

# Rapport Nagele in Balans

Van idee via pilot tot aan heroriëntatie.

# Colofon

**Opdrachtgever:**

*Regiegroep*

**Gedelegeerd opdrachtgever:**

*Nagele Warmte BV*

**Tekst:**

*INNAX/DubbelDwars Advies/Ede-Wageningen Engineering/Harmelink Consulting*

***Nagele, 14 februari 2023***

*Voor meer informatie over deze publicatie kunt u contact opnemen met Rutger Bergboer, gemeente Noordoostpolder via [r.bergboer@noordoostpolder.nl](mailto:r.bergboer@noordoostpolder.nl)*

# Samenvatting

## Inleiding

De dorpskern van Nagele telt 497 woningen, waar recentelijk nog enkele woningen en appartementen zijn bijgebouwd. Naast woningen, zijn er in het dorp ook andere gebouwen: 3 (voormalige) schoolgebouwen, 4 (voormalige) kerkgebouwen en een multifunctionele accommodatie. Een aantal gebouwen in Nagele is Rijksmonument of gemeentelijk monument. Het oorspronkelijke deel van het dorp onderscheidt zich door de strak toegepaste opzet van woonhoven waar steeds circa 50 woningen gesitueerd zijn rond een groot centraal middenveld.

In 2016 is door vereniging Dorpsbelang een verkenning uitgevoerd die tot de conclusie leidde dat Nagele experimenteeruimte bood voor opwek en gebruik van duurzame energie. Via een prijsvraag die in 2017 werd uitgeschreven, werd begin 2018 gekozen voor het concept 'Nagele in Balans'. Dit concept houdt in dat zoveel mogelijk energie binnen Nagele wordt opgewekt én opgeslagen in de zomer voor gebruik in de winter en andere seizoenen. Hierdoor blijft energievoorziening over het hele jaar zoveel mogelijk 'in balans'. Op deze manier kan afscheid genomen worden van de aardgasdistributie door netbeheerder Liander, zonder dat het noodzakelijk is om het bestaande elektriciteitsnet ingrijpend te verzwaren.

Vlak na de keuze voor het project Nagele in Balans, werd het Programma Aardgasvrije Wijken (PAW) door het Rijk gelanceerd. Samen met de gemeente werd het projectidee ingestuurd en met succes: Nagele in Balans werd na de zomer van 2018 verkozen tot proeftuin project en de gemeente Noordoostpolder kreeg een decentralisatie-uitkering toegekend van € 4.224.500, -. Besloten werd om te starten met een pilotproject, waarin het winnende prijsvraagconcept op kleine schaal werd toegepast. Dit resulteerde in een kleinschalige collectieve warmtevoorziening op basis van zonthermie, een seizoens- en een dagbuffer voor 8 woningen en een voormalig schoolgebouw dat in gebruik is als gemeenschapsgebouw. Begin december 2021 is het warmtesysteem in gebruik genomen.

## Technische oplossingsrichtingen en bevindingen

### *Pilotproject*

Het uiteindelijke ontwerp van het pilotproject, ook wel genaamd 'Kernvariant', omvat:

- Zonthermische collectoren op de daken van de betreffende gebouwen. Er is gekozen voor U-buis

vacuüm collectoren. Deze collectoren leveren hoge temperatuur warmte, tot meer dan 100°C. Op de daken van de woningen en gebouw De Acht zijn respectievelijk 84 en 101 collectoren geplaatst.

- De centrale techniekruimte is ondergronds geplaatst en omvat de belangrijkste regeltechniek en twee warmtepompen - van 60kWth en 20kWth. De 60kWth warmtepomp betreft warmte uit de seizoensbuffer en de 20kWth warmtepomp onttrekt warmte aan een netwerk aan de buitenzijde van de seizoensbuffer. Er zijn custom made warmtepompen toegepast met een beoogde verdamperzijdige temperatuur tussen de 5°C en 35°C. In dit bereik ligt het efficiëntiegemiddelde (COP) volgens het ontwerp tussen de 3 en 5.
- Een dagbuffer (peakshaver) van 24 m<sup>3</sup> als centraal verdeelpunt naar de gebruikers. Deze dagbuffer waarborgt een stabiele leveringstemperatuur bij een hogere brontemperatuur vanuit de collectoren of vanuit de seizoensbuffer. Bij een lagere brontemperatuur zorgen de warmtepompen voor verhoging van de temperatuur naar 70°C. In dat geval hoeft alleen de dagbuffer verwarmd te worden en niet de volledige seizoensbuffer, wat veel energieverbruik scheelt.
- Een seizoensbuffer om zomerwarmte op te slaan, deze is opgebouwd volgens het systeem van HoCoSto. Er wordt een buffer van ca. 1.000 m<sup>3</sup> gebruikt. De trapeziumvormige buffer is onder het grasveld ingegraven, is rondom voorzien van een 24 cm isolatielaag en meet ongeveer 20x16x4 meter.
- Een warmtenet naar de woningen met een afleverzet voor de levering van verwarming en warm water. Het warmtenet is (deels) over het dak van de woningen aangelegd en de afleverzet is geplaatst op de plek van de cv-ketel. De dakdoorvoer van de rookgasafvoer is gebruikt als doorvoer voor de warmteleiding.
- De oorspronkelijke cv-ketel van De Acht is in het systeem opgenomen en dient als back-up en pieklust installatie, in geval van storingen en voor het geval de warmtepomp in een koude winter onvoldoende vermogen kan leveren.
- De onder architectuur gebouwde 'Zonneschoorsteen' voor de stijgleidingen naar het dak van de woningen.

Na oplevering van de Kernvariant waren gebruikers tevreden, maar we zagen dat het energetisch rendement bij lange na niet overeenkwam met de verwachtingen. 2022 was het eerste jaar van een inregelperiode van twee jaar. Het gerealiseerde rendement bleef het eerste jaar sterk achter bij het ontwerpendement. Eind 2022 was er nog geen zicht op substantiële verbetering van het energierendement. Op het moment van schrijven van dit rapport is er een onderzoek gaande naar de mogelijke oorzaken van het achterblijvende rendement. Het rapport met de bevindingen wordt voor de zomer van 2024 afgerond. Toch is al een aantal oorzaken aan te wijzen voor de achterblijvende energieprestatie, onder andere:

- De warmtevraag was lager dan in de ontwerpfase was geraamd, waardoor de energie voor besturingssystemen en circulatiepompen relatief een groter aandeel van de hulpenergie vormde dan voorzien, hierdoor kwam het totaalrendement lager uit.
- De retourtemperatuur uit de installaties van de woningen en het schoolgebouw was in de praktijk hoger dan in het ontwerp was voorzien, dit komt onder andere doordat de binneninstallaties niet optimaal zijn ingeregeld.
- In de seizoensbuffer trad geen stratificatie op, waardoor de temperatuur in de seizoensbuffer in de herfst betrekkelijk snel onder 70°C daalde en de warmtepomp moest worden ingezet om de leveringstemperatuur te handhaven. De stratificatie bestaat uit temperatuurgelaagdheid, dit is op pagina 29 nader uitgelegd.
- In de dagbuffer trad geen stratificatie op waardoor de installatie niet optimaal werkte en het rendement van het systeem lager was dan was voorzien.
- Tijdens het ontwerpproces werd het berekende rendement te hoog ingeschat. Onder andere door de vlakke opstelling van de heatpipes werd aan het eind van de winter minder warmte opgevangen dan voorzien, waardoor de warmtepomp tot begin mei werd ingezet, terwijl in het ontwerp was voorzien dat eerder in het jaar al voldoende warmte beschikbaar zou zijn om passief te verwarmen.
- De geleverde warmtepomp sloot niet aan bij het ontwerp voor het temperatuurtraject van de verdamper waardoor het rendement niet optimaal was en de

warmtepomp in storing viel als de temperatuur in de seizoensbuffer lager was dan 15-20°C .

- Na de zomer van 2023 is een onderzoek gestart in opdracht van RVO en in samenwerking met TU Delft naar de energieprestatie van het systeem tijdens het stookseizoen 2023/2024 en naar de mogelijkheden om de energieprestaties te verbeteren.

### ***Dorpsbrede oplossing***

- Het oorspronkelijke plan was om de woonhoven in het dorp één voor één aan te sluiten op eenzelfde soort warmtesysteem en zo Nagele in stappen van ongeveer 50 woningen per keer aardgasvrij te maken. Gezien de leerpunten uit het pilotproject en de wens om meer bewoners sneller aan te sluiten, hebben we de plannen gewijzigd. Het idee was om in plaats van een oplossing per hof, een grote 'dorps(seizoens)buffer' met daarbovenop een thermisch collectorveld te realiseren aan de rand van het dorp. Vanuit deze dorpsopslag konden via een centraal warmtenet de woningen en overige gebouwen van warmte worden voorzien. De seizoensbuffer was voorzien op de ijsbaan en het idee was om rondom het collectorveld een skeelerbaan te realiseren.
- Voor het concept van de dorpsbrede warmteopwek werd uitgegaan van de basisingrediënten zoals deze ook in de Kernvariant waren toegepast: zonnecollectoren, (seizoens)buffering, warmtepompen. Een belangrijk verschil met de buffering zoals deze in de Kernvariant was toegepast, was dat we uitgingen van een gestratificeerde buffer. In deze verticale, cilindervormige buffer zou het temperatuurverschil tussen de boven- en onderkant veel groter zijn dan in de buffer zoals die in de Kernvariant is toegepast. Deze stratificatie is belangrijk voor een optimalere werking van de warmtepomp. Voor de warmtevraag van Nagele werd op basis van het gasverbruik een gebruiksprofiel opgesteld. Aanvullend werden de warmteverliezen in het warmtenet vastgesteld en meegerekend.

Op basis van de afname het gebruiksprofiel werd door Ede-Wageningen Engineering een simulatiemodel opgesteld. De volgende varianten werden uiteindelijk in dit simulatiemodel opgenomen:

1. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer van waaruit passief<sup>1</sup> wordt geleverd;

---

<sup>1</sup> Passief wil zeggen: de verkregen warmte kan rechtstreeks worden gebruikt in de woningen. Er hoeft geen aanvullende energie te worden gebruikt voor naverwarming/boostering.



2. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer van waaruit passief wordt geleverd, en bij lagere temperaturen in de buffer 'actief' wordt opgewaardeerd met een MT-luchtwarmtepomp;
3. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer die als warmtebron wordt gebruikt voor een MT-water/water warmtepomp;
4. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer die als warmtebron wordt gebruikt voor een MT-water/water warmtepomp, gecombineerd met een WKO-bron voor de koude/donkere periode.

Het simulatiemodel laat zien dat de combinatie van zonthermie en WKO voor de hand liggend lijkt. In de zomer is er doorgaans een groot overschot aan warmte: de capaciteit van de zonthermische collectoren in een veldopstelling is in de zomer zo groot dat als de buffers volledig zijn geladen, er nog een ruim overschot aan warmte zou moeten zijn. Deze warmte kan worden benut om de WKO te regenereren zodat inzet van dry-coolers of iets dergelijks niet nodig is.

## Financiële oplossingen en bevindingen

De begrote Capital Expenditures (CAPEX) voor de Kernvariant was ruim € 1 miljoen en de realisatie viel circa 10% hoger uit. Naast de CAPEX, werden ook de operationele kosten (Operational Expenditures, OPEX) begroot. Kosten voor service en onderhoud vielen de eerste twee jaren nog binnen de inregelperiode en voor de periode daarna waren er afspraken met HoCoSto gemaakt in het Design Build Maintain en Operate (DBMO) contract. Voor bemeting en rapportages ten behoeve van eigen verbruik, verbruiksoverzichten en de SDE+-subsidie waren afspraken gemaakt met INNAX en Flamco. Uiteraard waren posten voor onder andere hulpenergie, verzekering en begeleiding begroot. Echter, deze vielen aanmerkelijk hoger uit dan verwacht. Redenen hiervoor waren onder andere:

- Het technisch rendement van de installatie bleek minder goed te zijn dan verwacht.
- Tegelijkertijd waren elektriciteitsprijzen extreem hoog gedurende de COVID pandemie.
- Het vinden van een verzekeraar voor het systeem bleek veel lastiger dan verwacht; onbekendheid met het

systeem en het feit dat delen van het systeem ondergronds waren gebouwd, maakten dat partijen huiverig waren om een offerte uit te brengen. Uiteindelijk lukte het om via een herverzekeraar het hele systeem verzekerd te krijgen. Echter, de drempelbedragen van verzekeringen liggen bij herverzekeraars hoger dan bij directe verzekeraars, wat resulteerde in hogere verzekeringspremies dan verwacht en begroot.

- Tenslotte zorgden al deze zaken ervoor dat begeleiding beduidend meer tijd en energie vroeg dan vooraf was begroot, dus ook de kosten voor deze post waren hoger dan verwacht.

De investeringskosten van scenario 4 voor de dorpsbrede aanpak waren begroot op ongeveer € 11,7 miljoen exclusief kosten voor huisaansluitingen, de diverse ontwerpfasen, vergunnings- en participatietrajecten en technische ruimten. Hierbij is het belangrijk om aan te geven dat dit eerste grove inschattingen betroffen waarbij er nog veel onzekerheden waren en zijn.

Naast de decentralisatieuitkering uit de deelname uit het PAW, werd in het project Nagele in Balans ook gekeken naar andere subsidies. Er is gebruik gemaakt van uitvoeringssubsidies van Provincie Flevoland en Energie Expertisecentrum Flevoland (EEF), na veel moeite kon SDE+ ingezet worden, de woningbouwcorporatie kon gebruik maken van de Stimuleringsregeling Aardgasvrije Huurwoningen (SAH), de particuliere bewoners van de ISDE, Rijksdienst Cultureel Erfgoed leverde een bijdrage en de subsidieregelingen EFRO/Kansen voor West 2, LIFE, DEI+ en WIS zijn verkend, maar (nog) niet aangevraagd. Helaas bleken medio 2023 de scenario's voor een dorpsbrede oplossing geen van alle financieel haalbaar te zijn. Op het moment van schrijven wordt dan ook naar alternatieve oplossingen gekeken.

## Governance

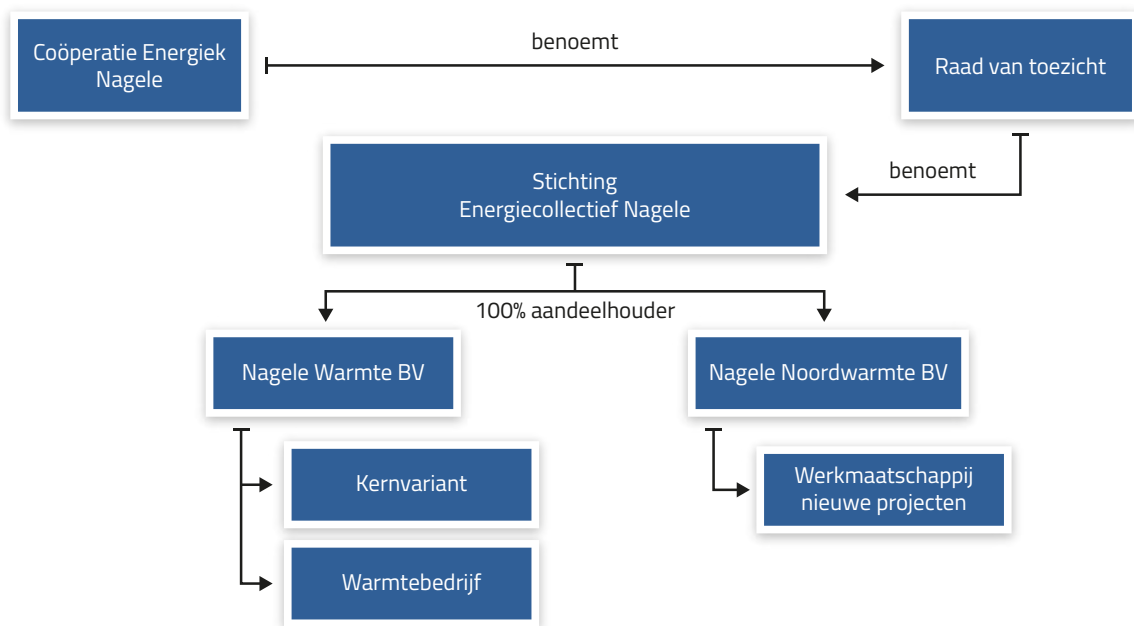
### Organisatie

Toen bekend werd dat Nagele in Balans was geselecteerd als proeftuin door het PAW, werd het idee tot een volwaardig projectplan uitgewerkt met de hulp van INNAX. Medio 2019 was het projectplan afgerond en zetten alle betrokken partijen –Gemeente Noordoostpolder, woningcorporatie Mercatus en Energiek Nagele- als Regiegroep hun handtekening onder het definitieve projectmanagementplan. Dit was het moment waarop het bestuur van Coöperatie Energiek Nagele besloot dat het meer inhoudelijke kennis en expertise nodig had om het nu uitgewerkte projectplan te kunnen realiseren. Er werd in de zomer van 2019 een Comité van Advies opgericht, waarvan de leden actief meedachten over belangrijke zaken, die eerst aan hen werden voorgelegd, voordat ze in de Regiegroep werden ingebracht. Dit Comité is na realisatie van de pilot opgeheven, waarna een Raad van Toezicht werd opgericht.

In de Regiegroep zijn Gemeente Noordoostpolder (wethouder), woningcorporatie Mercatus (directeur) en

Energiek Nagele (bestuur) als ondertekenaars van het projectplan verenigd. Deze Regiegroep is in 2019 opgericht en neemt uiteindelijk de belangrijkste beslissingen. Parallel hieraan werd de bewonersadviescommissie (BAC) opgericht. Deze BAC bestaat uit ongeveer acht inwoners uit verschillende woonhoven die 3 à 4 keer per jaar bijeenkomen om mee te denken over onze plannen. Zij zijn ook ambassadeurs van het project. Ook besloten we destijds om een lokale projectleider in te huren voor zo'n 25 à 30 uur per week, omdat dit project te omvangrijk was om dit door vrijwilligers te laten sturen. De lokale projectleider heeft zich gedurende de tijd laten adviseren door een klein team van (parttime) betrokken adviseurs.

Als indiener van het PAW-project had Gemeente Noordoostpolder ruim € 4,2 miljoen euro toegewezen gekregen vanuit het PAW. De gemeente verstreekte de subsidiegelden aan Stichting Energiecollectief Nagele, die deze op haar beurt aan Nagele Warmte B.V. verstreekte. Deze constructie kan alleen gebruikt worden als de gemeente geen regierol heeft, wat in Nagele ook niet het geval is. Hieronder wordt de organisatiestructuur weergegeven.



### Demarcatie

Nagele Warmte B.V. is eigenaar van alle toestellen c.q. apparatuur voor de productie, distributie en levering van warmte voor ruimteverwarming en voor verwarming van tapwater en alle daarbij behorende hulptoestellen met uitzondering van de binneninstallatie. De binneninstallatie is eigendom van de gebouweigenaar. Gebouweigenaren verlenen een recht van opstal aan Nagele Warmte B.V.

voor die onderdelen van het warmtesysteem die op/ aan hun woningen zijn geplaatst. Het recht van opstal is woninggebonden, wat wil zeggen dat het warmtenet ook bij verkoop van een woning of gebouw eigendom blijft van Nagele Warmte B.V.

## Tariefstelling

De achtergrondgedachte bij Nagele in Balans was en is 'van, voor en door Nagele'. Dat betekent dat er geen doelstelling is om winst te maximaliseren; alles is gericht op een op lange termijn gezonde bedrijfsvoering met behoud van een acceptabele tariefstructuur. De starttarieven werden in 2021 bepaald op basis van 'niet meer dan nu', hetgeen ooit was aangegeven als uitgangspunt richting bewoners. Hierbij werd uitgegaan van de werkelijke energierekeningen van 2020 om voor de bewoners een echt kostenneutrale overstap te kunnen maken. Met Mercatus werden afspraken gemaakt over het vergoeden van een deel van het vastrecht van de huurders, wat overeenkomt met de kosten voor beheer en onderhoud van de cv-ketel.

Het uitgangspunt 'niet meer dan nu' is op termijn niet houdbaar, aangezien Nagele Warmte B.V. zelf ook met stijgende kostenniveaus te maken krijgt voor bijvoorbeeld de hulpenergie die nodig is voor het systeem. Het uitgangspunt op het moment van schrijven is dan ook dat tarieven in de toekomst worden geïndexeerd met een prijsindex die is losgekoppeld van de gasprijs en die de werkelijke kostenontwikkeling kan volgen.

## Leerpunten

In aanvulling op de hiervoor weergegeven informatie die we verzameld hebben, zijn er interviews gehouden met betrokkenen door Harmelink Consulting. Mirjam Harmelink was niet inhoudelijk betrokken bij het project, wat de reden is geweest om haar als niet-bevooroordeelde partij te vragen om interviews te houden. Op basis van de interviews zijn de volgende leerpunten geformuleerd:

- Het uitschrijven van een prijsvraag was een goed instrument om de horizon te verbreden en bood een directe opstap naar een subsidieaanvraag en de aanbesteding.
- Het technische energieconcept is eenvoudig, schaalbaar en vergt weinig aanpassingen aan de woning, maar de oplossing is kwetsbaar en kan niet alle beloftes waarmaken.
- Een goede samenwerking, gedeelde visie, oplossingsgerichte houdingen commitment van de gemeente, de woningbouwcorporatie en de energie coöperatie waren de sleutel in de realisatie van het project.

- Een projectteam en regiegroep met de juiste mix van mensen, die tijdig externe deskundigen inschakelden om problemen op te lossen, waren een belangrijke sleutel voor het "op koers houden" van het project.
- Een goede governance structuur met een duidelijke rol-en taakverdeling en mogelijkheid voor opschalen bij problemen zijn goede basis voor besturing en uitvoering van het project.
- Goede communicatie vanuit de projectleiding richting bewoners heeft gezorgd voor draagvlak en het over de streep trekken van bewoners<sup>2</sup>.
- Door het werken met een DBMO (Design, Build, Maintenance and Operate) contract werden garanties ingebouwd dat een concept werd neergezet dat langjarig houdbaar is.
- In de communicatie binnen en rond het project is onvoldoende benadrukt dat het ging om de implementatie van een innovatief energieconcept dat nog niet in de praktijk was getest.
- Op het moment van implementatie was het totale technische concept nog onvoldoende getest en gevalideerd en nog niet beheersbaar, waardoor het geïmplementeerde systeem nog "kinderziektes" heeft en niet de afgesproken prestaties kan leveren.
- Realisatie van het project was te afhankelijk van één innovatieve partij, die niet in alle fasen van het project de juiste partij/persoon was voor een succesvolle implementatie van het project.

---

<sup>2</sup> Deze conclusie is gebaseerd op interview met 2 bewoners (1 huurder en 1 eigenaar-bewoner). Dat aantal is te weinig om te kunnen zeggen of deze observatie breed gedeeld wordt onder andere bewoners in Nagele.





# Inhoud

<b>Voorwoord</b> .....	<b>10</b>
<b>Overzicht indeling Nagele</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>12</b>
1.1 Het dorp Nagele.....	12
1.2 Het project Nagele in Balans.....	12
1.3 Van idee naar uitvoering.....	12
<b>2. Technische oplossingsrichtingen en bevindingen</b> .....	<b>14</b>
2.1 Het concept 'Nagele in Balans' .....	14
2.2 Pilotproject 'Kernvariant' .....	16
2.3. Dorpsbreed warmtenet.....	24
<b>3. financiële oplossingsrichtingen en bevindingen</b> .....	<b>30</b>
3.1 Uitgangspunten .....	30
3.2 Financiële inschattingen bij de start van het project.....	30
3.3 Financiële realisatie pilot Kernvariant.....	32
3.4 Financiële inschattingen dorpsbreed warmtenet.....	33
3.5 Subsidies .....	33
3.6 Financiering .....	34
<b>4. Governance</b> .....	<b>36</b>
4.1 Overzicht betrokken partijen en wijze van aanpak.....	36
4.2 Prijsvraag Nagele in Balans (2016 – 2018).....	37
4.3 Pilot Kernvariant (2018-2021).....	38
4.4 Dorpsbreed warmtenet (2022 – 2023).....	41
4.5 Juridische en administratieve keuzes .....	44
4.5.1 Juridische structuur .....	44
4.5.2 Demarcatie van eigendom .....	45
4.5.3 Overeenkomsten met afnemers .....	45
4.6 Administratieve keuzes .....	45
4.6.1 Verzekeringen .....	45
4.6.2 Tariefstelling, klantenadministratie en klantcontact .....	46
<b>5. Leerpunten op basis van interviews</b> .....	<b>50</b>
<b>6. Gebruikte afkortingen</b> .....	<b>54</b>
<b>7. Gebruikte bronnen</b> .....	<b>55</b>



## Voorwoord

Voor u ligt het rapport 'Nagele in Balans – van idee, via pilot, naar heroriëntatie.' Hierin nemen we u mee langs onze opgedane kennis en ervaringen van de afgelopen jaren. De reden voor het uitbrengen van dit rapport is dat we verwachten dat veel dingen die zijn ervaren of uitgezocht, ook voor anderen bruikbaar zijn. Daarbij schromen we niet om de dingen die niet goed zijn gegaan ook te delen, zodat anderen hiermee in hun projecten tijdig rekening kunnen houden.

Het rapport beslaat de periode van de ideevorming in 2017 tot en met het pauzeren van de plannen voor een dorpsbreed warmtenet medio 2023. We gaan in op technische, financiële en governance aspecten. Diverse projectteamleden hebben bijgedragen aan het samenstellen van dit rapport of ervaringen gedeeld tijdens de interviews. Daarnaast hebben we ook een aantal andere stakeholders gevraagd om te reflecteren op het project. Alle interviews zijn door een externe partij gedaan. Daarmee is een objectief en onafhankelijk beeld ontstaan van het proces en werd voorkomen dat wegens onderlinge vooringenomenheid vanuit de vragensteller of geïnterviewde belangrijke informatie achterwege zou blijven.

Het is jammer dat we uiteindelijk hebben moeten besluiten om de plannen voor de realisatie van een dorpsbreed warmtenet te pauzeren. Eén groot warmtenet bleek voor ons dorp medio 2023 qua tijd en geld voorlopig niet meer haalbaar. Dit betekent niet dat Nagele in Balans als project is gestopt of helemaal niets heeft opgeleverd. Integendeel, er is genoeg te doen en geleerd. Op het moment van schrijven kijken we naar de noodzakelijke optimalisatie van

het energierendement voor de pilot en daarnaast werken we aan een warmteoplossing die gebaseerd is op kleinere collectieve systemen, zogenaamde micronetten. Bovendien, Nagele in Balans is een proeftuin waarin we ruimte hebben geboden aan het experiment en waar met vallen en opstaan ongelooflijk veel is geleerd. Deze publicatie getuigt daarvan.

Het rapport start met een hoofdstuk waarin we meer achtergrond delen over het dorp Nagele en het project 'Nagele in Balans'. Vervolgens gaan we in op de technische aspecten zoals het programma van eisen, de realisatie en prestaties van een pilotproject en tenslotte hetgeen we in technisch opzicht hebben uitgezocht ten behoeve van de dorpsbrede oplossing. Nadat we de technische aspecten hebben belicht, lichten we ook de financiële punten verder toe. We vervolgen met de governance, waarna we eindigen met een opsomming van leerpunten. Deze leerpunten zijn ook door het document heen te vinden en ze zijn geformuleerd op basis van de interviews met betrokkenen en belanghebbenden. Graag willen we iedereen bedanken die daar in alle openheid aan heeft bijgedragen.

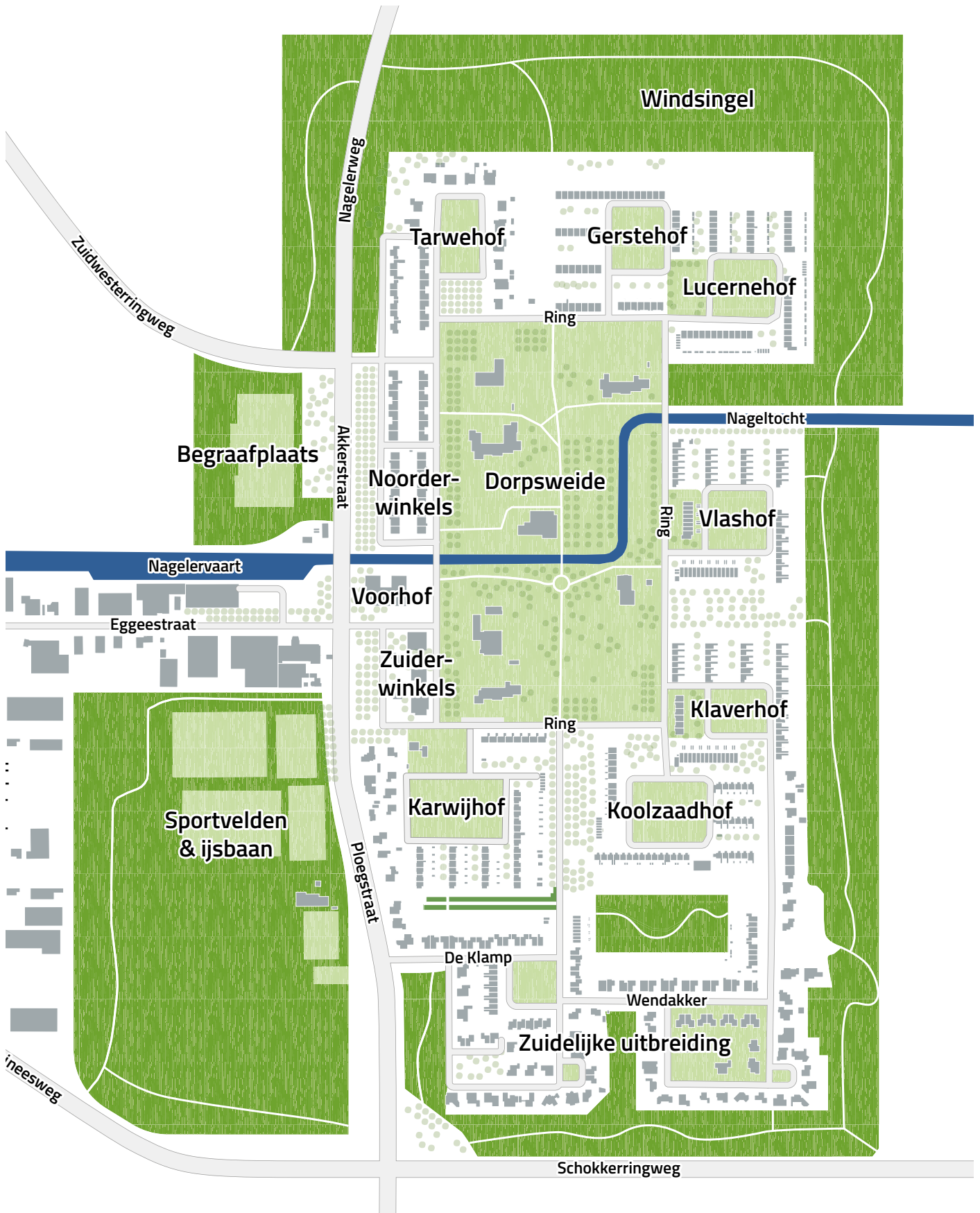
Geheel in stijl sluit ik graag af met een citaat van de Engelse kunstenaar William Blake:

*"De ware methode om kennis op te doen is het experiment"*

Veel leesplezier!

Rutger Bergboer  
Projectleider 'Nagele in Balans'

# Overzicht indeling Nagele



Figuur 1: Overzicht indeling Nagele



# 1. Inleiding

## 1.1 Het dorp Nagele

Nagele is in de jaren '50 van de vorige eeuw ontworpen door een collectief van architecten waaronder Rietveld, Bakema, Van Eesteren en Van Eyck. De betrokken architecten hebben hun ideeën over de woning en woonomgeving van de toekomst toegepast in Nagele. Alle woningen hebben platte daken, omdat de heersende opvatting onder de architecten was dat zolders toch alleen maar werden gebruikt voor nutteloze opslag. Ook zijn de woningen voorzien van veel glas aan beide zijden, wat in die tijd bijzonder was. De doorzonwoning werd hier als eerste plek in Nederland op grotere schaal toegepast. Kortom, Nagele is een icoon van Het Nieuwe Bouwen.

De dorpskern telt 497 woningen, waar in de afgelopen periode nog enkele woningen zijn bijgebouwd. 185 van deze woningen zijn in eigendom van woningbouwcorporatie Mercatus, 32 zijn in handen van Vereniging Hendrick de Keyser, de overige woningen zijn particulier eigendom. Naast woningen, zijn er in het dorp ook andere gebouwen: 3 (voormalige) schoolgebouwen, 4 kerkgebouwen en een multifunctionele accommodatie. Een aantal gebouwen in Nagele is Rijksmonument of gemeentelijk monument. Hoewel het dorp geen officiële status heeft als beschermd dorpsgezicht worden de architectuur, openbare ruimte en stedenbouwkundige opzet nauwlettend gemonitord door gemeente, provincie en rijksoverheid. Het oorspronkelijke deel van het dorp onderscheidt zich door de strak toegepaste opzet van woonhoven waar steeds circa 50 woningen gesitueerd zijn rond een groot centraal middenveld.

## 1.2 Het project Nagele in Balans

Nagele is één van de dorpen die zogenoemde windgelden ontvangt als compensatie voor het Windpark

Noordoostpolder. Door Dorpsbelang Nagele was bij het ontvangen van een bedrag van de Windkoepel Noordoostpolder besloten dat driekwart hiervan naar duurzame energie zou gaan. In 2016 is door Dorpsbelang een verkenning uitgevoerd die tot de conclusie leidde dat Nagele experimenteeruimte bood voor opwek en gebruik van duurzame energie. Nagele zou een zelfvoorzienend dorp kunnen worden en daarmee model staan voor de rest van het land, net zoals het dorp ooit model stond voor stedenbouwkundige en architectonische vernieuwing.

Maar hoe kwamen we op vernieuwende ideeën voor een duurzame energievoorziening? In 2017 werd hiervoor een prijsvraag in het kader van 'Energielab Nagele' uitgeschreven. Hierin werden architecten, ontwerpers, energiedeskundigen, technische universiteiten en uitvinders uitgedaagd om Nagele op een nieuwe manier duurzaam te maken. We werden begeleid door de professionele organisatie Architectuur Lokaal, die gespecialiseerd is in dit soort prijsvragen. Zo ongeveer alle partijen met wie we in het dorp te maken zouden krijgen, werden betrokken: Gemeente Noordoostpolder, Waterschap Zuiderzeeland, Dorpsbelang Nagele, de ondernemersvereniging, het museum, woningcorporatie Mercatus, erfgoedorganisatie Vereniging Hendrick de Keyser en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE). Door al deze partijen aan de voorkant te betrekken, verrasten we hen niet met een plan achteraf en vergrootten we de kans op enthousiasme bij alle partijen.

In dit Energielab Nagele konden organisaties en individuen meedenken over mogelijke oplossingen voor het aardgasvrij maken van Nagele. De prijsvraag leverde 27 ideeën op. Begin 2018 werd unaniem gekozen voor het concept 'Nagele in Balans' dat als doel had om op termijn Nagele aardgasvrij te maken. Dit concept houdt in dat zoveel mogelijk energie binnen Nagele wordt opgewekt én opgeslagen in de zomer voor gebruik in de winter en andere seizoenen. Hierdoor blijft energievoorziening over het hele jaar zoveel mogelijk 'in balans'. Op deze manier kan afscheid genomen worden van de aardgasdistributie door netbeheerder Liander, zonder dat het noodzakelijk is om het bestaande elektriciteitsnet ingrijpend te verzwaren.

## 1.3 Van idee naar uitvoering

Vlak na de keuze voor het project Nagele in Balans, werd het Programma Aardgasvrije Wijken (PAW) door het Rijk

gelanceerd. Initieel was het idee van de energiecoöperatie om gaandeweg fondsen te gaan werven voor de realisatie van Nagele in Balans. De start van het PAW bood echter een unieke kans om hierin versnelling aan te brengen. Besloten werd om samen met de gemeente het projectidee in te sturen als kanshebber voor een proeftuin project in het kader van PAW. Met succes: Nagele in Balans werd na de zomer van 2018 verkozen tot een van de 27 proeftuin projecten!

Voor de proeftuin in Nagele is een decentralisatie-uitkering toegekend van € 4.224.500, - aan de gemeente Noordoostpolder. Het project werd hiermee onderdeel van het PAW. Dit betekende ook dat er aanvullende doelstellingen waren. De door PAW geformuleerde doelen zijn waaraan Nagele in Balans moet bijdragen, zijn:

- a. Het aardgasvrij maken van de Wijk.
- b. De opbouw van kennis en ervaring met betrekking tot het aardgasvrij maken van de Wijk.
- c. Het leveren van een bijdrage aan het Kennis- en Leerprogramma.
- d. Het verwerven van inzicht in de condities die nodig zijn om de gekozen aanpak te consolideren, op te schalen en elders toe te passen.

Besloten werd om te starten met een pilotproject, waarin het winnende prijsvraagconcept op kleine schaal werd toegepast. Dit resulteerde in een kleinschalige collectieve warmtevoorziening op basis van zonthermie, een seizoens-

en een dagbuffer voor 8 woningen en een voormalig schoolgebouw dat in gebruik is als gemeenschapsgebouw. Begin december 2021 is het warmtesysteem in gebruik genomen. De gebruikers waren tevreden, maar we zagen dat het energetisch rendement bij lange na niet overeenkwam met de verwachtingen.

Het oorspronkelijke plan was om de woonhoven in het dorp één voor één aan te sluiten op eenzelfde soort warmtesysteem en zo Nagele in stappen van ongeveer 50 woningen per keer aardgasvrij te maken. Gezien de leerpunten uit het pilotproject en de wens om meer bewoners sneller aan te sluiten, hebben we de plannen gewijzigd. Het idee was om in plaats van een oplossing per hof, een grote 'dorps(seizoens)buffer' met daarbovenop een thermisch collectorveld te realiseren aan de rand van het dorp. Vanuit deze dorpsopslag konden via een centraal warmtenet de woningen en overige gebouwen van warmte worden voorzien. De seizoensbuffer was voorzien op de ijsbaan en het idee was om rondom het collectorveld een skeelerbaan te realiseren. Dit multifunctionele ruimtegebruik kon op enthousiasme van het dorp rekenen. Er zijn verschillende varianten van dit idee voor een dorpsbrede oplossing uitgewerkt. Helaas bleken deze medio 2023 geen van alle financieel haalbaar te zijn. Om die reden werd besloten om deze projectontwikkeling pauzeren en naar alternatieve oplossingen te gaan kijken. In de volgende hoofdstukken gaan we in op de technische, financiële en governance aspecten van de verschillende fasen van Nagele in Balans.

### **Leerpunt:**

Het uitschrijven van een prijsvraag was een goed instrument om de horizon te verbreden en bood een directe opstap naar een subsidieaanvraag en de aanbesteding.

### **Sterke punten volgens geïnterviewden:**

- Het uitschrijven van een prijsvraag was een goede manier om ideeën op te halen over de mogelijkheden voor verduurzaming van Nagele. De prijsvraag heeft het blikveld voor Energiek Nagele verbreed en hen in contact gebracht met nieuwe partijen voor samenwerking.
- Door de goede opzet en voorbereiding van de prijsvraag kon het winnende concept eenvoudig worden omgezet naar een PAW-subsidieaanvraag en voldeed deze ook aan de criteria voor een aanbesteding.

Een aandachtspunt dat door een geïnterviewde werd genoemd, was of het verstandig is geweest de gewonnen prijsvraag meteen te beschouwen als een aanbesteding en de winnende partij de volledige uitvoering te gunnen. Voordeel van deze werkwijze – "Bouwteam aanpak" – is dat maar met één partij overlegd hoeft te worden en er geen onderhandelingen nodig zijn op bestekniveau. Nadeel van deze aanpak is dat de winnende partij ook verantwoordelijk is gemaakt voor onderdelen waar deze geen trackrecord op had.



## 2. Technische oplossingsrichtingen en bevindingen

### 2.1 Het concept 'Nagele in Balans'

Het concept "Nagele in Balans" is de uitkomst van de prijsvraag die in 2017 werd uitgeschreven. Ten behoeve van de prijsvraag was het plan "Nagele in Balans" slechts conceptueel uitgewerkt. Medio 2018 werd door het ministerie BZK de eerste ronde opengesteld van het PAW. Dat bood Energiek Nagele de gelegenheid om het project daadwerkelijk te realiseren. Voor de aanvraag van de PAW-bijdrage werd het conceptuele plan uitgewerkt tot een uitvoeringsplan, waarin het balans aspect van "Nagele in Balans" nader werd toegelicht en uitgewerkt.

#### *Energiebalans.*

Als we gebruik willen maken van zonne-energie, dan is er in beginsel een onbalans omdat zonne-energie vooral in de zomer kan worden geogst terwijl de energievraag voor warmte juist in de winter groot is. Om de seizoens-onbalans op te lossen, werd ervoor gekozen om voor verwarming en warm tapwater een systeem uit te werken met warmwater vacuümbuis zonnecollectoren op de daken en per hofje één groot collectief opslagvat als seizoensberging.

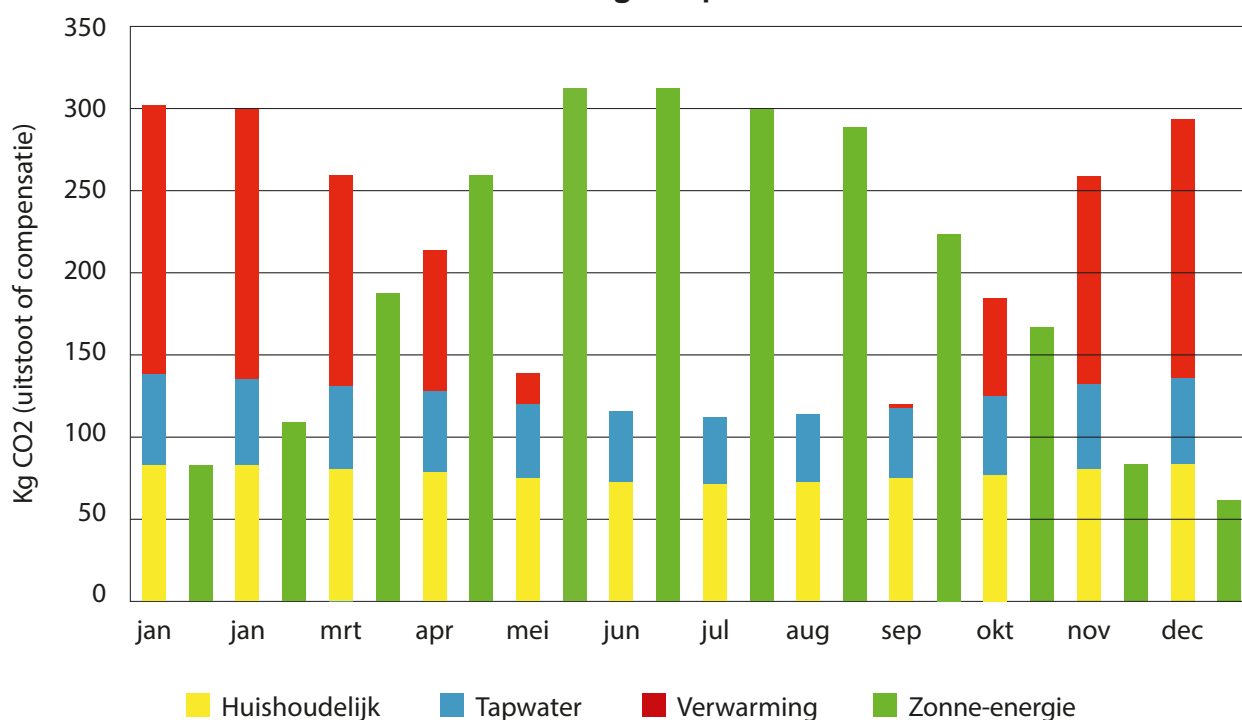
De gedachte achter het systeem was als volgt: in de zomer wordt hoge temperatuur water (90°C) geogst. Deze warmte kan via een lokaal opslagvat in de woning direct

worden gebruikt voor warm tapwater. Het warmteoverschot wordt via een warmtenet verzameld en in een groot ondergronds voorraadvat opgeslagen. In de winter wordt de warmte van het water uit het collectieve voorraadvat weer gebruikt om het lokale opslagvat in de woning op de gewenste temperatuur te kunnen houden van waaruit verwarming en warm tapwater kan worden geleverd. De bedoeling was dat de hoeveelheid opgeslagen energie in de zomer in balans zou zijn met de energie die in de winter nodig is voor verwarming en warm tapwater.

In figuur 2 is een weergave van de onbalans in zonne-energie weergegeven, waarbij in de zomer veel opwek plaatsvindt en in de winter veel energie wordt verbruikt. Het idee was om deze onbalans te voorkomen door een seizoensopslag voor thermische energie te realiseren.

Door de seizoensopslag zouden gebruik van verwarming en warm tapwatervraag in balans zijn met de door vacuümbuis zonnecollectoren opgewekte energie, zo was de gedachte. Daarnaast zouden nog zo'n 10 PV panelen per woning nodig zijn om in het vrijwel constante huishoudelijke elektra verbruik te voorzien, plus het elektra verbruik van bijvoorbeeld pompen en eventuele back-up systemen van het seizoen systeem voor verwarming en tapwater.

## CO2 uitstoot in de winter, gecompenseerd in de zomer.



Figuur 2: Illustratie uit het oorspronkelijke projectplan

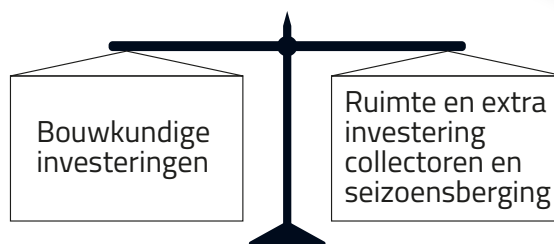
### Seizoensberging warmte

Door HoCoSto is een systeem ontwikkeld om een grote ondergrondse seizoensberging kostenefficiënt te kunnen maken. De naam HoCoSto is afgeleid van 'Hold Cold Storage'. De seizoensberging bestaat uit een intern draagframe dat de verschillende lagen folies met daartussen isolatie en de bovengelegen grond ondersteunt. Het warme water van de vacuümbuis collectoren wordt in eerste instantie afgeven aan het voorraadvat in elke woning. Overschotten worden via een warmtenet afgevoerd naar de collectieve seizoensopslag. Tekorten in dit individuele voorraadvat (in de winter) worden aangevuld vanuit de collectieve seizoensopslag. Per woning zal precies gemonitord worden hoeveel warmte geleverd wordt aan het collectieve systeem en hoeveel er uit het collectieve systeem onttrokken wordt. Het verschil in prijs tussen aangeleverde energie (warmte) en afgenomen energie (warmte) moet voldoende zijn om een gezonde exploitatie van het collectieve systeem mogelijk te kunnen maken. Het opslagsysteem is modulair opgebouwd en wordt gedimensioneerd op basis van het aantal woningen of gebouwen dat daarop aangesloten is, hun energiebehoefte en de hoeveelheid opgewekte energie met vacuümbuis collectoren. In principe wordt ernaar gestreefd dat elke woning ongeveer net zoveel opwekt als verbruikt. Het is echter denkbaar dat sommige woningen meer leveren dan dat ze gebruiken en sommige woningen minder leveren dan dat ze gebruiken. Voor een hof met zo'n 50 woningen met ieder zo'n 20m2 vacuümbuis collector zou de seizoensopslag 28x38x4 m groot moeten zijn (ca. 4.000 m3). In Nagele is er bij elk hof voldoende ruimte om dit te kunnen realiseren.

*Nota bene: bovenstaande tekst komt uit het oorspronkelijk ontwerp 'Nagele in Balans'. Het uiteindelijk gerealiseerde systeem wijkt hiervan af. Zo is er onder andere geen gebruik gemaakt van een individueel voorraadvat in de woningen. Op de volgende pagina wordt hier nader op ingegaan.*

## Balans in de investeringen

Naast een energiebalans kan ook een balans worden gezocht in de investeringen. Door te investeren in de levering van duurzaam opgewekte warmte van midden-temperatuur (70°C) kunnen de investeringen in de woningen zelf worden beperkt. Er is beperkte (dak)isolatie nodig en ook kosten voor aanpassen van de afgifte installaties kunnen worden beperkt. Dit is in Nagele relevant omdat woningen onder architectuur zijn gebouwd en deels zijn beschermd onder de Monumentenwet.



## Nagele in balans

*Figuur 3: Balans tussen investeringen in individuele woningen en investeringen in het collectieve energiesysteem*

## 2.2 Pilotproject 'Kernvariant'

### Ontwerp

In de ontwerpfase voor het eerste pilotproject ('proof of concept') werd in eerste instantie uitgegaan van het hofje Karwijnhof met circa 50 woningen. Tijdens de ontwerpfase werd de scope van het project een aantal malen bijgesteld. Onder andere Vereniging Hendrick de Keyser heeft afgezien van deelname aan het project voor de woningen in hun eigendom, omdat men als uitgangspunt had dat men zelf eigenaar wilde zijn van de installaties op en in de woningen. Dit had als risico dat installatiedelen gedurende de looptijd van het project niet beheerd of onderhouden zouden worden, wat impact zou hebben op het totale systeem. Daarnaast bleken de kosten voor een warmtenet naar vrijstaande woningen relatief hoog te zijn. Uiteindelijk werd een gewijzigde scope gekozen voor het pilotproject, bestaand uit een blok van acht woningen en een voormalig schoolgebouw. Van het blok van acht woningen zijn zeven woningen in bezit van Mercatus en één woning is particulier bezit. Er is dus sprake van zogenoemd gesnipperd bezit, wat niet alleen technisch, maar ook juridisch extra leerpunten met zich mee heeft gebracht. De belangrijkste uitgangspunten van de Kernvariant:

- Bestaande woningen en gebouwen moesten kunnen worden aangesloten op het warmtesysteem, zonder veel bouwkundige of andere ingrepen. Er werd daarom gekozen voor een leveringstemperatuur van 70°C voor verwarming en 65°C voor tapwater

- Wegens het architectonische karakter mochten installatiedelen niet, of zo min mogelijk, zichtbaar zijn. Er werd daarom gekozen om de techniekruimte onder het maaiveld aan te brengen, de zonnecollectoren zo vlak mogelijk op de daken te leggen en de stijgleidingen naar de daken weg te werken in een onder architectuur ontworpen leidingschacht (de Zonneschoorsteen).

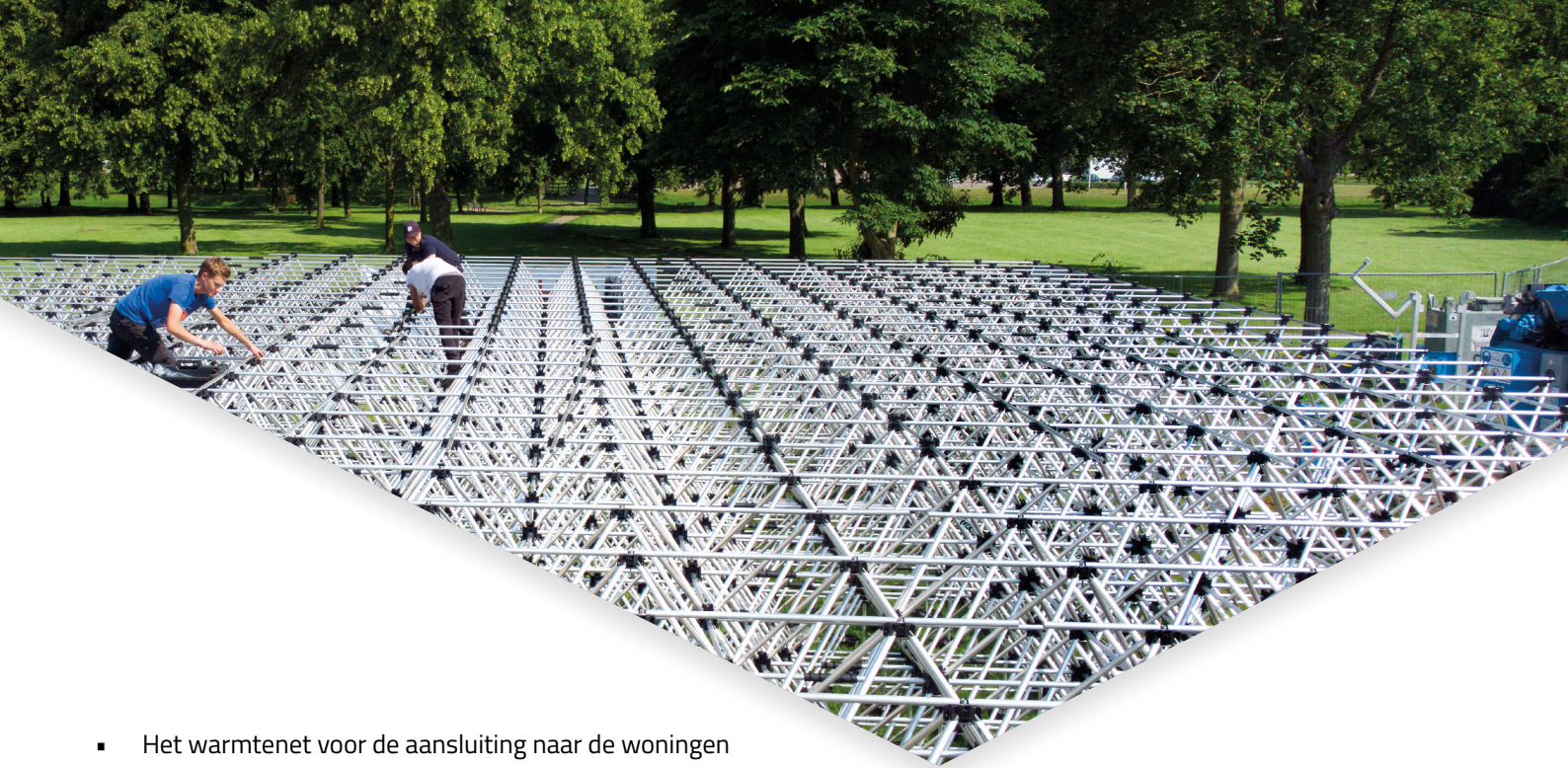
Het oorspronkelijke plan had een sterk conceptueel karakter, wat met het uitvoeringsplan verder was uitgewerkt. Voor de realisatie van het pilotproject genaamd 'Kernvariant', werd een uitvoerbaar ontwerp gemaakt, waarbij het concept verder werd vereenvoudigd en projectrisico's en kosten werden beperkt ten opzichte van het oorspronkelijke plan.

- In het ontwerp werd gekozen voor een opzet waarbij de zonthermische collectoren samen als collectorveld werden aangesloten, terwijl in het oorspronkelijke concept was voorzien dat de collectoren op de daken op alle woningen direct zouden worden aangesloten en elke woning zou worden voorzien van een eigen boilervat.

Het gerealiseerde pilotproject omvat daarmee twee collectorvelden, één op het dak van de acht woningen en één op het dak van voormalig schoolgebouw De Acht.

Overwegingen hierbij waren dat een boilervat per woning veel ruimte in beslag zou nemen en dat de installatie regeltechnisch complex zou zijn en lastig in te passen binnen de tariefstructuur van de Warmtewet. Door de collectoren te bundelen als collectorveld was het mogelijk om voor SDE+ subsidie in aanmerking te komen (in 3.5. lichten we toe hoe het uiteindelijk lukte om SDE+ subsidie te verkrijgen voor dit systeem).





- Het warmtenet voor de aansluiting naar de woningen werd over de daken van de woningen aangelegd, waarmee dit parallel werd aangelegd aan het leidingnetwerk voor het collectorveld op de daken van de woningen. In het oorspronkelijke plan was voorzien dat een bi-directioneel warmtenet zou worden aangelegd. In de ontwerpfase was het concept voor een bi-directioneel warmtenet echter nog niet uitgewerkt en er was geen werkend prototype beschikbaar. Toepassen van een bi-directioneel warmtenet was daarmee een te groot risico; hier werd dus van afgezien.
- In het oorspronkelijke plan was voorzien dat de warmtenet aansluiting naast de cv-ketel zou worden geplaatst en dat de cv-ketel de eerste jaren als back-up zou dienen.

Voor de aansluiting van de woningen op het warmtenet werd ervoor gekozen om de cv-ketel direct te vervangen door de warmte afleverzet. Voor de aansluitleiding op het warmtesysteem werd gebruik gemaakt van de dakdoorvoer van de oorspronkelijke rookgasafvoer van de cv-ketel. Dit had als voordeel dat er binnen de woning weinig overlast was en de werkzaamheden binnen één dag konden plaatsvinden.

De backup-voorziening van het systeem werd ingevuld met de bestaande cv-ketel van voormalig schoolgebouw De Acht.

## Stapel geen technische innovaties

Het is verstandig om ergens een grens te trekken qua technische innovatie. Het oorspronkelijke plan bevatte veel vernieuwende ideeën en concepten die niet eerder waren gerealiseerd. In de ontwerpfase werd het ontwerp vereenvoudigd om het beter beheersbaar te maken. Na vaststellen van het ontwerp dienden zich toch weer nieuwe ideeën aan en waren we misschien geneigd om steeds door te ontwikkelen. Maar als je dat doet, dan loop je steeds achter de nieuwste inzichten aan waardoor de projectrisico's toenemen. Maak ergens een keuze en trek een streep. Dan kun je je veel beter focussen op de innovaties die je wél gebruikt.

En die focus, die heb je heel hard nodig bij een vernieuwend project als dit. Niet alleen op technisch vlak ben je aan het pionieren, maar ook op juridisch en financieel vlak. Hoe zit het met het recht van opstal? Op wat voor manier onderhoud je het contact met de betrokken overheden en de woningcorporatie? Hoe ga je om met 'gespikkeld bezit' (mix van huur- en koopwoningen in een blok)? Wie heeft waar zeggenschap over en hoe worstel je je door de complexe geldstromen heen?

Maak een duidelijke keuze welke technische innovaties je toe wilt passen en leg die vast, zodat je de energie veel efficiënter kunt verdelen. En zodat je je doel behaalt, waarna je misschien wel weer een extra innovatie kan toevoegen.



## Leerpunt

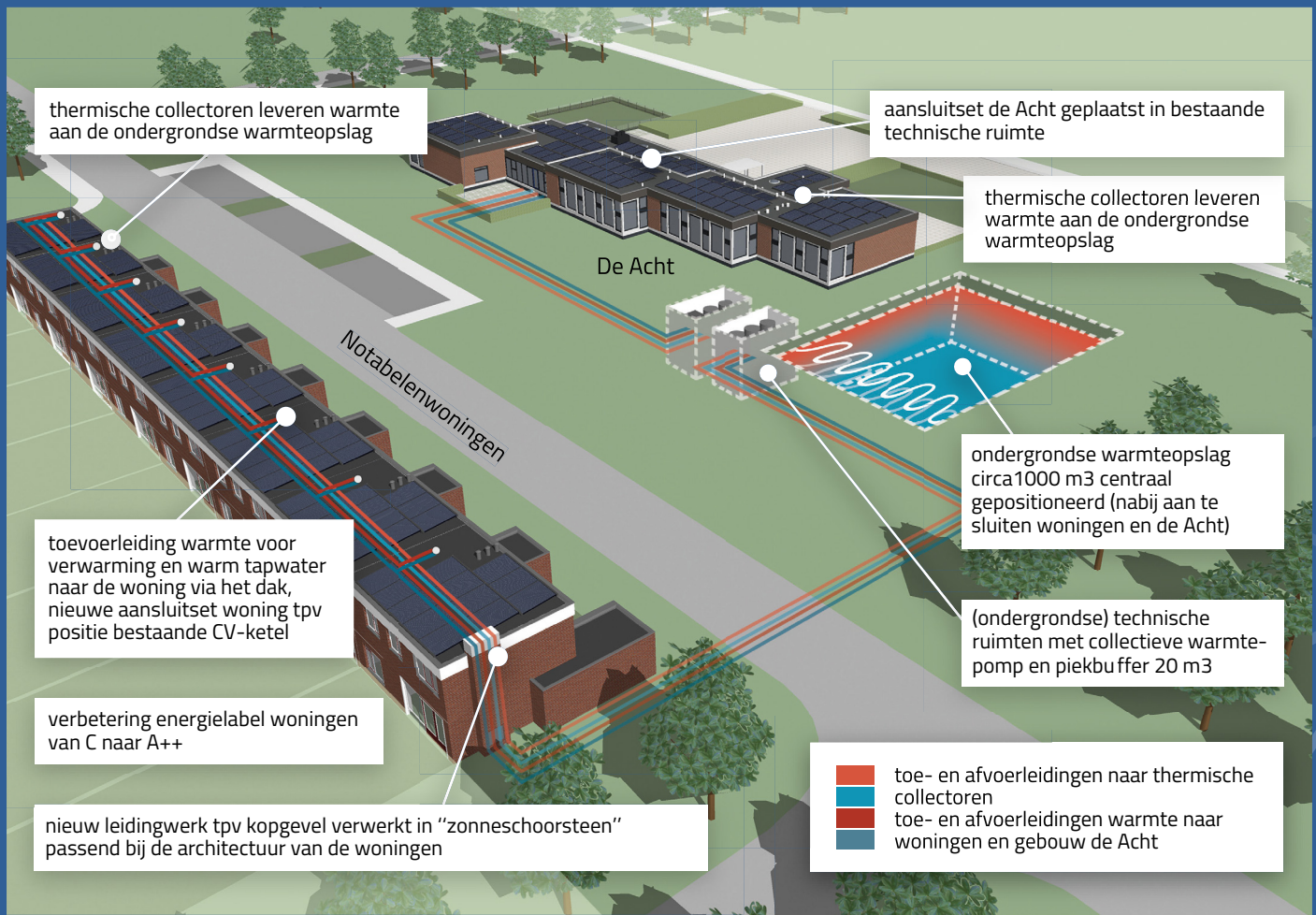
Het technische energieconcept is eenvoudig, schaalbaar en vergt weinig aanpassingen aan de woning, maar de oplossing is kwetsbaar en maakt vooralsnog niet alle beloftes waar.

### Pluspunt volgens de geïnterviewden:

- De gekozen technische oplossing –opslag van hoge temperatuur warmte in de zomer voor gebruik in de winter –is in principe zeer schaalbaar, vereist weinig aanpassingen aan de woning (waardoor de monumentale waarde behouden blijft) en is toepasbaar voor woningen die (nog) niet goed zijn geïsoleerd.

### Aandachtspunt volgens de geïnterviewden:

- Geïnterviewden zijn het erover eens dat de gekozen oplossing kwetsbaar is doordat deze afhankelijk is van één duurzame energiebron. Een aantal geïnterviewden ziet potentie voor opschaling van het concept, terwijl anderen van mening zijn dat de kosten voor deze vorm van zonthermie en seizoensopslag te hoog zijn en andere oplossingen inmiddels door kostendalingen gunstiger zijn. Daarnaast wordt de aanvankelijke veronderstelling dat dit concept het elektriciteitsnet gaat ontlasten niet gerealiseerd omdat de warmtepomp een groot deel van het stookseizoen ingezet moet worden.



Figuur 5: 1e pilotproject Nagele in Balans: 8 Notabelenwoningen aan de Ring en voormalig schoolgebouw 'de Acht'.



*Figuur 6: Spaceframe tijdens de constructie en voordat het in het gat werd gehesen.*

### **HoCoSto (seizoensopslag)**

De HoCoSto buffer is een drukloos, gesloten warmteopslagsysteem dat in de bodem is ingegraven. De buffer is rondom voorzien van een 24 cm isolatielaag. Door de unieke draagconstructie is benutting van het terrein bovenop de opslag mogelijk. Denk hierbij aan een speeltuin of een parkeerplaats.

De draagconstructie bestaat uit een metalen spaceframe. Op Figuur 6 was het spaceframe 'onder constructie', voordat het in het gat (linksboven) werd gehesen.

#### **De gekozen U-buis vacuüm collectoren hebben enkele voordelen:**

- Door de keuze van u-buis collectoren was een nagenoeg vlakke opstelling op de platte daken mogelijk
- Vacuüm collectoren hebben een hoge opbrengst, ook bij lage buitentemperatuur
- Het warmteverlies is beperkt, hierdoor is het toepassen van antivries (bijvoorbeeld glycol) niet nodig, bij vorst kan worden volstaan met beperkte circulatie van water boven het vriespunt.

De zonthermische collectoren werden als twee collectorvelden gebundeld (één op het dak van de woningen en één op het dak van De Acht) en via een warmtenet verbonden met de centrale techniekruimte.

### De werking van het systeem

In deze beschrijving volgen we de seizoen cyclus en starten we in december 2021, het moment waarop het systeem werd opgeleverd. Om het systeem bij de inbedrijfname in december een goede start te geven, werd de seizoensbuffer november 2021 gevuld met voorverwarmd water. Bij de inbedrijfname was de temperatuur circa 70°C.

Vanuit de seizoensbuffer wordt de warmte geleverd naar de verbruikers, in de techniekruimte wordt een stabiele leveringstemperatuur van 65 - 70°C gewaarborgd. Zolang de temperatuur in de seizoensbuffer hoger is dan 65 - 70°C kan de warmte zonder hulp van een warmtepomp worden geleverd naar de verbruikers. De dagbuffer wordt daarbij gebruikt om een stabiele leveringstemperatuur te kunnen waarborgen. Zolang de temperatuur in de seizoensbuffer voldoende is, kan dus warmte worden geleverd met een hoog rendement. Er is dan alleen hulpenergie nodig voor het besturingssysteem en de circulatiepompen. Zodra de temperatuur in de seizoensbuffer lager is dan 65°C wordt de warmtepomp ingezet voor het waarborgen van de gewenste leveringstemperatuur. Hierbij is uiteraard extra hulpenergie voor de warmtepomp nodig waardoor het energierendement in deze fase van het seizoen lager zal zijn.

In het voorjaar is er steeds meer opbrengst van zonne-energie, tegelijkertijd zal de warmtevraag aan het eind van de winter afnemen. Vanaf maart zullen er steeds vaker momenten zijn dat de zonne-energie voldoende is om de dagbuffer op temperatuur te houden en is de inzet van de warmtepomp steeds minder nodig. Vanaf mei is de zonneopbrengst voldoende en kunnen de warmtepompen

uit blijven tot de volgende winter en is er zoveel opbrengst dat de seizoensbuffer weer kan worden opgeladen.

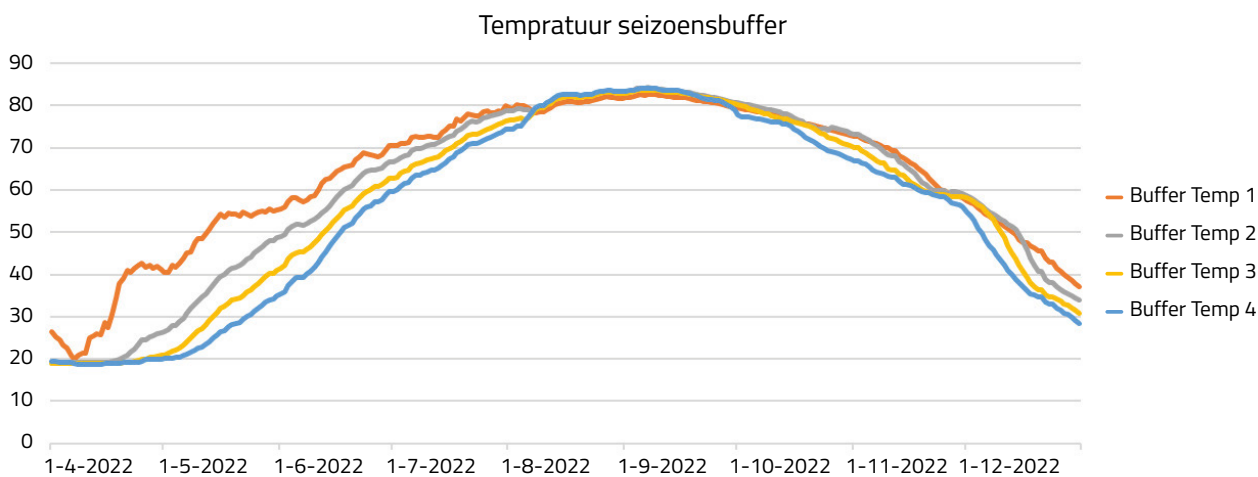
### Evaluatie en energieprestatie 2022

De woningen werden medio december 2021 aangesloten en gebouw De Acht werd eind januari 2022 aangesloten op de warmtelevering vanuit het systeem. Bij de eerste evaluatie in januari 2022 werd geconstateerd dat de inbedrijfname van de installaties goed was verlopen. Het overzetten van de warmtelevering van de cv-ketels naar het warmtenet was gelukt in één dag per woning en dit leverde de bewoners weinig overlast op. In 2022 waren er geen noemenswaardige storingen of klachten van de bewoners over de warmtelevering.

De meting en analyse startte vanaf 1 april 2022; over de periode van de inbedrijfname in december 2021 tot 1 april 2022 is helaas geen data aanwezig. In Figuur 7 is het temperatuurverloop in de seizoensbuffer weergegeven, in Figuur 8 de elektrische hulpenergie per dag en in Figuur 9 de warmtevraag naar de afnemers.

Vanaf 11 april 2022 was de warmtevraag meerdere dagen lager dan de opgewekte zonwarmte, waardoor warmte deels passief kon worden geleverd via de dagbuffer en de warmtepomp in deze periode beperkt werd ingezet. Op dat moment was de temperatuur in de seizoensbuffer 25°C. Vanaf 5 mei 2022 werd uitsluitend passief geleverd en was de warmtepomp niet meer in bedrijf; deze werd pas weer opgestart in november 2022.

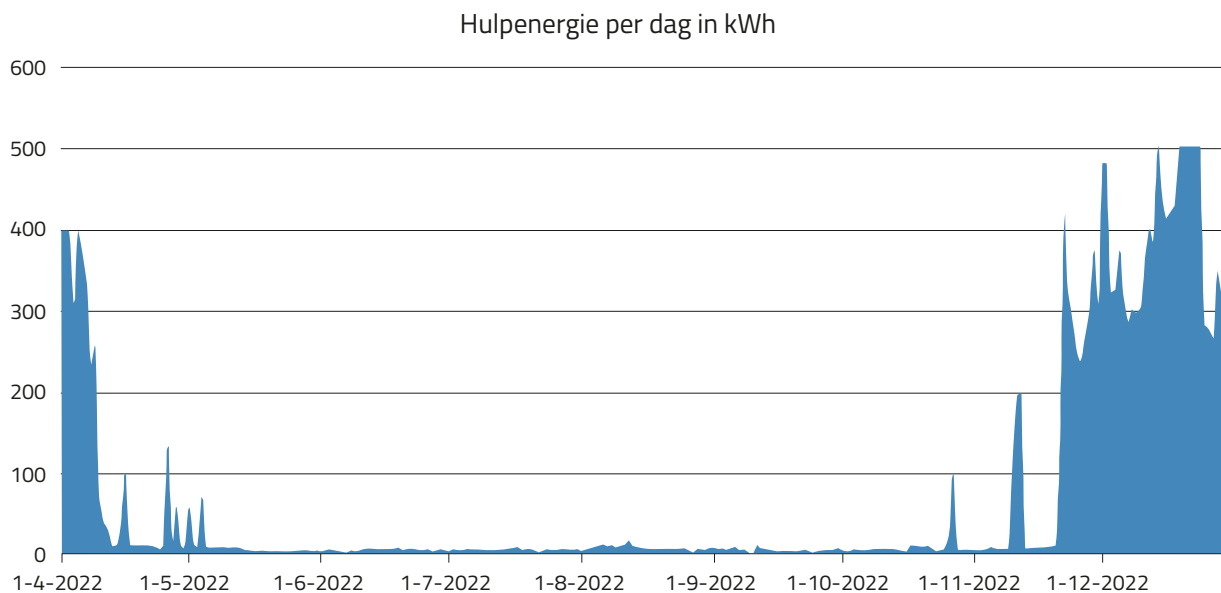
In de zomer was de seizoensbuffer geladen tot een temperatuur van 84°C, gemeten op 9 september 2022. In Figuur 7 is het temperatuurverloop in de seizoensbuffer weergegeven. De verschillende lijnen geven het temperatuurverloop op verschillende hoogten in de seizoensbuffer.



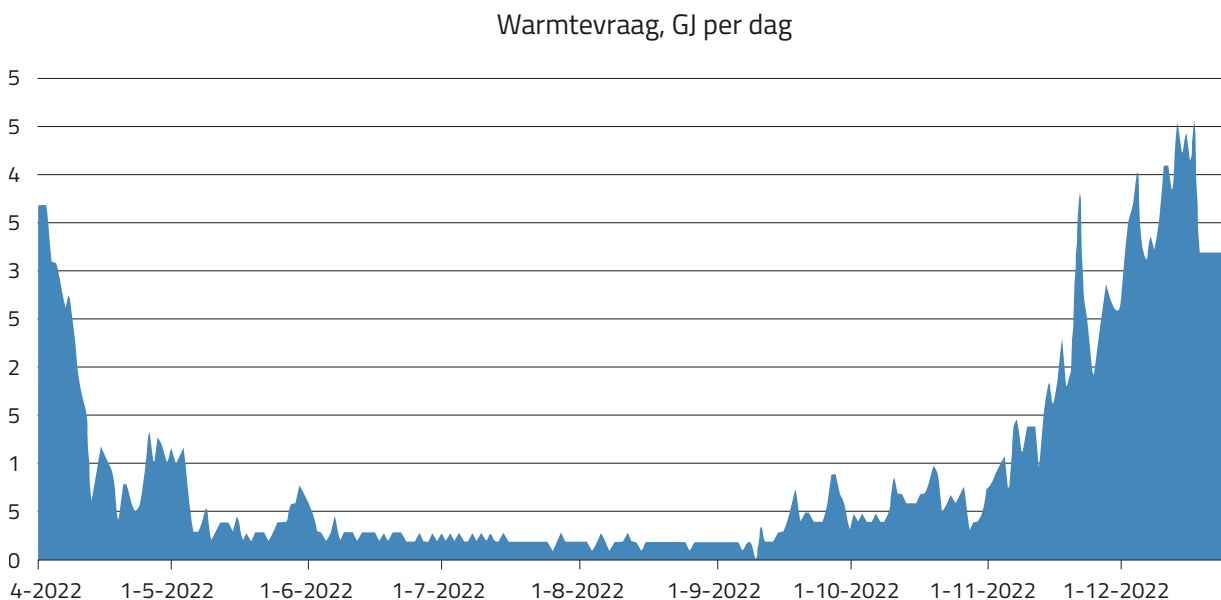
Figuur 7: Temperatuurverloop seizoensbuffer 2022

Op 9 november 2022 was de temperatuur in de seizoensbuffer onder de 70°C gedaald, waarna tijdelijk genoeg werd genomen met een iets lagere leveringstemperatuur in het warmtenet. Vanaf 21 november 2022 werd hulpenergie voor de warmtepomp gebruikt om de temperatuur van de levering op peil te houden. Op dat moment was de temperatuur van de seizoensbuffer 62°C.

In de periode begin mei tot eind november werd warmte passief geleverd, dat wil zeggen dat er in deze periode geen inzet van de warmtepomp nodig was. Er werd uitsluitend hulpenergie gebruikt voor besturingssysteem en circulatiepompen. Het energieverbruik voor hulpenergie, voor zowel warmtepompen, besturingssystemen als circulatiepompen is weergegeven in Figuur 8 en de geleverde warmte is in Figuur 9 vermeld.



Figuur 8: Hulpenergie per dag in kWh in 2022



Figuur 9: Warmtevraag in GJ per dag in 2022

2022 was het eerste jaar van een inregelperiode van twee jaar. Na de inregelperiode was het beoogde ontwerp jaarrendement 790%. Het gerealiseerde energierendement over 2022 was 290% voor de opwekking en 260% voor de levering aan de verbruikers. Het verschil tussen opwekking en levering werd veroorzaakt door het verlies van het warmtenet van de techniekruimte naar de woningen. Het

gerealiseerde rendement bleef het eerste jaar sterk achter bij het ontwerpvermogen. Eind 2022 was er nog geen zicht op substantiële verbetering van het energierendement. Vanaf het faillissement van HoCoSto in december 2022 lag de focus vooral op het werkend en storingsvrij houden van het systeem.

Op het moment van schrijven van dit rapport loopt er een onderzoek naar het achterblijvende energierendement van de Kernvariant. Dit onderzoek is nog niet afgerond, toch is al een aantal oorzaken aan te wijzen voor de achterblijvende energieprestatie, onder andere:

- De warmtevraag was lager dan in de ontwerpfase was geraamd, waardoor de energie voor besturingssystemen en circulatiepompen relatief een groter aandeel van de hulpenergie vormde dan voorzien, hierdoor kwam het totaalrendement lager uit.
- De retourtemperatuur uit de installaties van de woningen en het schoolgebouw was in de praktijk hoger dan in het ontwerp was voorzien, dit komt onder andere doordat de binneninstallaties niet optimaal zijn ingeregeld.
- In de seizoensbuffer trad geen stratificatie op, waardoor de temperatuur in de seizoensbuffer in de herfst betrekkelijk snel onder 70°C daalde en de warmtepomp moest worden ingezet om de leveringstemperatuur te handhaven. De stratificatie bestaat uit temperatuurgelaagdheid, dit is op pagina 29 nader uitgelegd.

- In de dagbuffer trad geen stratificatie op waardoor de installatie niet optimaal werkte en het rendement van het systeem lager was dan was voorzien.
- Tijdens het ontwerpproces werd het berekende rendement te hoog ingeschat. Onder andere door de vlakke opstelling van de heatpipes werd aan het eind van de winter minder warmte opgevangen dan voorzien, waardoor de warmtepomp tot begin mei werd ingezet, terwijl in het ontwerp was voorzien dat eerder in het jaar al voldoende warmte beschikbaar zou zijn om passief te verwarmen.
- De geleverde warmtepomp sloot niet aan bij het ontwerp voor het temperatuurtraject van de verdamper waardoor het rendement niet optimaal was en de warmtepomp in storing viel als de temperatuur in de seizoensbuffer lager was dan 15-20°C Celsius.

Na de zomer van 2023 is een onderzoek gestart in opdracht van RVO en in samenwerking met TU Delft naar de energieprestatie van het systeem tijdens het stookseizoen 2023/2024 en naar de mogelijkheden om de energieprestaties te verbeteren.

## Leerpunt

In de communicatie binnen en rond het project is onvoldoende benadrukt dat het ging om de implementatie van een innovatief energieconcept dat nog niet in de praktijk was getest.

Geïnterviewden merken op dat het concept (te) snel is verkocht als "de oplossing"/"het ei van Columbus", terwijl de uitstraling veel meer had moeten zijn "we zijn bezig met een experiment, want we zitten in een proeftuin en als je proeven aan het doen bent dan kunnen deze anders uitpakken dan was bedoeld".

## Leerpunt

Op het moment van implementatie was het totale technische concept nog onvoldoende getest en gevalideerd en nog niet beheersbaar, waardoor het geïmplementeerde systeem nog "kinderziektes" heeft en niet de afgesproken prestaties kan leveren.

### Minder sterke punten volgens de geïnterviewden:

- Het concept is inhoudelijk onvoldoende getest en onafhankelijk gevalideerd voor de schaal waarop het daadwerkelijk werd geïmplementeerd. In het project ontbrak het aan een onafhankelijke "meekijker" die alle veronderstellingen die ten grondslag liggen aan afgesproken technische en energetische prestaties van het systeem vooraf heeft geverifieerd.
- Op het moment dat de oplossing werd geïmplementeerd was het concept nog niet beheersbaar en ook tijdens de implementatie bleef de uitvoerde partij "door innoveren". Er had beter nagedacht moeten worden over hoe je een opschalingslag binnen het project slim kunt toetsen.

### Kanttekeningen volgens de geïnterviewden:

- Enkele geïnterviewden merken op dat er veel tijdsdruk zat op de opschaling en er niet genoeg flexibiliteit was in de planning. Het werken met een innovatief systeem is omgeven met veel onzekerheden en er is tijd nodig om te experimenteren en "kinderziektes" op te sporen alvorens op te schalen. Dit botste met de tijdsdruk die stond op de planning van Mercatus voor de renovatie van de woningen in Nagele. Aan de andere kant heeft Mercatus renovaties enkele jaren uitgesteld om ruimte te bieden voor experimenteren.
- Enkele respondenten geven aan dat zij mede gestuurd hebben op het 'bevrozen' van innovaties in het concept, zodat dit verder geoptimaliseerd in plaats van aangepast kon worden. Verdere innovaties zouden dan in de opschalingsfase meegenomen kunnen worden.
- Mercatus geeft aan dat zij als woningbouwcorporatie voor een Plan B klaar hadden moeten hebben, zodat op het moment dat het innovatieve concept niet uitpakt zoals beoogd een alternatief is onderzocht en doorgerekend.

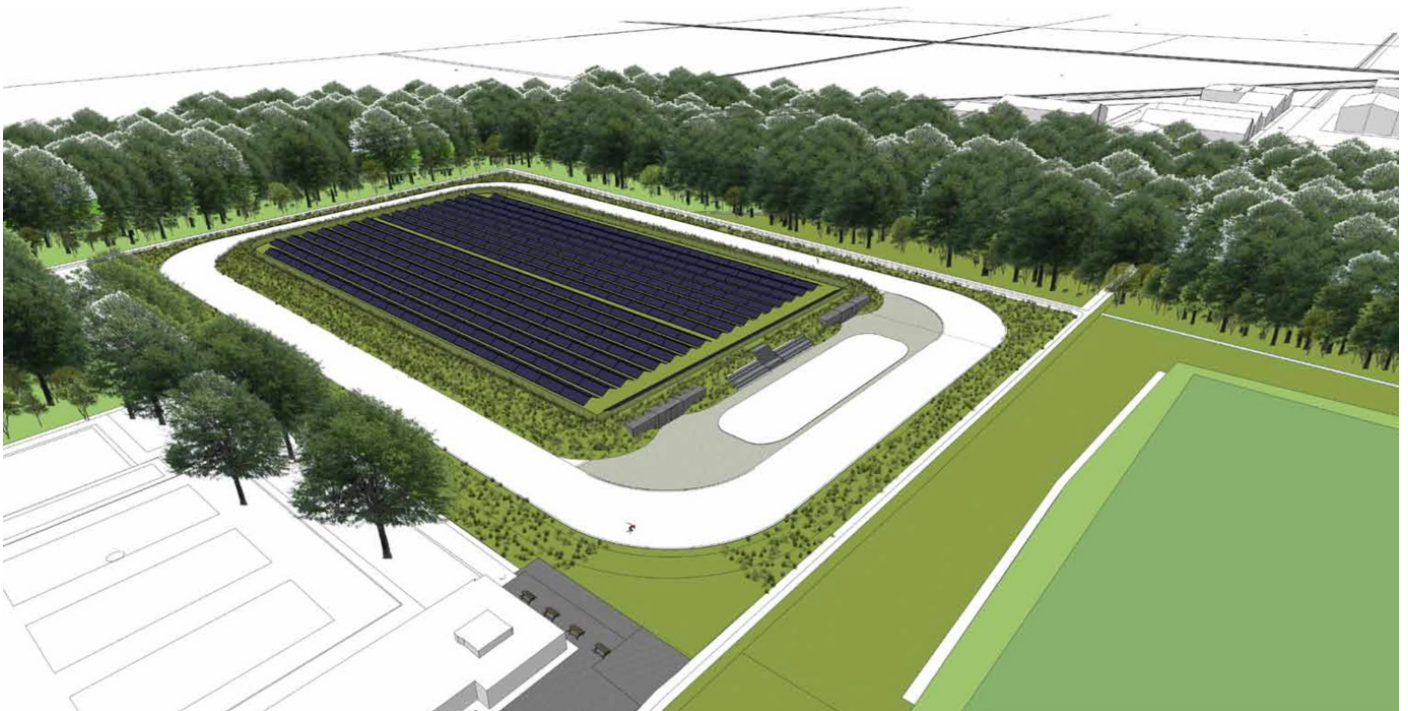
## 2.3. Dorpsbreed warmtenet

### *Zoeken naar een nieuwe balans*

Na de evaluatie van de uitrol van de pilot met de eerste woningen en De Acht, werd nagedacht over de opschaling voor een dorpsbrede aanpak. Vanuit de pilot werd namelijk geconstateerd dat een verdere uitrol van dit systeemontwerp complex en duur zou zijn. In iedere hof zou een buffer komen, met het nodige graafwerk, grondtransport, vergunningen, flora/fauna en alle beschikbare dakoppervlak zou nodig zijn voor de collectoren. Voor dit laatste zouden veel particuliere bewoners nog moeten investeren in het opknappen van hun dak en lang niet iedereen kon dat financieel bolwerken. Verder is het concept met de collectieve installatie over het dak eigenlijk alleen toepasbaar bij een woningblok met 100% deelname. Bij minder dan 100% deelname (bijvoorbeeld bij gespikkeld bezit) moeten extra technische en juridische maatregelen

genomen worden bij de woningen die niet deelnemen aan het systeem. HoCoSto heeft toen gekeken naar een grootschalige centrale opwek met een seizoensbuffer voor het hele dorp. Hierbij werd onderzocht of de buffer van het pilotproject kon worden geïntegreerd in het dorpsbrede systeem, als piekbuffer.

Een voor de hand liggende locatie zou de ijsbaan zijn die gelegen is naast het dorp. De ijsbaan ligt net naast het dorp bij de sportvelden ten westen en de grond is in eigendom van de gemeente. Het binnenterrein van de ijsbaan wordt nu niet benut, en is een interessante locatie voor een zonnenveld. Er werden planologische schetsen opgesteld om de ruimtelijke inpassing te visualiseren. Het concept was een ondergrondse (HoCoSto-) opslag waarboven zonnecollectoren zouden worden geplaatst. Het schetsontwerp van de opwek van de installaties verzorgde HoCoSto.



*Figuur 10: Schetsontwerp van grootschalige opweklocatie op het terrein van de ijsbaan.*

Het schetsontwerp van het bijbehorende leidingdistributienet werd door Ede-Wageningen Engineering opgesteld. Dit bestond uit een backbone die van de ijsbaan naar de huidige buffer zou lopen, en van daaruit door naar de verschillende hofjes. Op het middenterrein zou een leiding lopen die de utiliteitsgebouwen zou aansluiten. Het leidingnet werd beoogd in single-pipe Staal-PUR-PE.

### ***Dimensionering schetsontwerp***

In verband met de voortgang van het project, na het faillissement van HoCoSto, werd de dimensionering van

de opweklocatie verder uitgewerkt door Ede-Wageningen Engineering.

Voor het concept van de dorpsbrede warmteopwek werd uitgegaan van de basisingrediënten zoals deze ook in de Kernvariant waren toegepast: zonnecollectoren, (seizoens) buffering, warmtepompen. Een belangrijk verschil met de buffering zoals deze in de Kernvariant was toegepast, was dat we uitgingen van een gestratificeerde buffer. In deze buffer zou het temperatuurverschil tussen de boven- en onderkant veel groter zijn dan in de buffer



die in de Kernvariant is toegepast. Deze stratificatie is belangrijk voor een goede werking van de warmtepomp. Voor de warmtevraag van Nagele werd op basis van het gasverbruik een gebruiksprofiel opgesteld. Aanvullend werden de warmteverliezen in het warmtenet vastgesteld en meegerekend.

Op basis van de afname het gebruiksprofiel werd door Ede-Wageningen Engineering een simulatiemodel opgesteld. Dit model werd gedurende de ontwerpfasen opgebouwd in complexiteit, er kwam steeds meer relevante informatie beschikbaar aan de hand waarvan het model verfijnd kon worden. De volgende varianten werden uiteindelijk in dit simulatiemodel opgenomen:

1. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer van waaruit passief<sup>3</sup> wordt geleverd.

### Resultaten fase 1

Uit eerste simulatieberekeningen werd al snel duidelijk dat een seizoensopslag waarbij het water op 70°C + wordt opgeslagen en benut een zeer beperkte bijdrage zou kunnen leveren aan de warmtevraag jaarrond. In Figuur 11 is zichtbaar dat enkel in variant 3 (met een buffer van 2000m<sup>3</sup>) er slechts een paar weken in het jaar zijn waarin volledig passief geleverd kan worden.

	September			Oktober			November			December			Januari			Februari			Maart			April			Mei			Juni			Juli			Augustus																			
	1-sep	8-sep	15-sep	22-sep	29-sep	6-okt	13-okt	20-okt	27-okt	3-nov	10-nov	17-nov	24-nov	1-dec	8-dec	15-dec	22-dec	29-dec	5-jan	12-jan	19-jan	26-jan	2-feb	9-feb	16-feb	23-feb	1-mrt	8-mrt	15-mrt	22-mrt	29-mrt	5-apr	12-apr	19-apr	26-apr	3-mei	10-mei	17-mei	24-mei	31-mei	7-jun	14-jun	21-jun	28-jun	5-jul	12-jul	19-jul	26-jul	2-aug	9-aug	16-aug	23-aug	30-aug
Variant 1	Rood																																																				
Variant 2	Rood																																																				
Variant 3	Rood																																																				

Groen: er kan 100% passief geleverd worden; Rood: er kan niet (volledig) passief geleverd worden.

Figuur 11: Weken waarin volledig passief geleverd kan worden op 70°C

### Resultaten fase 2

Om de zonnearmte ook te kunnen benutten wanneer de opbrengst onder de 70°C zakt, is de toepassing van warmtepompen een logische keuze. Wanneer de voorraad met water van 70°C+ te klein wordt, wordt het water onder

2. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer van waaruit passief wordt geleverd, en bij lagere temperaturen in de buffer 'actief' wordt opgewaardeerd met een MT-luchtwarmtepomp.
3. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer die als warmtebron wordt gebruikt voor een MT-water/water warmtepomp.
4. Zonthermische collectoren in een veldopstelling met (gestratificeerde) buffer die als warmtebron wordt gebruikt voor een MT-water/water warmtepomp, gecombineerd met een WKO-bron voor de koude/donkere periode.

Voor de opbrengst van de zonnecollectoren werd gebruik gemaakt van weersprofielen zoals geregistreerd door het KNMI (station Marknesse).

In de overige weken is er minimaal een aantal uur waarin de temperatuur in de buffer onder de 70°C zakt en waardoor dus niet voldaan zou kunnen worden aan de vraag<sup>4</sup>. Het verder vergroten van de buffer leverde relatief weinig verbetering op zolang het zonneveld niet meeschaalde (de buffer moet immers worden geladen op de periodes waarin 70°C + wordt opgewekt).

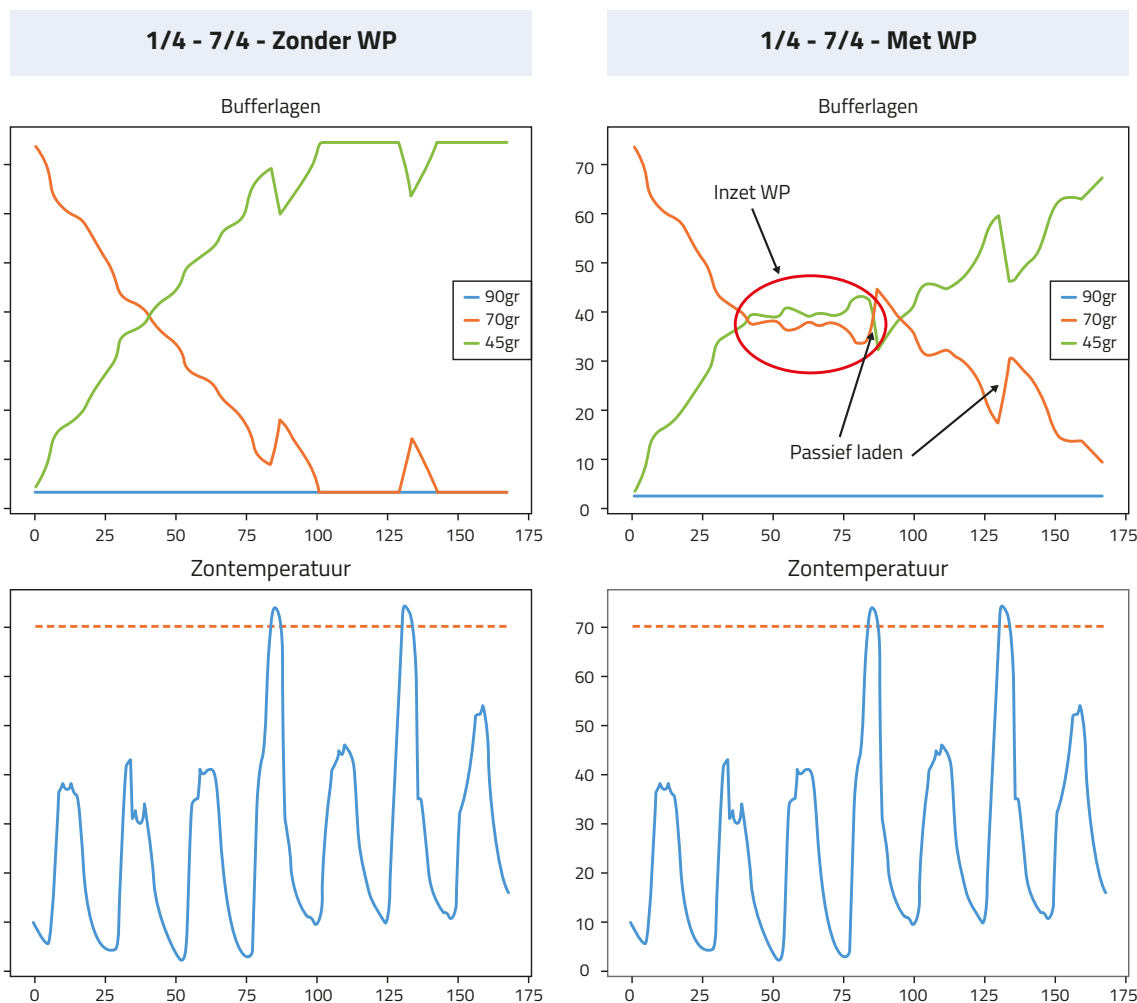
uit de buffer (circa 40°C) opgewaardeerd naar 70°C middels de inzet van warmtepompen. De achterliggende gedachte is dat op strategische momenten de buffer kan worden bijgeladen, bijvoorbeeld wanneer de stroom duurzaam wordt opgewekt. Dit vereist een betrouwbare prognose van het weer, zodat de buffer tijdig is bijgeladen.

<sup>3</sup> Passief wil zeggen: de verkregen warmte kan rechtstreeks worden gebruikt in de woningen. Er hoeft geen aanvullende energie worden gebruikt voor naverwarming/boostering.

<sup>4</sup> Hierbij wordt opgemerkt dat het model een sterk vereenvoudigde weergave is van de werkelijkheid. Door de keuze van het type zonnecollector en optimalisaties in de regeltechniek kan de termijn waarin passief wordt geleverd, worden opgerekt. Ook zou de bufferafmeting nog verder kunnen worden vergroot, waarin de hoeveelheid zonthermische collectoren in een veldopstelling meeschaalt. De algemene conclusie dat de zonnecollectoren slechts een klein deel van de jaarlijkse warmtevraag passief kunnen leveren blijft echter onveranderd.

Ter illustratie is Figuur 12 weergegeven. Hierin is te zien hoe het systeem zou presteren met een buffervat van 2000m<sup>3</sup>, uitgaande van een week in april waarbij de buffer volledig gevuld is bij aanvang.

Zichtbaar is hoe middels de inzet van een warmtepomp de buffer op temperatuur zou worden gehouden. Het elektraverbruik is hier (bij een Coëfficiënt of Performance (COP) van 3,5) ingeschat op circa 17MWh, met een warmtepomp met een vermogen van 500kWth



Figuur 12: Voorbeeld weekverloop buffer met inzet van warmtepomp

Met een dergelijk systeem kan een aanzienlijk groter deel van het jaar worden voorzien in warmte. In Figuur 13 wordt dit geïllustreerd. In de koudere maanden blijft echter de issue dat er nauwelijks warmte van 70°C beschikbaar komt

vanuit de zonthermische collectoren in een veldopstelling, en dat er feitelijk enkel met warmtepomp(en) warmte wordt toegevoegd aan het systeem.

	Sept			Okt			Nov			Dec			Jan			Feb		Maa			Apr			Mei			Jun			Jul			Aug																			
	1-sep	8-sep	15-sep	22-sep	29-sep	6-okt	13-okt	20-okt	27-okt	3-nov	10-nov	17-nov	24-nov	1-dec	8-dec	15-dec	22-dec	29-dec	5-jan	12-jan	19-jan	26-jan	2-feb	9-feb	16-feb	23-feb	1-mrt	8-mrt	15-mrt	22-mrt	29-mrt	5-apr	12-apr	19-apr	26-apr	3-mei	10-mei	17-mei	24-mei	31-mei	7-jun	14-jun	21-jun	28-jun	5-jul	12-jul	19-jul	26-jul	2-aug	9-aug	16-aug	23-aug
Variant 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Variant 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Variant 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52

Figuur 13: Jaarrond warmtelevering met inzet van warmtepomp

### Resultaten fase 3

Omdat er ook in de lente en herfst nog aanzienlijke hoeveelheden warm water geoogst zouden kunnen worden uit het zonneveld, werd de opzet van het systeem aangepast. In de vorige opzet werd namelijk enkel water geoogst wanneer dit  $>70^{\circ}\text{C}$  was. Hiermee werd alle opgewekte energie onder de  $70^{\circ}\text{C}$  weggegooid, wat een enorme hoeveelheid is.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen een midden temperatuur (MT) buffer voor een vaste leveringstemperatuur van  $70^{\circ}\text{C}$  en een buffer met een variabele temperatuur (VT).

De MT-buffer kent een stratificatie of temperatuur-gelaagdheid, deze stratificatie is uitgelegd op pagina 29. Het water (boven)in de MT-buffer wordt op  $70^{\circ}\text{C}$  gehouden. In de zomerperiode kan dit passief vanuit het zonneveld. In de overige perioden van het jaar wordt deze MT-buffer op warmte gehouden door warmte uit de VT-buffer te benutten als bron voor water/water warmtepompen.

Het water in de VT-buffer wordt geoogst uit de zonthermische collectoren in een veldopstelling. In de zomer zal deze warmte  $>70^{\circ}\text{C}+$  zijn. In de lente/herfst en zelfs delen van de winter zal de temperatuur op zonnige dagen alsnog aanzienlijk zijn, waardoor de VT-buffer zo lang mogelijk op een hoge brontemperatuur wordt gehouden. Dit zorgt voor een hoog rendement van de warmtepompen.

De configuratie met een MT- en VT-buffer geeft een verbeterslag ten opzichte van de eerdere modellen. De uitdaging blijft echter om de VT-buffer op temperatuur te houden. In de koudere delen van het jaar zou de temperatuur van de VT-buffer alsnog onder de  $10^{\circ}\text{C}$  zakken. De opbrengsten uit de zonthermische collectoren in een veldopstelling zouden niet voldoende zijn om de VT-buffer

op temperatuur te houden (tenzij zonneveld en/of buffer zeer sterk worden opgeschaald).

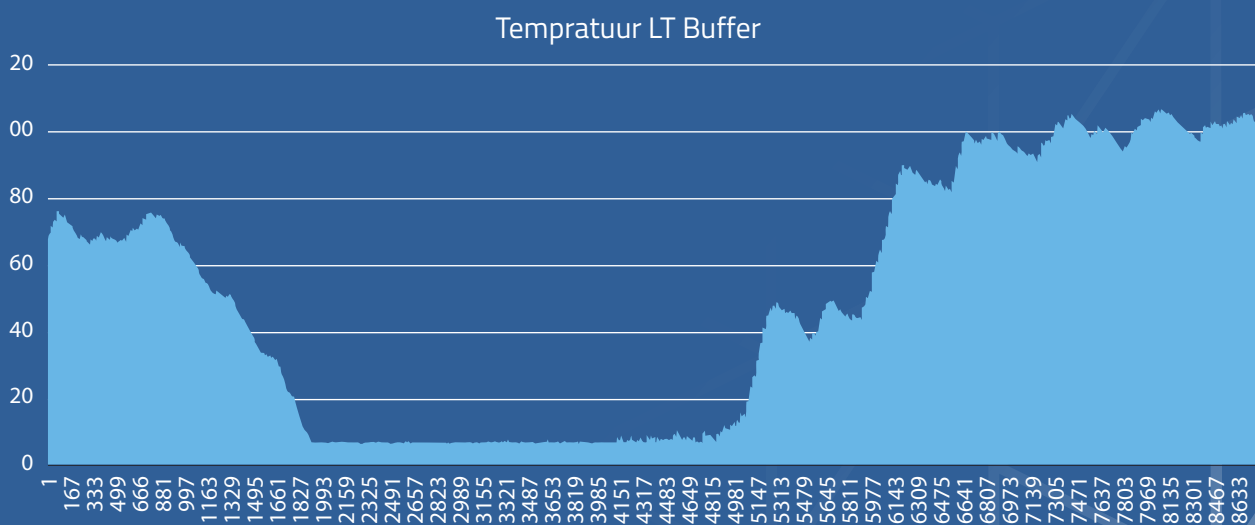
Ter illustratie:

Bij zonthermische collectoren in een veldopstelling van  $10.000\text{m}^2$  en een buffer van  $5.000\text{m}^3$  zou het temperatuurverloop in de VT-buffer conform Figuur 14 zijn (startend op 1 september). Hier is te zien dat er vanaf medio november geen beschikbare bronwarmte meer zou zijn. De in de zomer/herfst verzamelde energie is opgebruikt en de instroom van nieuwe warmte uit de zonnecollectoren zou te klein zijn.

### Resultaten fase 4

Zoals in fase 3 is geconstateerd, zou de temperatuur in de VT-voorraadbuffer in de winter onder de nog bruikbare temperaturen zakken. Het gebied waar Nagele is gelegen, kent een goede watervoerende bodemlaag. Uit bureaustudies wordt ingeschat dat debieten tot  $200$  à  $250\text{m}^3$  per uur kunnen worden onttrokken op een diepte van  $40$ - $50$  meter. In de periodes dat de brontemperatuur in de VT-buffer onder de circa.  $10^{\circ}\text{C}$  dreigt te zakken, zou worden overgegaan op een warmte koudeopslag (WKO) als bron voor de warmtepompen. De temperaturen die op deze laag kunnen worden onttrokken, zijn vanaf een bepaald moment hoger dan de temperatuur in de VT-voorraadbuffer, waardoor een hoger rendement kan worden gehaald op de warmtepompen.

De combinatie van zonthermie en WKO lijkt voor de hand liggend: in de zomer is er doorgaans een groot overschot aan warmte: de capaciteit van de zonthermische collectoren in een veldopstelling is in de zomer zo groot dat als de buffers volledig zijn geladen, er nog een ruim overschot aan warmte zou moeten zijn. Deze warmte kan worden benut om de WKO te regenereren zodat inzet van dry-coolers of iets dergelijks niet nodig is.



Figuur 14: Temperatuurverloop in VT-buffer van  $5.000\text{m}^3$  bij een zonneveld van  $10.000\text{m}^2$ . De x-as toont uren en start op 1 september, de y-as graden Celsius.

<sup>3</sup> Uitgegaan is van vlakke plaat collector type 'GreenOneTec GK3003'

<sup>4</sup> Debiet is de hoeveelheid water per tijdseenheid.

## Conclusie

Het systeem kent een aantal duidelijke voor- en nadelen, die staan weergegeven in Tabel 1. Vanwege het (nog) niet rondkomen van de businesscase, werd medio 2023 besloten om de dorpsbrede oplossing vooralsnog te pauzeren. Hierover meer in hoofdstuk 3.

Tabel 1: Voor- en nadelen van systeemopzet

Voordelen van systeemopzet	Nadelen van systeemopzet
De energieopbrengst van de zonthermische collectoren in een veldopstelling wordt langdurig uitgenut: ook in de lente en herfst wordt er bruikbare energie geogst uit het systeem	Het ruimtebeslag van het totale systeem is aanzienlijk. In het uiteindelijke systeemontwerp is gerekend met de volgende afmetingen: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Collectorveld: 10.000m<sup>2</sup> (apertuuroppervlakte 7.500m<sup>2</sup>)</li><li>▪ LT-buffertank: 1.500m<sup>3</sup></li><li>▪ HT-buffertank: 1.500m<sup>3</sup></li><li>▪ Warmtepomp: 1,5MW</li></ul>
De warmtepompen die worden ingezet om de MT-buffer te vullen kunnen flexibel worden ingezet: door de buffer en de warmtepompen juist te dimensioneren kunnen er strategische momenten worden gekozen om de buffer te verwarmen, bijvoorbeeld wanneer de elektriciteit CO <sub>2</sub> -vrij wordt opgewekt en/of de tarieven laag zijn.	De investeringskosten zijn relatief hoog, aangezien aanvullend op het relatief kostbare veld met zonthermische collectoren ook een WKO-doublet moet worden aangebracht.
Het WKO-systeem is complementair aan de zonthermische collectoren in een veldopstelling. De WKO-bron kan in de koude periodes een brontemperatuur leveren die hoger is dan de VT-voorraadbuffer. In de zomerperiode kan de WKO-bron worden geregenereerd vanuit de zonthermische collectoren. De WKO gebruikt dezelfde warmtepompen die toch al benodigd zijn voor het zonthermiesysteem. De extra investering is hiermee beperkt.	
Het systeem kent geen piek-backup voorzieningen middels gasgestookte ketels. De gekozen warmtepompen in combinatie met de bufferafmetingen en WKO-bron zijn voldoende om ook langere periodes van koud weer te overbruggen.	

## Toepasbaarheid

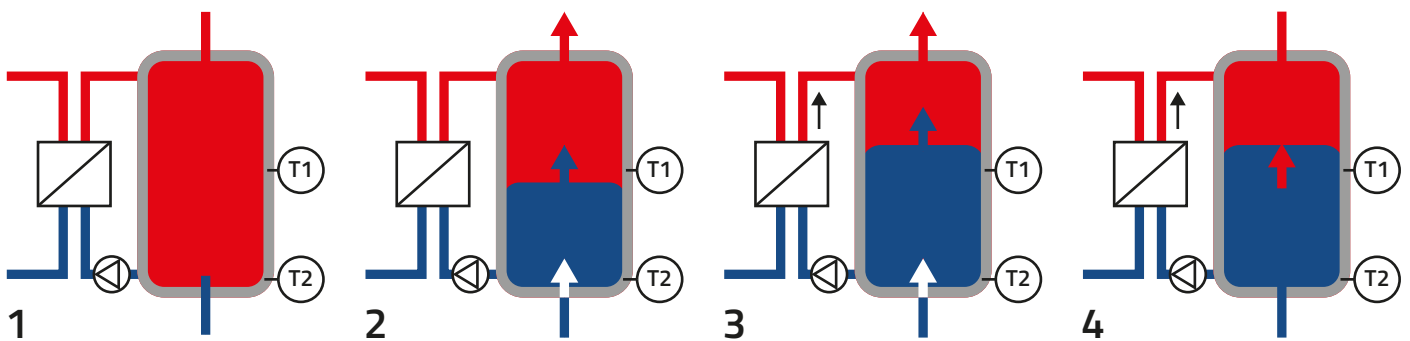
In veel situaties zal vanwege het ruimtebeslag dit systeem niet eenvoudig inpasbaar zijn. In het geval van Nagele zou dit wel een reële optie zijn vanwege de aanwezigheid van de ijsbaan in de nabijheid van het dorp. Deze locatie biedt de benodigde ruimte om een voldoende groot veld met zonthermische collectoren te kunnen aanleggen.

De toepasbaarheid van dit systeem is dus vooral op locaties waar voldoende ruimte beschikbaar is met de juiste bestemming, in de nabijheid van de woningen. Deze nabijheid is nodig om de investeringskosten van het warmtenet te beperken. Te denken valt aan dorpen met een vergelijkbare karakteristiek als Nagele, waarbij een ijsbaan in potentie de juiste afmetingen heeft om een systeem voor circa 400 à 500 weq te kunnen huisvesten.

## Stratificatie in een warmtebuffer

Voor opslag van warmte worden vaak warmtebuffers gebruikt die zijn gevuld met water en waarin sprake is van stratificatie. Stratificatie betekent dat er gelaagdheid van warmte ontstaat in een buffervat. Warm water is lichter dan koud water en warm water kan daardoor blijven drijven op koud water, zonder dat er menging ontstaat. De overgangszone wordt wel thermocline genoemd.

Als voorbeeld zien we hier een buffervat met 70°C water ten behoeve van een warmtenet. Als er water van 70°C uit het buffervat wordt onttrokken voor warmtelevering dan wordt het buffervat van onderaf gevuld met water met een lagere retourtemperatuur uit het warmtenet. In het buffervat ontstaan dan twee temperatuurzones, boven in het vat in dit voorbeeld 70°C en onder in het vat 40°C graden. De overgangszone (thermocline) schuift naar boven als de buffer wordt ontladen zodra warmte wordt geleverd aan het warmtenet en deze schuift naar beneden als de buffer weer wordt geladen met warmte. Bij een goed ontworpen buffervat ontstaat geringe menging tussen warm en koud water. Een belangrijke voorwaarde voor een goed werkende gestratificeerde buffer is dat de in- en uitstroom van water erg beheerst gaat om turbulente stroming in het vat te voorkomen. Als er ongewenste stromingen in het buffervat optreden, bijvoorbeeld door grote stroomsnelheid van de watertoevoer, dan raakt de thermocline verstoord en zal in het vat een mengtemperatuur ontstaan.



Figuur 15: Illustratie van stratificatie



## 3. Financiële oplossingsrichtingen en bevindingen

### 3.1 Uitgangspunten

Bij de start van het project was de gedachte dat de kosten voor het warmtesysteem in de toekomst terugverdiend moesten worden via de periodieke tarieven die bewoners betalen voor het gebruik van de producten en diensten van het warmtenet. Initieel uitgangspunt dat naar de bewoners was gecommuniceerd, was 'Niet meer dan nu'. Oftewel: bewoners zouden niet meer betalen voor de warmteoplossing dan dat ze voor hun toenmalige gasaansluiting en -verbruik betaalden. Dit werd door een deel van de bewoners uitgelegd als 'ook in de toekomst betalen we niet meer dan dat we bij de start van het project aan gas betaalden'. In de vervolggcommunicatie werd daarom meer uitgegaan van het uitgangspunt dat het kostenniveau 'niet meer dan anders' was in vergelijking met het toenmalige kostenniveau. Daarbij werd aangegeven dat er binnen de kaders van de Autoriteit Consument &

Markt (ACM) wordt gewerkt en dat het streven was om substantieel onder de ACM-tarieven te blijven.

Een ander belangrijk uitgangspunt was dat het pilotproject Kernvariant uitdrukkelijk niet bedoeld was als een project waarvan de investeringen terugverdiend konden worden zolang dit een op zichzelf staand project bleef. Het idee is altijd geweest dat de investeringen in de Kernvariant terugverdiend zouden kunnen worden als onderdeel van een dorpsbrede uitrol. Wel was het van meet af aan de bedoeling dat de operationele kosten voor de Kernvariant met de operationele inkomsten in balans zouden moeten zijn na de inregelperiode van 2 jaar.

### 3.2 Financiële inschattingen bij de start van het project

Hieronder staan de initiële indicaties van kosten en investeringen voor het project zoals deze destijds werden ingediend bij PAW voor de toekenning van de decentralisatie uitkering. Alle bedragen zijn gemiddeld per woning en exclusief btw.

Tabel 2: Overzicht initieel ingediende investeringen Nagele in Balans

Onderdeel	Per woning	Totaal
Investeringen bouwkundig	€ 8.000	€ 4.000.000
Investeringen warmtebuffer en installaties	€ 28.000	€ 14.000.000
Engineeringkosten	€ 500	€ 250.000
Bijkomende bouwkosten	€ 2.000	€ 1.000.000
Advies en begeleiding	€ 1.000	€ 500.000
<b>Totaal indicatie investeringen en kosten</b>	<b>€ 39.500</b>	<b>€ 19.750.000</b>

De gevraagde en toegekende totale rijksbijdrage vanuit het Programma Aardgasrijke Wijken was € 4.224.500, - voor 497 woningen, initieel te verdelen over de verschillende fases/projecten. In de beschikking was opgenomen dat de decentralisatie-uitkering werd verminderd met

teruggevorderde btw, dit betekende dat een bedrag van € 3.491.322 exclusief btw beschikbaar was. Bij verdere uitwerking van de plannen leidde dit tot de volgende begroting, waarbij ook de overkoepelende projectactiviteiten werden meegenomen.

Tabel 3: Overzicht aangepaste projectbegroting Nagele in Balans

Algemene kosten	Per woning	Totaal
Projectmanagement 2019-2029	€ 1.000	€ 500.000
Engineering en advisering 2019-2020	€ 500	€ 250.000
Projectontwikkeling 2018	PM	PM
<b>Totaal algemene kosten</b>	<b>€ 1.500</b>	<b>€ 750.000</b>
Voorstel benutting BZK decentralisatieuitkering	Per hofje	Totaal 10 hofjes
Algemene kosten		€ 750.000
Bijdrage per hofje	€ 274.132	€ 2.741.322
<b>Totaal</b>		<b>€ 3.491.322</b>
Raming kosten volledige uitvoering project	Per woning	Totaal 10 hofjes
Kosten per woning	€ 36.160	€ 18.080.000
Bijdrage BZK decentralisatieuitkering		€ 2.741.322
<b>Totale bruto investering</b>		<b>€ 15.338.678</b>

In bovenstaande projectbegroting zijn bijdragen door andere partijen en eventuele aanvullende subsidies nog niet meegenomen.



### 3.3 Financiële realisatie pilot Kernvariant

Initieel was het de bedoeling om een pilot te realiseren met 51 woningen in de Karwijhof, gevolgd door een tweede pilot in een nader te bepalen hof. De uiteindelijke pilot werd gerealiseerd aan de Ring met 8 woningen en een multifunctioneel (voormalig school)gebouw met 8-10

woningequivalenten (weq). Voorafgaand aan de pilot was een begroting opgesteld. In deze begroting was echter niet of nauwelijks rekening gehouden met 'aanloopkosten'. Denk aan kosten voor projectbegeleiding, vergunningaanvraag, en meer. De volgende tabel laat de begrote en gerealiseerde investering zien.

Tabel 4: Begrote versus gerealiseerde investering in de Kernvariant

Onderdeel	Begroting	Realisatie
Initiatiefase	€ 100.000,00	€ 80.257,50
Definitiefase (VO/DO)	€ 250.000,00	€ 249.880,00
Realisatie/uitvoering	€ 687.735,00	€ 687.735,00
Onvoorzien/extra kosten	€ 0	€ 159.655,60
<b>Totaal</b>	<b>€ 1.037.735,35</b>	<b>€ 1.197.390,60</b>

Naast de initiële investering (Capital Expenditures, CAPEX), werden ook de operationele kosten (Operational Expenditures, OPEX) begroot. Kosten voor service en onderhoud vielen de eerste twee jaren nog binnen de inregelperiode en voor de periode daarna waren er afspraken met HoCoSto gemaakt in het Design Build Maintain en Operate (DBMO) contract. Voor bemeting en rapportages ten behoeve van eigen verbruik, verbruiksoverzichten en de SDE+-subsidie waren afspraken gemaakt met INNAX en Flamco.

Uiteraard waren posten voor onder andere hulpenergie, verzekering en begeleiding begroot. Echter, deze vielen aanmerkelijk hoger uit dan verwacht. Redenen hiervoor waren onder andere:

- Het technisch rendement van de installatie bleek minder goed te zijn dan verwacht.

- Tegelijkertijd waren elektriciteitsprijzen extreem hoog gedurende de COVID pandemie.
- Het vinden van een verzekeraar voor het systeem bleek veel lastiger dan verwacht; onbekendheid met het systeem en het feit dat delen van het systeem ondergronds waren gebouwd, maakten dat partijen huiverig waren om een offerte uit te brengen. Uiteindelijk lukte het om via een herverzekeraar het hele systeem verzekerd te krijgen. Echter, de drempelbedragen van verzekeringen liggen bij herverzekeraars hoger dan bij directe verzekeraars, wat resulteerde in hogere verzekeringspremies dan verwacht en begroot.
- Tenslotte zorgden al deze zaken ervoor dat begeleiding beduidend meer tijd en energie vroeg dan vooraf was begroot, dus ook de kosten voor deze post waren hoger dan verwacht.



### 3.4 Financiële inschattingen dorpsbreed warmtenet

Het uiteindelijke gekozen systeemontwerp betreft een zonneveld waarmee warm water wordt geogst dat in een grote buffer wordt opgeslagen. In de periodes dat het geogste water onder de 70°C ligt, wordt dit water gebruikt als bron voor het vullen van een MT-buffer, van waaruit Nagele wordt gevoed. Voor de langdurige koude periode

(winter) wordt het systeem aangevuld met een WKO-bron.

De investeringskosten voor het gekozen ontwerp waren als volgt begroot, waarbij het belangrijk is om aan te geven dat dit eerste grove inschattingen betroffen waarbij er nog veel onzekerheden waren en zijn. Let op: hierbij zijn kosten voor huisaansluitingen, de diverse ontwerpfasen, vergunningstrajecten, traject bewonersdeelname en pr en technische ruimte(n) nog niet meegenomen.

Tabel 5: Begrote investering dorpsbreed warmtenet

Onderdeel	Kosten
Buffers (3.000m <sup>3</sup> )	€ 525.000,00
Zonneveld (10.000m <sup>2</sup> )	€ 2.138.000,00
Installaties	€ 885.000,00
Wko	€ 500.000,00
Leidingwerk (intern)	€ 300.000,00
Transport- en distributienet	€ 7.395.000,00
<b>Totaal</b>	<b>€ 11.743.000,00</b>

### 3.5 Subsidies

Naast de decentralisatieuitkering uit de deelname uit het PAW, werd in het project Nagele in Balans ook gekeken naar andere subsidies.

#### Provincie en EEF

Voor het project werd gebruik gemaakt van een bijdrage van de provincie en een bijdrage van EEF (Energie Expertisecentrum Flevoland). Beide voor € 25.000,-.

#### SDE+

De Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE+) voor zonthermie is een perceelgebonden subsidie met een minimaal apertuuroppervlak van 200 m<sup>2</sup> voor ieder perceel. Dat zou een aparte subsidieaanvraag betekenen voor iedere woning in ons project, maar eigenlijk beschikte alleen De Acht over die 200 m<sup>2</sup>. Dat vonden wij vreemd; grote windmolenparken worden immers ook gebouwd op verschillende percelen. En die worden als een geheel gezien, omdat alle opgewekte stroom samenkomt in een transformatorhuisje. Voor ons project geldt ook dat de warmte wordt opgewekt op verschillende percelen en samenkomt in ons 'transformatorhuisje'; de seizoensopslag. Dat is dan toch ook een systeem? Na intensief contact met RVO lukte het om toch in aanmerking te komen voor SDE+ subsidie. Voor 2022 werd deze vanwege de hoge energieprijzen uiteindelijk vastgesteld op €1.108,78. In de oorspronkelijke SDE+ beschikking stond een bedrag van

€ 219.765,00 voor een periode van 15 jaar. Dit komt neer op, € 14.651,00 per jaar, wat een substantieel verschil is met het uiteindelijk vastgestelde bedrag in 2022.

#### SAH en RVV-V

De Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) is bedoeld voor verhuurders die investeren in het aardgasvrij maken van huurwoningen. In dit geval kon woningcorporatie Mercatus een beroep doen op deze regeling. Onder deze regeling werd van 2020 tot en met 2023 maximaal 40% tot € 1.200,- van de kosten voor in pandige aanpassingen en maximaal 30% tot € 3.800,- van de kosten voor aansluiting op een warmtenet vergoed.

Bij de start van het project was de Regeling Vermindering Verhuurderheffing Verduurzaming (RVV-V) nog beschikbaar. Onder deze regeling konden verhuurders die hun woningen met tenminste drie labelstappen verbeterden tot minimaal label B in aanmerking komen voor een vermindering op de verhuurderheffing. Aanvankelijk mocht het warmtesysteem meetellen voor het energielabel, dit verviel met de invoering van NTA8800. De RVV-V regeling is in 2023 vervallen.

## **ISDE**

Door de particuliere woningeigenaar in het pilotproject is gebruik gemaakt van de Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE). Voor aansluiting op een warmtenet werd van 2020 tot en met 2023 een bedrag van € 3.325,- vergoed.

## **RCE**

De Rijksdienst Cultureel Erfgoed heeft € 400.000,- bijgedragen om de warmtetransitie in wederopbouwgebieden te stimuleren. De warmte-opgave is hier ingewikkeld, zeker als het gaat om (rijks-)monumenten.

## **EFRO, WIS, DEI+ en/of LIFE?**

Gedurende het proces hebben we nog gekeken of het zinvol was om een Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+)-subsidie aan te vragen. Voor deze subsidie waren de deadlines voor indiening heel krap en de kans dat deze toegewezen zou worden, achtten we beperkt, dus we hebben uiteindelijk afgezien van indiening. Vervolgens hebben we nog gekeken naar het Europese LIFE-programma voor natuur-, milieu- en klimaatprojecten. Aandachtspunt hierbij was dat het niet helemaal zeker was of deze subsidie te combineren viel met een andere subsidie waarnaar we keken, uit het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO). Aanvragen voor EFRO-subsidies lopen via deelnemende overheden, in ons geval provincie Flevoland. Bij het uitwerken van de plannen is deze subsidie uitdrukkelijk in beeld gebleven. De vooraanvraag is gedaan, maar de definitieve aanvraag is op het moment van schrijven (nog) niet gedaan.

We hebben ook nog onderzocht of de Warmte Infrastructuur Subsidie (WIS) voor ons bruikbaar zou zijn. Dit bleek helaas in 2023 niet het geval te zijn, onder andere omdat een van de voorwaarden in die ronde was dat er geen eerdere subsidie verleend mocht zijn. Daarnaast was onduidelijk of het dorpsbrede warmtenet tijdig gestart zou kunnen worden en voldoende aansluitingen zou kennen om aan de vereisten van de WIS te voldoen.

## **3.6 Financiering**

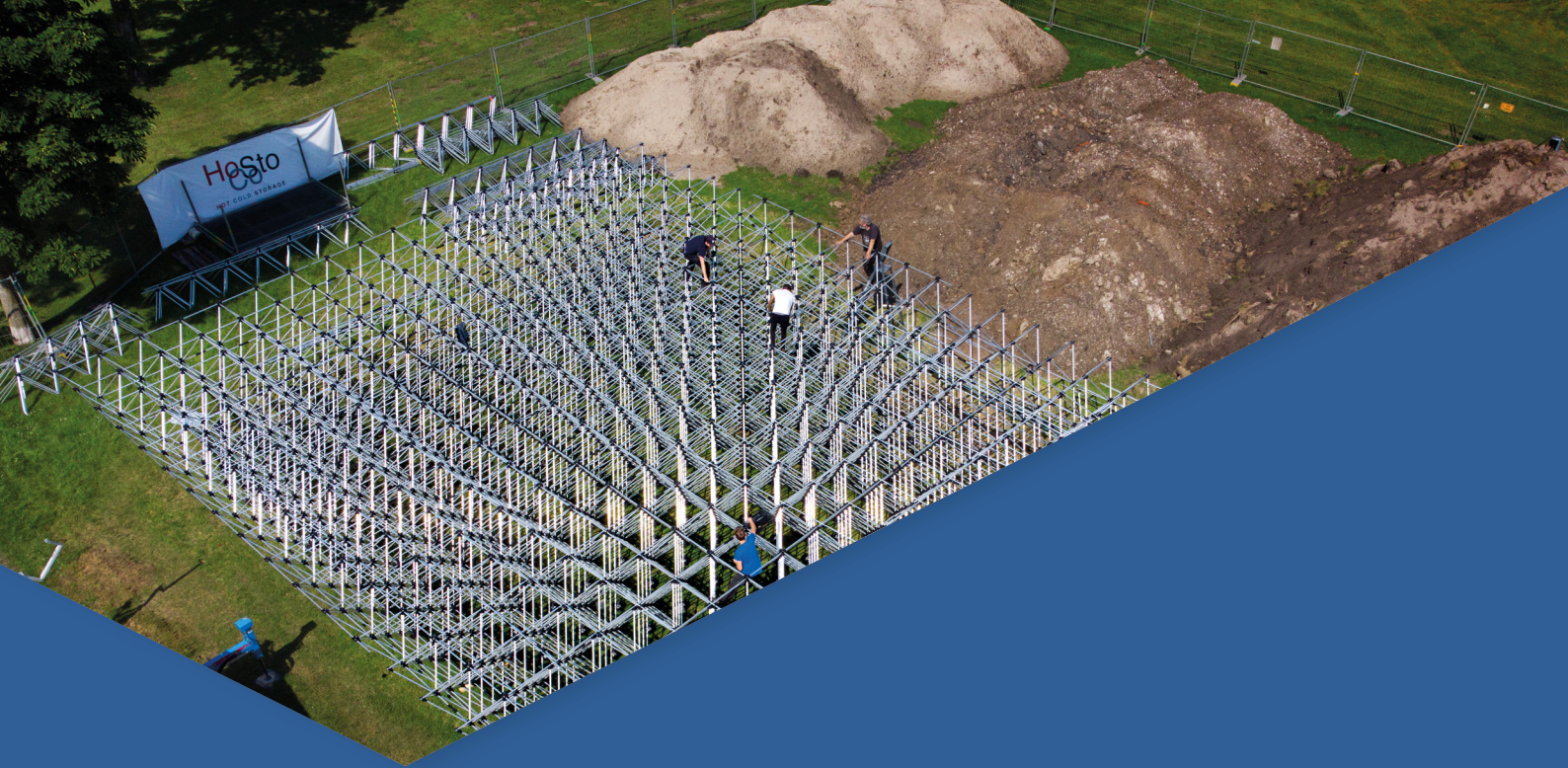
Voor de financiering van het project Kernvariant werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bijdrage PAW voor de aanleg van het systeem. Daarnaast werd de BAK die woningcorporatie Mercatus heeft betaald gebruikt voor de financiering van het systeem. Voor het project Dorpsbrede aanpak werd ervan uitgegaan dat de volgende financiële middelen gebruikt zouden worden: het restant van de PAW-subsidie, eventuele aanvullende subsidies vanuit EFRO/Kansen voor West 2 of LIFE, DEI+, en dergelijke. Deze middelen zouden gecombineerd worden met financiering deels via vreemd vermogen door een bank (Rabobank of Triodos Bank) eventueel in combinatie met Invest-NL/ Waterschapsbank/BNG en deels via eigen vermogen van risicodragende partijen. In aanvulling daarop zou Mercatus eventuele regelingen (SAH) gebruiken en particuliere woningeigenaren zouden de ISDE-regeling gebruiken en een eventuele lokale activiteitsubsidie. We keken ook nog naar gebruik van de zogeheten GROWE-methodiek. Deze regeling gaat uit van het aantrekken van een financiering bij BNG via de gemeente. Voordelen hiervan zouden dan zijn lage rentelasten en beschikbaarheid van een kleine subsidie op ontwikkelkosten (circa € 20k). Deze methode is niet gebruikt in het project.

### **NTA8800**

Een van de zaken waar we tegenaan liepen tijdens de ontwikkeling van ons project, is een wijziging in de waardering van aansluiting op een warmtenet onder de NTA8800, de methode die wordt gebruikt om de energieprestatie van gebouwen te beoordelen. Bij de start van ons project, was aansluiting op het warmtenet goed voor een 'labelsprong' oftewel een beter energielabel van de woning. Een beter energielabel vertaalt zich naar een gunstigere woningwaarde. Dit was het uitgangspunt waarmee we ons project startten en onze verwachting was dat dit een goed argument zou zijn voor particuliere woningbezitters om aansluiting op het warmtenet te overwegen, of hun bank te overtuigen een lening voor te maken kosten te verstrekken. Voor de bij de Kernvariant betrokken bewoner bleek dit ook een belangrijk argument te zijn.

Helaas wijzigde gedurende de aanleg van de Kernvariant de regelgeving, als gevolg waarvan aansluiting op een warmtenet minder gunstig werd gewaardeerd dan voorheen het geval was. We hebben dit uitgebreid ter sprake gebracht bij beleidsmakers, wat helaas destijds niet tot veranderingen leidde. Op het moment van schrijven van dit rapport, is de waarde die wordt toegekend aan een aansluiting op het warmtenet opnieuw onderwerp van gesprek. We zijn benieuwd naar de uitkomst!

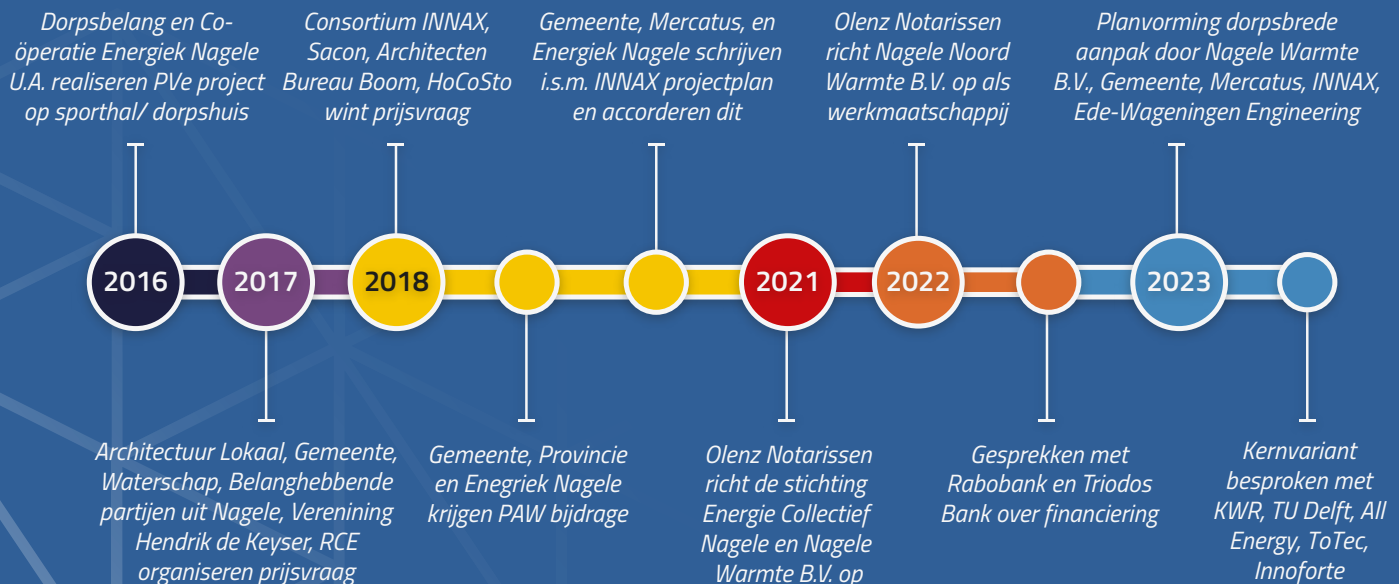




## 4. Governance

### 4.1 Overzicht betrokken partijen en wijze van aanpak

Door de tijd heen werden verschillende partijen op verschillende momenten betrokken bij het initiatief Nagele in Balans. Hieronder staat een tijdlijn weergegeven waarin dit zichtbaar wordt:



Figuur 16: Betrokken partijen door de tijd heen

## 4.2 Prijsvraag Nagele in Balans (2016 – 2018)

Na het besluit van onder meer Dorpsbelang dat de windgelden voor driekwart ten goede zouden komen aan duurzame energie voor Nagele, werd in 2016 de Coöperatie Energiek Nagele U.A. opgericht. Door de coöperatie werd het dorps huis in 2016 voorzien van zonnepanelen. Vervolgens werd het 'EnergieLab Nagele' opgezet met de daaraan verbonden prijsvraag. Architectuur Lokaal, die gespecialiseerd is in dit soort prijsvragen, begeleidde ons. Meer partijen waren betrokken: Gemeente Noordoostpolder, Waterschap Zuiderzeeland, Dorpsbelang Nagele, de ondernemersvereniging, het museum, woningcorporatie Mercatus, erfgoedorganisatie Vereniging Hendrick de Keyser en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE).

De jury van de prijsvraag bestond uit voorzitter Dirk Sijmons (landschapsarchitect en voormalig Rijksadviseur voor het landschap), Pi de Bruijn (partner de Architecten Cie), Stefan Davids (ondernemer in Nagele), Kees Duijvestein (emeritus-hoogleraar duurzame ontwikkeling in de gebouwde omgeving aan de TU Delft), Leen Verbeek (voormalig commissaris van de Koning van de provincie Flevoland) en Anneke Keur (geboren en getogen in Nagele). Er werd gebruik gemaakt van de door VNG, Rijksbouwmeester en brancheorganisaties door Architectuur Lokaal ontwikkelde methode van de Kompas Light Prijsvraag. Deze methode zorgt ervoor dat de kosten voor uitschrijvers en inzenders beperkt blijven en dat de procedure als

een aanbestedingsmethode kan worden aangemerkt. De ontwikkeling van de prijsvraag duurde ongeveer zes maanden, vervolgens verliep de prijsvraag digitaal. In de eerste ronde werden -op anonieme basis- visies op de opgave gevraagd. Naar aanleiding daarvan werden vier partijen voor de tweede ronde geselecteerd. Deze partijen werkten een plan uit en kregen hiervoor een vergoeding; de winnende partij ontving € 16.000, de andere drie teams kregen een vergoeding van € 8.000.

Het winnende plan was 'Nagele in Balans' ingediend door een consortium van de partijen Sacon (architecten), BOOM-Hoogers (Milieukundig Onderzoek- en Ontwerpbureau), HoCoSto (warmteopslag) en INNAX (ingenieursbureau).

Voorwaarden die bij de beoordeling van de inzendingen voor de prijsvraag werden gebruikt, waren:

- Passendheid bij het sociale en architectonische karakter van Nagele.
- Technische haalbaarheid.
- Mate waarin het ontwerp vernieuwend en experimenteel was.

Vlak nadat het winnende ontwerp van de prijsvraag unaniem was geselecteerd, startte het PAW. De Gemeente Noordoostpolder heeft toen namens Energiek Nagele het idee ingezonden als beoogde proeftuin om zo financiële middelen te verzamelen.

### Leerpunt

Een goede samenwerking, gedeelde visie, oplossingsgerichte houding en commitment van de gemeente, de woningbouwcorporatie en de energiecoöperatie waren de sleutel in de realisatie van het project.

### Sterke punten volgens de geïnterviewden:

- Alle partijen die voorwaarden moesten scheppen om het project te laten slagen waren aan boord, en nauw betrokken. Partijen hadden vanaf de start van het project een duidelijke rol, werkten constructief samen, waren sterk oplossingsgericht en hadden het mandaat om besluiten te nemen.
- Betrokken partijen hadden een gedeelde visie en zagen dit project als een mogelijkheid om Nagele weer op de kaart te zetten ("Nagele als experimenteedorp").
- Bestuurders hebben expliciet commitment getoond door hun handtekeningen te zetten onder het projectplan.

### Kanttekeningen volgens de geïnterviewden:

- Geïnterviewden beschouwen de oplossingsgerichtheid van alle partijen als een positief punt, omdat voor alle problemen werd gekeken "hoe kan het wel". Dit heeft er onder andere toe geleid dat het oorspronkelijke plan om 50 woningen met de oplossing uit te rusten wat niet haalbaar bleek, terug te schalen naar een realiseerbaar project.
- Geïnterviewden geven ook aan dat deze oplossingsgerichtheid ook een valkuil is, omdat betrokkenen vergeten te reflecteren op het project: is het nog logisch wat we aan het doen zijn? Past dit nog bij onze oorspronkelijke doelstellingen?

### 4.3 Pilot Kernvariant (2018-2021)

In oktober 2018 werd bekend dat Nagele in Balans was geselecteerd als proeftuin door het PAW. Het idee werd vervolgens tot een volwaardig projectplan uitgewerkt met de hulp van INNAX. We hadden immers wel een idee geselecteerd, maar we hadden nog geen idee hoe dit te realiseren. Medio 2019 was het projectplan afgerond en zetten alle betrokken partijen -Gemeente Noordoostpolder, woningcorporatie Mercatus en Energiek Nagele- als Regiegroep hun handtekening onder het definitieve projectmanagementplan. Dit was het moment waarop het bestuur van Coöperatie Energiek Nagele besloot dat het meer inhoudelijke kennis en expertise nodig had om het nu uitgewerkte projectplan te kunnen realiseren. Er werd in de zomer van 2019 een Comité van Advies opgericht, met daarin de volgende leden:

- Minister van Staat Sybilla Dekker (complexe bestuurlijke processen en burgerparticipatie);
- Laetitia Ouillet (strategie in de energiemarkt);
- Jacco Karens (juridische zaken, met name bouwrecht).

De leden van dit comité dachten actief mee over belangrijke zaken, die eerst aan hen werden voorgelegd, voordat ze in de Regiegroep werden ingebracht. In de Regiegroep zijn Gemeente Noordoostpolder (wethouder), woningcorporatie Mercatus (directeur) en Energiek Nagele (bestuur) als ondertekenaars van het projectplan verenigd. Deze Regiegroep is in 2019 opgericht en neemt uiteindelijk de belangrijkste beslissingen. Parallel hieraan werd de bewonersadviescommissie (BAC) opgericht. Deze BAC bestaat uit ongeveer acht inwoners uit verschillende woonhoven die 3 à 4 keer per jaar bijeenkomen om mee te denken over onze plannen. Zij zijn ook ambassadeurs van het project. Ook besloten we destijds om een lokale projectleider in te huren voor zo'n 25 à 30 uur per week, omdat dit project te omvangrijk was om dit door vrijwilligers te laten sturen.

#### Leerpunt

Goede communicatie vanuit de projectleiding richting bewoners heeft gezorgd voor draagvlak en het over de streep trekken van bewoners.

#### Sterke punten volgens de geïnterviewden:

- De geïnterviewde bewoners zijn positief over de goede communicatie vanuit de projectleiding. Bewoners zijn van mening dat Energiek Nagele (uiteindelijk) een goed verhaal had richting bewoners en dat ze voldoende tijd hebben genomen om iedereen mee te krijgen.
- De communicatie in het voortraject en na oplevering wordt ook als positief ervaren door bewoners. Bewoners worden goed op de hoogte gehouden en bij storingen wordt meteen actie ondernomen.

#### Kanttekening volgens een geïnterviewde:

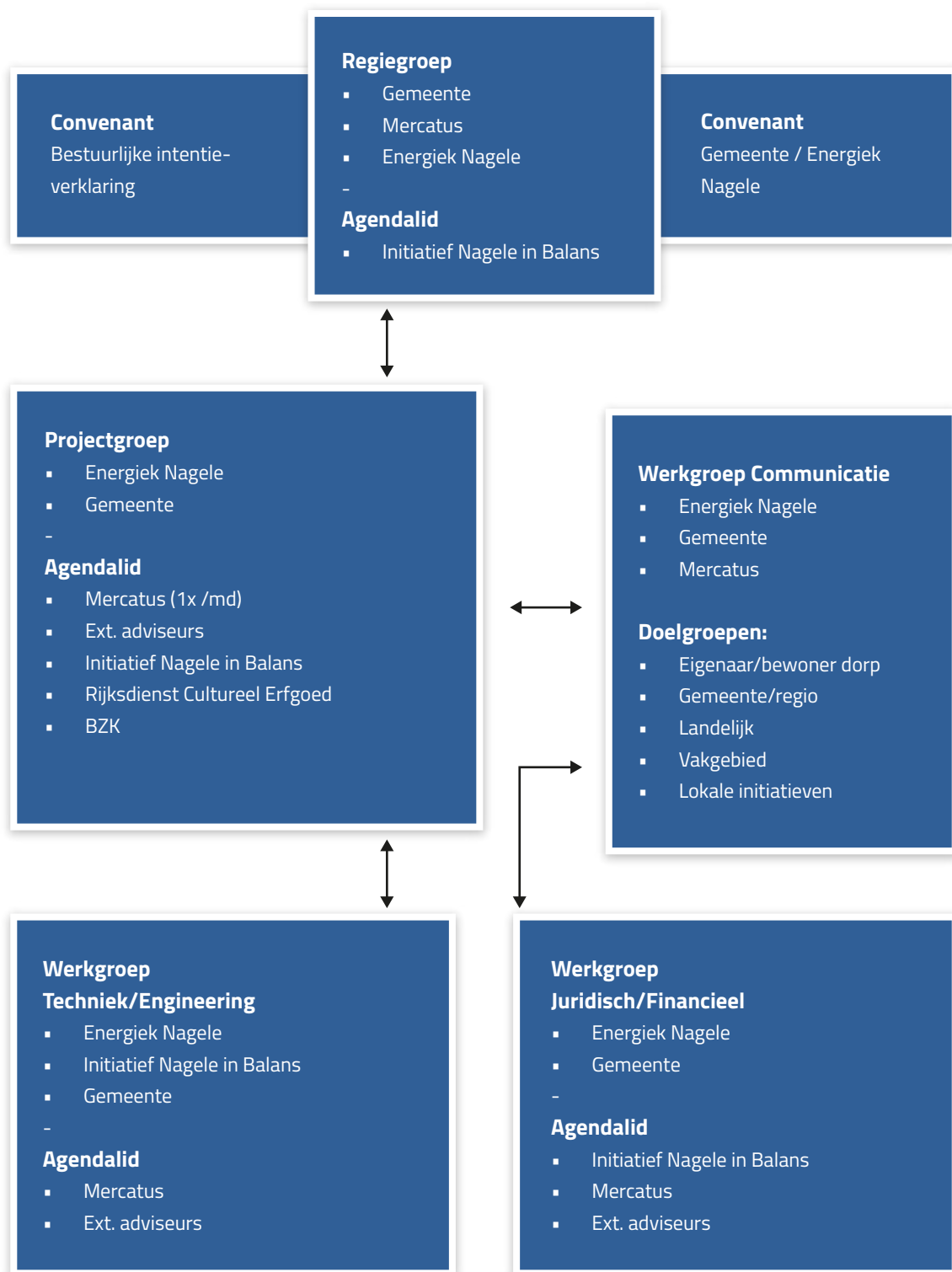
Mercatus geeft aan dat zij van mening zijn dat ze te laat en te weinig hebben gecommuniceerd met de bewoners. Een belangrijk leerpunt voor hen is dat ook bij gebrek aan voortgang het belangrijk is dit te communiceren zodat bewoners weten waarom er niets gebeurt.

Noot: Deze conclusie is gebaseerd op interviews met 2 bewoners (1 huurder en 1 eigenaar-bewoner). Dat aantal is te klein om te kunnen zeggen of deze observatie breed gedeeld wordt door andere bewoners in Nagele.

De plannen werden gedeeld tijdens bewonersbijeenkomsten en er werden voorovereenkomsten getekend met de betrokken particuliere bewoner, Mercatus als eigenaar van de huurwoningen en de gemeente als eigenaar van het multifunctionele gebouw De Acht. In 2021 werden uiteindelijk voorovereenkomsten, leverings- en exploitatieovereenkomsten en overeenkomsten voor Recht van Opstal getekend met alle betrokkenen. In april werd er een Design Build Maintain and Operate (DBMO)

contract gesloten met HoCoSto, het bedrijf dat het systeem zou ontwikkelen, realiseren en onderhouden. Met woningcorporatie Mercatus, de gemeente Noordoostpolder en de particuliere bewoner werden voorovereenkomsten gesloten. Bij het opstellen en sluiten van de overeenkomsten werd gebruik gemaakt van de adviezen van Olenz Notarissen uit Veenendaal.

Onderstaande figuur laat zien welke organisatiestructuur was opgezet.



Figuur 17: Organogram Kernvariant

INNAX keek vanaf de start van het project vanuit het 'vier ogen principe' namens Energiek Nagele en later Nagele Warmte B.V. mee naar de ontwerpkeuzes van HoCoSto en dacht in bredere zin mee over het project. De businesscase voor de Kernvariant is ook door INNAX opgesteld. Daarbij werd ook het vier ogen principe toegepast door deze te laten toetsen door eRisk Group. Aangezien er vanaf medio 2021 nog veel geregeld moest worden op organisatorisch

en administratief vlak, besloot Nagele Warmte B.V. het ondersteuningsteam verder uit te breiden; naast INNAX voor met name technische en organisatorische aspecten, werd DubbelDwars Advies ingehuurd voor met name juridische, administratieve en organisatorische aspecten. De ondersteunende adviseurs werden voor een beperkt deel van hun tijd ingehuurd.

### Leerpunt

Een projectteam en regiegroep met de juiste mix van mensen, die tijdig externe deskundigen inschakelden om problemen op te lossen, waren belangrijke sleutels voor het "op koers houden" van het project.

#### Sterke punten volgens de geïnterviewden:

- In het projectteam en de regiegroep zat de juiste mix van mensen. Alle "rollen" waren vertegenwoordigd: van enthousiaste en idealistische oplosers tot "tegenduwers", die kritische vragen stelden bij voorstellen.
- Het projectteam was zich bewust van zijn eigen beperkingen en schakelde tijdig externe expertise in.

#### Kanttekeningen volgens de geïnterviewden:

- Een groot aantal geïnterviewden is van mening dat het operationele projectteam te klein was. De projectleider kreeg te veel zaken op zijn bord om op te lossen, maar had mogelijk ook eerder kunnen opschalen bij bepaalde problemen.

In december 2021 werden alle conceptovereenkomsten die naar definitieve overeenkomsten waren vertaald, getekend en werd het warmtesysteem in werking gesteld. Na oplevering van het systeem werd het Comité van Advies opgeheven en werd er een Raad van Toezicht (RvT) geformeerd. Deze RvT bestaat uit de heer Gerrit Willem

Kamp (voorzitter), mevrouw Laetitia Ouillet en de heer Andries Poppe. Initieel was het de bedoeling om vertegenwoordigers vanuit Mercatus en de gemeente onderdeel te laten zijn van de RvT. Aangezien woningcorporaties aan strenge regels moeten voldoen en de gemeente een dubbelrol zou krijgen als subsidieverstrekker en lid van de RvT, werd voor een andere invulling van de RvT gekozen.

Parallel aan de realisatie van de pilot werden ook al gesprekken gevoerd met mogelijke financiers voor het vervolg van het project. Er waren gesprekken met Rabobank, Triodos Bank en de provincie Flevoland. Ook werd na intensief overleg met RVO SDE+ toegekend aan het warmtesysteem.



## Leerpunt

Een goede governance structuur met een duidelijke rol- en taakverdeling en mogelijkheid voor opschalen bij problemen zijn goede basis voor besturing en uitvoering van het project.

### Sterke punten volgens de geïnterviewden:

- De governance voor het project is goed ingericht met een betaalde projectleider, een projectgroep, een regiegroep, en een Raad van Advies/Raad van Toezicht. Er is een duidelijke verdeling van taken en rollen en de mogelijkheid om op te schalen bij problemen als dit nodig is.
- Een sterke RvA/RvT met ervaren bestuurders en deskundigen uit de energiewereld die vertrouwen uitstralen, back-up verlenen aan de projectleider, tijdig ingrijpen en bijsturen, en hun netwerk (bij ministeries, RVO, et cetera) inzetten om problemen op te lossen of aan te kaarten.

### Kanttekeningen volgens de geïnterviewden:

- Een deel van de geïnterviewden brengt als positief punt naar voren dat er weinig wisselingen zijn geweest in de bemensing van het project, waardoor kennis werd opgebouwd en behouden. Een ander deel van de geïnterviewden heeft het beeld dat personeelwisselingen hebben geleid tot vertragingen in het project.

## 4.4 Dorpsbreed warmtenet (2022 – 2023)

Nadat de Kernvariant was opgeleverd, zijn we gaan kijken naar het vervolg. We hebben een evaluatie gedaan van de pilotfase en kwamen tot de conclusie dat deze veel meer tijd, energie en geld had gekost dan we op voorhand hadden ingeschat. Initieel was het idee om heel Nagele aardgasvrij te maken door in ieder hof een ondergrondse seizoensbuffer te realiseren zoals die in lijn lag met de Kernvariant. Met de ervaring van de pilot leek ons dit geen goed plan. Er is toen gekeken naar een alternatieve aanpak waarbij we uitgingen van een centrale opwek en opslag ten behoeve van het hele dorp: een groot centraal zonthermieveld met daaronder een seizoensbuffer op en onder de ijsbaan aan de rand van het dorp. De warmte zou vanuit de centrale opslag via een warmtenet door het dorp heen gevoerd worden. Dit idee werd naar tekeningen vertaald door Sacon, het werd voorgelegd aan de RvT en de Regiegroep en het werd goetst bij bewoners tijdens een informatieavond, waar de reacties (zeer) positief waren.

Besloten werd om een partij te vinden met expertise op het gebied van ontwerp van warmtenetten, aangezien geen van de tot dat moment aangesloten partijen -INNAX, HoCoSto, Mercatus, gemeente, Nagele Warmte B.V.- deze expertise in huis had. Rondvragen leidden ons naar Ede-Wageningen Engineering als partij die met ons mee wilde en kon denken. Er zijn gesprekken geweest tussen de betrokken partijen om de oplossing zo goed mogelijk uit te werken en parallel daaraan werden gesprekken gevoerd met mogelijke financiers en subsidieverleners over de mogelijkheden om de oplossing te bekostigen. Aangezien duidelijk werd dat het om substantiële investeringen zou gaan en mogelijke financiers en wijzelf graag een gedegen businesscase wilden zien, werd contact gezocht met Rebel Group voor het maken van een businesscase.

## Tussentijds plan Gerstehof - Lucernehof (2022)

In de zomer van 2022 werd duidelijk dat Mercatus in 2024 al 2 hoven –Gerstehof en Lucernehof– zou gaan renoveren en van het gas af zou halen. Deze planning zou niet direct te combineren zijn met de planning voor de dorpsbrede aanpak. Naast het uitwerken van de dorpsbrede oplossing, werd toen gekeken of er voor deze hoven een variant gevonden kon worden die ook door Nagele Warmte geëxploiteerd kon gaan worden. Het idee was dat HoCoSto daar een systeem met zonthermie en een buffer zou realiseren, vergelijkbaar met de Kernvariant. Dit systeem zou dan in een later stadium alsnog gekoppeld kunnen worden aan de dorpsbrede oplossing. Rebel Group werd gevraagd om op korte termijn de businesscase voor de Gerstehof–Lucernehof op te leveren, zodat er binnen enkele maanden een zowel technisch als financieel onderbouwde oplossing zou liggen.

In de loop van 2022 werd echter ook duidelijk dat de Kernvariant veel meer hulpenergie nodig had en dus energetisch niet zo goed presteerde, als van tevoren was voorzien. Er moest nagedacht worden over oplossingen om het rendement te verbeteren en tegelijkertijd moesten er gezien de lange levertermijnen al bestellingen geplaatst worden voor een soortgelijke oplossing voor de Gerstehof–Lucernehof. Uiteindelijk is besloten om niet verder te gaan met de ontwikkelde oplossing voor Gerstehof–Lucernehof. Dit vanwege het feit dat de financiële risico's te groot waren en er nog onvoldoende zicht was op hoe de oplossing hetzij veel goedkoper, hetzij veel efficiënter zou worden dan hetgeen in de Kernvariant was toegepast.

In december 2022 ging HoCoSto failliet (het bedrijf heeft inmiddels een doorstart gemaakt). Voor Nagele Warmte lag vanaf dat moment de focus op het in stand houden van de warmtelevering voor de op de Kernvariant aangesloten woningen. Parallel hieraan ging Mercatus naar een alternatief kijken voor de woningen aan de Gerstehof–Lucernehof. Aangezien ook Nagele Warmte moest kijken naar alternatieve oplossingen voor de dorpsbrede aanpak, werd besloten om alle kennis en belangen te bundelen. Betrokkenen vanuit Mercatus, de gemeente, Ede–Wageningen Engineering, INNAX en Nagele Warmte gingen samen andere scenario's voor warmtelevering uitwerken.

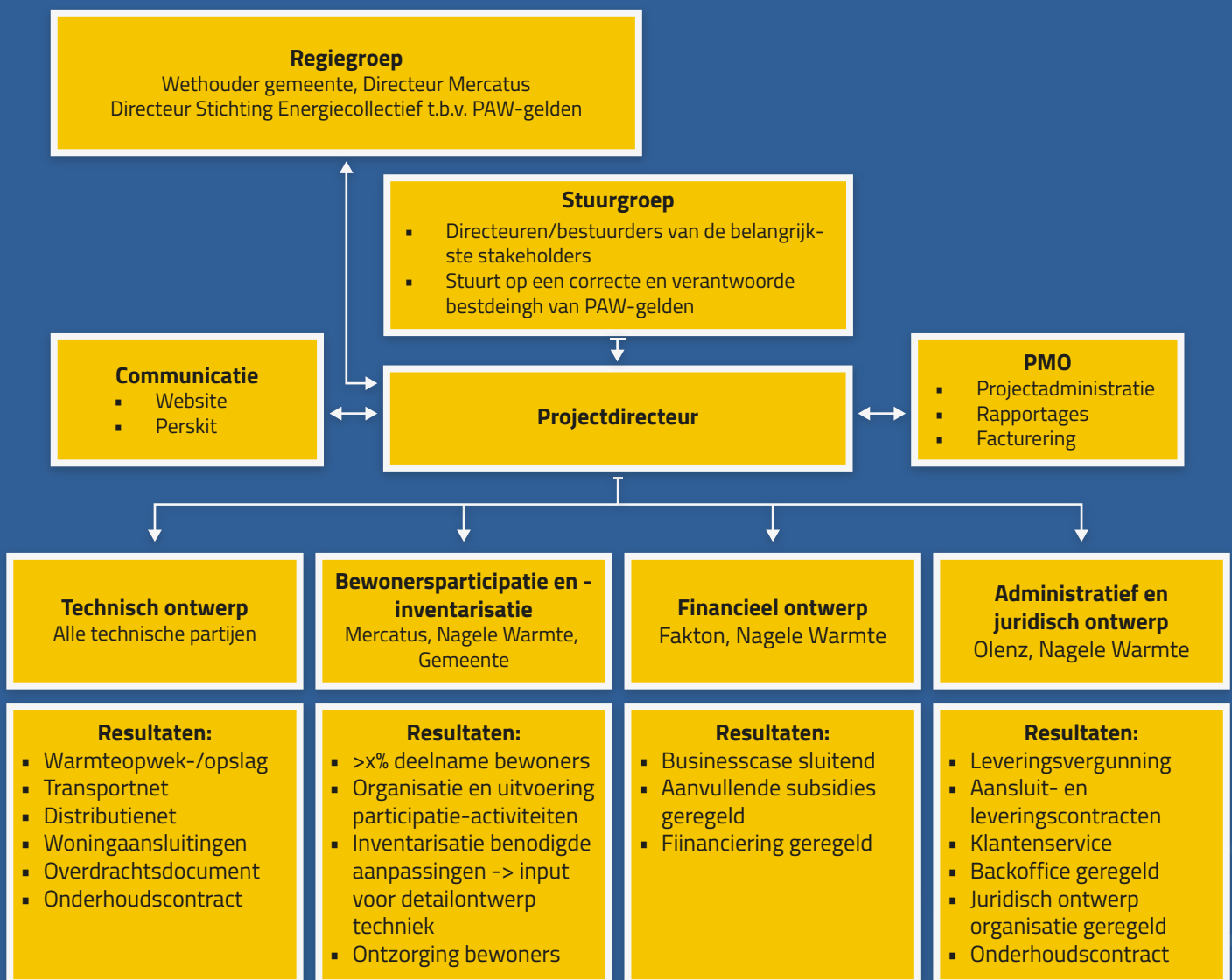
De scenario's leidden tot nieuwe inzichten. Naast zonthermie en opslag, werden ook een warmtepomp(en) en WKO toegevoegd. Een belangrijk vraagpunt in de beoogde oplossing was wat de optimale balans was tussen de omvang van de benodigde hoeveelheid zonthermie en opslag en de inkoop van hulpelektriciteit ten behoeve van de WKO en warmtepomp(en).

In Nederland wordt nog weinig op grote schaal gebruik gemaakt van zonthermie in combinatie met warmteopslag, wat maakt dat hiervoor nog weinig kengetallen in de markt beschikbaar waren die ons konden helpen om dit punt op te lossen. Er werd daarom gekeken naar informatie uit Denemarken en Duitsland, waar zonthermie al wel grootschaliger wordt toegepast. Ook spraken we met CE Delft en met KWR, organisaties die in Nederland onderzoek hebben gedaan naar de combinatie van zonthermie en warmteopslag. Verder werd later in het proces ook informatie ingewonnen bij Innoforte, dat net een onderzoek

naar oplossingen met zonthermie en warmteopslag in Denemarken en Duitsland had uitgevoerd.

Terwijl de technische oplossingen werden uitgewerkt, werden ook alle belanghebbenden –RvT, Regiegroep, mogelijke financiers, provincie, PAW, en anderen – meegenomen in het proces. Vanuit de provincie werd hulp aangeboden in de vorm van ondersteuning door Fakton. Zij dachten mee over, en werkten mee aan, het voorbereiden van een subsidieaanvraag in het kader van EFRO/Kansen voor West 2. Ook hielpen ze bij het uitwerken van een businesscase voor deze oplossingsrichting.

Voor de verdere dorpsbrede uitrol was een wat andere projectorganisatie bedacht. Hierbij werd onderscheid gemaakt naar ontwikkelings- en realisatiefases en -teams. We keken hierbij uitdrukkelijk ook naar projectorganisaties zoals deze gebruikelijk zijn in de bouwwereld. Voor de **ontwikkelingsfase** werd de in Figuur 18 weergegeven projectorganisatie met de genoemde taken en verantwoordelijkheden voorgesteld. De gedachte was dat in de **realisatiefase** de kolom financieel ontwerp kon verdwijnen. Belangrijk is dat de interactie tussen de teams voldoende zou worden gewaarborgd via de planning, te behalen resultaten (elkaars output en input) en overleg.



Figuur 18: Beoogde projectorganisatie dorpsbrede uitrol

In juni 2023 bleek dat er nog een aantal onzekerheden waren zoals de leveringsprijs voor de warmte, het wel/niet verkrijgen van subsidies, volloop etcetera.

Het beeld was ongunstig. Zelfs bij 400 aansluitingen -wat waarschijnlijk nog aan de optimistische kant is- kon de business case niet uit zonder nog heel veel extra subsidies. Bovendien bleek toen dat de planning van Mercatus voor renovatie en verduurzaming niet te verenigen was met de planning voor de dorpsbrede oplossing. Het mogelijk wegvallen van een deel van de woningen door verschil in

timing, maakte dat de businesscase voor een dorpsbreed warmtenet die al wankel was, niet haalbaar zou worden. Door de Regiegroep werd daarom besloten om geen energie meer te stoppen in het uitwerken van een oplossing voor Nagele die gebaseerd is op een dorpsbreed warmtenet.

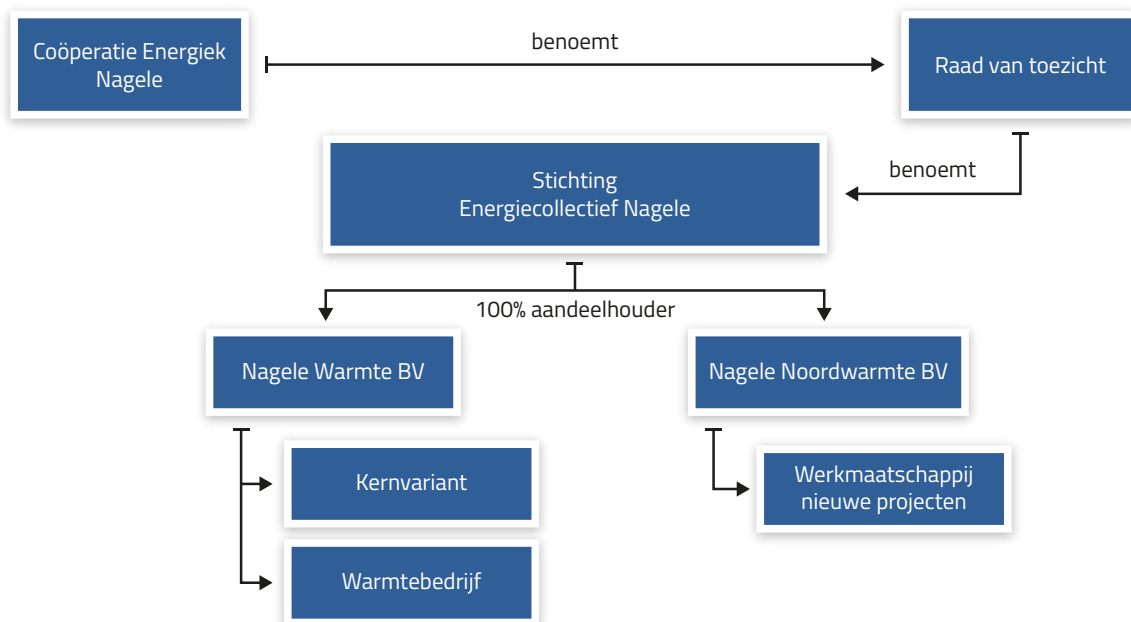
Op het moment van schrijven van dit rapport wordt dus nagedacht over oplossingen om alsnog op een duurzame, zo efficiënt en effectieve mogelijke wijze bewoners die dat willen van een warmteoplossing te voorzien.

## 4.5 Juridische en administratieve keuzes

### 4.5.1 Juridische structuur

Als indiener van het PAW-project had Gemeente Noordoostpolder ruim € 4,2 miljoen euro toegewezen gekregen vanuit het PAW. Als een gemeente dergelijke bedragen uitgeeft, moet er aanbesteed worden. Alle betrokkenen wilden werken met de partijen van het

winnende prijsvraag ontwerp, wat mogelijk was, omdat de prijsvraag een rechtsgeldige vorm van aanbesteding bleek te betreffen. De gemeente verstrekte de subsidiegelden aan Stichting Energiecollectief Nagele, die deze op haar beurt aan Nagele Warmte B.V. verstrekte. Deze constructie kan alleen gebruikt worden als de gemeente geen regierol heeft, wat in Nagele ook niet het geval is.



Figuur 19: Juridische structuur entiteiten

Nagele Warmte B.V. werd in 2021 opgericht ten behoeve van de Kernvariant en is 100% eigendom van Stichting Energiecollectief Nagele. Het stichtingsbestuur bestaat op het moment van schrijven uit een bestuurder en zal bij opschaling versterkt worden met vertegenwoordigers van de coöperatie Energiek Nagele. Nagele Warmte B.V. is 100% eigenaar van de installatie en is exploitant van de Kernvariant. Nagele Warmte B.V. is ook contractpartij richting de afnemers. Het voorstel voor deze inrichting kwam van Olenz Notarissen. Hierbij waren de volgende overwegingen van belang:

- Leden van de coöperatie Energiek Nagele en andere belanghebbenden hebben via de stichting invloed op Nagele Warmte, omdat de stichting 100% eigenaar is van Nagele Warmte en de coöperatie minstens een lid aan het stichtingsbestuur levert.
- Mochten er andere belanghebbenden in beeld komen, dan kan overwogen worden om hen een bestuursfunctie toe te kennen en dan kunnen zij via een bestuurder van de stichting invloed uitoefenen.
- Een stichting hoeft geen vennootschapsbelasting te betalen als die geen onderneming in stand houdt. Als in de statuten van de stichting staat dat eventuele

opbrengsten worden aangewend voor verduurzaming van de gemeente die de PAW-subsidie verstrekt, is er dus geen vennootschapsbelasting verschuldigd.

- Doordat bewoners niet direct (via coöperatie) eigenaar zijn van Nagele Warmte, wordt voorkomen dat de bewoners na realisatie van het warmtenet de warmte B.V. kunnen verkopen en de winst over de dan aanwezige bewoners verdelen. In dat geval zou de PAW-subsidie direct ten goede komen aan de bewoners van de wijk op dat moment, in plaats van over de bewoners van de wijk over een langere looptijd.
- Mocht het wenselijk zijn om het te realiseren warmtenet uiteindelijk onderdeel te laten zijn van een groter geheel, dan kan een B.V. verkocht worden. Dit geldt niet voor een coöperatie of stichting.

Verder werd ten behoeve van de dorpsbrede aanpak een nieuwe B.V. opgericht, namelijk Nagele Noordwarmte B.V. De achterliggende gedachte hierbij was dat het belangrijk was om risico's en eventuele middelen tijdens de realisatie van de dorpsbrede aanpak, juridisch gezien te kunnen scheiden van die van de Kernvariant. In een later stadium, zo was de gedachte, kon er altijd nog voor gekozen worden om de B.V.s te laten samengaan.

#### 4.5.2. Demarcatie van eigendom

De vraag wat nu van wie is, was bij de Kernvariant best een puzzel. De thermische collectoren liggen op de daken van de woningen en het multifunctionele gebouw, net als een stuk van het warmtenet dat bovendien langs de kopgevel omhoogloopt. De buffer, kabels en leidingen liggen in gemeentegrond. Tegelijkertijd was het de bedoeling om het hele systeem in eigendom van Nagele Warmte B.V. te hebben. Op deze manier konden we garanderen dat het hele systeem goed onderhouden zou worden en dat we er bij stringen goed bij zouden kunnen. Ook zou er geen misverstand kunnen ontstaan over het eigendom van de geproduceerde warmte; deze is eigendom van Nagele Warmte B.V.

Uiteindelijk werd de scheidslijn of demarcatie van eigendom van de systeemonderdelen van het warmtesysteem in het project Kernvariant als volgt gedefinieerd: Nagele Warmte B.V. is eigenaar van alle toestellen c.q. apparatuur voor de productie, distributie en levering van warmte voor ruimteverwarming en voor verwarming van tapwater en alle daarbij behorende hulptoestellen met uitzondering van de binneninstallatie. De binneninstallatie is eigendom van de gebouweigenaar. Gebouweigenaren verlenen een recht van opstal aan Nagele Warmte B.V. voor die onderdelen van het warmtesysteem die op/aan hun woningen zijn geplaatst. Het recht van opstal is woninggebonden, wat wil zeggen dat het warmtenet ook bij verkoop van een woning of gebouw eigendom blijft van Nagele Warmte B.V. Deze eigendomsconstructie is geregeld via een opstalakte bij notariskantoor Olenz.

Voor de dorpsbrede uitrol van het systeem met een centrale bron en warmtenet zouden er aanmerkelijk minder opstalovereenkomsten nodig zijn geweest. Daarbij was immers de gedachte dat de zonnecollectoren niet op de individuele woningen en gebouwen zouden liggen, maar dat deze op één locatie – de ijsbaan- zouden worden gelegd.

#### 4.5.3 Overeenkomsten met afnemers

Voor de overeenkomst met Mercatus over de aansluiting van de huurwoningen in de Kernvariant, werd gebruik gemaakt van het Startmotorkader dat door Aedes is ontwikkeld. Olenz Notarissen heeft daarnaast de opstalovereenkomsten met bewoners en gebouweigenaren vormgegeven, zowel de voorovereenkomsten als de definitieve versies. De voorovereenkomsten zijn tot stand gekomen na diverse iteraties, onder andere met de particuliere eigenaren van een van de woningen.



We hebben zelf aansluit- en leveringsovereenkomsten opgesteld die in lijn liggen met de overeenkomsten die elders in de markt worden gebruikt. Deze heeft Olenz voor ons gecontroleerd, om er zeker van te zijn dat er geen juridische onvolkomenheden in zaten. De keuze om zelf deze overeenkomsten op te stellen, werd ingegeven door het feit dat we deze zoveel mogelijk in 'lekentaal' wilden schrijven. We hebben tenslotte in samenwerking met Olenz een toelichting op de verschillende overeenkomsten geschreven, zodat voor alle betrokkenen duidelijk was welke overeenkomst welk doel diende en waarvoor zij zouden tekenen. Deze overeenkomsten plus toelichting werden bij alle bewoners persoonlijk bezorgd, met daarbij het aanbod om ze toe te lichten voorafgaand aan het moment van ondertekening.

Voor het vervolgproject zijn op het moment van schrijven nog geen overeenkomsten gesloten, omdat het daarbij belangrijk is om eerst te zien wat de technische en financiële uitkomsten gaan zijn en hoe deze eventueel tot aanpassingen in de bestaande overeenkomsten leiden.

### 4.6 Administratieve keuzes

#### 4.6.1 Verzekeringen

Naast de gebruikelijke bestuurlijke en aansprakelijkheidsverzekeringen van de organisatie, hebben we ook een verzekering afgesloten voor het warmtesysteem. Tijdens de realisatie van het warmtesysteem was dit verzekerd via de bouwer, in dit geval HoCoSto. Gelukkig zijn we tijdig gaan zoeken naar een partij die het systeem wilde verzekeren na overdracht aan Nagele Warmte B.V., want dit bleek aanmerkelijk lastiger en uiteindelijk kostbaarder dan verwacht. Het heeft uiteindelijk zo'n 1,5 jaar geduurd voordat we een partij vonden die het systeem tegen enigszins redelijke kosten wilde verzekeren!

Redenen waarom het lastig bleek om het systeem te verzekeren, waren onder andere:

- Verzekeraars waren niet bekend met het systeem. Dit was niet vreemd, want het was in Nederland nog niet op een dergelijke schaal toegepast.
- Verzekeraars hadden moeite met het onderscheid tussen zonnepanelen en zonnecollectoren. Er zijn steeds meer brandschademeldingen bij zonnepanelen, vaak veroorzaakt door de omvormers. Dit maakt verzekeraars huiverig om dergelijke systemen te verzekeren. Verzekeraars bleken vaak onbekend met het gegeven dat zonnecollectoren geen gebruik maken van omvormers, waardoor zij onnodig angst hadden voor grote risico's op brand.
- Verzekeraars hadden moeite met het feit dat een groot deel van het warmtesysteem ondergronds is aangebracht. Dit leidde ertoe dat ze het wel wilden verzekeren, maar dan met uitzondering van de ondergrondse elementen. Laten nu de technische ruimten net de meest kostbare apparatuur bevatten die we het liefste wilden verzekeren....
- Of ze hadden moeite met het feit dat een deel van het systeem over de daken liep. Wat nu als er brand of lekkage zou ontstaan?
- Tenslotte vonden ze het ook complex dat er sprake was van opstalrechten bij verschillende partijen.

Voorgaande zorgde ervoor dat we geen goede offertes ontvingen voor de verzekering van het hele systeem, of in ieder geval de voor ons belangrijkste elementen ervan. Uiteindelijk kwamen we via het lokale verzekeringskantoor terecht bij een herverzekeraar. Dit blijkt een partij te zijn die de meer risicovolle of omvangrijke projecten kan verzekeren. Via deze partij vonden we snel een verzekeraar die het systeem wilde verzekeren. Het enige minpunt was dat de herverzekeraar een minimum orderomvang kent, waardoor we meer betalen dan nodig is gezien de omvang van ons systeem. Het voordeel is dan weer dat er nog ruimte is binnen de huidige polis om een deel van een dorpsbreed systeem binnen hetzelfde bedrag te kunnen verzekeren.

Voor de dorpsbrede oplossing verwachtten we minder problemen te ondervinden. Dit omdat de opzet van dit systeem grotendeels bovengronds zou zijn, meer gecentraliseerd en omdat de verzekeraar inmiddels bekend is met het technisch concept achter het systeem.

#### **4.6.2 Tariefstelling, klantenadministratie en klantcontact**

Nagele Warmte B.V. is wel aangemeld als warmtebedrijf bij Autoriteit Consument & Markt, maar is nog niet vergunningplichtig. In de Kernvariant wordt nog niet de ondergrens van 10.000 GJ warmte geleverd waarbij een warmtebedrijf vergunningplichtig is. Uiteraard is bij verdere uitrol naar meer klanten deze vergunning wel nodig. Als warmtebedrijf moet Nagele Warmte B.V. uiteraard wel aan allerlei verplichtingen voldoen. Denk aan het volgen van de regels rondom tariefstellingen die de ACM heeft opgesteld, afspraken ten aanzien van facturering en verbruiksinzichten, klachtenprocedure, compensatieregelingen bij het niet nakomen van de warmteleveringsplicht en het uitvoeren van warmtemetingen.

##### ***Tariefstelling***

De achtergrondgedachte bij Nagele in Balans was en is 'van, voor en door Nagele'. Dat betekent dat er geen doelstelling is om winst te maximaliseren; alles is gericht op een op lange termijn gezonde bedrijfsvoering met behoud van een acceptabele tariefstructuur. In de Kernvariant werd ervoor gekozen om aan te sluiten bij de tariefstructuur volgens de Warmtewet: een variabel tarief voor verbruik en een vast tarief voor het vastrecht, de huur van de afleverset en het meettarief. Voor de huurwoningen werd daarnaast gekeken naar het Startmotorkader van Aedes, wat inhoudt dat een deel van de vaste kosten voor rekening van de verhuurder komen. Immers, die had tot die tijd ook de kosten van cv-onderhoud en dergelijke. De starttarieven werden in 2021 bepaald op basis van 'niet meer dan nu', hetgeen ooit was aangegeven als uitgangspunt richting bewoners. Hierbij werd uitgegaan van de werkelijke energierekeningen van 2020 om voor de bewoners een echt kostenneutrale overstap te kunnen maken. Met Mercatus werden afspraken gemaakt over het vergoeden van een deel van het vastrecht van de huurders, wat overeenkomt met de kosten voor beheer en onderhoud van de cv-ketel.

Het uitgangspunt 'niet meer dan nu' is op termijn niet houdbaar, aangezien Nagele Warmte B.V. zelf ook met stijgende kostenniveaus te maken krijgt voor bijvoorbeeld de hulpenergie die nodig is voor het systeem. Echter, Nagele Warmte B.V. heeft niet als doelstelling om zoveel mogelijk winst te maken. Het uitgangspunt op het moment van schrijven is dan ook dat tarieven in de toekomst worden geïndexeerd met een prijsindex die is losgekoppeld van de gasprijs en die de werkelijke kostenontwikkeling kan volgen.

Voor het project Dorpsbrede aanpak zou een leveringsvergunning worden aangevraagd en zou aangesloten moeten worden bij de tariefstructuur

conform de Warmtewet. Uiteraard zijn de wettelijke maximumtarieven een plafond voor de warmtetarieven. Vanuit de wens om een sociale tariefstructuur te hanteren, is het streven om onder de door ACM bepaalde maximum warmtetarieven te blijven. Er wordt nog uitgewerkt wat onder een sociale tariefstructuur wordt verstaan.

Afnemers hebben een eenmalige Bijdrage Aansluitkosten betaald rond het moment van aansluiting via een eenmalige factuur. Voor de betaling van voorschotbedragen wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van betaling via automatische incasso. Verzending van facturen en van het maandelijkse verbruiksoverzicht vindt plaats via e-mail. Incasso vond initieel plaats via het administratiekantoor dat Nagele Warmte B.V. voor de eigen administratie gebruikt. Inmiddels wordt de administratie verzorgd door een ingehuurde kracht, die ook de maandelijkse verbruiksoverzichten maakt en verstuurt.

#### ***Klantenadministratie en klantcontact***

Contact met de afnemers vindt in de Kernvariant deels via e-mail en deels persoonlijk plaats. Het kantoor van Nagele Warmte B.V. bevindt zich in een van de woningen die onderdeel uitmaken van de Kernvariant, zodat deze als proefwoning en ontmoetingsplek kan fungeren. Dit maakt dat de afnemers directe burens zijn van de organisatie, wat het makkelijk maakt om binnen te lopen en vragen te stellen.

Bij verdere uitbreiding van de warmtevoorziening in het dorp, is het de bedoeling om gebruik te maken van een dienstverlener voor de klantenadministratie en het

klantcontact. Deze zaken gebeuren nu handmatig, wat betekent dat de kosten niet in verhouding staan tot de inkomsten van Nagele Warmte B.V. Bij uitbreiding moeten de kosten per klant omlaag en is het ook belangrijk dat klanten altijd op een goede manier geholpen kunnen worden. Dit kunnen we als organisatie op dat moment niet meer zelf bolwerken, vandaar dat het uitgangspunt is dat we hiervoor een derde partij inschakelen die hierin gespecialiseerd is en die voldoende schaal heeft om de activiteiten tegen een redelijk kostenniveau te kunnen uitvoeren.

#### **4.7 Service en onderhoud**

In het contract dat met HoCoSto was gesloten ten behoeve van de Kernvariant, werden ontwerp, realisatie, onderhoud en operatie van het systeem geregeld in een DBMO-contract. Dit was gebaseerd op bestaande contracten voor aannemers (DBMO en UAV-GC2005) die op een aantal punten werden aangepast om het contract toepasbaar te maken voor ons warmtesysteem. In dit contract werd niet alleen gesproken over service en onderhoud, maar ook over een inregelperiode van 2 jaar en de bijbehorende prestatieafspraken werden hierin vastgelegd. In deze periode van 2 jaar zou het systeem geoptimaliseerd moeten worden. In de periode direct na oplevering hebben HoCoSto en Nagele Warmte B.V. in overleg met elkaar een rapportage- en onderhoudsformat ontwikkeld. Hierin werd vastgelegd welke inspecties op welk moment uitgevoerd zouden worden en waren, met welke aanleiding (regulier of storing) en wat het resultaat van de inspecties was.

#### **Leerpunt**

Door het werken met een DBMO (Design, Build, Maintenance and Operate) contract werden garanties ingebouwd dat een concept werd neergezet dat langjarig houdbaar is.

#### **Pluspunt volgens de geïnterviewden:**

- Het was volgens de geïnterviewden een goede keuze om te werken met een DBMO-contract en één partij verantwoordelijk te maken voor zowel ontwerp, bouw, onderhoud als exploitatie en prestatieafspraken voor 15 jaar vast te leggen. Deze aanpak verhoogt de kans dat een concept wordt neergezet dat langjarig houdbaar is.

#### **Aandachtspunten volgens de geïnterviewden:**

- Dat het in de praktijk niet is gelukt, doet volgens de geïnterviewden niets af aan het feit dat dit in principe een goede aanpak is. In de praktijk was het projectteam echter onvoldoende in staat om de prestatieafspraken te verifiëren en is bij de oplevering te veel vertrouwd op de afspraken in het DBMO-contract.
- Één geïnterviewde is van mening dat een gedetailleerd DBMO-contract voor een innovatief project als in Nagele geen goede keuze is geweest. In een project waar nog zoveel randvoorwaarden met onzekerheden zijn omgeven, was het passender geweest om kwalitatieve afspraken – in de vorm van gezamenlijke inspanningsverplichtingen – te maken.

Hoewel er bij het uitwerken van het initiële projectplan ook risicomanagementsessies hadden plaatsgevonden, hebben we deze nogmaals gehouden na ingebruikname van het systeem. Dit omdat er tijdens de ontwerp- en realisatiefases toch op enkele punten andere keuzes waren gemaakt dan was voorzien, die mogelijk gevolgen konden hebben voor onder andere aspecten rondom service en onderhoud.

HoCoSto beschikte niet over een lokale serviceorganisatie of een klantenservice voor eindgebruikers en Mercatus heeft dergelijke organisaties voor onderhouds- en reparatiezaken aan de woningen wel. Om deze reden werd met Mercatus overeengekomen dat gebruikers van de Kernvariant bij storingen contact op kunnen nemen met het storingsnummer van Mercatus. De medewerkers van Mercatus konden de medewerkers van HoCoSto als

tweedelijns medewerkers contacteren. Dit was althans de gedachte; in praktijk bleken gebruikers vooral rechtstreeks contact op te nemen met de 'buurman uit de proefwoning' en projectleider, die vervolgens contact opnam met HoCoSto.

Na het faillissement van HoCoSto, midden in de eerste volledige winterperiode (2022-2023) waarin het systeem draaide, moest zo snel mogelijk een alternatieve storings- en onderhoudsorganisatie worden opgezet. Hiervoor is uiteindelijk een combinatie ingezet van een partij die het systeem goed kent (All Energy) en een lokaal installatiebedrijf (ToTec) dat snel ter plaatse kan zijn. Voor het dorpsbrede systeem was de wens om service en onderhoud direct professioneel te beleggen bij een partij met een goede servicedesk voor eindgebruikers en lokale aanwezigheid.

## Leerpunt

Realisatie van het project was te afhankelijk van één innovatieve partij, die niet in alle fasen van het project de juiste partij/persoon was voor een succesvolle implementatie van het project.

### Minder sterke punten volgens de geïnterviewden:

- Realisatie van het project was te afhankelijk van één uitvoerende partij -HoCoSto- die gehanteerde veronderstellingen die ten grondslag lagen aan het ontwerp en de contractueel vastgelegde (energie-)prestaties van het systeem niet altijd duidelijk inzichtelijk maakte, waardoor het niet mogelijk was deze onafhankelijk te (laten) valideren.
- De uitvoerende partij was sterk in de innovatie/creatieve fase van het project, maar minder sterk/zwak in het technische projectmanagement. Dit kwam duidelijk naar voren in de uitvoeringsfase toen toegewerkt moest worden naar een beheersbaar concept en het aankwam op de details (zoals oplevering van juridische en technische documenten).

### Kanttekeningen volgens de geïnterviewden:

- Geïnterviewden merken op dat bij de start het zowel aan de kant van HoCoSto als aan de kant van Nagele Warmte ontbrak aan inhoudelijke projectleiderskwaliteiten. Met de kennis van nu was het beter geweest een onafhankelijke algemeen technisch projectleider aan te stellen die zowel de belangen van de opdrachtnemer als de opdrachtgever in de gaten houdt.
- Geïnterviewden merken op dat het projectteam en de regiegroep te lang zijn meegegaan in "het verhaal" van de uitvoerder en zich op een zeker moment zakelijker hadden moeten opstellen naar de uitvoerder. Er hadden duidelijke afspraken gemaakt moeten worden en aan het niet nakomen van de afspraken hadden consequenties verbonden moeten worden om niet door te gaan naar een volgende fase in het project (no-go).
- Geïnterviewden geven ook aan dat bij het werken met zo'n kleine innovatieve partij bij de start van het project goed gekeken moet worden hoe stevig zo'n partij staat en welke risico's dit mogelijk oplevert voor het project.





## 5. Leerpunten

Door het document heen hebben we leerpunten ingevoegd bij de betreffende onderwerpen. Voor de lezers die graag in een oogopslag deze leerpunten terug willen zien, zetten we ze hieronder op een rij. De leerpunten zijn gedistilleerd uit interviews met betrokkenen die zijn gehouden door Harmelink Consulting. Mirjam Harmelink was niet inhoudelijk betrokken bij het project, wat de reden is geweest om haar als niet-bevooroordeelde partij te vragen om interviews te houden.

Er worden sterke punten + , minder sterke punten - en kanttekeningen ! aangegeven die door sommige geïnterviewden bij de punten zijn geplaatst. De leerpunten worden in de door Harmelink Consulting aangegeven volgorde weergegeven.

***Het uitschrijven van een prijsvraag was een goed instrument om de horizon te verbreden en bood een directe opstap naar een subsidieaanvraag en de aanbesteding.***

+ Het uitschrijven van een prijsvraag was een goede manier om ideeën op te halen over de mogelijkheden voor verduurzaming van Nagele. De prijsvraag heeft het blikveld voor Energiek Nagele verbreed en de organisatie in contact gebracht met nieuwe partijen voor samenwerking.

+ Door de goede opzet en voorbereiding van de prijsvraag kon het winnende concept eenvoudig worden omgezet naar een PAW-subsidieaanvraag en voldeed deze ook aan de criteria voor een aanbesteding.

! Een aandachtspunt is of het verstandig is geweest de gewonnen prijsvraag meteen te beschouwen als een aanbesteding en de winnende partij de volledige uitvoering te gunnen. Voordeel van deze werkwijze – “Bouwteam aanpak” – is dat maar met één partij overlegd hoeft te worden en geen onderhandelingen nodig zijn op bestekniveau. Nadeel van deze aanpak is dat de winnende partij ook verantwoordelijk is gemaakt

***Het technische energieconcept is eenvoudig, schaalbaar en vergt weinig aanpassingen aan de woning, maar de oplossing is kwetsbaar en kan niet alle beloftes waarmaken.***

- + De gekozen technische oplossing – opslag van hoge-temperatuur warmte in de zomer voor gebruik in de winter – is in principe zeer schaalbaar, vereist weinig aanpassingen aan de woning (waardoor de monumentale waarde behouden blijft) en is toepasbaar voor woning die (nog) niet goed zijn geïsoleerd.
- ! Geïnterviewden zijn het erover eens dat de gekozen oplossing kwetsbaar is doordat deze afhankelijk is van één duurzame energiebron. Een aantal geïnterviewden ziet potentie voor opschaling van het concept, terwijl anderen van mening zijn dat de kosten voor deze vorm van zonthermie en seizoensopslag te hoog zijn en andere oplossingen inmiddels door kostendalingen gunstiger zijn. Daarnaast wordt de aanvankelijke veronderstelling dat dit concept het elektriciteitsnet gaat ontlasten niet gerealiseerd omdat de warmtepomp een groot deel van het stookseizoen ingezet moet worden.

***Een goede samenwerking, gedeelde visie, oplossingsgerichte houding en commitment van de gemeente, de woningbouwcorporatie en de energiecoöperatie waren de sleutel in de realisatie van het project.***

- + Alle partijen die voorwaarden moesten scheppen om het project te laten slagen waren aan boord, en nauw betrokken. Partijen hadden vanaf de start van het project een duidelijke rol, werkten constructief samen, waren sterk oplossingsgericht en hadden het mandaat om besluiten te nemen.
- + Betrokken partijen hadden een gedeelde visie en zagen dit project als een mogelijkheid om Nagele weer op de kaart te zetten (“Nagele als experimenteedorp”).
- + Bestuurders hebben expliciet commitment getoond door hun handtekeningen te zetten onder het projectplan.
- ! Geïnterviewden beschouwen de oplossingsgerichtheid van alle partijen als een positief punt omdat voor alle problemen werd gekeken “hoe kan het wel”. Dit heeft er onder andere toe geleid dat het oorspronkelijke plan om 50 woningen met de oplossing uit te rusten, dat niet haalbaar bleek, terug te schalen naar een realiseerbaar project. Geïnterviewden geven ook aan dat deze oplossingsgerichtheid ook een valkuil is, omdat betrokkenen vergeten te reflecteren op het project: is het nog logisch wat we aan het doen zijn? Past dit nog bij onze oorspronkelijke doelstellingen?

***Een projectteam en regiegroep met de juiste mix van mensen, die tijdig externe deskundigen inschakelden om problemen op te lossen, waren een belangrijke sleutel voor het “op koers houden” van het project.***

- + In het projectteam en de regiegroep zat de juiste mix van mensen. Alle “rollen” waren vertegenwoordigd: van enthousiaste en idealistische oplossers tot “tegenduwers” die kritische vragen stelden bij voorstellen.
- + Het projectteam was zich bewust van zijn eigen beperkingen en schakelde tijdig externe expertise in.
- ! Een groot aantal geïnterviewden is van mening dat het operationele projectteam te klein was. De projectleider kreeg te veel zaken op zijn bord om op te lossen, maar had mogelijk ook eerder kunnen opschalen bij bepaalde problemen.

***Een goede governance structuur met een duidelijke taakverdeling en mogelijkheid voor opschalen bij problemen zijn goede basis voor besturing en uitvoering van het project.***

- + De governance voor het project is goed ingericht met een betaalde projectleider, een projectgroep, een regiegroep, en een Raad van Advies/Raad van Toezicht. Er is een duidelijke verdeling van taken en rollen en de mogelijkheid om op te schalen bij problemen als dit nodig is.
- + Een sterke RvA/RvT met ervaren bestuurders en deskundigen uit de energiewereld die vertrouwen uitstralen, back-up verlenen aan de projectleider, tijdig ingrijpen en bijsturen, en hun netwerk (bij Ministeries, RVO etc.) inzetten om problemen op te lossen of aan te kaarten.
- ! Een deel van de geïnterviewden brengt als positief punt naar voren dat er weinig wisselingen zijn geweest in de bemensing van het project, waardoor kennis werd opgebouwd en behouden. Een ander deel van de geïnterviewden heeft het beeld dat personeelwisselingen hebben geleid tot vertragingen in het project.

***Goede communicatie vanuit de projectleiding richting bewoners heeft gezorgd voor draagvlak en het over de streep trekken van bewoners<sup>7</sup>.***

- + De geïnterviewde bewoners zijn positief over de goede communicatie vanuit de projectleiding. Bewoners zijn van mening dat Energiek Nagele (uiteindelijk) een goed verhaal had richting bewoners en dat ze voldoende tijd hebben genomen om iedereen mee te krijgen.
- + De communicatie in het voortraject en na oplevering wordt ook als positief ervaren door bewoners. Bewoners worden goed op de hoogte gehouden en bij storingen wordt meteen actie op ondernomen.
- ! Mercatus geeft aan dat zij van mening zijn dat ze te laat en te weinig hebben gecommuniceerd met de bewoners. Een belangrijk leerpunt voor hen is dat ook bij gebrek aan voortgang het belangrijk dit te communiceren zodat bewoners weten waarom er niets gebeurt.

***Door het werken met een DBMO (Design, Build, Maintenance and Operate) contract werden garanties ingebouwd dat een concept werd neergezet dat langjarig houdbaar is.***

- + Het was volgens de geïnterviewden een goede keuze om te werken met een DBMO-contract en één partij verantwoordelijk te maken voor zowel ontwerp, bouw, onderhoud als exploitatie en prestatieafspraken voor 5 jaar vast te leggen. Deze aanpak verhoogt de kans dat een concept wordt neergezet dat langjarig houdbaar is.
- ! Dat het in de praktijk niet is gelukt doet volgens de geïnterviewden niets af aan het feit dat dit in principe een goede aanpak is. In de praktijk was het projectteam echter onvoldoende in staat om de prestatieafspraken te verifiëren en is bij de oplevering te veel vertrouwd op de afspraken in het DBMO-contract (zie verder het laatste punt).
- ! Eén geïnterviewde is van mening dat een gedetailleerd DBMO-contract voor een innovatief project als in Nagele geen goede keuze is geweest. In een project waar nog zoveel randvoorwaarden met onzekerheden zijn omgeven, was het passender geweest om kwalitatieve afspraken -in de vorm van gezamenlijke inspanningsverplichtingen- te maken.

<sup>7</sup> Deze conclusie is gebaseerd op interview met 2 bewoners (1 huurder en 1 eigenaar-bewoner). Dat aantal is te weinig om te kunnen zeggen of deze observatie breed gedeeld wordt onder andere bewoners in Nagele.

***In de communicatie binnen en rond het project is onvoldoende benadrukt dat het ging om de implementatie van een innovatief energieconcept dat nog niet in de praktijk was getest.***

! Geïnterviewden merken op dat het concept (te) snel is verkocht als “de oplossing”/“het ei van Columbus”, terwijl de uitstraling veel meer had moeten zijn “we zijn bezig met een experiment, want we zitten in een proeftuin en als je proeven aan het doen bent dan kunnen deze anders uitpakken dan was bedoeld”.

***Op het moment van implementatie was het totale technische concept nog onvoldoende getest en gevalideerd en nog niet beheersbaar, waardoor het geïmplementeerde systeem nog “kinderziektes” heeft en niet de afgesproken prestaties kan leveren.***

– Het concept is inhoudelijk onvoldoende getest en onafhankelijk gevalideerd voor de schaal waarop het daadwerkelijke werd geïmplementeerd. In het project ontbrak het aan een onafhankelijke “meekijker” die alle veronderstellingen die ten grondslag liggen aan afgesproken technische en energetische prestaties van het systeem vooraf heeft geverifieerd.

– Op het moment dat de oplossing werd geïmplementeerd was het concept nog niet beheersbaar en ook tijdens de implementatie bleef de uitvoerde partij “door innoveren”. Er had beter nagedacht moeten worden over hoe je een opschalingsslag binnen het project slim kunt toetsen.

! Enkele geïnterviewden merken op dat er veel tijdsdruk zat op de opschalingen en er niet genoeg flexibiliteit was in de planning. Het werken met een innovatief systeem is omgeven met veel onzekerheden en er is tijd nodig om te experimenteren en “kinderziektes” op te sporen. Dit botste met de tijdsdruk die stond op de planning van Mercatus voor de renovatie van de woningen in Nagele. Aan de andere kant heeft Mercatus renovaties enkele jaren uitgesteld om ruimte te bieden voor experimenteren.

! Enkele respondenten geven aan dat zij mede gestuurd hebben op het ‘bevrozen’ van innovaties in het concept, zodat dit verder geoptimaliseerd in plaats van aangepast kon worden. Verdere innovaties zouden dan in de opschalingsfase meegenomen kunnen worden.

! Mercatus geeft aan dat zij als woningbouwcorporatie een Plan B klaar hadden moeten hebben, zodat op het moment dat het innovatieve concept niet uitpakt zoals beoogd een alternatief is onderzocht en doorgerekend.

***Realisatie van het project was te afhankelijk van één innovatieve partij, die niet in alle fasen van het project de juiste partij/persoon was voor een succesvolle implementatie van het project.***

– Realisatie van het project was te afhankelijk van één uitvoerende partij -HoCoSto -die gehanteerde veronderstellingen die ten grondslag lagen aan het ontwerp en de contractueel vastgelegde (energie-) prestaties van het systeem niet altijd duidelijk inzichtelijk maakte, waardoor het niet mogelijk was deze onafhankelijk te (laten) valideren.

– De uitvoerende partij was sterk in de innovatie/creatieve fase van het project, maar minder sterk/zwak in het technische projectmanagement. Dit kwam duidelijk naar voren in de uitvoeringsfase toen toegewerkt moest worden naar een beheersbaar concept en het aankwam op de details (zoals oplevering van juridische en technische documenten).

! Geïnterviewden merken op dat bij de start het zowel aan de kant van HoCoSto als aan de kant van Nagele Warmte ontbrak aan inhoudelijke projectleiderskwaliteiten. Met de kennis van nu was het beter geweest een onafhankelijke algemeen technisch projectleider aan te stellen die zowel de belangen van de opdrachtnemer als de opdrachtgever in de gaten houdt.

! Geïnterviewden merken op dat het projectteam en de regiegroep te lang zijn meegegaan in “het verhaal” van de uitvoerder en zich op een zeker moment zakelijker hadden moeten opstellen naar de uitvoerder. Er hadden duidelijke afspraken gemaakt moeten worden en aan het niet nakomen van de afspraken had de consequentie verbonden moeten worden om niet door te gaan naar een volgende fase in het project (no-go).

! Geïnterviewden geven ook aan dat bij het werken met zo’n kleine innovatieve partij bij de start van het project goed gekeken moet worden hoe stevig zo’n partij staat en welke risico’s dit mogelijk oplevert voor het project.



## 6. Gebruikte afkortingen

- **CAPEX:** Capital Expenditures
- **COP:** Coefficient of Performance
- **EFRO:** Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
- **ISDE:** Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing
- **MT:** Midden temperatuur
- **LT:** Lage temperatuur
- **NTA8800:** Nederlandse technische afspraak 8800
- **OPEX:** Operational Expenditures
- **PAW:** Programma Aardgasvrije Wijken
- **RVV-V:** Regeling Vermindering Verhuurderheffing Verduurzaming
- **SAH:** Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen
- **SDE:** Stimulering duurzame energieproductie
- **VT:** Variabele temperatuur
- **WKO:** Warmte koudeopslag

## 7. Gebruikte bronnen

### Documenten:

- [https://www.vvplus.nl/artikelen/besloten/nagele-energie-in-balans-met-seizoensopslag#:~:text=kan%20worden%20gebruikt.-,%27,waarin%20de%20windgelden%20zijn%20ondergebracht](https://www.vvplus.nl/artikelen/besloten/nagele-energie-in-balans-met-seizoensopslag#:~:text=kan%20worden%20gebruikt.-,%27,waarin%20de%20windgelden%20zijn%20ondergebracht.). Geraadpleegd op 2 augustus 2023
- Anders Denken, Durven Doen – Energietransitie in Nagele, uitgegeven door Coöperatie NederLandBovenWater, september 2021
- Projectplan 'Nagele in Balans' d.d. 20 maart 2020

### Interviews met:

<b>Voornaam</b>	<b>Achternaam</b>	<b>Organisatie/rol</b>	<b>Datum afspraak</b>
Andries	Poppe	Energiek Nagele	30/08/2023
Laetitia	Ouillet	Raad van Toezicht	01/09/2023
Arjan	Muil	INNAX	06/09/2023
Wendy	Dubbeld	DubbeldDwars Advies	08/09/2023
Rutger	Bergboer	Nagele Warmte	11/09/2023
Menno/Anke	Trouwborst	Bewoners	11/09/2023
Klaas	Dijkstra	Bewoner	11/09/2023
Judith	Groot de	Mercatus	14/09/2023
Pieter	Klep	INNAX	19/09/2023
Margret	Drok	Sacon (dubbelinterview)	25/09/2023
Ad	Hoogers	BOOM-Hoogers	25/09/2023
René	Amersfoort van	Gemeente Noordoostpolder (dubbelinterview)	27/09/2023
Rocco	Kar van de	Gemeente Noordoostpolder (dubbelinterview)	27/09/2023
Durk	Grouwstra	Mercatus (ten tijde van het project)	21/09/2023
Gerda	Geerts	HoCoSto (dubbelinterview)	24/11/2023
Gertjan	Linthorst	Linthorst Energy en Linthorst Techniek (dubbelinterview)	24/11/2023



Energiek  
Nagele

