

**OVER
MORGEN**

Energieconcept aardgasvrij

Lammenschansdriehoek Leiden

Rapportage.

Colofon

Status	:	DEFINITIEF
Datum	:	woensdag 21 november 2018
Adviesbureau	:	Over Morgen
Auteurs	:	T. Mathijssen en P.P. Smoor
Controle	:	M. van Lier
E-mail	:	t.mathijssen@overmorgen.nl
Mobiel	:	06 – 290 368 76
Website	:	overmorgen.nl



Inhoudsopgave.

1	Management samenvatting.....	4
2	Inleiding	5
2.1	Waarom een energieconcept aardgasvrij?	5
2.2	De gebiedsopgave	5
3	Naar een aardgasvrij energieconcept.....	7
3.1	Eisen BENG	7
3.2	Energie-infrastructuur	8
3.3	Warmteopwek en -bronnen	9
3.4	Warmte-opslag	11
3.5	Ruimtebeslag in de woning.....	13
3.6	Ruimtebeslag in de ondergrond	13
3.7	Realistische opties.....	15
4	Financiële gevolgen	17
5	Afwegingskader en voorkeursoplossing	19
5.1	Afwegingskader	19
5.2	Voorkeursoplossing	20
6	Stappen naar een oplossing: met elkaar in gesprek	21
7	Rol en middelen van de gemeente.....	24
8	Conclusies en stappen naar een uitvoeringsplan.....	26
8.1	Conclusies	26
8.2	Stappen naar een uitvoeringsplan.....	26
9	Bijlage I Bouwoverzicht	
10	Bijlage II Bronopties en infrastructuur	
11	Bijlage III Financiële berekeningen	
12	Bijlage IV Stappen voor de bodem	

Management samenvatting

Het gebied Lammenschansdriehoek is een hoog stedelijke herontwikkelingslocatie in het zuiden van Leiden, ingesloten door de Lammenschansweg, het Rijn-Schiekanaal en het spoor. Het gebied bestaat uit een mix van bestaande bouw, gebouwen in aanbouw en nieuwbouw. Daarbij gaat het om een diversiteit aan functies, met verschillende soorten en groottes appartementen, bedrijfs-, kantoor- en winkelpanden. De uitdaging zit in het vinden van de juiste (combinatie van) warmte-oplossing(en), passend bij deze mix.

De hoge dichtheid zorgt voor veel drukte, zowel in de omgeving zelf als in de bodem. Ontwikkelaars zijn vrij om hun eigen oplossing te bepalen. Individuele keuzes zijn echter niet altijd de meest efficiënte en duurzame oplossing. Behalve de keuze voor de techniek, is het daarom de vraag of en hoe partijen de oplossing(en) samen gaan organiseren. Bovendien zal in de toekomst ook de bestaande bouw van het aardgas af moeten, waar mogelijk nu al op geanticipeerd kan worden.

Uit de analyse, bestaande uit een bodemverkenning, een financieel-technische analyse en een multicriteria-analyse, volgt dat de uitbreiding van het regionale warmtenet de meest kansrijke warmte-oplossing is voor Lammenschansdriehoek uit de vier onderzochte opties. Uit gesprekken en sessies met lokale stakeholders (ontwikkelaars, vastgoedeigenaren, VvEs, DUWO en energiepartijen) bleek verder dat zij deze optie ook als kansrijk zien. Ontwikkelaars en vastgoedeigenaren hechten waarde aan de betaalbaarheid en ontzorging van het eventuele warmtenet.

Ontwikkelaars en vastgoedeigenaren zijn tegelijkertijd ook voorzichtig en geneigd terug te vallen op individuele oplossingen indien er te veel risico's zijn. Als zij hun bezit geschikt willen maken voor collectieve warmte is het namelijk van belang om zekerheid te hebben dat die betaalbare collectieve warmtevoorziening er komt. Deze paradox hield het proces in een houdgreep. Maar in de gesprekken en sessies is een belangrijke stap gezet richting commitment; verdere verkenning van collectieve warmte wordt omarmd door partijen.

De gemeente kan vervolgens helpen om de houdgreep verder te ontwarren door de partijen te verbinden en de risico's voor ieder partij acceptabel te maken. Eerste stap is om de rapportage te vertalen in de warmtevisie en op te nemen in een update van de ontwikkelstrategie. Deze dienen vervolgens als basis voor een intentieovereenkomst.

De intentieovereenkomst wordt getekend door de leden van de Task Force Duurzame Warmte. De Task Force kan bestaan uit ontwikkelaars, vastgoedeigenaren, VvEs, DUWO, gemeente Leiden en Liander. Zij kunnen samen de haalbaarheid van een marktinitiatief inzichtelijk te maken. Daartoe moeten de voorwaarden en criteria van partijen (o.a. termijn, prijs, duurzaamheid, temperatuur) worden aangescherpt en de business case worden getoetst. Zo moet helder worden of er voldoende afzet is om investeringen in de warmte-infrastructuur te rechtvaardigen.

Deze vraag moet eerst beantwoord worden, maar de gemeente kan alvast nadenken over haar vervolgorol. Als er voldoende afzet is lijkt een faciliterende rol het beste te passen voor Lammenschansdriehoek. De gemeente waardeert een marktinitiatief en faciliteert de initiatiefnemer in het leggen van zowel interne als externe contacten. Tevens moet de gemeente zich afvragen of ze bereid is om de onrendabele top van de business case af te dekken indien er onvoldoende afzet is.



Inleiding

In deze rapportage presenteren we een gedragen energieconcept aardgasvrij voor het gebied Lammenschansdriehoek in Leiden. Het energieconcept bevat een analyse van vier duurzame warmteopties en een afwegingskader om tot een keuze te komen. Daarnaast beschrijven we het proces dat we met de belanghebbende partijen hebben doorlopen om de wensen en voorwaarden van een oplossing in kaart te brengen. De resultaten uit analyse en proces hebben geleid tot een voorkeursoplossing en de mogelijke stappen daar naartoe, als opstap naar een uitvoeringsplan.

1.1

Waarom een energieconcept aardgasvrij?

Vanaf 1 juli 2018 is aardgasvrij bouwen de norm. Samen werken brengt collectieve oplossingen in het vizier, waar partijen die actief zijn in het gebied baat bij kunnen hebben. Dat vraagt wel om een gedragen oplossing, om goede afstemming en om duidelijke voorwaarden en rollen.

Het energieconcept aardgasvrij voor Lammenschansdriehoek bestaat daarom uit een gedegen analyse van passende oplossingen bij het gebied, maar ook uit een proces en stappen naar realisatie.

1.2

De gebiedsopgave

Het gebied Lammenschansdriehoek is een hoog stedelijke herontwikkelingslocatie in het zuiden van Leiden, ingesloten door de Lammenschansweg, het Rijn-Schiekanaal en het spoor. Het gebied bestaat uit een mix van bestaande bouw, gebouwen in aanbouw en nieuwbouw. Daarbij gaat het om een diversiteit aan functies, met verschillende soorten en groottes appartementen, bedrijfs-, kantoor- en winkelpanden.

Concreet gaat het om 1000 recent opgeleverde en in aanbouw zijnde appartementen (student, koop en huur), kantoor- en winkelruimte van circa 14.000 m² en het MBO Rijnland en Da Vinci College. Tot 2030 worden hier nog circa 3800 studentenwoningen en appartementen, alsmede ruim 26.000 m² kantoor- en bedrijfsruimte bijgebouwd. In onderstaande tabel zijn de projecten en de fasering van de woningbouw weergegeven. Voor een gedetailleerd, zie bijlage I.

De hoge dichtheid zorgt voor veel drukte, zowel in de omgeving zelf als in de bodem. De gemeente heeft geen grondbezit en ontwikkelaars kopen voornamelijk bouwkavels van particulieren die ze in veel gevallen laten beleggen.

Sinds 1 juli 2018 is aardgasvrij bouwen de norm. De uitdaging zit enerzijds in het vinden van de juiste (combinatie van) warmte-oplossing(en), passend bij deze mix. Ontwikkelaars zijn vrij om hun eigen oplossing te bepalen. Individuele keuzes zijn echter niet altijd de meest efficiënte en duurzame oplossing. Behalve de keuze voor de techniek, is het daarom de vraag of en hoe partijen de oplossing(en) samen gaan organiseren.

In de toekomst zal ook de bestaande bouw van het aardgas af moeten, waar mogelijk nu al op geanticipeerd kan worden.

Project	In aanbouw/ gebouwd	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Yours Leiden Blok B	583								
Yours Leiden Blok C	117								
Yours Leiden Blok D	91								
Kanaalweg 161	22								
Kanaalpark 159	32								
Kanaalpark 143	54								
Alpha Toren	134								
Yours Leiden Blok E/F			467						
Kanaalpark 'Blok 1'				88					
Kanaalpark 141				65					
Kanaalpark 'Blok 2'					41				
Yours Leiden Blok A (fase 2)					621				
Ananasweglocatie/2021					374				
AKB-locatie						104			
Avery Dennisonlocatie						410			
Kempeneerslocatie							70		
Zirkzeelocatie							165		
Gammablok							375		
Sanderslocatie								338	
Watergeuskade								308	
Perzikweglocatie									130
Dunea & Schoulslocatie									300
Jaarlijks	1033	0	467	153	1036	514	610	646	430
Cumulatief	1033	1033	1500	1653	2689	3203	3813	4459	4889

Tabel 1.1: projecten en fasering in Lammenschansdriehoek



Naar een aardgasvrij energieconcept

In dit hoofdstuk presenteren we een analyse en afwegingskader voor een aardgasvrij oplossing, aansluitend bij Lammenschansdriehoek.

Bij een duurzame warmtevoorziening zijn van belang:

- De eisen aan de woningen en gebouwen.
- De energie-infrastructuur in de wijk.
- De warmte-opwekinstallatie en de potentiële bronnen.
- De potentie om energie voor een langere periode op te kunnen slaan.
- Het ruimtebeslag in de woning.
- De financiële consequenties.

Stap voor stap worden deze onderdelen in dit hoofdstuk doorlopen.

2.1

Eisen BENG

De nog te ontwikkelen woningen zullen voor een groot deel na 2020 ontwikkeld worden. Deze woningen zullen dus moeten voldoen aan de eisen Bijna Energie Neutraal Gebouw (BENG). Bij deze eis zal een gebouw getoetst worden op drie onderdelen:

1. Een warmtevraag van maximaal 25 kWh/m² per jaar;
2. De efficiëntie van de installaties voor de opwek van warmte, koude inclusief het afgifte- en ventilatiesysteem
3. Een percentage van het resterende gebouw gebonden energiegebruik zal opgewekt moeten worden met hernieuwbare energie, bijvoorbeeld bodemenergie en/of zonnepanelen.

Om aan de BENG 1 eis te voldoen zullen alle woningen en gebouwen dus voldoende geïsoleerd worden en kierdicht zijn. Ter indicatie moet gedacht worden aan de volgende maatregelen:

- Isolatie van vloer, gevel en dak minimaal conform de eisen uit het bouwbesluit. Respectievelijk een Rc waarde van minimaal: 4,0; 5,0 en 7,0 m²K/W;
- Goed geïsoleerde kozijnen met isolatieglas: $U_{\text{raam}} \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Door toepassing van drievoudig glas kan $U_{\text{raam}} \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ worden gerealiseerd.
- Beglazing met lage ZTA waarde op de zon belaste gevels: $ZTA \leq 0,4$;
- Geïsoleerde voordeur;
- Goede kierdichting. Luchtdichtheid $q_v 10 \leq 0,3 \text{ dm}^3 / \text{sm}^2$;

Om te kunnen voldoen aan de BENG 2 eis, zullen alle woningen voorzien moeten zijn van:

- Laagtemperatuur radiatoren of vloerverwarming (of combinatie daarvan).
- Energiezuinig ventilatiesysteem, bij voorkeur balansventilatie met WTW.
- Een efficiënte installatie voor het opwekken van warmte- en koude, welke in deze rapportage nader worden uitgewerkt. De verschillende opties zullen getoetst worden aan deze eis.

De BENG 3 eis kan o.a. behaald worden door het plaatsen van zonnepanelen. Het aantal is afhankelijk van het woningtype, woninggrootte en de efficiëntie van de warmte-opwekinstallatie. Er moet rekening worden gehouden dat er vanwege de hoge dichtheid weinig ruimte is voor zonnepanelen in het gebied.

2.2

Energie-infrastructuur

Het is de visie van de gemeente Leiden dat schaarse (houtachtige) biomassa, biogas en hernieuwbaar gas alleen verantwoord en duurzaam (als transitiebron) kan ingezet worden voor het verwarmen van de gebouwde omgeving onder strikte randvoorwaarden. Denk dan bijvoorbeeld als transitiebron bij de start van ontwikkeling van een stedelijk warmtenet in een bestaande wijk om het ontsluiten van warmte uit bijvoorbeeld diepe geothermiebronnen in de toekomst mogelijk te maken. Dit project lijkt niet aan deze voorwaarden te voldoen.

2.2.1 Huidige situatie

De complexen die reeds zijn opgeleverd worden met twee verschillende infrastructuren verwarmd. Een deel van gebouwen en woningen zijn aangesloten op een gasnet met een individuele gasketel en een deel met een lokaal warmtenet met een aanvoertemperatuur van 70°C en een retourtemperatuur van 40°C met een gaswarmtepomp als warmtebron. Kanaalpark 'Blok 1' en Kanaalpark 'Blok 2' zijn vóór de wetswijziging (1 juli 2018) aangevraagd met individuele gasketels. Er wordt echter (ook) een leidingennetwerk aangelegd dat ontsloten wordt via een opstelruimte voor een installatie op een eventueel toekomstig warmtenet. De overige woningen die in aanbouw zijn worden all electric verwarmd met luchtwarmtepompen op binnenlucht.

2.2.2 Toekomstige energie-infrastructuur

Er zijn daarom voor de Lammenschansdriehoek twee infrastructuren denkbaar:

- **All Electric:** Een (verzaard) elektriciteitsnet tot en met de gebouwen en de woningen, met een individuele installatie voor de opwek van warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater in de woning.
- **Warmtenet:** Een collectieve warmtevoorziening met (lokaal) warmtenet en een afleverset in de woning. De installatie voor de opwek van warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater staat in het gebouw, de wijk of het gebied.

Tabel 2.1 Energie-infrastructuur en installatie in de woning

Optie		Infrastructuur lokaal		Installatie in woning	
				Ruimteverwarming	Warm tapwater
1a	INDIVIDUEEL/ ALL ELECTRIC	Verzwaard E-net met extra transformatorhuisjes		Infrarood	E-boiler of zonneboiler
				Warmtepomp met buitenunit	Warmtepomp en boiler vat
				Warmtepomp	
1b		Bodemlussen			
		Bronnet			
2a	COLLECTIEF/ WARMTENET	40/20°C warmtenet en E-net	Afleverstation	Afleverset	Booster
2b		70/40°C warmtenet en E-net	Afleverstation	Afleverset	

1. Als er wordt gekozen voor een individuele oplossing:
 - a. Komt er een verzaard elektriciteitsnet als de warmte in de woning wordt opgewekt met infraroodpanelen of een warmtepomp. Bij kleinere woningen

in appartementencomplexen kan de warmtepomp gedeeld worden met 3 tot 4 woningen. Deze warmtepomp gebruikt als bron buitenlucht (lucht-water-warmtepomp) of bodemenergie (water-water-warmtepomp). Voor het benutten van energie uit buitenlucht is een buitenunit nodig en voor het benutten van energie uit de bodem een bodemlus.

- b. Bij appartementencomplexen worden er meerdere bodemplussen gedeeld en is er aanvullend een collectief bronnet nodig. Ook als meerdere woningen en gebouwen bodemenergie benutten uit een gedeelde bron voor warmte – en koudeopslag (WKO) is een collectief bronnet nodig.
2. Als gekozen wordt voor een collectieve oplossing is het temperatuurniveau dat wordt geleverd aan de woning van belang:
 - a. **40°C:** De zeer goed geïsoleerde nieuwbouwwoningen (BENG 1 niveau) kunnen comfortabel met deze temperatuur verwarmd worden. Voor warm tapwater is dan wel een aanvullende voorziening nodig. De afleverset zal dan uitgebreid moeten worden met een boostervoorziening, die de temperatuur naar minimaal 55 °C verhoogt om legionella te doden. Nadat de warmte is afgegeven aan de woning gaat het met een temperatuur van circa 20°C terug naar de collectieve opwekinstallatie.
 - b. **70°C:** De beschikbare temperatuur is voldoende voor het doden van legionella. Er is dus geen aanvullende voorziening voor de levering van warm tapwater in de woning nodig. Nadat de warmte is afgegeven aan de woning gaat het met een temperatuur van circa 40°C terug naar de collectieve opwekinstallatie.

2.3

Warmteopwek en -bronnen

Gezien de schaarste en potentie van hoogwaardigere inzet in bijvoorbeeld de industrie en zwaar transport is de inzet van biomassa en gas (biogas of hernieuwbaar gas) niet wenselijk in nieuw te bouwen woonwijken. Welke vormen van warmteopwek en -bronnen worden dan wel voorzien voor Lammenschansdriehoek?

2.3.1 Individuele opwek

Bij individuele verwarming met een warmtepomp of infraroodpanelen is elektriciteit een belangrijke energiebron. Het is van belang dat deze elektriciteit (op termijn) gelijktijdig duurzaam kan worden opgewekt. Voor het verwarmen van warm tapwater is dat eenvoudiger dan voor warmte nodig voor ruimteverwarming. Warm tapwater wordt elke dag ongeveer evenveel gebruikt en wordt dus in de regel tijdelijk opgeslagen in een boiler van 150 liter. Echter de vraag naar warmte voor ruimteverwarming is zeer seizoensgebonden. Een belangrijke ontwikkeling is daarom dat warmtepompen kunnen worden gecombineerd met compacte warmtebuffer- en opslagvaten (warmtebatterijen), zie volgend hoofdstuk.

Naast elektriciteit gebruiken individuele warmtepompen voor het efficiënt opwekken van warmte ook een bron. Dit kan binnen- of buitenlucht zijn (lucht-water-warmtepompen). De meest efficiënte bron voor warmtepompen komt uit de bodem. De bodem heeft een veel constantere temperatuur. Omdat er in het gebied beperkte ruimte is zijn gesloten bodemplussen geen optie. Voor deze optie zal voor het gebied dus een bronnet gerealiseerd moeten worden, waar meerdere WKO-bronnen, eventueel gecombineerd met oppervlaktewater, op aangesloten worden.

2.3.2 Collectieve voorziening

Als er een collectieve warmtevoorziening ontwikkeld gaat worden, is er ook een duurzame warmtebron nodig met bijhorende warmte-opwekinstallatie. Welke bronnen warmte kunnen gaan leveren aan een warmtenet, is sterk afhankelijk van de schaalgrootte, de ontwikkelingssnelheid, de stand van de techniek, kostprijsontwikkelingen, duurzaamheid en de beschikbaarheid van diverse bronnen op de locatie.

In tabel 2.2 en 2.3 staan de verschillende bronopties met bijhorende warmte-opwekinstallatie en schaalgrootte voor een collectieve warmtevoorziening, zie ook bijlage II. In tabel 2.2 staan de opties met een aanvoertemperatuur van 70°C en een retourtemperatuur van 40°C en in tabel 2.3 de opties met een aanvoertemperatuur van 40°C en een retourtemperatuur van 20°C.

Tabel 2.2 Bronopties en bij collectieve warmte-infrastructuur voor nieuwbouwwijk 70°C aanvoer en 40°C retour.

Optie	Schaal	Bron	Warmte-opwek
1	> 2.000 tot 3.000 woningen	Regionaal warmtenet (mix van opties 2-7*)	Mix van 2-5
2	> 200 tot 400 woningen	Diepe geothermie (2 tot 4 km)	Bronpompen
3	> 1.000 tot 2.000 woningen	Retournet diepe geothermie	Bronpompen en warmtepompen
4	> 200 tot 400 woningen	Ondiepe geothermie (250 tot 1.500 meter)	Bronpompen en warmtepompen
5	> 50 tot 150 woningen	Warmte uit oppervlaktewater **	Bronpompen en warmtepompen
		Warmte uit de buitenlucht	Buitenunit en warmtepompen

(*) Inclusief hoogwaardige restwarmte uit industrie/ afvalverbranding en gasturbines (**) Of andere laagwaardige warmtebronnen zoals laagwaardige restwarmte, zonthermie, datacenters, riothermie, effluentwater, RWZI, drinkwater- en rivierwaterleidingen etc.

Uit tabel 2.2 en 2.3 is op te maken dat voor het kunnen benutten van lokale warmtebronnen voor een collectieve warmtevoorziening, bij deze schaalgrootte, meerdere bronnen in potentie mogelijk zijn. De meest potentiële bronnen voor de verwarming van de wijk zijn aansluiting op het regionale warmtenet en oppervlaktewater uit het Rijn-Schiekanaal eventueel gecombineerd met een WKO.

Tabel 2.3 Bronopties en bij collectieve warmte-infrastructuur voor nieuwbouwwijk 40°C aanvoer en 20°C retour.

Optie	Schaal	Bron	Warmte-opwek
1	> 1.000 tot 2.000 woningen	Ondiepe geothermie (250 tot 1.500 meter)	Bronpompen
2	> 100 tot 200 woningen	Retournet bestaand warmtenet	
3		Warmte uit oppervlaktewater *	Bronpompen en warmtepompen
4	> 50 tot 150 woningen	Warmte uit de buitenlucht	Buitenunit en warmtepompen

(*) Of andere laagwaardige warmtebronnen zoals laagwaardige restwarmte, zonthermie, datacenters, riothermie, effluentwater, RWZI, drinkwater- en rivierwaterleidingen etc.

De kans is groot dat er een warmtetransportleiding komt vanuit Rotterdam naar Leiden. Deze leiding moet in ieder geval het warmtenet van Nuon in Leiden van warmte voorzien ter vervanging van de huidige centrale tussen de Langegracht en de Maresingel. Het exacte tracé van de transportleiding is nog niet bekend, maar in deze memo nemen we het regionale warmtenet mee als één van de warmteopties voor Lammenschansdriehoek.

Bij het benutten van warmte uit oppervlaktewater speelt een collectieve warmtepomp op complex, wijk of gebiedsniveau een essentiële rol. In het verlengde daarvan is het van

belang te weten dat er een aantal belangrijke (politieke) ontwikkelingen zijn, die de haalbaarheid van warmtepompen als (collectieve) warmtevoorzieningen zullen vergroten:

- Door industriële toepassing is er een enorme ontwikkeling van grote warmtepompen.
- Er zijn langjarige afspraken in de maak over de stijging van de energiebelasting op aardgas (+5,5 cent in 2020 voor kleinverbruik). Een collectieve warmtevoorziening zal daarmee aantrekkelijker worden en beter financierbaar, omdat er voor de verkoop van warmte ook een betere prijs gevraagd kan worden.
- Ter compensatie van de stijgende energiebelasting op aardgas, zal die van elektriciteit dalen (+-2,7 cent in 2020 voor kleinverbruik). De verschuiving van de energiebelasting zal dus voor de gemiddelde huurder en koper woonlasten neutraal zijn. Door de lagere energiebelasting op elektriciteit zal warmte-opwek met warmtepompen aantrekkelijker worden.
- Er wordt gedacht aan een rijkssubsidie voor collectieve warmtepompen, waarschijnlijk SDE.
- Bij het toepassen van warmtepompen speelt de ontwikkeling van warmtebuffer- en opslagvaten (warmtebatterijen) een belangrijke rol, zie volgend hoofdstuk.

2.4

Warmte-opslag

Als in de Lammenschansdriehoek geen gebruik wordt gemaakt van warmte uit het regionale warmtenet, dan zal zowel bij een collectieve als individuele warmteoplossingen een warmtepomp een belangrijke rol spelen. Een warmtepomp waardeert warmte van een lage temperatuur op naar een hogere temperatuur door energie uit een medium zoals buitenlucht of oppervlaktewater naar een warmtesysteem te brengen. Warmtepompen doen dat met behulp van (duurzame) elektriciteit. Voor het opwekken van warmte voor ruimteverwarming is het gebruik van de elektriciteit seizoensgebonden met een hoge piek in het stookseizoen. Het elektriciteitsnet zal dus verzaamd aangelegd moeten worden tot en met de warmtepomp in de wijk of het gebouw en bij een individuele oplossing tot en met de woning. Ook is het wenselijk dat de benodigde elektriciteit (op termijn) gelijktijdig duurzaam kan worden opgewekt. Voor een duurzame toepassing zal voornamelijk gebruik worden gemaakt van zonne- en windenergie. De opwek volgt een grillig patroon, omdat zonne-energie alleen overdag kan worden gewonnen en windenergie alleen op momenten dat het waait. Het is daarom belangrijk dat warmtepompen worden gecombineerd met warmtebuffer- en opslagvaten, zodat de warmte voor een korte of een langere periode kan worden opgeslagen in deze “warmtebatterijen”.

Door de aanwezigheid van de warmtepomptechniek en de warmtebatterij ontstaat er namelijk flexibiliteit in het moment waarop ‘warmte opwekking’ plaatsvindt. Hierdoor kan elektriciteit gebruikt worden (en warmte opgewekt) wanneer er overcapaciteit van productie is in het gebied zelf of op de Nederlandse elektriciteitsmarkt, bijvoorbeeld op een zonnige dag of wanneer er veel wind waait. Als er juist tekorten zijn, kan de warmtepomp uit worden gezet en kan de warmtebatterij de warmtelevering overnemen. Opslag heeft dus twee grote voordelen:

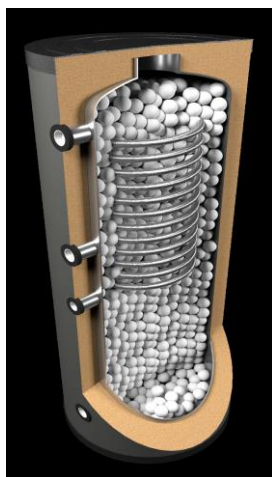
1. Onnodige verzwaring van het elektriciteitsnet in de wijk, gebied en de regio wordt voorkomen.
2. Warmte kan gelijktijdig opwekt worden als duurzame stroom wordt geproduceerd.

Er zijn een aantal mogelijkheden om hoogwaardige warmte op te slaan, zie tabel 2.4.

Tabel 2.4 Opslag van hoogwaardige warmte

Optie	Opslagmedium	Opslag	Stand van de techniek	Capaciteit GJ/ m ³
1	Water	Aquifer 500 meter diepte	In ontwikkeling	0,08-0,20
		Ondergronds buffervat	Marktrijp	
		Bovengronds buffervat	Marktrijp	
2	Phase Chain Materials (PCM)	Bovengronds buffervat	Marktrijp	3 - 4 x water
3	Thermochemische opslag	Bovengronds buffervat	5-10 jaar	5 - 10 x water

Afbeelding 2.1 Buffervat met PCM bollen



Door de ontwikkeling van PCM bollen kan 3 tot 4 maal compacter warmte opgeslagen worden. Hierdoor komt het efficiënt opslaan van warmte in woningen en gebouwen steeds dichterbij. Zo kan met een 250 liter boiler het opgesteld vermogen van de warmtepomp in de woning al met circa 50% omlaag. Er moet echter wel dus rekening worden gehouden met extra ruimtebeslag in de woningen. Het is daarom met name voor grotere grondgebonden woningen een mogelijke oplossing. Nadeel bij de toepassing van infrarood ten opzichte van warmtepompen is dat er geen warmte opgeslagen kan worden.

Ook bij het toepassen van collectieve warmtepompen zullen warmtebatterijen een belangrijke rol gaan spelen. Afhankelijk van de beschikbare ruimte kan de warmte opgeslagen worden in PCM bollen of in water. Dit kan zowel in een ondergronds als bovengronds buffervat. Voordeel van het toepassen van warmtebatterijen bij een collectieve warmtevoorziening zijn:

- Bij collectieve warmte-opwek worden nu vaak nog gasketels geplaatst, nodig voor back-up en de pieklast. Door het plaatsen van warmtebatterijen, zijn minder of zelfs helemaal geen gasketels meer nodig. Zowel de basislast als de pieklast kan dan duurzaam ingevuld worden.
- De warmte-opwekinstallatie met bijhorende warmtebron kan bij een collectieve warmtevoorziening veel kleiner worden uitgevoerd dan bij een individuele oplossing zonder opslag, zonder extra ruimtebeslag in de woning. Het opgesteld vermogen, hoeft alleen gedimensioneerd te worden op de basislast (25-40%) en er kan rekening gehouden worden met ongelijktijdigheid (niet alle woningen vragen tegelijk warmte). Hierdoor is bij een collectieve warmtepomp de elektriciteitsvraag op koude dagen tot wel 75% lager ten opzichte van een situatie met individuele warmtepompen zonder warmtebatterij in de woning. Dit voorkomt dus grote investeringen in het lokale en regionale elektriciteitsnet.
- Grotere warmtepompen kunnen actief gaan handelen op de elektriciteitsmarkt. Middels een smart grid koppeling tussen deze techniek en de prijzen op de handelsbeurs kan elektriciteit ingekocht worden (en warmte opgewekt) wanneer de prijs laag is (c.q. als er overcapaciteit is in de Nederlandse elektriciteitsmarkt, bijvoorbeeld op een zonnige dag of wanneer er veel wind waait). Deze smart grid koppeling kan ook aangeboden worden aan de regionale netbeheerder om congestie management uit te voeren op het elektriciteitsnetwerk. Bij congestie is de elektriciteitsvraag of de hoeveelheid terug levering van zonnepanelen in het gebied groter dan de capaciteit van het elektriciteitsnet. Hierdoor blijft de warmteproductie ook op de langere termijn betaalbaar.

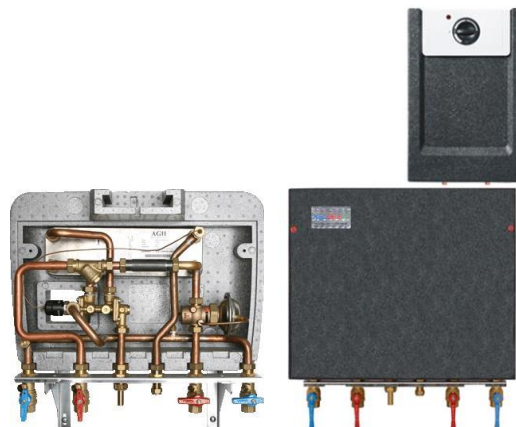
2.5

Ruimtebeslag in de woning

Bij een individuele oplossing moet rekening gehouden worden met een boilervat van minimaal 150 liter voor warm tapwater. Bij een lucht-water-warmtepomp moet daarnaast ook rekening gehouden worden met een buitenunit. Bij een water-water-warmtepomp moet rekening gehouden worden dat de warmtepomp in de woning wordt geplaatst. Als ook rekening gehouden moet worden met PCM opslagvaten dan is er nog meer ruimte nodig. Het PCM vat kan mogelijk ook het boilervat voor warm tapwater vervangen. Er moet dan wel rekening gehouden worden dat de temperatuur van de opgeslagen warmte minimaal 65°C is of dat voor warm tapwater er een aanvullende boostervoorziening wordt geplaatst.

Voordeel van een collectieve warmtevoorziening is dat het ruimtegebruik in de woning beperkt blijft tot een afleverset in de meterkast. Bij een appartementencomplex zal een extra meterkast nodig zijn, naast die van elektriciteit en koud water. Bij een aanvoertemperatuur lager dan 65°C zal er aanvullend een boostervoorziening nodig zijn. Er zijn producten in de markt, waarbij de boostervoorziening ook geplaatst kan worden in dezelfde meterkast.

Figuur 2.2 Voorbeelden van afleverset bij collectieve warmtelevering. In de afbeelding rechts is deze uitgebreid met een booster.



2.6

Ruimtebeslag in de ondergrond

Het gebied Lammenschansdriehoek wordt momenteel gekenmerkt door een drukke ondergrond met veel verschillende ondergrondse infrastructuren van verschillende netbeheerders (energie, water en telecom). De bodemdruk zal waarschijnlijk verder toenemen als gevolg van de gebiedsontwikkelingen. Bovendien is het ruimtebeslag anders dan voorheen omdat er alternatieve energievoorzieningen nodig zijn.

De voorziene bodemdruk is reden geweest voor ons om samen met de civieltechnische dienst van de gemeente een bodemverkenning te doen om eventuele randvoorwaarden en knelpunten te signaleren. De uitkomsten van die bodemverkenning zijn op hoofdlijnen:

- De bodem in Lammenschansdriehoek wordt druk gebruikt, maar niet drukker dan bij vergelijkbare binnenstedelijke gebieden
- Een warmtenettracé langs de Lammenschansweg lijkt inpasbaar gegeven het voorlopige profiel van de nieuw in te richten Lammenschansweg
- Het is van belang dat een eventueel warmtenet door of langs de Lammenschansweg in een vroegtijdig stadium met de gemeente wordt afgestemd

- Een onvoorziene factor is bodemvervuiling, maar dat geldt voor iedere binnenstedelijke ontwikkeling
- Er is een reëel risico dat toepassing van open warmte-koudeopslag leidt tot interferentie van de warme en koude waterlagen. De aanbeveling is om hierop te sturen middels een bodemenergieplan

De bevindingen zijn hieronder verder uitgewerkt.

2.6.1 Algemene beschouwing bodemdrukke

De civieltechnische dienst van de gemeente Leiden heeft inzicht gegeven in de ondergrondse infrastructuur. Er is inzicht gekregen in leidingen voor afvalwater (riolering), drinkwater, energie (gas en elektra) en telecom. Daarnaast is inzicht gekregen in de positie van bomen. Op basis van kennis van de civieltechnische dienst hebben wij een algemeen beeld gekregen van de risico's van bodemvervuiling, zonder dat hier bodemonderzoek naar heeft plaatsgevonden.

Onze bevindingen uit deze algemene beschouwing is dat de bodem in de Lammenschansdriehoek weliswaar druk in gebruik is, met name langs de Lammenschansweg, maar dat de Lammenschansdriehoek hierin niet atypisch is in vergelijking met andere stedelijke gebieden met een vergelijkbare functie en dichtheid. De voorziene gebiedsontwikkeling vraagt wel om een aandachtige inpassing van nieuwe ondergrondse functies omdat de bebouwingsdichtheid toeneemt en er een nieuwe energieinfrastructuur voorzien is.

2.6.2 Lammenschansweg biedt ruimte voor een warmtetracé

De civieltechnische dienst heeft inzage gegeven in het voorlopige profiel van de nieuw in te richten Lammenschansweg en heeft daarnaast het principedwarsprofiel voor wegen met stadsverwarming met ons gedeeld. Op basis hiervan concluderen wij dat de Lammenschansweg in principe voldoende ruimte biedt voor stadsverwarming. Er zijn in principe drie oplossingen om stadsverwarming in te passen in de Lammenschansweg:

- Door de groenstrook. Deze optie wordt beperkt door de aanwezigheid van bomen.
- Door het trottoir. Deze optie wordt beperkt door de aanwezigheid van andere kabels en leidingen (o.a. telecom en elektra).
- Door de gelijknamige ventweg met een open verharding. Deze optie lijkt van de drie opties het meest kansrijk. We mogen er vanuit gaan dat de ventweg verdwijnt, maar dat daarvoor op dezelfde plek een breed tweerichtingsfietspad van asfalt terug komt, met daarnaast een breed trottoir. De toekomstige bebouwing zal 4 meter richting Lammenschansweg opschuiven ten opzichte van de bouwenvelopen in de ontwikkelstrategie van 2016.

2.6.3 Vroegtijdige afstemming van een warmtetracé noodzakelijk

Stadsverwarming heeft een zeer grote ondergrondse impact en is gemoeid met grote investeringen die vaak door meerdere partijen worden gedaan. Vanwege die impact is het noodzakelijk dat planning van het warmtenet door Lammenschansdriehoek al in de schetsontwerpfase wordt afgestemd met de civieltechnische dienst van de gemeente. Zij kunnen dan vroegtijdig kansen en belemmeringen op tafel leggen en de gemeentelijke randvoorwaarden borgen.

2.6.4 Bodemvervuiling is een onzekere factor

Bij iedere binnenstedelijke ontwikkeling is bodemvervuiling een onzekere factor. Dat is in de Lammenschansdriehoek niet anders. Het Kadaster en de Omgevingsdienst West-Holland konden slechts beperkt en algemeen inzicht geven in de bodemvervuiling zonder dat bodemonderzoek heeft plaatsgevonden. Wel kon de Omgevingsdienst inzicht geven in concrete risicofactoren voor dit gebied:

- Het gebied rond de Ananasweg en Lammenschansweg 136 hadden een industriële functie. Hier geldt een verhoogd risico voor bodemverontreiniging.
- Het bodemtype onder de Lammenschansdriehoek staat mobiele vervuiling toe als gevolg van grondwaterstromen. Hierdoor is lastig inzage te geven in de verspreiding van eventuele verontreinigingen.
- Er is geen zicht op eventuele lekkages in riolering en andere buizen.

2.6.5 Voorkom interferentie van verschillende WKO-systemen

Duurzame warmte en koude middels warmte-koudeopslag (WKO) is één van de duurzame warmteopties die in de Lammenschansdriehoek voor de hand ligt. WKO heeft een unieke ondergrondse impact omdat het bestaande grondwaterlagen (aquifers) benut om warmte en koude op te slaan en deze het opvolgende seizoen te benutten (seizoensopslag). Het gaat hier om open bodemsystemen die direct in het grondwater tappen. De Omgevingsdienst ziet er op toe dat deze systemen chemisch en hydrologisch in balans zijn om de bodemecologie te beschermen. De provincie is het bevoegd gezag middels de Watervergunning.

Bij het toepassen van WKO ontstaan er warmte en koude waterlagen in de ondergrond. Als er meerdere WKO-systemen op dezelfde locatie worden gerealiseerd ontstaat het risico dat deze systemen met elkaar gaan interfereren. Dit betekent dat de warme bel van het ene systeem de koude bel van de ander gaat opwarmen, of andersom. Hierdoor presteren de WKO-systemen slechter en ontstaat er in het slechtste geval een chemische onbalans in de bodem. Bekende risicogebieden in Nederland als het gaat om interferentie van WKO-systemen zijn de centraal stationsgebieden van Rotterdam en Utrecht.

Het is onduidelijk hoeveel WKO-systemen er in Lammenschansdriehoek komen, hoe groot die systemen worden en hoe dichtbij elkaar die komen. De schaal van de gebiedsontwikkeling en het risico op interferentie rechtvaardigt echter wel dat de gemeente regie voert op de ondergrond. Dit kan door middel van een bodemenergieplan. In een bodemenergieplan zijn de thermische invloedsgebieden van bestaande WKO-systemen in kaart gebracht en zijn zoeklocaties aangewezen voor nieuwe warmte en koude bronnen. Via de omgevingsvergunning kan de gemeente sturen op dit plan. Aangezien de provincie het bevoegd gezag is voor de watervergunning dient dit plan in nauw overleg met de provincie te worden opgesteld.

De infrastructuur van een warmtenet ligt in een andere laag dan de WKO systemen. Onderzoek is nodig, maar de verwachting is dat het niet tot conflict leidt.

Bijlage IV geeft op hoofdlijnen een overzicht van de te nemen stappen om de bodem gereed te maken voor een collectieve oplossing, van schetsontwerp tot uitvoeringsontwerp.

2.7

Realistische opties

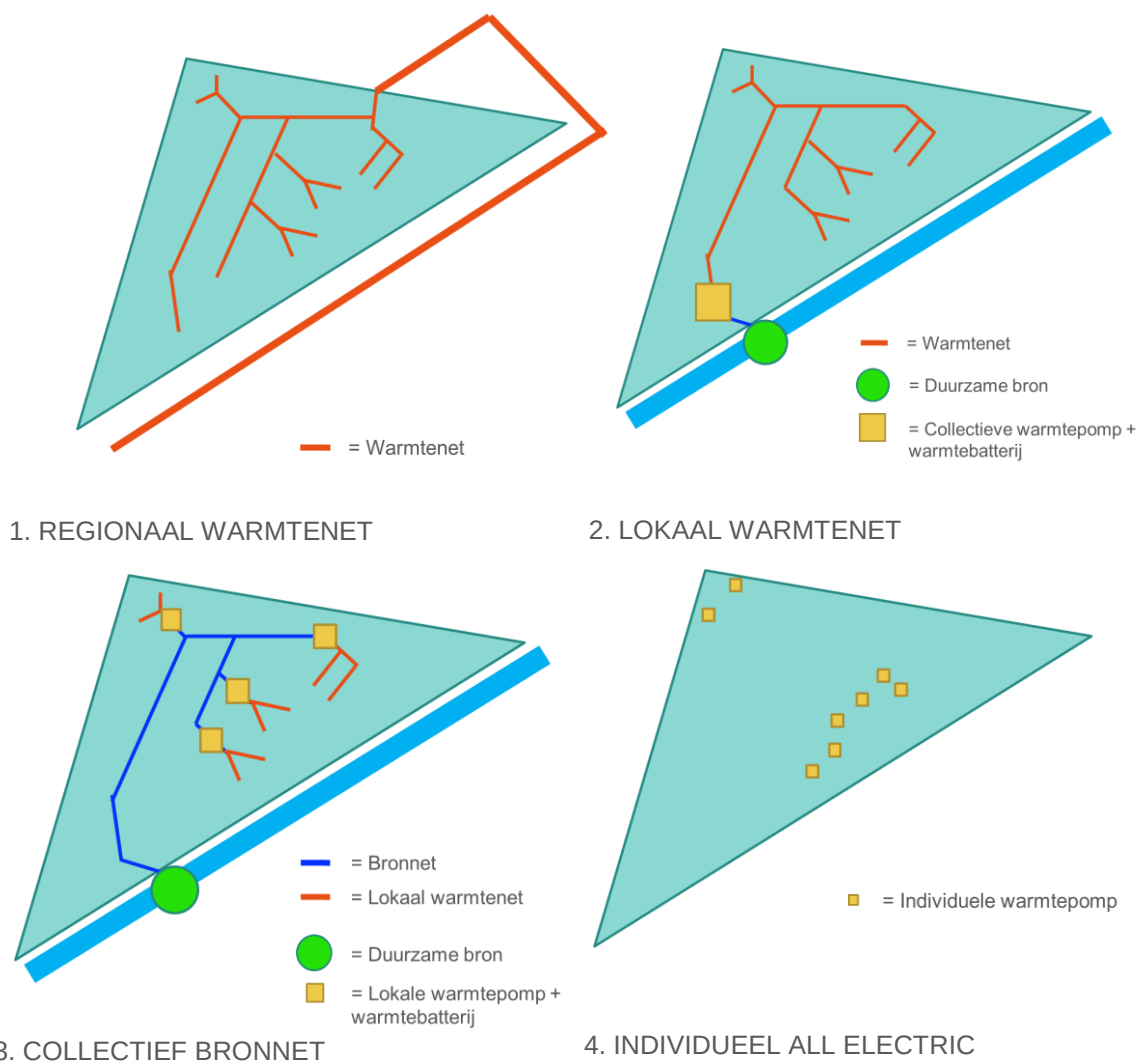
Concluderend uit alle voorgaande paragrafen zijn er een viertal realistische opties die aansluiten bij het gebied en hier nader verkend worden:

1. Ontwikkeling van een warmtenet, dat wordt aangesloten op het regionale warmtenet van Zuid-Holland.
2. Ontwikkeling van een collectief lokaal warmtenet met collectieve warmtepompen en warmtebuffers voor de gehele ontwikkeling. Mogelijke bron voor de warmtepomp kan zijn oppervlaktewater uit het Rijn-Schiekanaal. In combinatie met WKO kan ook voor een aantal functies, waarvoor dit van

meerwaarde is, koeling worden aangeboden middels een lokaal en compact koudenet.

3. Ontwikkeling van een collectief lokaal bronnet. Ook hier kan de mogelijke bron oppervlakte zijn, eventueel gecombineerd met een WKO. Alle ontwikkelaars kunnen hierop aansluiten met een eigen collectieve warmtepomp met warmtebuffers op complexniveau of voor meerdere complexen. Ook kan deze optie de bron zijn voor een individuele all electric oplossing met water-water-warmtepompen in de woningen, zie 4.
4. Ontwikkeling van individuele all-electric oplossingen, met bijvoorbeeld een lucht-water-warmtepomp of infraroodpanelen. Het elektriciteitsnet zal dan verzwaard moeten worden tot aan de woning. Een andere optie kan zijn een individuele water-water-warmtepomp gecombineerd met een bronnet, zie 3.

Figuur 2.3 De vier realistische warmteopties voor Lammenschansdriehoek





Financiële gevolgen

Op basis van de vier opties uit vorig hoofdstuk zijn er voor twee woningtypes meerdere varianten financieel doorgerekend. In tabel 3.1 staan deze 6 varianten weergegeven. Ook is weergegeven onder welke optie de varianten vallen. Voor deze varianten worden in dit hoofdstuk het energiegebruik en de totale woonlasten doorgerekend voor een appartement van 60 m² en voor een appartement van 80 m² gebruiksoppervlak (GBO).

Tabel 3.1 De verschillende varianten per optie in beeld

Collectief			Individueel all electric		
Optie 1					
	Optie 2				
	Optie 3				
				Optie 4	
Regionaal 70°C	Lokaal 70°C	Lokaal 40°C	Water-water- warmtepomp	Lucht-water- warmtepomp	Infrarood panelen

In tabel 3.2 zijn de energetische gevolgen per concept inzichtelijk gemaakt. Het betreft al het gemiddelde energiegebruik van de woning aan de elektriciteitsmeter of warmtemeter inclusief huishoudelijke energie. Ook is de opwek van duurzame elektriciteit met zonnepanelen inzichtelijk gemaakt.

Tabel 3.2 Energiegebruik en opwek appartement 60 m² GBO

Appartement 60 m ² GBO	Collectief			Individueel all electric		
	Regionaal 70°C	Lokaal 70°C	Lokaal 40°C	Water- water-wp	Lucht- water-wp	Infrarood
Elektriciteitsgebruik kWh	1.940	1.940	2.480	2.720	3.146	4.078
Warmte gebruik GJ	10	10	10	-	-	-

Tabel 3.3 Energiegebruik en opwek appartement 80 m² GBO

Appartement 80 m ² GBO	Collectief			Individueel all electric		
	Regionaal 70°C	Lokaal 70°C	Lokaal 40°C	Water- water-wp	Lucht- water-wp	Infrarood
Elektriciteitsgebruik kWh	2.520	2.520	3.160	3.560	4.128	5.370
Warmte gebruik GJ	13	13	13	-	-	-

Op basis van de techniek en het energiegebruik zijn de gemiddelde jaarlijkse kosten berekend. Deze kosten bestaan uit financieringskosten, onderhoud- en instandhoudingskosten en de energierekening. De financieringskosten zijn bepaald aan de hand van de totale investering in de warmte-opwekinstallatie/ aansluitkosten, en een annuïtaire hypotheek van 30 jaar. Voor een uitgebreide onderbouwing wordt verwezen naar bijlage III. Alle kosten zijn inclusief BTW.

Tabel 3.4 Totale woonlasten koper appartement 60 m² GBO

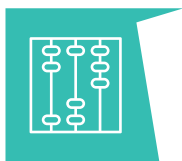
Appartement 60 m ² GBO	Collectief			Individueel all electric		
	Regionaal 70°C	Lokaal 70°C	Lokaal 40°C	Water- water-wp	Lucht- water-wp	Infrarood
Totale investering VON	€ 6.050	€ 9.350	€ 8.250	€ 11.000	€ 7.700	€ 3.300
Kosten buiten energierekening	€ 433	€ 570	€ 525	€ 1.112	€ 781	€ 278
Kosten energierekening	€ 857	€ 857	€ 967	€ 458	€ 544	€ 733
Totale Jaarlijkse kosten	€ 1.290	€ 1.428	€ 1.492	€ 1.569	€ 1.325	€ 1.012
Totale maandelijkse kosten	€ 108	€ 119	€ 124	€ 131	€ 110	€ 84

Tabel 3.5 Totale woonlasten
koper appartement 80 m2 GBO

Appartement 80 m2 GBO	Collectief			Individueel all electric		
	Regionaal 70°C	Lokaal 70°C	Lokaal 40°C	Water- water-wp	Lucht- water-wp	Infrarood
Totale investering VON	€ 6.050	€ 9.350	€ 8.250	€ 12.100	8.250	4.400
Kosten buiten energierekening	€ 433	€ 570	€ 525	€ 1.157	€ 804	€ 324
Kosten energierekening	€ 1.049	€ 1.049	€ 1.179	€ 628	€ 744	€ 996
Totale Jaarlijkse kosten	€ 1.482	€ 1.620	€ 1.704	€ 1.786	€ 1.547	€ 1.320
Totale maandelijkse kosten	€ 124	€ 135	€ 142	€ 149	€ 129	€ 110

Geconcludeerd kan worden dat de totale maandelijkse kosten:

- Bij aansluiting op een regionaal warmtenet, optie 1, er geen keuzevrijheid is voor ontwikkelaar, maar dat de investeringskosten en woonlasten gemiddeld wel laag zijn.
- Bij aansluiting op een lokaal warmtenet, optie 2, er geen keuzevrijheid is voor ontwikkelaar, maar dat de investeringskosten en woonlasten gemiddeld hoger zijn dan bij optie 1.
- Bij de realisatie van een collectief bronnet, optie 3 er veel flexibiliteit is voor ontwikkelaar, echter de investeringskosten en woonlasten wel het hoogste zijn.
- Bij de realisatie van een verzaamd e-net, de keuzevrijheid voor de ontwikkelaar beperkt is. De gemiddelde investeringskosten en woonlasten zijn vergelijkbaar als bij optie 1. Bij toepassing van infrarood panelen zijn de gemiddelde investeringskosten en woonlasten het laagst van alle opties.



Afwegingskader en voorkeursoplossing

4.1

Afwegingskader

Tijdens de analyse en in de gesprekken en sessies zijn een aantal relevante thema's naar voren gekomen die van belang zijn bij de keuze van een aardgasvrij-oplossing. Vier hoofdthema's zijn geselecteerd die de basis vormen voor een afwegingskader: geld, duurzaamheid, proces en ruimtebeslag. De hoofdthema's zijn verder opgesplitst in verschillende subthema's. Elk subthema is met een waarde van - - tot ++ beoordeeld.

Deze multicriteria-analyse vormde het afwegingskader voor het verdere gesprek over de meest geschikte oplossing voor Lammenschansdriehoek. Hieronder is de multicriteria-analyse met de belangrijkste bevinding weergegeven.

Tabel 4.1 Afwegingskader voor de oplossingen

	Geld		Duurzaamheid					Proces			Ruimtebeslag		
	Investering	Woonlasten	Opslag van warmte	CO2	BENG proof	Toekomstbestendigheid	Koeling	Organisatie	Flexibiliteit	Bestaande bouw	Gebied ondergronds	Gebied bovengronds	Woning
Collectief													
Regionaal 70°C	+	+	0	+	+	+	-	0	-	++	-	0	+
Lokaal 70°C	0	0	+	+	+	+	0	-	0	+	-	-	+
Lokaal 40°C	0	-	+	+	+	+	0	-	0	-	-	-	+
Individueel all electric													
Water-water-wp	--	--	0	+	+	0	+	-	0	-	-	0	-
Lucht-water-wp	0	+	0	0	0	0	+	+	0	-	+	-	-
Infrarood	++	++	-	-	-	-	-	+	0	-	+	-	0

In tabel 4.2 is weergegeven hoe de varianten/technieken corresponderen met de opties zoals besproken in de sessies.

Tabel 4.2 De verschillende varianten per optie in beeld

Collectief			Individueel all electric		
Optie 1					
	Optie 2				
	Optie 3				
				Optie 4	
Regionaal 70°C	Lokaal 70°C	Lokaal 40°C	Water-water- warmtepomp	Lucht-water- warmtepomp	Infrarood panelen

Geld:

Wat betreft betaalbaarheid is aansluiting op het regionaal warmtenet (optie 1) en een individuele oplossing met een lucht-lucht-warmtepomp of infrarood (optie 4) de beste keuze.

Duurzaamheid:

Op het gebied van duurzaamheid scoren de opties 1 tot en met 3 het beste. De individuele oplossingen met een lucht-lucht-warmtepomp of infrarood (optie 4) scoort duidelijk lager. Bij de optie infrarood is het sterk de vraag of de woning daarmee kan voldoen aan de BENG 2 eis na 2020. Ook is het voor optie 4 onzeker of er voldoende ruimte is voor zonnepanelen op de daken van de gebouwen om te voldoen aan de BENG 3 eis na 2020, zie ook hoofdstuk 2.

Proces:

Bij optie 4 hoeft er niet veel georganiseerd te worden. Echter heeft deze keus wel een grote impact op het gebied, omdat het elektriciteitsnet het meest verzwakt moet worden. Bij de keuze voor optie 1 is het van belang om te organiseren dat alle partijen met de neus dezelfde kant op staan. Elke partij zal zich moeten committeren aan dit systeem. Bij voldoende draagvlak kan er relatief snel geschakeld worden omdat er al een bestaand warmtenet aanwezig is in Leiden. Bij de keuze voor een lokaal warmtenet is de organisatie complexer omdat de warmtebron, -opwek en -opslag dan ook georganiseerd moet worden.

Bij de komst van een regionaal warmtenet biedt dat ook perspectieven voor de bestaande bouw. De regionale warmteleiding kan namelijk ook (tijdelijk) warmte leveren van 90°C. Hierdoor kunnen woningen die nog niet voldoende geïsoleerd zijn om verwarmd te kunnen worden met 70°C (of lager) ook aansluiten. Voorwaarde is dan wel dat de woningen zijn voorzien van een basis isolatie niveau.

Ruimtebeslag:

Op het gebied van ruimtebeslag in de woning heeft een collectieve warmtevoorziening duidelijk de voorkeur. Ondergronds moet er wel ruimte zijn voor de inpassing van een warmtenet. Dit is het geval langs de Lammenschansweg. Bij optie 1 moet er bovengronds rekening gehouden worden met transformatorhuisjes voor elektriciteit en per circa 300 woningen een warmtestation. Bij een lokaal warmtenet moet er aanvullend bovengronds ruimte gereserveerd worden voor de productie en opslag van warmte in de wijk of in de gebouwen. Ondergronds moet rekening gehouden worden met een nader te bepalen aantal WKO doubletten. Opslag van hoogwaardige warmte kan eventueel ook ondergronds.

Bij een individuele oplossing is er minimaal 1 m² nodig aan ruimte voor minimaal de elektrische boiler, aangevuld met eventueel een warmtepomp. In het openbaar gebied komen er extra transformatorhuisjes. Bij een water-water-warmtepomp moet aanvullend rekening gehouden worden met een bronnet onder de grond.

4.2

Voorkeursoplossing

4.2.1 Analyse

Conclusie uit de multicriteria-analyse is dat over de gehele bandbreedte waarin alle (sub)thema's bekeken zijn, de uitbreiding van het regionale net de meest geschikte oplossing is voor Lammenschansdriehoek.

Belangrijke factor is dat uitbreiding van het regionale net de optie is met de laagst maatschappelijke kosten. Voor de ontwikkelaar vastgoedeigenaren zorgt dat voor lagere investeringen en lagere woonlasten. Tevens biedt deze optie ontzorging voor

ontwikkelaars in het aardgasvrij realiseren van nieuwbouw en is het ruimtegebruik in de woning zeer beperkt.

Vanuit een maatschappelijk oogpunt is de optie duurzaam en toekomstbestendig. Uitbreiding van het net past binnen de visie van de gemeente als vliegwiel om op termijn mogelijk ook de bestaande bouw in en buiten het gebied van het aardgas af te halen. Ten slotte is er meer zicht en grip op het gezamenlijke proces. Gemeente kan een duidelijke rol innemen (zie hoofdstuk 6) in het proces en regie voeren op de bodem.

4.2.2 Werksessies

In de werksessies werd optie 4 – de individuele all electric oplossingen – als voorkeursoptie genoemd, met name omdat partijen hier onafhankelijk van derden zijn bij de ontwikkeling. Ontwikkelaars erkenden echter dat de individuele oplossing niet altijd de goedkoopste is en om meer ruimtegebruik vraagt in de woning. Zij moeten bovendien zelf een grotere rol innemen bij het realiseren van deze optie. Vanuit maatschappelijk oogpunt is het nadeel dat de bestaande bouw niet kan meeliften, dat individuele oplossingen vaak minder duurzaam en efficiënt zijn en er moeilijker regie is te voeren op de ondergrond.

Ondanks de nadelen, gaf het gevoel van zekerheid de doorslag.

Optie 1 – de uitbreiding van het regionale net – volgde optie 4 op de voet. Ontwikkelaars noemde het voordeel van ontzorging bij de keuze van deze techniek, omdat energiepartijen de realisatie op zich kunnen nemen. De techniek is relatief eenvoudig en goedkoop en er bestaan kansen voor de aansluiting van de bestaande bouw in de toekomst.

Deze voordelen zijn dusdanig dat partijen gezamenlijk tot de conclusie kwamen dat het verkennen van optie 1 wenselijk is als de risico's en onzekerheden (deels) weggenomen konden worden. Dat sluit aan bij de conclusies uit de analyses en daarmee is er een gedeeld beeld over de verdere verkenning van de uitbreiding van het regionale net in Lammenschansdriehoek. Hiervoor moet nog wel het juiste gesprek worden gevoerd.

5



Stappen naar een oplossing: met elkaar in gesprek

In het traject naar de gebiedsvisie aardgasvrij zijn diverse partijen individueel gesproken en zijn er twee sessies gehouden waarin de voorkeuren van partijen ten aanzien van de warmteopties en het proces naar aardgasvrij is opgehaald. In dit hoofdstuk vatten we de gesprekken en bijeenkomsten samen in een dialoog tussen partijen.



Gemeente

We gaan richting een aardgasvrije samenleving, dus ook Lammenschansdriehoek moet aardgasvrij gerealiseerd worden. Het is een druk gebied met veel hoogbouw, dus we hebben zorgen over het ruimtegebruik. In de ondergrond, maar ook in de openbare ruimte. Er is behoefte aan een gedeelde oplossing met alle partijen waar we samen achter staan. Dan kunnen wij een rol pakken om het proces te stroomlijnen en zorgen dat we niet allemaal op eigen houtje ons plan trekken. Een collectieve oplossing lijkt hierin een logische. We vinden het belangrijk om samen te werken en een gedeeld beeld te krijgen van de oplossing. We zijn bereid mee te bepalen en knopen door te hakken, kortom de regierol te nemen, maar vooral ook op zoek naar wat partijen van ons verwachten.

Een collectieve oplossing biedt ons veel voordelen. We worden ontzorgd, want ons aandeel in het realiseren van de oplossing is beperkt. Ook lijkt het erop dat een regionaal warmtenet een relatief goedkope oplossing is voor onze nieuwbouw en de bewoners. Maar er zitten nog risico's aan. We zoeken op korte termijn duidelijkheid over de realisatie en planning van het warmtenet. We willen duidelijke prijsafspraken, leveringsgarantie en zekerheid dat de kosten voor ons en de bewoners niet hoger zijn dan bij aardgas. Zolang hierover geen zekerheid is, ligt een individuele oplossing meer voor de hand.



Ontwikkellende
partijen &
vastgoedeigenaren



Energiepartijen

Een collectieve oplossing klinkt ons interessant in de oren. Dat geeft een aantal van ons bestaansrecht! En daarmee voorkomen we ook 'triple infra' - gas, warmte en een verzwaaard elektriciteitsnet naast elkaar, wat tot onnodige kosten leidt. Maar we zitten ook met onzekerheid. Kan iemand ons garanderen dat er voldoende woningen worden aangesloten? En hoe ontwikkelt de warmtevraag zich (volloopsceario)? We willen als uitvoerders niet alleen meedenken, maar ook meewerken om de juiste informatie op tafel te krijgen en stappen te zetten.



Ontwikkellende
partijen &
vastgoedeigenaren

We gaan nog 3800 woningen realiseren tot 2030. Ook is er nog bestaande bouw die aangesloten kan worden.



Bestaande
bouw

Wij willen betrokken blijven bij de realisatie van een collectieve oplossing, maar daarin wel onze voorwaarden en vragen. We vertegenwoordigen bewoners en willen dat de combinatie tussen aansluitkosten, het vastrecht en de energiekosten niet duurder is dan nu. We zijn op zoek naar een duurzame en comfortabele oplossing. We merken dat er nog een onrendabele top is en financiering dus niet rendabel. Ook hebben we tijd nodig om eerst intern te beleggen of en in hoeverre de woningen nog transitiegereed gemaakt moeten worden vóór aansluiting. We denken en werken graag mee zodra er wat meer zekerheid is bij ons en over de oplossing. Het zou prettig zijn als de oplossing geschikt is voor de bestaande bouw, zodat wij in de toekomst ook kunnen aanhaken.



Energiepartijen

3800 woningen tot 2030 klinkt goed en de bereidwilligheid van de bestaande bouw ook. Maar ik ben nog wel op zoek naar garanties.



Gemeente

Hier willen wij graag een rol in spelen. We kunnen het gebied aanwijzen als een gebied waar een warmtenet komt. Op die manier is er zekerheid over de aansluiting van nieuwbouw. Ook zijn we bereid na te denken over het afdekken van de onrendabele top, mocht de business case niet sluitend zijn

Mooi! Dat biedt zekerheid. Als we begin volgend jaar het proces in gang zetten, dan kunnen we op korte termijn starten met de ontwikkeling van het warmtenet.



Energiepartijen



Ontwikkelende
partijen &
vastgoedeigenaren

Goed dat we zekerheid krijgen over snelle realisatie, maar welke garanties hebben we? Wat doen we daarnaast met de nieuwbouw die op korte termijn gebouwd gaat worden?



Energiepartijen

*Wij kunnen tijdelijke voorzieningen leveren, zoals tijdelijke collectieve ketels. Dan moeten jullie zorgen dat jullie ruimte reserveren voor deze tijdelijke voorziening.
Dit gaat de goede kant op, maar alleen uitwisselen van informatie brengt ons nog niet tot realisatie. Wie neemt de regie in het proces naar realisatie?*



Gemeente

Wij zijn als gemeente bereid om hierin een voortrekkersrol te pakken.

Welke rol de gemeente precies in kan nemen, wordt in het volgende hoofdstuk besproken.



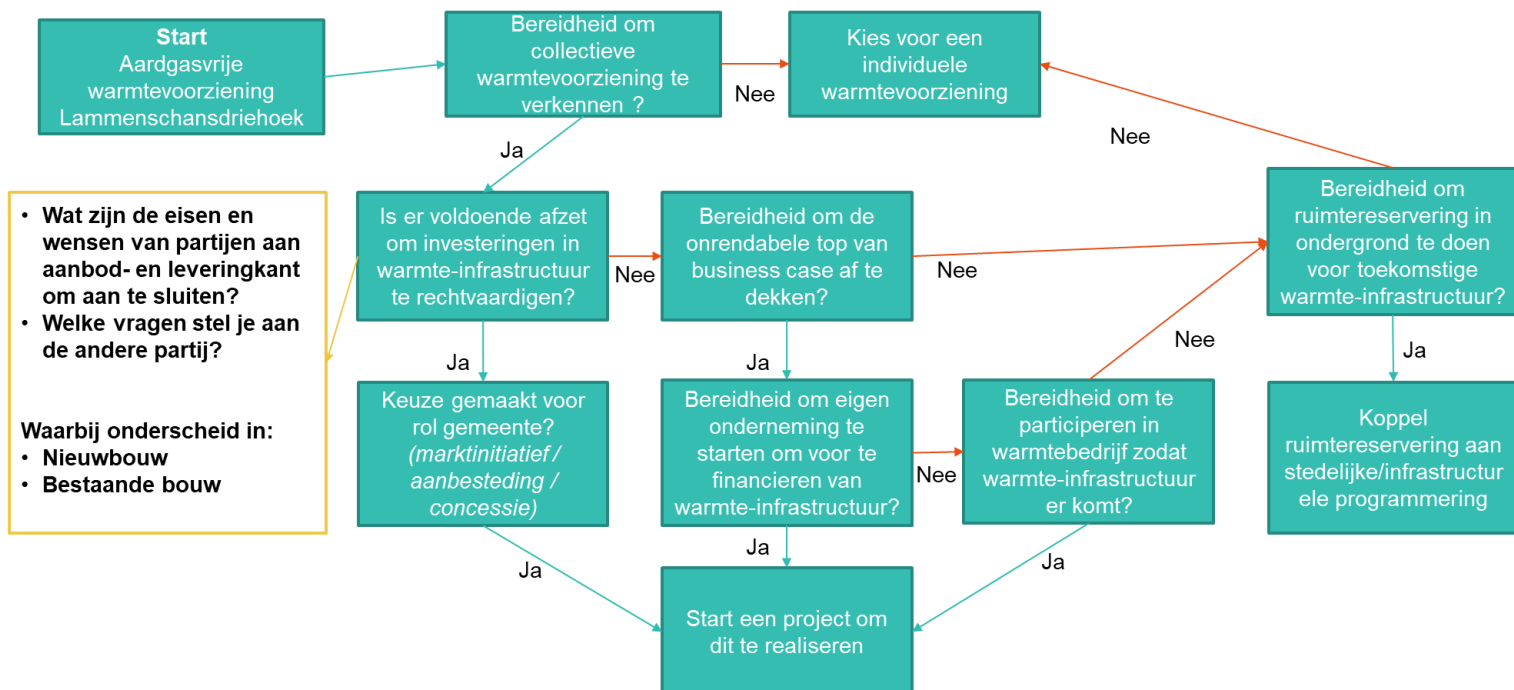
Rol en middelen van de gemeente

In een eventueel vervolgproces zullen de elementen uit dit onderzoek in de praktijk letterlijk en figuurlijk bij elkaar gebracht moeten worden. De ontwikkeling van een warmtenet en de haalbaarheid daarvan ontstaat op het snijvlak van techniek, financiën, organisatie, planning en sociaal-maatschappelijk zaken. Een collectieve voorziening betekent een energie-infrastructuur die decennia lang moet zorgen voor een betrouwbare en betaalbare warmtelevering. Het vraagt om een zorgvuldige projectaanpak die zowel gericht is op een doelmatig en efficiënte realisatie als op wenselijkheid bij de stakeholders. De elementen van zo'n aanpak staan in onderstaande figuur.



Figuur 6.1: Element voor uitvoeringsplan Lammenschansdriehoek

Alvorens in het diepe te duiken is het aan te bevelen om te verkennen of er daadwerkelijk sprake kan zijn van een project met als doel het realiseren van een collectieve voorziening. De beslisboom uit figuur 2 kan daarbij als leidraad worden genomen.



Figuur 6.2 Beslisboom voor gemeente Leiden – collectieve warmtevoorziening voor Lammenschansdriehoek

De vraag start met de bereidheid voor een collectieve warmtevoorziening. Als die bereidheid er niet is, wordt impliciet de keuze gemaakt voor een individuele oplossing.

Uit de gesprekken en sessies is gebleken dat er wel degelijk bereidheid is, als het maar onder de juiste condities gebeurt. Daar komen we zo op.

Bij de vraag uit de beslisboom “Is er voldoende afzet....rechtvaardigen” speelt de business case een rol waarbij twee zaken elkaar in balans houden: rendement op geïnvesteerd vermogen en risico's.

Eerst is het belangrijk om te beseffen welke rol de gemeente in het proces kan hebben. Grofweg kunnen de volgende rollen worden onderscheiden die ook zijn terug te vinden in de beslisboom:

- **Faciliteren:** Dat is het geval bij een marktinitiatief. De gemeente waardeert het initiatief en faciliteert de initiatiefnemer in het leggen van zowel interne als externe contacten. De gemeente handelt hier in bestaande structuren en zal in geen geval een voorkeur uitspreken als er een concurrerende partij verschijnt. Mocht de initiatiefnemer een barrière ondervinden die vanuit de markt niet te slechten is zou de gemeente zich garant kunnen stellen voor bijvoorbeeld een minimaal aantal aansluitingen.
- **Participeren:** De gemeente kan met één of meerdere partijen in een PPS samenwerken om een warmtenet te realiseren. In het extreme geval zou de gemeente ook zelf een warmtebedrijf kunnen beginnen.
- **Reguleren:** De gemeente ziet een maatschappelijk belang in de ontwikkeling van een collectieve voorziening en besteedt een concessie aan, het exploitatierecht, voor die voorziening. De gemeente maakt hierbij gebruik van marktwerking door eenduidige en voor alle partijen dezelfde voorwaarden te scheppen. De gemeente is in staat om voorwaarden en criteria te stellen aan de voorziening maar loopt geen exploitatierisico. Dat ligt namelijk volledig bij de concessiepartij.

Vanuit een faciliterende rol kan een gemeente verschuiven naar een participerende of regulerende rol zolang er geen bindende afspraken zijn gemaakt. Een verschuiving andersom is wat lastiger omdat bindende afspraken kenmerkend zijn voor deze rollen. Op het moment dat duidelijk wordt dat de rol inderdaad verschuift naar een regulerende rol wordt het van belang dat de gemeente bepaalde partijen niet een kennisvoorsprong geeft vanuit haar eerdere rollen. Het is verstandig hierover vooraf met elke partij waar mee wordt gesproken al afspraken te maken (eigendom en transparantie van kennis en stukken).

Nogmaals, uit de gesprekken en sessies is gebleken dat er wel degelijk bereidheid is, als het maar onder de juiste condities gebeurt. Voor een partij die collectieve warmte wil en kan leveren is het van belang om tot op zekere hoogte zekerheid te hebben op voldoende afzet. Voor ontwikkelaars en vastgoedeigenaren die hun bezit geschikt willen maken voor collectieve warmte is het van belang om zekerheid te hebben dat die betaalbare collectieve warmtevoorziening er komt. Deze paradox houdt het proces in een houdgreep. Hierbij kan de gemeente de helpende hand bieden om uit die houdgreep te komen door de partijen te verbinden en de risico's voor ieder partij acceptabel te maken.



Conclusies en stappen naar een uitvoeringsplan

7.1

Conclusies

Uit de analyse blijkt dat de uitbreiding van het warmtenet de best passende oplossing is voor Lammenschansdriehoek. Uit de gesprekken en sessies blijkt dat er onder de juiste voorwaarden bereidheid is om te werken naar deze collectieve oplossing. Ontzorging, goede betaalbaarheid en weinig ruimtegebruik in de woning spelen hierbij een doorslaggevende rol, alsmede de kansen voor aansluiting van de bestaande bouw in de toekomst.

Tijdens de bijeenkomsten en sessies en in deze rapportage zijn de wensen, voorwaarden en belangrijke delen van de benodigde informatie in kaart gebracht. Deze informatie zal nog verder gevalideerd en waar nodig aangescherpt moeten worden. Als alle puzzelstukjes blijken te passen, kan de stap naar commitment gemaakt worden.

De gemeente moet dus bepalen welke rol het best past in Lammenschansdriehoek. De gemeente voert in ieder geval de regie.

7.2

Stappen naar een uitvoeringsplan

Het is de gemeente aan te bevelen om de elementen uit de figuren in het vorige hoofdstuk te structureren met een gefaseerde aanpak. De verschillende fases moeten een duidelijk omljnd kader hebben met vooraf geformuleerde concrete resultaten. In hoofdlijnen is het traject in drie hoofdfases in te delen:

1. Verkenningfase

Deze fase moet antwoord geven op de vraag of er voldoende commitment is voor een project, te markeren met een intentieovereenkomst tussen direct betrokken partijen op basis van een schetsmatig uitwerking van de elementen uit figuur 6.1. Deze kunnen vervolgens als werklijnen worden beschouwd. Deze rapportage, de gesprekken met stakeholders en de werksessies zijn de eerste stappen in de verkenningfase. In de intentieovereenkomst staat dan zowel de vertaling van dit rapport naar een warmtevisie en de update van de ontwikkelstrategie als een beschrijving van de wijze waarop de partijen gaan samenwerken.

Het vervolg kan dan snel worden georganiseerd met een Task Force Duurzame Warmte Lammenschansdriehoek met een concrete taakstelling: het weghalen van de belemmeringen om een collectieve voorziening te realiseren. De gemeente voert deze Task Force aan en deelname is niet vrijblijvend maar vraagt de commitment via de intentieovereenkomst. Deelnemers aan deze Task Force kunnen vertegenwoordigers zijn van de volgende partijen:

- Ontwikkelaars
- Vastgoedeigenaren
- VvEs en DUWO
- Gemeente Leiden
- Liander

Woningcorporaties hebben beperkt eigendom net buiten de Lammenschansdriehoek en aangegeven geïnformeerd te willen blijven over de vorderingen.

2. Initiatiefase

Deze fase moet alle voorwaarden en criteria van de stakeholders inventariseren langs de werklijnen en leiden naar een voorlopig ontwerp met bijbehorende calculaties. Deze fase wordt gemarkeerd door een programma van eisen, voorlopig ontwerp en business case. Hier kan uit volgen dat een marktinitiatief haalbaar is, gemeente risico's moet reduceren door participatie of dat een aanbesteding noodzakelijk is. Als partijen meewerken moet dat inzicht in drie maanden zijn gerealiseerd.

3. Realisatiefase

Deze fase moet de punten op de "i" zetten met een detailontwerp en bijbehorende documenten ter ondersteuning van de investeringsbesluiten bij de stakeholders in de vorm van contracten en dergelijke. Deze fase wordt gemarkeerd door een besluit om over te gaan tot uitvoering.

Na de realisatiefase volgt de exploitatiefase. Dit is geen onderdeel van, maar heeft wel degelijk invloed op het project. De expliciete en concrete eisen die worden gesteld door bewoners en bedrijven om inderdaad jarenlang te kunnen genieten van een betrouwbare en betaalbare warmtelevering zijn van invloed op het ontwerp, de business case en de uitvoering.

Bronopties en bij collectieve warmte-infrastructuur voor nieuwbouwwijk 70°C aanvoer en 40°C retour

Optie	Schaal	Bron	Infrastructuur gebied	Opslag	Opwek		Opslag	Infrastructuur lokaal		Installatie in woning		
					Basislast ***	Pieklast ****				Ruimteverwarming	Warm tapwater	Opslag
1a	> 2.000 tot 4.000 woningen	Regionaal warmtenet (mix van opties 2-6*) en gas	70/40°C warmtenet, en gasnet	NEE	Regionaal warmtenet	HR ketels	NEE	70/40°C warmtenet + E-net	Afleverstation	Afleverset	NEE	
1b		Regionaal warmtenet (mix van opties 2-6*)	70/40°C warmtenet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
2a		Diepe geothermie en gas	70/40°C warmtenet, en gasnet		Bronpompen	HR ketels	NEE					
2b		Diepe geothermie	70/40°C warmtenet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
2c	> 200 tot 400 woningen	Retournet diepe geothermie en gas	40/20°C warmtenet elektriciteitsnet en gasnet		Bronpompen en warmtepomp in gebouw of wijk	HR ketels	NEE					
		2d	Retournet diepe geothermie			40/20°C warmtenet elektriciteitsnet	Warmwater of PCM buffers					Warmwater of PCM buffers
3a	> 1.000 tot 2.000 woningen	Ondiepe geothermie, gas en elektriciteit	40/20°C warmtenet elektriciteitsnet en gasnet		Ketels of - WKK ***** In wijk	HR ketels	NEE					
3b		Ondiepe geothermie en elektriciteit	40/20°C warmtenet elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
4a	> 300 tot 500 woningen	Houtachtige biomassa en gas	Wegverkeer en aardgasnet	Silo	Ketels of - WKK ***** In wijk	HR ketels	NEE					
4b		Houtachtige biomassa	Wegverkeer			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
5		Biogas/ hernieuwbaar gas	Gasnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
6a	> 200 tot 400 woningen	Oppervlaktewater **, gas en elektriciteit	Bronnet, elektriciteitsnet en gasnet	NEE	Bronpompen en warmtepomp in gebouw of wijk	HR ketels	NEE					
6b		Oppervlaktewater **, en elektriciteit	Bronnet en elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
6c		Oppervlaktewater**, gas en elektriciteit	Bronnet, elektriciteitsnet en gasnet	WKO		Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
6d		Oppervlaktewater**, en elektriciteit	Bronnet en elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
7a	> 100 tot 150 woningen	Buitenlucht, gas en elektriciteit	Elektriciteitsnet en gasnet	NEE	Buitenunit en warmtepomp in gebouw of wijk	HR ketels	NEE					
7b		Buitenlucht en elektriciteit	Elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					

(*) Inclusief hoogwaardige restwarmte uit industrie/ afvalverbranding en gasturbines ** Of andere laagwaardige warmtebronnen zoals laagwaardige restwarmte, zonthermie, datacenters, riothermie, effluentwater, RWZI, drinkwater- en rivierwaterleidingen etc (***) Basislast is circa 25-30% van het vermogen en levert 70-90% van de jaarlijkse warmte (****) Pieklast is circa 70-100% van het vermogen en levert 10-30 % van de jaarlijkse warmte (*****) Een WKK (warmtekrachtkoppeling) produceert elektriciteit, bij dit proces komt restwarmte vrij. Deze warmte is de warmtebron van het warmtenet

	Opties zonder gas
	Opties met gas

Bronopties en bij collectieve warmte-infrastructuur voor nieuwbouwwijk 40°C aanvoer en 20°C retour



Optie	Schaal	Bron	Infrastructuur gebied	Opslag	Opwek		Opslag	Infrastructuur lokaal		Installatie in woning		
					Basislast **	Pieklast ***				Ruimteverwarming	Warm tapwater	Opslag
1a	> 1.000 tot 2.000 woningen	Ondiepe geothermie, gas en elektriciteit	40/20°C warmtenet elektriciteitsnet en gasnet	NEE	Bronpompen	HR ketels	NEE	40/20°C warmtenet + E-net	Afleverstation	Afleverset	Booster	NEE
1b		Ondiepe geothermie en elektriciteit	40/20°C warmtenet elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
2a	> 100 tot 200 woningen	Retournet bestaand warmtenet en gas	40/20°C warmtenet elektriciteitsnet en gasnet		Retournet	HR ketels	NEE					
2b		Retournet bestaand warmtenet en gas	40/20°C warmtenet elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					
3a		Oppervlaktewater *, gas en elektriciteit	Bronnet, elektriciteitsnet en gasnet	Bronpompen en warmtepomp in gebouw of wijk	HR ketels	NEE						
3b		Oppervlaktewater *, en elektriciteit	Bronnet en elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers						
3c		Oppervlaktewater*, gas en elektriciteit	Bronnet, elektriciteitsnet en gasnet									
3d		Oppervlaktewater*, en elektriciteit	Bronnet en elektriciteitsnet									
5a	> 50 tot 150 woningen	Buitenlucht, gas en elektriciteit	Elektriciteitsnet en gasnet	NEE	Buitenunit en warmtepomp in gebouw of wijk	HR ketels	NEE					
5b		Buitenlucht en elektriciteit	Elektriciteitsnet			Warmwater of PCM buffers	Warmwater of PCM buffers					

* Of andere laagwaardige warmtebronnen zoals laagwaardige restwarmte, zonthermie, datacenters, riothermie, effluentwater, RWZI, drinkwater- en rivierwaterleidingen etc ** Basislast is circa 25-30% van het vermogen en levert 70-90% van de jaarlijkse warmte *** Pieklast is circa 70-100% van het vermogen en levert 10-30 % van de jaarlijkse warmte

	Opties zonder gas
	Opties met gas

APPARTEMENT 60 m2 GBO			Regionaal collectief 70	Lokaal collectief 70	Lokaal collectief 40	Water-water- warmtepomp	Lucht-water- warmtepomp	Infrarood
	BTW	Eenheid						
ENERGIEVERBRUIK								
Elektriciteitsverbruik	n.v.t.	kWh	1.940	1.940	2.480	2.720	3.146	4.078
Elektriciteitsopwek	n.v.t.	kWh	-	-	-	-	-	-
Aardgasverbruik	n.v.t.	Nm3	-	-	-	-	-	-
Collectieve warmte verbruik	n.v.t.	GJ	10	10	10	-	-	-
Relatief warmteverbruik ruimteverwarming	n.v.t.	kWh / m2	25	25	25	25	25	25
SAMENVATTING								
Totale investeringen	incl. BTW	Euro	€ 6.050	€ 9.350	€ 8.250	€ 11.000	€ 7.700	€ 3.300
Netto contante kosten investeringen, kosten en besparingen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Totale jaarlijkse kosten buiten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 433	€ 570	€ 525	€ 1.112	€ 781	€ 278
Totale jaarlijkse kosten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 857	€ 857	€ 967	€ 458	€ 544	€ 733
Totale jaarlijkse kosten (jaarlijks)	incl. BTW	Euro	€ 1.290	€ 1.428	€ 1.492	€ 1.569	€ 1.325	€ 1.012
Totale jaarlijkse kosten (maandelijks)	incl. BTW	Euro	€ 108	€ 119	€ 124	€ 131	€ 110	€ 84
PRIJZEN								
Consumentenprijs aardgas	incl. BTW	Euro / Nm3	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Consumentenprijs elektriciteit	incl. BTW	Euro / kWh	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Consumentenprijs collectieve warmte	incl. BTW	Euro / GJ	22,94	22,94	22,94	22,94	22,94	22,94
VASTGOEDEIGENAAR + GEBRUIKER								
Indicatoren								
Netto contante kosten investeringen, kosten en besparingen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Investeringen								
Investering in isoleren, ventileren, afgiftesysteem en e-koken	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Investering in aansluitkosten / individuele oplossing	incl. BTW	Euro	€ 5.500	€ 8.500	€ 7.500	€ 10.000	€ 7.000	€ 3.000
Investeringen in zonnepanelen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Proceskosten	incl. BTW	Euro	€ 550	€ 850	€ 750	€ 1.000	€ 700	€ 300
Subsidie	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Totale investeringen	incl. BTW	Euro	€ 6.050	€ 9.350	€ 8.250	€ 11.000	€ 7.700	€ 3.300
Jaarlijkse kosten								
Afschrijving en onderhoud HR-ketel	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Herinvestering, onderhoud en monitoring individuele oplossing	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ 654	€ 460	€ 141
Herinvestering, onderhoud en monitoring zonnepanelen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Kosten afleverset collectieve warmte	incl. BTW	Euro	€ 181	€ 181	€ 181	€ -	€ -	€ -
Financieringslasten	incl. BTW	Euro	€ 252	€ 389	€ 344	€ 458	€ 321	€ 137
Totale jaarlijkse kosten buiten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 433	€ 570	€ 525	€ 1.112	€ 781	€ 278
Jaarlijkse kosten energierekening								
Vastrecht								
Vastrecht elektriciteit netbeheerder	incl. BTW	Euro	€ 237	€ 237	€ 237	€ 237	€ 237	€ 237
Vastrecht aardgas netbeheerder	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Vastrecht elektriciteit elektriciteitsleverancier	incl. BTW	Euro	€ 42	€ 42	€ 42	€ 42	€ 42	€ 42
Vastrecht aardgas gasleverancier	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Vastrecht collectieve warmte	incl. BTW	Euro	€ 335	€ 335	€ 335	€ -	€ -	€ -
Variable kosten								
Variable kosten aardgas	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Variable kosten elektriciteit	incl. BTW	Euro	€ 394	€ 394	€ 503	€ 552	€ 639	€ 828
Variable kosten collectieve warmte	incl. BTW	Euro	€ 223	€ 223	€ 223	€ -	€ -	€ -
Overige								
Heffingskorting	incl. BTW	Euro	€ -373	€ -373	€ -373	€ -373	€ -373	€ -373
Totale jaarlijkse kosten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 857	€ 857	€ 967	€ 458	€ 544	€ 733
TOTALE JAARLIJKSE KOSTEN(-) / BESPARINGEN(+) VASTGOED-EIGENAAR / GEBRUIKER			€ 1.290	€ 1.428	€ 1.492	€ 1.569	€ 1.325	€ 1.012
TOTALE MAANDELIJKSE KOSTEN(-) / BESPARINGEN(+) VASTGOED-EIGENAAR / GEBRUIKER			€ 108	€ 119	€ 124	€ 131	€ 110	€ 84

APPARTEMENT 80 m2 GBO			Regionaal collectief 70	Lokaal collectief 70	Lokaal collectief 40	Water-water- warmtepomp	Lucht-water- warmtepomp	Infrarood
	BTW	Eenheid						
ENERGIEVERBRUIK								
Elektriciteitsverbruik	n.v.t.	kWh	2.520	2.520	3.160	3.560	4.128	5.370
Elektriciteitsopwek	n.v.t.	kWh	-	-	-	-	-	-
Aardgasverbruik	n.v.t.	Nm3	-	-	-	-	-	-
Collectieve warmte verbruik	n.v.t.	GJ	13	13	13	-	-	-
Relatief warmteverbruik ruimteverwarming	n.v.t.	kWh / m2	25	25	25	25	25	25
SAMENVATTING								
Totale investeringen	incl. BTW	Euro	€ 6.050	€ 9.350	€ 8.250	€ 12.100	€ 8.250	€ 4.400
Netto contante kosten investeringen, kosten en besparingen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Totale jaarlijkse kosten buiten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 433	€ 570	€ 525	€ 1.157	€ 804	€ 324
Totale jaarlijkse kosten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 1.049	€ 1.049	€ 1.179	€ 628	€ 744	€ 996
Totale jaarlijkse kosten (jaarlijks)	incl. BTW	Euro	€ 1.482	€ 1.620	€ 1.704	€ 1.786	€ 1.547	€ 1.320
Totale jaarlijkse kosten (maandelijks)	incl. BTW	Euro	€ 124	€ 135	€ 142	€ 149	€ 129	€ 110
PRIJZEN								
Consumentenprijs aardgas	incl. BTW	Euro / Nm3	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Consumentenprijs elektriciteit	incl. BTW	Euro / kWh	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Consumentenprijs collectieve warmte	incl. BTW	Euro / GJ	22,94	22,94	22,94	22,94	22,94	22,94
VASTGOEDEIGENAAR + GEBRUIKER								
Indicatoren								
Netto contante kosten investeringen, kosten en besparingen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Investeringen								
Investering in isoleren, ventileren, afgiftesysteem en e-koken	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Investering in aansluitkosten / individuele oplossing	incl. BTW	Euro	€ 5.500	€ 8.500	€ 7.500	€ 11.000	€ 7.500	€ 4.000
Investeringen in zonnepanelen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Proceskosten	incl. BTW	Euro	€ 550	€ 850	€ 750	€ 1.100	€ 750	€ 400
Subsidie	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Totale investeringen	incl. BTW	Euro	€ 6.050	€ 9.350	€ 8.250	€ 12.100	€ 8.250	€ 4.400
Jaarlijkse kosten								
Afschrijving en onderhoud HR-ketel	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Herinvestering, onderhoud en monitoring individuele oplossing	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ 654	€ 460	€ 141
Herinvestering, onderhoud en monitoring zonnepanelen	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Kosten afleverset collectieve warmte	incl. BTW	Euro	€ 181	€ 181	€ 181	€ -	€ -	€ -
Financieringslasten	incl. BTW	Euro	€ 252	€ 389	€ 344	€ 504	€ 344	€ 183
Totale jaarlijkse kosten buiten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 433	€ 570	€ 525	€ 1.157	€ 804	€ 324
Jaarlijkse kosten energierekening								
Vastrecht								
Vastrecht elektriciteit netbeheerder	incl. BTW	Euro	€ 237	€ 237	€ 237	€ 237	€ 237	€ 237
Vastrecht aardgas netbeheerder	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Vastrecht elektriciteit elektriciteitsleverancier	incl. BTW	Euro	€ 42	€ 42	€ 42	€ 42	€ 42	€ 42
Vastrecht aardgas gasleverancier	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Vastrecht collectieve warmte	incl. BTW	Euro	€ 335	€ 335	€ 335	€ -	€ -	€ -
Variable kosten								
Variabele kosten aardgas	incl. BTW	Euro	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Variabele kosten elektriciteit	incl. BTW	Euro	€ 512	€ 512	€ 642	€ 723	€ 838	€ 1.090
Variabele kosten collectieve warmte	incl. BTW	Euro	€ 297	€ 297	€ 297	€ -	€ -	€ -
Overige								
Heffingskorting	incl. BTW	Euro	€ -373	€ -373	€ -373	€ -373	€ -373	€ -373
Totale jaarlijkse kosten energierekening	incl. BTW	Euro	€ 1.049	€ 1.049	€ 1.179	€ 628	€ 744	€ 996
TOTALE JAARLIJKSE KOSTEN(-) / BESPARINGEN(+) VASTGOED-EIGENAAR / GEBRUIKER			€ 1.482	€ 1.620	€ 1.704	€ 1.786	€ 1.547	€ 1.320
TOTALE MAANDELIJKSE KOSTEN(-) / BESPARINGEN(+) VASTGOED-EIGENAAR / GEBRUIKER			€ 124	€ 135	€ 142	€ 149	€ 129	€ 110

Bijlage IV Stappen voor de bodem

Schetsontwerp:

- Bepalen tracé op hoofdlijnen (diameter(s) en materiaalkeuze kunnen bekend zijn)
- Ruimtebeslag en werkruimte benoemen en aangeven waar mogelijk aftakkingen, kunstwerken en dergelijke komen
- Onderzoek ondergrond en omgeving op basis van openbare data (KLIC voor overige infra/Kadaster/Bodemsamenstelling/Bodemkwaliteit/Verontreiniging/Flora/Fauna/Archeologisch/bomen/water/et cetera)
- Is er een combinatie met werkzaamheden andere partijen mogelijk?

Voorlopig ontwerp:

- Aanpassen schetsontwerp en uitwerken tracé (diameter(s) en materiaalkeuze moeten bekend zijn)
- Ruimtebeslag en werkruimte verwerken in dwarsprofiel (inclusief aftakkingen en kunstwerken (zinkers/boringen/afsluiters/et cetera)
- Uitvoerbaarheid ontwerp toetsen met uitvoerende partij en eerste afstemming gemeente
- Opvragen daadwerkelijke overige infra/nuts gegevens en eisen met betrekking tot ontwerp en uitvoering verwerken in ontwerp en uitvoeringsplan

Detailontwerp:

- Het ontwerp wordt uitgewerkt in een plan van aanpak waar de hele voorbereiding en uitvoering van het werk beschreven wordt
- Dit plan moet afgestemd worden met alle stakeholders en is de basis voor allerlei aanvullende maatregelen/eisen (denk bijvoorbeeld aan verkeersmaatregelen, werktijden, geluidsnormen enzovoorts)
- Eindstap in deze fase is dat alles klaar is voor vergunningverlening en opdrachtverstrekking.
- Fasering en planning op hoofdlijnen moet bekend zijn

Voor uitvoering ontwerp:

- Goedgekeurde opdracht en vergunde werkzaamheden
- Detailafstemming omgeving over planning uitvoering, doorlooptijden, oplevering