

# OVER MORGEN

## Transitievisie Warmte

Gemeente Hattem

*Op weg naar een aardgasvrije gebouwde omgeving*

DUURZAME LEEFOMGEVING | ZICHTBARE OPLOSSINGEN

## Transitievisie Warmte Hattem



*Op weg naar een aardgasvrije gebouwde omgeving*

### Colofon

Datum: 19 oktober 2020

De visie is opgesteld door adviesbureau Over Morgen in opdracht van de gemeente Hattem en in samenwerking met Woonstichting Triada, energiecoöperatie Powered by Hattem, en netbeheerder Liander.

## Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
1 Inleiding .....	4
2 Gezamenlijk uitgangspunten.....	7
3 De warmtetransitie in Hattem.....	8
3.1 De opgave is groot .....	8
3.2 Isoleren is de eerste stap .....	9
3.3 Toekomstbestendige infrastructuur in elke wijk .....	11
3.4 We zetten in op duurzame bronnen.....	12
4 Waar gaan we naartoe?.....	14
4.1 Een individueel beeld voor Hattem .....	14
4.2 We onderbouwen de selectie voor wijken zorgvuldig .....	15
4.3 Wijken met kansen en fasering.....	15
4.4 Voorbereiden van wijken waar we niet starten .....	21
4.5 De financiën .....	21
5 Handreiking tot uitvoering .....	23
5.1 Samenwerken in de warmtetransitie .....	23
5.2 Wijkaanpak.....	23
5.3 Programmatisch werken in Hattem .....	25
5.4 Benodigde capaciteit .....	27
Bijlage A - Wijkselecties .....	28
Bijlage B - Analyse Liander .....	33
Bijlage C - Warmte-opties.....	34
Bijlage D - Warmtetransitiemodel .....	40

## Voorwoord

Met deze lokale visie op onze toekomstige warmtevoorziening zet de gemeente Hattem een belangrijke duurzame stap. Het collegeprogramma 'Samen Duurzaam', krijgt mede inhoud door deze visie.

In het klimaatakkoord is afgesproken dat gemeentes in Nederland de komende jaren werken aan het isoleren en verduurzamen van de gebouwde omgeving. Woningen, bedrijfsgebouwen, sportkantine en het gemeentelijk vastgoed zal onafhankelijk van aardgas worden verwarmd. Daarvoor nemen we de tijd tot 2050.

In samenwerking met de gemeentes in de regio Noord-Veluwe is de afgelopen periode gewerkt aan de regionale warmtevisie. Tijdens dat proces is in kaart gebracht welke technische mogelijkheden er zijn. Er is onderzocht of en zo ja, waar er sprake is van restwarmte, beschikbare bodemwarmte of biomassa. Voor de gemeente Hattem kunnen we gebruik maken van de restwarmte van de waterzuiveringsinstallatie en kunnen we de warmte uit het oppervlaktewater van de IJssel, het Apeldoorns Kanaal en de Waa benutten.

Belangrijk bij deze verandering is dan we het samen doen. Samen met bewoners, vastgoedeigenaren en de overheid. We nemen de tijd om het goed te doen waarbij overleg en dialoog vanzelfsprekend zijn. Het gaat ten slotte in heel veel gevallen om veranderingen in en aan eigendommen die niet van de overheid zijn. Betaalbaarheid is daarbij een uitdagende opgave. Daarom doen we het samen en zorgvuldig.

In deze lokale visie kiest de gemeente voor een aantal wijken waarin we willen starten. Deze keus is zo gemaakt dat we in de breedte kennis opdoen van de mogelijkheden. Daarbij zorgen we dat we gebruik kunnen maken van slimme combinaties zodat bijvoorbeeld grondwerkzaamheden in de straat gelijk kunnen worden uitgevoerd met al voorgenomen renovaties vanuit de woningbouwcorporatie.

Met het vaststellen van deze visie start het traject van de wijkuitvoeringsplannen. Dat doen we zorgvuldig en daarvoor nemen we de tijd. Samen met alle betrokkenen. We werken immers 'Samen Duurzaam'.

Ik dank eenieder die bij heeft gedragen aan de realisatie van deze visie en zie het proces voor de komende jaren met veel vertrouwen tegemoet!



Auke Schipper

Wethouder gemeente Hattem

## 1 Inleiding

In Hattem vinden we een duurzame leefomgeving belangrijk. Als gemeente Hattem hebben we als doel gesteld om in 2050 een klimaatneutrale energievoorziening hebben. Dit betekent dat in 2050 het totale energieverbruik in de gemeente niet langer bijdraagt aan het proces van klimaatverandering. Daarnaast is de regionale energievraag in balans is met de regionale duurzame energieproductie (zie ook Klimaatnotitie Hattem, 2018). Dit is in lijn met de landelijke opgave om in 2050 aardgasvrij te zijn. In heel Nederland gaan we onze woningen, bedrijven en andere gebouwen op een andere manier verwarmen. Ook douchen en koken gaan we doen zonder aardgas. De transitie van de verwarming van de gebouwde omgeving biedt ons een kans om grote stappen te maken in de brede verduurzamingsopgave.

Op dit moment zorgt de verwarming met aardgas voor meer dan tweederde van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van gebouwen in Nederland. Daarnaast betekent het gebruik van aardgas een onwenselijke afhankelijkheid van gas uit Groningen of gas uit het buitenland. Van alle woningen en andere gebouwen is op dit moment 95% nog afhankelijk van aardgas voor verwarming. Het is onder andere nodig om over te stappen op alternatieve manieren van verwarmen en af te koppelen van het aardgas. Deze opgave is enorm en heeft impact op bijna zeven miljoen woningen. Nederland neemt afscheid van de (aard)gasgestookte cv-ketel.

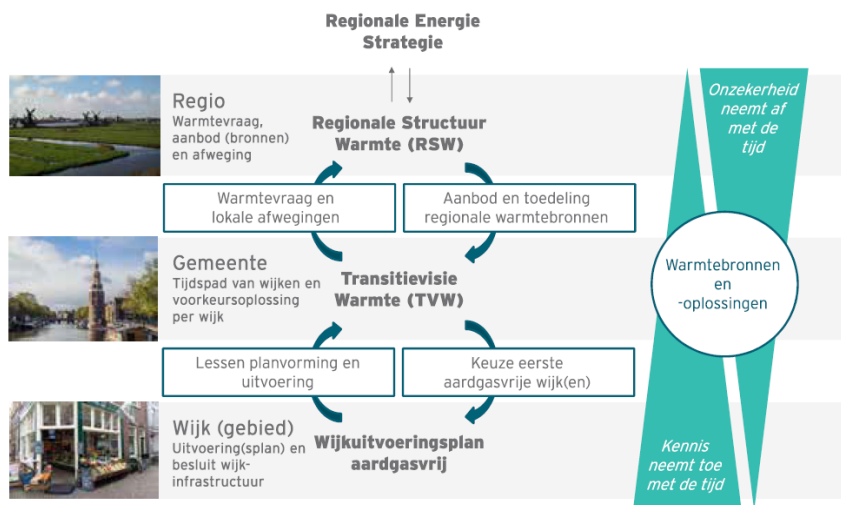
En niet alleen Nederland, maar ook de gemeente Hattem staat voor een grote opgave. Op dit moment bestaat 23% van de totale energievraag in Hattem uit het gebruik van aardgas in de gebouwde omgeving. Deze warmtevraag moet op een andere manier ingevuld worden. Op basis van analyses hebben we kansrijke wijken gesignaleerd en een tijdpad opgesteld waarin we de wijken ingaan en kansen verder gaan verkennen. Op die manier kunnen we samen met onze bewoners en met professionele stakeholders concreet werken aan wijkuitvoeringsplannen in de eerste gebieden.

Omdat heel Hattem op een andere manier verwarmd zal moeten gaan worden kunnen we in Hattem niet van vandaag op morgen aardgasvrij worden. Met deze Transitievisie Warmte geven we inzicht in de totale opgave, kansrijke oplossingen en een logische volgorde en tempo voor het aardgasvrij maken van de eerste wijken of buurten in Hattem. Met deze visie als basis kunnen we starten met het uitrollen van de warmtetransitie in Hattem. Eén van de maatregelen die uiteindelijk leidt tot het verlagen van onze CO<sub>2</sub>-uitstoot.

De warmtetransitie staat nog aan het begin en ontvouwt zich in volle vaart. Zowel nationaal als regionaal en lokaal zijn er continu nieuwe ontwikkelingen die invloed kunnen hebben op de transitie in Hattem. Ook technische ontwikkelingen staan niet stil. Flexibiliteit in de uitvoering is dus belangrijk. Deze Transitievisie Warmte geeft focus en richting maar is geen eindpunt. De Transitievisie Warmte zal minimaal eens in de vijf jaar geactualiseerd worden. Hierdoor is het mogelijk periodiek de voortgang te volgen en op tijd bij te sturen als blijkt dat het einddoel of de tussendoelen buiten beeld raken of effectiever gerealiseerd kunnen worden. Ook kunnen op deze manier innovaties goed meegenomen worden.

### LANDELIJKE EN REGIONALE AMBITIES

In december 2015 heeft Nederland in Parijs ingestemd met een nieuw VN Klimaatakkoord. Het akkoord heeft als doel om de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder 2 graden Celsius. Om de afspraken van het Parijse Klimaatakkoord te realiseren is niet alleen een forse inspanning nodig op het gebruik van alternatieve energiebronnen, maar ook over hergebruik en besparing van materialen en energie. Het kabinet heeft in het regeerakkoord aangegeven dat ze de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met 49 procent wil verminderen ten opzichte van 1990. Om dit doel te halen is het nationale Klimaatakkoord opgesteld, waarin overheid, organisaties en bedrijven in Nederland concrete afspraken hebben gemaakt. In de provincie Gelderland gaan we nog een stapje verder dan de nationale doelstelling: in 2030 willen we de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 55 procent hebben verminderd. Voor 2050 heeft regio Noord-Veluwe als doel gesteld om volledig klimaatneutraal zijn. De landelijke overheid wil in 2050 een volledig aardgasvrije gebouwde omgeving en een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 95 procent ten opzichte van 1990. Om bovenstaande doelstellingen te behalen is het nodig dat een kwart van de woningen in 2030 van het aardgas af is.



Figuur 1 - Relatie tussen plannen op drie niveaus: de regio, gemeente, en wijk.

#### PLANNEN OP DRIE NIVEAUS

Gemeenten hebben een belangrijke regierol in deze transitie naar een aardgasvrije omgeving. In lijn met het door het kabinet gepresenteerde Klimaatakkoord werken we aan plannen op drie niveaus (zie figuur 1):

1. Regionaal doen we dat in de vorm van de **Regionale Energie Strategie (RES)** waarin we duurzame energiebronnen in de regio in kaart brengen en koppelen aan de vraag naar energie in alle gemeenten. Onderdeel van de RES is de **Regionale Structuur Warmte (RSW)**, waarmee we de regionale warmtevraag, de warmtebronnen, de benodigde infrastructuur en de bovenlokale kansen en uitdagingen op het gebied van de warmtetransitie in beeld brengen.
2. Op gemeentelijk niveau doen we dat met deze **Transitievisie Warmte**. Die beschrijft hoe we als gemeente samen met onze stakeholders onze warmtevraag op een aardgasvrije en duurzame manier gaan invullen, en is input voor de RES.
3. Voor alle wijken of buurten die we in deze Transitievisie Warmte hebben geselecteerd als kanswijken om tussen nu en vijf jaar aan de slag te gaan, stellen we vervolgens een concreet plan van aanpak op, een zogenaamd **wijkuitvoeringsplan**. Dit doen we door het uitvoeren van

een haalbaarheidsstudie om de kansen voor het aardgasvrij maken van woningen en ander vastgoed in die wijk verder te verkennen. Deze plannen geven we vorm samen met bewoners, ondernemers en organisaties in de wijk. In die plannen wordt duidelijk welke warmtealternatieven er zijn, welke kosten hiermee gepaard gaan en hoe een aardgasvrije wijk of buurt gerealiseerd kan gaan worden.

#### HET VERSCHIL TUSSEN DE RSW EN DE TRANSITIEVISIE WARMTE

Alle zeven gemeentes in de regio Noord-Veluwe werken aan lokale Transitievisies Warmte. Deze lokale visie richt zich op alternatieve verwarmingsooplossingen voor de gebouwde omgeving in Hattem. Tegelijkertijd werken de gemeentes regionaal aan de Regionale Structuur Warmte. Daarin komt naar voren wat de regionale warmtevraag is, welke warmtebronnen de regio tot haar beschikking heeft (denk aan restwarmte, geothermie, biomassa etc.) en welke bovenlokale opgaven en kansen er liggen die de gemeentes gezamenlijk aan kunnen pakken.

#### LANDELIJKE ONTWIKKELINGEN AARDGASVRIJE WIJKEN

De transitie zal op de meeste plekken gebied voor gebied worden aangepakt. Dit is een proces van uitproberen, leren en opschalen. Het Rijk ziet dat we versneld moeten gaan starten in de eerste wijken om dit proces in gang te zetten en heeft daarom de regeling "Grootschalige Proeftuinen Aardgasvrij" in het leven geroepen waarbij ze 100 wijken ondersteunt die concrete stappen naar aardgasvrij zetten. In 2018 zijn de eerste 27 wijken bekend gemaakt, dit jaar is er een nieuwe mogelijkheid om wijken in te dienen. De aansluitplicht van aardgas voor netbeheerders voor de nieuwbouw is afgeschaft per 1 juli 2018. Dus voor nieuwbouw geldt dat aardgasvrij de nieuwe norm is. Tot slot wordt in het kader van de nieuwe Warmtewet de koppeling tussen de gasprijs en de huidige prijsstelling van warmte ter discussie gesteld. Deze ontkoppeling zal in de toekomst naar verwachting een positief effect hebben op de prijs van collectieve warmte en biedt tevens meer mogelijkheden voor nieuwe aanbieders van duurzame warmte. Met name van belang is dat de discussies op rijksniveau moeten gaan leiden tot een oplossing voor de verdeling van de kosten van de warmtetransitie. Dit gaat over het deel van de kosten die liggen bij de verschillende stakeholders die een rol spelen in het realiseren van de overstap naar aardgasvrij. En met name moeten deze discussies ervoor zorgen dat de warmtetransitie betaalbaar blijft voor bewoners. Dit geldt zowel voor huurders, als voor particuliere eigenaren en Verenigingen van Eigenaren (VVE's).

## LOKALE AMBITIES

De gemeente Hattem werkt met het Gelders Energieakkoord aan de doelstelling van 55 procent vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 en een aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050. De lokale ambitie van de gemeente Hattem is om in 2050 een klimaatneutrale energievoorziening te hebben (zie document: Klimaatnotitie Hattem 2018-2021). Dit houdt in dat alle energie die in 2050 gebruikt wordt duurzaam wordt opgewekt. Alle energie die niet duurzaam kan worden opgewekt, moet worden gecompenseerd of groen worden ingekocht. De ambities en doelstellingen hebben we meegenomen bij de uitgangspunten van deze visie.

## WIE HEBBEN ER MEEGEDACHT?

De warmtetransitie heeft impact op de hele gemeente. De gemeente Hattem staat hier dan ook niet alleen voor. We werken hierin samen met belangrijke partners die een rol spelen in deze transitie. Zo kunnen we plannings op elkaar afstemmen, schaalgrootte behalen, leren van elkaar en de transitie versnellen. De partners die hebben meegedacht en input hebben geleverd bij het maken van deze visie zijn: Woonstichting Triada, energiecoöperatie Powered by Hattem, en netbeheerder Liander. Deze partijen vormden samen met ambtenaren vanuit de gemeente de projectgroep waarmee we deze visie en de aanpak die erin beschreven staat hebben ontwikkeld. Binnen de gemeente hebben verschillende afdelingen op het gebied van openbare ruimte, wonen en communicatie meegewerkt. In totaal vier bijeenkomsten is input opgehaald bij de projectgroep en zijn we, in afstemming met de bestuurders, samen tot een keuze van potentiewijken en de bijbehorende aanpak gekomen.

## LEESWIJZER

In deze Transitievisie Warmte behandelen we in hoofdstuk 2 de gezamenlijke uitgangspunten, waarop deze visie gebaseerd is. Dit zijn de leidende principes die centraal hebben gestaan tijdens het opstellen van deze visie. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de transitie naar aardgasvrij toegelicht en gaan we in op de verschillende oplossingen voor het aardgasvrij maken van woningen en gebieden. In hoofdstuk 4 geven we een richting voor een aardgasvrij Hattem in 2050 en zoomen we in op de wijken waar we de komende jaren van start willen gaan met de warmtetransitie. Tot slot gaan we in hoofdstuk 5 in op de manier waarop we dit gaan organiseren en welke stappen we de komende tijd gaan zetten om te komen tot een programmatische aanpak van de warmtetransitie in Hattem.

## 2 Gezamenlijk uitgangspunten

Met de vertegenwoordigers van de partijen uit de projectgroep hebben we een aantal uitgangspunten opgesteld die aan de basis liggen van de totstandkoming van deze Transitievisie Warmte en de uitvoering ervan.

*We zijn realistisch en onderbouwen waar, wanneer en hoe we aan de slag gaan.*  
De visie biedt daarmee een kader voor investeringsbeslissingen en geeft richting voor de verdere toekomst. Ook zorgen we voor tussentijdse evaluatiemomenten om zo te borgen dat de visie een duidelijk kader schept zodat alle betrokkenen weten wat hun te wachten staat. Om ervoor te zorgen dat we in deze beginfase de juiste keuzes maken, starten we op de plekken waar de maatschappelijke kosten het laagst zijn en waar de keuze voor een alternatief voor aardgas het meest voor de hand ligt.

*We willen meters maken, waarbij we afstemmen om werkzaamheden te combineren en daarmee overlast zoveel mogelijk te beperken.*  
De opgave wacht niet. We willen concreet aan de slag met de warmtetransitie en met deze visie als basis starten met het aardgasvrij maken van de wijken in Hattem. Dat aardgasvrij maken kan niet ongezien of ongehoord gebeuren. Straten gaan open om de infrastructuur aan te passen en dat brengt overlast met zich mee. Dit willen we zo veel mogelijk beperken door plannings op elkaar af te stemmen wanneer mogelijk. We houden zoveel mogelijk rekening met leidingvervanging, verleggingskosten en drukte in de ondergrond. Het afstemmen geldt voor plannings, maar ook voor de communicatie richting bewoners en de omgeving.

*We streven naar een overgang zonder gedoe naar een duurzame energievoorziening.*  
De transitie naar een klimaatneutrale gemeente met een aardgasvrije gebouwde omgeving kost tijd. We streven naar een volledig duurzame warmtevoorziening in 2050 en maken bij voorkeur gebruik van lokale bronnen binnen de gemeente of regio. Om dat te bereiken zorgen we ervoor dat bewoners goed geïnformeerd zijn en met de juiste kennis op zak de overgang kunnen maken naar een aardgasvrije warmtevoorziening.

*We hebben oog voor de eindgebruiker en streven naar een betaalbare aardgasvrije oplossing.*  
De warmtetransitie brengt kosten met zich mee, maar niets doen ook. Uitgangspunt is dat de energierekening voor alle inwoners van Hattem betaalbaar blijft. Hier werken we aan, binnen de kaders die we hebben. We zoeken naar de

maatschappelijk goedkoopste oplossing op basis van een optimale afstemming van de investeringen door woningeigenaren, corporaties, gemeente en nuts-infrabedrijven. In de wijkplannen betrekken we alle betrokken energiegebruikers. De huiseigenaar heeft nog altijd een keuze in de manier waarop hij zijn woning aardgasvrij maakt, maar het geniet wel de voorkeur alle bewoners in het gebied gebruik te laten maken van de gekozen warmte-optie(s).

*We zijn samen eigenaar van de visie.*  
We willen dat we met deze visie gezamenlijk aan de slag kunnen in de eerste projecten. We kunnen dit niet alleen en zoeken daarom de samenwerking met onze partners in de wijken. Aardgasvrij in 2050 is een enorme opgave, dus we moeten snel aan de slag. We halen informatie op en verbinden kennis om zo duidelijkheid te krijgen over de beste oplossingen.

### RANDVOORWAARDEN VOOR EEN SUCCESVOLLE START VAN DE WARMTETRANSITIE IN HATTEM

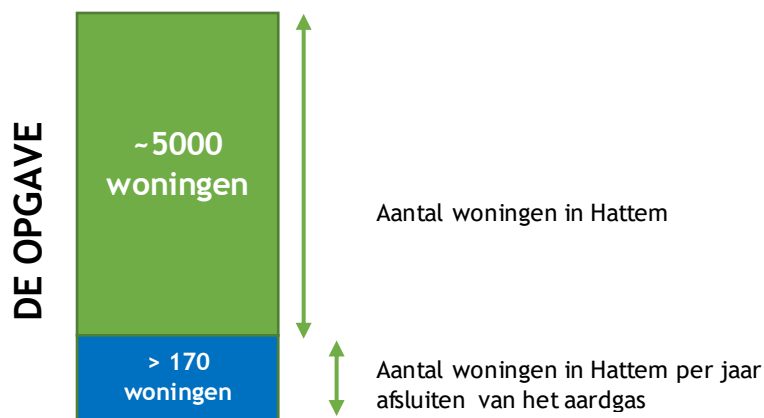
- Capaciteit en middelen bij zowel de gemeente als de stakeholders en uitvoerende partijen zijn nodig om na de Transitievisie Warmte tempo te kunnen maken. Er is een gedeelde verantwoordelijkheid in de financiering van de warmtetransitie in Hattem.
- Een passend aanbod aan bronnen is nodig om de transitie naar een aardgasvrije en op termijn duurzame warmtevoorziening mogelijk te maken. Hieraan werken we in regionaal verband samen. Daar onderzoeken we mogelijke bovenlokale warmtebronnen en waar die ingezet kunnen worden. Ook werken we regionaal aan duurzame opwek van elektriciteit.

### 3 De warmtetransitie in Hattem

In dit hoofdstuk gaan we eerst in op de opgave waar we als gemeente Hattem voor staan. We bekijken hoeveel woningen en gebouwen er zijn aangesloten op het aardgasnet, welk verbruik daarbij hoort en door welk type woningen Hattem zich kenmerkt. Er wordt een nadruk gelegd op woningen, vanwege de collectieve kansen daar als startwijk te beginnen. Vervolgens gaan we in op de transitie die we zullen moeten doorlopen om al deze gebouwen zonder aardgas van warmte en warm water te voorzien.

#### 3.1 De opgave is groot

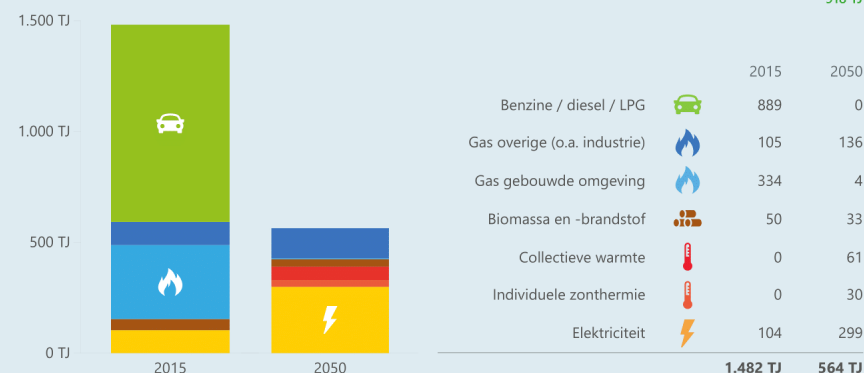
Hattem is met een oppervlakte van circa 24 km<sup>2</sup> één van de kleinere gemeentes in Gelderland. In 2019 telde de gemeente 12.173 inwoners en 5.277 geregistreerde woningen in de basisadministratie van de gemeenten (BAG), zie tabel 1. Hiervan bestaat het merendeel (82%) uit eengezinswoningen. Daarnaast zijn er nog een aantal woningen die niet staan geregistreerd in het Kadaster als woning. Denk daarbij aan bijvoorbeeld vakantiewoningen en woningen in verzorgingstehuizen. Van alle woningen is 27 procent in het bezit van Woonstichting Triada en het gemiddelde energielabel is label B. Het overgrote deel van de woningen is aangesloten op aardgas.



Figuur 2 - Opgave aardgasvrije woningen in Hattem

## Energiemix Hattem

### 1. Energievraag eindgebruik



Figuur 3 - Energiemix Hattem

Figuur 3 geeft inzicht in de huidige energievraag en de mogelijke energiemix voor een aardgasvrij Hattem in 2050. In de Energiemix is te zien dat het aardgas in de gebouwde omgeving momenteel voor bijna een vierde van het totale energieverbruik zorgt. Als we in 2050 aardgasvrij willen zijn, betekent dit dat we de komende jaren 170 woningen per jaar van het aardgas af moeten halen (zie figuur 2). Dit is natuurlijk een lineaire gedachte en in de praktijk zal het tempo in de eerste jaren minder snel zijn, maar het geeft wel inzicht in de opgave waar we voor staan. Een ander sector die opvalt in de energiemix van Hattem is mobiliteit. Dit heeft met name te maken met het verkeer rondom knooppunt Hattem. Mobiliteit speelt geen rol in deze transitievisie warmte vanwege de focus op de gebouwde omgeving.



Tabel 1 - Bouwjaar woningen Hattem (2019)

Bouwperiodes	Aantal
<1920	501
1920-1950	667
1950-1975	1976
1975-1990	947
1990-2005	634
>2005	552
<b>Totaal</b>	5.277 (waarvan >1.350 woningen in het bezit zijn van corporaties)

### De uitgangssituatie



Het grootste deel van onze woningvoorraad gebruikt nu voor de verwarming een cv-ketel. Een huishouden in Hattem verbruikt gemiddeld 1.628 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. Het gasverbruik verschilt per huishouden en is afhankelijk van het soort huis, het bouwjaar, de mate van isolatie en het gebruik van verwarming en warm water.



De cv-ketel kan water tot ongeveer 90°C verwarmen, dat vervolgens door de radiatoren stroomt en onze huizen verwarmt. Met deze temperatuur kunnen ook slecht geïsoleerde huizen met radiatoren verwarmd worden.



Ongeveer 80 procent van het aardgas in een woning wordt gebruikt voor het verwarmen van de woning.



20 procent wordt gebruikt voor warm water, met name douchen.



Voor koken wordt maar een heel klein deel van het aardgas gebruikt; minder dan 5 procent.

### 3.2 Isoleren is de eerste stap

In deze visie richten we ons op het aardgasvrij maken van de gebouwde omgeving. Het gaat daarbij om de overgang op een alternatieve warmtevoorziening, maar om dat te doen is het altijd goed en effectief om te starten met het beperken van de warmteverliezen en dus ook de warmtevraag. Vanuit landelijk beleid wordt daarom ingezet op het beperken van de vraag en het verlagen van de benodigde verwarmingstemperatuur. Bij woningen gebouwd voor 1990 is het verlagen van de warmtevraag en -temperatuur een noodzakelijke stap om de gebouwde omgeving CO<sub>2</sub>-neutraal te kunnen verwarmen. Dit noemen we transitiegereed maken van het vastgoed (zie figuur 4).

#### Warmtevraag uitgedrukt in kilowattuur per vierkante meter woonoppervlak (kWh/m<sup>2</sup>)

Het kilowattuur (symbool kWh) is een hoeveelheid energie. De meeste mensen associëren kWh met elektriciteit. Als je een elektrische kookplaat met een vermogen van 1.300 Watt een uur gebruikt, is er na een uur 1,3 kWh stroom verbruikt. De afspraak binnen Europa is om zoveel als mogelijk alle vormen van energie uit te drukken in kWh, zodat verschillende soorten energie beter met elkaar vergelijkbaar worden. Zo ook de warmtevraag. Door deze uit te drukken in kWh per vierkante meter woonoppervlak (kWh/m<sup>2</sup>) kan de warmtevraag van verschillende woningtypes en woninggroottes goed met elkaar vergeleken worden, los van of deze verwarmd wordt met gas, met een warmtenet of met een warmtepomp. De gemiddelde warmtevraag voor ruimteverwarming van een woning in Nederland is circa 80 kWh/m<sup>2</sup>. Bij niet geïsoleerde woningen kan de gemiddelde warmtevraag oplopen tot boven de 130 kWh/m<sup>2</sup>. Bij zeer goed geïsoleerde nieuwbouw kan het gemiddelde naar onder de 30 kWh/m<sup>2</sup>.

In alle situaties geldt:

- Energie die niet verloren gaat, hoeft ook niet te worden opgewekt; het beperken van het energieverbruik is altijd effectief;
- Hoe lager de temperatuur die nodig is om de woning te kunnen verwarmen, hoe efficiënter, betaalbaarder en duurzamer de warmte kan worden opgewekt.

Het transitiegereed maken van vastgoed is te bereiken door een combinatie van de volgende maatregelen:

- Isolatie van de vloer, gevel, glas en/of het dak;
- Het dichtmaken van kieren;
- Efficiënt ventileren.

Daarnaast zal iedereen elektrisch moeten gaan koken en zullen in sommige gevallen ook de bestaande radiatoren of de gehele bestaande verwarmingsinstallatie vervangen moeten worden.

De huidige woningvoorraad in Hattem kunnen we grofweg opdelen in vier niveaus van isolatie:

1. *Woningen met slechte of onvoldoende isolatie (met een energievraag van 80 kWh/m<sup>2</sup> of hoger).* Er is een hoge temperatuur van circa 90°C nodig om op de koudste dagen deze woningen comfortabel warm te stoken. De meeste woningen gebouwd voor 1990 zitten op dit niveau. Voor Hattem is dit niveau van isolatie van toepassing op naar schatting meer dan 75% van de totale woningbouw.
2. *Woningen die een minimumisolatieniveau hebben bereikt (met een energievraag van 65-80 kWh/m<sup>2</sup>).* Bij het minimumniveau kunnen woningen comfortabel verwarmd worden met een maximumtemperatuur van 70°C (midentemperatuur). Het kan wel voorkomen dat er een aantal radiatoren vervangen moet worden voordat deze woningen daadwerkelijk met 70°C kunnen worden verwarmd. De woning is dus 70°C ready. Bijna alle woningen gebouwd na 1990 voldoen aan minstens dit niveau.
3. *Woningen die een basisisolatieniveau hebben bereikt (met een energievraag van 50-65 kWh/m<sup>2</sup>).* Bij een basisniveau kan de woning zowel comfortabel worden verwarmd met een maximumtemperatuur van 70°C als met 40°C (laagtemperatuur). Voor laagtemperatuur zullen alle radiatoren vervangen moeten worden. De woning is daarmee toekomstbestendig omdat hij geschikt is voor meerdere alternatieve verwarmingstechnieken. De woning is dus transitiegereed.
4. *Woningen met een hoog isolatieniveau en voorzien van een energiezuinig ventilatiesysteem (met een energievraag van 20-50 kWh/m<sup>2</sup>).* Deze woningen zijn daarmee zeer geschikt om comfortabel te verwarmen met een maximumtemperatuur van 40°C. Dit zijn recent

gebouwde woningen en woningen die nog gebouwd gaan worden de komende jaren. Bij aanpassing van de bestaande bouw tot dit niveau moeten vaak radiatoren worden vervangen.

**Transitiegereed en 70°C ready:** We noemen woningen 'transitiegereed' als ze klaar zijn voor de warmtetransitie en geen grote maatregelen meer vragen tot 2050. De woningen zijn dan goed geïsoleerd (warmtevraag van 50-65 kWh/m<sup>2</sup>). Dit vormt de basis voor het aardgasvrij maken van woningen. De te nemen maatregelen in deze stap zijn onafhankelijk van de uiteindelijke energie-infrastructuur in de wijk. Het niveau transitiegereed kan stapsgewijs bereikt worden. Op zoveel mogelijk natuurlijke momenten, kan toegewerkt worden naar het minimumisolatieniveau (65-80 kWh/m<sup>2</sup>). Op dit niveau kunnen de woningen in veel gevallen verwarmd worden met middentemperatuur warmte (70°C ready). In een vervolgstap (of direct) kan op natuurlijke momenten toewerkt worden naar transitiegereed (50-65 kWh/m<sup>2</sup>).

Samenvattend kan het volgende gesteld worden over de isolatieniveaus van woningen:

- Om een woning met 90°C (hoog temperatuur) te kunnen verwarmen zijn geen aanpassingen nodig.
- Om een woning comfortabel met 70°C (midentemperatuur) te kunnen verwarmen, moet dus het minimum- of basisisolatieniveau bereikt zijn (lager dan 80 kWh/m<sup>2</sup>)
- Om een woning comfortabel met 40°C (laagtemperatuur) te kunnen verwarmen, moet een basis of hoog isolatieniveau bereikt zijn (lager dan 65 kWh/m<sup>2</sup>).

Naast warmte voor ruimteverwarming is er in een woning ook warm tapwater nodig, tussen de 15 en 20 kWh/m<sup>2</sup>. Voor het veilig kunnen gebruiken van warm tapwater is er met de huidige stand van de techniek en regelgeving een temperatuur van minimaal 55°C bij het tappunt nodig. Om deze temperatuur te kunnen garanderen moet het opweksysteem in praktijk een temperatuur van 60-70°C kunnen leveren. Als de aanvoertemperatuur onvoldoende hoog is, moet er

dus een aanvullende voorziening in de woning komen in de woning voor het opwekken extra warmte voor tapwater.

Dat iedere huizenbezitter start met het nemen van een aantal warmte-besparende maatregelen is noodzakelijk. Alle natuurlijke momenten van onderhoud, verbouwing en verhuizing moeten worden benut, zodat de kosten zo laag mogelijk blijven. Alleen dan kunnen zoveel mogelijk woningen in 10 tot 20 jaar op het niveau komen dat deze efficiënt, comfortabel en duurzaam verwarmd kunnen worden.

De eerste stap moet gezet worden. Het is van belang dat iedere huizenbezitter in de eerste stap toewerkt naar een minimumniveau (65-80 kWh/m<sup>2</sup>). De te nemen maatregelen in deze stap zijn onafhankelijk van de uiteindelijke energie-infrastructuur in de wijk en zijn minimaal nodig om de woning gereed te maken voor de energietransitie. Bij een eengezinswoning zijn dan minimaal de vloer en de spouw geïsoleerd en zijn de kozijnen voorzien van dubbel glas. In een vervolgstap of indien mogelijk gelijktijdig kan worden toegewerkt naar het basisniveau (50-65 kWh/m<sup>2</sup>), waarbij aanvullend het dak wordt geïsoleerd, HR++ glas (of beter) wordt geplaatst en het ventilatiesysteem wordt verbeterd. Als tussenstap naar aardgasvrij kan als een woning voldoende is geïsoleerd ook gekozen worden voor een hybride warmtepomp (warmtepomp in combinatie met een cv-ketel). Daarmee is al een forse besparing op het gasverbruik mogelijk.

### 3.3 Toekomstbestendige infrastructuur in elke wijk

Het bestaande gasnet zal tussen nu en 2050 (voor een groot deel) vervangen gaan worden door een alternatieve energie-infrastructuur. Zo moet het elektriciteitsnet verzaagd worden en komen er warmtenetten in bepaalde wijken. De keuze voor de infrastructuur in een wijk is afhankelijk van veel factoren, zoals bouwjaar, gebouwtype, gebouwfunctie, bebouwingsdichtheid, het eigendom, de schaal en de beschikbaarheid van bronnen. De keuze voor de infrastructuur in een wijk heeft invloed op:

- De techniek in en aanpassingen aan de woning die nodig zijn om de woning comfortabel te kunnen verwarmen;
- De energiebronnen, die kunnen worden ontsloten;
- De (on)mogelijkheid om warmte op te slaan;
- Het tempo om de gebouwde omgeving aardgasvrij te maken.

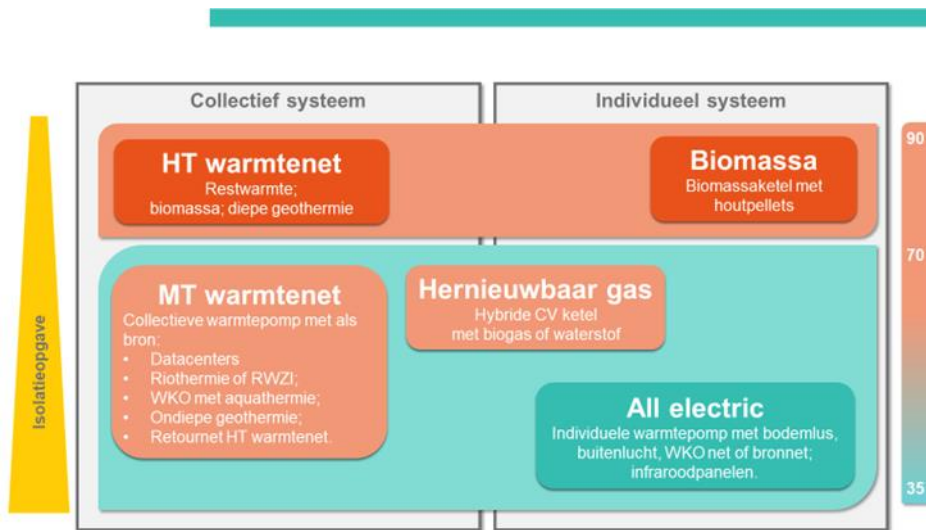
Het aardgasvrij maken van woningen en andere gebouwen kan met verschillende technieken en met verschillende temperaturen. De ene techniek vraagt meer aanpassingen aan gebouwen dan de andere. We maken onderscheid in collectieve en individuele oplossingen. Bij collectieve oplossingen is het een voorwaarde dat meer dan één woning, vaak meerdere gebouwen en soms een heel gebied op een bepaalde technologie overstapt. Individuele oplossingen kunnen voor iedere woning los worden toegepast. Een warmtenet is een collectieve oplossing die gevoed kan worden door meerdere warmtebronnen.

Een voorbeeld van een individuele oplossing is elektrisch verwarmen door middel van een warmtepomp in de woning. Hiervoor is het noodzakelijk dat de woning goed geïsoleerd is. De verschillende alternatieven voor aardgas verschillen in temperatuur waarmee de woning verwarmd kan worden. De vuistregel daarbij is: hoe lager de temperatuur van de warmte waarmee je een huis kunt verwarmen, hoe meer je de woning moet isoleren. De meest duurzame energie is de energie die we niet verbruiken. Daarom is het belangrijk dat woningen en bedrijfspanden goed geïsoleerd zijn.

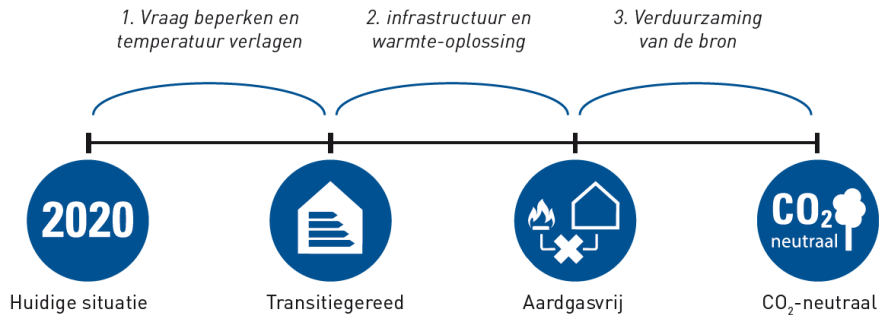
Voor het verwarmen van de gebouwde omgeving zonder aardgas kennen we vier categorieën (ingedeeld op basis van type warmte-infrastructuur):

1. Warmtenetten: netwerken van warmwaterleidingen waarmee gebouwen worden verwarmd. Het water in de warmtenetten wordt verwarmd door duurzame warmtebronnen zoals bijvoorbeeld geothermie en vormen van aquathermie zoals warmte uit oppervlaktewater. Ook restwarmte of biomassa kunnen gebruikt worden om warmtenetten mee te voeden.
2. Elektriciteitsnetten: hiermee kunnen woningen, vaak met behulp van een warmtepomp, elektrisch worden verwarmd. Ook het elektriciteitsnet zal gevoed moeten worden met duurzame bronnen. Bij de opwekking van elektriciteit gaat het met name over zon en wind.
3. Gasnetten: via gasnetten kunnen duurzame, hernieuwbare gassen als biogas of waterstof worden vervoerd.
4. Toekomstige oplossingen: innovaties op het gebied van warmtetechnieken kunnen op termijn zorgen voor nieuwe oplossingen.

In de figuur 5 zijn verwarmingsopties ingedeeld naar temperatuurniveaus, individuele en collectieve systemen en bijbehorende isolatieopgave.



Figuur 4 - Warmteoplossingen ingedeeld naar temperatuurniveaus



Figuur 5 - Warmtetransitie in een notendop

Samenvatting: goed voorbereid de warmtetransitie in (zie figuur 5)

- > De warmtevraag en verwarmingstemperatuur in gebouwen verlagen: om over te kunnen gaan op alternatieven voor aardgas met lagere temperaturen is isolatie en het juiste verwarmingssysteem een randvoorwaarde.
- > Een geschikte energie-infrastructuur kiezen: we maken onderscheid tussen de verschillende infrastructuren die in een wijk kunnen liggen om de verwarming van woningen mogelijk te maken (warmtenet, elektriciteitsnet en gasnet)
- > De overstap maken naar duurzame energiebronnen: Bij de keuze voor een nieuwe energie-infrastructuur is dus van essentieel belang dat er voldoende en bewezen alternatieve bronnen beschikbaar zijn of komen, zodat de fossiele bronnen zo snel mogelijk uitgefaseerd kunnen worden.

### 3.4 We zetten in op duurzame bronnen

Bij iedere energie-infrastructuur hoort een andere energiedrager. Dit zijn respectievelijk gas (gasnet), elektriciteit (E-net) en/of water (warmtenet). Bij de verschillende energiedragers horen verschillende bronnen. Daarnaast is de meest geschikte bron en bijhorende energie-infrastructuur sterk afhankelijk van de schaalgrootte, die kan worden gerealiseerd.

In elk scenario en bij elke infrastructuur zijn we in de energietransitie voorlopig ook nog afhankelijk van fossiele bronnen. Geleidelijk zullen we eerst afscheid nemen van kolen en daarna ook van aardgas. Deze uitfasering kost tijd. Belangrijk is dat door de juiste keuze minder fossiele brandstoffen nodig zijn en de afhankelijkheid ervan zoveel als mogelijk beperkt wordt.

Ook bij de keuze voor een individuele all-electric oplossing zullen warmtepompen worden ingezet. In dat geval zullen de warmtepompen gebruik maken van bodemenergie, zonthermie of buitenlucht als bron. Er is bij de inzet van warmtepompen op termijn ook voldoende duurzame elektriciteit nodig. Deze elektriciteit kunnen we opwekken met grootschalige zonne- en windenergie. Belangrijk daarbij is te vermelden dat voor het voeden van warmtepompen,

elektriciteit uit windenergie veel meer geschikt is dan zonne-energie, omdat in het stookseizoen het aanbod van wind vele malen hoger ligt. Binnen de RES van de regio Noord-Veluwe werken we aan de ruimtelijke inpassing van die grootschalige opwek. Om goed voorbereid te zijn op de warmtetransitie is het dus van belang om:

- De warmtevraag en verwarmingstemperatuur in gebouwen te verlagen: om over te kunnen gaan op alternatieven voor aardgas met lagere temperaturen is isolatie en het juiste verwarmingssysteem een randvoorwaarde. Bovendien geldt: energie die niet verloren gaat, hoeft ook niet opgewekt te worden.
- Een geschikte energie-infrastructuur te kiezen: we maken onderscheid tussen de verschillende infrastructuren die in een wijk kunnen liggen om de verwarming van woningen mogelijk te maken (warmtenet, elektriciteitsnet en gasnet).
- De overstap te maken naar duurzame energiebronnen: Bij de keuze voor een nieuwe energie-infrastructuur is dus van essentieel belang dat er voldoende en bewezen alternatieve bronnen beschikbaar zijn of komen, zodat de fossiele bronnen zo snel als mogelijk uit gefaseerd kunnen worden.

In bijlage C geven we een uitgebreide beschrijving van de verschillende aardgasvrije warmteoplossingen, de bijbehorende bronnen en de kansen in de gemeente Hattem.

#### *Innovaties en de Transitievisie Warmte*

Deze visie gaat uit van wat we op dit moment weten. Minimaal elke 5 jaar zal de visie herijkt worden, want de techniek ontwikkelt zich razendsnel. Er zijn diverse veelbelovende innovaties die in de toekomst een belangrijke rol kunnen gaan spelen in de warmtetransitie. Te denken valt aan de hoge temperatuur warmtepompen. Vanwege de hogere temperatuur is minder isolatie nodig om de woning comfortabel te verwarmen. En we zien nu al dat naast buitenlucht en bodemwarmte, zonthermie als bron voor warmtepompen ingezet kan worden. Ook zien we nieuwe duurzame bronnen voor warmtenetten in opkomst. Thermische energie uit drinkwater en uit asfalt zijn hier voorbeelden van. En hoewel waterstof nu nog schaars is en van aardgas wordt gemaakt, zou deze energiedrager in de toekomst (naar verwachting na 2030) mogelijk inzetbaar kunnen zijn in oudere panden zonder spouwmuur of monumentale panden. De innovatie van opslagsystemen ligt ook in het verschiet, wat noodzakelijk is voor het opslaan van elektriciteit en warmte. Om te zorgen dat we in de huidige versie van de Transitievisie Warmte geen keuzes maken waar we later spijt van krijgen, maken we keuzes voor infrastructuur in de gebouwde omgeving in plaats van specifieke systemen en bronnen. Een warmtenet kan dan later altijd nog met nieuwe bronnen worden gevoed. En bij de keuze voor all-electric houden we de vrijheid om voor verschillende systemen te kiezen, zoals een luchtwarmtepomp of een warmtepomp op bodemwarmte of zonthermie.

## 4 Waar gaan we naartoe?

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de kansrijke alternatieven voor aardgas in de wijken en buurten van de gemeente Hattem. We laten zien welke wijken al op korte termijn (binnen nu en 10 jaar) aangepakt kunnen worden en koppelen dit aan soort oplossing en een jaartal met een planning tot en met 2030.

### 4.1 Een individueel beeld voor Hattem

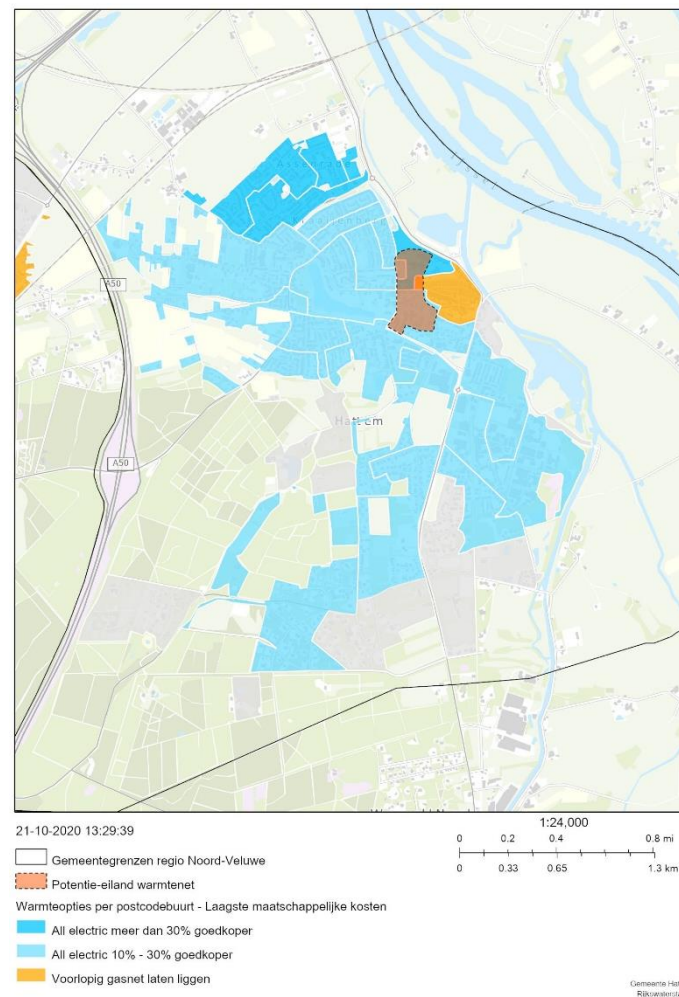
De zogenaamde warmtekaart (zie figuur 6) laat per buurt de alternatieve warmteopties zien op basis van de analyse met het Warmtetransitiemodel<sup>1</sup>, gecombineerd met de analyse van Liander<sup>2</sup>. Daarnaast is de analyse vergeleken met de Startanalyse van PBL<sup>3</sup>. De inkleuring van de wijken geeft aan wat per wijk de meest waarschijnlijke warmteoplossing is, op basis van de stand van de techniek vandaag. Het is zeer goed mogelijk dat op basis van nieuwe inzichten en innovaties het eindresultaat van de warmtetransitie er net anders uit zal zien.

Dit beeld is daarom niet in beton gegoten en zal regelmatig herijkt worden. Wel geeft de kaart voor nu een eerste inzicht in waar de keuze voor een aardgasvrij alternatief het meest zeker is. We starten dan ook op die plekken waar die zekerheid het grootst is. De warmtekaart laat met name 'blauwe' buurten en gebieden zien (postcode-6 niveau). Dat betekent dat de oplossing all-electric op die plekken gemiddeld significant goedkoper zal zijn dan een oplossing op basis van een collectief warmtenet. In het historische centrum zien we dat het laten liggen van het gasnet voorlopig de meest verstandige keuze is. Daar zijn recent ook de gas- en elektriciteitsnetten vernieuwd. Net ten westen van het centrum lijkt een kans te liggen voor een kleinschalig lokaal warmtenet. Hier is sprake van een geconcentreerde vraag naar warmte.

Waar we starten met de warmtetransitie, is een samenspel van de warmtekaart en de ontwikkelingen die lopen bij de gemeente en betrokken stakeholders (denk bijvoorbeeld aan herstructureringsplannen of geplande investeringen). Kansrijke ontwikkelingen hebben we in de volgende paragraaf vertaald in selectiecriteria: van welke ontwikkeling moet er minstens sprake zijn om een buurt of gebied als kansrijk te kunnen beschouwen.

<sup>1</sup> Zie voor meer informatie bijlage D: Warmtetransitiemodel

<sup>2</sup> Zie voor meer informatie bijlage B: Analyse Liander



Figuur 6 - Warmteopties Hattem

<sup>3</sup> Zie voor meer informatie de aparte notitie 'Extra Bijlage Startanalyse PBL'

## 4.2 We onderbouwen de selectie voor wijken zorgvuldig

We kunnen niet heel Hattem in één keer aardgasvrij maken. Dat is ook niet nodig, want we hebben tot 2050 de tijd. Wel willen we starten op de plekken waar aan de slag gaan op dit moment al kansrijk is. Daarom hebben we samen met de stakeholders uit de projectgroep wijken, buurten en strategieën geselecteerd die kansrijk lijken om in de periode tot 2030 mee aan de slag te gaan. Samen met de betrokken stakeholders hebben we gesteld dat een wijk kansrijk is om op korte termijn aardgasvrij te worden, wanneer er tenminste sprake is van één van de onderstaande criteria (Tabel 2):

Tabel 2 - Wijkselectiecriteria Hattem

1	Laagst maatschappelijke kosten	We kiezen voor technisch haalbare warmteoplossingen tegen redelijke kosten en we streven naar warmteoplossingen met de meest optimale kosten en baten. Daarbij kijken we naar de combinatie van gebouwgebonden maatregelen, energie-infrastructuur en energiebronnen. Dit kan per wijk verschillen. Ook starten we op de plekken waar die kosten het laagst zijn en waar de keuze voor een alternatief voor aardgas het meest zeker is.
2	Natuurlijke vervangingsmomenten en samenwerking rondom investeringsplannen	We willen een zo efficiënt mogelijke transitie door werkzaamheden af te stemmen. Dat betekent dat we kijken naar geplande investeringen onder en boven de grond. Denk aan te vervangen gasnetten door Liander, de riolerings- en herinrichtingsplanningen van de gemeente en onderhouds- en renovatieplannen van Woonstichting Triada.
3	Bruikbare duurzame bron in de nabijheid	Wij maken duidelijk welke duurzame bronnen in aanmerking komen om in te zetten voor de verwarming van de gebouwen. Wij gaan actief op onderzoek uit door het betrekken van de eigenaren of de belanghebbenden van de potentiële bronnen om de kans op inzet zo groot en kosteneffectief mogelijk te maken. De nabijheid van een duurzame en inzetbare bron bij

	een wijk, kan een reden zijn om die wijk te selecteren.
--	---

## 4.3 Wijken met kansen en fasering

Samen met de projectgroep hebben wij op basis van de uitkomsten van de data-analyses en bovenstaande selectiecriteria een keuze gemaakt voor de wijken die we als kansrijk zien om de komende periode mee aan de slag te gaan.

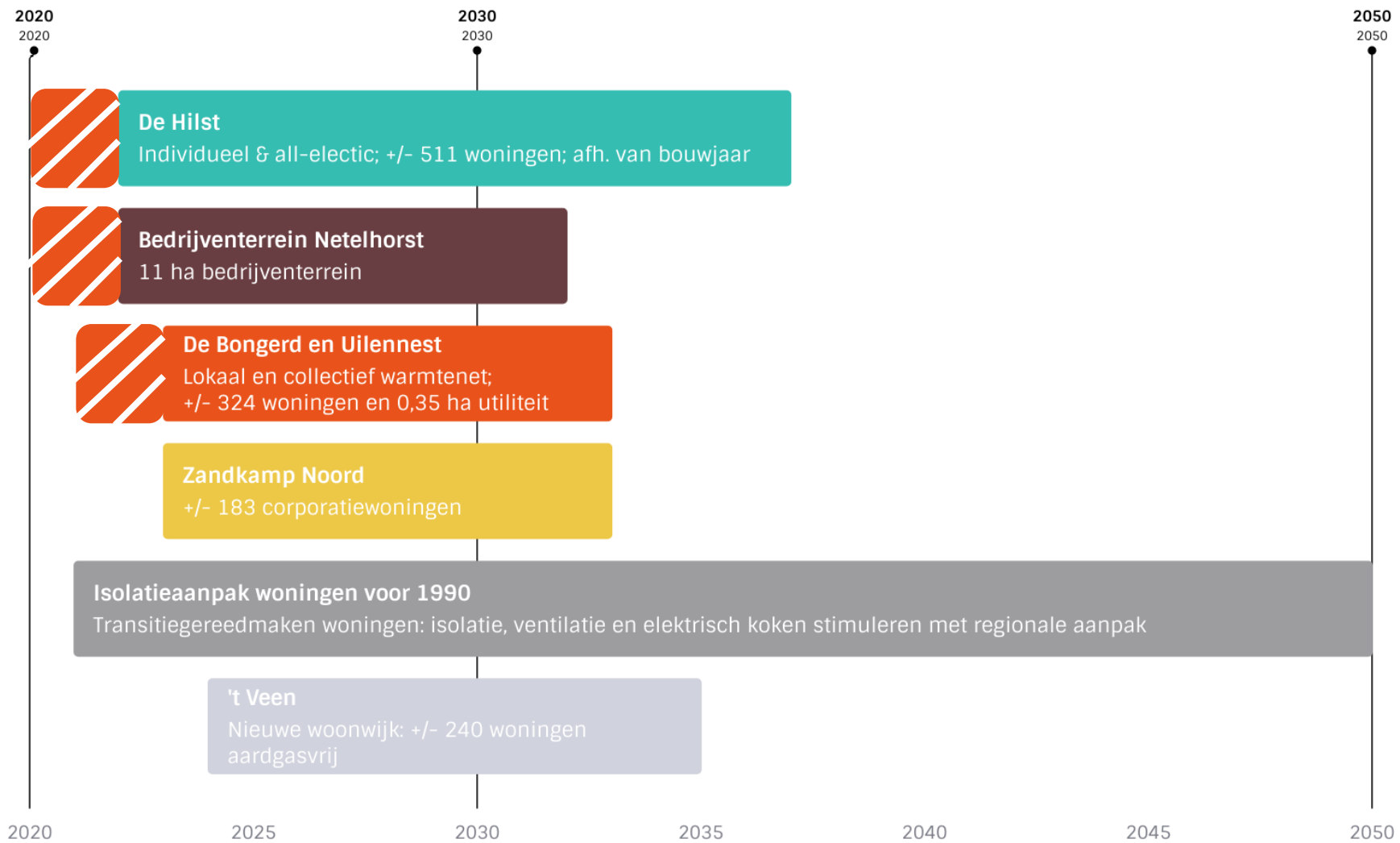
De wijkprioritering en de bijbehorende warmteoplossingen, die we beschrijven geven de voorkeursrichting aan waar we ons gezamenlijk voor in willen zetten om zo de warmtetransitie voor iedereen betaalbaar en uitvoerbaar te kunnen houden. Dit betekent dat we hier samen met de betrokken stakeholders gaan toewerken naar wijkuitvoeringsplannen. Dit doen we door het uitvoeren van een haalbaarheidsstudie om de kansen voor het aardgasvrij maken van woningen en ander vastgoed in die wijk verder te verkennen.

Door de combinatie van de data-analyse met de wijkcriteria zijn we uitgekomen op de volgende wijken om in te starten met de warmtetransitie:

Tabel 3 - Fasering kansrijke wijken Hattem

Kansrijke wijken	Verkenningfase	Planvorming
De Hilst	2020/2021	2022
Bedrijventerrein Netelhorst	2020/2021	2022
De Bongerd en Uilennest	2021/2022	2023
Zandkamp Noord		2023
't Veen (zowel nieuwbouw als bedrijventerrein)		2024

In bijlage A lichten we in detail toe waarom juist bovenstaande buurten kansrijk zijn. In de tijd geplaatst levert de gebiedsaanpak de volgende fasering op (zie figuur 7):



Figuur 7 - Tijdfasering Hattem



Bovenstaande gebieden sluiten aan bij de wijkselectiecriteria en komen als kansrijk naar voren in de analyse. Het ligt voor de hand daar met een gerichte aanpak aan de slag te gaan op weg naar aardgasvrij. Daarnaast kunnen in elke woning in Hattem al stappen gezet worden in de warmtetransitie. De gemeente zal in haar gemeentebrede aanpak dan ook alle bewoners faciliteren, niet alleen degenen die in startwijken wonen.

Op basis van de analyse en de selectiecriteria zijn we gekomen tot een fasering van wijken waar de komende jaren tot 2030 kan worden gestart. Voor enkele startwijken zal eerst een verkenningsfase volgen, om zo het proces naar een wijkuitvoeringsplan goed te kunnen voorbereiden. Een overzicht van deze wijken en de fasering is op de kaart in figuur 8 weergegeven. Elk gebied kent een eigen aanpak. Hiermee krijgt de gemeente Hattem ervaring met alle type aanpakken wat ten goede zal komen aan de transitie naar aardgasvrij in de gehele gemeente. Hieronder is per gebied kort beschreven waarom deze als kansrijk naar voren komt.

### De Hilst

De Hilst is een nieuwe wijk waarin de meeste woningen gebouwd zijn tussen 1990 en nu. In deze buurt lijkt een all-electric oplossing het meest interessant, o.a. vanwege de nu al hoge isolatieniveaus. Hier kunnen aardgasvrije woningen tegen de laagste maatschappelijke kosten gerealiseerd worden. Diverse all-electric oplossingen bieden naast verwarming ook de mogelijkheid voor koeling wat een pluspunt is. Er hoeven relatief weinig aanvullende maatregelen genomen te worden in deze woningen om verwarming met een all-electric oplossing mogelijk te maken. Mogelijk moeten wel de afgiftesystemen (radiatoren) vervangen worden voor lage temperatuurradiatoren. Logischerwijs wordt hierbij aansluiting gezocht bij natuurlijke vervangingsmomenten zoals verhuizing, verbouwing of wanneer de cv-ketel aan vervanging toe is.

De meeste woningen in de wijk zijn particulier bezit. Daarnaast heeft ook Woonstichting Triada huurwoningen in de wijk. Bij deze recente woningen is het uitgangspunt van Triada om geen desinvesteringen te doen en ook de woonlasten van huurders betaalbaar te houden. Verder wordt financiële haalbaarheid voor alle betrokkenen besproken in paragraaf 4.5.

### Bedrijventerrein Netelhorst

Een collectieve aanpak voor het bedrijventerrein Netelhorst ligt voor de hand. De bouwjaren van de gebouwen op Netelhorst liggen voornamelijk tussen 1990 en 2005, maar zijn er ook recentere gebouwen na 2005. Deze gebouwen kunnen door alleen aanpassingen en vervanging van de installatietechniek aardgasvrij worden gemaakt. Bovendien kan een collectieve aanpak de zakelijke rechtvaardiging om voor een WKO of ander bodemenergiesysteem te kiezen sterk worden vergroot en kunnen bedrijven zelfs veel voordeliger uit zijn dan met verwarming op aardgas. Bij het bedrijventerrein Netelhorst is bovendien een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) aanwezig. In een volgende stap zal verkend worden of warmte uit deze installatie gebruikt kan worden voor levering aan bedrijven in de buurt (in combinatie met een bronnet en WKO).

Op het gebied van de brede verduurzamingsopgave voert energiecoöperatie Powered by Hattem binnen de Netelhorst gesprekken met diverse eigenaren en gebruikers om de mogelijkheden te onderzoeken voor het leggen van zonnepanelen op de daken van hun bedrijfspanden.

### De Bongerd en Uilennest

Direct ten westen van het historische centrum van Hattem liggen kansen voor een kleinschalig collectief warmtenet. Het gaat daarbij om in totaal 0,35 ha aan utiliteit zoals voor woonzorgcentrum Hanzeheerd De Bongerd, meerdere winkels en bedrijven, een school, Hof van Blom en ander vastgoed van Woonstichting Triada bij Uilennest en een aantal woningen. Dit gebied is interessant aangezien de warmtevraag voldoende dicht bij elkaar ligt waardoor een businesscase voor een lokaal warmtenet financieel haalbaar wordt.

### Zandkamp Noord

Ook in Zandkamp Noord lijken kansen te liggen om aan de slag te gaan. Het corporatiebezit in dit deel van de wijk is hoog. De meeste woningen van Triada zijn reeds op schillabel B gebracht. Deze woningen moeten echter nog een stap maken om lage temperatuurverwarming mogelijk te maken. Hiervoor kan samen met Triada een aanpak ontwikkeld worden om woningen aardgasvrij te maken. Daarbij kan er naast naar individuele oplossingen ook gekeken worden naar kleinschalige collectieve all-electric oplossingen met bijv. gedeelde bodemlussen. Als hier plannen ontwikkeld worden is het van belang ook te onderzoeken hoe particuliere woningeigenaren hierin mee kunnen doen. En er

kan gekeken worden of een koppeling met geplande werkzaamheden in de openbare ruimte voor de hand ligt. In een aantal straten gaat de riolering vervangen worden en in andere delen worden de wegen vernieuwd. Dat is alleen relevant als er sprake gaat zijn van collectieve all-electric oplossingen.

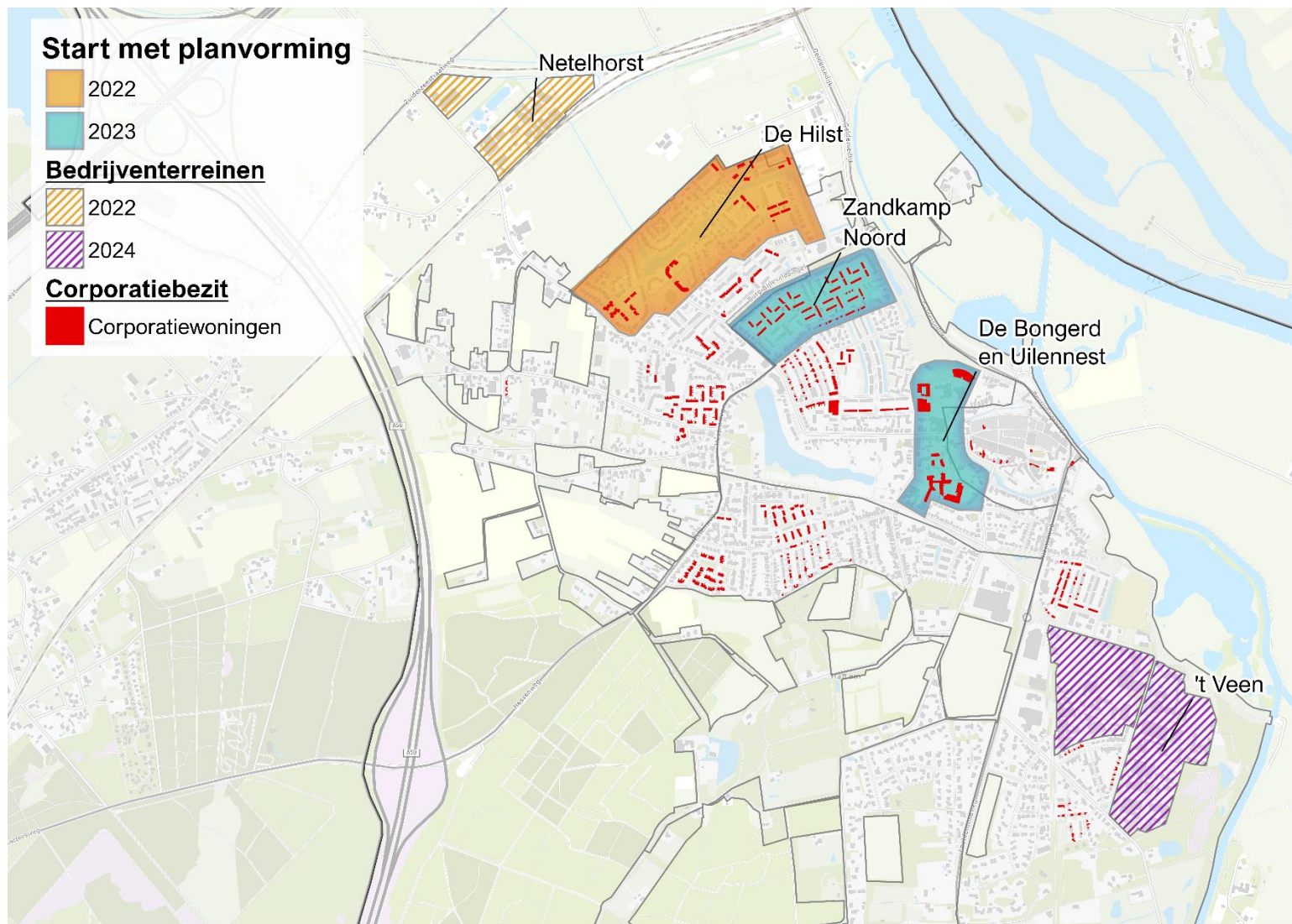
Triada heeft binnen de huidige financiële omstandigheden hiervoor nog geen middelen in haar begroting opgenomen. Naast woningen in Hattem heeft Triada ook bezit in Epe en Heerde. Zij zal naar de gehele vastgoedportefeuille kijken en op basis daarvan besluiten waar de prioriteiten komen te liggen.

### Isolatieaanpak woningen voor 1990

In Hattem en binnen de hele regio Noord-Veluwe staan veel woningen van dezelfde bouwperiode die voor 2030 nog niet van het aardgas af zullen gaan. Als we het hebben over startkansen, dan is een regionale aanpak om oudere woningen te isoleren een logische stap. Dit wordt in paragraaf 4.4 verder beschreven.

### Nieuwbouwwijk en bedrijventerrein 't Veen

Voor bedrijventerrein 't Veen is een gebiedsgerichte aanpak een logische stap. Dit gebied wordt de komende jaren getransformeerd van een bedrijventerrein naar een locatie waar wonen en werken gecombineerd wordt. Sinds 1 juli 2018 is de aansluitplicht van gas voor nieuwbouw vervallen. Nieuwbouw is dus standaard aardgasvrij. Vanaf 2024 zullen hier naar verwachting zo'n 240 aardgasvrije woningen gerealiseerd worden. Van de aanpak in Netelhorst kan geleerd worden om ook in 't Veen stappen te zetten richting aardgasvrije bedrijven.



Figuur 8 - Faseringskaart Hattem

Houd het volgende in gedachten bij het lezen van de startgebieden en de kaart

Een wijk of gebied is niet van de ene op de andere dag aardgasvrij

In de kaart is een tijdsaanduiding gegeven voor de jaren waarin we starten met de warmtetransitie in de eerste wijken. Let wel, het jaar dat is aangeduid om te starten is het jaar dat we met de voorbereidingen gaan beginnen om toe te werken naar wonen zonder aardgas. Dit betekent niet dat in dat jaar de overstap naar aardgasvrij al gemaakt wordt. Starten betekent in dit geval samen met de belangrijke stakeholders in de wijk beginnen met het opstellen van een concreet plan van aanpak voor de wijk. Daarbij worden ook bewoners in de wijk betrokken. In het plan van aanpak worden keuzes gemaakt over de techniek, de organisatie, de financiering, de koppeling met andere opgaven in de wijk en de communicatie - en participatieaanpak. Het totale proces naar een aardgasvrije wijk of gebied kan vijf á tien jaar en soms zelfs langer duren. Dit is afhankelijk van de complexiteit en daaraan gekoppelde benodigde acties en investeringen en de grootte van het gebied. Hoe meer er geïsoleerd moet worden voordat een aardgasvrije technologie kan worden toegepast, hoe langer het over het algemeen zal duren voordat de wijk aardgasvrij is. De complexiteit kan ook toenemen als er in een wijk veel verschillende vastgoedeigenaren aanwezig zijn, die allemaal op een voor hen natuurlijk moment in hun woning willen investeren. Daarnaast kan de overstap versneld worden als de Rijksoverheid ruimte creëert op het gebied van financiering en juridische mogelijkheden.

Grenzen liggen niet vast

We kiezen in de warmtetransitie voor een gebiedsgerichte aanpak, dus wijken, combinaties van wijken of juist delen van wijken staan centraal. Dit betekent natuurlijk niet dat de aanpak ophoudt bij de grens van een wijk, of dat een bewonersinitiatief altijd maar in één wijk mag plaatsvinden. De wijkgrenzen mogen daarom ook niet beperkend zijn. Ze kunnen wel helpen om richting te geven en gebruikt worden om de communicatie op te starten.

Diversiteit binnen wijken is mogelijk

Het feit dat een wijk is aangeduid als kansrijk voor een warmtenet, betekent niet dat elk gebouw in de wijk op een warmtenet aangesloten wordt. Wijken zijn niet homogeen en het kan dus zijn dat in delen van een wijk andere oplossingen kostenefficiënter zijn. We starten bovendien niet in de hele wijk tegelijk, maar eerst met de corporatiewoningen die al voorzien zijn van energielabel B en andere panden met eigenaren die snel kunnen en willen aansluiten. We kijken per fase of particulieren en andere eigenaren mee kunnen en willen doen. Het is daarbij van belang dat er voldoende schaalgrootte is om te kunnen starten in een wijk. De minimale schaalgroottes afhankelijk van de gekozen warmteoplossing.

De route naar aardgasvrij is niet in beton gegoten

De fasering die in deze kaart is aangegeven is een visie. Deze ligt dus niet vast, maar is leidend. Wat zeker is, is dat we de komende jaren eerst beginnen in de wijken die als groen zijn gemarkeerd. De warmtetransitie is een proces van ervaring opdoen en leren in de eerste wijken. Initiatief nemen en rekening houden met flexibiliteit in de uitvoering en fasering zijn daarbij belangrijk. Ook vinden we het belangrijk om initiatieven, die passen binnen de uitgangspunten van deze transitievisie te stimuleren. Het kan dus ook zo zijn dat er in wijken die nu nog niet zijn aangegeven om voor 2025 te starten, toch stappen worden gezet richting aardgasvrij.

Er is keuzevrijheid, maar wel onder voorwaarden

Voor particuliere woningeigenaren geldt dat zij in principe zelf mogen kiezen welke warmteoplossing ze willen toepassen. De praktijk zal echter ook uitwijzen dat er niet altijd keuze is. Er zal bijvoorbeeld niet in alle wijken een warmtenet mogelijk zijn. All-electric zal soms vragen om een netverzwaring die niet is voorzien en duurzaam gas is maar beperkt beschikbaar. Daarnaast is het ook goed om rekening te houden dat het maatschappelijk niet kosteneffectief is om dubbele infrastructuur aan te leggen. We zullen daarom in een wijk waar een collectieve warmteoplossing is gepland, particulieren niet aanmoedigen om te kiezen voor een individuele warmtepomp.

Niet ingekleurd betekent niet niks doen

De wijken die nu ingekleurd zijn op de kaart zijn de start van de warmtetransitie in Hattem. Dat betekent niet dat er in de andere wijken helemaal niets hoeft te gebeuren voor 2030. De noodzaak van het transitiegereed maken van woningen door te isoleren, geldt voor alle woningen in alle wijken. Individuele gebouweigenaren kunnen er altijd voor kiezen om zelf de overstap naar aardgasvrij te maken.

#### 4.4 Voorbereiden van wijken waar we niet starten

We hebben tot 2050 om heel Hattem op een alternatieve manier te verwarmen. De komende jaren gebruiken we om aan de slag te gaan in de buurten zoals benoemd in paragraaf 4.3. Daar leren we van en die geleerde lessen passen we vervolgens toe in de overige buurten van Hattem. Verder geldt in alle gevallen dat het isoleren van een woning richting 'transitiegereed' een stap is die vandaag al genomen kan worden. In deze paragraaf daarover meer.

#### Transitiegereed maken van vastgoed

Minder energieverbruik binnen de gemeente is essentieel om de warmtetransitie een stap verder te brengen. Immers, wat je niet nodig hebt hoeft je ook niet op te wekken. Gezien de grote diversiteit van de bebouwing en bijbehorende eigenaren (grotendeels particulier bezit) in onze gemeente is energiebesparing een thema waar veel winst te boeken is. Het gaat hier niet alleen om isoleren, maar ook om voldoende ventileren en het verminderen van aardgasverbruik door bijvoorbeeld elektrisch koken. Dit draagt bij aan het (stapsgewijs) aardgasvrij maken van het vastgoed. Het vastgoed is op deze manier (deels) al 'aardgasvrij ready' wanneer deze buurten aan de beurt zijn voor de transitie. Daarmee wordt de warmtetransitie voor alle buurten en haar inwoners op termijn makkelijker.



Concreet betekent dit dat woningen met een bouwjaar voor 1990 verder geïsoleerd (en geventileerd) zullen moeten gaan worden. Ook kunnen al stappen gezet worden richting koken op inductie. Samen met de andere gemeenten in de regio en het energieloket ontwikkelen we hiervoor een regionale aanpak.

#### 4.5 De financiën

De oplossingen om woningen aardgasvrij te maken die in dit hoofdstuk staan beschreven zijn niet kosteloos. Investerings in gebouw, infrastructuur en bronnen moeten door stakeholders worden gedragen. Hoe die kosten verdeeld worden en hoe we ervoor zorgen dat de transitie naar aardgasvrij voor iedereen betaalbaar is, zijn vraagstukken die voor een groot deel op landelijk niveau moeten worden opgelost. Wel kunnen we op kleine schaal starten en leren door als vervolg op deze Transitievisie Warmte voor elk van bovenstaande wijken de kosten en onrendabele top (het deel van de investering dat niet kan worden terugverdiend met de inkomsten en besparingen van de investering) in kaart te brengen. Ook gaat de gemeente de mogelijkheden op het gebied van financiering verder onderzoeken. Daarbij houden we rekening met de volgende instrumenten die beschikbaar zijn en ontwikkelingen die verwacht worden op het gebied van financiering:

#### Subsidieregelingen

- PAW proeftuinen aardgasvrije wijken: het ministerie van BZK is een subsidieregeling voor aardgasvrije proeftuinen gestart om in de eerste aardgasvrije wijken onrendabele toppen te verkleinen en lessen voor de uitvoering op te doen. Binnen deze regeringsperiode wil het ministerie gefaseerd 100 proeftuinen subsidie aanbieden. In 2018 is 120 miljoen euro verdeeld over 27 wijken. In 2020 is de tweede ronde opengesteld en de aankondiging van de derde tranche wordt verwacht eind 2020.
- De provincie Gelderland had tot eind 2019 binnen het GEA een subsidieregeling in het leven geroepen om proeftuinen aardgasvrije wijken van de grond te trekken. Daarbinnen bestonden twee subsidieregelingen: een voor het proces betreft wijkuitvoeringsplannen en de andere voor de realisatie van aardgasvrije woningen in een wijkaanpak. Mogelijk volgt nog een nieuwe ronde.
- Europese subsidies kunnen ondersteuning bieden in de vorm van procesgeld of subsidie voor aanleg van nieuwe infrastructuur.
- Investeringssubsidie duurzame energie (ISDE): Particuliere huishoudens en zakelijke gebruikers (waaronder VvE's) die zelf duurzame energie willen opwekken kunnen subsidie aanvragen voor zonneboilers en warmtepompen. De subsidie is afhankelijk van de gekozen maatregel. Je kunt subsidie aanvragen tot en met 31 december 2020, maar de regeling loopt ook daarna nog door.

- Subsidie energiebesparing eigen huis (SEEH) voor eigenaar én bewoner. Vanaf september 2019 kan subsidie worden verkregen mits minimaal 2 energiebesparende isolatiemaatregelen zijn uitgevoerd binnen de bestaande thermische schil.
- Stimuleringsregeling Aardgasvrije Huurwoningen (SAH): regeling om corporatiewoningen met subsidie aan te sluiten op een warmtenet.

#### Leningen

- Het Nationaal Warmtefonds is sinds 3 februari 2020 van start gegaan en biedt langjarige leningen tegen een lage rente voor woningeigenaren en Verenigingen van Eigenaars (VvE's) voor de verduurzaming van woningen. Voorbeelden zijn isolatie, het toepassen van een warmtepomp of de aansluiting op een warmtenet. De aflossingstermijn is 20 jaar en de rente zit ook hier rond de 2 procent.
- Hypothecaire leningen: deze zijn rendabel vanaf €15.000,- vanwege de bijbehorende administratie- en advieskosten.

#### Overig

- Collectieve inkoopacties (o.a. via het regionale energieloket Veluwe Duurzaam) zorgen voor lagere kosten per maatregel, zoals isolatie en zonnepanelen.
- Gebouwwgebonden financiering. De terugverdientijd van duurzaamheidsmaatregelen is vaak langer dan de periode dat mensen in hun huis blijven wonen. Dat weerhoudt woningeigenaren mogelijk nu nog vaak om het huis te verduurzamen. Met gebouwwgebonden financiering wordt de plicht tot aflossing gekoppeld aan de woning en bij verkoop overgenomen door de nieuwe eigenaar. Hierdoor ben je verantwoordelijk voor de financiering tot het moment van verhuizen en verdwijnt de noodzaak om voor die tijd je investering terug te verdienen. Gebouwwgebonden financiering is nu nog niet mogelijk, maar de mogelijkheden worden op nationaal niveau onderzocht.

Deze hulpmiddelen zijn belangrijk om in te zetten, maar duidelijk is dat ze nog niet toereikend zijn om bewoners financieel volledig te ondersteunen in de transitie naar aardgasvrij.

## 5 Handreiking tot uitvoering

In het vorige hoofdstuk zijn potentie gebieden om te starten benoemd. In dit hoofdstuk gaan we verder in op eerste stappen richting uitvoering, en de zaken waar we als gemeente rekening mee moeten houden om de komende jaren samen met onze partners verder te werken aan de overstap naar een aardgasvrije gebouwde omgeving van Hattem.

### 5.1 Samenwerken in de warmtetransitie

De warmtetransitie is ingewikkeld en wordt niet van de ene op de andere dag uitgevoerd. In de voorgaande hoofdstukken hebben we gezien dat het om veranderingen aan gebouwen en infrastructuur gaat, dat er energiebronnen nodig zijn, en dat er grote investeringen bij komen kijken. Deze transitie vraagt ook om nieuwe vormen van samenwerken met gebouwde eigenaren, met bewoners en met het bedrijfsleven. En om veranderingen binnen de gemeentelijke organisatie.

Samenwerken in de warmtetransitie betekent meer dan het naast elkaar uitvoeren van de projecten van de individuele stakeholders. Enerzijds dient er gebiedsgerichte coördinatie te zijn op de (samenhang tussen) specifieke projecten en opgaven. Anderzijds liggen er stevige uitdagingen op gebied van samenwerking, strategie, communicatie & participatie en financiering. Dit vraagt een programma-aanpak met programmasturing. De warmtetransitie is bovendien geen op zichzelf staande opgave, wat ook wordt benadrukt in het collegeprogramma 'Samen Duurzaam'. Denk aan de samenhang met andere duurzaamheidsopgaven, als circulariteit, bewustwording, afval en vergroening van de gebouwde omgeving. Ook is het belangrijk dat ambities en plannen worden afgestemd met de ambities en plannen op andere thema's. Het gaat dan om thema's als verbetering van de inrichting openbare ruimte, het verhogen van de leefbaarheid en het versterken van de sociale cohesie.

De gemeente is regisseur van de warmtetransitie en wil als vervolg van deze transitievisie warmte samen met de belangrijkste partners binnen de gemeente en in de regio een programmastructuur inrichten met bijbehorende uitvoeringsorganisatie, om de ambities van deze visie te kunnen realiseren. Randvoorwaarde is daarbij dat er voldoende gemeentelijke capaciteit beschikbaar komt om de regierol daadwerkelijk te kunnen invullen.

Het doel is uiteindelijk om stappen te maken in de warmtetransitie. Het programma zal dan ook gericht moeten zijn op het werken aan de eerste projecten in de aangewezen kansrijke buurten om hier leerervaringen uit te halen voor het vervolgproces. Omdat nog veel onzeker is in de warmtetransitie vraagt de uitvoering van een programma continue aandacht, regie, monitoring en bijsturing.

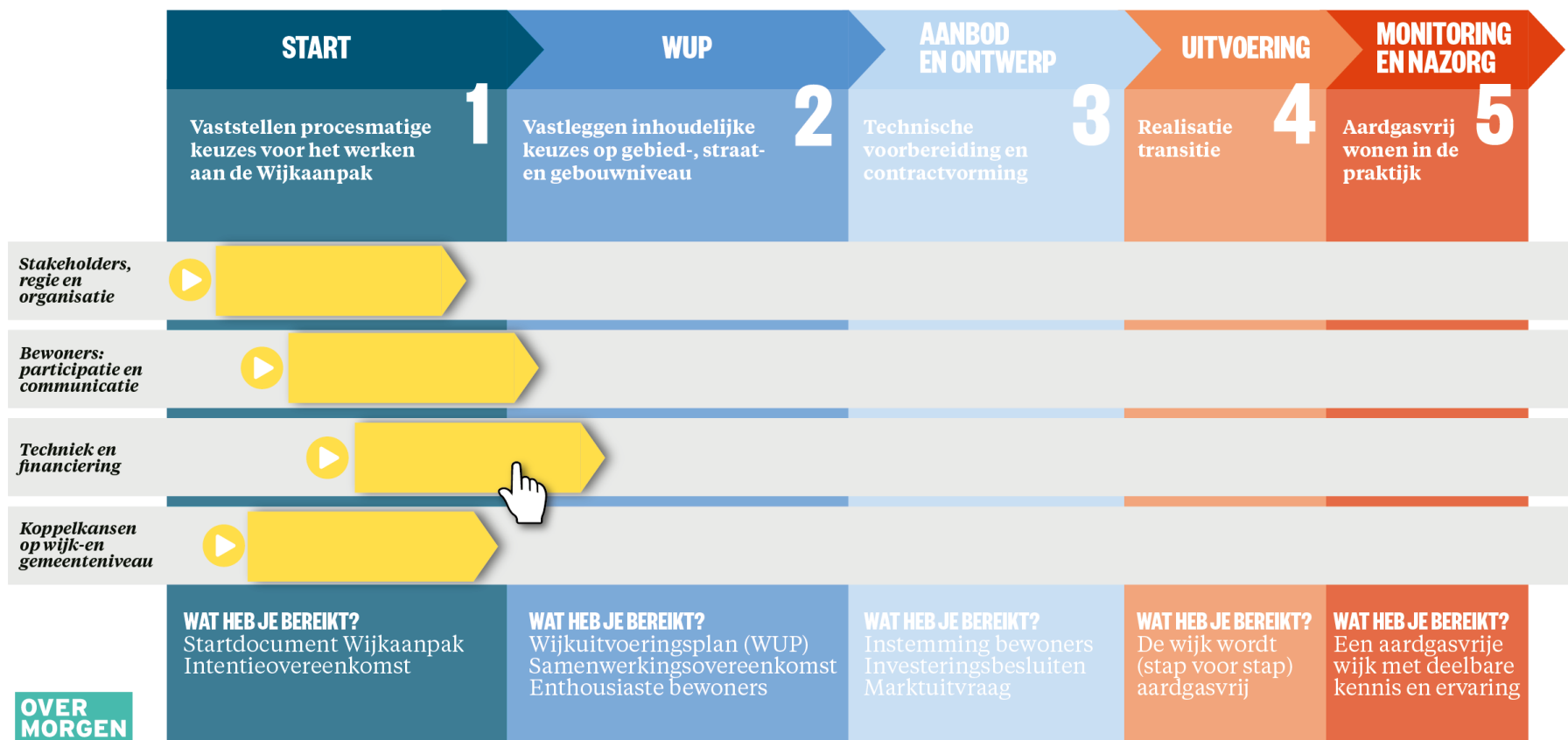
### 1.2 Wijkaanpak

Voordat men aan de slag kan gaan met 'Wijkuitvoeringsplannen' (WUP), moeten eerst de procesmatige keuzes voor de wijkaanpak worden vastgesteld. Een wijkaanpak is een complex en iteratief proces, maar op hoofdlijnen volgen we daarin de volgende vijf fases zoals ook in figuur 9 is gevisualiseerd.

#### *Wijkaanpak: warmtenet of all-electric*

Er bestaat geen "standaard" wijkaanpak. Dat is niet zo vreemd, want de aanpak hangt af van de keuzes die we maken in wijk ten aanzien van het warmtesysteem. Bij de keuze voor een collectief warmtenet, zoals in De Bongerd en Uilennest, bestaat de wijkaanpak voor een groot deel uit technisch-financiële haalbaarheidsonderzoeken naar het warmtenet en participatie van en communicatie met bewoners over de werkzaamheden die zullen plaatsvinden en de consequenties. In een wijk waarbij de voorkeursoplossing een individuele all-electric oplossing is, zoals in De Hilst, zal het accent veel meer faciliterend en informerend van aard zijn. Met nadruk op bewustwording, voorlichting over subsidieregelingen voor bijvoorbeeld het aanschaffen van een warmtepomp, en het stimuleren van collectieve inkoop door en met de buurtbewoners.

# STAPPENPLAN AARDGASVRIJ wijkaanpak



Figuur 9 - Schematische weergave programma



## Fase 1: Start

In deze eerste fase verkennen we de haalbaarheid van een gebiedsgerichte aanpak verder. We maken een voorstel voor de scope, doelstellingen, tijdlijn en uitgangspunten voor de wijk. Ook maken we een eerste technisch ontwerp en een schets van de businesscase. We maken duidelijke samenwerkingsafspraken met alle betrokken partijen en vormen een projectorganisatiestructuur. Deze afspraken leggen we vast in een gezamenlijke intentieovereenkomst om commitment te creëren voor het verdere verloop.

In deze stap gaan we ook met de inwoners in gesprek over hun wensen, voorkeuren en zorgen, zodat we hier vanaf het begin rekening mee houden en inwoners inspraak hebben.

## Fase 2: Wijkuitvoeringsplan

Inhoudelijke keuzes over de wijkaanpak leggen we vast in een Wijkuitvoeringsplan (WUP). Uiteraard doen we dit in samenspraak met de buurt. Dit plan wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de gemeenteraad. Hierin maken we bijvoorbeeld de definitieve technische keuzes (op buurt- en gebouwniveau) en werken we de businesscase verder uit. Bij het uitwerken van de wijkplannen is het wel van groot belang dat er een beslismoment wordt ingebouwd om het plan te beoordelen (o.a. financieel, op “Go or No Go” moment). Als blijkt dat we voor een buurt aanvullende middelen nodig hebben, vragen we subsidies of een proeftuinbijdrage bij het Rijk aan. We werken in deze stap toe naar een concreet aanbod voor inwoners en pandeigenaren.

## Fase 3: Aanbod en ontwerp

We doen een concreet voorstel aan inwoners en pandeigenaren om van het aardgas af te gaan. Dit houdt in dat we duidelijk zijn over de kosten, maar ook over de taken en verantwoordelijkheden die iedereen heeft voor de aardgasvrijtransitie in deze buurt. Naast duidelijkheid over de kosten willen we in deze fase ook aan bewoners duidelijk maken wat het betekent qua comfortverbetering en andere praktische zaken zoals overlast in de straat bij de werkzaamheden in de wijk. Aan het einde van deze stap zijn de afspraken definitief vastgelegd. Hierbij is van belang dat de keuze voor iedereen zo haalbaar en acceptabel mogelijk moet zijn. De gemeente hanteert dit uitgangspunt voordat tot uitvoering wordt overgegaan.

## Fase 4: Uitvoering

Als alle afspraken op papier staan, kunnen we daadwerkelijk aan de slag. Voor warmtenetten betekent dit dat het net wordt aangelegd en de woningen en panden (gefaseerd) worden aangesloten. Voor all-electric kan dit betekenen dat de hele buurt in korte tijd van het aardgas af gaat, maar het is ook mogelijk dat we op een gefaseerde aanpak uitkomen, waarbij inwoners en woningeigenaren op natuurlijke momenten, waarop het hen zelf het beste uitkomt, overstappen.

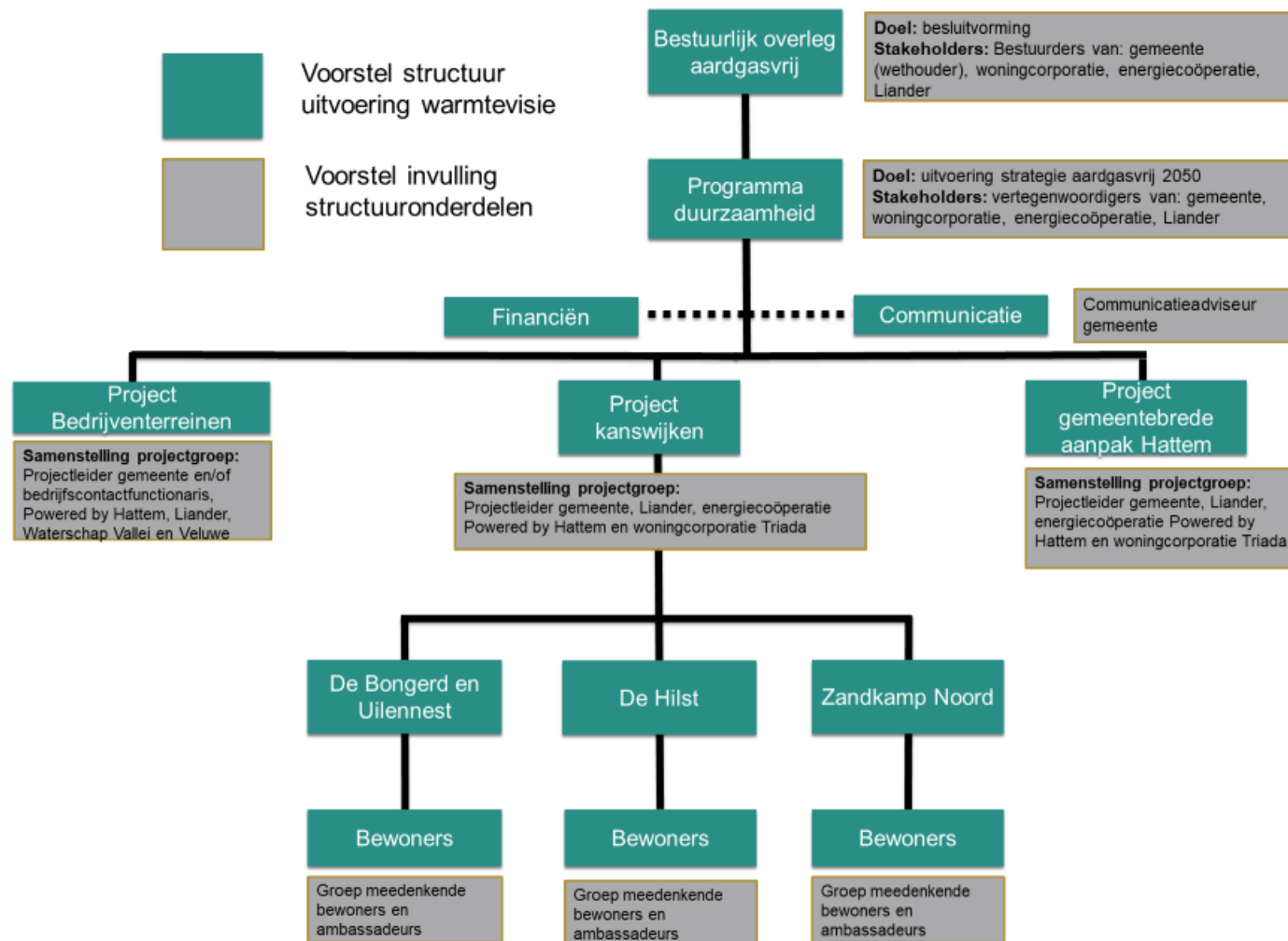
## Fase 5: Monitoring en nazorg

We staan nog maar aan het begin van de warmtetransitie. Dat betekent dat niet alles meteen vlekkeloos zal verlopen. Daarom is het belangrijk dat we als gemeente ook nadat de wijk van het aardgas af is goed in de gaten houden hoe het gaat. Zo kunnen we indien nodig bijsturen en leren we voor de volgende wijken.

## 5.3 Programmatisch werken in Hattem

Het warmtetransitieprogramma wordt opgebouwd uit een aantal projecten. Dit zijn zowel gebiedsgerichte projecten waarin verder wordt gewerkt aan wijkuitvoeringsplannen, als projecten op gemeenteniveau die nodig zijn om ook de rest van Hattem voor te bereiden op de warmtetransitie. De keuze van deze projecten vloeit voort uit de kansen gesignaleerd in hoofdstuk 4. Naast deze projecten zijn er thema's die gebieds- of projectoverstijgend zijn. Deze zorgen voor de samenhang in het programma. In Figuur 10 staat een weergave van het programma zoals dat eruit kan gaan zien in de loop van de tijd.

De organisatie die benodigd is voor de uitvoering van de warmtetransitie zal worden vormgegeven binnen het programma ‘Samen Duurzaam’ van de gemeente. Dit programma houdt zich bezig met bredere duurzaamheidsopgaven zoals circulariteit, bewustwording, afval en vergroening van de gebouwde omgeving. Voor de periode vanaf 2021 moet bekeken worden hoe invulling wordt gegeven aan de organisatie naar aanleiding van de evaluatie van het huidige programma duurzaamheid.



Figuur 10 - Schematische weergave programma

## 5.4 Benodigde capaciteit

In figuur 10 is de programmastructuur geschetst. Het bestuurlijk overleg stuurt het programma aan en zet de kaders. Vervolgens geeft het programma duurzaamheid uitvoering aan het programma aardgasvrij. Uitvoering gebeurt door de werkorganisatie die bestaat uit vertegenwoordigers van de gemeente, Woonstichting Triada, energiecoöperatie Powered by Hattem en andere stakeholders (bijv. Habion) die relevant zijn in de wijk. Ook bewoners worden hierbij betrokken. Het programma met betrekking tot de warmtetransitie kent een aantal sporen, namelijk de projecten 'bedrijventerreinen' (Netelhorst en later ook 't Veen), 'kanswijken', met daarin de gebiedsgerichte aanpak voor De Bongerd & Uilennest, De Hilst en Zandkamp Noord en een 'gemeentebrede' of regionale isolatieaanpak. De werkorganisatie coördineert de verschillende projecten en overkoepelende thema's, zoals financiën, de regionale samenwerking en communicatie en participatie. Per gebiedsgericht project werken we samen met een werkgroep van bewoners. Met hen werken we onder andere aan het wijkuitvoeringsplan.

### COMMUNICATIE & PARTICIPATIE

Per project, maar ook gemeentebreed wordt een communicatie- en participatielijijn uitgezet. Belangrijk daarbij is dat de gemeentelijke communicatie de communicatie op projectniveau ondersteunt. Per project is het vervolgens nodig een eigen communicatie- en participatieplan op te stellen.

Bij het organogram in figuur 10 is een voorzet gedaan voor de benodigde capaciteit binnen de gemeente om de warmtetransitie te kunnen gaan vormgeven zoals voorgesteld in deze transitievisie warmte. In tabel 4 is de minimaal benodigde capaciteit per project aangegeven. Om projecten van de grond te krijgen is het belangrijk hier projectleiders voor aan te stellen. Daarnaast is het belangrijk dat er een communicatieadviseur voor het specifieke project is. Dit vergt minimaal 1 dag in de week inzet. Ook zullen andere afdelingen binnen de gemeente betrokken worden bij de uitvoering van de warmtetransitie en hier tijd voor moeten reserveren. Voor een wijkaanpak is het goed om te rekenen op capaciteit vanuit diverse afdelingen.

Tabel 4 - Benodigde capaciteit uitvoering

Indicatie FTE's voor uitvoering warmtetransitie	
Programmamanagement	0,4
Projectmanagement	1,6
Projectmedewerkers:	
• Projectondersteuning	0,5
• Communicatie & participatie	0,6
• Realisatie en beheer	0-0,2
• Welzijn	0-0,2
• Financiën/subsidieadviseur	0,2
• Vergunningen	0-0,3
<b>Totaal</b>	<b>3,1-4,0 fte</b>

Voor een krachtige uitvoering van deze transitievisie warmte is tenminste 3,1 fte nodig. Het is belangrijk om rekening te houden met deze extra benodigde inzet bij het voorbereiden van de gemeentelijke begroting.

## Bijlage A – Wijkselecties

De in hoofdstuk 4 aangewezen startwijken worden nader onderbouwd in deze bijlage aan de hand van de beslisriteria.

### De Hilst, start vanaf 2022

De Hilst is een nieuwbouwwijk aan de noordkant van Hattem gebouwd tussen 1990 en nu. De woningen zijn vooral in particulier eigendom. Woonstichting Triada heeft hier ook een aantal woningen in bezit.

	<b>Criterium</b>	<b>Toelichting</b>
1	Laagst maatschappelijke kosten	Warmtevraag in Assenrade is met gemiddeld 48 kWh/m <sup>2</sup> al transitiegereed. Ook in de rest van De Hilst is de warmtevraag al relatief laag. Kosten voor een individuele all-electric oplossing zijn hier het laagste van heel Hattem. Ook is de all-electric oplossing robuust en minimaal 30% goedkoper dan een warmtenet.
2	Natuurlijke vervangingsmomenten en samenwerking rondom investeringsplannen.	In de Hilst zijn de corporatiewoningen van Triada al op gemiddeld energielabel B. Een gebiedsgerichte aanpak kan aansluiten bij natuurlijke vervangingsmomenten zoals verhuizing, verbouwing of CV-ketelvervanging.
3	Bruikbare duurzame bron in de nabijheid	Bodemwarmte of zonthermie zijn interessant als bron voor een all-electric oplossing. En bieden voordelen mbt koeling en het voorkomen van potentiële geluidsoverlast van een luchtwarmtepomp.

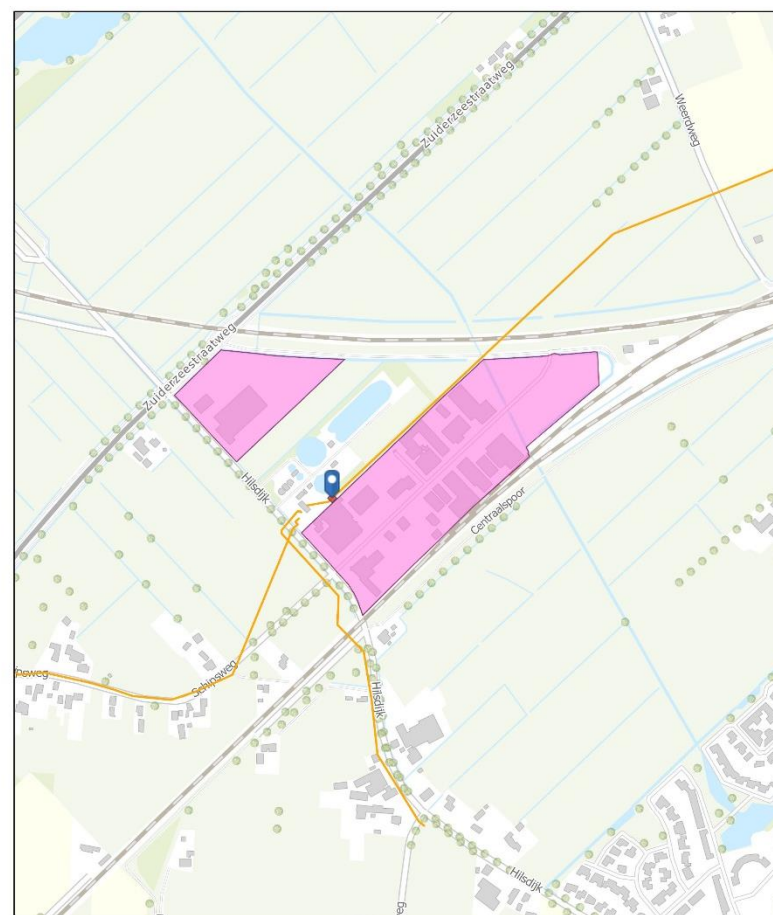


## Bedrijventerrein Netelhorst, start vanaf 2022

Het in het noorden gelegen bedrijventerrein Netelhorst heeft 11 ha aan bedrijvigheid. Het bestaat grotendeels uit lichte industrie, autobedrijven, kantoren en winkels. Er zijn geen grote warmteproducerende bedrijven op dit terrein bekend.

Voor lichte bedrijvigheid zoals autobedrijven, winkels, kantoren etc. is een all-electric aanpak lonend in vergelijking met het gebruik van aardgas. Door een collectieve aanpak kan de zakelijke rechtvaardiging om voor een WKO of ander bodemenergiesysteem te kiezen sterk worden vergroot. Aangezien ook de RWZI zich hier bevindt ligt er mogelijk een kans hier warmte aan te onttrekken en te gebruiken op het bedrijventerrein. Dit in combinatie met een WKO en bronnet.

	criterium	Toelichting
1	Laagst maatschappelijke kosten	Het verwarmen van utiliteitsgebouwen met een warmtepomp levert vaak een interessante businesscase op voor de gebouweigenaar. De warmtevraag van een utiliteitgebouw is ook anders dan die van woningen omdat een lagere temperatuur vaak voldoende is. Dit komt omdat deze gebouwen geen hoge temperatuur vragen door de beperkte vraag naar warm tapwater. Ook is het klimaatsysteem vaker geschikt voor lagere temperaturen en hoeft niet eerst grootschalig te worden geïsoleerd.
2	Natuurlijke vervangingsmomenten en samenwerking rondom investeringsplannen.	Hier kan mogelijk aangesloten worden bij plannen van het waterschap met de RWZI.
3	Bruikbare duurzame bron in de nabijheid	De bodem kent een gemiddelde opbrengst voor warmte- en koudeopslag. Mogelijk ligt er een kans om warmte te onttrekken aan de RWZI van Waterschap Vallei en Veluwe.

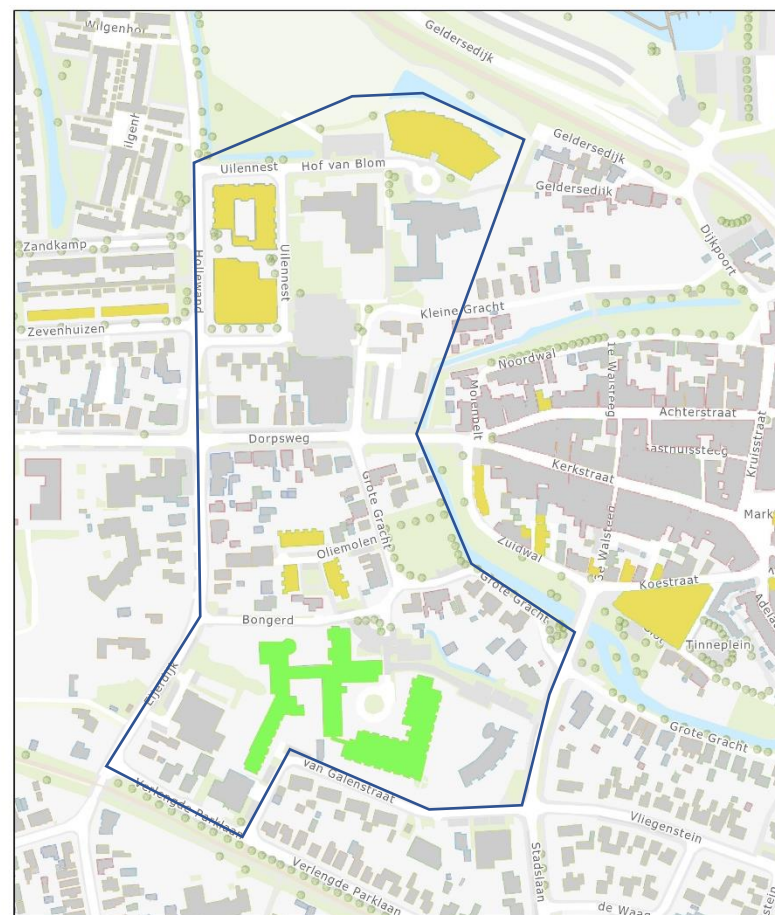


Over Morgen  
Rijswaterstaat

## De Bongerd en Uilennest , start vanaf 2023

Dit gebied kent gebouwen met een aanzienlijke warmtevraag die dicht bij elkaar staan. Dit biedt kansen voor een kleinschalig, collectief warmtenet. Door het combineren van de warmte (en eventueel koude)vraag kunnen systemen worden gedeeld en kosten worden beperkt door schaalvoordelen. Mogelijk kan woonzorgcentrum Hanzeheerd De Bongerd of het Hof van Blom (cv-ketels uit 1999) als startpunt fungeren.

	criterium	Toelichting
1	Laagst maatschappelijke kosten	Door het organiseren en verbinden van de warmtevraag kan toegewerkt worden naar een aantrekkelijke businesscase voor een kleinschalig warmtenet in dit gebied.
2	Natuurlijke vervangingsmomenten en samenwerking rondom investeringsplannen.	Om te kunnen komen tot een kleinschalig warmtenet is het noodzakelijk dat investerings- en vervangingsplannen worden geïnventariseerd en afgestemd. Om te komen tot een warmtenet kan een noodzakelijke tussenstap zijn om van individuele verwarming eerst naar collectieve verwarming te gaan bij diverse gebouwen. Pas later worden deze dan gekoppeld via een warmtenet. Spelers die hiervoor heel belangrijk zijn, zijn woningcorporaties Triada (Hof van Blom en Uilennest) en Habion (De Bongerd).
3	Bruikbare duurzame bron in de nabijheid	De bodem kent een gemiddelde opbrengst voor warmte- en koudeopslag. Mogelijk liggen er ook nog kansen voor aquathermie.



## Zandkamp Noord, start vanaf 2023



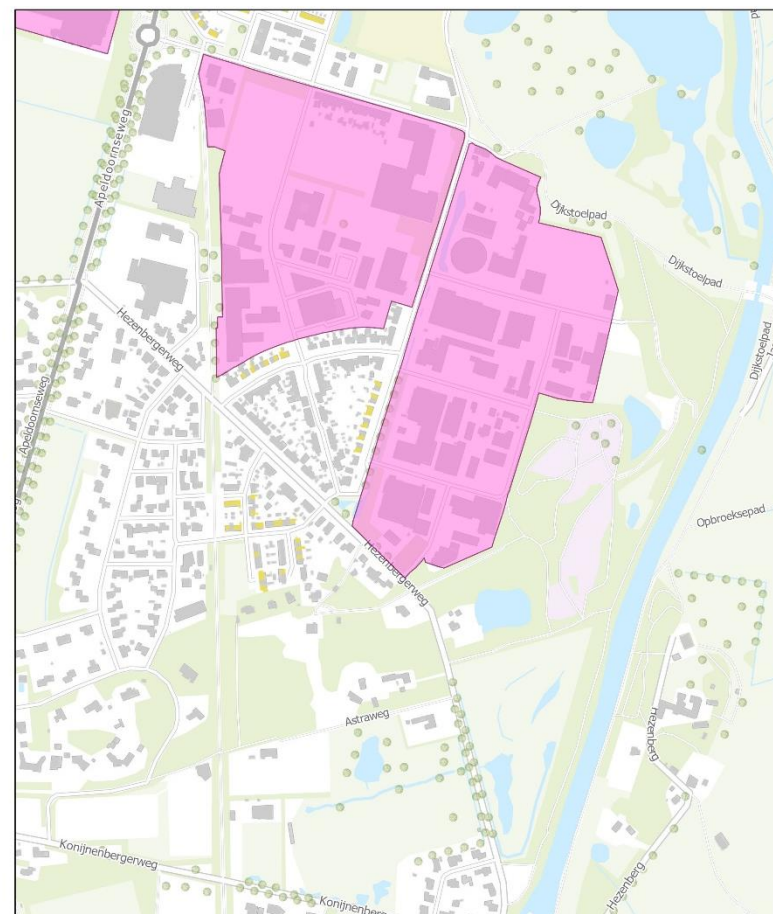
Zandkamp Noord is grotendeels gebouwd tussen 1950 en 1975 en bestaat uit 354 woningen waarvan 183 in handen van Woonstichting Triada (52%). In dit gebied is de komende 15 jaar sprake van rioleringsvervangings in diverse straten en wegvervangings. Mogelijk biedt dit meekoppelkansen.

	<b>Criterium</b>	<b>Toelichting</b>
1	Laagst maatschappelijke kosten	Hier heeft de warmteoptie all-electric de laagst maatschappelijke kosten. Er is echter een grotere investering vereist om lage temperatuurverwarming mogelijk te maken. Daar tegenover staat een grotere daling van het energieverbruik dan in de Hilst
2	Natuurlijke vervangingsmomenten en samenwerking rondom investeringsplannen.	Een groot deel van de woningen is corporatiebezit van Triada. Daarnaast zijn er mogelijk koppelkansen met de vervanging van riolering en wegen in dit gebied. Deze koppelkansen zijn alleen relevant als wordt gekozen voor een zeer kleinschalige collectieve all-electricoplossing. Denk aan het delen van bodemlussen.
3	Bruikbare duurzame bron in de nabijheid	Bodemwarmte of zonthermie zijn interessante warmtebronnen voor deze buurt.

## Bedrijventerrein 't Veen en nieuwbouw, start vanaf 2025

Het in het zuidoosten gelegen bedrijventerrein 't Veen heeft 25 ha aan bedrijvigheid. Het bestaat grotendeels uit lichte industrie, grote winkel- en bouwmarkten en kantoren. Er zijn geen grote warmteproducerende bedrijven op dit terrein bekend. Dit gebied zal vanaf 2024 geherstructureerd gaan worden. En wordt omgevoerd in een woon- en werklocatie.

	criterium	Toelichting
1	Laagst maatschappelijke kosten	De nieuwbouw die in dit gebied verschijnt moet wettelijk aardgasvrij worden gebouwd. Hierdoor ontstaan er kansen om ook de bedrijventerreinen in dezelfde periode aardgasvrij te maken. Dit kan interessante kostenvoordelen opleveren.
2	Natuurlijke vervangingsmomenten en samenwerking rondom investeringsplannen.	Deze ontstaan gelijktijdig met de nieuwbouwplannen. Belangrijk is om samen met de projectontwikkelaars in dit gebied plannen te maken voor de aardgasvrije oplossing die gekozen wordt. Dit om te kijken of hier ook kansen liggen voor de bedrijven om ook de stap naar aardgasvrij te maken tijdens de herstructurering.
3	Bruikbare duurzame bron in de nabijheid	De bodem kent een gemiddelde opbrengst voor warmte- en koudeopslag. Ook aquathermie kan een interessante bron zijn voor dit gebied (in combinatie met WKO en bronnet).





## Bijlage B – Analyse Liander

Liander zoekt actief de samenwerking met gemeenten, woningcorporaties, burgers en andere lokale stakeholders om hen te helpen beslissingen te nemen over een nieuwe duurzame energievoorziening, die zowel in hun eigen belang als in het publieke belang zijn. Het realiseren van het slimste alternatief voor aardgas is afhankelijk van veel lokale factoren. Denk hierbij aan het type woningen in een buurt, de eventuele beschikbaarheid van restwarmte en de wensen van de bewoners. Met een wijkanalyse middels de 'Buurtanalyseapp' faciliteert Liander gemeenten door haar kennis over bestaande netten en over mogelijke nieuwe warmteoplossingen te delen. Deze kennisdeling dient ter ondersteuning van de beslissingen van gemeentes over alternatieve vormen van de warmtevoorziening.

In de tabel hieronder is een inschatting van de kansrijkheid van wijken om van het aardgas af te gaan van Hattem weergegeven op basis van woningcorporatiebezit en afschrijving gasnet. Daarnaast zijn een aantal aanvullende kenmerken opgenomen van de verschillende buurten die verder inzicht geven in deze buurten. Ook is aan de hand van deze applicatie gekeken naar gegevens als geplande vervanging van waterleiding en riool, de ouderdom, afschrijving en materiaalsoort van het gasnet, capaciteit van het elektriciteitsnet, aandeel corporatiebezit in een wijk etc.

De ervaring leert dat deze manier van kijken en zoeken naar samenhang in werkzaamheden en andere koppelkansen een eerste indicatie geeft voor het maken van een keuze van wijken die mogelijk van het aardgas kunnen gaan. Het helpt de zoektocht om te komen tot een keuze in wijken of buurten waar 'van het aardgas gaan' op een zo natuurlijk mogelijk moment kan plaatsvinden.

Het komen tot wijkuitvoeringsplannen vraagt vanzelfsprekend meer dan gegevens uit een applicatie halen. Liander ziet haar input als een goed vertrekpunt voor een selectie van buurten en voor gesprekken met wijkbewoners. Zij realiseert zich dat de keuze voor de laagste maatschappelijke kosten niet op voorhand betekent dat dit ook voor Liander de minst mogelijke kosten meebrengt. Voor Liander is het dan ook van belang om nauw betrokken te blijven bij de verdere planvorming. Daarnaast zijn keuzes van invloed op de configuratie van het gasnet. Het aardgasloos maken van een wijk of buurt kan van invloed zijn op andere wijken en buurten en op het gehele energiesysteem in een gemeente. Daarnaast is van belang om continu ook de impact op het elektriciteitsnet te monitoren en door te rekenen, zodat we tijdig de juiste maatregelen kunnen nemen vanuit Liander.

Buurt	Woningcorporaties (%)	Afschrijving gasnet (%)	Kans: (WoCo (%) + afschrijving gasnet (%)) / 2	Grondroerings-gevoelige leidingen (%)	Woningen energielabel A-B (%)	Woningen energielabel C-D (%)	Woningen energielabel E-G (%)	Stedelijkheid (CBS)	Modus bouwjaar
Zandkamp en omgeving	41	68	55	12	22	54	23	3	1964-1973
Hogenkamp en omgeving	26	80	53	7	6	57	37	4	1945-1963
De Hilst	32	69	51	7	58	37	5	4	1974-1990
Binnenstad	13	80	47	4	17	19	64	4	1900-1944
Villapark	0	90	45	23	13	28	59	5	1900-1944
Verspreide huizen Koeweg en Molecaten	3	87	45	20	15	22	63	4	1900-1944
Verspreide huizen bosgebied	0	81	41	8	15	30	55	5	1991-2004
Ten oosten van Apeldoornseweg	16	63	40	19	19	21	60	5	1945-1963
Verspreide huizen Hoenwaard	0	77	39	0	12	19	69	5	1945-1963
Verspreide huizen Gelderse Dijk en omgeving	1	77	39	7	32	21	48	5	>=2005

## Bijlage C – Warmte-opties

Er zijn vier verschillende energie-infrastructuren denkbaar om de gebouwde omgeving te kunnen verwarmen:

- Gasnet
- All-electric
- Bronnet
- Warmtenet

### Gasnet

In veel wijken zal het gasnet nog wel even blijven liggen. Als gekozen wordt om het bestaande gasnet te laten liggen is het van belang om duidelijkheid te geven aan vastgoedeigenaren voor hoelang dit nog het geval is. Hierdoor krijgen eigenaren de tijd om de noodzakelijke maatregelen te nemen.

### INDIVIDUELE GASKETEL EN HYBRIDE WARMTEPOMP

Als het gasnet voorlopig nog blijft liggen, dan kan er eventueel naast de individuele HR-ketel ook een hybride warmtepomp geplaatst worden in de woning om het gasgebruik te beperken. De voorwaarde is wel dat de woning het basisisolatieniveau bereikt heeft, zodat de warmtepomp optimaal kan functioneren.

### All-electric

'All-electric' betekent dat er alleen een elektriciteitsnet naar de wijk toe komt. Als dat het geval is, dan is er een warmte-opwekinstallatie in de woning of het gebouw nodig die alleen elektriciteit gebruikt. Omdat de warmte in de woning wordt opgewekt met bijvoorbeeld infrarood of een warmtepomp, zal de vraag naar elektriciteit op koude dagen sterk toenemen in de wijk. De (over)capaciteit in het bestaande elektriciteitsnet is echter beperkt en deze is bijvoorbeeld ook nodig voor de realisatie van laadpalen voor elektrische mobiliteit. Het elektriciteitsnet zal dus verzwakt moeten worden, niet alleen op wijkniveau, maar ook op gemeentelijk, regionaal, nationaal en internationaal niveau.

All-electric leent zich daarom minder voor een wijkgerichte aanpak, omdat er vaak beperkingen zijn om het elektriciteitsnet te verzwaken. Rekening houdend met het feit dat we in de toekomst warmte kunnen gaan opslaan in woningen, is het ook sterk de vraag of het verstandig is om op korte termijn al hele wijken gelijktijdig elektrisch te gaan verwarmen. Dit kan ertoe leiden dat er zeer hoge

kosten gemaakt gaan worden voor netverzwaring op wijkniveau, die in de toekomst niet nodig blijken. All-electric is daarom een alternatief dat zich meer leent om organisch te ontwikkelen verspreid over meerdere buurten en wijken in een gemeente. Met name voor eengezinswoningen en gebouwen in buurten waar een collectieve warmteoplossing geen logische oplossing is en waarvan de woningen al goed geïsoleerd zijn, of bij kleinschalige nieuwbouwprojecten. Uitgaande van de huidige stand van de techniek kan je alleen met warmtepompen of infrarood verwarmen als de woningen minimaal op het basisisolatieniveau is, waarbij de warmtevraag voor ruimteverwarming 65 kWh/m<sup>2</sup> of lager is. Bij warmtepompen moeten dan vaak ook de radiatoren vervangen worden door laagtemperatuur radiatoren.

### Efficiëntie van warmtepompen en infraroodpanelen

Een warmtepomp gebruikt de temperatuur van de omgeving als bron. Dat zorgt ervoor dat er meer energie in de vorm van warmte wordt opgewekt dan dat er aan elektriciteit wordt gebruikt. Van 1 kWh elektriciteit kan een warmtepomp 3-6 kWh aan warmte produceren (COP van 3-6). Bij infraroodpanelen is de omzetting van elektriciteit naar warmte één staat tot één, veel minder efficiënt dus. Infraroodpanelen hebben wel het voordeel dat ze alleen aan hoeven te staan op het moment dat er een persoon aanwezig is in de ruimte (in tegenstelling tot andere technieken) waardoor ze in praktijk wel wat efficiënter zijn dan doet vermoeden. Ander nadeel van infraroodpanelen is dat ze in de toekomst niet gecombineerd kunnen worden met een warmtebatterij in de woning, waardoor grootschalige toepassing lastig zal worden. Je hebt warmtepompen die lucht gebruiken als warmtebron (lucht-waterwarmtepompen) en die water gebruiken als warmtebron (water-waterwarmtepompen). Een lucht-water-warmtepomp gebruikt als bron bijvoorbeeld

Voor het benutten van energie uit buitenlucht is een buitenunit nodig. Voor het benutten van warmte uit de bodem moet er een bodemlus geboord worden onder de woning of in de tuin. Voor het benutten van zonthermie moeten er thermische zonnepanelen geplaatst worden op het dak van de woning. Grotere gebouwen kunnen ook gebruik maken van een eigen warmte- en koude opslaginstallatie (WKO) om gebruik te maken van bodemenergie als warmtebron.

Naast de warmtepomp of de infraroodpanelen komt er een boiler van minimaal 150 liter voor warm tapwater in de woning. Deze ruimte moet wel beschikbaar zijn. Bij infraroodpanelen en lucht-water-warmtepompen zal het elektriciteitsnet meer verzwaard moeten worden dan bij water-water-warmtepompen.

#### **Zonthermie als bron voor een warmtepomp**

Met de nieuwe generatie zonthermische panelen wordt er, óók als er geen zon is, warmte geproduceerd. Dit kan doordat het paneel behalve uit zon- en daglicht ook heel goed warmte kan winnen uit de buitenlucht. Hierdoor kan ook 's nachts en in de winter voldoende warmte geleverd worden aan een water-water-warmtepomp, zodat deze net zo efficiënt warmte kan produceren als een warmtepomp met een bodemlus. Voordeel is dat deze oplossing veel eenvoudiger is te installeren dan het boren van een bodemlus. De zonthermische panelen kunnen gecombineerd worden met zonnepanelen voor het opwekken van elektriciteit.

Omdat er geen gasnet is en ook geen warmtenet bestaat er het risico dat huiseigenaren de keuze maken om houtachtige biomassa te gebruiken, bijvoorbeeld met een pelletketel. Deze oplossing moet echter niet gestimuleerd worden in verband met de risico's op uitstoot van fijnstof en schaarste en betaalbaarheid van houtpellets op de langere termijn.

#### **Bronnet**

Een bronnet is een aanvulling op all-electric. Een bronnet transporteert laagwaardige warmte naar meerdere woningen en gebouwen als bron voor een warmtepomp in de woning of het gebouw. Ook bij deze infrastructuur moet de capaciteit van het elektriciteitsnet in de wijk dus worden verhoogd.

Aangezien een warmtepomp ook op woning- of gebouwniveau in veel gevallen een efficiënte bron kan hebben, zal een bronnet voor woningen in de meeste gevallen geen logische optie zijn. In wijken waar in hoge dichtheid gebouwd is, kan er mogelijk beperkt ruimte zijn voor potentiële bronnen, waardoor een bronnet een optie kan zijn. Echter is in dat geval vaak een warmtenet een logischere keuze. De verwachting is daarom dat een bronnet met name ingezet

zal gaan worden als bron voor warmtepompen, die warmte leveren aan een warmtenet in een wijk of een bedrijventerrein.

#### **Warmtenet**

Een warmtenet is een infrastructuur van ondergrondse leidingen die warm water vervoeren naar meerdere gebouwen tegelijkertijd. Er is dan sprake van een collectieve warmtevoorziening. Het overgrote deel van de woningen en gebouwen die zijn aangesloten op het warmtenet zijn aangesloten sinds het moment dat ze zijn gebouwd. Er is nog weinig ervaring met bestaande woningen aansluiten.

#### **Nieuwe generatie warmtepompen**

Er komen steeds meer nieuwe generatie warmtepompen op de markt, die een grotere temperatuursprong kunnen maken door gebruik te maken van andere koudemiddelen, zoals ammoniak (NH<sub>3</sub>) en CO<sub>2</sub>. De nieuwe generatie warmtepompen zijn oorspronkelijk ontwikkeld voor de industrie en worden daar al jaren toegepast. Het is dus al een bewezen techniek. Dit type warmtepompen is daarom uitermate geschikt voor het leveren van warmte aan een collectieve installatie in gebouwen of aan warmtenetten in wijken. Speciaal voor woningen is er nu ook een individuele lucht-water-warmtepomp op de markt met als koudemiddel CO<sub>2</sub>, die zonder problemen 70°C kan produceren. Voordeel is dat je dan dus niet meer de bestaande radiatoren hoeft te vervangen. Nadeel is dat ze wel minder energie-efficiënt zijn. De verwachting is dat er ook water-water-warmtepompen voor woningen op de markt komen met dezelfde eigenschappen. Om op grotere schaal individuele warmtepompen in wijken toe te passen is het wel van belang dat er technieken komen om warmte compact in de woning op de slaan. Dat vraagt wel de nodige innovatie en extra ruimte in de woning.

De bestaande netten in oudere wijken leveren een temperatuur van maximaal 90°C aan de woningen en gebouwen (hoog temperatuur). Nieuwere wijken zijn beter geïsoleerd. De aanvoertemperatuur is daar dus lager, circa 70°C (midden temperatuur). Bij nieuw te bouwen wijken kan worden overwogen om de aanvoertemperatuur verder te verlagen naar 40°C (laag temperatuur). Bij

woningen moet dan wel een aanvullende boostervoorziening geplaatst worden in de woning voor warm tapwater, in praktijk zien we dat daarom vaak ook bij nieuwbouwwoningen wordt gekozen voor een midden temperatuur warmtenet.

Om in een bestaande wijk een warmtenet te realiseren is er voldoende schaalgrootte en dichtheid van gebouwen nodig. Hoe hoger de temperatuur, die met de beschikbare warmtebron kan worden geleverd, hoe eenvoudiger de schaalgrootte kan worden bereikt, omdat er dan meer woningen geschikt zijn om aan te kunnen sluiten. Woningcorporaties, die vaak meerdere woningen bezitten in wijken kunnen makkelijker de benodigde schaal bereiken dan particuliere woningeigenaren. Bij een warmtenet komt er per gebouw of cluster van eengezinswoningen of kleinere gebouwen een afleverstation. Hier kan de temperatuur worden geregeld. De temperatuur van het net kan dus lokaal worden verlaagd als een gebouw daarvoor geschikt is.

#### Energiebronnen

Bij iedere energie-infrastructuur hoort een andere energiedrager. Dit is respectievelijk gas (gasnet), elektriciteit (E-net) en/of water (warmtenet). Bij de verschillende energiedragers horen verschillende bronnen en (on)mogelijkheden om energie, die nodig is voor het verwarmen van woningen en gebouwen, op te slaan. Daarnaast is de meest geschikte bron en bijhorende energie-infrastructuur ook sterk afhankelijk van de schaalgrootte, die kan worden gerealiseerd.

#### FOSSIELE BRONNEN

In elk scenario en bij elke infrastructuur zijn we in de energietransitie voorlopig nog afhankelijk van fossiele bronnen. Geleidelijk zullen we eerst afscheid nemen van kolen en daarna ook van aardgas. Deze uitfasering kost tijd, daarom is het tijdelijk gebruik maken van fossiele bronnen noodzakelijk. Bij de keuze voor een nieuwe energie-infrastructuur is het wel belangrijk dat er voldoende en bewezen alternatieven beschikbaar zijn, zodat de fossiele bronnen zo snel als mogelijk uitgefaseerd kunnen worden. Belangrijk is dus dat door de keuze minder fossiele brandstoffen nodig zijn en de afhankelijkheid ervan zoveel als mogelijk beperkt wordt.

#### Afhankelijkheid van fossiele bronnen

Tijdens de energietransitie blijven we afhankelijk van fossiele bronnen. Een goed voorbeeld van deze afhankelijkheid is een woning die zonnepanelen heeft liggen op het dak. Het grootste deel van de energie, die wordt opgewekt door de panelen kan niet gelijktijdig worden gebruikt in de woning en wordt dus terug geleverd aan het elektriciteitsnet en elders gebruikt. Als het donker is of bewolkt en de panelen niet of nauwelijks elektriciteit produceren, wordt er elektriciteit uit het elektriciteitsnet gebruikt. Deze elektriciteit wordt opgewekt met een mix van bronnen, nu nog circa 80% fossiel (aardgas en kolen). Dat neemt niet weg dat het goed is dat er zonnepanelen op daken worden geplaatst. Al het dakoppervlak in Nederland moet namelijk zoveel als mogelijk benut worden voor de productie van hernieuwbare elektriciteit.

#### ALTERNATIEVE BRONNEN VOOR AARDGAS

De alternatieve bronnen voor aardgas zijn beperkt, zeker voor de grote hoeveelheid aardgas, die nu in Nederland en de rest van de wereld gebruikt wordt. Naast biogas/groen gas wordt waterstof vaak genoemd als alternatief voor aardgas. Waterstof is geen bron maar een energiedrager en wordt gemaakt van aardgas of van elektriciteit. Het is niet te verwachten dat waterstof een grote rol gaat spelen als energiedrager in de gebouwde omgeving. Uiteraard wel als grondstof voor de industrie en mogelijk als energiebron voor (zwaarder) transport en de industrie.

#### ALTERNATIEVE BRONNEN VOOR ELEKTRICITEIT

Net als in alle sectoren, gaat ook voor het verwarmen van de gebouwde omgeving, elektriciteit een nog grotere rol spelen. Met name voor het opwekken van warmte met warmtepompen in woningen, gebouwen en wijken zal de vraag naar elektriciteit stijgen. Deze elektriciteit moet dan wel duurzaam opgewekt worden. Zon en wind zijn daarvoor de meest logische bronnen voor Nederland op dit moment. Verduurzaming is een hele grote opgave. De huidige elektriciteitsmix in Nederland bestaat namelijk nog voor circa 80% uit fossiele bronnen.

Nu is elektriciteit altijd beschikbaar, omdat kolen-, gas en kerncentrales het gehele jaar door kunnen leveren op basis van de vraag. Maar in de toekomst zal het elektriciteitsaanbod veel minder constant en ook deels seizoen afhankelijk zijn door een groter aandeel van zonne-energie en windenergie. Het opslaan van energie en in dit geval dus warmte is noodzakelijk. Bij de keuze voor de energie-infrastructuur is het daarom nodig om meer rekening te houden met de (on)mogelijkheid om energie op te slaan. Belangrijk daarbij is te vermelden dat voor het voeden van warmtepompen elektriciteit uit windenergie veel meer geschikt is dan zonne-energie, omdat in het stookseizoen het aanbod van wind vele malen hoger ligt.

#### RESTWARMTE

Restwarmte komt vrij bij een productieproces. Er zijn vele verschillende soorten van restwarmte met ook verschillende temperaturen. Voor bestaande warmtenetten is restwarmte de meest voorkomende bron. Een mogelijk nadeel van restwarmte is de beschikbaarheid. Er zijn maar een beperkt aantal locaties waar restwarmte benut kan worden voor het verwarmen van de gebouwde omgeving en het is in sommige gevallen onzeker hoe lang de warmte beschikbaar blijft. Omdat restwarmte een relatief goedkope bron is, moet het daar waar mogelijk worden benut voor de ontwikkeling van warmtenetten. Het is dan wel van belang dat er een alternatieve duurzame warmtebron op locatie beschikbaar is, zodat de leveringszekerheid van warmte kan worden gegarandeerd voor een zeer lange tijd.

#### BIOMASSA

Van biomassa in de vorm van bijvoorbeeld hout, bermgras, mest, slib, zeewier en mogelijk ook algen kan energie geproduceerd worden. De energie kan geproduceerd worden voor alle energiedragers en dus in alle sectoren, dus ook voor industrie en transport, worden ingezet. Biomassa is echter schaars. Voor biomassa geldt nog meer dan voor restwarmte dat de beschikbaarheid op langere termijn onzeker is. Als warmtebron voor de gebouwde omgeving moet er daarom zeer zorgvuldig mee omgegaan worden. Bovendien is het de vraag of biomassa direct ingezet moet worden als energiebron. Vaak zijn er andere routes waarin biomassa een hogere waarde heeft.

Belangrijk is om de schaarse biomassa alleen in te zetten als transitiebron bij de ontwikkeling van nieuwe warmtenetten in de bestaande gebouwde omgeving eventueel in combinatie met nieuwbouw. En dan met name daar waar er geen

alternatieve bron, zoals restwarmte beschikbaar is. Het is dan wel van belang dat er een alternatieve duurzame warmtebron op locatie beschikbaar is, zodat de leveringszekerheid van warmte gegarandeerd kan worden. De lokale warmtenetten op biomassa moeten daarom toewerken naar een aanvoertemperatuur van maximaal 70°C. Bij een hogere aanvoertemperatuur is het advies om goede afspraken te maken met de vastgoedeigenaren, zodat de temperatuur voor het einde van de exploitatieduur van de biomassawarmtecentrale verlaagd kan worden. Het verbranden van hout of houtpellets in woningen is niet efficiënt en moet daarom voorkomen worden. Ook het inzetten van biomassa bij de ontwikkeling van een warmtenet voor een nieuwbouwwijk moet niet gestimuleerd worden.

Energie uit de bodem en diepere aardlagen Uit de bodem en uit diepere aardlagen kan warmte onttrokken worden. Een vuistregel; elke kilometer neemt de temperatuur met circa 30° C toe. Dus hoe dieper je boort, hoe hoger de temperatuur. Of je op een bepaalde diepte in Nederland deze warmte ook daadwerkelijk uit de aarde kan winnen, is sterk afhankelijk van de lokale eigenschappen van de aardlagen.

Bron	Diepte	Temperatuur
Bodemlussen of WKO	Tot 250 meter	10 - 15 °C
Ondiepe geothermie	250-1000 meter	20 - 40 °C
Diepe geothermie	1-4 kilometer	40 - 100 °C
Ultradiepe geothermie	4-6 kilometer	100 - 180 °C

#### AQUATHERMIE

Met alle thermische energie uit water (aquathermie) kan in potentie een heel groot deel van de gebouwde omgeving verwarmd worden. In Hattem is de theoretische potentie groot. Om deze bronnen te kunnen benutten zullen er wel warmtenetten ontwikkeld moeten worden in wijken met een aanvoertemperatuur van maximaal 70 °C of kan er gebruik gemaakt worden van een bronnet bij bedrijventerreinen en nieuwbouw. Voordeel is dat het op een kleinere schaal kan worden toegepast dan bij andere potentiële bronnen voor warmtenetten, zoals bij restwarmte en geothermie vaak het geval zal is. Door energie uit oppervlaktewater te onttrekken verbetert de waterkwaliteit en het vermindert ook hittestress. Voorbeelden van energie uit afvalwater zijn warmte uit het riool (riothermie) en uit het gezuiverde afvalwater (effluentwater) bij een

rioolwaterzuiveringsinstallatie. Bij laagwaardige warmtebronnen, zoals aquathermie is het van belang om te vermelden dat er elektrische warmtepompen nodig zijn om de warmte op het vereiste temperatuurniveau te krijgen voor het verwarmen van de woningen en deze te voorzien van warm tapwater. Er is bij de inzet van warmtepompen dus op termijn voldoende duurzame elektriciteit nodig.

#### **Verwarmen met oppervlaktewater**

Oppervlaktewater wordt in de zomer sterk opgewarmd. Deze warmte kan onttrokken worden en tijdelijk worden opgeslagen in WKO-bronnen. In het stookseizoen kan deze warmte van circa 20 °C gebruikt worden als bron voor een warmtepomp. Deze kan warmte tot circa 70° C leveren aan een gebouw of warmtenet. Vanuit de WKO-bron kunnen gebouwen ook gekoeld worden, maar dit is voor de werking van het systeem niet noodzakelijk. Een warmtepomp kan ook direct warmte onttrekken uit het oppervlaktewater zonder gebruik te maken van een WKO-bron. Dit is wel minder efficiënt en hierdoor kan er ook minder warmte benut worden.

#### **ZONTHERMIE**

Tot nu toe heeft zonthermie nauwelijks een rol gespeeld in de warmtetransitie. Enkel voor de opwek van een deel van het warm tapwater (zonneboilers) is deze techniek kleinschalig in Nederland toegepast. Voor ruimteverwarming was simpelweg de overbrugging tussen zomer en winter te lang. Maar ook dit gaat veranderen. De nieuwe generatie thermische zonnepanelen kunnen gedurende een langere tijd warmte uit de omgeving halen, niet alleen uit zon, maar ook uit licht en buitenlucht. Dit is voldoende om zonder opslag een bron te kunnen zijn voor een warmtepomp in een woning gebouw of in de wijk. Ook kunnen er collectoren gemaakt worden in asfaltwegen. Door de ontwikkeling van warmteopslag kan (op termijn) zonthermie ook ingezet worden om een groot deel van het jaar een gebouw direct te verwarmen. Afhankelijk van het seizoen kunnen er temperaturen van tussen de 40 en 80° C worden gehaald in een warmtebuffer. Met beperkte inzet van een warmtepomp kan het gehele jaar door warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater geleverd worden.

#### **Energieopslag**

Warmteopslag wordt meestal geassocieerd met warmte- koudeopslag in de bodem (WKO-bronnen). Echter worden er in WKO-bronnen, op circa 50-250 meter diepte, temperaturen van maar 10-25 °C opgeslagen. Er is dus aanvullend een warmtepomp nodig om gebouwen en woningen met deze brontemperatuur te kunnen verwarmen. Warmteopslag, waarmee direct kan worden verwarmd met temperaturen tussen de 30°C en 90°C, wordt echter nog weinig toegepast. De verwachting is dat dit zal sterk gaan veranderen, omdat de capaciteit van het elektriciteitsnet in Nederland haar beperkingen kent.

#### **DE NOODZAAK VAN WARMTEOPSLAG**

De vraag naar warmte voor het verwarmen van gebouwen en woningen is zeer seizoensgebonden. De vraag naar warm tapwater is het gehele jaar vrij stabiel en heeft pieken in ochtend- en avonduren. Ruimteverwarming heeft echter een enorme dip in de zomer en een zeer hoge piekvraag op koude dagen.

Warmteopslag maakt het mogelijk om het benodigde piekvermogen van een warmteopwekker, zoals een warmtepomp, te verkleinen. Een traditionele gasketel is een goedkope technologie waarbij het gebruikelijk is om het benodigde ketelvermogen te dimensioneren op de piek warmtevraag voor ruimteverwarming en/of warm tapwater. Het huidige gasnet heeft hiervoor voldoende capaciteit. Het huidige elektriciteitsnet heeft echter deze capaciteit bij lange na niet. In het geval van de overstap van een gasketel naar warmtepompen moet het huidige net dus verzaamd worden. Als dit voorkomen of beperkt kan worden, bespaart dat veel geld voor de maatschappij. Ook is de investering in een warmtepomp relatief hoog, dus hoe kleiner de warmtepomp, hoe beter de businesscase. Daarnaast werkt een warmtepomp het meest optimaal wanneer deze continue kan draaien en is de technologie minder geschikt om in een korte tijdspanne een grote hoeveelheid water te verwarmen. Daarom worden warmtepompen die nu al toegepast worden in woningen bijvoorbeeld al gecombineerd met een boiler van circa 150 liter om warm tapwater voor één dag op te slaan.

Door een warmtepomp te combineren met warmteopslag voor niet alleen warm tapwater maar ook ruimteverwarming kan de warmtepomp (nog) kleiner uitgevoerd worden, kan deze meer draaiuren maken en hoeft het elektriciteitsnet dus minder verzaamd te worden.

Een ander belangrijk aspect, dat meegenomen moet worden, is dat ook aan de bronzijde veel gaat veranderen. Nu is elektriciteit altijd beschikbaar, omdat kolen- en gascentrales het gehele jaar door kunnen leveren op basis van de vraag. Maar in de toekomst is het aanbod van zonne-energie en windenergie veel minder constant en ook deels seizoen afhankelijk.

Het vierde voordeel dat een warmtepomp in combinatie met warmteopslag biedt, is de mogelijkheid voor vraagsturing. Wanneer de elektriciteitsprijs laag is of er overschotten zijn van (zelf) opgewekte hernieuwbare elektriciteit kan de warmteopslag gevuld worden voor gebruik op een later moment. Op momenten dat er een piek is in de elektriciteitsvraag wordt (ook) warmte vanuit de warmteopslag geleverd. Opslag is dus noodzakelijk om de elektriciteit, die een warmtepomp gebruikt, CO<sub>2</sub> neutraal op te kunnen wekken.

#### HET TOEPASSEN VAN WARMTEOPSLAG

De ontwikkelingen op het gebied van warmteopslag staan niet stil. Om warmteopslag in woningen in combinatie met warmtepompen toe te kunnen passen moet echter nog wel een grote sprong gemaakt worden. Voor een waterbuffer is er simpelweg geen ruimte en compacte technieken, die breed toepasbaar zijn in woningen, zijn nog niet marktrijp. Bij een collectieve oplossing voor een gebouw of bij een warmtenet in combinatie met een warmtepomp kan met de huidige stand van de techniek wel al warmte opgeslagen worden. Grote buffervaten boven of ondergronds kunnen als warmtebatterij dienen. Bij warmtenetten wordt deze techniek al toegepast. Er worden ook nieuwe compactere warmtedragers uitgetest en ontwikkeld, zoals phase change materials (PCM's) en thermochemische warmtebatterijen.

## Bijlage D – Warmtetransitiemodel

Het Warmtetransitiemodel van Over Morgen geeft beleidsmakers, adviseurs, energiebedrijven en netwerkbedrijven inzicht in de opties en kosten daarvan voor een aardgasvrije gebouwde omgeving. Het model geeft inzicht in twee aspecten:

1. De laagste maatschappelijke transitiekosten per buurt of wijk voor verschillende warmteopties.
2. Gebieden die kansrijk zijn voor het starten van een collectieve warmtevoorziening in een gebied (potentie-eilanden) op basis van vastgoedkenmerken.

Het model heeft vijf essentiële kenmerken:

1. Het Warmtetransitiemodel geeft inzicht in een aardgasvrije gebouwde omgeving. Het model is bedoeld om processen in de warmtetransitie te ondersteunen, faciliteren en versnellen. Het model kan ingezet worden in alle fases van het proces: van notie en urgentie, tot kansen en inzicht, tot gedragen visies en projecten, en uiteindelijk als ondersteunende tool in de uitvoering.
2. Het Warmtetransitiemodel is een ruimtelijk model dat gebaseerd is op GIS. Het model voert analyses uit op gebouwen en buurten en maakt gebruik van openbare geografische data uit betrouwbare bronnen. Het model maakt inzichtelijk wat verschillen zijn tussen gebieden en hoe dat leidt tot andere warmteopties en kansen, en houdt daarbij rekening met de ruimtelijke samenhang van een gebied.
3. Het Warmtetransitiemodel maakt inzichtelijk wat de kosten zijn in een buurt als je nu begint, uitgaande van de huidige stand van de techniek, prijzen en marktomstandigheden. Het model onderscheidt twee alternatieve warmte-infrastructuren voor het gasnet (warmteopties): een warmtenet en een verzwaard elektriciteitsnet (all-electric). Het is gebaseerd op integrale maatschappelijke kosten van de energieketen, dus zowel bron, infrastructuur, levering en aanpassingen aan het vastgoed. Daarbij worden niet alleen de

investeringen, maar ook onderhoud en operationele kosten meegenomen, inclusief de energierekening van de eindgebruiker, gedurende een periode van 30 jaar. Deze kosten worden uitgedrukt in bandbreedtes. De bandbreedtes houden rekening met zaken zoals onzekerheid in het prijspeil, het benutten van natuurlijke momenten en technische varianten binnen de warmteopties.

4. Het Warmtetransitiemodel analyseert op gebouwniveau wat kansrijke gebieden zijn om te beginnen met een collectieve warmtevoorziening op gebiedsniveau. Deze analyse kijkt naast maatschappelijke kosten ook naar andere informatie, zoals eigendomssituatie, en houdt geen rekening met buurtgrenzen waardoor buurtverstijgende kansen zichtbaar worden. Deze analyse leent zich bij uitstek om te combineren met informatie over investeringsplanningen, zoals riolering, gasnet, renovatie en sloop-nieuwbouw.
5. De resultaten van het Warmtetransitiemodel worden gevisualiseerd in interactieve, online GIS-applicaties die betrokken partijen inzicht geven in de materie en concreet handelingsperspectief bieden. Het Warmtetransitiemodel van Over Morgen wordt door meer dan 100 gemeentes, provincies, woningcorporaties en netbeheerders gebruikt om de gebouwde omgeving te verduurzamen.

### *Modelontwerp, brondata en kengetallen*

Het Warmtetransitiemodel maakt zoveel mogelijk gebruik van openbare brondata uit betrouwbare bron. Daarnaast maakt het model gebruik van verschillende kengetallen om warmteopties te berekenen. Brondata en kengetallen komen samen in het model dat volgens logische regels is ontworpen. Dit hoofdstuk gaat dieper in op de brondata, kengetallen, en het modelontwerp.

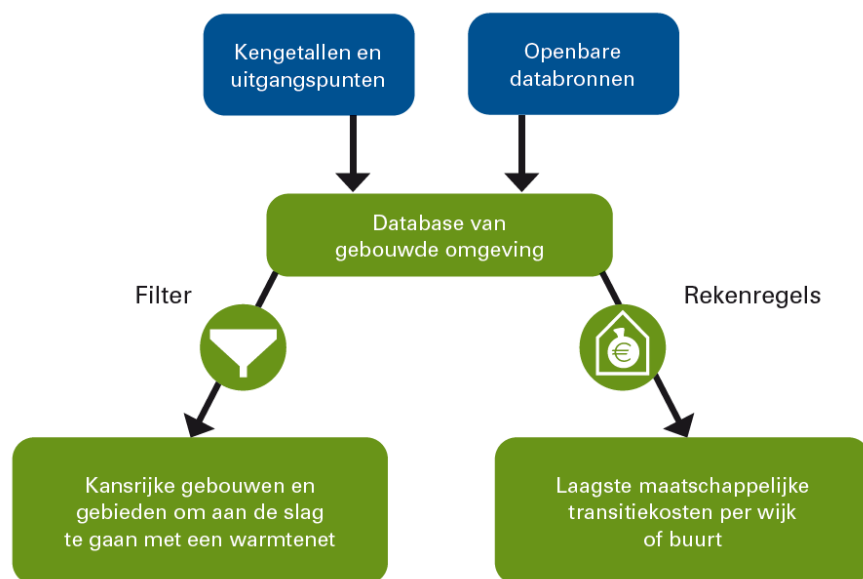
### MODELONTWERP

Het Warmtetransitiemodel is een op GIS gebaseerd model dat geschreven is in Python 3. Het model maakt voornamelijk gebruik van de ArcPy library en maakt daarnaast gebruik van enkele PostGIS-libraries. De basis voor het modelontwerp is een database van gebouwen. Deze database is gebaseerd op de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) van het Kadaster. Deze gebouwendatabase is



verrijkt met gegevens uit verschillende bronnen. Ook is informatie toegevoegd op basis van kengetallen. De gebouwendatabase bevat zodoende van ieder gebouw in Nederland informatie over onder andere:

- Bouwjaar en bouwtype
- Buurtkenmerken, zoals dichtheid en eigendomssituatie
- Gemodelleerd energieverbruik en energieprestatie, gevalideerd met werkelijke verbruiksgegevens
- Investeringsbandbreedtes voor verschillende bouwkundige en energetische maatregelen
- Bandbreedtes van de potentiële besparing en de onderhoudskosten.



Figuur D1 - Schematisch modelontwerp

De gebouwendatabase wordt regelmatig geactualiseerd op basis van nieuwe databronnen of nieuwe inzichten. Op basis van de gebouwendatabase worden twee typen analyses uitgevoerd:

- Een analyse, die de laagste maatschappelijke transitiekosten per buurt of wijk berekent voor verschillende warmteopties. Dit doet het model op basis van financiële en technische rekenregels. Deze analyse leidt tot de Warmtekaart.
- Daarnaast voert het model een analyse uit die de gebouwendatabase doorzoekt op de meest kansrijke gebouwen om de slag te voor de ontwikkeling van een warmtenet in een gemeente op basis van een vooraf ingesteld filter. Deze analyse leidt tot de Kanskaart. Samen met stakeholders kan het filter indien nodig aangepast worden. Zie figuur D1 voor een schematische weergave van het modelontwerp.

Tabel D1 - Overzicht van brondata

Bronhouder(s)	Bron	Wat halen we eruit
CBS	Wijk- en Buurtkaart	Buurtgeometrie
Kadaster	Basisregistratie Adressen en Gebouwen	Pandgeometrie Oppervlaktes Gebouwfuncties Bouwjaar
	Basisregistratie Topografie (TOP10NL)	Terreingeometrie (voor berekening bebouwingdichtheid)
	Basisregistratie Kadaster (eigendomsgegevens)	Eigendomsgegevens
ACM	Besluit maximumprijs levering warmte 2019	Prijsinformatie gas en warmte Bestaande warmteleveringsgebieden
Essent/Eneco/ Vattenfall		Prijsinformatie elektriciteit
Regionale netbeheerders	Open Data Netbeheerders (kleinverbruiksdata)	Gasverbruiken op postcodeniveau ter validatie van gemodelleerde energieverbruiken
Over Morgen		Marktkennis investeringskosten en operationele kosten op basis van kosten kentallen getoetst aan gerealiseerde projecten.

## BRONDATA

Het Warmtetransitiemodel maakt vrijwel geheel gebruik van open data uit betrouwbare bronnen. Daarnaast kan het model worden aangevuld met eigendomsgegevens en aanvullende vastgoeddata van bijvoorbeeld woningcorporaties, gemeentes en grootverbruikers. De resultaten kunnen in de kaart gecombineerd worden met kaarten van stakeholders, zoals planningen in de openbare ruimte of investeringsmomenten van vastgoed.

## KENGETALLEN

De gebouwendatabase wordt verrijkt met kengetallen over investeringskosten en operationele kosten en opbrengsten en een realistische besparingspotentie. Met deze kengetallen wordt de Warmtekaart berekend. Kengetallen worden bij woningbouw toegekend aan gebouwen op basis van een woningtype - en bouwjaarcombinatie. Dit wordt een sleuteltype genoemd (tabel D2 en D3).

Bij utiliteitbouw gebeurt dit op basis van energielabel en functie. Als er geen energielabel aanwezig is dan wordt dit bepaald op basis van het bijhorende bouwjaar. Daarnaast maken we nog onderscheid tussen voor- en naoorlogs vastgoed. Bij utiliteitsbouw worden alleen investeringskosten berekend. Het berekenen van de onrendabele top is bij utiliteit niet mogelijk, omdat het huidige verbruik niet bekend is en omdat de kosten, die gebruikers van utiliteit betalen voor energie sterk verschillen. De belangrijkste reden hiervoor is dat de energiebelasting, die betaald moet worden, sterk afhankelijk is van het gebruik.

De kengetallen van het Warmtetransitiemodel zijn gebaseerd op technische en marktkennis van Over Morgen, aangevuld met kengetallen van commercieel beschikbare bouwkostendatabases.

Tabel D2 - Combinaties van bouwjaarklassen en woningtypen vormen sleuteltypen in het Warmtetransitiemodel bij woningen.

Bouwjaarklassen	Gebouwtype
<1920	Rijwoning
1920-1950	Twee-onder-een-kapwoning
1950-1975	Vrijstaande woning

<sup>4</sup> Een postcodebuurt is een gebied met dezelfde postcode. Indien CBS-buurtten te grofmazig zijn worden postcodebuurtten als schaalniveau gekozen.

1975-1990	Meergezinswoning
1990-2005	Utiliteitsbouw
≥ 2005	

Tabel D3 - Sleuteltypen voor utiliteitsbouw worden bepaald door combinaties van afgemelde energielabels en gebruiksfuncties. Indien labels niet bekend zijn, worden bouwjaarklassen gebruikt om een label te berekenen.

Bouwjaarklassen	Energielabel	Functie
< 1945	G	Kantoren
1946-1973	G	Winkels
1974-1981	F	Gezondheidszorg
1982-1992	E	Onderwijs
1993-1999	D	Logies
2000-2003	C	Sport
2004-2005	B	Bijeenkomst
> 2005	A	

### *De Warmtekaart: technisch-financiële analyse van warmteopties per buurt*

Het Warmtetransitiemodel berekent per wijk of buurt (CBS-wijk/buurt of postcodebuurt<sup>4</sup>) wat de totale maatschappelijke kosten zijn van warmteopties voor woningen. De verschillende kosten van de opties worden naast elkaar gelegd en vergeleken. De resultaten van deze analyse worden gevisualiseerd in de Warmtekaart. Aan het Warmtetransitiemodel ligt een afwegingskader ten grondslag. Dat betekent dat er al afwegingen hebben plaatsgevonden over de geschiktheid van warmteopties voordat deze worden berekend door het Warmtetransitiemodel. Dit hoofdstuk gaat eerst in op verschillende bouwkundige en installatietechnische aanpassingen op gebouwniveau, die randvoorwaarde zijn voor de warmtetransitie. Daarna worden de warmteopties besproken, en daarna wordt de afweging van warmteopties besproken.

### Woningaanpassingen

#### WONINGAANPASSINGEN AFHANKELIJK VAN HET TEMPERATUURNIVEAU

Het is in principe altijd nodig om de warmtevraag van gebouwen en woningen te beperken. Enerzijds om woningen geschikt te maken voor duurzamere warmtebronnen die doorgaans een lagere temperatuur leveren dan aardgasverwarming, en anderzijds om schaarse warmtebronnen efficiënter te benutten (meer woningen per bron).

De warmtevraag voor ruimteverwarming van een woning, hierna uitgedrukt in kilowattuur per vierkante meter gebruiksoppervlak (kWh/m<sup>2</sup>), wordt bepaald door de mate van isolatie, kierdichting en het ventilatiesysteem. De temperatuur die een woning nodig heeft om op de koudste dag van het jaar comfortabel warm te krijgen hangt hier voor een groot deel mee samen. Hoe beter de isolatie, kierdichting en hoe efficiënter het ventilatiesysteem, hoe geschikter de woning is om met een lagere temperatuur te kunnen verwarmen. In bestaande woningen moet daarnaast in een aantal gevallen radiatoren worden vervangen, om verwarming op een lagere temperatuur mogelijk te maken. Dit is niet op voorhand op woningniveau met zekerheid vast te stellen.

De gemiddelde huidige warmtevraag per jaar voor ruimteverwarming in Nederland is circa 80 kWh/m<sup>2</sup> voor woningen. De warmtevraag voor ruimteverwarming is sterk afhankelijk van het bouwjaar. In tabel C4 staat de gemiddelde warmtevraag voor eengezinswoningen en meergezinswoningen. Deze tabel is gebaseerd op data over het werkelijke gasgebruik op postcodeniveau (Open Data Netbeheerders). Voor warmtapwater is de warmtevraag ca. 15-20 kWh/m<sup>2</sup>. Met name bij de woningvoorraad gebouwd voor 1990 is er nog een grote besparingspotentie.

Onder eengezinswoningen wordt verstaan rijwoningen, twee-onder-een-kapwoningen en vrijstaande woningen. Meergezinswoningen zijn bijvoorbeeld galerijflats, portiekflats en portiekwoningen.

Tabel D4 - Gemiddelde warmtevraag ruimteverwarming van woningen in Nederland gerelateerd aan bouwjaar

	Gemiddeld oppervlak m <sup>2</sup>	Gemiddeld gasverbruik m <sup>3</sup>	Gemiddelde warmtevraag ruimteverwarming kWh/m <sup>2</sup>
<b>Eengezinswoningen</b>			
< 1920	170	1920	90
≥ 1920 - 1950	135	1800	105
≥ 1950 - 1975	125	1630	95
≥ 1975 - 1990	130	1390	75
≥ 1990 - 2005	145	1180	60
≥ 2005	155	990	45
Nieuwbouw	120	-	30
<b>Meergezinswoningen</b>			
< 1920	85	1240	95
≥ 1920 - 1950	80	1180	95
≥ 1950 - 1975	75	1120	90
≥ 1975 - 1990	70	840	70
≥ 1990 - 2005	90	790	50
≥ 2005	90	670	40
Nieuwbouw	70	-	25
<b>Nederlands gemiddelde</b>	<b>115</b>	<b>1470</b>	<b>80</b>

De bestaande woningvoorraad kunnen we grofweg opdelen in vier niveaus van isolatie:

1. Woningen met slechte of onvoldoende isolatie (80 kWh/m<sup>2</sup> of hoger). Er is een hoge temperatuur van ca. 90°C nodig om op de koudste dagen deze woningen comfortabel warm te stoken.
2. Woningen die een minimumisolatieniveau hebben bereikt (65-80 kWh/m<sup>2</sup>). Bij het minimumniveau kunnen woningen comfortabel verwarmd worden met een maximumtemperatuur van 70°C (midentemperatuur). Het kan wel voorkomen dat er een aantal radiatoren vervangen moet worden voordat deze woningen daadwerkelijk met 70°C kunnen worden verwarmd.

3. Woningen die een basisisolatieniveau hebben bereikt (50-65 kWh/m<sup>2</sup>). Bij een basisniveau kan de woning zowel comfortabel worden verwarmd met een maximumtemperatuur van 70°C als met 40°C (laagtemperatuur) mits er een aantal beperkte, aanvullende maatregelen is genomen. De woning is daarmee toekomstbestendig en geschikt voor meerdere alternatieve verwarmingstechnieken. Woningen die reeds op dit niveau zitten zijn woningen gebouwd tussen 1990 en 2005.
4. Woningen met een hoog isolatieniveau en voorzien van een energiezuinig ventilatiesysteem (20-50 kWh/m<sup>2</sup>). Deze woningen zijn daarmee zeer geschikt om comfortabel te verwarmen met een maximumtemperatuur van 40°C. Dit zijn recent gebouwde woningen na 2005 en woningen die nog gebouwd gaan worden de komende jaren. Bij aanpassing van de bestaande bouw tot dit niveau moeten vaak de radiatoren worden vervangen.

Naast isolatie zijn er aanvullende gebouwgebonden maatregelen nodig om de woning te verduurzamen en geschikt te maken voor duurzame verwarming:

- Elektrisch koken, zoals inductiekoken
- Kierdichting
- Voldoende (mechanische) ventilatie

Voor warm tapwater geldt dat voor het veilig kunnen gebruiken van warm tapwater er met de huidige stand van de techniek en regelgeving een temperatuur van minimaal 55°C bij het tappunt nodig is. Om deze temperatuur te kunnen garanderen moet het opweksysteem in praktijk een temperatuur van 60-70°C kunnen leveren. Als de aanvoertemperatuur onvoldoende hoog is, moet er dus een aanvullende voorziening komen in de woning voor het opwekken of het boosten van de warmte voor warm tapwater.

Samenvattend kan het volgende gesteld worden over de isolatieniveaus van woningen:

- Om een woning met 90°C (hoogtemperatuur) te kunnen verwarmen zijn geen aanpassingen nodig.
- Om een woning comfortabel met 70°C (midentemperatuur) te kunnen verwarmen, moet dus het minimum- of basisisolatieniveau bereikt zijn (50-80 kWh/m<sup>2</sup>)

- Om een woning comfortabel met 40°C (laagtemperatuur) te kunnen verwarmen, moet een basis- of hoog isolatieniveau bereikt zijn (20-65 kWh/m<sup>2</sup>).

#### MINIMUMISOLATIENIVEAU

Tabel D5 geeft ter indicatie per bouwjaar de maatregelen die genomen moeten zijn voor een minimumisolatieniveau (65-80 kWh/m<sup>2</sup>). Bij alle isolatiemaatregelen geldt dat maximaal technisch geïsoleerd moet worden zonder dat onderdelen van de woning geheel vervangen hoeven te worden. De isolatiewaarde die behaald kan worden is dus sterk situatieafhankelijk, omdat alle woningen anders zijn. Op het gebied van isolatie zitten alle woningen gebouwd na 1990 en een deel gebouwd tussen 1975 en 1990 al vanaf het jaar dat ze gebouwd zijn op dit minimumniveau.

Tabel D5 - Indicatie minimumniveau maatregelen per bouwjaar en woningtype

	Vloer	Gevel	Kozijnen en glas	Dak
<b>Eengezinswoningen</b>				
< 1920	Kruipruimte isoleren indien aanwezig	Geen spouw	Minimaal HR++ glas	Dak isoleren
≥ 1920 - 1950		Spouw isoleren	Minimaal dubbel glas	Voldoet
≥ 1950 - 1975		Voldoet	Voldoet	
≥ 1975 - 1990				
≥ 1990 - 2005				
≥ 2005				
<b>Meergezinswoningen</b>				
< 1920	Kruipruimte isoleren indien aanwezig	Geen spouw	Minimaal HR++ glas	Dak isoleren
≥ 1920 - 1950		Spouw isoleren	Minimaal dubbel glas	Voldoet
≥ 1950 - 1975		Voldoet	Voldoet	
≥ 1975 - 1990				
≥ 1990 - 2005				
≥ 2005				

## BASISISOLATIENIVEAU

Tabel D6 geeft ter indicatie de maatregelen die genomen moeten zijn voor een basisisolatieniveau (50-65 kWh/m<sup>2</sup>). Bij alle isolatiemaatregelen geldt dat maximaal technisch geïsoleerd moet worden zonder dat onderdelen van de woning geheel vervangen hoeven te worden. Het gebied van isolatie zitten alle woningen gebouwd na 1990 op dit niveau.

Tabel D6 - Indicatie basisniveau maatregelen per bouwjaar

	Vloer	Gevel	Kozijnen en glas	Dak
<b>Alle woningtypes</b>				
< 1920	Kruipruimte isoleren indien aanwezig	Isolatie binnenzijde Spouw (na)isoleren	Minimaal HR-glas	Dak (na)isoleren
≥ 1920 - 1950				
≥ 1950 - 1975				
≥ 1975 - 1990				
≥ 1990 - 2005	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
≥ 2005				

## HOOG ISOLATIENIVEAU

In 2050 zal ook een deel van de voorraad op een hoog isolatieniveau hebben. Het grootste deel daarvan moet nog gebouwd worden de komende 30 jaar. Alle huidige en toekomstige nieuwbouw voldoet namelijk aan dit niveau. Het is de landelijke ambitie om jaarlijks 75.000 nieuwe woningen in Nederland bij te bouwen. Van de bestaande bouw zal maar een beperkt deel op dit niveau worden gebracht is de verwachting. Om dit niveau te kunnen halen moeten er namelijk grote en kostbare ingrepen gedaan worden aan de schil. Dit is voor veel huizenbezitters niet betaalbaar, technisch niet altijd mogelijk en ook niet altijd efficiënt vanuit het oogpunt van circulariteit. In gevallen dat er veel achterstallig onderhoud is en de kozijnen en het dak volledig vervangen moeten worden, kan het wel raadzaam zijn om deze optie te onderzoeken.

Tabel D7 - Indicatieve kosten warmtmaatregelen per bouwperiode

Type woningen per bouwperiode	Kosten			Warmtevraag na maatregelen		
	Minimaal	Basis	Hoog	Minimaal	Basis	Hoog
<b>na 2005</b>						
Meergezinswoningen	€ 1.500	€ 3.500	€ 4.500	40 W/m <sup>2</sup>	35 W/m <sup>2</sup>	35 W/m <sup>2</sup>
Rijwoning	€ 1.500	€ 4.500	€ 5.500	40 W/m <sup>2</sup>	35 W/m <sup>2</sup>	35 W/m <sup>2</sup>
2^1 kap	€ 1.500	€ 5.000	€ 6.000	55 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
vrijstaand	€ 1.500	€ 5.500	€ 6.500	60 W/m <sup>2</sup>	55 W/m <sup>2</sup>	55 W/m <sup>2</sup>
<b>1990- 2005</b>						
Meergezinswoningen	€ 1.500	€ 3.500	€ 4.500	50 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>
Rijwoning	€ 1.500	€ 4.500	€ 5.500	55 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
2^1 kap	€ 1.500	€ 5.000	€ 6.000	70 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>
vrijstaand	€ 1.500	€ 5.500	€ 6.500	70 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>
<b>1975-1990</b>						
Meergezinswoningen	€ 6.500	€ 10.000	€ 20.000	65 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>	35 W/m <sup>2</sup>
Rijwoning	€ 7.500	€ 15.000	€ 30.000	70 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	40 W/m <sup>2</sup>
2^1 kap	€ 10.000	€ 20.000	€ 40.000	75 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
vrijstaand	€ 15.000	€ 25.000	€ 50.000	75 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
<b>1950-1975</b>						
Meergezinswoningen	€ 8.000	€ 15.000	€ 25.000	65 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>	35 W/m <sup>2</sup>
Rijwoning	€ 10.000	€ 20.000	€ 35.000	70 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	40 W/m <sup>2</sup>
2^1 kap	€ 15.000	€ 25.000	€ 45.000	75 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
vrijstaand	€ 20.000	€ 30.000	€ 55.000	75 W/m <sup>2</sup>	65 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
<b>1920-1950</b>						
Meergezinswoningen	€ 8.000	€ 15.000	€ 25.000	70 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	40 W/m <sup>2</sup>
Rijwoning	€ 10.000	€ 20.000	€ 35.000	75 W/m <sup>2</sup>	55 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>
2^1 kap	€ 15.000	€ 25.000	€ 45.000	80 W/m <sup>2</sup>	70 W/m <sup>2</sup>	55 W/m <sup>2</sup>
vrijstaand	€ 20.000	€ 30.000	€ 55.000	80 W/m <sup>2</sup>	70 W/m <sup>2</sup>	55 W/m <sup>2</sup>
<b>voor 1920</b>						
Meergezinswoningen	€ 10.000	€ 20.000	€ 30.000	70 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	40 W/m <sup>2</sup>
Rijwoning	€ 15.000	€ 25.000	€ 40.000	75 W/m <sup>2</sup>	55 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>
2^1 kap	€ 20.000	€ 30.000	€ 50.000	80 W/m <sup>2</sup>	70 W/m <sup>2</sup>	55 W/m <sup>2</sup>

### Welke warmteopties zijn afgewogen

In het model worden twee warmteopties afgewogen, die op basis van de huidige stand van de techniek realistisch zijn voor het aardgasvrij maken van een buurt:

- Een collectieve warmteoplossing, met een middentemperatuur warmtenet in de wijk.
- Een all-electric oplossing met een warmtepomp per gebouw of woning.
- Het bestaande aardgasnet blijft (voorlopig nog) liggen.

#### MIDENTEMPERATUUR WARMTENET

Een middentemperatuur warmtenet levert warmte van circa 70°C aan woningen en gebouwen. Alle woningen, die worden aangesloten moeten dus het minimum- of basisolatiëniveau hebben bereikt (50-80 kWh/m<sup>2</sup>). Het warmtenet kan dus naast warmte voor ruimteverwarming ook direct warmte voor warm tapwater leveren.

De bron en bijhorende opwekinstallatie waarmee dit net wordt gevoed is sterk afhankelijk van de locatie en de schaalgrote van het afzetgebied. Het Warmtetransitiemodel analyseert niet de beschikbaarheid van bronnen in een buurt, maar veronderstelt dat er altijd voldoende bronnen zijn. De potentiële bronnenmix in een gebied moet dus apart gevalideerd worden. Het verdient hier de opmerking dat een 70°C-warmtenet wel degelijk kan starten als een warmtenet dat tijdelijk gevoed wordt door bronnen van 90°C, bijvoorbeeld door een tijdelijke gasketel in de wijk, met een biomassacentrale of als er hoogtemperatuur restwarmte beschikbaar is. Vastgoedeigenaren hebben dan de tijd om hun gebouwen te isoleren en het warmtenet kan dan dus sneller groeien.

De kosten voor de infrastructuur van een warmtenet bestaan uit de aanleg van de hoofdleiding naar de wijk, de wijkinfrastructuur en onderstations en het aansluiten van de woning inclusief het plaatsen van een afleverset. Deze kosten kunnen sterk per buurt verschillen en zijn voor een groot deel afhankelijk van het type bebouwing en de dichtheid van de bebouwing. Deze worden deels terugverdiend door een positieve exploitatie van de verkoop van warmte aan de consument, gedurende een lange looptijd. Wat overblijft is de Bijdrage Aansluitkosten (BAK) die de vastgoedeigenaar betaalt op het moment van aansluiten. In het Warmtetransitiemodel wordt gerekend met deze aansluitkosten. Daarbij wordt rekening gehouden met schaal en dichtheid: hoe groter de lokale toepassingschaal en hoe stedelijker de omgeving, hoe lager de kosten per woning.

#### ALL-ELECTRIC

'All-electric' betekent dat er alleen een elektriciteitsnet in de buurt is. Als dat het geval is, dan is er een warmteopwekinstallatie in de woning of het gebouw nodig die alleen elektriciteit gebruikt. Dit is dus een individueel systeem waar gebouweigenaren over besluiten. In het model is uitgegaan van een lucht-water-warmtepomp, omdat dit in praktijk de meest toegepaste oplossing is. Naast de investeringskosten in de warmtepomp zijn ook de kosten meegenomen voor elektriciteitsnetverzwaring. Deze kosten zijn gebaseerd op een aantal praktijkcases, maar zullen per wijk uiteraard sterk kunnen verschillen.

#### BESTAANDE GASNET (VOORLOPIG) LATEN LIGGEN

De derde warmteoptie is die van het bestaande gasnet. Deze warmteoptie is belangrijk omdat er buurten overblijven waar zowel all-electric als een middentemperatuur warmtenet zeer kostbare en daarom onrealistische warmteopties zijn met de huidige stand van de techniek. Het gaat dan met name om landelijke buurten en om oude binnensteden. Aangezien het Warmtetransitiemodel een model is dat een uitspraak doet over welke warmteoptie logisch is om mee te starten in een wijk vanuit het oogpunt van kosten, is het ook logisch om buurten aan te wijzen waar je voorlopig nog niet start en het gasnet voorlopig nog blijft liggen.

#### *Modelleren van het afwegingskader*

Het afwegingskader is geïmplementeerd in het Warmtetransitiemodel door middel van rekenregels. Op basis van de kengetallen per sleuteltype is per woning berekend wat de investeringen en besparingen zijn van de warmteopties. Deze investeringen en besparingen worden opgeteld per buurt. Utiliteitsgebouwen doen dus niet mee in deze berekening. Bij warmtenetten wordt rekening gehouden met schaal en dichtheid: hoe groter de toepassingschaal en hoe hoger de dichtheid, hoe lager de kosten per woning. Op basis van de investeringskosten en de operationele kosten en opbrengsten wordt een onrendabele top berekend over een periode van 30 jaar met een financiering met 1,5% rente. De onrendabele top is het deel van de investering dat niet kan worden terugverdiend met de inkomsten en besparingen van de investering. Vrijwel altijd zullen duurzame warmteopties nog leiden tot een onrendabele top op buurtniveau. Als de financieringsperiode wordt verkort naar bijvoorbeeld 15 jaar dan zal de onrendabele top dus verder stijgen. De omvang van de onrendabele top verschilt doorgaans sterk per buurt.

Bij de berekeningen worden de volgende kengetallen gebruikt:

Tabel D8 - Geselecteerde financiële kengetallen

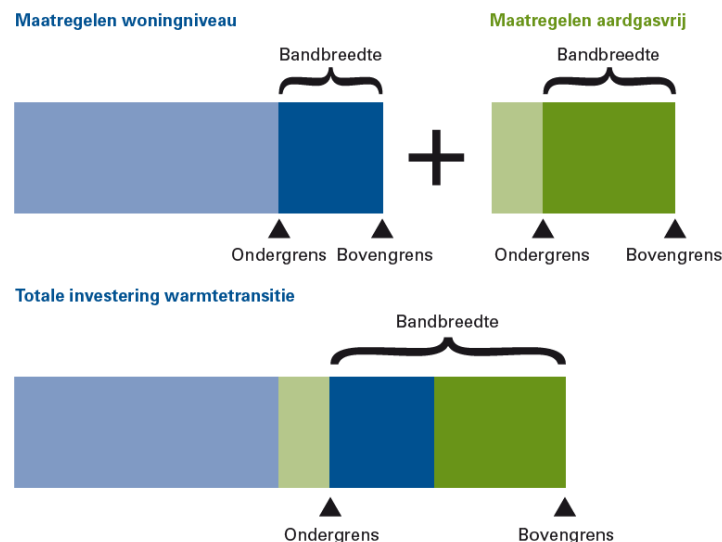
Tarieven 2018	
Kosten aardgas per m3	€ 0,81
Kosten elektriciteit per kWh	€ 0,23
Kosten warmte per GJ	€ 28,47
Vastrecht gas energieleverancier	€ 57,69
Vastrecht gas en meetkosten netbeheerder	€ 181,-
Exploitatieduur	30
Financieringsrente	1,5%

#### BANDBREEDTES IN INVESTERINGSKOSTEN EN BESPARINGEN

Alle investeringskosten en de onrendabele top worden uitgedrukt in een gemiddelde bandbreedte met een onder- en bovengrens. Deze bandbreedte is nodig omdat er een bandbreedte wordt genomen in de te nemen maatregelen op woningniveau en in hoeverre maatregelen (kunnen) worden gecombineerd met natuurlijke momenten. Ook zijn er sterke verschillen in de investeringen in de aansluiting op een warmtenet, vanwege lokale omstandigheden, zoals het type bron en de te realiseren schaal. De bandbreedtes zijn zodanig breed dat zij rekening houden met de volgende aspecten:

- Technische variaties binnen warmteopties, afhankelijk van warmtebron, opslag, opwekker en infrastructuur
- Bestaande prijsverschillen op de markt
- Marktonwikkelingen zoals schaarste en inzetbaarheid van personeel, materiaal, etc.
- Het al dan niet benutten van natuurlijke momenten voor investeringen (woningrenovatie, aanpakken van de riolering, etc.)
- Reeds getroffen maatregelen in de woning
- Afwijking van de kengetallen als gevolg van sterk afwijkende woningen

De omvang van de bandbreedte verschilt per maatregeltipe, warmteoptie, woningtype en bouwjaarklasse, afhankelijk van de karakteristieken van die specifieke combinatie.



Figuur D2: Schematische weergave van kostenbandbreedtes voor de warmtetransitie

#### Allocatie van warmteopties

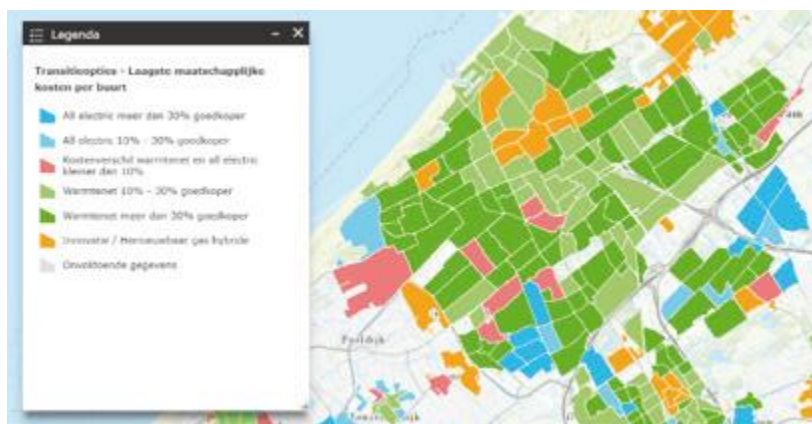
Het optellen van alle kosten en besparingen per woning per buurt leidt tot een som, waarbij de sommen van warmtenet en all-electric worden vergeleken om de optie te vinden met de laagste maatschappelijke kosten. Buurten waar warmtenet lagere kosten heeft dan all-electric, maar waarbij niet wordt voldaan aan een van de twee onderstaande voorwaarden, komen uit op de warmteoptie "Voorlopig nog gasnet":

- Indien de bebouwingsdichtheid lager is dan 30 woningequivalenten per hectare, waarbij een woningequivalent gelijkstaat aan één woning en 100 m2 utiliteitsbouw.
- Indien het gemiddelde bouwjaar ouder is dan 1920.

#### De visualisatie van de Warmtekaart

De resultaten van de kostentechnische analyse worden gevisualiseerd in de Warmtekaart. De Warmtekaart toont de voorkeursoptie op basis van de laagste maatschappelijke kosten, en toont ook de orde grootte van het verschil met het alternatief. Wanneer de kosten zeer dichtbij elkaar liggen, wordt dit ook

weergegeven. Wanneer de gebruiker op een buurt klikt, zijn alle kosten en besparingen in detail te zien (met in achtname van de bandbreedtes).



Figuur D3: Laagste maatschappelijke kosten per warmteoptie per buurt

De Kanskaart: inzicht in concreet handelingsperspectief

Waar de Warmtekaart gericht is op het schetsen van een mogelijk eindbeeld per buurt op basis van de huidige stand van kennis en techniek, is er ook behoefte aan concreet handelingsperspectief voor de korte termijn. De Kanskaart geeft daaraan invulling.

De Kanskaart heeft een nauwkeuriger schaalniveau dan de Warmtekaart. De Kanskaart visualiseert kansrijke gebouwen en kijkt naar de clustering van deze gebouwen om te komen tot concrete kansgebieden voor de realisatie warmtenetten. Voor de realisatie van warmtenetten is namelijk voldoende schaal nodig. Voor all-electric is dit veel minder relevant, omdat dit een individuele warmteoptie is. Het model maakt eerst een selectie van kansrijke gebouwen met behulp van een filter, en vervolgens een clusteranalyse om te komen tot kansgebieden, die ook wel potentie-eilanden heten.

Selectie van kansrijke gebouwen

Kansrijke gebouwen voor een warmtenet zijn de dragers van een nieuw te ontwikkelen of uit te breiden warmtenet. Het zijn gebouwen met een grote warmtevraag die relatief eenvoudig aan te sluiten zijn, bij voorkeur in collectief

eigendom (corporatiebezit). De analyse kijkt bijvoorbeeld naar de aanwezigheid van blokverwarming en de bouwperiode als criteria.

Tabel D9: Criteria voor de selectie van kansrijke gebouwen per categorie. Deze criteria zijn niet gefixeerd: zij kunnen aangepast worden in afstemming met betrokken partijen.

Warmtenet	
Pandtype	Meergezinswoningen en Utiliteitsbouw
Bouwjaar	≥ 1950-2000 (meergezinswoningen) Geen bouwjaarcriterium (utiliteitsbouw)
Eigendom	Corporatie- of particulier bezit
Blokverwarming	Met of zonder (bij meergezinswoningen)
Grootte	≥ 5 woningen (meergezinswoningen) ≥ 1.000 m <sup>2</sup> GBO (utiliteitsbouw)

#### Clustering tot potentie-eilanden

Wanneer kansrijke gebouwen zijn geselecteerd op grond van de selectiecriteria kunnen in deze selectie ruimtelijke clusters worden gevonden. Deze clusters, ofwel potentie-eilanden, zijn om verschillende redenen relevant:

- Een potentie-eiland van kansrijke gebouwen is voor stakeholders herkenbaar als project- of kansgebied.
- Een potentie-eiland van kansrijke gebouwen kan buurtverstijgend zijn: zo wordt het grensoverschrijdende karakter van de warmtetransitie zichtbaar en worden de “harde” grenzen van de Warmtekaart genuanceerd.
- De transitiekosten en onrendabele top kunnen ook per warmte-eiland worden gerapporteerd, zodoende wordt gelijk een indicatie gegeven van de kosten van een bepaald projectgebied.

De clustering van kansrijke gebouwen tot potentie-eilanden wordt berekend volgens het DBSCAN algoritme. Voor de vorming van een potentie-eiland worden criteria gebruikt voor afstand en minimale omvang.





Figuur D4: Weergave van kansrijke gebouwen voor een warmtenet, in combinatie met de bijbehorende warmte-eilanden. Daarnaast is het bestaande warmtenet gevisualiseerd, een voorbeeld van aanvullende stakeholderinformatie