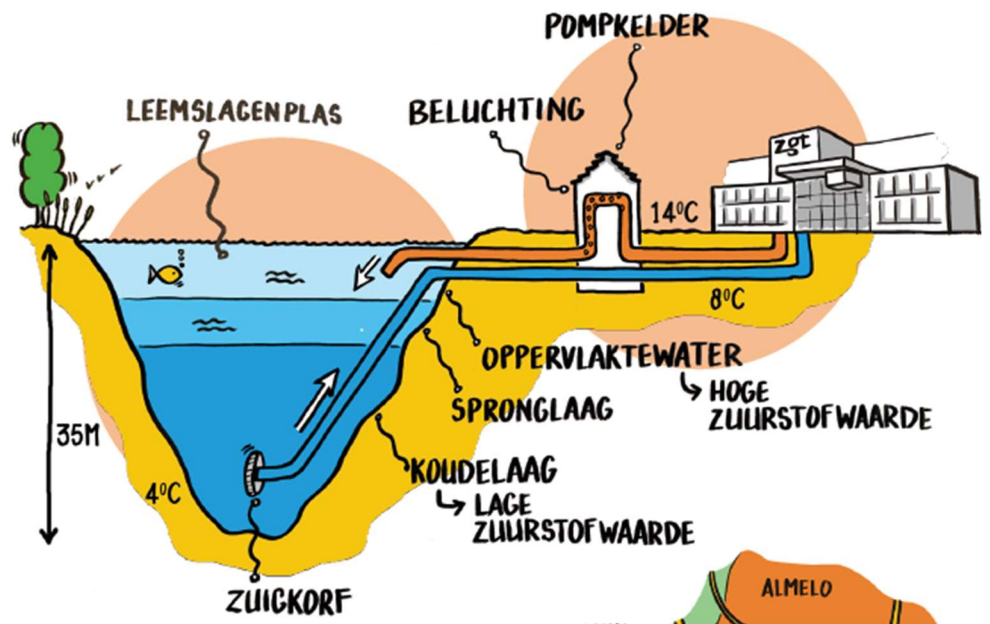
Bij al deze warmtedistributiesystemen kan ook een koudedistributiesysteem worden aangelegd. Meestal heeft een dergelijk systeem een temperatuurniveau van 10°C of meer, afhankelijk van de bron. Met deze temperatuur kunnen gebouwen koelen door gebruik te maken van het lage temperatuur systeem zoals vloerverwarming/-koeling of systemen met ventilator convectoren. Ook kan een dergelijk systeem worden ingezet als bron voor een warmtepompsysteem.

Als er een nieuw warmte distributiesysteem wordt aangelegd zal dit volgens de warmtebedrijven vermoedelijk systeem A met een temperatuurniveau van 65°C of hoger betreffen of een systeem C met lagere temperatuur warmte en opwaardering van de temperatuur ten behoeve van warmtapwater op gebouwniveau.

4.3 Koeling uit diepe wateren

Er is momenteel toenemende aandacht voor aquathermie. Aquathermie is de verzamelterm voor systemen die thermische energie uit water leveren. Dit betreft duurzame warmte en/of koude (zie ook Netwerk AquaThermie NAT: <https://www.aquathermie.nl/>). Hieronder vallen warmte en koude uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED). Dit kan voor zorginstellingen kansen bieden met name om op duurzame wijze invulling te geven aan de koelvraag. Vooral koeling vanuit wateren die relatief diep zijn komt hiervoor in aanmerking. Het principe gaat ervan uit dat water dat in de winterperiode afkoelt naar de bodem zakt. Dit biedt als het water voldoende groot en diep is mogelijkheden om in de zomerperiode in de koelvraag van een zorginstelling te voorzien, Figuur 3. Dit kan ook voor individuele organisaties al een (financieel) interessant alternatief zijn. Met "lake source cooling" kan tevens een enorme stap worden gemaakt bij de verduurzaming. Ook wordt dit principe toegepast bij het koudenet in Amsterdam Zuidoost.





Figuur 3. Schematisch voorbeeld van Lake source cooling bij het ZGT te Almelo.

Voordat een dergelijk systeem gerealiseerd kan worden zijn er de nodige vergunningen noodzakelijk. Lake source cooling kan goed worden toegepast indien het gebouw al is voorzien van hoge temperatuur koeling. Het betreffende oppervlaktewater dient niet op een al te grote afstand (als eerste grove indicatie ca. 5 km) van de beoogde afnamelocatie verwijderd te zijn, omdat anders de systeemkosten te hoog oplopen.

5 Technische randvoorwaarden voor aansluiting op een WKD

Welke technische randvoorwaarden kunnen worden ingevuld om op een later moment aan te sluiten op een WKD?

Om in de toekomst effectief op een WKD te kunnen aansluiten kunnen zorginstellingen mogelijk al voorbereidingen treffen. Dit kan door bij nieuwbouw of renovatie al maatregelen te nemen. Hierbij staan drie vragen centraal:

1. Welke no-regret⁴ installatietechnische en/of bouwkundige maatregelen kunnen worden geïmplementeerd?
2. Welk effect heeft het temperatuurniveau op de technische randvoorwaarden?
3. Hoe wordt optimaal gebruikt gemaakt van het WKD binnen het gebouw?

5.1 Welke installatietechnische en/of bouwkundige maatregelen kunnen *no-regret* worden geïmplementeerd?

Of maatregelen no-regret geïmplementeerd kunnen worden, hangt af van het type WKD dat wordt aangelegd (zie Hoofdstuk 3). Dit wordt in deze paragraaf verder toegelicht. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen installatietechnische maatregelen en bouwkundige maatregelen.

5.1.1 *Warmtedistributiesysteem met temperatuur van 90°C of hoger, systeem A*

De warmte uit het warmtedistributienet wordt door middel van een afleverset aan het gebouw geleverd. Doorgaans stroomt het distributiewater uit het WKD ook door de gebouwinstallatie (radiatoren, convectoren en/of vloerverwarming), dus zonder hydraulische scheiding. Warm tapwater wordt altijd geproduceerd door middel van een dubbelwandige warmtewisselaar, Figuur 4 en Figuur 5. Hierdoor kan vers drinkwater nooit vermengd raken met water uit het warmtedistributienetwerk. Het doorstromen van de gebouwinstallatie met water uit het warmtedistributiesysteem, Figuur 4, heeft als voordeel dat er geen warmtewisselaar (hydraulische scheiding) met een temperatuurverschil noodzakelijk is. Dit heeft echter ook een groot nadeel. Bij een lekkage kan er een zeer grote hoeveelheid water in het gebouw vrijkomen. WKD zijn meestal voorzien van een automatische suppletie waardoor er veel water in het gebouw kan komen. De in Figuur 4 en Figuur 5 weergegeven afleversets zijn voor kleine systemen (woningen, < 100 kW). Voor grotere gebouwen is dit vaak maatwerk. De omvang is vaak vergelijkbaar met die van de bestaande gasketels.

Er bestaan ook afleversets die wel een gescheiden systeem tussen het distributiesysteem en de gebouwinstallatie hebben, Figuur 5. Andere systemen meten het debiet in zowel de aanvoer als de retour. Als er gedurende een bepaalde tijd een te groot verschil is tussen deze volumestromen is dit een indicatie voor een lekkage in de gebouwinstallatie. Als dit wordt geconstateerd, dan wordt er een alarm gegeven en worden de kleppen in aanvoer en retour gesloten.

⁴ No-regret maatregelen (ook wel geen spijt maatregelen genoemd) zijn maatregelen waarvan je, al gaat de aanleg van een WKD niet door, alleen maar voordeel hebt. Een bekende no-regret maatregel is het toepassen van lage temperatuur verwarming en hoge temperatuur koeling. Welke ontwikkelingen er in de toekomst ook zijn, deze hebben altijd baat bij deze keuze.



- 1 Aanvoering warmte
- 2 Retourleiding warmte
- 3 Aanvoering koud
- 4 Warm tapwaterleiding
- 5 Aanvoering cv-installatie
- 6 Retourleiding cv-installatie
- 7 Warmtemeter
- 8 Warmtewisselaar

De installatie kan ook in spiegelbeeld uitgevoerd zijn.

Boven de stippelijijn: Eigendom en onderhoud Eneco

Onder de stippelijijn: Eigendom en onderhoud klant, verhuurder, installateur

Figuur 4. Afleverset voor een klein systeem met open systeem (geen scheiding tussen distributiesysteem en huisinstallatie). Bron: Stadsverwarming Utrecht (<https://www.stadsverwarming.nl/de-afleverset-voor-stadsverwarming-wordt-ook-wel-de-afzetset-genoemd-lees-hier-waarom/>).



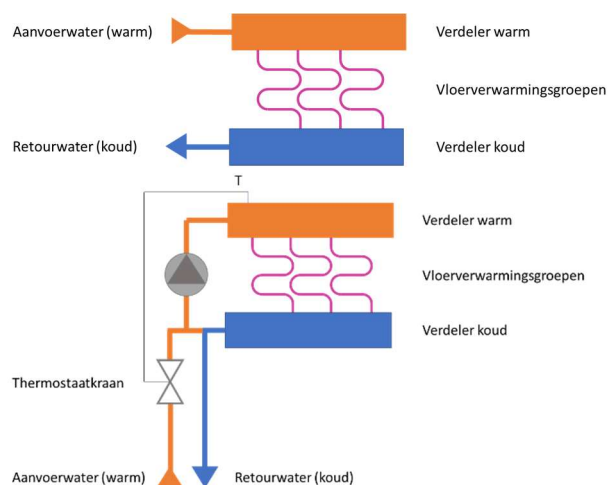
Figuur 5. Afleverset voor een klein systeem met gesloten systeem (scheiding tussen distributiesysteem en huisinstallatie). Bron: Wasco (<https://www.wasco.nl/nieuws-item/nieuw-hsf-ecoadvance-compact-en-ecoadvance-split>)

Een afleverset is in principe een eenvoudige installatie die zorgt voor de verbinding tussen het warmtedistributienet van de netbeheerder en het Cv-net en eventueel warmtapwaterleiding van het gebouw. Daarnaast wordt gemeten hoeveel warmte er aan het warmtedistributienet wordt onttrokken. Dit is nodig om de gebruikte hoeveelheid warmte en/of koude in rekening te kunnen brengen. Een afleverset is meestal een compact apparaat en kan de Cv-ketel één op één vervangen. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met de plaatsing van de afleverset ten opzichte van de distributieleidingen. Mogelijk moeten extra leidingen door het pand gelegd worden, met name als de te vervangen Cv-ketel zich op een verdieping bevindt. Het is daarom verstandig om bij het ontwerp van de installatie rekening te houden met de plaatsing van de technische installaties. Bij voorkeur wordt deze dicht bij het warmtedistributiesysteem geplaatst. Dit vereenvoudigt toekomstige aansluiting.

Aandachtspunt is ook de koudwaterleiding. De plaatsing van de afleverset in een kleine meterkast kan leiden tot ongewenste opwarming van de koudwaterleiding in de meterkast en de leidingschacht. Zie hiervoor paragraaf 3.7.1. van ISSO-publicatie 30 Leidingwaterinstallaties in woningen.⁹ Daarnaast zijn er ook andere ISSO-publicaties die invulling geven aan de eisen uit het Drinkwaterbesluit voortvloeiend uit de Drinkwaterwet, de algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties zoals gegeven in NEN 1006 en de Waterwerkbladen. Dit betreft:

- ISSO-publicatie 55.1 - Handleiding Legionellapreventie in leidingwater -Richtlijnen voor prioritare installaties,
- ISSO-publicatie 55.2 - Zorgplicht Legionella collectieve leidingwaterinstallaties
- ISSO-publicatie 55.4 - Alternatieve technieken voor Legionellapreventie in collectieve leidingwaterinstallaties.

Voor het afgiftesysteem in het gebouw (radiatoren, convectoren, vloerverwarming en/of luchtbehandelingskasten (LBK)) gelden een aantal technische randvoorwaarden voor aansluiting op een warmtedistributienet. Gezien de hogere zuurgraad van het distributiewater, is het gebruik van aluminium onderdelen, zoals verdelers, leidingen, radiatoren en kranen over het algemeen niet toegestaan. Bij vloerverwarming kan alleen gebruik worden gemaakt van een open verdeler met pomp. Bij vloerverwarming met een gesloten verdeler wordt het aanvoerwater niet bijgemengd met het afgekoelde retourwater, waardoor de vloerverwarming veel te heet zou kunnen worden. Beide typen verdelers worden in Figuur 6 toegelicht.



Figuur 6. Schematisch overzicht van twee typen vloerverwarmingsverdelers. Een gesloten verdeler (links) en een open verdeler met pomp (rechts). Het laatste type kan koud water bijmengen, als de aanvoertemperatuur te warm is. De open verdeler kan dat niet.

Vaak zijn deze warmtedistributiesystemen gebaat bij een lage retourtemperatuur (maximale uitkoeling). De vereiste volumestroom om dezelfde hoeveelheid warmte te leveren, wordt dan beperkt.

Bovendien leidt het tot energetische voordelen voor de opwekking van warmte voor het warmtedistributiesysteem. Deze voordelen voor de warmteleverancier worden meestal niet in een voordeel voor de eindgebruiker omgezet, die in een aantal gevallen de installatie hierop moet aanpassen.

Concluderend zijn de volgende technische randvoorwaarden opgesteld voor systeem A met een temperatuur niveau 90°C of hoger.

Tabel 3. Randvoorwaarden aansluiten op een WKD met een temperatuur van 90°C of hoger, systeem A⁵.

Randvoorwaarden aansluiten op een WKD met een temperatuur van 90°C of hoger, systeem A	
Installatietechnisch	Bouwkundig
<i>-Cv-net van gebouw bevat geen aluminium koppelingen en appendages tenzij in het gebouw gebruik wordt gemaakt van een hydraulisch van het WKD gescheiden systeem.</i>	<i>-Positie van de opwekking, bij voorkeur dicht bij het (afleverpunt van het) warmtedistributiesysteem. -Er is voldoende ruimte om distributieleidingen naar de plek te geleiden waar de afleverzet komt te hangen.</i>
<i>-Vloerverwarming (indien aanwezig) werkt met open verdeler met pomp.</i>	

5.1.2 Warmtedistributiesysteem met temperatuur van 65°C of hoger, systeem A
Recentere ontwikkelde warmtedistributiesystemen hebben doorgaans een lagere distributietemperatuur dan 90°C. Dit is voor de warmtapwaterproductie geen bezwaar zolang de temperatuur maar ten minste 65°C bedraagt. Voor ruimteverwarming kan dit een probleem opleveren, als het afgiftesysteem berekend is op een aanvoertemperatuur van 90°C. Bij een lagere aanvoertemperatuur leidt dit tot een lager afgiftevermogen van de radiatoren, convectoren en/of LBK's. Dit kan tot gevolg hebben dat bij koude dagen het gebouw niet voldoende verwarmd kan worden. Een dergelijke installatie zal men vooral zien bij gebouwen met een verouderd afgiftesysteem en een matige isolatie.

De meest effectieve wijze om bovenstaande problemen te verhelpen, is het verbeteren van de thermische schil van het gebouw. Een betere isolatie zorgt voor een lager warmteverlies en daarom tot een lager benodigd afgiftevermogen. Isoleren is de eerste stap van de Trias Energetica en altijd een no-regret oplossing, omdat het onafhankelijk van de opwekkingswijze altijd tot een lager energieverbruik leidt.

Een tweede mogelijkheid is het verhogen van het afgiftevermogen. Dit kan bijvoorbeeld door het plaatsen van meer of grotere radiatoren, radiatorventilatoren, convectoren of grotere warmtewisselaars in de LBK's. Bij een grootschalige renovatie kan voor dit doel ook vloerverwarming worden aangebracht. Door het verhogen van het afgiftevermogen kan het gebouw ook verwarmd worden met een lagere watertemperatuur. Het afgiftevermogen verhogen is doorgaans een no-regret oplossing: hoogrendements Cv-ketels zijn efficiënter bij een lagere afgiftetemperatuur en voor andere duurzame opwekkers (bijvoorbeeld warmtepompen en zonnecollectoren) is een lagere afgiftetemperatuur een voorwaarde.

Concluderend zijn de volgende technische randvoorwaarden opgesteld voor systeem A met een temperatuur niveau 65°C of hoger.

⁵ Bron: Abel&co; Kan stadsverwarming in combinatie met vloerverwarming?. Op: <https://abelenco.nl/kennisbank/kan-stadsverwarming-combinatie-met-vloerverwarming>. Bezocht op 6-10-2020.

Tabel 4. Randvoorwaarden aansluiten op een warmtedistributiesysteem met een temperatuur van 65°C of hoger, systeem A.

Randvoorwaarden aansluiten op een WKD met een temperatuur van 65°C of hoger, systeem A	
Installatietechnisch	Bouwkundig
-Cv-net van gebouw bevat geen aluminium koppelingen en appendages tenzij in het gebouw gebruik wordt gemaakt van een hydraulisch van het WKD gescheiden systeem.	-Positie van de opwekking, bij voorkeur dicht bij het (afleverpunt van het) WKD. -Voldoende ruimte om distributieleidingen naar de plek te geleiden waar de afleverzet komt te hangen.
-Vloerverwarming (indien aanwezig) werkt met open verdeler met pomp.	-Pand is voldoende goed geïsoleerd of na-geïsoleerd. Reden hiervoor is dat een minder goede isolatie leidt tot hogere gebruiks(energie)kosten.
-Afgiftesysteem heeft voldoende capaciteit bij een aanvoertemperatuur van 65°C.	
-Leidingen zijn geschikt voor debiet vereist bij warmtedistributie.	

5.1.3 Warmtedistributie met gescheiden warmtapwatersysteem, systeem B

Er is een beperkt aantal systemen bekend waar naast een warmtedistributiesysteem dat op een temperatuur van > 50°C een separaat netwerk heeft voor de levering van warmtapwater. Voordeel van een dergelijk systeem is dat de temperatuur van het warmtedistributiesysteem laag kan zijn en gekoppeld kan worden aan de buitentemperatuur (stooklijn). Hierdoor zijn de verliezen lager en is het efficiënter om hernieuwbare energiesystemen in te zetten voor de productie van de warmte. Temperaturen onder de 65°C zijn hierbij geen probleem omdat er een separaat systeem voor het warmtapwater is. Nadeel is dat er twee leidingsystemen moeten worden aangelegd. Voor de randvoorwaarden voor de toepassing van een dergelijk systeem wordt voor de warmtedistributie verwezen naar "Warmtedistributiesysteem met temperatuur van 50°C of lager, systeem C".

5.1.4 Warmtedistributiesysteem met temperatuur van 50°C of lager, systeem C

Een warmtedistributiesysteem met een lage aanvoertemperatuur < 50°C heeft strikte technische eisen. Niet alleen moet het gebouw beschikken over een laagtemperatuur (LT) afgiftesysteem en goede isolatie, ook moet er een aanvullende installatie komen voor de tapwatervoorziening.^{10,11}

Zoals hierboven al beschreven, is isoleren de eerste stap om het gebouw geschikt te maken voor LT-verwarming, het verlaagt het warmteverlies substantieel. Het na-isoleren van gebouwen is geen sinecure vanuit zowel technisch als economisch perspectief. Het na-isoleren van gebouwen moet veelal plaatsvinden terwijl er in het gebouw zorg moet worden verleend en de werkzaamheden tot langdurige overlast kunnen leiden. Daarnaast is het de vraag welke uiteindelijke thermische kwaliteit gerealiseerd kan worden. Vaak is na-isolatie alleen mogelijk op het moment dat een gebouw vergaand wordt gerenoveerd op een natuurlijk moment. Ook blijkt dat na-isolatie van gebouwen vaak kostbaar is en dat de periode waarbinnen deze investeringen kunnen worden terugverdiend relatief lang zijn. Uiteraard zijn beide benoemde aspecten erg afhankelijk van de specifieke omstandigheden.

Soms blijken bestaande onderdelen van het afgiftesysteem (met name radiatoren) na (na-)isolatie al voldoende warmte te kunnen leveren om ook bij hele koude dagen het gebouw voldoende te verwarmen. Toch is alleen isoleren vaak niet genoeg. Om dan toch het afgiftesysteem geschikt te maken voor LT-verwarming, kunnen bestaande radiatoren worden vervangen door LT-radiatoren en/of LT-convectoren.

Ook vloerverwarming is een geschikte en comfortabele manier van verwarmen met lage aanvoertemperaturen, maar alleen een optie bij grootschalige renovatie of nieuwbouw. Betonkernactivering is ook heel geschikt, maar is alleen bij nieuwbouw een optie.

Warmtapwater kan niet op het minimaal vereiste temperatuurniveau worden geproduceerd worden bij temperaturen van het warmtedistributiesysteem van maximaal 50°C: de temperatuur is te laag om groei van legionellabacteriën uit te sluiten. Daarom moet het warme tapwater dat uit de afleverset komt, naverwarmd worden met een boostersysteem. Het ligt voor de hand hiervoor een warmtepomp in te zetten. Deze kan het distributiewater op een efficiënte wijze opwarmen tot de gewenste 60°C en slaat dit warme water op in een geïsoleerde buffertank. Dit betekent wel dat er ruimte moet zijn voor de warmtepomp en een buffertank. Dit zijn doorgaans volumineuze installaties.

Concluderend zijn de volgende technische randvoorwaarden opgesteld voor systeem C met een temperatuur niveau 50°C of lager. Deze randvoorwaarden zijn ook geldend voor systeem B.

Tabel 5. Randvoorwaarden aansluiten op een warmtedistributiesysteem met een temperatuur van 50°C of hoger, systeem C.

Randvoorwaarden aansluiten op een WKD met een temperatuur van 50°C of lager, systeem C	
Installatietechnisch	Bouwkundig
<i>-CV-net van gebouw bevat geen aluminium koppelingen en appendages, tenzij in het gebouw gebruik wordt gemaakt van een hydraulisch van het WKD gescheiden systeem.</i>	<i>-Positie van de opwekking, bij voorkeur dicht bij het (afleverpunt van het) warmtedistributiesysteem. -Er is voldoende ruimte om distributieleidingen naar de plek te geleiden waar de afleverset komt te hangen.</i>
<i>-Vloerverwarming (indien aanwezig) werkt met open verdeler met pomp.</i>	<i>Pand is goed geïsoleerd (dak, vloer en spouw), thermische weerstand $R_c > 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.</i>
<i>-Afgiftesysteem heeft voldoende vermogen bij een aanvoertemperatuur van maximaal 50°C.</i>	<i>Voldoende ruimte voor een boosterwarmtepomp en een buffertank voor warm tapwater.</i>

5.1.5 Koelen met een koudedistributiesysteem

Een koudedistributiesysteem vormt een bron voor koude die zowel kan worden gebruikt voor topkoeling via het bestaande afgiftesysteem voor de verwarming, als vervanging voor de bestaande koelmachines of als bron voor warmtepompen.

Als nog geen koelsysteem aanwezig is, is het soms mogelijk om het bestaande afgiftesysteem te gebruiken voor topkoeling. Dit kent wel een grote beperking: de watertemperatuur door het systeem kan niet te laag worden. Bij een te lage temperatuur zal condensvorming optreden op alle onderdelen van het afgiftesysteem. Ook op de koude leidingen die door de constructie lopen, kan condens ontstaan. Dit betekent dat met een bestaand afgiftesysteem maar beperkt gekoeld kan worden: de zogenaamde topkoeling. Voornamelijk afgiftesystemen zoals vloerverwarming en convectoren met ventilatoren lenen zich goed voor koeling, omdat zij een groter verwarmings- en koelvermogen hebben bij een klein temperatuurverschil met de omgeving.

Bij aanwezigheid van een bestaand koelsysteem, is het soms mogelijk om dit op het koudedistributienet aan te sluiten. Dit is afhankelijk van het temperatuurniveau van het koude-afgiftesysteem. Als dit systeem water gebruikt voor het transport van koude, dan is het soms mogelijk om dit aan te sluiten op het koudedistributienet.

De aansluiting op dit netwerk vervangt of ondersteunt dan de traditionele koelmachine. Vaak is de temperatuur van het distributiewater echter te hoog om voldoende te koelen met het oorspronkelijke systeem. Veel mechanische koelsystemen zijn ontworpen op een mediumtemperatuur van 6-9°C. Om dan toch voldoende koeling te realiseren met bijvoorbeeld luchtbehandelingskasten, zou er een grotere warmtewisselaar kunnen worden geplaatst, indien daar in de kast nog ruimte voor is. Vaak is dit echter niet mogelijk en zal hiervoor een nieuwe luchtbehandelingskast moeten worden geplaatst. Dit lijkt alleen haalbaar op de natuurlijke vervangingsmomenten. Het vergroten van een warmtewisselaar leidt ook vaak tot een hogere efficiëntie bij gebruik van een traditionele compressiekoelmachine of warmtepomp en is daarom een no-regret maatregel. Een andere mogelijkheid betreft het toepassen van een mechanisch koelsysteem dat de afgevoerde warmte (condensor warmte) aan het koudwatersysteem overdraagt. Dit kan theoretisch tot een zeer hoge efficiency leiden. Veel koudwater machines zijn echter niet zonder meer in staat om de condensortemperatuur tot deze lage waarde te reduceren, hiervoor zijn meestal aanvullende maatregelen noodzakelijk.

Als het bestaande koelsysteem koude transporteert door koudemiddel, dan is aansluiten op een koudedistributienet niet mogelijk. Dit zijn doorgaans airco-installaties met een buitendeel dat de compressor bevat en één of meerdere binnendelen die in het plafond zijn geïntegreerd of aan de muur zijn opgehangen. Wel zijn er buitenunits verkrijgbaar die de condensorwarmte aan een koudwaternet kunnen toevoeren.

Concluderend zijn de volgende technische randvoorwaarden opgesteld voor aansluiting op een koudedistributiesysteem.

Tabel 6. Randvoorwaarden aansluiten op een koudedistributiesysteem.

Randvoorwaarden aansluiten op een koudedistributiesysteem	
Installatietechnisch	Bouwkundig
<i>-Bij afgiftesysteem voor centrale verwarming: Het afgiftesysteem koelt voldoende bij lage temperatuurverschillen (vloerverwarming, plafondkoeling, convectoren met ventilatoren).</i>	<i>-Er is voldoende ruimte om distributieleidingen naar de plek te geleiden waar de afleveret komt te hangen.</i>
<i>Bij bestaand koelsysteem -Bestaand Hoog Temperatuur afgiftesysteem voor koeling is water gebaseerd.</i>	<i>-Ongewenste interne en externe opwarming wordt zo veel mogelijk beperkt (bijv. door zonwering en energie-efficiënte verlichting). Een koellastberekening moet uitwijzen of aansluiting haalbaar is.</i>
<i>Bij bestaand koelsysteem -Warmtewisselaars in bestaand afgiftesysteem zijn geschikt voor hoge temperatuur koeling.</i>	

5.1.6 No-regret maatregelen

In bovenstaande paragrafen is per temperatuurniveau toegelicht welke technische randvoorwaarden (installatietechnisch en bouwkundig) verbonden zijn aan een succesvolle aansluiting van het gebouw op een WKD. Bij verwarming nemen de eisen aan afgiftesysteem, isolatie en eventuele ruimte voor een boostersysteem toe bij afnemend temperatuurniveau van het distributiesysteem.

Als nog niet duidelijk is of er een WKD wordt aangelegd of welk temperatuurniveau dit net zal hebben, is het lastig te bepalen welke maatregelen moeten worden genomen. Desondanks zijn een aantal *no-regret* maatregelen te treffen.

Dit zijn maatregelen die soms op een natuurlijk moment en soms op een zelfstandig moment kunnen worden uitgevoerd en een eventuele aansluiting op een WKD vereenvoudigen, maar mogelijk ook kosteneffectief zijn als dit systeem niet wordt aangelegd.

Zelfstandig moment (ieder willekeurig moment)

- Aanbrengen dak, vloer en spouwisolatie (bij verwarmen).
 - Beter isoleren zorgt onafhankelijk van de warmteopwekker voor een lager energieverbruik. Dit vermindert kosten en de CO₂-emissie van de instelling.
- Verminderen interne en externe opwarming (bij koelen).
 - Verminderen van interne opwarming (bijvoorbeeld door efficiëntere verlichting en apparatuur) en externe opwarming (bijvoorbeeld door zonneschermen) leidt tot een verminderde koelbehoefte.

Natuurlijk moment (moment van nieuwbouw, renovatie, vervanging van het systeem of grote reparaties)

- Aanleggen vloerverwarming (bij koelen en verwarmen).
 - Vloerverwarming is een comfortabele manier van verwarmen die functioneert met lage-temperatuur aanvoerwater. Dit is gunstig voor het rendement van HR Cv-ketels en ook noodzakelijk voor andere vormen van duurzaam verwarmen. Bij renovatie is de meerprijs van vloerverwarming meestal substantieel. Daar staan een verhoogd comfort en meer vloeroppervlakte tegenover (radiatoren kunnen worden verwijderd). Vloerverwarming maakt ook topkoeling in de zomer mogelijk.
- Vernieuwen van radiatoren en warmtewisselaars in LBK's.
 - Bij renovatie kan gekozen worden om de bestaande radiatoren en warmtewisselaars in LBK's te vervangen door varianten die goed werken bij een kleiner temperatuurverschil met de omgeving. Dit is gunstig voor het rendement van HR Cv-ketels en compressiekoelmachines en ook noodzakelijk voor andere vormen van duurzaam verwarmen en koelen.
- Ruimte creëren voor leiding, afleverset en eventueel buffervat.
 - Bij renovatie kan alvast rekening worden gehouden met het creëren van ruimte voor de distributieleidingen en de afleverset. Ook kan ruimte worden gereserveerd voor een of meerdere buffervaten voor de opslag van warmtapwater. Dit laatste is alleen een *no-regret* maatregel als de verwachting is dat warmtapwater in de toekomst zal worden opgewekt met een (booster)warmtepomp.

5.2 Welk effect heeft het temperatuurniveau op de technische randvoorwaarden?

Bij verwarming met een WKD geldt: hoe lager de distributietemperatuur is, hoe hoger de eisen aan de technische randvoorwaarden in het gebouw zijn. Aansluiten op een laagtemperatuur warmtenet vergt dus doorgaans grotere investeringen dan aansluiten op een hoog-temperatuur net, al is dit afhankelijk van de uitgangspositie van het gebouw. Deze investeringen leiden meestal wel tot een hogere efficiëntie, ook bij warmtenetten van hoge temperatuur. De meeste opwekkers hebben voordeel bij warmteafgifte op een lage temperatuur.

5.3 Hoe wordt optimaal gebruik gemaakt van het WKD binnen het gebouw?

Optimaal gebruik van het WKD betekent dat het zo efficiënt mogelijk wordt ingezet. Voor efficiënte inzet bij verwarming dient aan twee voorwaarden voldaan te worden:

- Verminderen van warmte- en koudevraag,
- Distributiewater zo ver mogelijk afkoelen.

5.3.1 Verminderen van warmte- en koudevraag

Het verminderen van de warmte- en koudevraag is altijd gunstig: het leidt tot een lagere energierekening en meestal ook tot een lagere (indirecte) CO₂-uitstoot. In de

vorige paragrafen is per type warmtenet al aangegeven welke maatregelen minimaal getroffen moeten zijn voor succesvolle inzet van het WKD.

Maar het is vaak mogelijk om de warmtevraag nog verder te reduceren. Bijvoorbeeld door warmte terug te winnen uit ventilatielucht, waterbesparende douchekoppen te gebruiken en alleen te verwarmen wanneer nodig (vraag gestuurd). Er zijn talloze wijzen om de warmte- of koudevraag te reduceren en dit levert altijd een besparing op, onafhankelijk van de warmte- of koudebron. In het kader van dit onderzoek wordt hier niet verder op ingegaan. Vele informatiebronnen gaan in op het verminderen van de warmte- of koudevraag. Een goed startpunt vormen de volgende informatiebronnen:

- Website van het Expertisecentrum Verduurzaming Zorg,
- Maatregelen op de website van Stichting Stimular,
- De Erkende maatregelenlijst Gezondheidszorg- en welzijnszorginstellingen van RVO.

5.3.2 *Distributiewater zo ver mogelijk afkoelen*

Op het niveau van het distributienet is het belangrijk dat aanvoerwater door de gebruiker voldoende wordt afgekoeld. Dit wordt uitkoelen genoemd. Gebeurt dit niet? Dan neemt de ketenefficiëntie van het systeem sterk af. Als de temperatuur van het water dat na gebruik weer terugstroomt (retourtemperatuur) te hoog is, heeft dat de volgende consequenties:

- Opwekkers die gebruik maken van (rookgas)condensatie hebben een lager rendement,
- Meer warmteverlies naar de omgeving via retourleidingen.

De sleutel tot efficiënt gebruik van het warmtenet ligt bij de eindgebruikers. Hun installaties bepalen hoe ver het distributiewater wordt uitgekoeld. Voor een belangrijk deel zorgt de afleverset hiervoor. Bij een systeem waarbij distributiewater door het afgiftesysteem stroomt bepaalt de drukverschilregelklep de stroomsnelheid/hoeveelheid van het water door het afgiftesysteem. Bij een systeem met scheiding tussen distributienet en afgiftesysteem wordt dit bepaald door de pomp. Deze moeten respectievelijk zo ingesteld worden dat er voldoende warmte wordt afgegeven op koude dagen. De afleverset is meestal eigendom van de exploitant van het warmtenet. Een goede inregeling van de volumestroom door de afleverset, met name van het water uit het WKD, is daarom de verantwoordelijkheid van het warmtebedrijf. Hierover kan meer informatie worden verkregen via 'Overzicht afleversets voor warmtelevering', opgesteld in opdracht van RVO⁶.

Uiteindelijk zorgt het afgiftesysteem in het gebouw voor de uitkoeling van het distributiewater. Een slecht ingeregeld afgiftesysteem kan leiden tot onvoldoende uitkoeling en leidt altijd tot vermindering van comfort. Een slecht ingeregeld afgiftesysteem kan herkend worden doordat radiatoren ver van de opwekker niet of slecht warm worden en/of het retourwater van het afgiftesysteem weinig is afgekoeld. Waterzijdig inregelen van het afgiftesysteem is dan aan te bevelen. Bij waterzijdig inregelen wordt de hoeveelheid water die door de verschillende afgiftegroepen (bijvoorbeeld radiatoren) stroomt goed ingesteld. Door een goede inregeling vindt de verwarming in de verschillende ruimten gelijkmatig plaatst. Waterzijdig inregelen is altijd een *no-regret maatregel*. Meer informatie over waterzijdig inregelen is bijvoorbeeld te vinden op de website van Stimular⁷.

⁶ [https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/11/ENG2014-010 Overzicht afleversets voor warmtelevering \(1\).pdf](https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/11/ENG2014-010%20Overzicht%20afleversets%20voor%20warmtelevering%20(1).pdf)

⁷ <https://www.stimular.nl/maatregelen/waterzijdig-inregelen-van-een-cv-installatie/>

6 CO₂-emissiereductie bij aansluiting op een WKD

In welke mate draagt het aansluiten op een WKD bij aan de CO₂-emissiereductie ambitie van een zorginstelling? Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zijn twee deelvragen opgesteld:

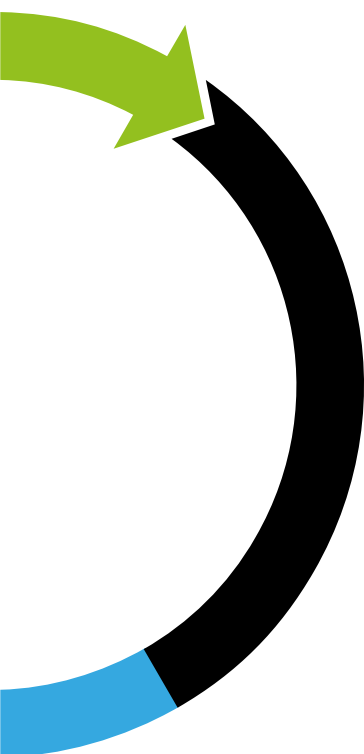
- Wat zijn de concrete opbrengsten in termen van emissiereductie bij aansluiten op een WKD?
- In hoeverre helpt het WKD een zorginstelling bij het bereiken van het streef- en einddoel van het Klimaatakkoord?

6.1 Wat zijn de concrete opbrengsten in termen van emissiereductie bij aansluiten op een WKD?

Om een goede vergelijking te kunnen maken tussen de CO₂-emissies die vrijkomen bij het verwarmen of koelen van een gebouw met verschillende opwektechnologieën, kan gebruik worden gemaakt van de CO₂-emissiecoëfficiënt. Dit is een genormaliseerde waarde welke beschrijft hoeveel kilogram CO₂ vrijkomt bij de productie van een eenheid warmte of koude. Voor de volledigheid worden de volgende manieren van warmte- en koude-opwekking vergeleken:

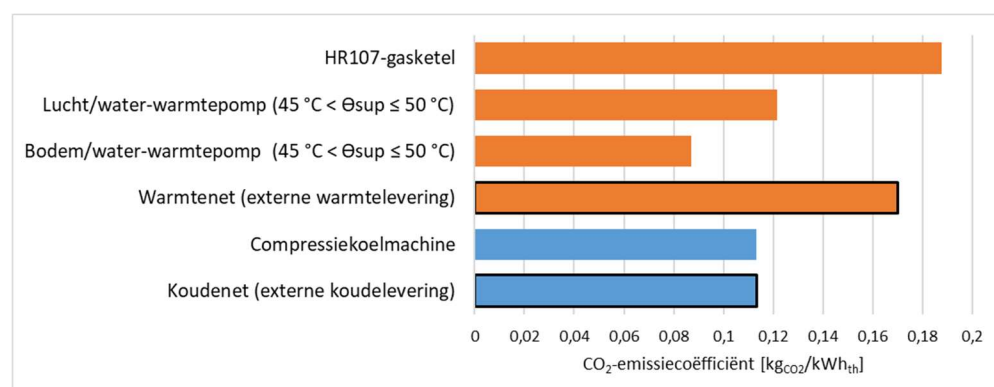
- Warmteopwekking met een HR107-gasketel,
- Warmteopwekking met een lucht/water-warmtepomp,
- Warmteopwekking met een bodem/water-warmtepomp,
- Warmteopwekking met een warmtenet,
- Koudeopwekking met een compressiekoelmachine,
- Koudeopwekking met een koudenet.

De CO₂-emissiecoëfficiënt voor elke warmte/koude-opwekker is te bepalen met behulp van de NTA 8800:2020. De waarden die in Tabel 7 en Figuur 7 gegeven worden, zijn forfaitaire waarden die een zo realistisch mogelijk gemiddelde geven. In de praktijk kunnen de waarden per locatie en per jaar sterk verschillen, bijvoorbeeld door een schommelend aandeel duurzame elektrische opwekking, een per locatie wisselend aandeel duurzame warmtebronnen aan het warmtenet of een grote invloed van binnen- en buitentemperaturen op de efficiëntie van warmtepompen en koelmachines. De waarden in Tabel 7 dienen dan ook uitsluitend om een algemene trend weer te geven.



Tabel 7. Overzicht van CO₂-emissiecoëfficiënten per opwekker van warmte/koude met verklaring van aannames

Opwekker	CO ₂ -emissiecoëfficiënt [kg _{CO2} /kWh _{th}]	Aannames, gebaseerd op NTA 8800:2020
Warmteopwekking met HR107-gasketel	0,188	Uitgaand van 0,183 kg _{CO2} /kWh (tabel 5.3, bovenwaarde) en een opwekkingsrendement van 0,975 (LT, tabel 9.25).
Warmteopwekking met warmtenet	0,17	Tabel 5.3.
Warmteopwekking met lucht/water-warmtepomp	0,113	Tabel 9.27, ontwerp aanvoertemperatuur tussen 45 en 50°C (COP 3,0) en een emissiecoëfficiënt elektriciteit van 0,34 kg/kWh.
Warmteopwekking met bodem/water-warmtepomp	0,0872	Tabel 9.27, ontwerp-aanvoertemperatuur tussen 45 en 50°C (COP 3,9), $c_{source} = 1$ en een emissiecoëfficiënt elektriciteit van 0,34 kg/kWh.
Koudeopwekking met compressiekoelmachine	0,113	EER van 3,0 (tabel 10.29).
Koudeopwekking met koudenet	0,113	Tabel 5.3.



Figuur 7. Grafiek van CO₂-emissiecoëfficiënten voor verschillende opwekkers conform NTA8800:2020.

Uit deze vergelijking (Tabel 7) kan worden opgemaakt dat een warmtenet of koudenet, uitgaande van de forfaitaire waarde, op dit moment maar beperkt of niet bijdraagt aan een reductie van CO₂-emissies.³ Deze forfaitaire waarden zijn conservatief en geven daardoor mogelijk een te negatief beeld van goede ontworpen en onderhouden systemen. Op basis van de warmte-etiketten 2019 van verschillende warmteleveranciers (Figuur 1) kan worden geconcludeerd dat de spreiding van de prestaties van gerealiseerde WKD groot is: warmtenet Enschede heeft bijvoorbeeld een CO₂-emissiecoëfficiënt van slechts 0,02 kg_{CO2}/kWh_{th}, terwijl Leeuwarden de Zuidlanden een coëfficiënt heeft van 0,35 kg_{CO2}/kWh_{th}⁸. De verwachting en eis uit de Wet collectieve warmtevoorziening is dat warmte- en koudenetten in de toekomst duurzamer worden, door de inzet van meer restwarmte en hernieuwbare energie, en bijvoorbeeld de inzet van bodem- en waterenergie (geothermie en aquathermie).⁵

⁸ <https://ennatuurlijk.nl/over-ennatuurlijk/duurzaamheid/warmte-etiket-ennatuurlijk>

6.2 In hoeverre helpt het WKD een zorginstelling bij het bereiken van het streef- en einddoel van het Klimaatakkoord?

In het Klimaatakkoord geldt de doelstelling voor de Gebouwde Omgeving uitsluitend voor de reductie van *directe* CO₂-emissie. Dit is de emissie die de organisatie op het eigen perceel heeft⁹. Doorgaans is de enige directe CO₂-emissie op het perceel van een zorginstelling het gevolg van de verbranding van aardgas voor verwarming en de productie van stoom en warm tapwater. In enkele gevallen wordt er ook CO₂ uitgestoten door fossiel-gestookte noodstroomvoorzieningen, maar dit is normaal gesproken een klein deel van de totale CO₂-uitstoot. De eindnorm voor het energiegebruik van gebouwen voor 2050 waaraan momenteel wordt gewerkt gaat echter verder en heeft betrekking op het totale energiegebruik van een gebouw per m² gebruiksoppervlak. De NTA8800 vormt de bepalingsmethode hiervoor. De eindnorm betreft dus een theoretische benadering van het gebouwgebonden energiegebruik van alle energiedragers (gas, elektriciteit, warmte, koude) waarbij geen onderscheid wordt gemaakt naar directe en indirecte CO₂-emissie.

Aansluiten op een warmtenet kan de ketels op aardgas volledig vervangen en daarmee leiden tot eliminatie van directe CO₂-emissie op het perceel van een zorginstelling. Via absorptiekoeling kan ook met hoogtemperatuur warmtedistributie worden gekoeld; de prijs daarvan is echter relatief hoog door de lage Energy Efficiency Ratio (EER) van de absorptiekoelmachine. Omdat koelmachines bijna altijd elektrisch zijn aangedreven, leidt aansluiten op een koudenet zelden tot reductie van de directe CO₂-uitstoot. De CO₂-emissie voor productie van elektriciteit buiten het eigen perceel en de bron van een WKD vallen buiten de definitie van directe CO₂-emissie. Volgens de letter van het Klimaatakkoord is aansluiten op een WKD waarbij bestaande ketels worden vervangen voldoende om in één klap het einddoel van het Klimaatakkoord te halen. Bij ziekenhuizen is dat echter niet zonder meer mogelijk in verband met de productie van stoom voor het regenereren van voedsel, sterilisatie van herbruikbaar instrumentarium en de luchtbevochtiging.

Voorwaarde bij toepassing van WKD is dat de geleverde warmte en of koude uit hernieuwbare bronnen komt. Ook initiatieven als het programma aardgasloze wijken en de transitievisie warmte van gemeenten en de daaraan gekoppelde wijkuitvoeringsplannen ondersteunen deze doelstelling.^{12,13}

De CO₂ die buiten het eigen perceel wordt uitgestoten ten behoeve van de energievoorziening van een gebouw (elektriciteit, warmte of koude) wordt *indirecte* CO₂-emissie genoemd. Het reduceren van indirecte CO₂-emissie is weliswaar geen expliciete doelstelling van het Klimaatakkoord, maar wordt wel beschouwd als afgeleide doelstelling en is noodzakelijk om als land de doelen te kunnen halen.

⁹ TNO, Portefeuilleroutekaart Cure; <https://dezorgduurzaam.milieuplatformzorg.nl/portefeuilleroutekaart/cure>

7 Financiële consequenties van overstap op WKD

Wat zijn de financiële consequenties van overstappen op een WKD? Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zijn drie deelvragen opgesteld:

- Wat zijn de aanleg-, beheer- en verbruikskosten van een WKD die voor rekening komen voor de zorginstelling?
- Hoe verhouden deze kosten zich tot andere (traditionele en duurzame) technieken om te verwarmen, te koelen en warm tapwater te produceren?
- Leidt de overstap naar aansluiting op een WKD tot een business-case met acceptabele terugverdientijd voor de zorginstelling?

7.1 Wat zijn de aanleg-, beheer- en verbruikskosten van een WKD die voor rekening komen voor de zorginstelling?

De kosten voor een zorginstelling voor de aansluiting op een WKD zijn op voorhand niet eenduidig aan te geven. Dit wordt mede veroorzaakt doordat regelgeving voor de zakelijke markt ontbreekt. Voor consumenten is dit geregeld in de Wet collectieve warmtevoorziening.⁵ De opbouw van de kosten kan wel worden aangegeven. Deze bestaan uit de volgende componenten:

- Eenmalige aansluitbijdrage BAK,
- Vaste jaarlijkse bijdrage (huur van apparatuur en meten van warmte),
- Leveringstarief (tarief per geleverde hoeveelheid energie),
- Eenmalige uittredingskosten/afsluitbijdrage (bij opzeggen van de aansluiting),
- Eenmalige aanpassingskosten voor eigen gebouwinstallatie,
- Onderhoud en beheer van de eigen gebouwinstallatie.

Tot een aansluiting van maximaal 100 kW (kleinverbruikers) heeft de Autoriteit Consument & Markt (ACM) tarieven voor de posten a t/m d vastgesteld.¹⁴ Voor 2021 zijn deze tarieven weergegeven in Tabel 1. Voor grotere systemen zijn hiervoor geen tarieven vastgesteld en is het aan partijen om dit onderling uit te onderhandelen.

Tabel 8. Vastgestelde prijzen kleingebruikers 2021.

Prijs (euro incl. btw)		
a)	Aansluitbijdrage t/m 25 meter	4.878,04
	Aansluitbijdrage per meter langer dan 25 meter	219,68
b)	Vast bedrag per jaar	478,60 (ruimteverwarming + warm tapwater)
		239,30 (alleen ruimteverwarming)
		262,86 (lauw water)
c)	Meettarief per jaar	239,30 (alleen warm tapwater)
		238,45 (koude/koeling in warmte/koudeopslagsysteem)
d)	Prijs per GJ	26,83
d)	Afsluitbijdrage warmte	25,51
	Afsluitbijdrage koude (koeling)	277,88 (tijdelijk) / 3.199,62 (definitief)
		277,88

In de Wet collectieve warmtevoorziening zijn ook voor levering aan grootverbruikers een aantal uitgangspunten voor de onderhandeling en vaststelling van de tarieven gegeven.⁵ Samengevat betreft het volgende uitgangspunten:

1. Een aangewezen warmtebedrijf dat warmte levert aan een grootverbruiker brengt voor de uitvoering van de taken, tarieven in rekening die zijn vastgesteld met inachtneming van een vooraf door hem opgestelde berekeningsmethode waarbij geldt dat het aangewezen warmtebedrijf de eerste 5 jaar na aanvang van de warmtelevering niet een hoger tarief in rekening kan brengen dan het maximale afgesproken tarief,

2. De tarieven reflecteren de werkelijke kosten. De berekeningsmethode en de tarieven zijn transparant, non-discriminatoir en gaan uit van een redelijk rendement,
3. Een registeraccountant controleert of de tarieven overeenkomstig punt 2 zijn vastgesteld,
4. De Autoriteit Consument en Markt toetst op verzoek van degene die tarieven als bedoeld in punt 1 in rekening gebracht krijgt of de berekeningsmethode en de tarieven in overeenstemming met punt 2 zijn vastgesteld,
5. Indien de berekeningsmethode of de tarieven niet voldoet aan genoemde criteria past de Autoriteit Consument en Markt de berekeningsmethode of de tarieven aan,
6. Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen nadere regels worden gesteld over:
 - de procedure voor de toetsing van de berekeningsmethode of de tarieven, bedoeld in punt 2,
 - de termijn waarbinnen de Autoriteit en Markt een besluit neemt;
 - het redelijk rendement.

Voor de zorginstelling zijn er echter nog een belangrijk aantal aspecten waar rekening mee gehouden moet worden voor een goede afweging.¹⁵ In opdracht van het Expertise Centrum Warmte (ECW) heeft TNO een template om een businesscase voor warmtenetten door te rekenen gevalideerd¹⁰. Uit dit traject is gebleken dat de vergoeding (of het rendement op het eigen vermogen) een directe relatie heeft met de risico's die gelopen worden. Daarnaast is opgemerkt dat de omvang van die risico's ook bepaald wordt door de mate waarin risicomanagement kan worden toegepast. In de context van overleg tussen zorginstellingen en warmtebedrijven is dit van belang omdat risico's binnen de businesscase worden gelopen door het warmtebedrijf, terwijl voor enkele van deze risico's juist mogelijkheden tot mitigatie (kunnen) liggen bij de zorginstelling.

Risicofactoren die voor een warmtebedrijf worden benoemd zijn:¹⁵

1. Weerrisico - doordat warmtelevering een groter aandeel vaste kosten kent dan gaslevering is een zachte winter een risico.
2. Isolatie­risico – toename van isolatie betekent minder afzet en gezien de kostenstructuur een risico.
3. Vollooperisico - als een woonwijk later wordt aangesloten gaan de kosten voor de baten uit. Bijvoorbeeld door een crisis in de woningmarkt.
4. Verleg­re­ge­ling(risico) - bij aanpassen van wegen of andere bouwactiviteiten moeten soms leidingen worden verlegd. Afhankelijk van wanneer dat gebeurt is dat deels of geheel voor rekening van het warmtebedrijf.
5. Maatschappelijk/vergunning­risico - bijv. als gevolg van publieke opinie of aanvullende stikstofmaatregelen kan het zijn dat vergunde biomassa installaties minder mogen draaien of stilgelegd worden. Gevolg kan desinvestering zijn of inzet van duurdere alternatieven.
6. Regulering­risico – warmtelevering wordt stevig beïnvloed door regelgeving met verstrek­kende gevolgen. Hierbij zijn vier regulering­risico's geëxpliciteerd:
 - a. Tarief­risico – een nieuwe tariefsoort kan grote risico's met zich meebrengen als het onvoldoende aansluit bij de praktijk.
 - b. Tarief(risico) af­le­ver­set – volgens betrokkenen kan de situatie optreden dat toegestane vergoeding van huur voor aflever­set naar beneden wordt bijgesteld en niet langer kostendekkend is.
 - c. Duurzaam­heid(ver­plich­tingen­risico) - door aanwezigheid van ver­plich­tingen maar afwezigheid van stimulerend beleid kan het zijn dat wel geïnvesteerd moet worden in duurdere duurzame opwek, zonder bijdrage in de extra lasten.
 - d. Risico op compensatiekosten (bij uitval elektra) - het mogelijk niet meer kunnen uitsluiten van betalen van compensatie bij niet leveren als gevolg van een storing in het elektra net (bij gaslevering wel uitgesloten).

¹⁰

<https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/marktordering+en+financiering/template+businesscase+warmtenetten/default.aspx>.

7. Technisch risico - bij bijvoorbeeld uit een geothermiebron kan plots aardgas meekomen, waardoor extra maatregelen nodig zijn.
8. Technisch risico - in de warmteketen zijn relatief veel technische installaties (vandaar ook hoge aandeel vaste laten). Allen hebben een eigen faalkans, waarbij levering toch gegarandeerd moet blijven. Daarnaast zijn er hierdoor ook risico's op hogere onderhoudskosten of lagere omzettingsrendementen.
9. Churn risico - het risico dat warmteafnemers afzien van verdere gebruikmaking van de diensten van het warmtebedrijf.
10. Risico hogere aansluitkosten - Aansluiting in gebouw anders dan verwacht (bestaande bouw).
11. Risico op vertraagde aansluiting - aanleg en oplevering wijkt af van planning waardoor eerdere/latere inning van aansluitbijdrage en start levering.
12. Risico op faillissement – van aannemer of bouwkundig partner,
13. Risico open posities - Looptijd haalbaarheid > looptijd contracten (grootverbruikers),
14. Risico teruglopend gecontracteerd vermogen - (grootverbruikers) wordt op later tijdstip verlaagd,
15. Risico op faillissement van warmtebron, (vaak weinig alternatieven direct beschikbaar),
16. Technisch falen van warmtebron - (vaak weinig alternatieven direct beschikbaar). Zie ook risico 7.
17. Risico door verschil in looptijden - Looptijd contract is langer dan looptijd contract met warmtebron.
18. Risico m.b.t. commodity prijsontwikkelingen (zowel inkoop- als verkoopprijs).
19. Risico m.b.t. commodity prijsontwikkelingen (verkoopprijs).
20. Storingsrisico - hoger aantal storingen dan verwacht waardoor hogere uitgaven storingscompensatie.
21. (Risico op) allocatie van transportverlies - hoger dan verwacht (vanwege langer durende verdichting).
22. Faillissementsrisico klant / leegstandsrisico / slooprisico - op eerdere sloop van gebouw.
23. Risico dubieuze debiteuren (wanbetaling) anders dan verwacht.

Zorginstellingen zijn door de relatief grote energievraag met een hoog basisniveau interessante klanten voor warmtebedrijven. Hierdoor kan mogelijk onderhandelingsruimte ontstaan. Dit betreft onder andere risico's 1, 3, 6a, 6b, 9, 10, 13, 14 en 19.

Niet alleen een warmtebedrijf maar ook de afnemers/zorginstellingen lopen met aansluiting op een WKD risico's. Voor een deel kunnen deze risico's contractueel worden verkleind echter niet alle risico's kunnen worden weggenomen. Voor de afnemer gelden de volgende risico's:

- Andere tarieven voor meettarief, prijs per warmte-eenheid of huur afleverset na aflopen van een contractperiode.
- Storingen in de levering van warmte.
- Er is nog een eigen installatie nodig om de leveringszekerheid te borgen.
- Er is geen eigen opwekinstallatie meer waardoor je vast zit aan een warmteleverancier.
- De hoeveelheid warmte die door het warmtebedrijf kan worden geleverd is gelimiteerd waardoor de zorginstelling niet zonder meer kan uitbreiden.
- Het temperatuurniveau van de WKD is gelimiteerd waardoor additionele maatregelen moeten worden genomen door de afnemer.
- Bij inpannige leidingbreuk kan een grote hoeveelheid water vrijkomen in het pand. Toepassen van een afleverset met warmtewisselaar (hydraulische scheiding) kan dit voorkomen.
- Verduurzaming van het warmtenetwerk verloopt anders dan geprognostiseerd waardoor een ander energielabel voor het vastgoed kan gaan gelden.

- Afname van het warmtegebruik door beter isoleren van de gebouwschil, verandering in het volume patiënten/cliënten leidt niet tot lagere energiekosten omdat er een minimale afname is overeengekomen.
- Een langjarig contract waardoor overstappen naar een andere leverancier niet zonder meer mogelijk is. Hierdoor zijn onderhandelingen over de tarieven tijdens de looptijd ook lastig.
- Warmtebedrijf komt haar verplichtingen niet na, gaat failliet of Burgemeester en Wethouders trekken de ontheffing¹¹ (vergunning) voor warmte- en/of koudelevering door een warmtebedrijf in.

Bovengenoemde risico's voor zowel het warmtebedrijf als de zorginstelling kunnen de basis zijn voor een goede afweging en als uitgangspunt dienen bij de onderhandelingen over de voorwaarden voor aansluiting alsmede het vaststellen van de tarieven.

7.2 Hoe verhouden deze kosten zich tot andere (traditionele en duurzame) technieken om te verwarmen, te koelen en warm tapwater te produceren?

Het is op basis van de beschikbare openbare informatie niet mogelijk om een eenduidige uitspraak te doen over de kosten van een WKD ten opzichte van een traditionele techniek voor verwarmen, koelen en warm tapwater te produceren. Vanuit het perspectief van een zorgorganisatie kan in algemene termen worden aangegeven dat de benodigde investeringen vaak vele malen hoger zijn dan de aansluit bijdrage voor een WKD. Er hoeft bij de nieuwbouw situatie niet geïnvesteerd te worden in de opwekking. Wel moeten (extra)kosten worden gemaakt om de gebouwinstallatie effectief te laten aansluiten bij het WKD. Bij aansluiting aan een bestaand gebouw met een bestaande eigen installatie is het de vraag of de bestaande installatie als volledig is afgeschreven, de bestaande-installatie als back-up wordt ingezet, als bivalent opwekkingsstelsel wordt gebruikt en of deze installatie eventueel energie aan het WKD kan leveren. Bij de operationele kosten slaat deze balans vaak volledig om. De operationele kosten van een WKD zijn voor een zorgorganisatie vaak hoger dan die van een installatie die in eigen beheer wordt geëxploiteerd. Op welk moment en onder welke omstandigheden dit plaatsvindt is sterk afhankelijk van de afspraken die met de exploitant van het WKD zijn of worden gemaakt, paragraaf 7.1.

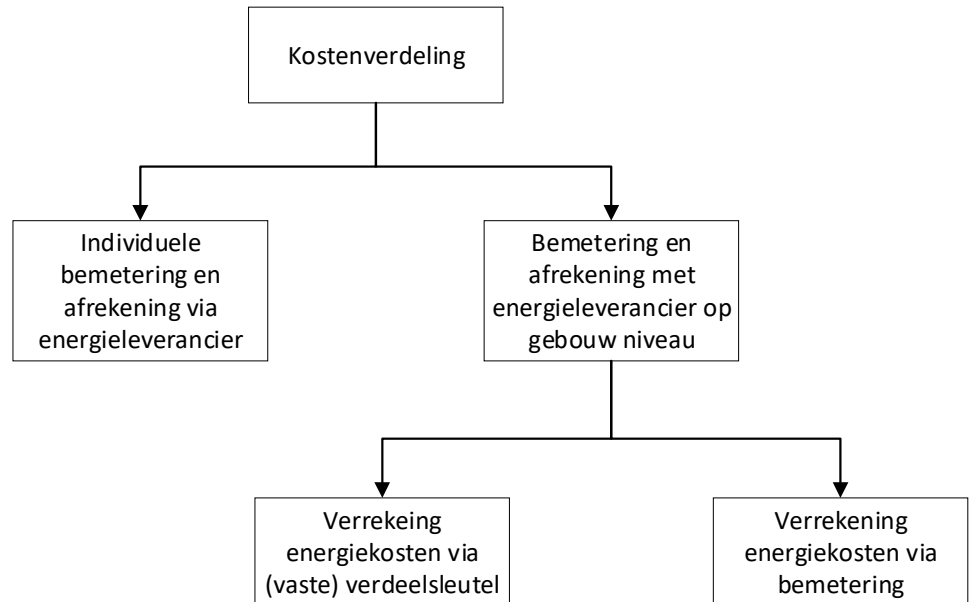
7.3 Leidt de overstap naar aansluiting op een WKD tot een business-case en acceptabele terugverdientijd voor de zorginstelling?

Uit de beantwoording van deelvraag *Wat zijn de concrete opbrengsten in termen van emissiereductie bij aansluiten op een WKD?*, blijkt dat het antwoord afhankelijk is van de emissiefactor die bij het specifieke warmte- of koudenet hoort. De forfaitaire waarde uit de NTA 8800:2020 voor de emissiefactor van een warmtenet is 10% lager dan de emissie van een HR107 ketel. Uit Figuur 1 en Figuur 7 blijkt dat de emissiefactor van een gemiddeld warmtenet fors lager te liggen dan van een CV-ketel. De concrete reductie van CO₂-uitstoot is dus zeer situatie-afhankelijk. Wel kan er vanuit worden gegaan dat WKD steeds iets schoner worden, door inzet van duurzamere warmte- en koudebronnen.⁵

Een belangrijk aandachtspunt kan de verdeling van de kosten voor verwarming, koeling en warmtapwaterbereiding zijn. Dit geldt met name voor de situatie waarbij deze kosten expliciet aan de cliënten worden doorbelast bijvoorbeeld bij zorgappartementen of via o.a. een vereniging van eigenaren (VVE). Wordt door de zorginstelling dan gekozen voor individuele bemetering c.q. ieder zorgappartement een afleverset of voor één centrale afleverset, Figuur 8. In de eerste situatie vindt de verrekening veelal rechtstreeks tussen warmteleverancier en bewoner plaats. In de tweede situatie regelt

¹¹ Een ontheffing kan verleend worden van het verbod om zonder aanwijzing van Burgemeester en Wethouders warmte te transporteren en te leveren voor gebieden zowel binnen als buiten een warmtekavel. Ter voorkoming van het risico dat hierdoor vooral de lucratieve projecten tot ontwikkeling komen ('cherry-picking') moeten warmtebedrijven een ontheffing van Burgemeester en Wethouders van het verbod verkrijgen.

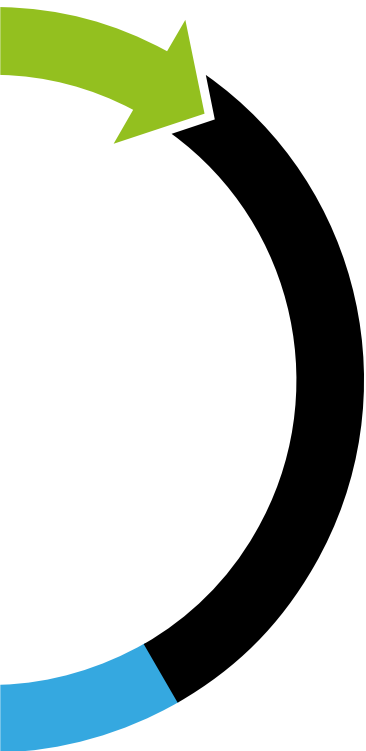
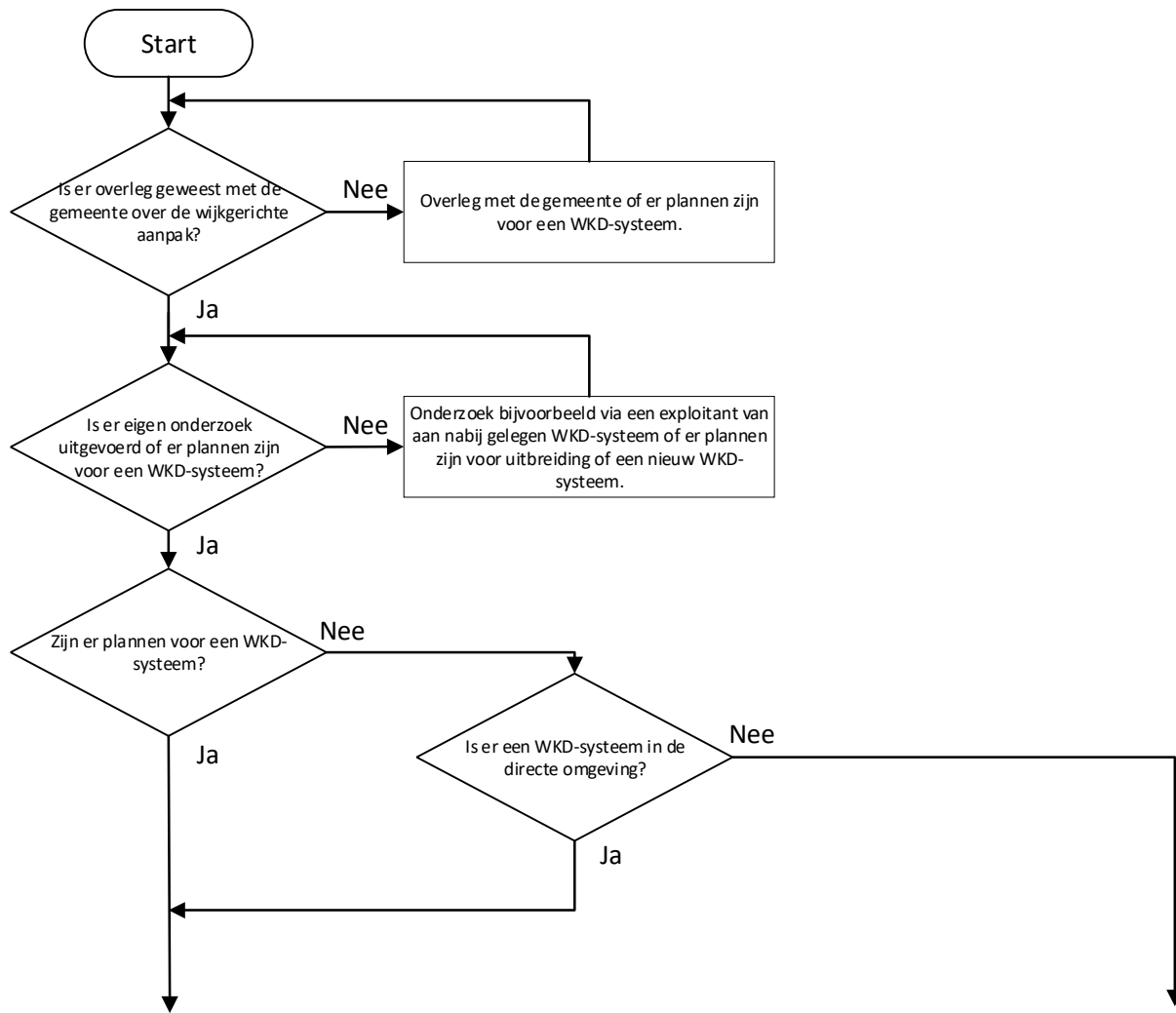
de zorginstelling de kostenverdeling. Dit kan door extra warmtemeters, door een andere vorm van warmtemeting (verdampingsmeters) of door een omslagfactor. Dit laatste leidt vaak tot discussie omdat de bewoner vrijwel geen invloed heeft op de totale warmtevraag en kan daardoor worden geconfronteerd met een relatief hoog bedrag.

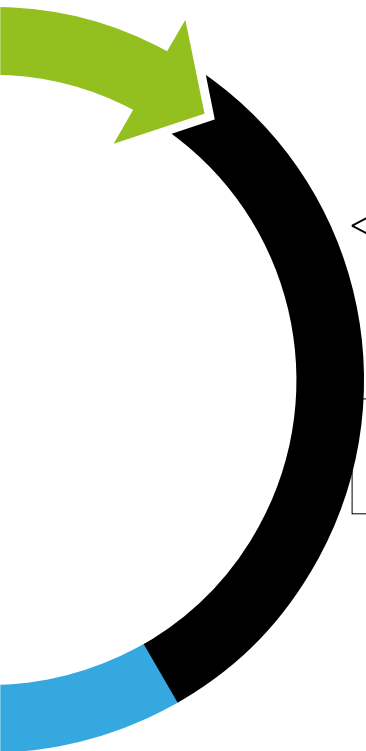
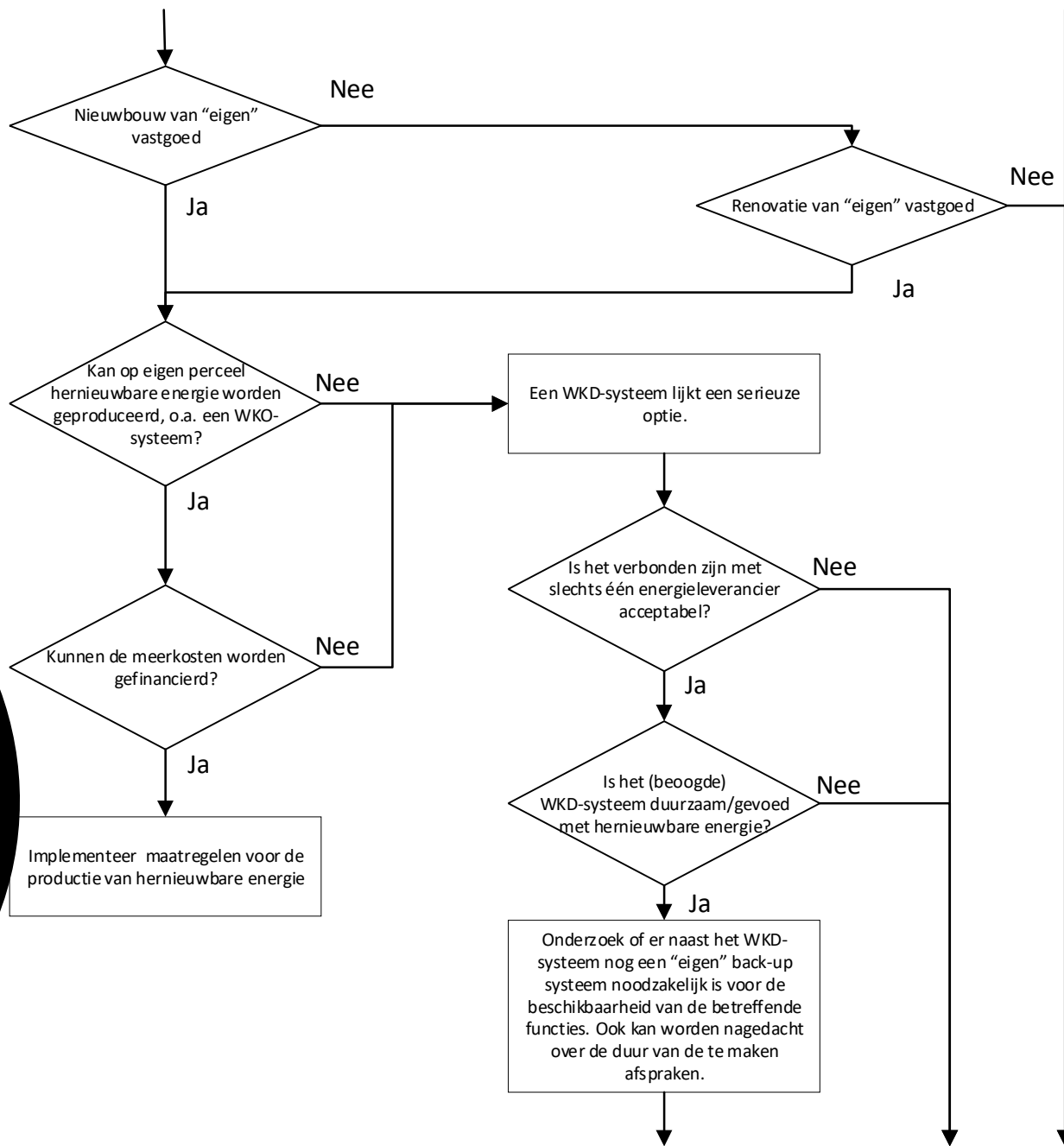


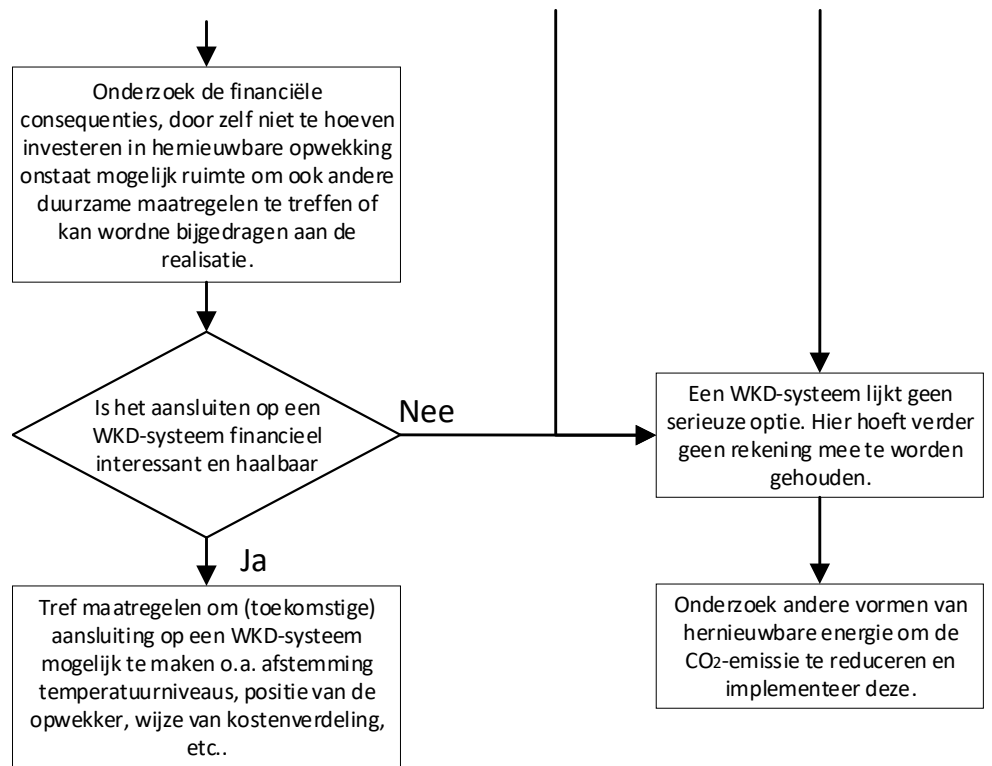
Figuur 8. Kostenverdeling.

7.4 Beslisschema om te onderzoeken of aansluiting op een WKD een interessante optie kan zijn die verder moet worden uitgewerkt

Op basis van voorgaande planologische, technische en financiële afwegingen is in Figuur 9 een beslisschema op hoofdlijnen weergegeven.







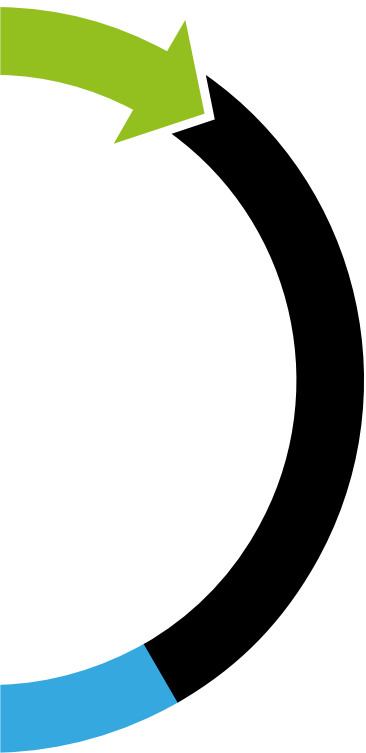
Figuur 9. Beslisschema voor toepassing van WKD in de zorg.

8 Beperkingen van het onderzoek

Het onderzoek geeft een algemeen en globaal beeld van de situatie voor grote en kleine (minder dan 500 aansluitingen) WKD en is daarmee niet allesomvattend. Voor specifieke situaties kunnen de omstandigheden anders zijn waardoor de gegeven aspecten mogelijk anders worden of zijn ingevuld.

De resultaten van het onderzoek kunnen als basis worden gebruikt bij de verkenning van de mogelijkheden om aan te sluiten op een WKD. Per locatie moet echter worden nagegaan of er geen afwijkende situatie is en in welke mate de gegeven aspecten van toepassing zijn.

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van openbare gegevens en kennis, specifieke projecten zijn hierbij niet beschouwd en kunnen daarvan afwijken. Het onderzoek heeft zich gericht op de situatie in Nederland.



9 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden per hoofdonderzoeksvraag de conclusie weergegeven. Daarnaast worden er aanbevelingen gedaan ten aanzien van no-regret maatregelen.

I. Hoe waarschijnlijk is het dat een WKD wordt aangelegd in de buurt van zorgvastgoed, en welk type WKD zal dit waarschijnlijk zijn?

Het ontwikkelen van een WKD is een complex traject waarbij veel partijen betrokken zijn en dit proces heeft een lange doorlooptijd. Het is niet eenduidig aan te geven waar informatie over mogelijke nieuwe WKD kan worden verkregen. Gemeenten lijken echter wel op een of andere manier betrokken te zijn bij de ontwikkeling van deze systemen.

De variatie in type systemen is groot. In algemene zin kan worden geconcludeerd dat bij uitbreiding van bestaande grote systemen het temperatuurniveau van het primaire net van toepassing is. Oudere systemen werken met een temperatuur van $\geq 90^{\circ}\text{C}$. Nieuwe systemen die worden ontwikkeld zullen vaak een temperatuurniveau van $\leq 70^{\circ}\text{C}$ hebben. Systemen met een separaat netwerk voor centrale bereiding van warmtapwater zullen naar verwachting niet meer worden toegepast.

II. Welke technische randvoorwaarden moeten worden ingevuld om op een later moment aan te sluiten op een WKD?

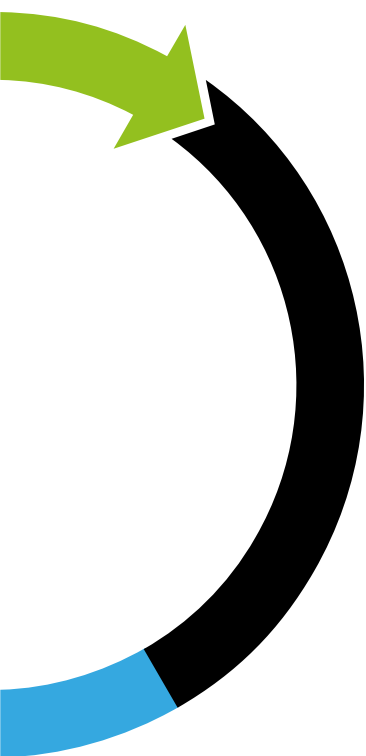
De belangrijkste voorwaarden voor aansluiting op een WKD betreft het temperatuurniveau waarop de gebouwinstallatie is ontworpen. Een laagtemperatuur verwarmingssysteem en een hoogtemperatuur koelsysteem zijn hierbij belangrijke variabelen. De ontwerptemperatuur voor verwarming zal veelal lager dan 70°C moeten zijn, afhankelijk van of het een geheel nieuw net wordt of dat het een uitbreiding van een bestaand WKD betreft. Voor koeling ligt het temperatuurniveau meestal boven de $10\text{-}15^{\circ}\text{C}$.

Bij aansluiting op een laagtemperatuur WKD kan het nodig zijn om warmtepompen toe te passen die het WKD als warmtebron gebruiken. Hiervoor moet wat betreft het ruimtebeslag rekening worden gehouden bij de dimensionering van de technische ruimte van de centrale opwekking.

Daarnaast is de centrale opstelplaats waar de opwekking is gesitueerd van belang. Deze moet zo dicht mogelijk bij de perceelgrens en het tracé van het WKD liggen.

Concreet kunnen de volgende technische randvoorwaarden voorbereid worden. Hierbij is onderscheid gemaakt in de temperatuurniveaus van een WKD en welke gevolgen dat heeft voor installatietechnische of bouwkundige randvoorwaarden.

	Systeem				
	A (90)	A (65)	B	C	Koude-distributie
Installatietechnisch					
CV-net van gebouw bevat geen aluminium koppelingen en appendages tenzij in het gebouw gebruik wordt gemaakt van een hydraulisch van het warmtedistributiesysteem gescheiden systeem.	x	x	x	x	
Vloerverwarming (indien aanwezig) werkt met open verdeler met pomp.	x	x	x	x	
Afgiftesysteem heeft voldoende capaciteit bij een aanvoertemperatuur van 65°C.		x			
Leidingen zijn geschikt voor debiet vereist bij warmtedistributie.		x			
Afgiftesysteem heeft voldoende vermogen bij een aanvoertemperatuur van maximaal 50°C.			x	x	
<i>Bij afgiftesysteem voor centrale verwarming:</i> Het afgiftesysteem koelt voldoende bij lage temperatuurverschillen (vloerverwarming, plafondkoeling, convectoren met ventilatoren).					x
<i>Bij bestaand koelsysteem:</i> Bestaand hoogtemperatuur afgiftesysteem voor koeling is watergebaseerd.					x
<i>Bij bestaand koelsysteem:</i> Warmtewisselaars in bestaand afgiftesysteem zijn geschikt voor hoge temperatuur koeling.					x
Bouwtechnisch					
Positie van de opwekking, bij voorkeur dicht bij het (afleverpunt van het) WKD.	x	x			
Er is voldoende ruimte om distributieleidingen naar de plek te geleiden waar de afleverset komt te hangen.	x	x			
Het pand is voldoende goed geïsoleerd of na-geïsoleerd.		x			
Er is voldoende ruimte voor een boosterwarmtepomp en een buffertank voor warm tapwater.			x	x	
Ongewenste interne en externe opwarming wordt zo veel mogelijk beperkt (bijvoorbeeld door zonwering en energie-efficiënte verlichting).					x



III. In welke mate draagt het aansluiten op een WKD bij aan de CO₂-emissiereductie ambitie van een zorginstelling?

Als er in de toekomst mogelijk een WKD wordt aangelegd, is het van belang om de afweging te maken of dit een optie is voor de organisatie. Vragen die hierbij een rol spelen zijn o.a.:

- Welke andere mogelijkheden zijn er voor het vergaand reduceren van de directe CO₂-emissie,
- Kan er op eigen perceel hernieuwbare energie worden gewonnen/geproduceerd.

Met een WKD, inclusief bron, kan forse reductie van de totale CO₂-emissie worden gerealiseerd. Doordat in die situatie bijvoorbeeld geen aardgas meer wordt gebruikt, wordt de directe CO₂-emissie volledig weggenomen. Dit geldt ook indien de zorginstelling all-electric wordt en gebruik wordt gemaakt van bijvoorbeeld warmtepompen. Door het vergaand reduceren van de directe CO₂-emissie wordt direct voldaan aan de doelstellingen in het Klimaatakkoord voor 2050. Zoals beoogd in de Warmtewet 2 worden er ook eisen gesteld aan de emissie van WKD. Hierdoor zal ook de indirecte CO₂-emissie in de tijd steeds verder afnemen.

Vanuit de Warmtewet zijn energieleveranciers die warmte leveren verplicht om jaarlijks via een vastgestelde methode te rapporteren wat de CO₂-emissie per GJ warmte is en welk deel van de geleverde warmte uit hernieuwbare bronnen afkomstig is.

IV. Wat zijn de financiële consequenties van overstappen op een WKD?

Over het algemeen zijn de investeringen die met de totale infrastructuur van een WKD gepaard gaan hoog. Dit vertaalt zich veelal in relatief hoge aansluitkosten. Hierbij moet men zich realiseren dat bij aansluiting op een WKD er door de organisatie zelf slechts in beperkte mate hoeft te worden geïnvesteerd in warmteopwekking. Ook zijn de energiekosten veelal hoger dan als de organisatie grootgebruiker van gas is. Het is belangrijk te weten dat afspraken tussen warmtebedrijven en zorginstellingen onder de zakelijke afspraken vallen. Dit betekent dat een zorginstelling niet terug kan vallen op een wettelijke bescherming die voor consumenten geldt. Aan consumenten wordt in de Warmtewet bescherming geboden tegen hoge energietarieven omdat men veelal gebonden is aan één leverancier. Afspraken over verschillende aspecten moeten dan ook via onderhandeling tot stand komen. Hierbij spelen veel facetten een rol. Een aantal belangrijke zaken betreft o.a. de duur van de overeenkomst en afspraken voor na deze periode, de minimale afnameverplichting, de leveringszekerheid, mate van verduurzaming van het WKD en uiteraard de prijs. Ook het feit dat er slechts één aanbieder van het WKD voor een specifiek pand is, kan een belangrijk aspect zijn.

9.1 Aanbevelingen

No-regret maatregelen zijn aan te raden aangezien deze ook zonder een toekomstige aansluiting op een WKD bijdragen aan de verduurzaming van een zorginstelling. De volgende *no-regret* maatregelen zijn uit dit onderzoek naar voren gekomen: Op een zelfstandig moment is het isoleren van het pand (dak-, vloer-, en spouwisolatie) aan te raden en het reduceren van interne en externe opwarming. Op een natuurlijk moment is het aanleggen van vloerverwarming, het vernieuwen van radiatoren en warmtewisselaars in luchtbehandelingskasten, en ruimte creëren voor leidingen, de afleverzet en een eventueel buffervat aan te bevelen.

10 Handige informatiebronnen op een rijtje

Algemene informatie over warmtenetten:

<https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheet+s+energiebronnen/warmtenetten/default.aspx>

Expertisecentrum Verduurzaming Zorg (EVZ):

<https://www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl>

Kaart met verschillende soorten geografische informatie:

<https://www.warmteatlas.nl>

Netwerk AquaThermie NAT:

<https://www.aquathermie.nl/>

Startanalyse van PBL met kansen voor warmtenetten:

<https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/de+leidraad/default.aspx>

Warmte- en koudenetten Eneco:

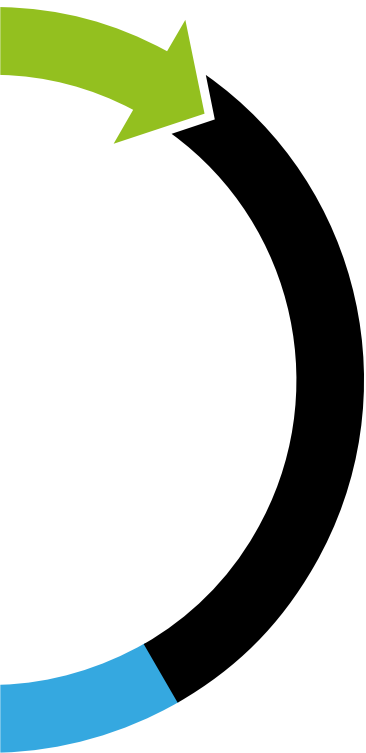
<https://www.eneco.nl/warmte-etiket/>

Warmte- en koudenetten Ennatuurlijk:

<https://ennatuurlijk.nl/warmtenetten/over-warmtenetten/warmtekaart>

Warmte- en koudenetten Vattenfall:

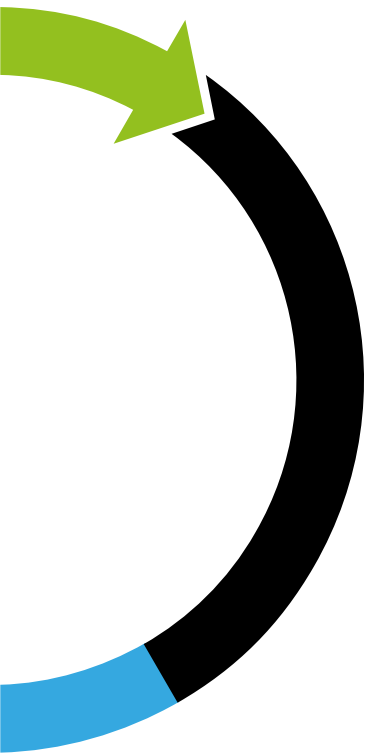
<https://www.vattenfall.nl/producten/stadsverwarming/warmtenet/>



11 Klankbordgroep

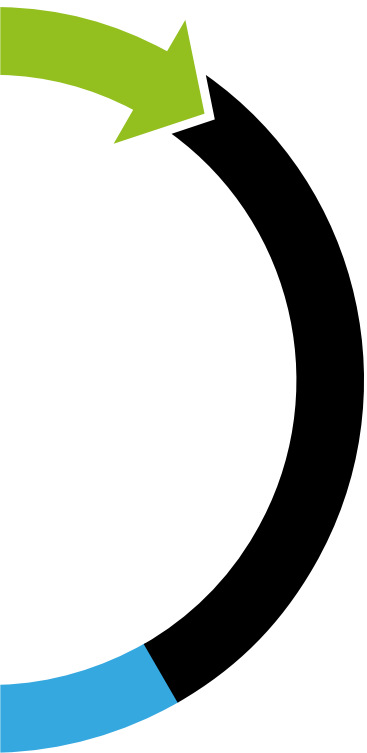
De klankbordgroep die gelegenheid heeft gehad om een conceptversie van het rapport te becommentariëren en informatie heeft aangereikt bestond uit:

Partij	Naam
Eneco	Anja Jolman
Ennatuurlijk	Helma Kip
Expertisecentrum warmte	Lex Bosselaar
Flevoziekenhuis	Frans van Casteren
PZC Dordrecht	Mark Vosselman
Stimular	Lars Luscuere
Vattenvall	Hans Rödel
ZGT	Gerrit Wessels



12 Literatuur

1. Hoogervorst N. Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). <https://www.pbl.nl/publicaties/toekomstbeeld-klimaatneutrale-warmtenetten-in-nederland>.
2. NEN7125:2017. Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG) - Bepalingsmethode. 2017.
3. NEN. NTA8800:2020. Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode. 2020.
4. Overheid. Klimaatakkoord. <https://www.klimaatakkoord.nl/>. Published 2019.
5. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Wet collectieve warmtevoorziening. Overheid.nl. <https://www.internetconsultatie.nl/warmtewet2>. Published 2020.
6. Wiebes E. Kamerbrief: Resultaten internetconsultatie Wet Collectieve warmtevoorziening. DGKE-WO / 20298699. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/12/14/kamerbrief-over-resultaten-internetconsultatie-wet-collectieve-warmtevoorziening>. Published 2020.
7. Zijlema PJ. *Nederlandse Lijst van Energiedragers En Standaard CO₂ - Emissiefactoren, Versie Januari 2020.*; 2011.
8. N.V. Nederlandse Gasunie. *Physical Properties of Natural Gases*. Groningen; 1980.
9. ISSO. *ISSO-Publicatie 30. Leidingwaterinstallaties in Woningen*. 1st-9th-2020th ed. Rotterdam: Stichting ISSO; 2020.
10. ISSO. *ISSO-Publicatie 49. Kwaliteitseisen Vloer-En Wandverwarming En Vloer- En Wandkoeling*. Rotterdam: Stichting ISSO; 2004.
11. ISSO. *Kleintje Vloerverwarming En Vloerkoeling*. Rotterdam: Stichting ISSO; 2013.
12. Rijksoverheid, VNG, Interprovinciaal Overleg, Unie van waterschappen. Programma Aardgasvrije Wijken. <https://aardgasvrijewijken.nl/default.aspx>.
13. Nederland R voor O. Transitievisie Warmte en Wijkuitvoeringsplan. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/aardgasvrij/transitievisie-warmte-en-wijkuitvoeringsplan>.
14. Autoriteit Consument & Markt. Wat mag ik vragen voor het leveren van warmte? <https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven>. Published 2021.
15. Hers S, Janssen J, Nooij M De, Nauta J, Warmtenetten B. *TNO 2020 P10622 Advies. Advies Voor de Businesscase Template Warmtenetten Ten Behoeve van de Startmotor Samenvatting*. Amsterdam; 2020.



Het expertisecentrum verduurzaming zorg wordt uitgevoerd door:

Stimular

MPZ

TNO

in afstemming met brancheorganisaties NFU, NVZ, ActiZ, VGN en de Nederlandse ggz

Contactpersoon: Roberto Traversari; roberto.traversari@tno.nl



Er is geen garantie dat de bovenstaande informatie correct, up-to-date en/of volledig is. De informatie en vermelde gegevens zijn dan ook niet uitputtend bedoeld, de inhoud is van informatieve aard en is niet leidend voor een specifieke situatie.