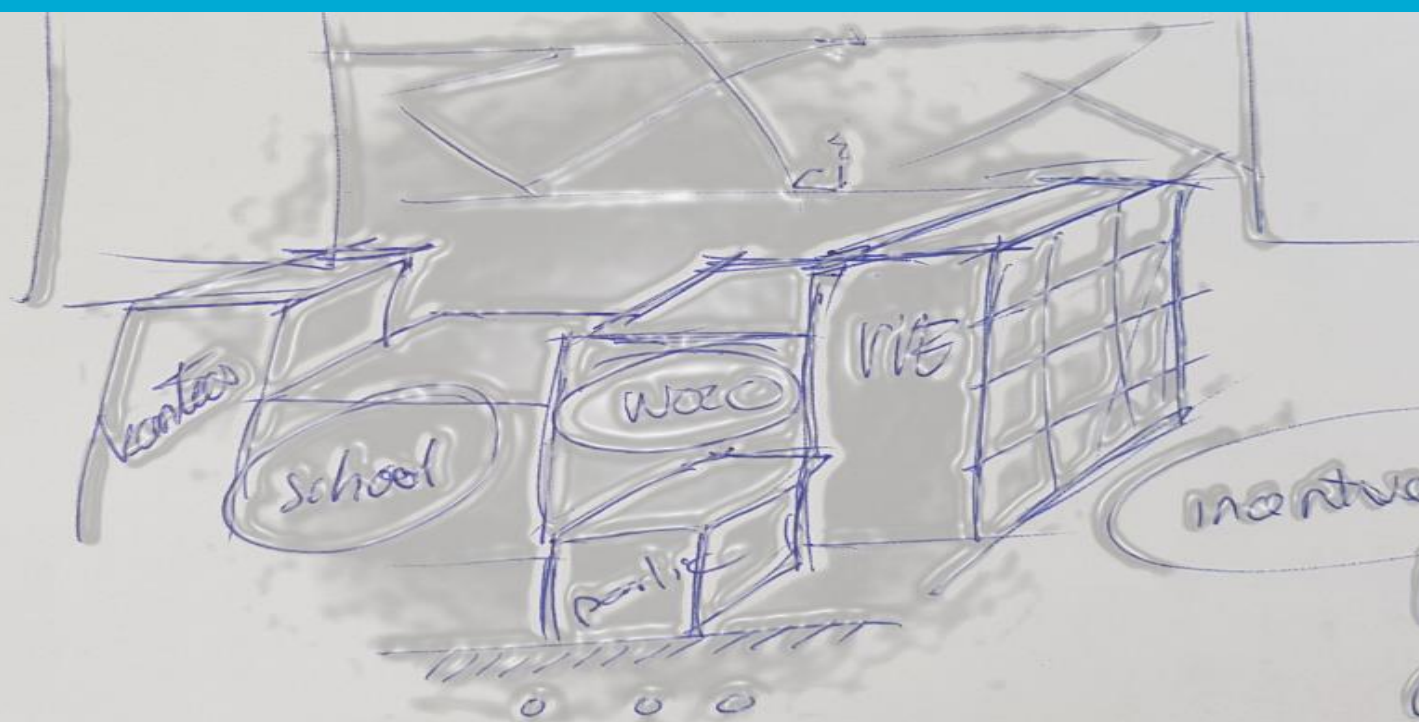


Proces aanpak Van initiatie tot beheer & organisatievormen

Deliverable 3.1



Rapportnummer: Deliverable D3.1
Datum: 21 december 2020
Versie: definitief
Auteurs: Saskia Müller (Stichting stadslab Buiksloterham)
Marcel Elswijk (EnergyGO)
Coauteurs: Bart Roossien (EnergyGO)
Sabine Jansen (TU Delft – Faculteit Bouwkunde)

Contact: EnergyGO B.V.
Ampèrestraat 3b
1817DE Alkmaar
info@energygo.nl

Deze publicatie is mede tot stand gekomen met subsidie van de Topsector Energie van het Ministerie van Economische Zaken (TEUE117033)

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
2.	Proces	6
3.	Initiatief	7
4.	Ontwikkeling	8
5.	Onderzoek	9
6.	Ontwerp	12
6.1	Technisch ontwerp	12
6.2	Financieel ontwerp	14
6.3	Organisatorisch ontwerp	15
7.	Opdrachtverlening	17
7.1	Traditionele bouworganisatievorm	17
7.2	Geïntegreerde bouworganisatievorm	17
7.3	Alliantie Bouworganisatievorm	18
8.	Uitvoering	19
8.1	Vergunningen	19
8.2	Aanbesteding	21
9.	Exploitatie KoWaNet	22
9.1	Onderhoud en beheer	22
9.2	Relatiemanagement	22
9.3	Financiële exploitatie	23
10.	Participatie	24
10.1	Het belang	24
10.2	Taken en functies	25
10.2.1	Coöperaties	25
10.3	Wet Collectieve Warmtevoorziening	26
10.4	Economie	27
10.5	Governance	28

11. Case Studies KoWaNet	29
11.1 Mijnwater Heerlen.....	29
11.2 Mijnwater Cluster B.....	32
11.3 Mijnwater Brunssum	33
11.4 Wilhelmina Gasthuisterrein Amsterdam	35
11.5 Ramplaankwartier Haarlem	37
11.6 Van der Pekbuurt Amsterdam	39
11.7 Banne Noord Amsterdam	40
11.8 Anergy-grids in Zürich, Zwitserland	42
11.9 MeerEnergie Amsterdam.....	43
Referenties	44

1. Inleiding

Dit document beschrijft het proces van initiatie tot en met de realisatie en het beheer van een koel warmtenet en de mogelijke organisatievormen. De beschrijving is mede gebaseerd op 8 case studies uit het KoWaNet project [1].

Een koel warmtenet (KoWaNet of thermisch uitwisselingsnet) is geïnspireerd door de "lage exergie" visie [2] van het fossielvrij maken van de gebouwde omgeving. Door het maximaliseren van de inzet van laagwaardige thermische (rest) bronnen kan in de vraag naar laagwaardige warmte en koude worden voorzien. De inzet van hoogwaardige bronnen (zoals brandstoffen en elektriciteit) wordt hierdoor geminimaliseerd. Koele warmtenetten zijn nog niet vanzelfsprekend meegewogen oplossingen voor aardgasvrije wijken. Het ontwerpen vergt meer tijd en hulpmiddelen in de initiatiefase.

'Een 'KoWaNet' is een bi-directioneel netwerk met temperaturen grotendeels onder de 30 °C en van maximaal 50 °C, waarbij met behulp van warmtepompen in de aangesloten gebouwen de gewenste temperatuur wordt geproduceerd. Dit maakt het net vraag gestuurd. Met dit soort netten kan tegelijk gekoeld en verwarmd worden, waardoor maximale uitwisseling plaatsvindt tussen terug geleverde koude- en warmte van verschillende gebouwfuncties.'

Koele warmtenetten zijn flexibel, opschaalbaar, hebben door de energie uitwisseling tussen gebouwen tot wel 60% minder externe energie nodig en kunnen daardoor met veel minder energie in de laagwaardige vraag van de gebouwde omgeving voorzien.

Het technisch en financieel ontwerp van KoWaNetten (ook 5^{de} generatie warmte- en koudenetten genoemd) kent andere ontwerpregels dan traditionele warmtenetten met hogere temperaturen. Die zijn gedimensioneerd op het centraal produceren en daarmee kunnen voldoen aan de hoogst denkbare, individuele piekvraag. KoWaNetten gaan uit van een match ('uitwisseling') tussen vraag en aanbod van warmte en koude en zetten decentrale opslagtechnieken in voor een optimaal ontwerp en minimalisering van de extern benodigde energie.

Een KoWaNet rendeert optimaal:

- indien de energie uitwisseling zo groot mogelijk is;
- wanneer de temperatuur van het afgiftesysteem zo laag mogelijk is;
- door het zo klein mogelijk maken van de thermische vermogens door isolatie, kierdichting, ventilatie en slimme buffering en
- door afstemming van vraag en aanbod. Dit vraagt om een integrale pijnvrije aanpak.

2. Proces

Het proces dat uiteindelijk leidt tot een werkend energie uitwisselingsnet verschilt van geval tot geval en is nog altijd langduriger in vergelijking met traditionele warmtenetten. De hierna beschreven fasen doen zich altijd, meer of minder uitgebreid, voor. Het proces verloopt iteratief, dat wil zeggen dat sommige onderdelen één of soms meer keren herhaald zullen moeten worden.

Afhankelijk van wie de initiatiefnemer is, zullen sommige stappen meer of minder aandacht krijgen.

De fasen zijn de volgende:

- Initiatief
- Ontwikkeling
- Onderzoek
- Ontwerp
- Opdrachtverlening
- Uitvoering
- Exploitatie.

In het algemeen is het van belang om toekomstige gebruikers in een vroeg stadium te informeren en zoveel mogelijk zeggenschap te geven. De overstap van aardgas naar een andere warmtevoorziening is voor gebruikers ingrijpend en met veel onzekerheden omgeven. Warmtenetten worden dan ook vaak met veel scepsis ontvangen met weerstand of zelfs tegenstand tot gevolg. Het combineren van de aanleg van een warmtenet met andere maatregelen die populair zijn bij gebruikers is een beproefde aanpak. Daarom is een hoofdstuk [Participatie](#) toegevoegd. Dit aspect van de invoering van een warmtenet vraagt in alle fasen aandacht op uiteenlopende manieren.

3. Initiatief

In eerste instantie wordt begonnen met het formeren van een initiatiefgroep. Deze zal de primaire doelstelling en de uitgangspunten moeten bepalen.

De verschillende personen en/of groepen moeten elkaar en de eigen verwachtingen en doelen leren kennen en cultuur en organisatie van het initiatief met elkaar bespreken. Ook moet duidelijk worden wie welke kennis en deskundigheid inbrengt.

Het ligt voor de hand te beginnen de mogelijkheden en onmogelijkheden globaal in kaart te brengen en de beleidsruimte globaal te onderzoeken. Ook moet een idee ontstaan van het gebied dat door het toekomstige net verzorgd zal worden.

Een (koel) warmtenet kan in theorie door iedereen worden geïnitieerd. In de praktijk zijn het veelal ervaren warmtebedrijven (meestal privaat, soms publiek) die een nieuw net plannen en uitwerken. Maar ook gemeenten, woningcorporaties en lokale collectieven kunnen het initiatief nemen. De laatste kunnen geheel of deels uit gebruikers bestaan.

Het doel van deze eerste fase is een goede basis voor de samenwerking te leggen door na te gaan of er voldoende gezamenlijkheid voor het plan is en welke deskundigheid in ieder geval gezocht moet worden voor de verdere uitwerking.

De fase eindigt met een besluit om al dan niet voort te gaan en zo ja, met welke betrokkenen. Een Letter of Intent kan een goede afsluiting zijn.

4. Ontwikkeling

In deze fase moet structuur aangebracht gaan worden en is het van groot belang dat alles goed schriftelijk wordt vastgelegd. Er bestaan tal van – kosteloze – digitale hulpmiddelen om alle documentatie voor iedereen toegankelijk te maken.

Begonnen wordt met het maken van een globaal stappenplan en het benoemen van de onderzoeksvragen.

Ook moet een besluit genomen worden over de organisatie en de werkwijze. Rechtsvorm, bestuur en regels voor zeggenschap behoren te worden vastgelegd, deels notarieel. Taken, rollen en verantwoordelijkheden worden gezamenlijk bepaald.

Vervolgens kan de beleidsruimte globaal in kaart gebracht worden. Deze bepaalt welke mogelijkheden er wettelijk zijn. Dit is afhankelijk van specifieke regels en beleid op het gebied van warmtenetten (nationaal en lokaal) maar ook van bijvoorbeeld typisch lokale regels over welstand bijvoorbeeld. Van belang is ook na te gaan welke (ver)bouwplannen er in de nabije omgeving van het gebied bestaan.

Er wordt een gefaseerde planning gemaakt met go – no-go momenten

Er wordt een overzicht van de stakeholders gemaakt. Met stakeholders worden allen aangeduid die een belang bij het warmtenet (kunnen) hebben.

Van groot belang, vooral later in het proces, is het benoemen van criteria (of key performance indicators – KPI's) voor besluitvorming. Deze zullen in latere fasen helpen een eventuele keuze tussen alternatieven te maken. KPI's zullen vaak zijn: betaalbaarheid, financierbaarheid, eigendom en zeggenschap van gebruikers, duurzaamheid, technische risico's snelle aanleg, ruimtebeslag binnen en buiten, vollooprisico.

De beleidsruimte wordt in belangrijke mate lokaal bepaald door de gemeente. In de toekomstige Wet Collectieve Warmtevoorziening wijst zij warmtekavels aan en kan zij ontheffing verlenen voor kleinere initiatieven. De provincie is bevoegd gezag voor het verlenen van vergunningen voor het gebruik van oppervlaktewater voor aquathermie en indien sprake is van warmte koudeopslag op verantwoord gebruik van de bodem (in verband met mogelijke interferentie van opslag/bronnen en verandering van de bodemtemperatuur).

Een samenwerkingsovereenkomst kan een goede afsluiting van deze fase zijn.

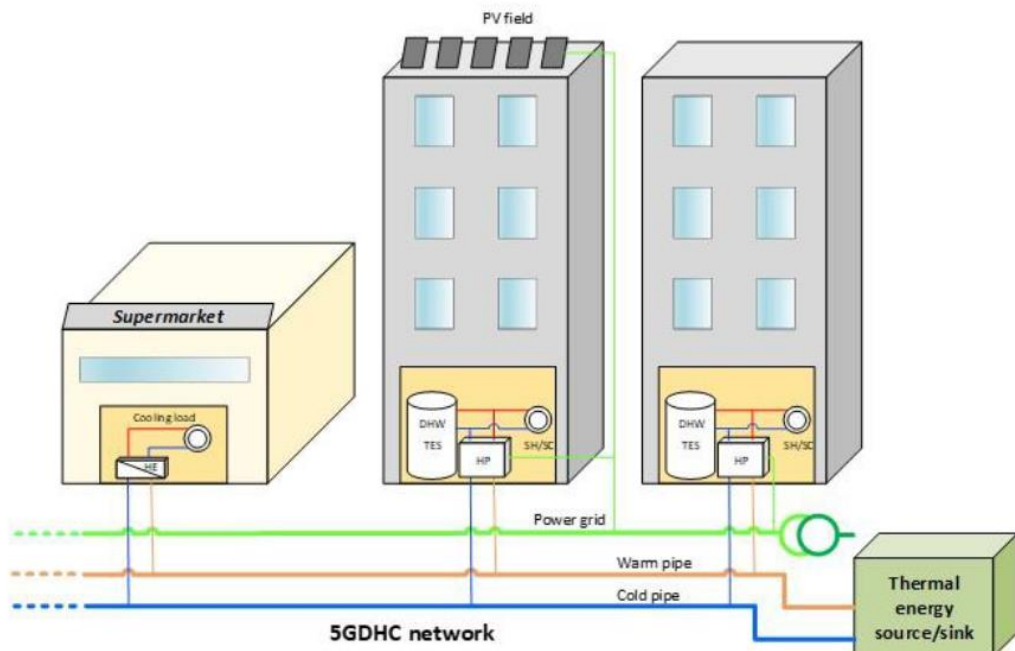
5. Onderzoek

In deze fase worden diverse vraagstukken en detail behandeld die eerder globaal aan de orde kwamen.

- Het beoogde verzorgingsgebied van het net moet worden gedefinieerd. Dit kan later weer worden aangepast (wat dan hernieuwde onderzoeksvragen met zich mee zal brengen). In ieder geval is het goed vast te onderzoeken of uitbreiding van het gebied of een andere gebiedsgrens de benutting van bronnen en uitwisseling kan verhogen.
- Meestal is het verstandig – vanwege de onoverzichtelijkheid – een stakeholder analyse te maken. Daarmee wordt duidelijk welke stakeholders welke rol spelen in het proces en welke belangen deze hebben.
- De beleidsmatige ruimte moet precies worden vastgesteld. Deze wordt bepaald door de landelijke Warmtewet en het voorstel Wet Collectieve Warmtevoorziening. De laatste zal waarschijnlijk van kracht zijn wanneer het net wordt gerealiseerd en in ieder geval gedurende het bestaan van het net. Daarnaast is het lokale beleid relevant (transitievisie, warmteplan, omgevings- of bestemmingsplan, eventuele concessies) en tenslotte de provincie i.v.m. gebruik van de bodem (als bron en/of voor opslag).
- De eisen die de verschillende vergunningen stellen, worden op hoofdlijnen bepaald.
- Het beoogde verzorgingsgebied wordt bezocht en diverse karakteristieken worden in kaart gebracht. Denk aan typen bebouwing, ruimtegebruik, aanwezigheid van oppervlaktewater, mogelijke leveranciers van restwarmte of –koude.
- Daarnaast vindt op basis van deels openbare data informatieverzameling plaats. Op de markt is ook software (bijvoorbeeld www.tomahawk-energy.nl) die tijdbesparend en precies werkt.
 - a. Inventarisatie gebouwtypen. Dit gebeurt door in het beoogde verzorgingsgebied voor het warmtenet relatief veel voorkomende woning- en gebouwtypen te benoemen met kenmerken als volume, bouwvorm, isolatiewaarde en eventuele andere karakteristieken van invloed op energiegebruik en aansluiting.
 - b. Vaststellen huidige energiegebruik: elektriciteit, ruimteverwarming, warm tapwater en koeling.
 - c. Opstellen warmtebalans van de behoefte (warmte en koude) per maand en per jaar.
 - d. Mogelijke reductie energievraag bepalen inclusief kosten. Beperking van de energievraag kan op diverse niveaus

plaatsvinden van beperkte isolatie tot het treffen van alle mogelijke maatregelen zoals kierdichting en wijze van ventileren (warmteterugwinning) met consequenties voor mate van besparing en kosten.

- e. Bepalen gevraagde en aangeboden vermogens.
 - f. Bepalen capaciteit lokaal elektriciteitsnet.
 - Vervolgens wordt naar de mogelijke oplossingen gekeken.
 - a. Samenstellen van potentiële technische configuraties.
 - b. Inschatten energieprestatie van de potentiële configuraties.
 - Een globale berekening van de kosten van aanleg van één of meer varianten biedt inzicht in betaalbaarheid en mogelijk ook financierbaarheid. Dit kan middels business case(s) en/of een TCO (total cost of ownership) model.
 - Tenslotte kan dan een keuze worden gemaakt en een favoriet worden bepaald. Dit gebeurt op basis van de eerder bepaalde KPI's. Deze keuze kan op basis van de bevindingen in het eerste deel van de volgende fase nog worden aangepast.
- De software Tomahawk maakt een vergelijking van verschillende technische configuraties en gebiedsgrenzen eenvoudig inzichtelijk.
- Wanneer dit is gebeurd, kan een programma van eisen worden opgesteld.



Figuur 1: Impressie 5^e generatie verwarming en koeling netwerk, Buffa et al, augustus 2020

6. Ontwerp

6.1 Technisch ontwerp

Het ontwerp van een koel warmtenet is gebaseerd op een combinatie van technische componenten en de benodigde regelstrategieën om de energie-uitwisseling in en tussen gebouwen, de balans in het netwerk en de leveringszekerheid te garanderen. Op de website www.kowanet.nl staan een technisch handboek en een technische uitwerking die behulpzaam zijn bij het ontwerpen van een KoWaNet [1].

Het ontwerpen van koude warmtenetten start met het (spijtvrij) beperken van het energiegebruik door de vraag van warmte en koude zo laag mogelijk te maken en gebruik te maken van reststromen in het gebouw. Dit kan door isoleren, warmte terugwinning en door afstemming, uitwisseling, cascadering en opslag van energie.

In het rapport 'op weg naar een aardgasvrije Van der Pekbuurt' [3] staat beschreven hoe de ruimteverwarmingsvraag kan worden verlaagd. De koelvraag kan in de zomer worden verlaagd door (buiten)zonwering en door het toepassen van zomernachtventilatie ('s nachts koelen). Een koel warmtenet kan continue (passieve) koeling leveren en de warmte oogsten met een heel beperkte capaciteit, waarbij de woning koel wordt gehouden en de temperatuur gedurende de dag enigszins met de buitentemperatuur meebeweegt (topkoeling) en de warmte niet accumuleert.

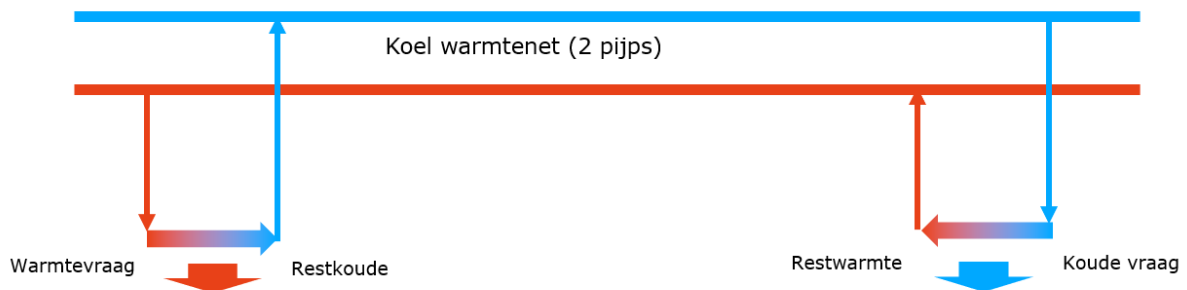
Vervolgens beantwoorden externe laagwaardige duurzame thermische (rest) bronnen maximaal aan de resterende laagwaardige thermische energievraag van de aangesloten gebouwen; de gebouwen wisselen onderling energie (warmte en koude) uit via het netwerk middels buffering/opslag.

De ontwerpprincipes van een flexibel en veerkrachtig koel warmtenet zijn de volgende.

- Maak een gesloten energiekering tussen gebouwen
 - a. Bi-directioneel netwerk
 - b. Fluctuerende netwerktemperatuur
- Gebruik laagwaardige, duurzame bronnen
- Gebruik bij voorkeur lokale duurzame bronnen
- Plaats warmtepompen aan het einde van de thermische keten
 - a. Vraag gestuurd en gedecentraliseerd
- Benader het systeem integraal

Sluiten energiekeringen: energie uitwisselen

In een KoWaNet leveren warmtevragers 'koude' terug aan het (2 pijps) netwerk. Koudevragers gebruiken de koude voor koeling en leveren warmte terug aan het net. Zo ontstaat energie-uitwisseling in het netwerk en een bi-directionele stromingsrichting. Er is geen klassieke toevoer en retourleiding. De stromingsrichting ligt niet vast en kan per segment en op elk willekeuring moment omdraaien. De temperatuur fluctueert ook.



Figuur 2: Transport van warmte en koude in 2-pijpsnetwerk

Laagwaardige en duurzame bronnen gebruiken

Denk aan restwarmte van datacenters, supermarkten, ijsbanen en aan aquathermie (oppervlaktewater en afvalwater).

Plaats warmtepompen aan het einde van de keten

In een KoWaNet leveren warmtepompen zo dicht mogelijk bij de eindgebruiker de gewenste temperatuur, ofwel aan het einde van de warmteketen. Het netwerk is vraag gedreven. Alleen de temperatuur die de eindgebruiker op dat moment wenst, wordt geproduceerd. Het systeem is hierdoor altijd op zijn efficiëntst.

Benader het systeem integraal

Overweeg waar mogelijk verschillende schaalgroottes en betrek ook elektrisch vermogen, andere duurzaamheidsaspecten en draagvlak in de beoordeling.

6.2 Financieel ontwerp

De benodigde investeringen zijn zowel nodig voor bovengrondse als ondergrondse werken. De investeringen in en aan het gebouw komen voor rekening van de vastgoedeigenaar. Infrastructurele investeringen daarbuiten komen toe aan het warmtebedrijf. De rollen van de stakeholders in de warmteketen zijn beschreven in paragraaf 6.3.

De hoogte van de investeringen wordt beïnvloed door de schaal van het net, de dichtheid van de aansluitingen, de mate waarin input van externe energie wordt vermeden en optimalisaties in het ontwerp en de engineering.

De investeringen en bijbehorende financieringsrisico's van de betrokken stakeholders zijn ook verschillend. De afschrijftermijnen in relatie tot de liquiditeit en het vollooprisko van een warmtenet (fasering van inkomsten) bepalen of en onder welke voorwaarden de banken lange termijn financiering willen aangaan met een warmtebedrijf. Dit kan projectfinanciering zijn of balansfinanciering. Voor woningcorporaties zijn de risico's lager door de stabiele inkomsten (huur) die tegenover de kosten van de woningaanpassingen staan en omdat het verkrijgen van (balans)financiering eenvoudiger is. VvE's en particulieren betalen de kosten voor vreemd vermogen met resp. inkomsten uit servicekosten en hun salaris.

Degenen die willen aansluiten (< 100 kW) op een warmtenet betalen het koele warmtebedrijf een eenmalige bijdrage aansluitkosten (BAK) die bestaat uit een gereguleerde aansluitbijdrage (AB), zoals gemaximeerd vastgesteld door de ACM en eventueel een aanvullende kostendeckingsbijdrage (KDB) [5]. De financiering, die het koele warmtebedrijf dient te regelen is de investering minus de BAK.

Tabel 1 Financieringsmogelijkheden voor vastgoedeigenaren en netbeheerders

Aanpassingen	Eigenaar	Financieringsmogelijkheden
Gebouw	Woningcorporatie	Waarborgfonds Sociale Woningbouw Pensioenuitvoerder Subsidies (RVV/Renovatiemotor/SAH)
	VvE's	Banken Subsidies (SEEH/energiebespaarlening)
	Particulier	Banken Subsidie (ISDE/SEEH)
Gasnet Elektriciteitsnet	Netbeheerder	Onderhandse leningen Banken (o.b.v. credit rating)
Warmtenet	Afhankelijk van de samenwerking	EIB, InvestNL, NWB, BNG, pensioenfondsen bijv. PGGM, Subsidies, BAK

6.3 Organisatorisch ontwerp

Dit is ook de fase om de organisatie definitief vorm te geven. De onderzoeksfase is afgesloten met de keuze voor een bepaald type net, op basis van eerder vastgestelde KPI's. Voorkeuren voor samenwerking en verdeling van eigendom en zeggenschap hebben daarbij een rol gespeeld. Nu moeten deze keuzes worden vertaald in een taakverdeling, rechtspersoonlijkheden en statuten en onderlinge contracten. Het gaat om de economische en juridische eigendom, het opdrachtgeverschap voor de aanleg van het net en om alle rollen die in de exploitatiefase vervuld moeten gaan worden. Vanzelfsprekend hebben keuzes hier consequenties voor zeggenschap, technische en financiële risico's en wettelijke verantwoordelijkheden.

De meest eenvoudige vorm is een warmtebedrijf (nv, bv, stichting of coöperatieve vereniging) dat gehouden wordt door alle verschaffers van eigen vermogen, dat tevens kredietnemer is voor het vreemd vermogen en eventueel ontvanger van subsidies. Dit warmtebedrijf wordt volledig eigenaar van het net dat zij laat aanleggen en is daarmee 100 % verantwoordelijk.

Een alternatief kan zijn verschaffers van eigen vermogen zich in een bv of coöperatie te laten verenigen en deze weer als verschaffer van kapitaal aan een tweede rechtspersoon, het warmtebedrijf, op te laten treden. Dit kan als voordeel hebben dat financiële en operationeel-technische bemoeienis en verantwoordelijkheden gescheiden worden. Er zijn meer alternatieven te bedenken, afhankelijk van welke risico's men wil ontvlechten en wie men in welke mate zeggenschap wil geven. Zie hiervoor ook hoofdstuk 10. Participatie

Het koele warmtebedrijf is wettelijk verantwoordelijk voor leveringszekerheid, betaalbaarheid en duurzaamheid. De rollen in de thermische keten kunnen worden ingedeeld zoals dat op de elektriciteitsmarkt gebeurt. Afhankelijk van het marktmodel en de samenwerkingsvorm vallen verschillende rollen samen en/of kunnen rollen vervallen. In tabel 2 een overzicht van de diverse rollen en hetgeen ze inhouden.

Tabel 2 Rollen van de betrokkenen in een KoWaNet

Programma verantwoordelijke	Partij die bepaalt hoeveel koude/warmte op welk moment door welke bronnen geproduceerd en getransporteerd wordt en naar welke afnemers.
Systeem operator	Partij die zorgt dat de juiste hoeveelheid koude/warmte met de juiste condities van A naar B wordt gedistribueerd.
Markt operator	Partij die markplaats voor vraag en -aanbod faciliteert, waaruit een dagelijks (o.i.d.) programma volgt dat system operator en producenten uitvoeren
Balans verantwoordelijke	Partij die instantaan zorgt voor balans van warmte/koude vraag en -aanbod door de inzet regelvermogen.
Meet verantwoordelijke	Partij die metingen uitvoert ten behoeve van facturatie en leidingverlies
Leverancier	Partij die warmte inkoopt in bij producenten en deze verkoopt aan afnemers en verantwoordelijk is voor leveringszekerheid
Producent = afnemer	Partij die warmte/koude op het net invoedt door middel van basislastbron, pieklastbron en/of transportnet.
Afnemer = producent	Partij, die warmte/koude afneemt als eindgebruiker
Netwerk eigenaar	Partij die eigenaar is van het KoWaNet (al dan niet met meerdere aandeelhouders) en zorgt voor het aanleggen, in stand houden, beschikbaar houden en uitbreiden van het KoWaNet
Opslag eigenaar	Partij die eigenaar is van de opslag techniek

Een verschil tussen de thermische markt en de elektriciteitsmarkt is dat het beheer van het elektriciteitsnet (leidingen en transport) na de liberalisering in 2006 is gereguleerd en bij publieke organen is ondergebracht. De elektriciteitstarieven worden middels marktwerking vastgesteld. Een thermisch netwerk kan zowel publiek als privaat bezit zijn en iedereen kan leverancier, producent of netbeheerder worden. Warmtetarieven worden nationaal gereguleerd.

7. Opdrachtverlening

De netwerkeigenaar of het warmtebedrijf zal als opdrachtgever voor de bouw optreden. De uitvoering van het bouwproject zal vrijwel altijd aan een marktpartij worden uitbesteed. Daarbij moet een bouworganisatievorm worden gekozen: wie gaat welke taken uitvoeren?

- De aanbesteder (traditionele bouworganisatievorm)
- De marktpartij (geïntegreerde bouworganisatievorm)
- De aanbesteder en de marktpartij samen (alliantie bouworganisatievorm)

7.1 Traditionele bouworganisatievorm

In de meest bekende traditionele bouworganisatievorm wordt alleen de uitvoering uitbesteed, omdat de aanbesteder over eigen ontwerp- en onderhoudsafdelingen beschikt. In een andere traditionele vorm worden het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud gescheiden uitgevoerd en sluit de aanbesteder contracten met verschillende marktpartijen voor delen van het bouwproces. Een bouwteam is een variant op de tweede vorm, waarbij naast de verschillende contracten, een bouwteamovereenkomst wordt afgesloten tussen de aanbesteder, de architect of raadgevend ingenieur en de bouwaannemer. Deze vorm wordt nog wel gebruikt als men een sterke samenwerking zoekt tussen de aanbesteder en de uitvoerende partij. Voor de uitvoerende partij is dit vaak aantrekkelijk, omdat de risico's en de financiële consequenties veelal toch door de opdrachtgever genomen worden. Voor de opdrachtgever kan het voordeel zijn dat optimalisaties in de uitvoering door een meer gezamenlijke uitwerking van het ontwerp bereikt worden.

7.2 Geïntegreerde bouworganisatievorm

In de geïntegreerde bouworganisatievorm wordt zowel de uitvoeringstaak als ook een andere taak aan één en dezelfde partij uitbesteed. De aanbesteder motiveert zijn keuze vaak met het argument dat hierdoor beide taken beter op elkaar afgestemd kunnen worden. In de meest bekende basisvorm gaat het om de integratie van de ontwerp- en de uitvoeringstaak. De marktpartij of de combinatie van bedrijven voert dus, als het ware, een aantal taken geïntegreerd uit.

De meest bekende vormen van geïntegreerde bouworganisatievormen zijn:

- D&C (Design & Construct), waarbij ontwerp- en uitvoeringtaken worden geïntegreerd.
- E&C (Engineering & Construct), waarbij de engineering - en uitvoeringtaken worden geïntegreerd.
- DBM (Design, Build & Maintain), waarbij ontwerp, de uitvoering- en de onderhoudstaken worden geïntegreerd.
- DBFM (Design, Build, Finance & Maintain), waarbij ontwerp, de uitvoering-, de onderhoudstaken en de financiering worden geïntegreerd.
- DBFMO (Design, Build, Finance, Maintain & Operate), waarbij ontwerp, de uitvoering-, de onderhoudstaken, de financiering en de exploitatie worden geïntegreerd.

7.3 Alliantie Bouworganisatievorm

De overeenkomst tussen de traditionele en de geïntegreerde bouworganisatievorm is dat de taakverdeling helder is. De aanbesteder en de marktpartij hebben elk hun individuele feitelijke en juridische verantwoordelijkheid voor de taken, die zij afzonderlijk moeten vervullen. In de traditionele vorm liggen de verantwoordelijkheden en risico's meer bij de aanbesteder dan bij de geïntegreerde vorm. In de alliantievorm echter verrichten de aanbesteder en de marktpartij één of meer taken van het bouwproces gezamenlijk en delen ook de daarbij behorende risico's.

Deze vorm wordt vaak toegepast in combinatie met de geïntegreerde vorm en beperkt zich dan vaak tot een taak waarvan de risico's onvoldoende te overzien zijn en geen der partijen ermee is gebaat om die risico's zelf te dragen, noch om die risico's alleen bij de andere partij neer te leggen.

Meer informatie over bouworganisatievormen is te vinden bij het expertisecentrum PIANOo.

8. Uitvoering

De uitvoering van een koel warmtenet bestaat uit civiel- en installatietechnisch werk.

Een leiding gaat voor een periode van tenminste 50 jaar de grond in. De kosten van de aanleg zijn o.a. afhankelijk van het type ondergrond, de wijze van aanleggen (diepte), het aantal gebouwaansluitingen, het type verharding, de eventuele aanwezigheid van archeologische objecten en/of andere kabels en leidingen.

Het aanleggen van leidingen gaat minder gemakkelijk in de drassige gebieden dan in de zandgronden of in de stenige ondergrond van Nederland. In sommige gevallen is een sleuftechniek nodig met of zonder bronbemaling. In andere gevallen zijn horizontaal gestuurde boringen toepasbaar om bijvoorbeeld onder waterwegen een leiding te trekken.

Het kan voorkomen dat in de gebouwen geen ruimte is voor een decentrale warmtepomp. Dan is het soms mogelijk de gewenste temperatuur eerder in de warmteketen op te wekken, bijvoorbeeld met een wijkcentrale in een collectieve kelder.

8.1 Vergunningen

Een warmtenet of onderdelen ervan behoeven diverse vergunningen die voorafgaand aan de uitvoering moeten worden aangevraagd. Dit zijn in ieder geval de volgende.

ACM – Autoriteit Consument en Markt

Iedereen die verantwoordelijk is voor gezamenlijke levering van warmte en/of warm water aan consumenten en klein zakelijke klanten met aansluitingen tot 100 kW is vergunning plichtig tenzij het gaat om een VVE of verhuurder.

Gemeente

Voor de realisatie van een warmtenet is een omgevingsvergunning nodig, de gemeente is hier vergunningverlener. Omdat het gekozen tracé van invloed zal zijn op de openbare ruimte, met leidingen maar ook bijvoorbeeld onderstations, zal overleg met de gemeente nodig zijn. Dat geldt ook voor vele data die voor het onderzoek nodig zijn.

Wanneer sprake is van aan te sluiten gebouwen met een monumentale status of van een beschermd stads- en dorpsgezicht, kunnen aanvullende gemeentelijke of nationale vergunningen nodig zijn.

Provincie

Voor bodemenergiesystemen is de provinciale overheid aangewezen als vergunningverlener.

Voor open bodemenergiesystemen die grondwater onttrekken is altijd een vergunning nodig in het kader van de Waterwet. De provincie verleent de watervergunning voor de onttrekking op basis van de Waterwet. Voor het verkrijgen van een vergunning worden de potentiële milieu hygiënische en hydraulische gevolgen van het open systeem onderzocht en waar mogelijk beperkt of voorkomen.

Voor een gesloten systeem, ook bodemwarmtewisselaar genoemd, geldt altijd een meldingsplicht. Afhankelijk van het bodemzijdig vermogen van een gesloten systeem kan het zijn dat naast de melding ook een OBM (omgevingsvergunning beperkte milieutoets) is vereist. Dit is een vergunning volgens de Wabo (Wet algemene bepalingen omgevingsrecht), waaraan geen nadere voorschriften kunnen worden verbonden. Deze vergunning kan worden verleend of geweigerd (ja/nee toets). Weigeringsgronden zijn interferentie en ondoelmatig gebruik van bodemenergie.

Zie verder: <https://bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bodemenergie/>

8.2 Aanbesteding

Wanneer een koel warmtenet geheel zonder publieke financiering gerealiseerd kan worden, is het denkbaar het werk onderhands te gunnen. Doorgaans zullen met gemeenschapsgeld gefinancierde subsidies of leningen een openbare aanbesteding vergen. Een dergelijke procedure vraagt veel tijd en aandacht. Hoe deze procedure moet verlopen is afhankelijk van vele factoren. Zie [Aanbestedingsregels | PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden](#).

De Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) heeft het Instituut voor Bouwrecht (in het kader van het Kennis en Leerprogramma Aardgasvrije Wijken) opdracht verleend voor het beantwoorden van de vraag in welke gevallen een warmtenet aanbesteding plichtig is, en indien van een aanbestedingsplicht sprake is, welke procedure dan dient te worden gevolgd. Daarbij zijn 4 situaties onderscheiden:

1. De aanleg van het warmtenet vindt plaats in het kader van de ontwikkeling en realisatie van een nieuwe woningbouwlocatie.
2. Een warmtenet wordt aangelegd om daarmee bestaande gebouwen binnen een bepaald gebied van warmte te voorzien.
3. Een warmtenet wordt aangelegd en daarop worden, behalve een nieuwbouwlocatie, ook bestaande gebouwen (in een gebied in de naaste omgeving) aangesloten, en.
4. Een nieuwbouwwijk wordt aangesloten op een reeds bestaand warmtenet.

De onderzoeksresultaten zijn terug te vinden in de handleiding "De aanleg van warmtenetten en het aanbestedingsrecht".

Het Interreg project HeatNet NWE heeft een *procurement guide* opgeleverd voor lokale overheden en ontwikkelaars van (4^{de} generatie) koele warmtenetten om geschikte partijen en expertise te selecteren in de aanbesteding [https://www.nweurope.eu/media/8624/wpt3_d13_heatnet-procurement-guide_v2.pdf11].

9. Exploitatie KoWaNet

9.1 Onderhoud en beheer

Het (preventieve) onderhoud en beheer betreft voornamelijk de bewegende delen en filters in het netwerk. Dat zijn warmtepompen, elektropompen en kleppen, al dan niet elektrisch aangestuurd. De technische levensduur van de (warmte)pompen en filters is respectievelijk 15 tot 20 jaar en 1 jaar. Na ommekomst van de technische levensduur is er een vervangingsmoment met natuurlijk een investering. Overigens hoeft vaak niet het volledige onderdeel te worden vervangen. In Tabel 3 zijn de technische levensduur en de onderhoudskosten als een percentage van de investering per installatiedeel opgenomen. Het is van belang de duur van onderhoudscontracten goed af te stemmen op de technische levensduur van de onderdelen.

Tabel 3: Levensduur, kosten en onderhoud installaties

Installatie	Technische levensduur	Bedrijfsvoering Kosten	% onderhoudskosten i.r.t. de investering
Leidingen	50 - 100		0,5%
TEO installatie	30	Elektriciteit /filters	2,0%
Afleverzet en of booster WP voor tapwater	15 - 30	Elektriciteit	1,0%
Pomp	15	Elektriciteit	1,0%
Warmtepomp	15 - 20	Elektriciteit	2,5%
Onderstation (OS)	50	Elektriciteit	2,0%
WKO	50	Elektriciteit	2,0%

9.2 Relatiemanagement

Voor een functionerend warmtenet worden uiteenlopende relaties onderhouden met een breed scala aan partijen.

In de eerste plaats zijn er natuurlijk de gebruikers, de klanten, in sommige gevallen (mede-)eigenaren. Met de klanten is in een contract vastgelegd wat de wederzijdse rechten en plichten zijn. Hierbij is in het bijzonder de vergunning van de ACM richtinggevend.

Ook zijn er toekomstige gebruikers. Niet altijd immers zal een nieuw warmtenet direct alle mogelijke aansluitingen in een gebied ineens realiseren. Deze klanten in spe kunnen door gerichte marketing, mond- op mondreclame en publicaties

worden overtuigd van het voordeel van aansluiting. Het tempo waarin dit lukt beïnvloedt het beperken van het vollooproisico, dat financiële consequenties heeft.

Nieuwe klanten kunnen ook in een nieuw verzorgingsgebied liggen, bijvoorbeeld omdat daar nieuwbouw plaatsvindt of omdat door renovatie aansluiting op een koel warmtenet voor de hand ligt. Dit kan tot een uitbreiding van het net (en de bronnen en opslag) leiden. Daartoe zal dan een deel van het boven beschreven proces doorlopen moeten worden.

Contractuele verbintenissen bestaan met alle leveranciers bestaan. Daarnaast kan ook een toezichhoudende organisatie zoals bijvoorbeeld een Omgevingsdienst een relatie zijn.

9.3 Financiële exploitatie

Het exploitatieresultaat in jaar 1 bestaat uit de totale baten minus de kosten. Het resultaat is bij voorkeur positief. De kosten en de baten zijn hieronder gespecificeerd.

1. Kosten

- a. Personeel: management, administratie, facturering
- b. Storingen
- c. Huisvesting
- d. Operationele kosten: elektriciteit *
- e. Onderhoud en beheer
- f. Onderzoek en ontwikkeling
- g. Rente & aflossing
- h. Dividend

2. Baten

- a. Vaste baten: vastrecht, meetdienst, huur afleverset
- b. Variabele baten (€/GJ): levering verwarming, tapwater, koude.

*Het is mogelijk elektrische aansluitingen te clusteren voor de energiebelasting (EB) en ODE per aaneengesloten netwerk, per eigenaar, per gebruiker. Normaal gesproken zou je per gebruiker via een staffel betalen voor het verbruik van 0 tot 10.000 kWh/jaar, van 10.001 tot 50.000 kWh/jaar en meer dan 50.000 kWh/jaar. Hoe lager het verbruik, hoe hoger het tarief en de belasting. Door de clustering worden de belastingstaffels slechts 1 keer doorlopen. Dat levert een forse besparing op.

10. Participatie

10.1 Het belang

Een soepel verloop van de warmtetransitie is mede afhankelijk van de betrokkenheid van bewoners/gebruikers. Aangenomen wordt dat de mate van begrip en enthousiasme voor de alternatieven van aardgas sterk bepalend zijn voor de snelheid en de kosten van de transitie. In het Klimaatakkoord wordt voor wind- en zonprojecten gestreefd naar 50 % lokale eigendom [12].

Participatie van gebruikers van warmte en koude wordt ook gezien als een manier om het draagvlak voor nieuwe warmtevoorzieningen te bevorderen. Wanneer bewoners meedoen en –denken vergroot dat het vertrouwen. Een bottom-up aanpak heeft als regel ook een gunstige kosten-baten verhouding [13]

Wanneer rekening wordt gehouden met eindgebruikers, wordt meer dan eens een koppeling gemaakt tussen energetische maatregelen en bijvoorbeeld buurtvoorzieningen, veiligheid of vergroting van het wooncomfort. De combinatie leidt dan tot minder weerstand en juridische procedures en meer passende maatregelen en medewerking [14]

Participatie kan zowel summier als zeer ingrijpend zijn. De Participatieladder van de University of the West of England onderscheidt 9 vormen van participatie van louter lippen dienst tot de onvoorwaardelijke eigendom van alle activa [15].

Welke vorm gekozen wordt, hangt af van de ruimte die beleidsmakers of warmtebedrijven willen bieden en van de betrokkenheid waartoe consumenten zich willen verbinden.

Waar netten voor stadsverwarming doorgaans in handen van grote energiebedrijven zijn, bieden wijkgerichte, (koele) warmtenetten door hun schaal mogelijkheden voor een grotere rol voor de eindgebruiker. Eigendom van een warmtenet wordt vaak gezocht in de vorm van een coöperatie. Op dit moment is alleen de eigendom van onderdelen van een warmtenet in Zaanstad in handen van meerdere eigenaren. Elders ziet men tot op heden alleen een scheiding in eigendom tussen bron(en) en de overige onderdelen van het net.

De eigendom van (onderdelen van) een warmtenet kent twee aspecten:

- Juridische eigendom: zeggenschap.
- Economische eigendom: op geld waardeerbare rechten en plichten, financiering.

10.2 Taken en functies

Eigendom van een warmtenet kan, behalve op het gehele warmtenet, betrekking hebben op één of meer onderdelen ervan.

Tabel 4: Onderdelen warmtenet en corresponderende partijen

	Onderdeel	Functie
1	Bron	Producent
2	Distributienetwerk	Netbeheerder
3	Afleverset	Leverancier
4	Voorzieningen in huis	Gebouweigenaar, verhuurder
5	WKO	Beheerder/producent

10.3 Coöperaties

Er zijn in Nederland nog vrijwel geen werkende warmtecoöperaties. De mogelijkheid wordt wel op vele plaatsen onderzocht door gedreven en vaak behoorlijk deskundige bewoners. Die hebben meestal twee doelen: zeggenschap over het gehele netwerk en economisch voordeel.

Voorbeelden:

- Wageningen - WOW - <https://cooperatiewow.nl/>
- Groningen - Grunneger Power - <https://grunnegerpower.nl/contact/>
- Heeg - Warm Heeg - <https://warmheeg.nl/>
- Oegstgeest - Poelgeest - <http://energiekpoelgeest.nl/stadsverwarming-poelgeest/>
- Zwolle - <https://blauwvingerenergie.nl/>

Deze initiatieven betreffen bewonerscoöperaties; een alternatief zijn lokale coöperaties, met deelname van bijvoorbeeld ene gemeente, woningcorporatie of nutsbedrijf waarin bewoners ook een direct belang kunnen hebben.

Ook wordt de ontwikkeling van zogenoemde Warmteschappen overwogen, lokale beheersorganisaties met een landelijke koepel (soort brancheorganisatie). Er bestaan al vele goed functionerende coöperaties voor energie uit zon en wind. Deze hebben zich verenigd in Energie Samen.

Zie ook het Kennisdossier Coöperatieve Warmtenetten [16].

10.4 Wet Collectieve Warmtevoorziening

De bestaande Warmtewet wordt als het volgens plan verloopt in 2022 vervangen door de zogenoemde Wet Collectieve Warmtevoorziening, ook wel als Warmtewet 2.0 aangeduid. Deze wet biedt ook voor de governance een bindend kader. Het gaat voornamelijk om een voorstel van wet dat derhalve nog vatbaar is voor wijziging. Het voorstel is dat gemeenten het grondgebied opdelen in warmtekavels. Voor elke kavel wordt een concessie uitgegeven aan een warmtebedrijf, dat na inschrijving geselecteerd kan worden. Een concessie biedt een exclusief exploitatierecht en een realisatie- en aansluitplicht. De concessiehouder wordt verantwoordelijk voor de gehele warmteketen. Naast het warmtebedrijf kunnen andere rechtspersonen delen van het net bezitten. Zij contracteren dan met elkaar en in ieder geval met het warmtebedrijf als concessiehouder. De mogelijkheid bestaat voorts een deel van de werkzaamheden te outsourcen.

- Verduurzaming en leveringszekerheid zijn belangrijke uitgangspunten. Het eerste betekent dat een fossiele lock-in niet is toegestaan en dat er een pad naar fossielvrije levering moet zijn. Een gasnet als back-up mag niet als garantie voor leveringszekerheid dienen.
- In de nieuwe warmtewet zal dus een 'warmtebedrijf' concessiehouder worden. Dit kan privaat of publiek zijn. Voor de kleinere, lokale initiatieven zal de mogelijkheid bestaan een deel van een warmtekavel te beleveren mits zij een betrouwbare en solide partij zijn. De grotere concessiehouder in het gebied mag hiervan geen aanzienlijke schade ondervinden. Kleine bestaande collectieve systemen zullen van rechtswege een warmtebedrijf met een eigen bestaand warmtekavel worden.

Zeggenschap

De zeggenschap is van belang bij:

- de keuze van (nieuwe) warmtebron(nen);
- besluiten tot uitbreiding van het net of tot verbinding ervan met andere net(ten);
- besluiten inzake eenmalige en weerkerende tarieven voor aansluiting en verbruik;
- bestemming van de eventuele winst;
- besluiten inzake beheer en onderhoud en uitbesteding ervan;
- besluiten tot vervreemding van (delen van) het net.

10.5 Economie

Het economisch voordeel heeft twee kanten. Met de warmteprijs kan enigszins worden gevarieerd. De kosten van het net dienen binnen een redelijke termijn te worden terugverdiend. De coöperatieve eigenaren hebben evenwel het voordeel dat eventuele winst die in een door derden beheerd net bij de – commerciële – eigenaren terecht komen, aan hen toevallen.

Daar staan de verantwoordelijkheid voor leveringszekerheid en de financiering tegenover alsmede de daaraan verbonden risico's. Zakelijke exploitanten werken met een rendementseis van minimaal 8 %. De toekomstige warmtewet hanteert een maximaal redelijk rendement van 6 %. Bij een goede business case, kan een warmtenet renderen.

Het rendement zal sterk afhangen van de mate waarin de eigena(a)ren erin slagen het warmtebedrijf efficiënt te laten werken. Kleine coöperaties die een enkel net of delen ervan beheren, zijn doorgaans in het nadeel omdat ze de schaalvoordelen van grote warmtebedrijven missen. Door slimme uitbesteding en met deskundige leden kan dit nadeel worden geparreerd. Door samenwerking met andere, kleinere coöperaties kunnen alsnog schaalvoordelen worden behaald. Het zal deels afhangen van de prijs waarvoor de coöperatie het werk weet uit te besteden, of het voordelig uitpakt of niet. Een alternatief voor coöperatief bezit van het gehele net, is de eigendom van een deel van het net.

Een optie is louter de rol van leverancier coöperatief te organiseren. Hiervoor is op grond van de Warmtewet een vergunning nodig. Het louter leverancier zijn vooronderstelt dat de andere functies in het netwerk zoals die van producent en netbeheerder, worden vervuld door één of meer partijen die bereid zijn de functie van leverancier aan een derde, de coöperatie in dit geval, over te laten. Tot nu toe is er in Nederland één voorbeeld van een dergelijke rolverdeling in Zaanstad, waar Engie, Firan en de gemeente Zaanstad elk een of meer delen van het net bezitten.

Voor een coöperatieve vereniging die een enkel warmtenet in eigendom heeft en beheert en onderhoudt, zijn de risico's hoger dan voor een partij die er meerdere bezit. De lasten in het ene net, kunnen niet worden gedragen door een veelheid van klanten, doch slechts door degenen die zijn aangesloten bij dit net.

10.6 Governance

Een alternatief voor volledig (coöperatief) bezit zonder de financiële nadelen en risico's kan gezocht worden in een alternatieve governance structuur.

Denkbare opties zijn de volgende. Geen ervan bestaat al op dit moment.

1. Alle bij het warmtenet betrokken eigenaren (van bron, netwerk, afleversets en in pandige infrastructuur) en de afnemers van de warmte vormen gezamenlijk een rechtspersoon die in de statuten omschreven bevoegdheden heeft. Zo kan worden bepaald dat een vergaande beslissing als vervreemding alleen met een gekwalificeerde meerderheid kan worden genomen. Ook kan worden afgesproken dat binnen de rechtspersoon transparantie over alle kosten wordt gegeven.
2. De bewoners vormen een rechtspersoon - coöperatie of BV - die de rol van leverancier op zich neemt. Dit vergt relatief weinig investeringscapaciteit terwijl de bewoners hiermee deels achter de kassa komen te zitten. Daarnaast bepalen ze zo wie de warmteproducenten zijn. Daarmee zullen overigens langjarige contracten worden gesloten met afnamegaranties om de investeringen te kunnen laten renderen. Die keuzevrijheid zal dus beperkt zijn.
3. De bewoners dwingen een nieuwe vertegenwoordigende eenheid af die in tevoren omschreven gevallen een advies moet of mag uitbrengen; het advies moet meegewogen worden, afwijking ervan vergt motivering. Vergelijk deze oplossing met een ondernemingsraad. Het zou een BuurtEnergieRaad of WijkWarmteRaad genoemd kunnen worden. In Zweden bestaat een dergelijk orgaan dat aantoonbaar tot vergroting van betrokkenheid van afnemers leidt.

Energie Samen pleit voor een specifieke juridische vorm voor lokale eigendom onder de Wet Collectieve Warmtevoorziening in de vorm van een Warmte Energie Gemeenschap of Warmteschap. Er wordt voor gepleit een dergelijke rechtspersoon preferente bevoegdheden en rechten (boven grote commerciële warmtebedrijven) te geven in de wet. Dit moet lokale betrokkenheid en zeggenschap, duurzaamheid en een andere focus dan op voornamelijk winstgevendheid garanderen. Een Warmteschap kan bevorderlijk zijn voor 5^e generatie warmtenetten indien het productie en levering van warmte en elektriciteit in samenhang mag benaderen [17]

11. Case Studies KoWaNet

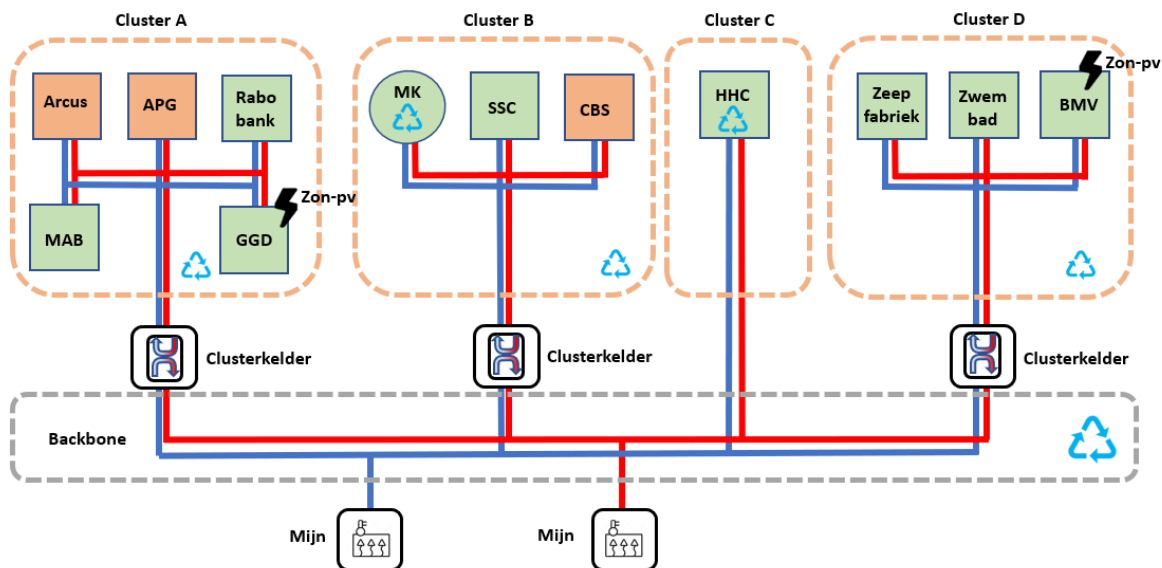
In het KoWaNet zijn verschillende case studies voorbijgekomen. Deze case studies zijn geanalyseerd op de toepassing, de rollen van de stakeholders in de verschillende fasen: en misschien nog wel veel meer.

11.1 Mijnwater Heerlen

Door de opkomende industrialisatie gaf de Nederlandse overheid in de omgeving van het Limburgse Heerlen een aantal kolenmijnconcessies uit. De mijnen met vele mijngangen waren in de periode van 1899 tot 1964/1974 actief. Na de sluiting van de mijnen liepen de mijnen vol met grondwater dat door de aardkern opwarmde.

In 2003 startte de gemeente Heerlen het haalbaarheidsonderzoek om het opgewarmde "mijnwater" op te pompen en in te zetten voor het verwarmen van gebouwen [18]. Dit initiële technische concept Mijnwater 1.0 was een 4^{de} generatie District Heating and Cooling (DHC) netwerk. De mijn werd ingezet als warmtebron en middels een "backbone" van 8 kilometer gekoppeld aan 60.000 m² gebouwoppervlak. Toen bleek dat deze wijze van opereren de warmtebron uitputte, omdat de natuurlijke opwarming van het mijnwater achterliep op de warmteonttrekking, werd besloten de mijn in te zetten als warmte-koude opslag en op cluster- en sector niveau zoveel mogelijk energie uit te wisselen [19, 20]. Hierbij zag de 5^{de} generatie DHC, ofwel een koel warmtenet, het licht.

Een cluster is aangesloten op de backbone (mijn) en een cluster kan bestaan uit één of meerdere sectoren. Een sector kan één of meerdere type gebouwen bevatten. Energie uitwisseling in de sector vindt plaats tussen de afnemers binnen he gebouw of meerdere gebouwen via het 2-pijps (alleen warmte) of 4-pijpsnetwerk (warmte en koude) sectornetwerk en de energiecentrale, tussen sectoren middels de clusterkelder van betreffend 2-pijps clusternetwerk en tussen de clusters door gebruikt te maken van de 2-pijps mijnwater backbone die de verschillende clusters en mijnwaterbronnen met elkaar verbindt. (zie Figuur 3)



Figuur 3: Impressie energie-uitwisseling tussen gebouwen (vierkant), sectoren (cirkel) en clusters (groen = energiecentrale in eigendom van Mijwater; oranje = energiecentrale in eigendom van een derde)

Het Mijwater netwerk in Heerlen bestaat uit 4 clusters (zie Tabel 1 Financieringsmogelijkheden voor vastgoedeigenaren en netbeheerders).

Tabel 1 Financieringsmogelijkheden voor vastgoedeigenaren en netbeheerders: Mijwater cluster en aangesloten sectoren (2019)

Cluster	Energie uitwisseling Clusterniveau	Energie uitwisseling sectorniveau
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arcus College (school) 2. APG (datacenter) 3. Rabobank (bank) 4. MAB (multifunctioneel sportcentrum) 5. GGD (kantoor) 	
B	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maankwartier (MK) 2. CBS 3. Shared Service Center Gemeenten Heerlen, Maastricht en Sittard 	Winkels, supermarkt, horeca, appartementen
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. HHC 	Appartementen, kantoren, supermarkt, buurthuis
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zeepfabriek 2. Zwembad 3. BMV Hoensbroek 	

Het Mijnwater netwerk in Heerlen breidt hedendaags steeds verder uit.

De rollen in de thermische keten zijn in

weergegeven. Mijnwater B.V. is 100% in handen van het Limburg Energie Fonds en heeft de bv in 2019 overgenomen van de gemeente Heerlen.

Mijnwater levert vraag gestuurd koude en warmte aan de aangesloten afnemers in de vorm van warmte en koude als service. Alle installaties zijn in eigendom van Mijnwater en maakt het zo mogelijk het netwerk optimaal te regelen. De inkomsten zijn opgebouwd uit de verkoop van GJ en een jaarlijks vastrecht.

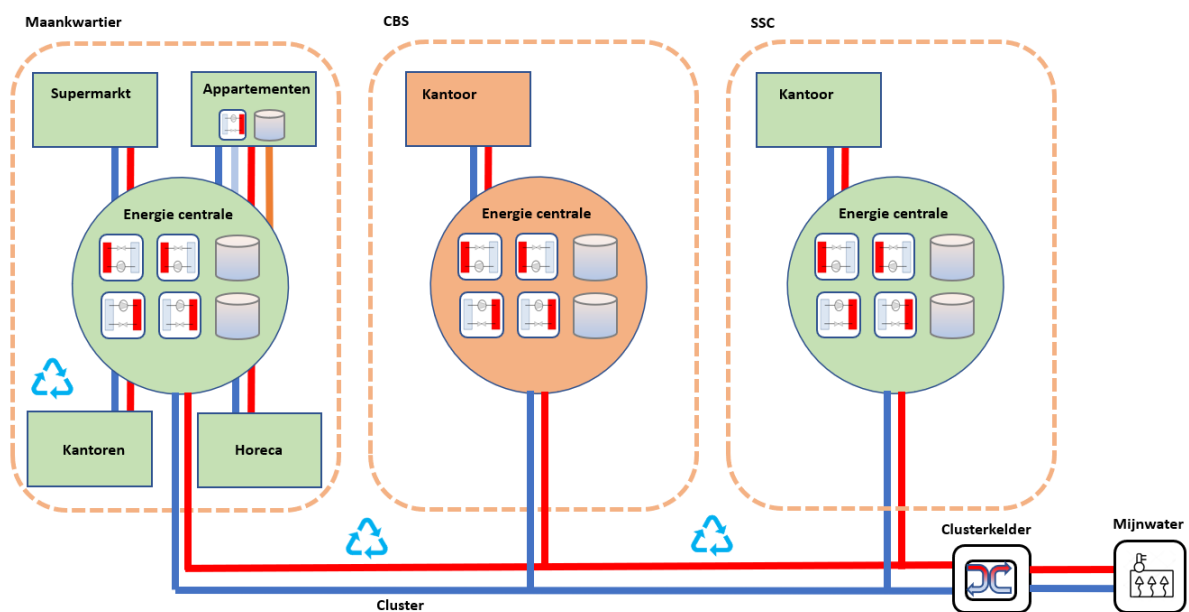
Tabel 5: Rollen van de betrokken entiteiten Mijnwater

Initiator Opdrachtgever	Mijnwater
Bouworganisatievorm	Regievorm (Engineer en Construct)
Investeerder	Mijnwater
Financiers	LEF
Subsidies	Meerder Interreg projecten
Overall verantwoordelijke	Mijnwater
Programma verantwoordelijke	Mijnwater
Systeem operator	Mijnwater
Markt operator	Mijnwater
Balans verantwoordelijke	Mijnwater
Meet verantwoordelijke	Mijnwater
Leverancier	Mijnwater
Producent	Alle aangesloten gebouwen
Afnemer warmte / koude	Alle aangesloten gebouwen
Netwerk eigenaar	Mijnwater
Opslag eigenaar	Mijnwater

11.2 Mijnwater Cluster B

In cluster B is het CBS het Shared Service Center (SSC) en het Maankwartier aangesloten en wisselen op cluster niveau energie uit (zie Figuur 4). Als er dan nog externe energie nodig is dan vult de mijn dat aan.

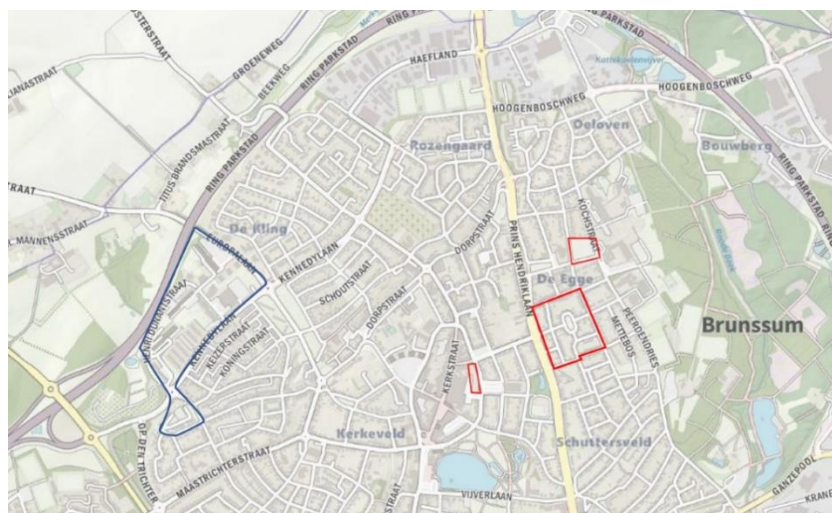
Het kantoor van CBS neemt warmte en koude af en heeft haar eigen installatie in beheer. De installatie in het SSC en Maankwartier is in beheer van Mijnwater. Het Maankwartier is een stukje Heerlen ontworpen door Michel Huisman. Het gebied bestaat uit winkels, een supermarkt, horeca, kantoren en 111 appartementen. Alle gebouwen in het Maankwartier (50.000 m²) wisselen binnen dit sector thermische energie met elkaar uit. De energiecentrale levert iedere specifieke gebruiker warmte, koude en/of warm tapwater. Voor een bijzondere beleving van het woongenot is een lage temperatuur vloerverwarming en hoge temperatuurkoeling in de appartementen gerealiseerd.



Figuur 4: Impressie energie uitwisseling tussen sectoren en binnen het maankwartier in cluster B (groen = energiecentrale in eigendom van Mijnwater; Oranje = energiecentrale in eigendom van een derde)

11.3 Mijnwater Brunssum

Mijnwater werkt reeds enkele jaren actief samen met de gemeente Brunssum, woningcorporatie Weller, parkstad Limburg, vastgoedeigenaren van utiliteit en de industrie om de gemeente Brunssum aardgasvrij te maken middels de 'mijnwater technologie'. Er zijn twee clusters beoogd namelijk Brunssum Noord (blauw) en De Egge (rood).

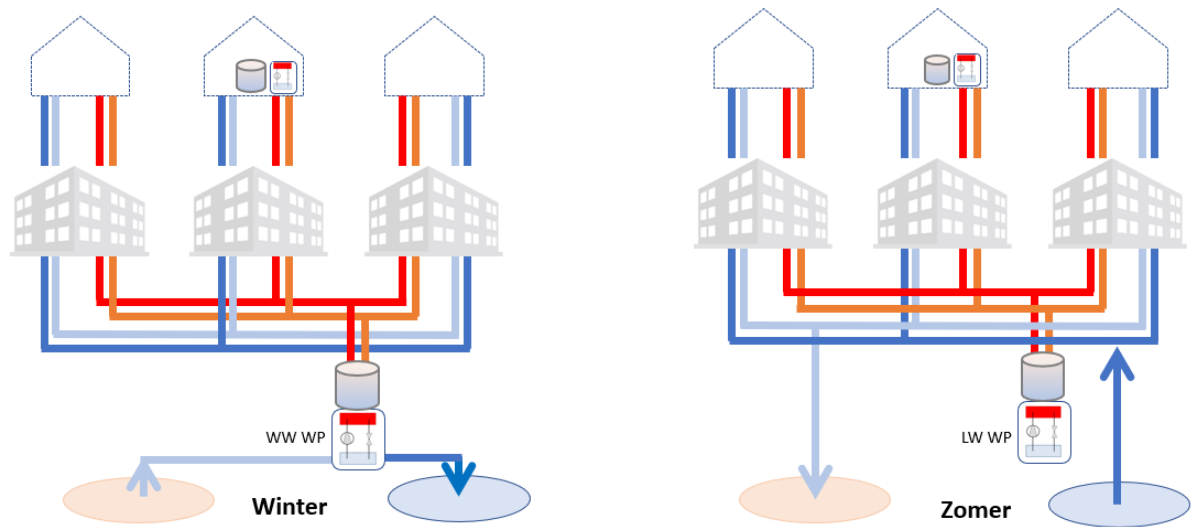


Figuur 5: Locaties in Brunssum: Brunssum Noord (blauw) en De Egge (rood)

De realisatie rond cluster De Egge met drie sectoren van respectievelijk nieuwbouw van 20 verzorgingswoningen; 140 grondgebonden woningen en 50 gestapelde woningen, zijn reeds gestart. Het project Brunssum Noord bestaat uit 525 bestaande gestapelde huurwoningen, een mix van 333 private grondgebonden en gestapelde woningen en 6.500 m² publieke gebouwen en een winkelcentrum. De bouwplanning voor Brunssum Noord, een proeftuin Aardgas Vrij, is nog niet vastgesteld.

De visie is om de clusters te verbinden met een nieuwe backbone met één of beide in Brunssum aanwezige mijnen 'Hendrik' en 'Emma' en organisch op te schalen naar een Brunssum breed netwerk. Het onderzoek naar de technische en economische haalbaarheid en het verkrijgen van de juiste vergunningen van de mogelijk inzet van de twee mijnen duurt nog enkele jaren. Een andere mogelijkheid was om aan te sluiten op de backbone van Heerlen. Echter, de afstand tussen Heerlen en Brunssum is te lang gebleken om dat financieel te verantwoorden.

In het cluster de Egge is een opschaalbare oplossing geplaatst om aan te tonen dat zonder de aanwezigheid van een mijn gestart kan worden met de groei naar een koel warmtenet met meerdere clusters. De oplossing is een clusterkelder met een water-water warmtepomp gekoppeld aan een open WKO en de drie gebouwsectoren. Een tijdelijke lucht-water warmtepomp staat naast de clusterkelder als back-up voor de levering van 40°C water in de winter. De kelder levert via een 4-pijps systeem koude en warmte aan de gebouwen. In de wooneenheden produceert een booster de gewenste tapwater temperatuur.



Figuur 6: Impressie clusteroplossing De Egge in Brunssum

11.4 Wilhelmina Gasthuisterrein Amsterdam

Een actieve groep bewoners, huurders en ondernemers is op het Wilhelmina Gasthuisterrein (WG) te Amsterdam in coöperatief verband de energievoorziening in deze wijk aan het bespoedigen, stimuleren, aanjagen, verbeteren en verduurzamen. Zij werken samen in de energiecoöperatie Ketelhuis WG [21] .

In 2018 hebben de initiatiefnemers van de energiecoöperatie na een marktconsultatie een aantal adviseurs geselecteerd die samen met Waternet de eerste verkenningen voor een duurzaam en betaalbaar energiesysteem hebben uitgevoerd. Met steun van de gemeente Amsterdam en provincie NH heeft dit geleid tot een ontwerpplan van een technische partij, een bankable business case en routeplanners per gebouw. In November 2020 wordt de selectie gemaakt voor de bank die vreemd vermogen aan het op te richten energiebedrijf Ketelhuis WG zal lenen. Stap één was het identificeren van aanwezige lokale duurzame bronnen met voldoende capaciteit om betaalbaar aan de warmtevraag te voldoen. Na het selecteren van de duurzame bronnen, het vaststellen van de energetische kwaliteit van de gebouwen en hard werken aan het creëren van draagvlak in de buurt, hebben de leden van KetelhuisWG aangegeven dat het voorgestelde aquathermie systeem in combinatie met een bodemopslagsysteem verder geoptimaliseerd en uitgewerkt kan worden.

Kenmerkend voor de aanpak is dat energiecoöperatie KetelhuisWG wil beginnen met het bouwen van het aquathermie systeem (een deel van het bodemopslagsysteem, de *buurtwarmtepomp(en)* en een deel van het warmtenet) voor de gebouwen die met minimale maatregelen aansluitklaar te maken zijn voor 70°C en 40°. Slim faseren en cascaderen en voldoende buurtbewoners enthousiast krijgen om mee te doen, is dan de opdracht van WG voor de komende maanden. Gedurende de transitieperiode plant energiecoöperatie KetelhuisWG samen met de gebouweigenaren maatregelen die tot verdere energiebesparing zullen leiden. Dat doet WG niet alleen op basis van de "technische" maatregelenpakketten voor gebouwen per bouwperiode en eigendomssituatie, maar ook via een tariefstelling die besparen beloont (weinig vastrecht, maximaal variabel). Dat creëert kansen om met meer gebouwen naar lagere temperaturen te gaan en eventueel meer gebouwen aan te sluiten.

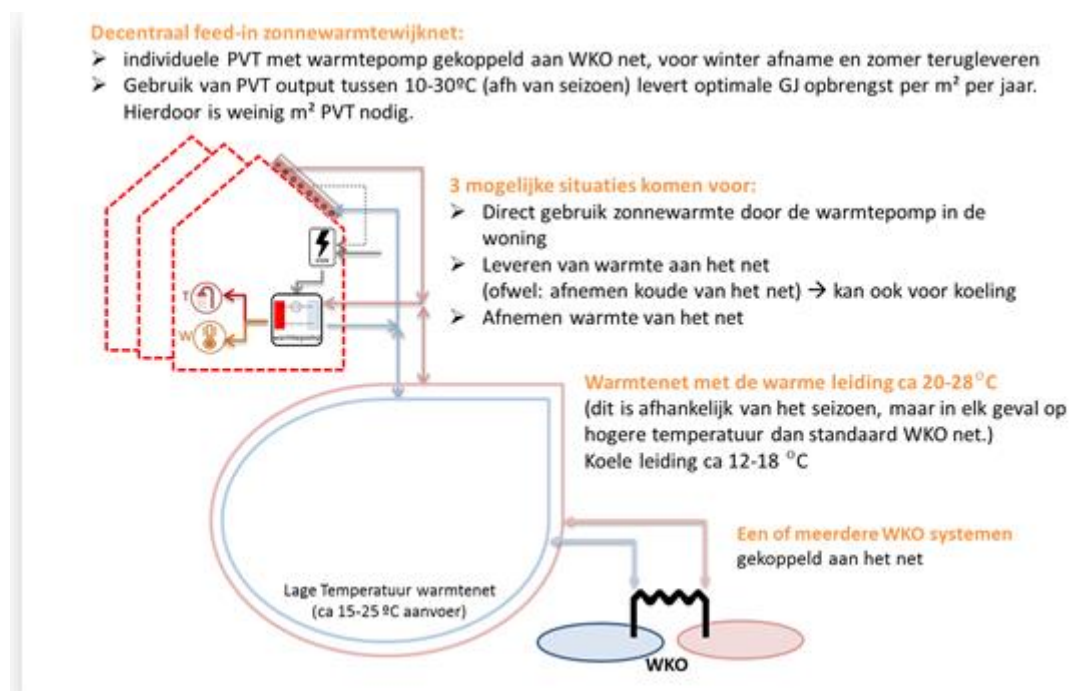
Energiecoöperatie KetelhuisWG gaat met de geselecteerde technische uitvoerings- en exploitatiepartner, die de aanpak onderschrijft in zee. Deze partner heeft de expertise heeft om kleine, innovatieve warmtenetten te bouwen (bestek en tekeningen) én te exploiteren. Samen garanderen ze dat de buurt van duurzame en betaalbare warmte uit het oppervlaktewater van het Jacob van Lennepkanaal krijgt. De verwachting is dat de facturatie en klantservice uitbesteed wordt.

Tabel 6: Rollen van de betrokken entiteiten Energiebedrijf WG

Initiator Opdrachtgever	Energiecoöperatie Ketelhuis WG
Bouworganisatievorm	DBFMO
Investeerder	Energiebedrijf KetelhuisWG
Financiers	Realisatie: Proeftuin aardgasvrij (via gemeente Amsterdam), bank, eigen vermogen (BAK van particulier vastgoed eigenaar, woningbouwcorporatie)
Subsidie	Onderzoek: Gemeente Amsterdam en provincie NH
Programma verantwoordelijke	n.v.t.
Systeem operator	Exploitatiepartner
Markt operator	n.v.t.
Balans verantwoordelijke	n.v.t.
Meet verantwoordelijke	exploitatiepartner
Leverancier	Energiebedrijf KetelhuisWG
Producent Aquathermie	n.t.b.
Afnemer warmte / koude	Vastgoedeigenaren, Stadgenoot, bewoners
Netwerk eigenaar	Energiebedrijf KetelhuisWG
Opslag eigenaar	n.t.b

11.5 Ramplaankwartier Haarlem

De energie coöperatie Duurzame Energie Ramplaan te Haarlem is de initiator van het projectteam Spaargas. Dit team heeft voor het Ramplaankwartier in samenwerking met een groot aantal partners het ZonneWarmteNet plan ontwikkeld [23]. Het ZONNET wijkenergiesysteem bestaat uit een cluster van woningen en gebouwen met elk een individuele water/water warmtepomp en onafgedekte photovoltaïsche Thermische -PVT panelen op het dak (dit zijn zonnepanelen die zowel elektriciteit als warmte opwekken). Alle gebouwen zijn via een speciale afleverset aangesloten aan een lokaal zeer lage temperatuur (ZLT) warmtenet en een ondergrondse Warmte Koude Opslag (WKO). De PVT panelen worden deels direct gebruikt als bron voor de warmtepomp en deels als regeneratie voor de WKO. IN de winter wordt warmte uit de WKO onttrokken. (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De woningen moeten wel geïsoleerd worden.



Figuur 7: Technisch schema ZonneWarmteNet Ramplaan[23].

In de initiatiefase is de technische en financiële haalbaarheid uitgewerkt in het TKI project ZONNET i.s.m de Gemeente Haarlem, TU Delft, Greenvis, Deltares, Fortes energy systems, Triple solar, Engie en de warmtetransitiemakers.

Het voorstel van de stichting SpaarGas is om medio 2021 een Wijk Energie Bedrijf op te richten bij voldoende animo en woningen met het gewenste isolatieniveau. In 2020 worden dan de voorbereidingen getroffen.

Tabel 7: Mogelijke / voorziene rollen van de betrokken entiteiten Ramplaankwartier Haarlem

Initiator Opdrachtgever	Energiecoöperatie DE Ramplaan
Bouworganisatievorm	n.t.b.
Investeerder	Wijk Energie Bedrijf 50% wijk energie coöperatie (i.o.) 50% gemeente
Financiers	80% wijk energie coöperatie (i.o.) 20% gemeente Haarlem
Subsidie	TKI: onderzoeksfase
Programma verantwoordelijke	n.v.t.
Systeem operator	Outsourcing
Markt operator	n.v.t.
Balans verantwoordelijke	n.v.t.
Meet verantwoordelijke	Wijk Energie Bedrijf
Leverancier	Wijk Energie Bedrijf
Producent warmte / koude	Vastgoed eigenaren met PVT
Afnemer warmte / koude	Vastgoed eigenaren met PVT
Netwerk eigenaar	Wijk Energie Bedrijf
Opslag eigenaar	Wijk Energie Bedrijf

11.6 Van der Pekbuurt Amsterdam

Het KoWaNet consortium heeft in samenwerking met Waternet voor 5 warmtescenario's de scores op het gebied van economie, duurzaamheid en bijkomende aspecten vergeleken voor de woningen in de Van der Pek buurt in Amsterdam Noord [3]. Deze buurt was als eerste wijk die van het gas af gaat aangewezen door de gemeente. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** s taan de warmtescenario's beschreven.

Tabel 8: Beschrijving warmtescenario's van der Pekbuurt

Warmtescenario	Omschrijving
A. Warmtenet - 70 °C	Warmte geleverd door het stadswarmtenet van Westpoort Warmte. Koeling middels airco.
D. Warmtenet - 50 °C	Warmte wordt onttrokken aan oppervlaktewater en in de bodem opgeslagen. In de wintermaanden wordt op wijkniveau 50 °C water aan de woningen geleverd. Tapwater wordt gemaakt met behulp van een elektrische bijstookboiler. Koeling middels airco.
E. Warmtenet - 40 °C	Warmte wordt onttrokken aan oppervlaktewater en in de bodem opgeslagen. In de wintermaanden wordt op wijkniveau 40 °C water aan de woningen levert en in de zomer 20°C. Tapwater wordt gemaakt met behulp van een booster warmtepomp. Koeling door het netwerk.
H. Warmtenet - 15 °C	Warmte wordt onttrokken uit oppervlakte en in de bodem opgeslagen. In de wintermaanden wordt op wijkniveau 15 °C water aan de woningen levert. Ruimteverwarming en tapwater wordt gemaakt met behulp van een individuele water-water warmtepomp. Koeling door het netwerk.
J. All-electric	Een individuele oplossing zonder warmtenet, waarbij elke woning van een lucht-water warmtepomp wordt voorzien voor verwarmen, warm water en koeling..

In het onderzoek kwamen de warmtescenario's A en H als beste uit de bus met vergelijkbare resultaten. Een vervolgonderzoek was noodzakelijk geweest om de potentie van een KoWaNet in combinatie met andere gebouwtypen (hotel/supermarkt) in en buiten de buurt beter te onderbouwen. Het is helaas niet gekomen tot dit onderzoek, omdat de betrokken woningcorporatie reeds besloten had om voor aansluiting op het hoge temperatuur warmtenet te kiezen. De betrokken bewonerscommissie wilde echter verder met een KoWaNet.

11.7 Banne Noord Amsterdam

Hetzelfde consortium als in de Van der Pek buurt heeft voor de wijk Banne Noord in opdracht van de gemeente Amsterdam op verzoek van de bewoners een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd. Het kader van het onderzoek waren de 181 particulieren woningen (jaren '70) in Oosterlengte en Westerlengte. Vijf warmtescenario's zijn met elkaar vergeleken (zie Tabel 9).



Figuur 8: Onderzoeksafbakening Banne Noord

Het geadviseerde renovatieconcept voor de woningen was om het isolatieniveau van de schil te verhogen en kierdichting toe te passen. Deze maatregelen verlagen de netto warmtevraag naar ~ 15 GJ/jaar. Er is weinig tot geen ruimte voor balansventilatie.

Een deel van de particuliere eigenaren had belangstelling voor een coöperatief KoWaNet. Het kleine aantal aansluitingen maakt een KoWaNet echter onrendabel. De financiële haalbaarheid wordt groter als de gestapelde bouw in de wijk (label C), bezit van een woningcorporatie, ook aansluit op het KoWaNet. Dit is geadviseerd en gepresenteerd op de eerste bewonersbijeenkomst. Koudevragers zijn er niet in het gebied, maar met een KoWaNet zou ook koude geleverd kunnen worden aan woningen indien zij het afgiftesysteem hierop afstemmen. Het project in Banne Noord is nog onderwerp van overleg tussen de gemeente en de bewonerscommissie.

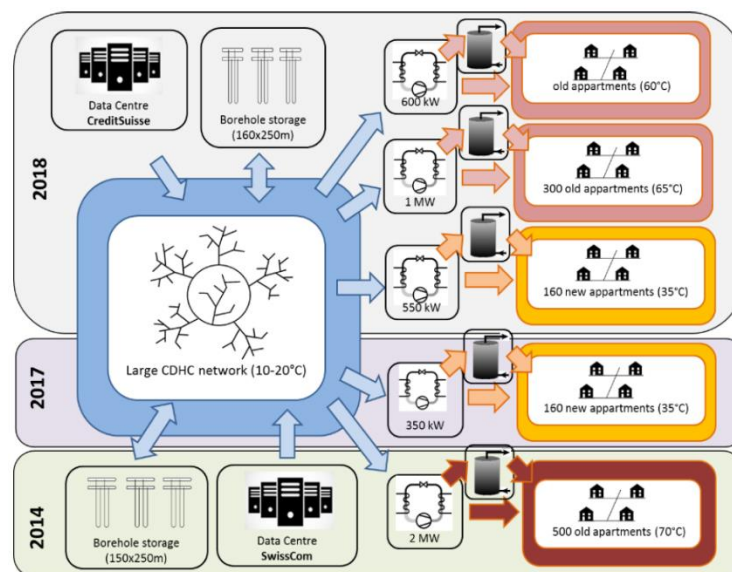
Tabel 9: Beschrijving warmtescenario's Banne Noord

Warmtescenario	Omschrijving
A. all-electric	Een individuele oplossing zonder warmtenet, waarbij elke woning van een lucht-water warmtepomp wordt voorzien.
B 50°C net TEO/WKO	Warmte wordt onttrokken uit oppervlakte water en in de bodem opgeslagen. In de wintermaanden wordt op wijkniveau 50 °C water aan de woningen levert. Tapwater wordt gemaakt met behulp van een elektrische bijstookboiler.
C. Bronnet - 15 °C TEO / WKO	Warmte wordt onttrokken uit oppervlakte water en in de bodem opgeslagen. In de wintermaanden wordt op wijkniveau 15 °C water aan de woningen levert. Ruimteverwarming en tapwater wordt gemaakt met behulp van een individuele water-water warmtepomp.
D. Bronnet - 15 °C TEA / WKO	Warmte wordt onttrokken uit een afvalwater leiding en in de bodem opgeslagen. In de wintermaanden wordt op wijkniveau 15 °C water aan de woningen levert. Ruimteverwarming en tapwater wordt gemaakt met behulp van een individuele water-water warmtepomp.
E. Warmtenet - 70 °C	Warmte geleverd door het stadswarmtenet van Westpoort Warmte
(F ZONNET)	TU Delft heeft het technische ontwerp gemaakt. WKO met regeneratie van PVT panelen. PVT voeden warmtepomp boiler (180l) – hogere COP (6,5-7) dan TEO

11.8 Anergy-grids in Zürich, Zwitserland

In Zürich, Zwitserland heet een koel warmtenet, een anergy-grid.

In 2011 de woningcoöperatie Familienheim-Genossenschaft Zürich (FGZ) met 2.300 woningen initieerde een koel warmtenet (Anergy-Grid) met 2 datacenters (Swisscom en Credit Suisse) en geothermische opslag (450 sondes tot 250m). Het netwerk breidt zich nog steeds uit. Een ijsbaan is inmiddels ook aangesloten.

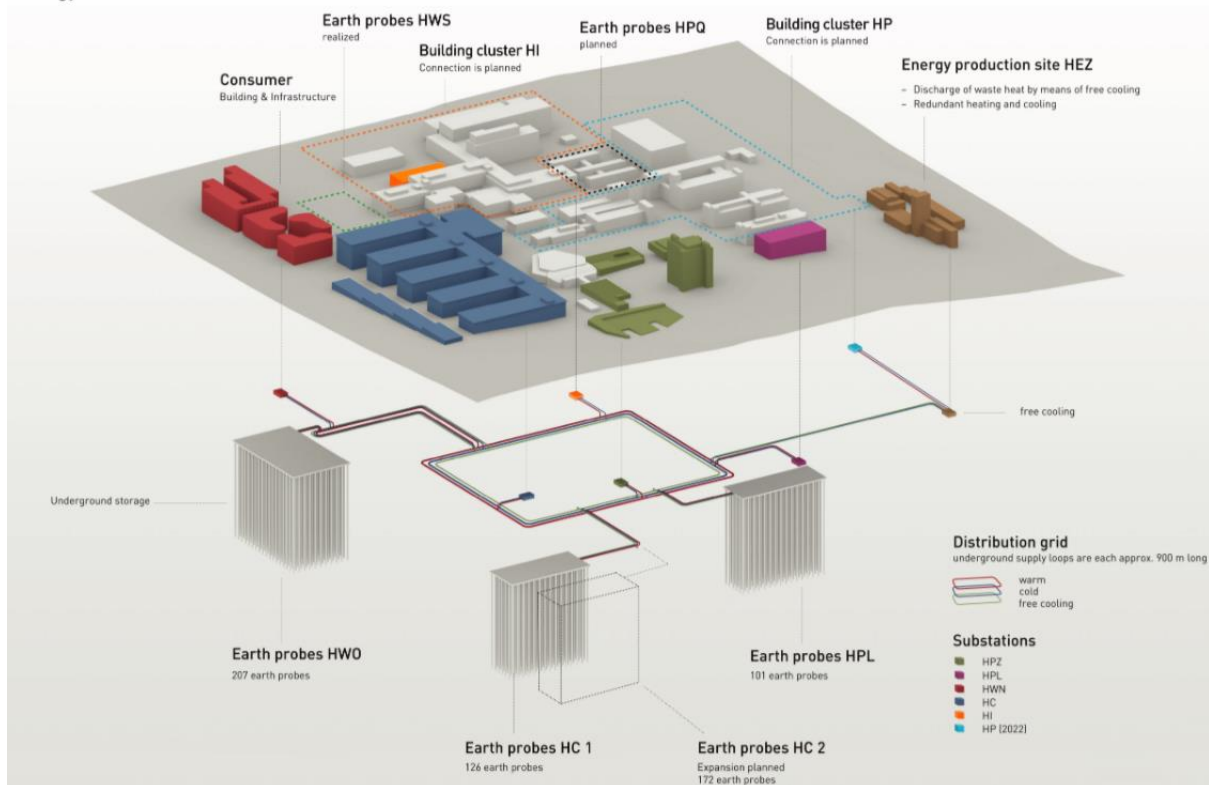


Figuur 9: Impressie uitbreiding Anergy Grid FGZ

FGZ verkoopt de energie aan de bewoners, die tevens lid zijn van de coöperatie. Derden kunnen worden aangesloten op het net. FGZ is eigenaar van het netwerk en de opslag. Anex verzorgt de warmtepompen.

Het campus van de universiteit ETH Zurich heeft een anergy-grid sinds 2013 in bedrijf en heeft zich continu uitgebreid. In 2019 bestond het netwerk uit 14 gebouwclusters, 3 geothermische opslagen en 5 substations [24] .

ETH Zurich, Campus Höggerberg
Anergy Grid



Figuur 10: Impressie Anergy Grid Höggerberg campus Zurich

11.9 MeerEnergie Amsterdam

MeerEnergie is een energiecoöperatie, dat een warmtenet wil realiseren voor alle gebouwen binnen een deel van de Watergraafsmeer in Amsterdam. Het oorspronkelijk idee was om de warmte van de Jaap Eden ijsbaan te oogsten. Door onzekerheid over de toekomst van het bestaan van de baan is dat idee losgelaten. Inmiddels wordt gewerkt aan het bepalen van de haalbaarheid om de warmte van het datacenter van Equinix gelocaliseerd op het Science Park in te zetten [25]. Firan is geïnteresseerd in het eigenaarschap van het netwerk.

Referenties

1. www.kowanet.nl
2. <https://www.tudelft.nl/tbm/exergie/doe-meer-met-de-kwaliteit-van-energie/>
3. https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/8687639/1/2_Warmtescenarios_vanderPekbuurt_v04
4. <https://aquathermie.nl/bibliotheek/default.aspx#folder=1493876>
5. <https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven>
6. www.pianoo.nl/nl/markten/gww
7. <https://www.pianoo.nl/nl/markten/marktdossier-gww/inkopen-gww/gww-inkoopstrategie-werkwijze-opdrachtgeverschap/bouworganisatievormen-in-gww-0>
8. <https://www.hieropgewekt.nl/kennisdossiers/kennissessie-warmte-4-governance-van-een-wijkwarmtebedrijf>
9. <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/kennis/praktijktips-+hoe+realiseer+ik+als+gemeente+een/default.aspx>
10. <https://aardgasvrijewijken.nl/documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1611908>
11. https://www.nweurope.eu/media/8624/wpt3_d13_heatnet-procurement-guide_v2.pdf
12. <https://departicipatiecoalitie.nl/document/>
13. Bewonersinitiatieven en gemeenten in de lokale energietransitie, Platform31/Hier Opgewekt, juni 2019
14. A. van Hal, M. Uyterlinde, M. Coen. De derde succesfactor, Programma Aardgasvrije Wijken (2020)
15. <https://www.jrf.org.uk/sites/default/files/jrf/migrated/files/jr163-community-participation-development.pdf>, pagina 64
16. Kennisdossier Coöperatieve Warmtenetten, TKI Urban Energy/Talent voor Transitie (augustus 2020)
17. [Warmteschappen rapport 202011 samenvatting.pdf \(energiesamen.nu\)](#)
18. www.mijnwater.com
19. R. Verhoeven et al. "Minewater 2.0 project in Heerlen the Netherlands: transformation of a geothermal mine water pilot project into a full scale hybrid sustainable energy infrastructure for heating and cooling," in International Renewable Energy Storage IRES 2013, 2014
20. R. Verhoeven et al. "Update (Geo-) Thermal Smart Grid Mijnwater Heerlen", European Geothermal Congres, Strassbourg France 2016.
21. www.ketelhuiswg.nl
22. <https://www.amsterdam.nl/projecten/buiksloterham/circulair/>
23. www.ramplaankwartier.nl
24. <https://ethz.ch/en/the-eth-zurich/sustainability/campus/environment/energy/energy-grid.html>
25. <https://meerenergie.amsterdam/>