



# Zutphen

*Quickscan van de inpassing van een collectief restwarmte-systeem in Noordveen*



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>2</b>
1.1	Doel van deze Quickscan	2
1.2	Betrokken partijen	2
1.3	Samenvatting/ conclusie	2
<b>2</b>	<b>Warmtevraag van het beoogde gebied</b>	<b>4</b>
2.1	Afbakening van het gebied	4
2.2	Kenmerken van gebied	4
2.3	Warmtevraag	5
<b>3</b>	<b>Schets van het warmtesysteem</b>	<b>6</b>
3.1	Bronpotentie – restwarmte vanuit RWZI Zutphen	6
3.2	Warmtepomp	6
3.3	Ruimtelijke schets	6
<b>4</b>	<b>Business case</b>	<b>8</b>
4.1	Duurzaamheids-impact	8
4.2	Financiële analyse beoogde systeem	8
4.3	TEA-subsidie en Bijdrage aansluitkosten	10
4.4	Organisatie van het collectieve warmt-systeem	11
<b>5</b>	<b>Conclusie, aandachtspunten en vervolgstappen</b>	<b>12</b>
5.1	Conclusie	12
5.2	Aandachtspunten	13
5.3	Vervolgstappen	1



**Disclaimer:** Aan deze Quickscan kunnen geen rechten worden ontleend. RHDHV aanvaard geen aansprakelijkheid als gevolg van beslissingen of schade als gevolg van eventuele onjuistheden of verkeerde interpretatie van dit rapport. Dit rapport geeft een eerste indruk en is louter bedoeld om de discussie aan te scherpen. De gebruikte berekeningen zijn een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Dit kan resulteren in foutieve interpretatie van de resultaten. In bijlage 1 staan voorstellen om de nauwkeurigheid van de Quickscan verder te detailleren richting een 'bankable businessmodel'.

Datum: 16-11-2020

Opgesteld door: Pim Nieuwesteeg, Sander Franssen

## 1 Introductie

Samen met bewoners, bedrijven en gemeenten staat de provincie Gelderland voor de uitdaging om de gebouwde omgeving te verduurzamen en uiteindelijk alle gebouwen los te koppelen van het aardgas. Hiervoor zijn duurzame warmtebronnen, technologieën en initiatieven nodig, die bovendien financieel aantrekkelijk zijn en op breed draagvlak kunnen rekenen. Royal HaskoningDHV is door de provincie gevraagd om in het versnellen van de regionale energietransitie te ondersteunen. Dat doen wij door lokale stakeholders inzicht te geven in de haalbaarheid van duurzame warmtebronnen.

Als onderdeel van dit versnellingstraject worden er door Royal HaskoningDHV twintig Quickscans uitgevoerd die kijken naar de haalbaarheid van duurzame warmtebronnen binnen de provincie Gelderland. Een van deze Quickscans richt zich op de haalbaarheid van een warmteoplossing in de buurt Noordveen binnen de gemeente Zutphen. Deze Quickscan geeft betrokken partijen inzicht in de inpassing van een collectieve warmteoplossing in deze buurt en een doorkijk naar de te nemen vervolgstappen.

Er zijn twee oplossingen (scenario's) onderzocht voor een collectieve warmteoplossing waarin alle gebouwen op een warmtenet aangesloten worden met als warmtebron **restwarmte**:

1. Collectief warmtenet waarbij de restwarmte van GMB BioEnergie BV wordt gebruikt om de gebouwen in het gebied middels een collectief systeem te verwarmen.
2. Collectief warmtenet waarbij de restwarmte van Friesland Campina Borculo wordt gebruikt om de gebouwen in het gebied middels een collectief systeem te verwarmen.

### 1.1 Doel van deze Quickscan

In deze Quickscan wordt er antwoord gegeven op onderstaande hoofdvraag:

***“Is het realiseren van een collectief warmtesysteem voor Noordveen kansrijk en is verder onderzoek zinvol?”***

Om dit inzichtelijk te maken geven we voor beide oplossingsrichtingen (scenario 1 & scenario 2) antwoord op de volgende deelvragen:

1. Wat is de warmtevraag van het beoogde gebied?
2. Kan het beoogde systeem in de warmtebehoefte voorzien?
3. Wat is de verwachte CO<sub>2</sub>-reductie van het systeem?
4. Wat zijn globaal de benodigde ontwikkel-, investerings- en operationele kosten?
5. Wat is de verwachte terugverdientijd van dit systeem?

## 1.2 Betrokken partijen

De gemeente Zutphen heeft de wijk Noordveen aangewezen als ‘*potentiebuurt*’, een van de buurten die mogelijk al vroeg kan worden losgekoppeld van het aardgas.

- Bewoners Noordveen
- Woonbedrijf Iedereen (woningcorporatie)
- Alliander (netbeheerder)
- Waterschap Rijn en IJssel
- ZutphenEnergie
- Rabobank
- EnNatuurlijk
- GMB BioEnergie BV
- Friesland Campina

## 1.3 Samenvatting/ conclusie

Wanneer we kijken naar de resultaten van deze Quickscan, zien we dat het nader onderzoeken van de scenario's voor Noordveen zinvol is. Zowel de restwarmte van GMB als van Friesland Campina lijken kansrijke warmtestrategieën voor Noordveen. Dit is gebaseerd op de volgende bevindingen:

- Beide oplossingen lijken technisch mogelijk en het warmteaanbod is meer dan geschikt om aan de warmtevraag te kunnen voldoen.
- Beide oplossingen resulteren in een significante CO<sub>2</sub>-reductie, deze kan nog verder oplopen bij toekomstig gebruik van groen gas en/of groene stroom.
- Het scenario met GMB heeft (financieel) de voorkeur ten opzichte van Friesland Campina, aangezien het temperatuurniveau van de restwarmte hoger is, en er daarom minder elektriciteitsverbruik is (lagere operationele kosten).

Aandachtspunten en adviezen voor nader onderzoek zijn:

- De locatie van het benodigde warmtestation bepaalt deels de warmteverliezen, maar is nu nog niet bekend. Deze kan het beste in de wijk gepositioneerd worden, aangezien dit het meest optimaal is voor het opwaarderen van de restwarmte, zodat er tussen de RWZI en warmtestation geen onnodig warmteverlies wordt geleden.
- De kosten voor de aanleg van het warmtenet zijn hoog in beide scenario's. De efficiency van het transportnet en distributienet heeft grote invloed op de

business case en een optimalisatie kan voor een positievere financiële uitkomst zorgen.

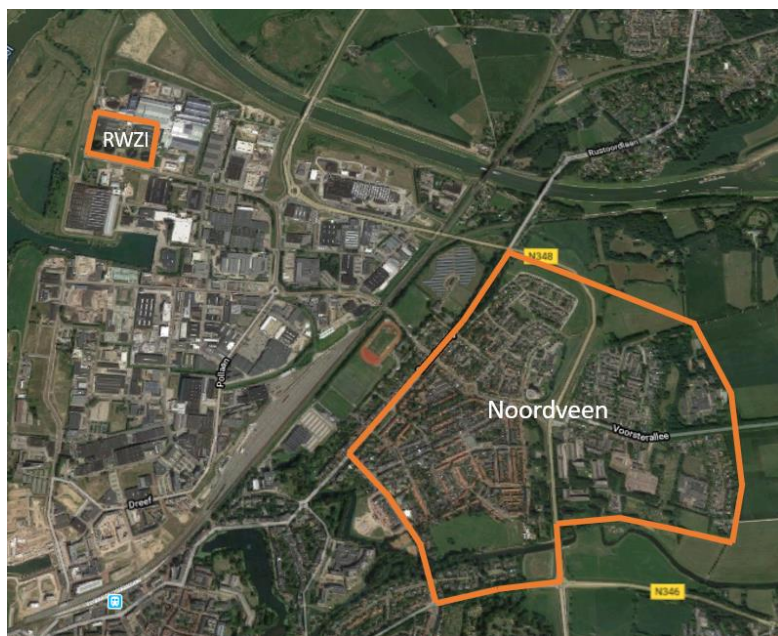
- Gezien de potentie van het warmtenet in Noordveen, het ruimschootse warmteaanbod en eventuele uitbreidingen naar andere wijken, is coördinatie op het gebied van vraag en aanbod van de restwarmte essentieel.

## 2 Warmtevraag van het beoogde gebied

Dit hoofdstuk omschrijft het gebied waarvoor de Quickscan is uitgevoerd en de bijbehorende warmtevraag. Hiermee geven we antwoord op de eerste deelvraag en ontstaat een goed beeld van de warmte die het systeem in deze businesscase moet kunnen leveren (deelvraag 2).

### 2.1 Afbakening van het gebied

Het onderzoeksgebied is de wijk Noordveen, in de gemeente Zutphen (zichtbaar in Figuur 1). In overleg met de gemeente is deze wijk aangedragen voor een Quickscan omdat deze wordt beschouwd als een 'potentiële wijk': Er is een hoge potentie om van het huidige warmtesysteem af te stappen en de inwoners staan welwillend tegenover andere vormen van warmte. Ten noordwesten van deze wijk, bevindt zich der rioolwaterzuiveringsinstallatie van Waterschap Rijn en IJssel (warmtebron).



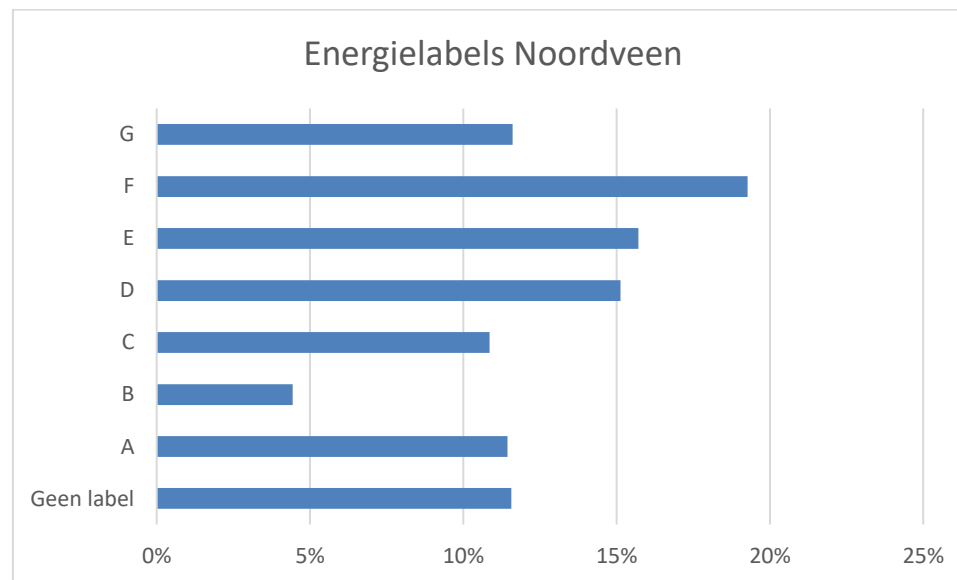
Figuur 1. Geografische afbakening warmtenet Noordveen

### 2.2 Kenmerken van gebied

Als we naar de gebouwen kijken die binnen het afgebakende gebied liggen, zien we dat in de wijk Noordveen 1.717 gebouwen staan. Het overgrote deel van deze gebouwen betreft woningen, maar er zijn ook enkele utiliteitsgebouwen, een woonzorgcentrum, een asielzoekerscentrum, meerdere appartementencomplexen en een 3-tal scholen. De bouwstatus (energielabels) van de gebouwen in Noordveen is weergegeven in Figuur 2.

Wat?	Hoeveelheid
Aantal gebouwen	1717
Percentage utiliteitsbouw	1%
Percentage corporatiebezit	41%
Meest voorkomende woningtype	Tussenwoning
Zwaartepunt bouwjaar	1965 – 1974

Tabel 1: Kenmerken van het gebied binnen de scope



Figuur 2. Overzicht energielabels Noordveen.

### 2.3 Warmtevraag

De warmtevraag is berekend met het Smart Energy Transition Platform (SETuP), het dataportaal van Royal HaskoningDHV. Deze berekende warmtevraag is gemodelleerd en ter controle vergeleken met het gasverbruik van 2018 (bron, CBS). Uit de vergelijking blijkt dat de model-data voor de gemeente Zutphen goed overeenkomt met het gemeten gasverbruik in 2018. De totale berekende warmtevraag van het gebied is **97.000 GJ/jaar**.

Deze huidige warmtevraag is verrijkt met lokale informatie vanuit de gemeente zoals eventuele (toekomstige) bouw en sloop van gebouwen in het gebied en verwachte besparingen (isolatiemaatregelen van gebouwen). Zo wordt er bij de complexen van woningcorporatie Woonbedrijf Iedereen in de komende drie jaar isolatie aangebracht om de gebouwen minimaal tot label B te isoleren. Daarnaast zijn ook de eigenaren van koopwoningen bezig met isolatie om de komende jaren minimaal label B te behalen.

Op basis van de isolatieplannen zal de toekomstige warmtevraag lager uitvallen. De toekomstige warmtevraag is daarom geëxtrapoleerd o.b.v. de verwachte ontwikkelingen. Ondanks de significante isolatieplannen is er in deze studie rekening gehouden met een warmtevraag reductie van 'maar' 20%. Deze reductie is beperkt, aangezien in de praktijk blijkt dat na het toepassen van isolatiemaatregelen, de warmtevraag beperkt afneemt, onder andere door de invloed van (minder zuinig) gedrag. Zo kan worden aangenomen dat voor bijv. tussenwoningen, een aanpassing van energielabel G naar label C of van energielabel E naar label B, een besparing van 14% oplevert (voor meer informatie, zie [Energieverbruik van particuliere huishoudens - CBS, 2018](#)). Op basis van deze isolatieplannen zal de toekomstige warmtevraag in Noordveen ca. **77.600 GJ/jaar** gaan bedragen.

### 3 Schets van het warmtesysteem

In dit hoofdstuk geven we antwoord op de vraag of het beoogde systeem in de warmtebehoefte van het gebied kan voorzien (deelvraag 2). Er is gekeken naar de benodigde randvoorwaarden voor de techniek en de kenmerken van de beschikbare warmtebron(nen). Op basis van deze inzichten is een eerste ruimtelijke schets van het netwerk gemaakt. Deze schets is in het volgende hoofdstuk gebruikt voor het opstellen van de business case. Er is gekozen om twee scenario's te onderzoeken:

1. **Scenario 1:** Restwarmte van GMB BioEnergie BV als basislast, een warmtepomp als na-verwarming en een biogasketel voor de pieklast.
2. **Scenario 2:** Restwarmte van Friesland Campina Borculo als basislast, een warmtepomp als na-verwarming en een biogasketel voor de pieklast.

In zowel scenario 1 als 2, wordt de beschikbare restwarmte als afvalwater afgeleverd op het terrein van de RWZI van Waterschap Rijn en IJssel in het uiterste noorden van Zutphen. Voor deze studie lijkt een systeem waarbij restwarmte wordt doorgeleid naar Noordveen via een centraal warmtestation in de wijk het meest logisch. Door de restwarmte in de wijk pas na te verwarmen naar het gewenste temperatuur-niveau, worden de warmteverliezen beperkt.

#### 3.1 Bronpotentie – restwarmte vanuit RWZI Zutphen

Restwarmte is warmte-energie die overblijft als onderdeel van een productieproces (energieomzetting). Deze warmte kan worden hergebruikt om andere gebouwen (in de buurt) mee te verwarmen. De gemeente heeft GMB BioEnergie BV en Friesland Campina aangewezen als de twee bronnen die de restwarmte kunnen leveren. Aangezien bedrijven ook moeten verduurzamen moet nog worden nagegaan of de restwarmte langdurig beschikbaar blijft.

Naam bron	GMB BioEnergie BV	Friesland Campina
Aanvoer-temperatuur	55 °C	36 °C
Uitkoeling	35 °C (dt 20)	16 °C (dt 10)
Vermogen	6,4 MW	6,5 MW
Warmte-aanbod	84.000 GJ/jr	85.000 GJ/jr

Tabel 2: kenmerken warmtebron

De temperatuur van de restwarmte is te laag om direct de huizen mee te verwarmen. In het doorgerekende systeem wordt een elektrische warmtepomp gebruikt om de warmte nog verder op te waarden tot bruikbare niveaus (ca. 70 graden). De individuele technieken van een warmtenetwerk en warmtepompen zijn technologisch al ver

doorontwikkeld, dus van grootschalige technologische innovaties is in dit geval dus geen sprake. De koppeling hiervan in één systeem is daarentegen wel vernieuwend, met name op de toegepaste schaal van dit warmtenet. Aangezien de warmtebron restwarmte uit afvalwater betreft wordt de koppeling van systemen ook wel aangeduid als thermische energie uit afvalwater (TEA). Of deze benaming ook daadwerkelijk gehanteerd moet worden, moet worden gecontroleerd bij het RVO aangezien voor TEA, SDE ++ subsidie verkregen kan worden (zie hoofdstuk 4.3).

#### 3.2 Warmtepomp

De verwachting is dat de meeste gebouwen comfortabel warm kunnen worden met hoogtemperatuur (>70°C) of middentemperatuur (50-70°C). Om de temperatuur van de laagtemperatuurbronnen op te waarden naar de benodigde middentemperatuur en hoogtemperatuur voor voldoende verwarming, is er een elektrische warmtepomp nodig. Deze warmtepomp gebruikt elektriciteit om de beschikbare warmte verder op te waarden tot bruikbare niveaus. Voor Noordveen is voorzien dat er een collectieve warmtepomp geplaatst wordt van 8 MW, die met de warmte van de RWZI 95% van de benodigde warmte voorziet. De pieklast (5%) wordt opgewekt met een biogasketel (van 8 MW).

In het geval van scenario 1, wordt in deze configuratie een derde van het totale warmte-aanbod gebruikt. Indien de voltallige potentie van het warmte-aanbod wordt gebruikt, kunnen er circa 5100 gebouwen verwarmd worden. Wanneer er gekeken wordt naar de restwarmte van Friesland Campina, wordt er nog maar 50% van de totale broncapaciteit gebruikt.

#### 3.3 Ruimtelijke schets

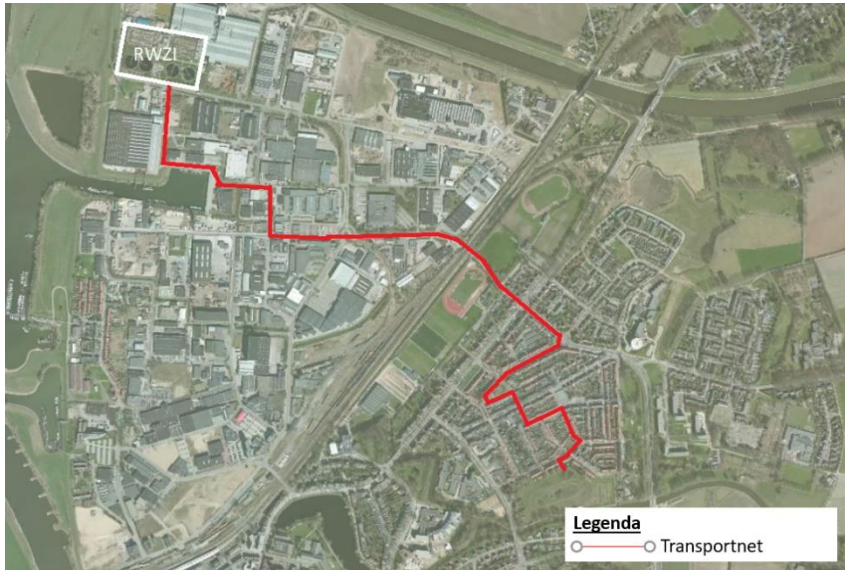
De route van de transportleiding is schematisch weergegeven in onderstaande figuren en is een indicatie van hoe het er mogelijk uit kan komen te zien.

Beide bronconfiguraties leveren hun restwarmte af bij de poort op het RWZI-terrein van Waterschap Rijn en IJssel. Hierdoor is het aan te leggen distributienet voor beide scenario's (bronnen) hetzelfde. Het beoogde systeem bestaat uit 1) de restwarmte bron, 2) een centrale elektrische warmtepomp en 3) een leidingnetwerk. Dit is een eerste schets op basis van het straten-netwerk. Bij verder onderzoek naar dit warmtenet zal een specifieke engineering van het net nodig zijn. Deze detaillering omvat onderzoek ter plaatse naar obstakels in de ondergrond en de meest logische route van het net. De eerste schets bestaat uit:

- Transportnet van ca. 3000 m;
- Distributienet van ca. 15.200 m (gemiddeld 9m/huis);

- Verdeelstations: 9 stuks.

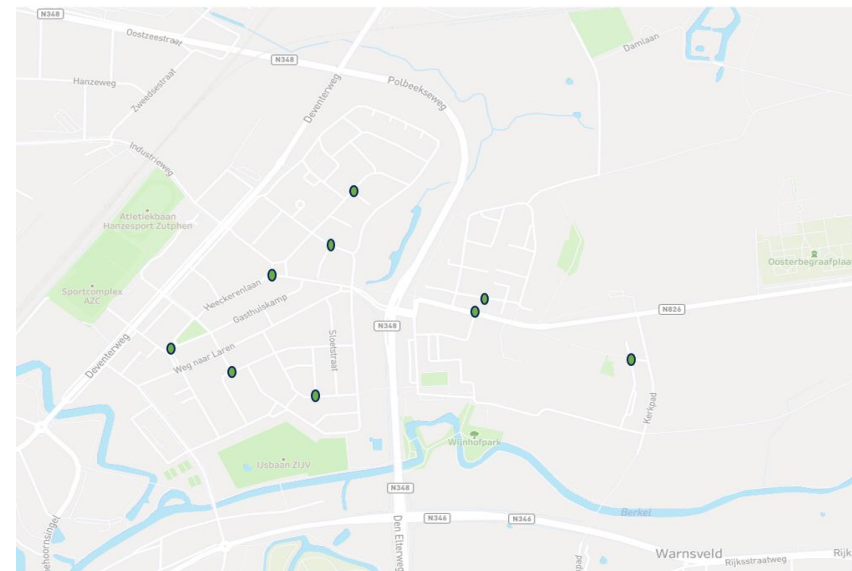
In de praktijk zal er gekeken moeten worden naar de ruimtelijke inpassing. In principe kan de warmtepomp op een willekeurige plek aan het primaire netwerk geplaatst worden. In onderstaand figuur is het netwerk schematisch weergegeven:



Figuur 3. Schets voor een mogelijk transportnet.



Figuur 4. Schets voor een mogelijk distributienet.



Figuur 5. Potentiele locaties verdeelstations.



## 4 Business case

De tot dusverre opgedane inzichten tonen aan dat de toepassing van een systeem op basis van restwarmte vanuit technisch oogpunt interessant is voor Noordveen. In dit hoofdstuk wordt de business case van dit systeem verder uitgewerkt en geven we antwoord op de deelvragen 3 (duurzaamheid), 4 en 5 (financiële analyse). Hiervoor zijn de twee verschillende scenario's met elkaar vergeleken. De gebruikte berekeningen zijn een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid, dit kan resulteren in een foutieve interpretatie van de resultaten. In bijlage 1 staan de aannames, gebruikte rekenregels en voorstellen om de nauwkeurigheid van de Quickscan verder te realiseren.

### 4.1 Duurzaamheids-impact

Tabel 3 geeft de CO<sub>2</sub>-reductie van de beoogde oplossingen weer ten opzichte van een gasgestookte-cv. Hieruit blijkt dat beide scenario's tot een significante CO<sub>2</sub>-reductie kan leiden. In scenario 1 wordt de grootste CO<sub>2</sub>-reductie behaald. Indien in de toekomst gebruik wordt gemaakt van groen gas en/of groene stroom, zal de CO<sub>2</sub>-reductie voor beide scenario's nog verder verbeteren. Bij de berekening is ervan uit gegaan dat er geen CO<sub>2</sub> van de restwarmtebron wordt toegekend aan het hergebruik van de restwarmte.

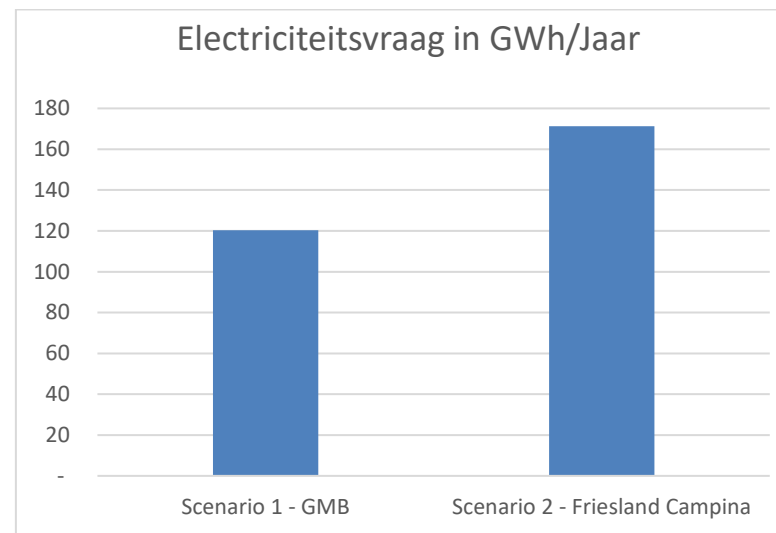
Tabel 3 Potentiele CO<sub>2</sub>-reductie van de onderzochte scenario's

Scenario	Verminderde CO <sub>2</sub> uitstoot	Toelichting
1: GMB (95% restwarmte, 5% biogasgestookt)	73%	De temperatuur van de restwarmte is hier het hoogste van beide varianten. Dit zorgt ervoor dat de collectieve warmtepomp de temperatuur minder hoog hoeft op te waarden.
2: Friesland Campina (95% restwarmte, 5% biogasgestookt)	63%	De hogere CO <sub>2</sub> -uitstoot komt doordat de restwarmtetemperatuur in dit scenario lager is en de warmtepomp meer moet opwaarden, en dus een hoger energieverbruik heeft. Om de CO <sub>2</sub> -uitstoot van dit elektriciteitsverbruik te bepalen, is er uitgegaan van de toekomstige elektriciteitsmix van 2030 (Bron PBL). De elektriciteitsmix (grijze stroom) kan in de toekomst ook vervangen worden door volledig groene stroom, waardoor de CO <sub>2</sub> -reductie nog hoger kan worden.

### Hogere stroomvraag

De warmtepomp die de temperatuur van de restwarmte verhoogd naar uiteindelijk 70 graden heeft stroom nodig om de temperatuur te verhogen. Dit resulteert in een elektriciteitsvraag zoals weergegeven in tabel 4. De CO<sub>2</sub>-uitstoot hangt grotendeels

samen met de bron van de elektriciteit. Er is nu gerekend met de verwachte elektriciteitsmix van 2030 (PBL), bij groene stroom zal de uitstoot vrijwel nul zijn.



Tabel 4: Jaarlijkse elektriciteitsvraag warmtepompen

Er zijn in de businesscase geen kosten voor de verzwaring van het elektriciteitsnet meegenomen. Op basis van de eerste inzichten zou de lokale netbeheerder gevraagd kunnen worden wat er nodig is om te voldoen aan de extra elektriciteitsvraag.

### 4.2 Financiële analyse beoogde systeem

Een warmtenet wordt gekenmerkt door een fikse investering 'aan de voorkant', aangezien er eerst een infrastructuur moet worden aangelegd. Dit betekent een flinke kostenpost voordat er ook maar 1GJ aan warmte verkocht is, gevolgd door een langjarige betrekkelijk stabiele kasstroom. Dit maakt het systeem verliesmakend in de eerste jaren van exploitatie. Alle kosten zijn berekend voor een looptijd van 30 jaar.

#### Toelichting op de kosten

De kosten voor dit systeem bestaan uit:

- Kapitaalsinvestering
- Afschrijvingskosten
- Financieringskosten
- Operationele kosten

De kapitaalsinvestering bestaat met name uit de investering in civiele werken, pompen, warmtewisselaar(s) en warmtepompen. Hierin kan de tweedeling gemaakt worden voor kosten voor de bron en investeringen in het warmtenetwerk (waar mogelijk ook andere bronnen op aangesloten kunnen worden). Hierbij moet rekening worden gehouden met technische en ruimtelijke risico's. De gemeente kan een bijdrage leveren aan de investering, middels een investeringssubsidie. Hierdoor heeft de eigenaar van het warmtenet lagere afschrijvingen en lagere financieringskosten. In deze studie is er geen rekening gehouden met investeringssubsidies, aangezien die op dit moment niet bekend zijn.

Als er gekeken wordt naar de aanleg van het warmtenetwerk is er geen verschil tussen de scenario's, aangezien zowel het transportnet als distributienet voor beide scenario's exact hetzelfde is.

Afschrijvingskosten van een installatie kunnen het nettoresultaat negatief beïnvloeden, zeker als het verdienpotentieel van het systeem beperkt is. Dit heeft geen invloed op de kasstroom, maar wel op het financiële resultaat (de winstgevendheid).

Financieringskosten spelen bij dit systeem ook een belangrijke rol. De financieringskosten kunnen lager uitpakken dan is aangenomen voor deze studie als de gemeente mogelijk garant staat en daarmee het risico minimaliseert.

De operationele kosten zijn meegenomen en bestaan met name uit beheer & onderhoudskosten (preventief en correctief onderhoud, monitoring, administratie, verzekeringen, communicatie) en de energiekosten (biogas, restwarmte en elektriciteitskosten van het gebruik van de warmtepomp en reguliere pompen). Voor de restwarmte is er uitgegaan van een inkoopprijs van € 5,00 per GJ.

De aannames die zijn gedaan voor het bepalen van de kosten zijn terug te vinden in bijlage 1.

### Toelichting op de opbrengsten

De opbrengsten bestaan uit twee soorten inkomsten:

- Afname van de warmte;
- Subsidies en fiscale stimuleringsregelingen.

De opbrengsten uit de afname van de warmte door de gebruikers is afhankelijk van het aantal aansluitingen (binnen de scope), de energieprijzen/(belastingen) en het energieverbruik per aansluiting. De mate waarin voldoende warmte wordt verkocht is een belangrijke succesfactor. Hoe hoger de warmtevraag, hoe meer inkomsten. Hier worden vooraf aannames over gedaan, die in de praktijk anders kunnen uitpakken. Zo

is van tevoren niet geheel zeker hoeveel gebouweigenaren een aansluiting willen hebben (ook wel het volloopriscico genoemd) en hoeveel energie ze in de toekomst zullen afnemen (ook wel het afnamericico genoemd). Daarnaast is de verwachting dat het volloopriscico zal dalen met ingang van de nieuwe warmtewet. Voor deze studie zijn we uitgegaan van een vollooperpercentage van 80%.

Het risico op een te lage warmtevraag en afnemingszekerheid beoordelen wij, mits de partijen binnen Noordveen mee doen, **als gemiddeld**. Aan de ene kant zullen de huizen bij deelname verregaande isolatie nodig hebben, wat een belemmering kan zijn voor deelname. Echter gezien de uitgebreide plannen van de woningcorporatie en woningeigenaren om verregaande isolatiemaatregelen door te voeren (om kosten te besparen of voor comfort), kan worden aangenomen dat de deelname relatief hoog is en de warmtevraag in de eerste jaren steeds verder afneemt, en daarna stabiel blijft. Alhoewel hier voor deze studie geen rekening mee is gehouden, kan de gemeente hier ook een rol in spelen, middels een exploitatiesubsidie. Bij een exploitatiesubsidie neemt de gemeente een deel van het exploitatierisico over. Afgesproken wordt dan, dat exploitatietekorten door achterblijvende vraag gedeeltelijk worden bijgepast.

Niet zelden hebben nieuwe warmteoplossingen een onrendabele top die overheden kunnen compenseren met verschillende soorten subsidies en fiscale voordelen. Dit wordt dan gezien 'als de prijs van het beleid' richting een duurzamere samenleving. Hier zal de gemeente zelf een afweging in moeten maken. Vooralsnog lijkt het erop dat dit zeer waarschijnlijk nodig is. Dit kan mogelijk voor een versnelling/ vergrootte interesse in dit gebied zorgen, indien blijkt dat partijen meer interesse hebben in andere (nog meer winstgevendende) gebieden.

### Kostenresultaten en toelichting (zonder subsidie)

De kosten van de scenario's staat in Tabel 5.

Tabel 5 Financiële resultaten van de onderzochte scenario's

Parameter	Scenario 1 (GMB)	Scenario 2 (Friesland Campina)
<b>Ontwikkelkosten (15% van kapitaalsinvestering)</b>	€4.300.000,-	€4.300.000,-
<b>Kapitaalsinvestering – woning</b>	€5.500.000,-	€5.500.000,-
<b>Kapitaalsinvestering – bron (warmtepomp)</b>	€6.800.000,-	€6.800.000,-
<b>Kapitaalsinvestering – net</b>	€18.500.000,-	€18.500.000,-
<b>Operationele kosten (per jaar)</b>	€944.000,-	€1.087.000,-
<b>Tekort business case na 30 jaar</b>	€11.200.000,-	€14.200.000,-

### Investing- en ontwikkelkosten

De investeringen voor een warmtenet en de ontwikkelkosten hiervoor, verschillen niet voor beide scenario's omdat deze beide gebruik zullen maken van hetzelfde warmtenet. Het enige verschil zit hem in de keuze van de bron. Wanneer er gekeken wordt naar "Kapitaalsinvestering-bron" is scenario 2 de duurdere variant (Friesland Campina).

De investeringen op woningniveau (Kapitaalsinvestering-woning) worden met name bepaald door de investeringen die op of aan de woning moeten worden gedaan. Deze zijn gemiddeld genomen voor elk scenario hetzelfde (hoe meer aansluitingen, hoe hoger de investering). In deze studie zijn we uitgegaan van gemiddelde kosten per huishouden voor de kosten van:

- Afkoppeling van aardgas
- Installatie afleverset (inclusief muurdoorvoer/stijgleiding) en warmtemeter
- Elektra voorziening
- Aansluiten CV en tapwater
- Aansluitnet 9 meter (aansluiting van distributienet tot aan voordeur)

Daar komen voor de eigenaren van een koopwoning ook nog de (eventuele) isolatiekosten bij, en dit kan voor de individuele woningeigenaar echter een grote investering zijn. Deze isolatie is niet noodzakelijk maar wel nodig om de energiebesparing zoals in hoofdstuk 2.3 geschetst te behalen.

### Operationele kosten

De operationele verschillen tussen de scenario's zijn met name afhankelijk van twee factoren:

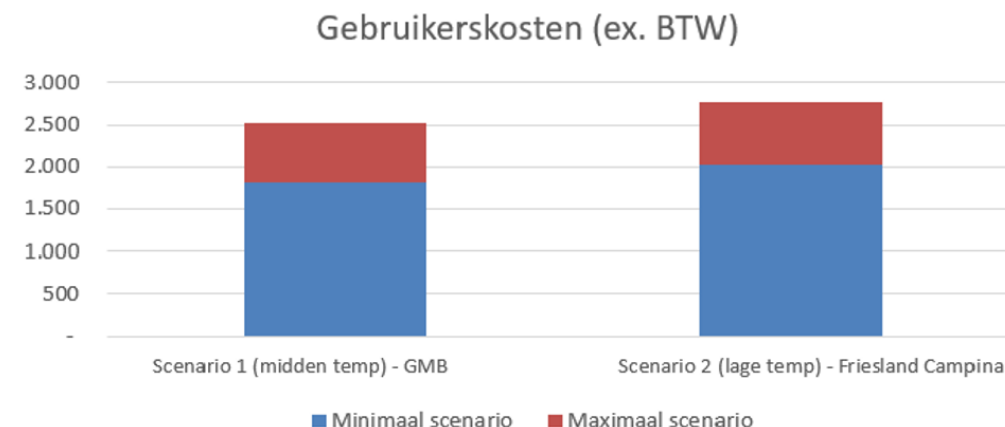
1. Het verbruik van elektra.
2. De inkooprijks van elektra.

In scenario 2 (Friesland Campina), heeft de restwarmte een lagere temperatuur. Om deze reden moet de warmtepomp de restwarmte meer opwaarderen om op de geschikte temperatuur uit te komen. Dit proces vraagt een hoger elektraverbruik in vergelijking met scenario 1. Belangrijk bij de operationele kosten is dat ook de warmteverliezen van het net worden meegenomen, waardoor er per GJ geleverde warmte ook een aanzienlijk deel (ca. 24%) verloren gaat.

### Kostprijs warmte (eindgebruiker)

Bij de kostprijs van warmte per GJ worden de vaste (jaarlijkse) lasten niet meegenomen. Bij de eindgebruiker worden jaarlijks ook het vastrecht, meettarief en de huur van een afleverset in rekening gebracht. **Error! Reference source not found.** geeft de jaarlijkse

gebruikerskosten (ex. 21% btw) weer. De gebruikerskosten zijn gebaseerd op een gemiddelde warmtevraag per huis in Noordveen. In de praktijk zullen grootverbruikers relatief meer gebruiken en goed geïsoleerde woningen relatief minder. Op basis van de jaarlijkse gebruikerskosten valt, binnen de gevoeligheid (minimaal en maximaal) van deze studie, de voorkeur op scenario 1. Dit komt omdat er minder stroom nodig is voor de warmtepomp.



Figuur 6. Jaarlijkse gebruikskosten (ex. btw), inclusief gevoeligheidsanalyse (minimale en maximale gevoeligheid).

### 4.3 TEA-subsidie en Bijdrage aansluitkosten

In het conceptadvies voor de SDE ++ van het PBL komt een subsidie voor thermische energie uit afvalwater terug. Het zal van het uiteindelijke ontwerp en de definitieve regeling van het EZK afhangen of de subsidie ook kan worden aangevraagd voor het specifieke project in Zutphen. Indien de TEA-subsidie kan worden toegepast dan betekent dit:

- 7,7 cent/kWh opgewekte warmte (basis subsidiebedrag)
- Looptijd 15 jaar
- Maximaal 3500 vollasturen per jaar

Als de subsidie van toepassing is en gegund wordt betekent dit extra opbrengsten van circa 1.100.000 euro per jaar. Het tekort op de businesscase zou hiermee afnemen, zie tabel 6.

Parameter	Scenario 1 (GMB)	Scenario 2 (Friesland Campina)
Tekort business case na 30 jaar met TEA-subsidie	€2.500.000,-	€5.400.000,-

Tabel 6: Tekort na 30 jaar met TEA-subsidie

#### 4.4 Organisatie van het collectieve warmt-systeem

Er zijn vier essentiële rollen in de warmteketen: de producent, de netwerkbeheerder(s), de leverancier en de afnemer(s). De rollen kunnen door verschillende partijen worden uitgevoerd, maar ook door een of meer partijen die meerdere van de rollen op zich nemen. De organisatie wordt sterk bepaald door het type project. In Tabel 7 schetsen we de organisatiemodellen en geven kort aan welk model geschikt lijkt voor deze situatie. In Tabel 8 volgt een beknopte lijst met (mogelijke) belanghebbenden die belangrijk zijn bij een verdere realisatie van de plannen. Echter blijft dit een voorlopige indicatie, het daadwerkelijke model met bijbehorende belanghebbenden zal bij een vervolg samen met de belanghebbenden vormgegeven moeten worden. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de wetgeving die de komende jaren zal wijzigen, zoals met de warmtewet 2.0.

De organisatie van een collectief systeem levert de nodige risico's op. Zo zijn er lange termijncontracten nodig. Het kan uitdagend zijn om de productiepartijen en afnemers te laten committeren aan dezelfde prijzen, indexatie etc. Het is een hele opgave om belangen van verschillende partijen samen te laten komen in een collectief warmtenet. In een succesvol project zijn de belangen uiteindelijk verenigbaar. Dit kan een gezamenlijk belang worden, maar er kunnen ook verschillende belangen naast elkaar blijven bestaan. De slaagkans van een dergelijk complex project hangt af van de welwillendheid van de deelnemende partijen. Hiermee wordt bedoeld dat er vertrouwen moet zijn tussen de stakeholders, maar ook dat de juiste enthousiaste personen aan tafel zitten. De gemeente kan in het organisatieproces een faciliterende en sturende rol nemen. Indien er veel partijen bij betrokken worden, is het ook aan te raden om een procesfacilitator met voldoende kennis en ervaring in te schakelen.

Tabel 7 Organisatievormen van een collectief warmte-systeem

Organisatiemodel	Kenmerken	Past bij business case?
Separate producent, transporteur en leverancier. (1 partij eindverantwoordelijk voor hele keten).	Elk deel van de keten moet afzonderlijk haalbaar zijn en heeft een eigen business case.	 Dit project is hoogstwaarschijnlijk te klein om elk deel van de keten afzonderlijk te organiseren, waarbij ook nog 1 partij eindverantwoordelijk is.
Transport en levering geïntegreerd, separate producent. (1 partij eindverantwoordelijk voor hele keten).	Leverancier heeft grip op productie en transport.	 Dit is mogelijk, bijvoorbeeld via EnNatuurlijk.
Productie en levering geïntegreerd, separate transporteur. (1 partij eindverantwoordelijk voor hele keten).	Leverancier heeft ook grip op productie. Hedgemogelijkheid productie en levering.	 Het zou wenselijk kunnen zijn om als overheid een monopolie op het net te behouden.
Integrale warmteketen.	Denkbaar bij nieuw aan te leggen systeem.	 Er moet 1 partij opstaan die alles kan organiseren. Aangezien de producenten al in beeld zijn (GMB en Friesland Campina via RWZI) en het er niet op lijkt dat zij ook bereid zijn om de gehele warmteketen voor hun rekening te nemen, aangezien zijn restwarmte bij de poort afleveren, is deze optie niet waarschijnlijk. Daarnaast moet deze ene partij wel een vergunning voor warmtelevering hebben.

Bij de mogelijke organisatie van dit warmtenet zijn verschillende partijen betrokken. In tabel 8 volgt een eerste overzicht van de belanghebbende partijen. Deze lijst moet verder worden aangevuld en gespecificeerd bij verder verloop van dit project.

Tabel 8 Overzicht van een aantal belanghebbenden bij een collectief warmtesysteem

Belanghebbende	Kenmerken/taak/rol	Belang bij de business case
RWZI (GMB en Friesland Campina)	Transporteur en/of leverancier	Winstgevend warmte verkopen
Ministeries (EZK/BZK)	Beleid uit Klimaatwet realiseren	Beleid uit Klimaatwet realiseren, subsidieverlening.
Provincie Gelderland	Sturing	Beleid realiseren, vergunningverleningen, toezichthouder.
Gemeente Zutphen	Trekker/regisseur, eigenaar/beheerder openbare ruimte	Goede afstemming van andere plannen in gebied realiseren.
Adviseurs	Adviseren op techniek, proces, organisatie, communicatie, etc.	Verkopen adviesdiensten.
Netbeheerder Liander	Gasaansluiting en netcapaciteit	Planning aan laten sluiten op staat van gasnetten (verouderde netten).
Energie afnemers <ul style="list-style-type: none"> <li>• Particulieren</li> <li>• VVE's</li> <li>• Commerciële verhuurders</li> <li>• Zorginstellingen</li> <li>• Maatschappelijk vastgoed</li> <li>• Woningcorporaties</li> </ul>	Energie afnemer	Lage kosten voor aansluiting en energie. Eventueel ook andere belangen zoals timing, organisatiemodel, etc.
Belangenorganisaties (bijv. natuurorganisaties)	Bescherming specifieke belangen	Niet getoetst.

## 5 Conclusie, aandachtspunten en vervolgstappen

### 5.1 Conclusie

De in de introductie gestelde hoofdvraag kan positief beantwoord worden. Een collectief warmtesysteem zoals onderzocht voor de wijk Noordveen is voldoende kansrijk om nader te onderzoeken. Het systeem is technisch haalbaar en voldoet aan de duurzaamheidsvereisten. Restwarmte lijkt een kansrijke warmtestrategie voor de wijk Noordveen. Hoofdredeken hiervoor zijn:

- Vanwege de hogere temperatuur van de restwarmte van GMB BioEnergie BV is dit scenario in alle gevallen goedkoper en daarmee interessanter dan de restwarmte van Friesland Campina.
- De potentie van restwarmte van GMB BioEnergie BV en Friesland Campina is voldoende groot om deze wijk mee te kunnen verwarmen. De totale restwarmtestroom van GMB wordt op dit moment pas voor een derde gebruikt en kan naast Noordveen nog een 2-tal soortgelijke gebieden (qua aantal gebouwen) van warmte voorzien. Kijkend naar de restwarmte van Friesland Campina, wordt voor de scope in deze studie maar 50% gebruikt.
- De beoogde wijk Noordveen is geschikt voor het verwarmen met een middentemperatuur. Met name als er gekeken wordt naar de huidige isolatieplannen bij zowel de woningcorporatie alsmede de eigenaren van koopwoningen, zal de warmtevraag goed aansluiten op het warmteaanbod.
- Het beoogde systeem is in beide scenario's duurzamer dan het huidige systeem en zal in beide gevallen tot een significante CO<sub>2</sub>-reductie leiden. Indien er in de toekomst voor groen gas (voor de pieklast) en groene energie (voor opwaarderen in warmtestation) wordt gekozen zal deze CO<sub>2</sub>-reductie alleen maar verder toenemen.
- De financiële analyse laat zien dat in beide scenario's de business case negatief uitkomt. Dit komt met name door de investering die gedaan moet worden in het warmtenet. Echter is dit zonder rekening te houden met eventuele subsidies. Na het toevoegen van een SDE++-regeling, komt scenario 1 uit op een financieel tekort van €2.500.000,-. Voor scenario 2 geldt een financieel tekort van €5.400.000,-.
- Het enige significante verschil tussen de scenario's van GMB en Friesland Campina is de hoogte van de operationele kosten. De rest van de investeringen en kosten zijn in principe gelijk aan elkaar. Echter omdat de temperatuur van de restwarmte van Friesland Campina een stuk lager is, moet deze hoger opgevoerd worden, wat tot een significant hoger energieverbruik (operationele kosten) zal leiden.

## 5.2 Aandachtspunten

Deze Quicksan geeft een eerste indicatie van de haalbaarheid van een collectief warmtenet op basis van restwarmte in de wijk Noordveen. De twee scenario's zijn onderling goed te vergelijken, maar moeten verder uitgewerkt worden om de onzekerheid te reduceren. Veel van de in deze Quicksan genoemde onzekerheden en risico's, zijn over het algemeen van toepassing op het implementeren van nieuwe collectieve warmtesystemen. Conclusies worden daarom uitgedrukt in termen als 'relatief laag', 'kansrijk', 'haalbaar', etc. Door gebruik te maken van lokale kennis, expert-kennis en andere specifieke lokale informatie is deze Quicksan echt wel een significante verdiepingsslag op de al bestaande algemene rekenmodellen. In dit vroegtijdige stadium geldt echter voor de berekeningen wel een grote onzekerheid.

Van een aantal aannames die in deze Quicksan zijn gedaan, is bekend dat ze de business case significant kunnen beïnvloeden. Het risico op verkeerde aannames kan worden gemitigeerd door nader (verdiepend) onderzoek te doen en vervolgstappen te nemen. Een overzicht van deze aannames staat in bijlage 1. Een paar concrete aandachtspunten voor Noordveen zijn:

- Er is vooralsnog gekozen voor een collectief warmtestation in de woonwijk. Het voordeel hiervan is dat, als de restwarmte pas op het warmtestation wordt opgewaardeerd, er beperkt warmteverlies zal optreden tussen de RWZI en het warmtestation. Indien hier in de uiteindelijke beslissing voor wordt gekozen, zal dit de efficiency van het opwaarderen van de restwarmte ten goede komen.
- Het kan zijn dat er een zekere mate van netverzwaring nodig is, omdat het huidige elektriciteitsnet een hogere vraag misschien niet aan kan. Indien noodzakelijk moet dit verder onderzocht worden. In deze studie zijn de kosten voor een eventuele netverzwaring niet meegenomen.
- Er zijn hoge kosten gemoeid met de aanleg van het netwerk. Het is bekend dat een langere transportafstand tussen de bron en de afname ongunstig is. Echter ook (de efficiëntie van) het distributienet kan grote invloed hebben op de

business case. Op locaties waar de gebouwen ruimer opgezet zijn (bijvoorbeeld twee-onder-1-kap woningen, grotere wegen) kunnen de kosten al flink toenemen t.o.v. een straat met smallere rijtjeshuizen. Hoeveel strekkende meters leiding uiteindelijk nodig is om de kernen van warmte te voorzien, kan pas worden bepaald als er een studie wordt gedaan naar de ruimtelijke impact en wordt toegewerkt naar een voorlopig ontwerp.

- Indien de warmtevraag de komende jaren meer gaat afnemen dan verwacht, zal dit ongunstig zijn voor de business case. Dit is een belangrijk (exploitatie)risico. Indien er extra gebouwen worden aangesloten, zonder dat dit veel extra kosten met zich mee brengt (o.a. verdeelstations, distributienetwerk), dan zal dit gunstig zijn voor de business case. Gezien de potentie voor het eventueel realiseren van een groter net in de gehele wijk Noordveen, is coördinatie op het gebied van vraag en aanbod van de restwarmte essentieel.
- Gezien de nieuwe warmtewet, is uitgegaan van een relatief hoge deelname (80%). Dit heeft geen invloed op de keuze voor een scenario, maar wel op de winstgevendheid van alle scenario's. Indien deelname lager wordt dan 80%, kan dit een zeer ongunstig effect hebben op de business case. Draagvlak peilen en draagvlak creëren is daarom een cruciaal onderdeel van een succesvolle business case.
- Financieel gezien zullen de scenario's interessanter worden indien er gebruik wordt gemaakt van een SDE++-subsidie (7,7 cent per kWh). Het betreft hier een subsidie op thermische energie uit afvalwater (Aquathermie – Thermische energie uit afvalwater (TEA)). Bij thermische energie uit afvalwater wordt de warmte doormiddel van een warmtewisselaar onttrokken uit het effluent van een afvalwaterzuivering (middels een warmtepomp)<sup>1</sup>.
- Door de gemeente is aangegeven dat er in het betreffende gebied mogelijk explosieven begraven liggen. De incidentele ontdekking van een dergelijk explosief kan hoge kosten met zich mee brengen maar is vanwege de onzekerheid nog niet meegenomen in de businesscase.

<sup>1</sup> [https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-eindadvies-basisbedragen-sde-plus-plus-2020\\_3526\\_27-02-2020.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-eindadvies-basisbedragen-sde-plus-plus-2020_3526_27-02-2020.pdf)

### 5.3 Vervolgstappen

Voor de verdere ontwikkeling baseren wij ons advies op drie sporen, het technisch-economisch spoor, het organisatorische spoor en het sociaal-maatschappelijke spoor.

**Technisch-economisch:** Deze Quicksan kan waar nodig worden aangevuld en verdiept. In de Quicksan ligt de focus op één techniek, terwijl het wenselijk kan zijn om een Quicksan uit te werken voor meerdere technieken. Dat kan gunstig zijn om uiteindelijk een beter afgewogen keuze te kunnen maken. Bij de realisatie van een warmtesysteem zal er telkens zowel een technische als een economische verdiepingsslag moeten plaatsvinden.

**Organisatorisch:** Het is van belang om na te gaan wie (intern en extern) mee kunnen praten over het toekomstige warmtesysteem en wat de rolinvulling van de gemeente is. Hiervoor kan een plan van aanpak worden opgesteld. Onderdeel van het plan van aanpak kan de oprichting van een projectorganisatie zijn, die toewerken naar een intentieverklaring. Ook een tijdige voorbereiding van het college en de gemeenteraad is wenselijk, zodat ze tijdig een besluit kunnen nemen over rolneming in collectieve warmtesystemen.

**Sociaal-maatschappelijk:** Voor het vervolgtraject is het aan te raden om communicatie- en participatieplan op te stellen. Hierin moet duidelijk worden over welk gebied het gaat en wat de plannen zijn voor die andere gebieden (transitievisie). Samen met stakeholders wordt daarin bepaald hoe en op welk moment inwoners kunnen en willen participeren: co-creatie, actief input geven of vooral meeluisteren. Eerst moet de communicatie en participatie zich richten op de keuze voor een warmtesysteem, later ook op de uitvoering en realisatie van dit systeem. Dit resulteert in een samengevat **stappenplan**;

1. **Opstellen communicatie- en participatieplan**; voor, samen en met eigenaren en bewoners;

2. **Starten van verdiepend onderzoek** (waar nodig en gewenst voor het maken van een keuze);
  - Deze Quicksan verdiepen
  - Andere technieken in een Quicksan doorrekenen
  - Verkenning potentie van een netwerk in een groter gebied
3. **Politiek voorbereiden van besluit over rolneming in collectieve warmtenetten**;
  - De randvoorwaarden opstellen over de organisatie of eigenaarschap van een collectief warmtesysteem
  - Een voorstel maken over de rol van de gemeente voor collectief warmtesysteem
4. Samen met de politiek en stakeholders **uitgangspunten** ('keuze-kader') **formuleren**
5. **Plan maken voor de realisatie en exploitatie**, bijvoorbeeld via concessieverlening;
6. **Opstellen uitvoeringsplan**;
7. **Realisatie** – de aanleg van het warmtesysteem;
8. **Gebruik en exploitatie** – o.a. monitoren hoe het systeem functioneert.

## Bijlage 1: Voorwaarden en aannames waaronder deze studie is uitgevoerd

Deze Quicksan is gebaseerd op deskresearch en informatie die is aangeleverd door de gemeente Zutphen. Het betreft een momentopname en heeft een beperkt detailniveau. Deze bijlage omschrijft de belangrijkste uitgangspunten van deze studie, die de resultaten significant kunnen beïnvloeden. Dit geeft een beeld van de belangrijkste parameters, die in een vervolg gedetailleerder uitgewerkt kunnen worden.

Naast het verder verdiepen van het beoogde systeem, is het ook aan te raden om de haalbaarheid van andere alternatieven (warmteoplossingen) te onderzoeken en te vergelijken met het beoogde systeem. Het steeds gedetailleerder uitwerken van enkele strategieën is in lijn met de [handreiking lokale analyse](#) van het expertise centrum warmte (ECW). Ook de rekenmethodes zijn overeenkomstig met de templates van het ECW, maar gedetailleerder en specifiekker uitgevoerd. Er zijn veel kengetallen en datasets gemoeid met de technisch-economische analyse in de Quicksan. We verdelen deze data in drie categorieën op basis van de impact op de resultaten van de analyse en de mate waarin de generieke data past bij de lokale situatie (zie Figuur 7. Overzicht gebruikte data en bronnen). Enkele concrete getallen staan in bijlage 3.

- **Te verrijken data** (zie Figuur 7- linksboven): data die grote impact hebben op de resultaten én waar op landelijk niveau weinig informatie over beschikbaar is.
- **Optioneel te verrijken data** (zie Figuur 7 – linksonder): data die of een kleine impact hebben op de resultaten van de analyse, of al van redelijke kwaliteit zijn, kunnen worden verrijkt. Maar dit heeft geen prioriteit. Als er reden is om aan te nemen dat de lokale situatie sterk afwijkt van het gebruikte uitgangspunt kan verrijken van dit datatype een verbetering van de resultaten opleveren.
- **Landelijk gevalideerde data** (zie Figuur 7 – rechtsboven): data die is afgestemd met verschillende stakeholders en geen verrijking behoeft.
- **Rekenregels** (zie Figuur 7 – rechtsonder): er zijn enkele rekenregels en definities vastgesteld waar bij analyses rekening mee gehouden moet worden.



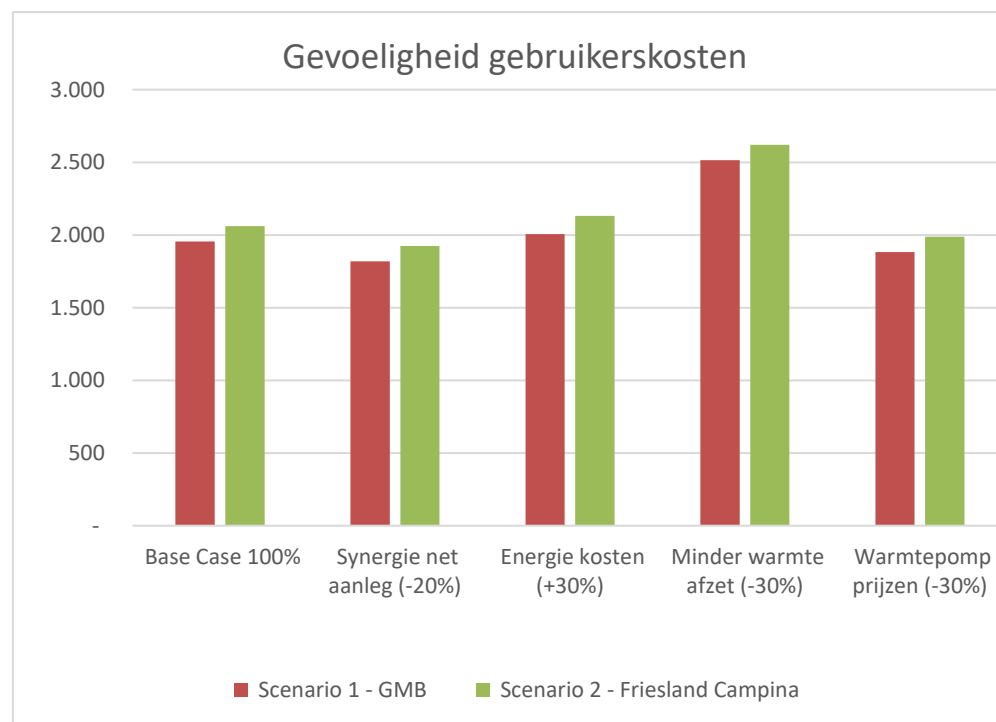
	Specifiek voor de lokale situatie	Generieke data en aannames
Grote impact	<p><b>Warmtebron</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt in studie: informatie van gemeenten</li> </ul> <p><b>Investering infrastructuur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt in studie: Schets van leidingnet voor bepalen aantal meters (transportnet, distributienet en aansluitnet), kosten op basis van kentallen.</li> <li>Advies voor verrijking: daadwerkelijke dimensionering bepalen op basis van fysieke eigenschappen ruimte (incl. obstakels, omleidingen) + fasering van aanleg.</li> </ul>	<p><b>Warmtevraag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt in studie: RHDHV model (op basis van bouwjaar, oppervlakte, energielabel, functie) + controle daadwerkelijk energieverbruik volgens CBS 2018.</li> </ul> <p><b>Vollooprisico / deelname aan collectieve oplossing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt in studie: 80% deelname.</li> <li>Advies voor verrijking: invullen a.d.h.v. draagvlak onderzoek</li> </ul> <p><b>Investeringskosten woningen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt in studie: Kosten-kentallen van PBL</li> </ul>
Kleine impact	<p><b>Momentopname gebouwde omgeving</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt in studie: warmtevraag is gecorrigeerd voor leegstand, sloop- en nieuwbouwplannen (van woningen en/of utiliteit).</li> </ul>	<p><b>Rekenregels en algemene aannames/uitgangspunten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energieprijzen uit 2019</li> <li>Energiebelastingen uit 2019</li> <li>Rentevoet van 3%</li> <li>Warmteverliezen (24%)</li> <li>O&amp;M kosten (percentage van OPEX)</li> </ul>

Figuur 7. Overzicht gebruikte data en bronnen

## Bijlage 2: Gevoeligheid

De businesscase omvat nog veel onzekerheden. Om de invloed van (een deel) van de onzekerheden op de businesscase te bepalen doen we een gevoeligheidsanalyse. In deze gevoeligheidsanalyse is opgenomen:

- **Synergie in de aanleg van het net** (20% goedkoper). Bijvoorbeeld omdat het net tegelijkertijd met andere werkzaamheden kan worden gelegd of omdat de kosten meevallen. Hieraan valt ook af te leiden wat een hogere kostprijs van het net doet.
- **Hogere energiekosten** (30% hoger). Bijvoorbeeld door fluctuatie in biogasrijzen.
- **Minder warmte afzet** (30% lager). Bijvoorbeeld door lagere volloop of betere isolatie van woningen. Hieraan valt ook af te leiden wat eventueel hogere warmtevraag doet.
- **Lagere warmtepomp prijzen** (30% lager). De prijzen van de warmtepomp en energieverbruik vallen lager uit.



Figuur 8. Overzicht gevoeligheidsanalyse

## Bijlage 4: Tabellen met gebruikte getallen

In de tabellen hieronder staan enkele van de gebruikte kentallen (CBS,PBL,SDE++,RHDHV).

	<i>Investering</i>	<i>Schalingsfactor</i>	<i>Referentie vermogen</i>	<i>Herinvestering</i>	<i>Kosten verwijdering</i>
<u>Bronnen HT</u>	EUR/MW	X	MW	EUR/MW	EUR/MW
Warmtepomp	€ 525.000	1,00	0,50	€ 300.000	€ 0
Gasketel	€ 60.000				
<u>Warmtenet</u>	EUR/M				
Distributienet	€ 700				
Aansluitleidingen	€ 400				
<u>Onderhoud en beheer</u>					
Opex vaste kosten	2%	% van CAPEX			
Verzekeringen	0%	% van CAPEX			
Beheerkosten	7%	% van Rev			
Communicatie	2%	% van Rev			
<u>Energie inkoop</u>					
Inkoopprijs elektra	€ 0,05	EUR/kWh			
Inkoopprijs gas	€ 0,25	EUR/m <sup>3</sup>			
<u>SDE</u>					
	Basis bedrag	Correctie bedrag	Maximale vollasturen	Aantal subsidie jaren	
TEA	€ 0,0900	€ 0,0350	3.500,00	15,00	
<u>CO2 uitstoot &amp; Duurzame opwek</u>					
Aardgas	1,89	Kg CO <sub>2</sub> / m <sup>3</sup>			
Grijze stroom WTW (jan. 2020)	0,556	Kg CO <sub>2</sub> / kWh			
Groene stroom WTW	0	Kg CO <sub>2</sub> / kWh			
Wind (LCA benadering inc. sloop en productie molen)	0,014	Kg CO <sub>2</sub> / kWh			
Zon (LCA benadering inc. sloop en productie panelen)	0,093	Kg CO <sub>2</sub> / kWh			
Biomassa (aanne: kort-cyclisch)	0,075	Kg CO <sub>2</sub> / kWh			
Externe warmte	0	Kg CO <sub>2</sub> / kWh			
2030 mix stroom	0,254	Kg CO <sub>2</sub> / kWh			

<u>Omrekenwaarden</u>		
GJ > m3 gas	0,0317	GJ/m3
m3 gas > GJ	31,6	m3/GJ
GJ > kWh	277,8	kWh/GJ
kWh > GJ	0,0036	GJ/kWh
Biomassa > GJ	9,0	GJ/ton
GJ > Biomassa	0,11	ton/GJ