

# Schetsplan collectieve warmtevoorziening Krugerlaan Gouda e.o.

Fokke Goudswaard – versie 6.1 op 12 november 2021, vijftien pagina's met Excel-bijlage

## **Inleiding:**

- Desgevraagd heb ik dit plan toegezegd in een mail aan Energiecoöperatie Kort Haarlem d.d. 25 april jl.
- Het onderwerp van het plan is gevoelig: over 'aardgasloos', 'verkenning' en 'buurt' zijn al de nodige discussies gevoerd. Dit schetsplan over Blok 3 (zie §1), met werktitel en versie-aanduiding, heeft geen enkele officiële status en is dus vooralsnog **niet voor publicatie**, maar wel uitwisselbaar onder geïnteresseerden.
- Bespreking ervan met experts, coöperatiebestuurders en andere buurtrepresentanten leverde voldoende responsie om te spreken van een 'buurtinitiatief'. Interne en externe commentaren hebben geleid tot deze versie 6.1, waarvoor ik nog steeds alleen zelf verantwoordelijk ben. **Ten opzichte van versie 6 zijn de paars gekleurde passages nieuw.**
- Aquathermie in combinatie met Warmte-Koude-Opslag is uitgangspunt. In dit geval betekent dit een collectieve basisvoorziening met groot oppervlaktewater als bron. De mogelijke voorzieningen voor pieklast en reserve zijn: óf hybride met per woning naast het warmtenet een individueel aardgastoestel, een groengastoestel, een elektrische warmtepomp dan wel elektrische weerstandsverwarming, óf collectief met een extra centrale WP of een emissiearme houtketel. Zie §2 en §3.
- Er is inmiddels een werkgroep met deskundigen uit diverse wijken, zie §4. Deze verzamelt kennis, polst Gemeente en gebouwbeheerders, polst Stedin, Woonpartners Midden-Holland en andere institutionele betrokkenen, en polst desgewenst (een representatieve steekgroep van) de bewoners van Blok 3 aan de hand van een conceptplan met voldoende getoetste details. Zie §5 en §6. In verband daarmee ga ik hierna in op de overwegingen om voor juist dit plan te kiezen, zie §7.
- Voor de communicatie met betrokken bewoners adviseren we om t.z.t. als uitgangspunt te kiezen dat de energietransitie doorgaat, en dat dit plan slechts een plan is maar wel vrijwel zeker een goede, wellicht de beste oplossing is voor de warmtevoorziening. En dat de gemeenteraad er een besluit over zal nemen binnen een landelijk wettelijk kader.

## **1. Begrenzing**

'Blok 3', zie het kaartje onderaan dit document, is m.i. logisch begrensd door de zuidelijke Karnemelksloot, de oostelijke Burgemeester Martenssingel, de Zoutmanstraat (beide zijden richting Krugerlaan), de westelijke Krugerlaan t/m de voormalige RK-kerk, de Zuidrandflat, de westelijke Sportlaan, de westelijke Joubertstraat t/m de Kringloopwinkel op de hoek van de Karnemelksloot. Kortom: de gehele Krugerlaan aan beide zijden inclusief de even huisnummers van de gehele Joubertstraat plus zeven korte zijstraten. Uitzonderingen daargelaten betreft het koopwoningen, alleen de dubbele Zuidrandflat bevat louter huurwoningen.

Op de hoek van Blok 3, aan de overkant van de plek waar het water van de Karnemelksloot overgaat in dat van de Breevaart, lijkt ruimte te zijn voor de

installaties (in een gebouwtje) die benodigd zijn voor pompen en boringen. Op dezelfde plek staat een pompinstallatie van waterniveaubeheerder Rijnland alsmede een middenspanning-transformatorstation (met ruimte voor een extra MS-aansluiting) en een hogedruk-gasreducerstation. De maximale breedte van het terrein met in de hoek enkele bomen is 16 m. Het dichtstbijzijnde gebouw bevat een kringloopwinkel. De dubbele Zuidrandflat, met hoofdingang aan de De la Reylaan, telt ca. 220 woningen met blokverwarming op aardgas. Dit complex is goed toegankelijk voor buizen en heeft bovenin twee ketelhuizen die voor tijdelijke back-up kunnen zorgen en wellicht kunnen worden omgebouwd naar andere brandstof. Totaal 566 woningen ofwel ongeveer 600 Woning-Equivalenten inclusief alle wat grotere gebouwen.

## 2. Techniekkeuze

Enkele onafhankelijke experts zien aquathermie als de momenteel beste techniekoptie voor Blok 3 (en ook andere buurten/wijken), zo dicht bij de permanente zeer grote hoeveelheid langzaam stromend oppervlaktewater van de Breevaart (verbonden met o.m. de Reeuwijkse Plassen) en de Hollandse IJssel. We spreken in vaktermen over TEO: Thermische Energie uit Oppervlaktewater. Landelijk reeds meer dan 65 projecten uitgevoerd en ruim 100 in voorbereiding volgens het Expertise Centrum Warmte van de rijksoverheid. Groot voordeel is dat bij geschikte installatiekeuze ook koude kan worden geleverd in de zomer. Dit verhoogt de efficiency van het brongebruik maar vergt zowel in het warmtenet als in de aangesloten woningen en gebouwen extra technische voorzieningen. Deze optie blijft voorlopig buiten beschouwing.

Rond Blok 3, in de Krugerlaan-buurt dus, zijn er op dit moment volgens de online-informatie van de Unie van Waterschappen geen harde beletselen om met één van de TEO-opties verder te gaan: (a) één of enkele bodemwarmtewisselaars met 1 of meerdere grote warmtepompen of (b) een 'lauw' warmtenet met individuele WP per woning en per gebouw. Hieronder gaan we verder met optie (a), zoals gezegd zonder koudelevering. Indicatieve berekeningen geven een maximale tijdelijke lokale temperatuurverlaging in de bron van 2 à 3 °C aan, vooral in de zomer. De ecologische gevolgen daarvan lijken beperkt in vergelijking tot de positieve gevolgen van de koeling van dit water en van de overschakeling op duurzame collectieve verwarming in de ernaast gelegen stedelijke bebouwing. Uit verschillende onafhankelijk opgestelde rapporten staan op metingen gebaseerde cijfers m.b.t. het maximale aantal TJ dat per hectare oppervlaktewater jaarlijks kan worden onttrokken aan dergelijke plassen (T voor Tera = duizendmiljard, J voor Joule is de energie-eenheid = 1 Watt gedurende 1 seconde). Bij optimale positionering en dimensionering van de inlaat- en retouraansluitingen in het oppervlaktewater kan zonder bezwaar 50 TJ per jaar worden onttrokken aan 1 hectare (= 200 m bij 50 m). Dat is méér dan de complete warmtevraag in Blok 3. Vanuit Blok 3 zijn tamelijk eenvoudig twee of meer hectares bereikbaar (afstand tot Breevaart = nihil, tot Elfhoevenplas = 1,5 km, tot de Hollandse IJssel = 0,5 km). Of de capaciteit van de ondergrondse watervoerende laag voldoende groot is voor de buffering is mij nog niet bekend. Het gaat hier om het principe van WKO = warmte-koudeopslag. Water uit een watervoerende laag op 50 tot 200 m diepte wordt hierbij gebruikt als opslag van warmte. Dit water dient als bron voor de warmtepompen van het productiestation voor het warmtenet in de

wijk. Daar waar het water dat door de warmtepompen is gekoeld wordt teruggepompt in de ondergrond ontstaat een relatief 'koude bel'. Daar waar water wordt onttrokken uit de ondergrond voor verwarming (of teruggepompt wanneer het warmtenet voor koeling wordt gebruikt) ontstaat een relatief 'warme bel'. Deze warme bel wordt warmer gemaakt door er op geschikte momenten het relatief veel warmere oppervlaktewater van bijvoorbeeld de Breevaart langs te voeren. Er ontstaat een stabiele 'doublet' waarvan de warme bel rond 17 °C is en de koude bel rond 8 °C. De precieze capaciteiten en debieten dienen in het t.z.t. op te stellen uitvoeringsplan te worden uitgerekend na verkenning van de bodemeigenschappen ter plaatse. Punt van aandacht is de keuze van geschikte plekken, warmtepompen en buizen. Het koelmiddel bijvoorbeeld is vaak zeer schadelijk bij lekkage, en de ondergrond wordt gedeeld met andere functies en andere gebruikers.

Wanneer dit schetsplan voldoende is uitgewerkt en ondersteund, kunnen we desgewenst verdere analyses uitvoeren: een verkenning van 'twee stappen dieper'. In schema:

- TEO met WKO en zowel basislast als reserve/piek-capaciteit voor woningverwarming en warm tapwatervoorziening, zonder koudelevering:
  - Collectieve piekcapaciteit?
    - Ketel voor houtchips of houtpellets?
    - Groen gas?
    - Elektrische WP?
    - Of voorlopig nog aardgas?
  - Individuele piekcapaciteit, in alle woningen en gebouwen of in een deel daarvan?
    - Groen gas?
    - Elektrische ketel, weerstandsverwarming of WP?
    - Of voorlopig nog aardgas?

Vanuit dit model kunnen we dus in latere versies nog ingaan op varianten.

Vooralsnog denken wij dat er in het warmtedistributienet als ontwerp eis een aanvoertemperatuur van rond 70 °C zal moeten zijn, waarbij een retourtemperatuur van zo'n 50 °C past. Deze operationele temperaturen zijn niet ideaal voor TEO, in goed geïsoleerde nieuwbouw zal men graag lagere waarden kiezen, maar er zijn in Blok 3 teveel woningen die redelijkerwijs niet geheel op het hiervoor gewenste isolatieniveau kunnen komen. Zo nodig gecascadeerde opwaardering van de bodemwarmte door twee of meerdere warmtepompen in serie, wel ten koste van de systeem-efficiency (COP van ~4 naar 3 of lager). Meerdere collectieve WP kunnen ook voor elkaar in reserve staan om de beschikbaarheid en de draaiuren te optimaliseren; zie ook het Excelbestand met de business case. De technische ontwikkelingen op dit vlak gaan snel: TEO met WKO is geenszins een experimentele techniek met kinderziektes, maar de energietransitie zorgt wel voor tal van innovaties.

Bij een 70/50- of 75/55-stelsel zal in het algemeen bij matige of redelijk goede isolatie het huidige stelsel van radiatoren of convectieputten in de woningen voldoende zijn; bij zeer slechte isolatie zullen bij deze ontwerpcondities grotere of andere of méér radiatoren en buizen nodig zijn (een groter 'verwarmend oppervlak'). We zullen bij het opstellen van een plan voor collectieve warmtedistributie in onze buurt rekening moeten houden met enige kosten voor aanpassing van het warmteafgifte systeem voor een deel van de woningen en

gebouwen. Dat wordt zo nodig geïnventariseerd. Er zijn immers grote onderlinge verschillen tussen woningen in dezelfde straat, die vaak al meer dan honderd jaar worden bewoond en verbouwd. Van een investeerder in een warmtenet kan echter niet worden verwacht dat die de isolatiekosten van de woningen met de slechtste labels voor haar rekening neemt. Bij hoge kosten voor isolatie komt extra verwarmingscapaciteit per woning mogelijk eerder in aanmerking: de keuze voor extra installatiemaatregelen is wellicht minder duur en minder ingrijpend. Naarmate de woningen gemiddeld beter geïsoleerd zullen raken, kan de bedrijfstemperatuur eventueel worden verlaagd van 70 naar 50 °C, waardoor de efficiëntie merkbaar hoger kan worden. Het is zelfs denkbaar dat de aanleg op 50 graden geschiedt met kunststof buizen i.p.v. staal, maar dit Schetsplan gaat uit van 70 graden waarbij geen individuele installatie nodig is voor het opwarmen van het tapwater om legionella te voorkomen.

Een vorm van reservestelling in het warmtenet voor de situatie van strenge koude (zeldzaam), hoge gelijktijdige warmtevraag (afhankelijk van de gekozen ontwerpcondities o.b.v. een kostenafweging), storing in het collectieve warmtenet (zeer zeldzaam) of onderhoud (op afgesproken momenten) is gewenst. Een relatief klein innovatief aquathermie-net kan niet terugvallen op een grote fossiele elektriciteitscentrale zoals een groot stadsverwarmingnet. Wel is het mogelijk om de niet-beschikbaarheid van het Blok 3 warmtenet te verkleinen door koppeling met eventuele warmtenetten in de overige aangrenzende blokken, buurten of wijken. Eventuele koppeling naar de Hollandse IJssel als tweede bron zal niet zo eenvoudig zijn, o.m. vanwege het gegeven dat het passeren van een dijk die onderdeel is van de Deltawerken aan strenge eisen is gebonden. Dit wordt momenteel uitgezocht. In elk geval zal er bij keuze voor collectieve piek- en reservelevering een opwekinstallatie met een tamelijk korte bedrijfstijd moeten komen. Een extra WP is goed regelbaar maar kan zoals gezegd de efficiëntie negatief beïnvloeden. Een emissiearme houtketel scoort qua kosten en qua kans op SDE++ subsidie beter dan een systeem met alleen WP, bij vergelijkbare regelbaarheid. De beide blokverwarmingketels van de Zuidrandflats – op aardgas, geplaatst in 2014 – zouden voorlopig een piek- en reservelevering functie kunnen behouden.

Aangezien dit plan verkennend is t.a.v. de mogelijkheid van warmtevoorziening zonder fossiele brandstof, bespreken we in dit schetsplan alleen de piekopties die zonder aardgas kunnen. Met elk voor- en nadelen. De Excel-bijlage bevat een kosten-baten analyse, die het mogelijk maakt om een aantal voor- en nadelen in getallen uit te drukken.

### **3. Schetsontwerp**

We hebben een professionele ontwerper van warmtenetten nodig, in dienst bij een bestaand warmtebedrijf dat geïnteresseerd is om eventueel t.z.t. een net zoals beschreven te ontwerpen, te tekenen en aan te leggen en nagenoeg alle woningen en gebouwen erop aan te sluiten. De op voorhand daarvoor het meest in aanmerking komende bedrijven zijn Vattenfall, Eteck, Ennatuurlijk en Eneco. Laatstgenoemd bedrijf heeft verreweg de meeste warmtenetten in Zuid-Holland in beheer en is sterk geïnteresseerd in duurzame energie en innovatieve oplossingen. Ik heb daarom contact gelegd met de business development afdeling van het bedrijf Eneco Warmte

en Koude. In dit contact zal aan de orde komen dat de Bijdrage Aansluitkosten (BAK) die gebruikelijk is in een warmteproject wellicht beschouwd kan worden als een investeringsbijdrage, die recht geeft op mede-eigendom. Crowdfunding dus. Zo spreidt men de risico's en komt er een extra reden voor betrokkenheid onder de eigenaar-bewoners van de woningen. Mijn voorstel behelst het oprichten van een beheersbedrijf voor dit warmtenet met 50% van de aandelen bij de ESCO (Energy Service Company, bijvoorbeeld Eneco) en de andere helft bij de aan te sluiten eigenaren van de woningen en gebouwen.

Het ontwerp van een warmteproject begint bij de te verwachten warmtevraag. Het laatst bekende gasverbruik is daarvoor de beste indicatie, na een aantal correcties. Wij gebruiken de online CBS-informatie over het geaggregeerde gasverbruik in 2019 in Blok 3, gebaseerd op comptabele meetgegevens ([Energielevering aan woningen en bedrijven naar postcode \(cbs.nl\)](https://www.cbs.nl/nl-nl/indicatoren/energie/energielevering-aan-woningen-en-bedrijven-naar-postcode)). Dit bestand, op maat gesneden naar de grenzen van Blok 3 en gecorrigeerd voor de foutieve weergave van de Zuidrandflats, levert een totaal jaarlijks gasverbruik voor ruimteverwarming en warmtapwater van 945.000 m<sup>3</sup> ofwel 30 TJ (= 30.000 GJ). Hieruit leiden we af een jaarlijkse warmtevraag van gemiddeld 50 GJ per woning bij aansluitwaarde ca. 14,5 kW-th, zie de Business Case. Modaal is in Nederland de warmtevraag rond de 30 GJ.

De productie aan de bron door de centrale WP om aan deze vraag te kunnen voldoen is 34 TJ jaarlijks. Hierin is gecorrigeerd voor graaddagen en kookgas en netverliezen en gecheckt tegen twee verschillende sets met landelijke onderzoekscijfers t.a.v. verbruik per woningtype. Uiteraard is gerekend met de huidige warmtevraag, isolatiegraad en prijzen. Een meerjaren-berekening zal kunnen uitgaan van een jaarlijkse verbetering van de isolatiegraad met 1% en enige stijging van de jaargemiddelde prijzen van brandstof, materialen en machines. Wellicht zijn de kosten ("TCO") gemoeid met merkbare verbetering van de isolatiegraad hoger dan de meerkosten van een ruimer bemeten duurzaam gevoed warmtenet.

Wij hebben netbeheerder Stedin benaderd met vragen over de situatie in de bestaande sleufprofielen van de diverse nutsgeleidingen, en over hun ervaring met projecten als dit. Overigens is Stedin geen eigenaar of verantwoordelijke voor warmteleidingen (en evenmin voor riolering, water en telecom), wel voor gas- en elektriciteitsleidingen die overal liggen. Ook Stedins verzwaringsplannen voor het elektriciteitsnet zijn van belang i.v.m. de mogelijke installatie van collectieve of individuele warmtepompen. Een belangrijk voordeel van Blok 3 is, dat er waarschijnlijk voldoende ruimte is voor warmteleidingen in de straat, omdat er overal brede trottoirs zijn waarin géén riolering ligt (dat is de grootste buis, die hier meestal in de poort achter de woning ligt). Ons gesprek met rioleringsdeskundigen van de Gemeente had als conclusie dat het renovatieplan in Kort Haarlem met aparte afvoer van vuil water en hemelwater de – eventueel gelijktijdige – aanleg van warmtebuizen niet onmogelijk maakt. De grondzakking in Gouda is bij alle aanleg of vervanging van geleidingen een belangrijk punt van aandacht en kostenverhoging. In Kort Haarlem wel minder dan in de meeste andere wijken.

We hebben gesproken met het Waterschap/Hoogheemraadschap Rijnland dat het beheer van open water en ondiep grondwater uitvoert. Er is vorig jaar een Green Deal gesloten, nummer 229, die gaat over de promotie van Aquathermie. De Unie van

Waterschappen en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat zijn de belangrijkste ondertekenaars. Rijnland heeft in tegenstelling tot enkele andere waterschappen niet individueel getekend, maar is blijkens teksten op haar website wel gecommitteerd aan medewerking. Rijnland kan ons wellicht ondersteunen:

Rijnland ziet voor zichzelf een actieve rol in het oplossen van maatschappelijke opgaven. Aquathermie, het winnen van warmte uit oppervlaktewater, afvalwater en/of drinkwater, is een van deze opgaven binnen de energietransitie. Rijnland heeft hierover op 16 december 2020 een belangrijk besluit genomen. (...) Hoogheemraad Thea Fierens is enthousiast over aquathermie en het besluit van de VV; "Rijnland is een van de meest waterrijke én dichtbevolkte waterschappen van Nederland. Het past Rijnland daarom om voorop te lopen bij innovaties die aan waterschapstaken zijn gebonden. Aquathermie is een voorbeeld van zo'n innovatie met grote potentie. (...) Rijnland doet mee met pilotlocaties, onderzoekt en doet praktijkervaring op met aquathermie. Dit willen wij blijven uitbouwen. Rijnland faciliteert, participeert of stimuleert daarom initiatieven van gemeenten, ontwikkelaars en andere partijen. Wanneer dat nodig is om de warmtetransitie mogelijk te maken, wil het algemeen bestuur overwegen een aandeel in warmte te nemen, bijvoorbeeld om betaalbaarheid van duurzame energie te garanderen voor buurten waar bewoners minder financiële draagkracht hebben. Voorbeeld van een project waarin Rijnland actief deelneemt is Katwijk Hoornes Aardgasvrij, waarbij warmte uit de Oude Rijn wordt ingezet voor duurzame verwarming van woningen in de wijk Hoornes.

We gaan detailgegevens uitwisselen. We willen verder spreken over ondersteuning nadat de positie van Gemeente Gouda over dit Schetsplan nader is bepaald.

Het landelijke programmabureau voor uitvoering van de Green Deal is ondergebracht bij de UvW: Netwerk Aqua Thermie (NAT). De link <https://www.aquathermie.nl/governance/financiering/default.aspx> verwijst naar de NAT-pagina die informatie geeft over misschien wel de belangrijkste rol die het bureau kan spelen – hulp bij het financieren van projecten: wie investeert, wie beheert, welke bank is geïnteresseerd, wie dekt de eventuele onrendabele top? De landelijke subsidieregeling voor de eventuele onrendabele top bij duurzame energie, SDE++, heeft enkele categorieën voor Aquathermie; daarin is TEO voor warmte en koude vooralsnog uitgesloten, maar de discussies hierover gaan door en er is reeds enige ervaring opgedaan met projecten.

Verder maken we dankbaar gebruik van rapporten over kengetallen, de wijze van berekenen van een business case en de uitvoering, gerelateerd aan feitelijke projecten. Ik noem de rapporten van onderzoeks- en projectenbureau AT Osborne die ons welwillend worden toegelicht. Ook met onderzoeksbureau CE Delft dat over dit onderwerp heeft gepubliceerd bestaan uitstekende contacten. Interessant is ook de informatie die beschikbaar is bij de bureaus Rebel en IF Technology. En tenslotte noem ik de raadgevingen van bureau Firan: <https://www.firan.nl/artikel/aquathermie-dit-komt-er-kijken-bij-de-optimale-keuze/>.

We zijn uiteraard gehouden aan de wet. In dit geval zijn de belangrijkste wetten:

- ✓ de Omgevingswet, onderdeel Bodembescherming, i.v.m. het gebruik van watervoerende lagen in de ondergrond voor de opslag van warmte en koude
- ✓ de Omgevingswet, onderdeel Milieubescherming, i.v.m. de emissies van warmtepompen en ketels; voor deze beide Ow-aspecten is t.z.t. waarschijnlijk een vergunning nodig
- ✓ de Warmtewet i.v.m. de relatie tussen neteigenaar, leveringsbedrijf en op het net aangesloten klanten; deze wet wordt momenteel herzien: wetsontwerp Collectieve Warmtevoorziening, bijgenaamd 'Warmtewet 2.0', Kamerstukken 30196 – *Het doel van de voorliggende Wet collectieve warmtevoorziening is om het draagvlak voor het product warmte, het vertrouwen in de markt en de bereidheid om te investeren in duurzame collectieve warmte, te vergroten. Specifiek wordt met het wetsvoorstel het volgende nagestreefd: (i) groei van collectieve warmtesystemen door nieuwe spelregels (marktordening); (ii) transparantie in de tariefstelling; (iii) aanscherpen van vereisten voor leveringszekerheid; (iv) zeker stellen van de verduurzaming.*

Een lastig punt is de 'aansluitplicht'. De huidige wet alsmede het Wetsontwerp staan het de Gemeente en de neteigenaar toe om te regelen dat in een daartoe aangewezen kavel het aan te leggen warmtenet bij alle woningen en andere

gebouwen wordt aangesloten. Na een internetconsultatie heeft het kabinet het standpunt ingenomen dat iedereen die geen aansluiting wenst (bijvoorbeeld omdat hij/zij twee jaar eerder een individuele WP heeft geïnstalleerd) de warmteaansluiting mag weigeren. Dat is een mooi standpunt uit oogpunt van individuele keuzevrijheid, maar de transitiedoelstellingen komen daarmee in gevaar. Met meer dan 5% weigeraars zal de rentabiliteit van elk voorgenomen TEO-project bezwaarlijk afnemen. Aansluitplicht of niet, in beide gevallen komt het erop aan tijdig aantrekkelijke plannen te presenteren aan de betrokkenen, zodat zij er rekening mee kunnen houden bij het aangaan van verplichtingen of de aanschaf van individuele installaties. De beide Kamers gaan nog in debat over het Wetsvoorstel; het was 'niet-controversieel' maar de provincies en gemeenten blijken niet tevreden over hun rol in de wet, zodat de behandeling is doorgeschoven naar een nieuw kabinet en over de voorgenomen ingangsdatum begin 2022 heen.

Ik heb een concept business case opgesteld voor de configuratiekeuze: centrale WP basislast, centrale WP piek-/reservelast, gemodelleerd naar de kosten- en batenanalyse van het PBL (t.b.v. SDE++) en ingevuld met gegevens ontleend aan (ontwerp-)projecten elders in ons land. Ook al zijn de huizen in de Krugerlaan e.o. ouder, ruimer en minder goed geïsoleerd dan andere buurten met aquathermie. Als referentiesituatie kies ik niet voor het aardgasalternatief, want we willen aardgas overbodig maken. Een andere referentie kunnen we vinden in andere aardgasloze ontwerpprojecten of in vergelijkende studies tussen aardgasloze opties. Zie verder §6. Belangrijk is ook of we in een onderlinge vergelijking tussen aardgasloze oplossingen ook 'indirecte' of 'nationale' (maatschappelijke) kosten meenemen. Hoe dan ook, wij komen in dit stadium niet tot een oordeel over hoe rendabel TEO in de Krugerlaan en omgeving is, maar wel over hoe kansrijk deze optie is in het traject naar 2040. **Ons voorlopige oordeel is dat dit project in deze buurt zeer kansrijk is, mits we optimaal gebruik maken van de beschikbare kennis en financieringsmogelijkheden.** Meer hierover in §6 en de Excel-bijlage.

#### 4. Werkgroep

Een toenemend aantal vrijwilligers, veelal met een technisch of economisch of anderszins relevante professionele achtergrond, blijkt bereid zich in te zetten om dit plan en daaraan gerelateerde transitieplannen in de eigen en andere buurten en wijken te becommentariëren en aan te vullen. Zo is een open, informele werkgroep ontstaan die met enige regelmaat bijeen komt. Daar bespreken we de voortgang in:

- het overleg met de beheerders van de gebouwen, het waterschap, etc.
- de nadere verkenning van de bestuurlijke randvoorwaarden en wettelijke regels inclusief overleg met de betreffende diensten van Gemeente/ODMH, Provincie Zuid-Holland, etc.
- het becommentariëren van de versies van het projectplan en de business case inclusief het voorbereiden van besluitvorming door het bevoegde gezag, alsmede het signaleren van relevante publicaties
- het aandragen van elementen voor het contact t.z.t. met eigenaars/bewoners of bewonerscomités.

Uiteraard vindt afstemming plaats met initiatiefnemers in de ‘verkenningbuurten’ en de besturen van de Energiecoöperaties in Gouda. Bij het vormgeven van warmtenet-plannen in andere buurten wordt gebruik gemaakt van de modellen, getallen en informatiebronnen die voor Blok 3 zijn gebruikt. Consistentie in plannen, bundeling van krachten en vermijden van dubbel werk.

## 5. Buurtcommunicatie

Ik zie 5 criteria voor de communicatie met burgers in ons blok, onze wijk, onze stad:

- ✓ De verantwoordelijkheid ligt bij de Gemeente. Die kan luisteren naar een burger, een comité of een coöperatie, kan ook delegeren, maar moet de leiding nemen.
- ✓ Er moet een plan ‘met handen en voeten’ liggen, zodat men echt ergens over communiceert: er is iets besloten of er moet iets worden besloten. Een analyse van kosten, baten en rentabiliteit hoort daarbij.
- ✓ De referentiesituatie is een zekere aardgasvrije standaard. Een vergelijking met de aardgasketel is nodig, maar aan de eventuele ‘onrendabele top’ dient een verhaal verbonden te zijn. Geen bangmakerij, wel realisme. Op de achtergrond het verhaal van EZK en Z-H.
- ✓ Er moet een perspectief in zitten voor de burgers. Bijvoorbeeld het voorstel van aandelen in een beheersmaatschappij. Een aandeel met recht op medezeggenschap en dividend klinkt anders dan ‘BAK’. Bovendien kan een warmtebedrijf de bewoners maximaal ‘ontzorgen’ en comfort bieden.
- ✓ Praktijkervaringen zichtbaar maken. Aquathermieprojecten elders, evidente geschiktheid van onze buurt, de voordelen (en nadelen) in huis van de aanleg, de winst voor het milieu en het klimaat, de winst voor de E-netbeheerder. Dingen waarvan je blij wordt.

We staan voor een uitdaging met nadelen en voordelen. Van de voordelen zullen er enkele steeds meer het karakter van voorschrift op basis van wetgeving krijgen. Daarop moeten we open en eerlijk anticiperen. Dit schetsplan heeft vooralsnog geen enkele status, anders dan een ‘bottom-up’ aangedragen goede mogelijkheid.

Focus op CO<sub>2</sub>-reductie lijkt me correct en doelmatig, maar wel in combinatie met de aansprekende doelen ‘verduurzaming’ en ‘minimale milieueffecten’. Dit is voor het rijksbeleid t.a.v. de energietransitie óók de focus. Het moet duidelijk zijn dat de aardgasvoorziening niet rücksichtslos op een bepaalde datum wordt afgesneden. Als die wordt afgesneden zullen er andere collectieve voorzieningen zijn waarmee een redelijk niveau van woning- en gebouwverwarming mogelijk blijft. In redelijkheid zullen enige extra kosten voor (sommige) woningeigenaren niet uit te sluiten zijn, net zo goed als dat het geval is bij onderhoud van de eigen woning. Daar staat tegenover dat de duurzame energie zelf, uit water, niets kost en ook niet afhankelijk is van wereldmarkt of politiek. Daarvoor zal men ons kunnen benijden.

Een serieus probleem bij de beoordeling van aquathermieprojecten, en dus ook bij de communicatie daarover, is het feit dat in de PBL-rapporten ten behoeve van de onderbouwing van SDE++ subsidies de te bereiken CO<sub>2</sub>-reductie erg duur is: € 463 per ton (de zogenoemde subsidie-intensiteit). De redenen voor dit hoge bedrag, vijfmaal zo hoog als gangbare zonnepanelen- of biomassa-opties, tienmaal zo hoog als gangbare windenergie-opties, zijn m.i. de volgende. Ten eerste het feit dat op dit moment het aandeel duurzaam in de stroom uit het stopcontact nog erg laag is,

terwijl de pompen veel elektriciteit uit het openbare net verbruiken. In de jaren die het duurt om in Gouda een aquathermieproject te realiseren zal dit duurzame aandeel sterk stijgen en zullen de WP's nog efficiënter worden. Men kan zich afvragen of een experimenteel vliegtuigje op (met netstroom gemaakte) waterstof 'zero emission' mag worden genoemd, en of 'elektrificatie'-projecten eerder dan aquathermie in aanmerking moeten komen voor SDE-subsidie. Ten tweede komt PBL uit op een investering voor aquathermie die hoger is dan de berekende of gerealiseerde investering van feitelijke projecten. Ten derde rekent PBL voor de financiering van een aquathermieproject met rentetarieven en gearing die erg ongunstig zijn wegens vermeende risico's. Ten vierde berekent PBL de subsidie-intensiteit met behulp van de kengetallen 'basisbedrag' en 'langetermijnprijs', die op hun beurt afhankelijk zijn van marktinschattingen waarop de realisatie van een aquathermieproject geen invloed heeft. Vandaar mijn positie dat de waarde van een warmtetransitie-optie niet uitsluitend moet afhangen van een CO<sub>2</sub>-kengetal uitsluitend ontleend aan een PBL-subsidieadvies.

Een betere vergelijkingsbasis biedt het kengetal 'CO<sub>2</sub>-emissie per GJ warmtevraag'. Bij berekening zoals die van PBL, met grijze stroom uit het net, komt er bij dit project een emissie per GJ uit in dezelfde orde van grootte als die bij een individuele WP en bij een gewone Cv-ketel op aardgas: tussen 60 en 90 kgCO<sub>2</sub>/GJ, zie het kadertje bij de business case in Excel. Indien in het project uitsluitend groene stroom wordt ingekocht duikt dit kengetal naar ongeveer 10 kgCO<sub>2</sub>/GJ.

Een uitvraag van individuele gegevens en wensen per woning lijkt pas noodzakelijk na vaststelling dat dit plan het meest kansrijke voorstel is voor deze buurt in deze periode. Voor een gezond project zijn m.i. de nu al beschikbare geaggregeerde gegevens voldoende. Er is bij o.m. het Expertise Centrum Warmte informatie over soortgelijke projecten die elders in het land zijn voorbereid en uitgevoerd. Via het ECW, energiebedrijven, brancheorganisaties, adviseurs en projectleiders kunnen wij leren van ervaringen en anticiperen op de grootste potentiële struikelblokken.

## 6. Waarom juist dít plan?

Van de publicaties die een vergelijking maken tussen individuele en collectieve opties voor verwarming en warm tapwater noem ik de volgende.

De studies van DWTM in opdracht van Gemeente Gouda kennen hoge prioriteit toe aan warmtenetten in een deel van Gouda. Aan de afweging dienaangaande per wijk ligt een serieuze multicriteria-analyse ten grondslag. Probleem is, dat de schaal deels samenvalt met de wijkgrenzen, omdat de beschikbare gegevens per wijk zijn. Elke wijk, zeker Kort Haarlem waarin de Krugerlaan ligt, kent echter verschillende typen woningen en verschillende dichtheden van bebouwing, zodat delen van de wijk geschikt zijn voor de ene optie, en andere delen voor een andere. Daarom zijn er in het DWTM hoofdrapport in Figuur 9 veel wijken met meerkleurige arcering. Dit rapport noemt de belangrijkste argumenten vóór warmtenetten op, waarmee ik het eens ben. Daar waar vaak enige twijfel ontstaat over de geschiktheid van een warmtenet zijn belangrijke overwegingen de dichtheid van bebouwing, de omvang en de nabijheid van oppervlaktewater. Blok 3 scoort op alle drie criteria ruim boven de geschiktheidsgrens (t.w. >60 won/ha en >3.000 GJ/ha; de overige criteria evident).

Verscheidene rapporten [ref. 3, 11 t/m 16, 18 t/m 21, 27, 32, 36 en 37, zie pagina 15 van dit Schetsplan] maken eveneens een vergelijking tussen aardgasvrije opties, of opties gericht op aardgasvrij worden. Ook Stedin heeft een computerprogramma voor intern gebruik met als output een voorkeursvolgorde van techniekopties in de buurten; dit is vooral gericht op prognoses voor verandering van elektriciteits- en gasnetten. Provincie Zuid-Holland heeft een Afwegingskader Warmtekeuzes, eveneens voor intern gebruik. PZH formeert een team van experts om een dozijn gemeenten te helpen met het maken van keuzes in de warmtetransitie; Gouda zou zich in dat gezelschap kunnen voegen. Het PBL-rapport Startanalyse [ref. 26] is speciaal gemaakt voor alle gemeenten, de bijbehorende datasets zijn alleen voor hen toegankelijk; de relativerende slagen om de arm in dit rapport lijken sterk op de alinea hieronder.

Bij al deze analyses worden steeds weer andere uitgangspunten, definities en business cases opgesteld. Bovendien is het toepassingsgebied telkens verschillend, en wisselt ook het perspectief tussen collectief – een investeerder, een beheerder – en individueel, dus een ‘gemiddelde bewoner’ van een woning met energielabel A, B, enz. Een concreet aquathermie projectvoorstel vergelijken met individuele WP. Groen gas, zonthermie en all-electric is daardoor moeilijk. Bij verschil in investeringskosten en jaarlijkse kosten kan men een jaarreeks opstellen. Daarbij maakt het uiteraard veel uit hoe men bijvoorbeeld de prijsontwikkeling van elektriciteit en van machines inschat. Ook wordt de vergelijking wat Blok 3 betreft bemoeilijkt door het feit dat warmtenet projecten in wijken met oude, ruime, matig geïsoleerde huizen zeldzaam zijn. Dominant is het beeld dat van de bovenvermelde opties er géén afvalt wegens exorbitante kosten, en evenmin één optie eruit springt als goedkoop. Collectief dan wel individueel zal er flink geïnvesteerd moeten worden. De te kiezen technische optie wordt vooral bepaald door de specifieke kenmerken van de woningen, de gebouwen, de omgeving en de beschikbaarheid van een duurzame bron of een restwarmtebron. En van de voor- en nadelen van collectieve resp. individuele oplossingen en de mening daarover van de betrokkenen.

Een apart vraagstuk, en zeker ook een vaak gestelde vraag op bewonersbijeenkomsten, betreft de kostenconsequenties voor de burger. Ik betaal nu X per jaar, hoeveel ga ik betalen als de voorgestelde optie zal worden gerealiseerd? Het is goed daarbij te bedenken, dat zowel nu als in 2025 en 2030 de hoogte van tarieven en van prijzen voor een groot deel bestaan uit belastingen, dat het niet-belastingdeel ook sterk wordt beïnvloed door de overheid (denk aan subsidies en Europese eisen voor toelating op de markt), en dat dit ook nog eens sterk wisselt. Denk bijvoorbeeld ook aan de plotselinge fluctuatie van de energieprijzen, en de gehaaste reactie daarop van het kabinet om ‘energie-armoede’ te voorkomen. Aan het eind van deze paragraaf kom ik terug op de vergelijking van de bewonerskosten na aansluiting op een warmtenet met de huidige bewonerskosten.

Een enkele (uitgebreide) studie [ref. 16] probeert alle genoemde factoren mee te nemen in een vergelijking tussen individuele verwarming met hybride warmtepomp enerzijds, en collectieve verwarming met een grote warmtepomp op een bron zoals restwarmte of bodemwarmte of aquathermie anderzijds. Geen wonder dat er heel veel nuancerings en voetnoten aan te pas komen. Afgezien van al die mitsen is de

**kern van de conclusie:** In de resultaten zien we dat met een MT- of LT-warmtebron nabij een dichtbebouwde buurt de collectieve warmtetechniek de voorkeur al snel krijgt boven de individuele warmtetechniek.

Voorts is belangrijk in welke mate bij de verschillende opties de indirecte kosten toe- of afnemen. Denk daarbij aan de effecten op andere emissies dan alleen CO<sub>2</sub> (bijvoorbeeld bij de benodigde elektriciteitsopwekking of bij groengas productie of bij de fabricage en afdanking van de benodigde materialen) en denk aan de ruimtelijke effecten (grondgebruik, ondergrondgebruik, geluid- en visuele hinder). Mij zijn onvoldoende betrouwbare vergelijkende gegevens hierover bekend.

Doorslaggevend bij mijn keuze voor een warmtenet in de Krugerlaanbuurt is echter *niet* de algemene kostenvergelijking met andere aardgasvrije opties. Wel de vergelijking op andere aspecten plus de kansen die de lokale omstandigheden bieden: een slimme, duurzame en betaalbare oplossing. Zoals uit de volgende opsomming moge blijken [zie ook ref. 1, 12 en 13]:

- a) Bewoners worden zo veel mogelijk ontzorgd door het warmtebedrijf.
- b) Bewoners die graag zelf de boel aanleggen in huis krijgen daarvoor de ruimte, er zijn allerlei varianten mogelijk.
- c) Er zal binnen het warmte aanbod nog keuze kunnen zijn (voor zover toegestaan door de Warmtewet) voor een gedifferentieerd tarief.
- d) Bij collectieve warmtevoorziening houdt overheid – ACM – toezicht op de redelijkheid van de gebruikerstarieven.
- e) Er is geen groot boiler vat nodig voor warm tapwater, er komt alleen een ‘afleverset’: een warmtewisselaar die iets wegheeft van een grote gasmeter. Er zijn weinig bouwkundige aanpassingen nodig, tenzij de schilisolatie extreem slecht is.
- f) Het warmtenet levert warmte van een zodanig temperatuurniveau dat de bewoners er direct warm kraanwater mee kunnen maken, en dat de meeste huizen er zonder aanvullende maatregelen (extra isolatie of grotere radiatoren) comfortabel mee kunnen worden verwarmd.
- g) Het warmtebedrijf assisteert alle aangesloten bewoners bij het isoleren en/of aanpassen van de verwarmingsinstallatie. Het doel van het warmtebedrijf is niet zo veel mogelijk warmte te verkopen, maar om bewoners de laagste maandelijkse lasten te geven.
- h) Een warmtenet kan meestal relatief eenvoudig worden uitgebreid met individuele aansluitingen of nieuwe woonblokken of bedrijfspanden.
- i) Het warmtenet biedt – afgezien van de elektriciteit voor de warmtepompen en gewone pompen – volledig hernieuwbare duurzame energie aan.
- j) Doordat ook andere opwekkers van duurzame warmte desgewenst kunnen invoeden op het warmtenetwerk wordt hernieuwbare warmteproductie bevorderd (met de Engelse afkorting NTPA = onderhandelde toegang voor derden). Desgewenst ook een mogelijke restwarmte transportleiding van Rotterdam naar Leiden of restwarmte van Gouda Refractories of de Rioolwaterzuivering.
- k) Door koppeling aan warmtenetten in andere buurten en wijken van Gouda wordt het systeem efficiënter en betrouwbaarder. Vrij eenvoudig kan een extra buffer worden toegevoegd in de vorm van een groot geïsoleerd watervat, op een geschikte plaats ingegraven in de grond.
- l) Voor de elektrische aandrijving van de centrale machines voor collectieve warmteproductie is voldoende elektrisch vermogen beschikbaar in de Stedin-transformatorstations op de daarvoor in aanmerking komende plekken. Voor 600 individuele warmtepompen of andere individuele all-electric oplossingen moet het distributienetwerk (laagspanning) aanzienlijk worden verzwakt, waarvoor vooralsnog onvoldoende budget en personeel beschikbaar is.
- m) Met een warmtenet neemt de afhankelijkheid van de grillige internationale gasmarkt af. De warmtemarkt is vooral een lokale aangelegenheid.
- n) Voor duurzame collectieve projecten zijn momenteel subsidies en financieringsfaciliteiten beschikbaar, ook bij de EU.
- o) Gouda, Waterstad en compacte stad, maakt op een nieuwe manier gebruik van water en maakt zich zo onafhankelijk van aardgas.

Wat betreft de effecten van dit Schetsplan op de eindverbruikerskosten kunnen we kijken naar de gasrekening nu en naar de warmterekening straks plus de investeringskosten die bij de eindverbruiker ontstaan. Waarbij bedacht moet worden dat er waarschijnlijk een overgangsperiode komt waarbij in sommige wijken de piekcapaciteit voor verwarming en/of warm tapwater gebaseerd blijft op aardgas. Nogmaals zij benadrukt dat zowel warmtetarieven als gas- en elektriciteitstarieven in hoge mate door overheidsbeleid en door grillige marktwerking worden bepaald. In de bijlage is uitgerekend dat tegen de huidige tarieven de jaarlijkse gaskosten voor de gemiddelde woning ongeveer € 1.050 bedragen, exclusief koken en exclusief Btw. Voor de aanschaf van een combiketel (1 × per 15 jaar) en voor het onderhoud (preventief en verhelpen van storingen) tel ik € 250 bij, samen € 1.300 per jaar. De warmtetarieven voor dezelfde warmtevraag bedragen maximaal € 1.440 per jaar. Daar komt eenmalig een bedrag van netto € 3.000 (na aftrek van subsidie) bij om te worden aangesloten, met recht op inspraak in de bedrijfsvoering. Als ik dit bedrag vertaal naar € 100 per jaar en € 60 per jaar voor een elektrisch inductie-kooktoestel komt het totaal voor een warmtenet op € 1.600 per jaar. Zoals gezegd zal de optelsom van alle net-gerelateerde en installatie-gerelateerde kosten voor individuele WP, Groen gas, zonthermie en all-electric gemiddeld in dezelfde orde van grootte liggen waar bron en ruimte voldoende aanwezig zijn. Geothermie is in Gouda niet kansrijk omdat de bodemtemperatuur op de betreffende diepte niet hoog genoeg is.

## 7. Vervolgproces

Ik ben geen voorstander van een omvangrijke studie, aanvullend op het rapport van DWTM, op dit moment. Rondvraag in onze persoonlijke netwerken kan ons bevestigen dat we op het goede spoor zitten, dan wel ons afremmen. Concretisering van dit schetsplan door de Werkgroep (§4) in samenwerking met enige experts die vlot met behulp van bestaande rapporten kennis ter beschikking stellen, alsmede met potentiële investeerders moge leiden tot een beslisdocument voor de wethouder en vervolgens de gemeenteraad. Oprekking van dit traject met breed onderzoek en tussenrapportages zal m.i. de kwaliteit van de voorstellen van de Energiecoöperatie negatief beïnvloeden. Wel kunnen we op basis van de huidige plannen een start maken met uitleg en meningspeiling over warmtenetten. Positieve invloed verwachten we van het bestuderen en eventueel bezoeken van gerealiseerde TEO-projecten.

Bij onze eigen voornemens tot nader onderzoek behoort ook het in samenhang bezien van de plannen voor collectieve warmtevoorziening in andere Goudse wijken, hoe rudimentair dan ook. Indien er uitzicht bestaat op een modulair systeem van gekoppelde kleinere warmtenetten kan in de ontwerpcondities voor Blok 3 in Kort Haarlem daarmee rekening worden gehouden. Tevens hopen wij een indicatie te krijgen van de te verwachten aansluitingsgraad op een warmtenet in Blok 3, en van het percentage van de bewoners met een wens tot koudedistributie.

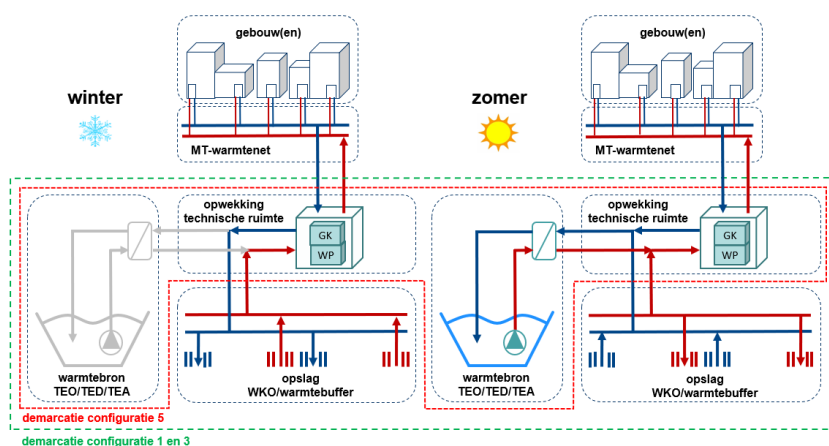
Inmiddels peilt de Werkgroep in hoeverre er enigerlei financiële ondersteuning beschikbaar is bij fondsen of subsidietrajecten: Gemeente, Waterschap, Energie Samen, Provincie Z-H, Regionale Samenwerkende Coöperaties, Ministeries ('Proeftuinen'), SDE++, Europese Unie, e.a.

De vraag is alleen of we hiertoe de ruimte krijgen en of we hiertoe in staat zijn. Met informeel overleg hierover kunnen we stappen maken. Ik laat het oordeel hierover graag over aan de leden van de Coöperatiebesturen in samenspraak met onze contactpersonen bij de Gemeente Gouda.

Het voornemen van de Rijksoverheid en de Gemeente Gouda om warmtenetten te creëren als speerpunt in de warmtetransitie noodzaakt tot voortvarende besluiten, voortvarender dan volgt uit de Transitie Visie Warmte. Om een project als het onderhavige met een jarenlange voorbereidings- en realisatieperiode een kans te gunnen dient er nog dit jaar enige duidelijkheid te komen, omdat anders ongecoördineerde initiatieven ontstaan die de meest efficiënte opties verhinderen. **Een principebesluit met een samenwerkingsafpraak en een voornemen tot definiëren van 'warmtekavels' is een goede eerste stap na evaluatie van de TVW.** Niet voor niets staat in Tabel 2 in het ECN/TNO-rapport van precies twee jaar geleden in het gewenste tijdschema voor de overheden, dat gemeenten vóór 2022 (...) "Helderheid verschaffen aan woningeigenaren over toekomstige infrastructuur in wijk".



Plattegrond van Blok 3. De linkerhelft van het kaartje en de smalle driehoek rechtsboven maken geen deel uit van de scope zoals omschreven in de tekst op pagina 1.



*Principeschema TEO in de winter en zomer (grijs = niet in bedrijf). **GROENE DEMARCATIE** Winter: het aquathermiesysteem is uitgeschakeld. Het opslagsysteem levert warmte uit de warme bronnen die door de warmtepomp/gasketel wordt opgewaardeerd naar MT-temperatuur. Zomer: het aquathermiesysteem is ingeschakeld, warmte kan aan de warmtepomp/gasketel geleverd worden om de gebouwen van warmte en/of tapwater te voorzien, daarnaast wordt de warmte uit het aquathermiesysteem gebruikt om de WKO te laden/regenereren.*

Bron: IF Technology. Dit Schetsplan heeft configuratie 1 (de groene rechthoek), GK = de piekinstallatie.

## **Referenties**

- 1) AT Osborne – Meervoudig verdienen aan aquathermie, 2021
- 2) AT Osborne – Project Kaag en Braassem, 2021
- 3) Berenschot – Vertrouwelijke kostenvergelijking tussen aardgasvrije opties, 2020
- 4) BNG en AKD – Whitepaper investeringen in warmtenetten, 2020
- 5) CE Delft – Transitievisie warmte Amstelveen, 2019
- 6) CE Delft en Merosch – Warmteanalyse Gouda, 2018
- 7) Deltares – Artikel: Aquathermie kan Nederland verwarmen en koelen, 2021
- 8) Deltares, KWR en RWS – WarmingUp: de effecten van aquathermie op de ondergrond, 2021
- 9) De Volkskrant e.a. – Kritische commentaren op de evaluatie eerste ronde Proeftuinen, 2021
- 10) DUEC en IF Technology – Project Meldijk in Moerdijk, 2019
- 11) DWA – Presentatie Warmtenetten, 2021
- 12) DWA – Project Tweekelerveld, 2020
- 13) DWA – Spoorzone Gouda aardgasvrij
- 14) DWTM – Multicriteria Analyse Kort Haarlem en Kadenbuurt, 2021
- 15) Economisch Instituut voor de Bouw – Proeftuinen aardgasvrije wijken, 2021
- 16) Ecorys – De waarde van de hybride warmtepomp voor de warmtetransitie, 2021
- 17) ECW – Business case warmtenetten; handleiding rekenblad, 2020
- 18) ECW – Factsheets Aquathermie, Bioketels, Zonnewarmte, Isolatie, Hybride WP e.a., 2020
- 19) EnergieSamen/Buurtwarmte – Rapport Warmteschappen, 2020
- 20) EnergieSamen – Buurtwarmtenetten, presentatie bij Delft Green Village, 2021
- 21) Gemeente Gouda en DWTM – Concept Warmte Transitie Visie, 2021
- 22) Gemeente Gouda e.a. – Regionale Energie Strategie Midden-Holland 1.0, 2021
- 23) HIER Opgewekt – Financiering van energietransitie in de wijk, 2021
- 24) Huygen, Annelies – Essay Innovatieve warmtenetten vergen nieuwe marktordening, 2019
- 25) IF Technology – Haalbaarheidsstudie Vruchtenbuurt Den Haag, 2018
- 26) Nationaal Warmtenet – Trendrapport, 2021
- 27) PBL – Startanalyse aardgasvrije buurten, 2020
- 28) PBL – Eindadvies SDE++, 2021!@#
- 29) PBL – Advies SDE++ Energie uit water, 2021
- 30) Provincie Zuid-Holland – Uitvoeringsprogramma, 2020
- 31) Provincie Zuid-Holland – Warmtetransitie beginnen in de wijk, 2020
- 32) RHDHV – Basisontwerp warmtenet Benedenbuurt Wageningen, 2019
- 33) RVO en IF Technology – Kengetallen aquathermie, 2019
- 34) Smart Energy NL – verslag door Provincie Z-H van TEO-projecten Gorinchem en Schiedam, 2021
- 35) Specht, Maurice LSA – Wijk voor de wijk; pleidooi voor bewonersgedreven wijkenergietransitie, 2020
- 36) TKI Urban Energy en DWA – Warmtenetten ontrafeld, 2020
- 37) TNO – Advies voor business case Startmotor, 2020
- 38) Wijkoverleg Statenkwartier Den Haag – Onderzoeksrapport, 2020