HET ENERGIE BUREAU

TRANSITIEVISIE WARMTE GEMEENTE RHEDEN







RAPPORTAGE





Transitievisie Warmte gemeente Rheden

Opdrachtgever:	Arthur Hofstad
Organisatie:	Gemeente Rheden
Datum:	18-03-2021
Contactpersoon:	Jules Gielen
Telefoon:	+31 623922624
E-mail:	j.gielen@hetenergiebureau.nl
Website:	www.hetenergiebureau.nl
E-mail:	info@hetenergiebureau.nl
Postadres:	Postbus 6252
	5600 HG Eindhoven
Bezoekadres:	Frederiklaan 10E
	5616 NH BA Eindhoven
	Pollartstraat 19
	6041 GC Roermond
KvK-nummer:	17212433

LEESWIJZER

In bijlage 1 is een lijst van begrippen en afkortingen opgenomen. In de rapportage worden veelal afkortingen gebruikt om de tekst leesbaar te houden. In bijlage 1 kunt u de betekenis van deze afkortingen vinden.

De rapportage bestaat in de basis uit een samenvatting van de uitgangspunten, het proces en de uitkomsten van de Transitievisie Warmte voor de gemeente Rheden. In de bijlage zijn de analyses en de (technische) achtergrondinformatie opgenomen.

SAMENVATTING

De gemeente Rheden wordt aardgasvrij. Dat is geen proces dat van vandaag op morgen lukt, maar stapsgewijs bouwen we naar dat doel toe. De gemeente wordt aardgasvrij omdat we in Europa (Klimaatakkoord Parijs) en in Nederland (Nationaal Klimaatakkoord) afgesproken hebben om de CO_2-uitstoot terug te dringen en de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde te beperken. Aardgas is geen duurzame energiebron en verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de CO_2-uitstoot in de gebouwde omgeving. Daarom gaat Nederland en daarmee ook Rheden werken aan een aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050. De Transitievisie Warmte is hierin de eerste stap.

Om de warmtetransitie haalbaar, betaalbaar en zo logisch mogelijk te laten verlopen hebben we een planning opgesteld. Hierin geven we richting voor hoe, en in welke volgorde de verschillende buurten aardgasvrij worden. Voor deze transitie staat de gemeente niet alleen, maar samen met de inwoners en andere belangrijke stakeholders gaan we hiermee aan de slag.

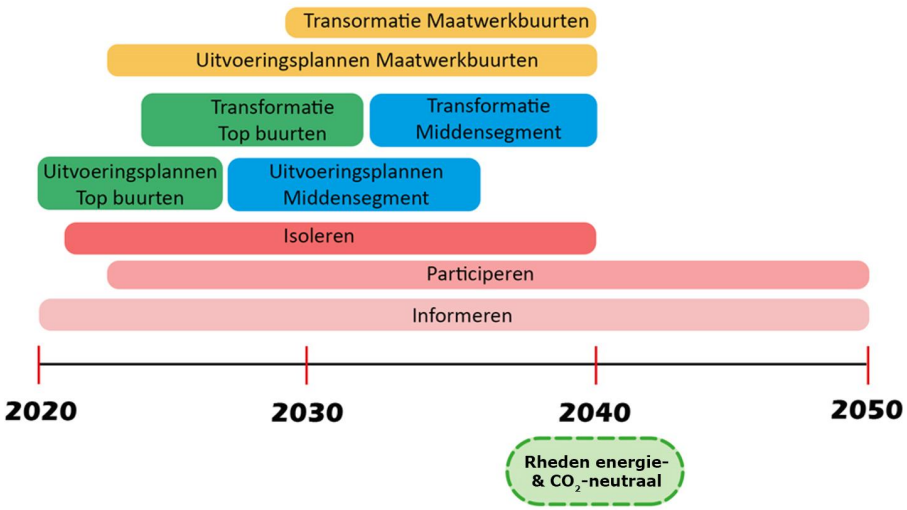
Deze transitievisie warmte (TVW), die is opgesteld in samenwerking tussen de gemeente en de georganiseerde stakeholders, geeft richting aan de warmtetransitie. De opgave die voor ons ligt is groot. In de komende tijd moeten er alternatieven gevonden worden voor bijna 40 miljoen kubieke meter aan aardgas die op dit moment nog wordt ingezet voor het verwarmen van woningen en utiliteitsbouw.

Uitgangspunten voor de transitie

In samenwerking met de stakeholders hebben we de uitgangspunten voor de transitie bepaald. Daarbij is uiteraard gekeken naar de kosten voor een oplossing en de technische geschiktheid van de woningen. Naast de technische geschiktheid is vooral het inspelen op koppelkansen belangrijk gebleken. Ook is gekeken naar de aanwezigheid van bronnen, aanwezigheid van lokaal initiatief, het aandeel van de corporaties en de mate van besparing die te behalen is in een buurt.

Globale planning

De opgave is dus groot en niet alles kan tegelijk. Op basis van de gezamenlijk vastgestelde uitgangspunten en een uitgebreide analyse van zowel lokale als nationale data hebben we gezocht naar de buurten die het best scoorden op deze criteria. Op basis daarvan hebben we een globale planning gemaakt voor de gemeente Rheden.



Aanpak

Uiteindelijk moet de Transitievisie Warmte een uitvoerbare en realistische visie zijn waarbij de burger uitermate goed betrokken wordt. De gebouwen kunnen technisch nog zo geschikt zijn om aardgasloos te worden, wanneer de burger niet wil of niet kan, zal er niets gebeuren. We zetten daarom in op een kleinschalige en gebiedsgerichte aanpak om deze vervolgens uit te gaan breiden. We houden niet noodzakelijk vast aan de CBS-buurtgrenzen, maar gaan op zoek naar logische clusters. Het neerzetten van één techniek, één jaartal en een organisatie voor een hele buurt heeft in tal van gemeenten geleid tot veel weerstand en het verliezen van draagvlak. De TVW is daarom al schetsmatig op straatniveau uitgewerkt waardoor de visie uitstekend aansluit op de vervolgstappen (o.a. Wijkuitvoeringsplannen[1]).

De analyse is erop gericht om het draagvlak en de participatie voorop te stellen en met een spectrum aan technieken te werken naar voldoende kritische massa[2]. Daarbij is de eerste stap het nemen van no-regret maatregelen. In de praktijk komt dit vaak neer op het isoleren van de gebouwen. Op het moment dat er in een gebied een bepaalde kritische massa bereikt is, kan de laatste stap naar aardgasvrij gezet worden. Het is daarbij belangrijk om te zoeken naar koppelkansen en natuurlijke momenten. Daarom betrekken we in een vroeg stadium de stakeholders zodat we gezamenlijk kunnen bouwen aan een breed gedragen en passende visie.

Isoleren, Isoleren, Isoleren.

Alle energie die niet gebruikt wordt, hoeft ook niet opgewekt te worden. Voor veel duurzame alternatieven is een bepaald niveau van isolatie wenselijk en het is daarom aan te bevelen om de schil van een woning aan te pakken. Door de inwoners voor te lichten over de mogelijkheden en de voordelen van isolatie (verhoogd comfort, lagere energierekening) kan een eerste stap gemaakt worden in de warmtetransitie. Mogelijk daarbij is het opstellen van een isolatieadvies aan de inwoners/pandeigenaren.

Startbuurten & alternatieve warmtevoorzieningen

Globaal gezien zijn er drie alternatieve warmtevoorzieningen:

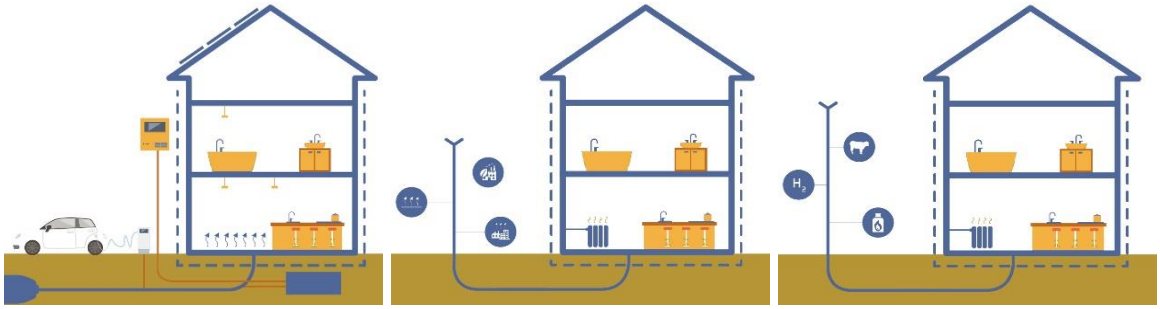
- All-electric oplossingen zoals de welbekende warmtepomp;
- Collectieve systemen zoals een warmtenet;
- Hernieuwbaar gas zoals groen gas of biogas.

Binnen de verdiepende analyse zijn er drie oplossingsrichtingen bepaald. Een collectief systeem op basis van lage temperatuur (LT) verwarming, een back-up alternatief op basis van all-electric systemen en een collectief systeem op basis van hoge temperatuur (HT) warmte. Op basis van de analyse zijn

[1] In landelijke bronnen wordt de term Wijkuitvoeringsplannen gehanteerd. Volgens het CBS bestaat een wijk uit één of meerdere buurten. In de praktijk zal niet een hele buurt of wijk in één keer aardgasloos worden. Dat betekent dat de term 'Wijkuitvoeringsplan' een vertekend beeld geeft. Om geen onduidelijkheid te veroorzaken sluiten we wel aan bij de landelijke benaming. In de praktijk dekt de term 'Uitvoeringsplan' of 'Gebiedsuitvoeringsplan' de lading beter.

[2] Een bepaalde kritische massa is bijvoorbeeld een bepaald volume aan aantal woningen die op lage temperatuur kunnen functioneren.

er clusters van woningen geselecteerd die geschikt lijken voor één of meerdere van deze oplossingsrichtingen (zie figuur 1).



All-electric **Collectieve systemen** **Hernieuwbaar gas**

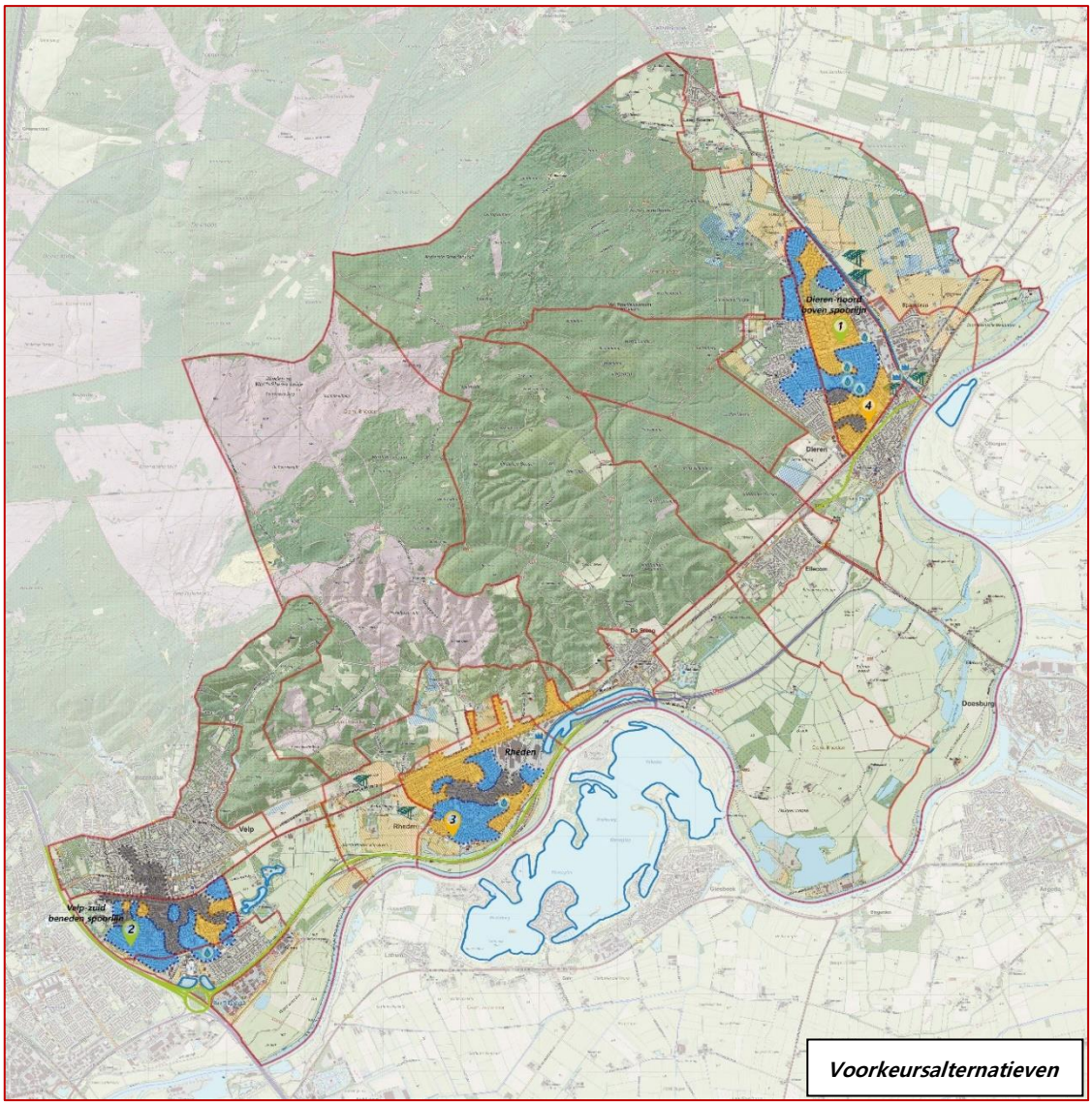
Uit de analyse komt naar voren dat de buurten: Dieren-noord boven spoorlijn, Rheden en Velp-zuid beneden spoorlijn het meest geschikt zijn om de transitie te starten. In deze buurten zijn een aantal kansrijke warmtebronnen aanwezig (o.a. Thermische Energie Oppervlaktewater en ruimte voor zonthermie (warmte)/zonnepanelen voor het opwekken van elektriciteit). Dit betekent niet dat deze buurten in z'n geheel in één keer aangepakt worden. De eerste stappen richting logische en kleinschalige gebieden zijn reeds gezet. In figuur 1 zijn de clusters weergegeven. Dit betekent dat binnen de genoemde buurten in bepaalde gebieden gestart gaat worden en dat andere gebieden nog even buiten beschouwing blijven. Hoe deze gebieden er precies uitzien moet in de wijkuitvoeringsplannen onderzocht worden.

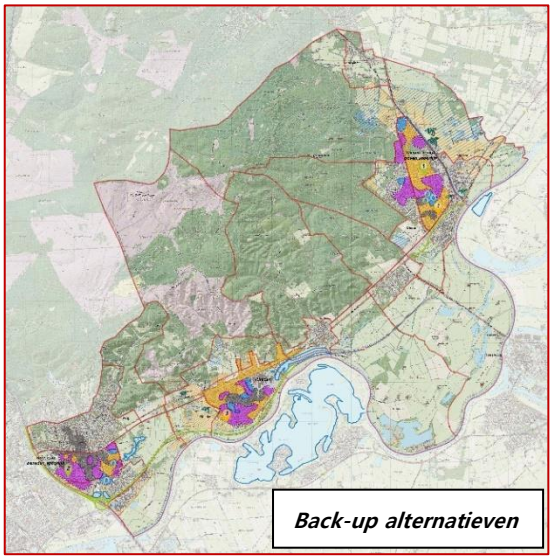
Vervolgstappen na de Transitievisie Warmte

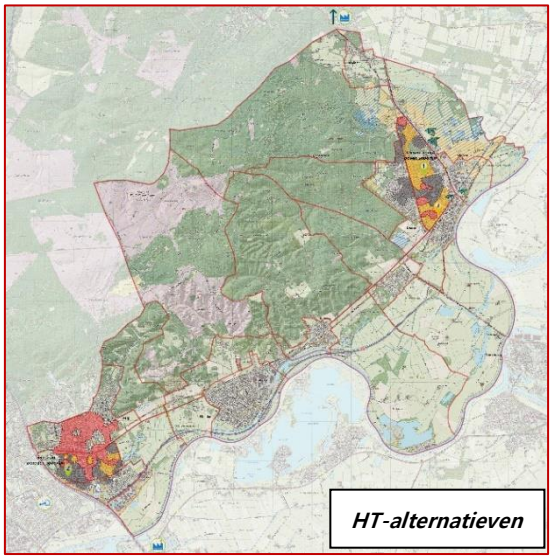
2040 lijkt nog ver weg maar er moet ook veel gebeuren. Daarom is het van belang om op korte termijn te starten met de eerste stappen. Uit de planning blijkt dat er direct gestart moet worden met het opstellen van de wijkuitvoeringsplannen voor de top-buurten. In die plannen wordt verder uitgewerkt hoe en waar de transitie daadwerkelijk in de 3 gekozen buurten gaat starten. Daarnaast kan er in de gehele gemeente gestart worden met het isoleren van de woningen. Immers: alle energie die niet gebruikt wordt, hoeft ook niet opgewekt te worden.

Daarbij ligt er op dit moment een belangrijke rol voor de gemeente, namelijk het informeren van de inwoners en het organiseren van de participatie. Dat zijn trajecten die tijdens de gehele transitie van belang blijven.

Alle aspecten van deze aanpak zijn erop gericht om de transitie haalbaar, betaalbaar en realistisch te maken. Door de verschillende keuzes in deze visie, geven we richting aan de transitie maar zijn de keuzes nog niet in beton gegoten. Het is zaak dat de transitie in samenwerking met alle stakeholders en inwoners verder vormgegeven wordt en dat de groep betrokkenen steeds blijft groeien.







Blauw: lage temperatuur/midden temperatuur collectief, paars: all-electric, rood: Hoge temperatuur collectief, oranje: aansluiten bij omringende alternatieven/innovatie

1 INLEIDING

Nederland en daarmee ook de gemeente Rheden gaan de komende jaren van het aardgas af. Nederland is een van de ondertekenaars van het Klimaatakkoord van Parijs. Het klimaatakkoord is onderdeel van het VN-klimaatverdrag en moet wereldwijd gaan zorgen voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen om opwarming van de aarde tegen te gaan. CO_2 is één van de belangrijkste broeikasgassen en komt vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Aardgas is een fossiele brandstof en momenteel de belangrijkste warmtebron voor ruimteverwarming in ons land.

In het landelijke Klimaatakkoord worden de doelstellingen uit het Parijs-akkoord vertaald naar concretere afspraken op verschillende uitvoeringsniveaus. Een van de afspraken is het opstellen van een Transitievisie Warmte (TVW), waarin de route naar een aardgasvrije, duurzaam verwarmde samenleving wordt beschreven.
Naast de klimaatproblemen kennen we ook de problemen in Groningen. Door jarenlange aardgaswinning zijn veel woningen onbewoonbaar geworden. De gaskraan wordt inmiddels dicht gedraaid maar daardoor worden we afhankelijk van landen als Rusland voor onze warmtevoorziening. Een aardgasloze gebouwde omgeving zorgt voor het oplossen van de problemen in Groningen en maakt ons onafhankelijk van landen met een bedenkelijke reputatie.

Om te komen tot een volledig aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050, zal voor 2030 een kwart van alle woningen in Nederland van het aardgas af moeten. Bij de Gemeente Rheden, gaat het om ongeveer 4.300 woningen en een onbekend aantal bedrijfspanden. Rekening houdend met de doelstelling van Rheden om in 2040 energieneutraal te zijn, moeten er ongeveer 10.000 woningen aardgasloos zijn in 2030. Dit is een stevige opgave die ervoor zorgt dat we snel aan de slag moeten. Dit betekent niet dat er roekeloze en gehaaste beslissingen en maatregelen uitgevoerd moeten worden. De Transitievisie Warmte geeft structuur en richting aan de warmtetransitie voor de woningen en bedrijven in Rheden.

De warmtetransitie heeft een grote impact op zowel huishoudens als bedrijven. Vandaar dat stakeholders nauw betrokken zijn geweest bij de totstandkoming van deze visie. Deze lokale visie staat bovendien niet op zichzelf maar is gelinkt aan de Regionale Structuur Warmte (RSW) die in het kader van de Regionale Energie Strategie (RES) wordt ontwikkeld. Elke RES-regio in Nederland levert, als onderdeel van de RES en in samenwerking met de provincie, gemeenten en stakeholders een Regionale Structuur Warmte op. In de RSW wordt inzicht verkregen in de warmtevraag en het warmte-aanbod. Tevens worden mogelijkheden beschreven voor nieuw te ontwikkelen warmte-infrastructuur. In de RSW gaat het voornamelijk over bovengemeentelijke infrastructuur. De bovengemeentelijke structuren bieden voor Rheden mogelijk kansen vanuit de papierfabriek Eerbeek en de AVR Duiven.

De Transitievisie Warmte vormt de basis voor wijkuitvoeringsplannen op wijk-, buurt-, straat- en complexniveau. Met de vaststelling van de Transitievisie Warmte is de warmtetransitie tot 2050 niet in beton gegoten. Omdat we niet alle buurten tegelijk kunnen aanpakken en (technische) inzichten nog continu veranderen, wordt de transitievisie elke vijf jaar geüpdatet.

INHOUD

Leeswijzer **2**

Samenvatting **3**

1 Inleiding **7**

2 De basis voor de transitie **10**

2.1 Wereldwijde temperatuurstijging 10

2.2 Internationale en nationale afspraken 10

2.3 Regionale uitwerking 10

2.4 De Rhedense klimaatambities 10

2.5 Problemen in Groningen & afhankelijkheid Rusland 11

3 De opgave **12**

3.1 Rheden 2040 energieneutraal 13

3.2 Autonome ontwikkeling 13

4 Stakeholders **14**

5 Analyse gemeente Rheden **16**

5.1 De woningvoorraad 16

5.2 Bouwperiode woningen 16

5.3 Woningdichtheid & warmtedichtheid 17

5.4 Conclusie 18

6 Duurzame alternatieven **19**

6.1 Bronnen in de gemeente Rheden 19

6.1.1 Warmtenet AVR 19

6.2 Alternatieve technieken 19

6.2.1 Isoleren altijd aan te bevelen 21

6.2.2 Zonnepanelen en elektrische koken 21

6.2.3 Hybride warmtepomp 21

6.2.4 Koeling wordt steeds belangrijker 21

6.3 Van transitiebron naar duurzame eindbron 22

7 Selectie buurten **23**

7.1 Conclusies multi-criteria analyse 23

7.2 Planning 24

7.3 Alternatieve warmtevoorzieningen meest kansrijke buurten 25

7.3.1 Voorkeursalternatief: LT/MT collectieve voorziening 25

7.3.2 Dieren-Noord boven spoorlijn 26

7.3.3 Rheden 27

7.3.4 Velp-Zuid beneden spoorlijn 27

7.4 Alternatieve warmtevoorziening middengroep 28

7.5 Alternatieve warmtevoorziening minst kansrijke buurten 29
7.6 Spectrum aan technieken 29
7.7 Financiële aspecten 30
7.7.1 Kosten en baten aardgasloze woningen 31

8 Participatie & vervolgstappen 32
8.1 Van theorie naar praktijk 32
8.2 In de praktijk: 1: belang, momentum en bepaling doelgroep 34
8.2.1 Communicatie na analyse 35
8.3 In de praktijk 2: Activeren 35
8.4 In de praktijk 3: Ontwerpsessies 36
8.4.1 Voortdurende interne inventarisatie 36
8.5 In de praktijk 4: Interactieve bijeenkomsten 37
8.6 Vervolgstappen 37

9 Conclusie & Aanbevelingen 38

De bijlagen 39

2 DE BASIS VOOR DE TRANSITIE

2.1 Wereldwijde temperatuurstijging

De gemiddelde temperatuur op aarde stijgt. Deze temperatuurstijging wordt voornamelijk veroorzaakt door het handelen van de mens. Dit behoeft niet langer discussie. De hoeveelheid wetenschappelijk bewijs voor deze stelling is namelijk overweldigend. Een belangrijke oorzaak voor de temperatuurstijging is de uitstoot van broeikasgassen. Eén van de belangrijkste broeikasgassen is koolstofdioxide, oftewel CO_2. Dit broeikasgas komt onder meer vrij bij de verbranding van olie en aardgas.

2.2 Internationale en nationale afspraken

In 2015 ondertekende Nederland het Klimaatakkoord van Parijs. Daarmee committeerde Nederland zich in te zetten voor het beperken van de opwarming van de aarde tot maximaal twee graden. De Nederlandse klimaatambities die gebaseerd zijn op de internationale afspraken zijn vastgelegd in de Klimaatwet en de afspraken die hieruit voortvloeien (met o.a. gemeenten, het bedrijfsleven, natuur- en milieuorganisaties en energiebedrijven) zijn of worden verankerd in het landelijke Klimaatakkoord. Vóór 2030 moet de uitstoot van broeikasgassen met 49% zijn verminderd ten opzichte van 1990. In 2050 moet de uitstoot zijn teruggebracht met 95%. Op provinciaal niveau is er in Gelderland het Gelders Energie Akkoord (GEA) gesloten. Daarin is opgenomen dat er gestreefd moet worden naar 55% minder CO_2 uitstoot in 2030. Belangrijke maatregel om deze doelstellingen te behalen is het stoppen met het gebruik van aardgas in woningen en utiliteitsbouw. Sinds juli 2018 mogen nieuwbouwwoningen niet meer op het gas aangesloten worden, tenzij er zwaarwegende redenen zijn om dit wel te doen.

2.3 Regionale uitwerking

De uitwerking van het landelijke Klimaatakkoord vindt voor een groot deel op regionaal en lokaal niveau plaats. Om de regionale uitwerking vorm te geven, is Nederland opgedeeld in 30 energie-regio's waarin gemeenten, provincies en waterschappen samenwerken aan een Regionale Energie Strategie (RES). Rheden is onderdeel van de RES-regio Arnhem/Nijmegen. Het is de bedoeling dat in de RES keuzes worden gemaakt die betrekking hebben op de opwekking van duurzame elektriciteit (vooral wind en zon), de warmtetransitie in de gebouwde omgeving en de benodigde opslag en energie-infrastructuur. Het onderdeel Warmte wordt binnen de RES uitgewerkt in de vorm van een Regionale Structuur Warmte (RSW), waarin op regionaal niveau inzicht wordt verschaft in de totale (toekomstige) warmtevraag binnen de regio, de beschikbare duurzame warmtebronnen en de bestaande en geplande infrastructuur. Ook moet de RSW duidelijk maken hoe de regio de toekomstige warmtevraag, het aanbod en de infrastructuur op elkaar gaat afstemmen en hoe partijen in de samenleving hierbij betrokken worden.

2.4 De Rhedense klimaatambities

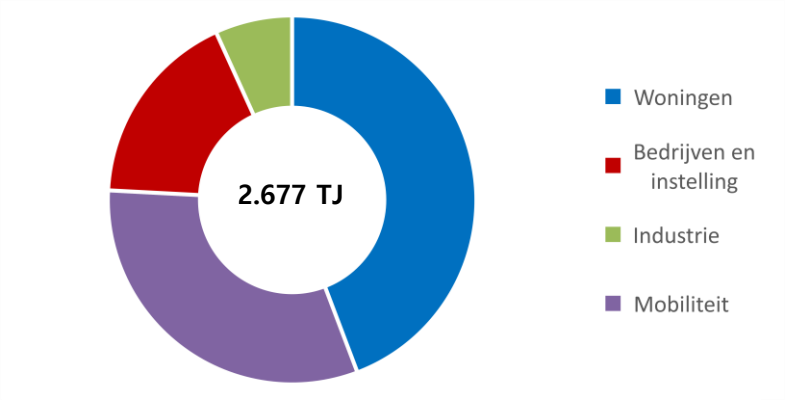
De gemeente Rheden heeft grote ambities en wil in 2040 energie- en CO_2-neutraal zijn. Dat wil zeggen dat in 2040 alle woningen en utiliteitsbouw in de gemeente Rheden zonder aardgas functioneren. En dat alle energie die in de gemeente wordt gebruikt ook duurzaam opgewekt moet zijn.

2.5 Problemen in Groningen & afhankelijkheid Rusland

Naast de klimaatproblemen kennen we ook de problemen in Groningen. Door jarenlange aardgaswinning zijn veel woningen onbewoonbaar geworden. De gaskraan wordt inmiddels dicht gedraaid maar daardoor worden we afhankelijk van landen als Rusland voor onze warmtevoorziening. Een aardgasloze gebouwde omgeving zorgt voor het oplossen van de problemen in Groningen en maakt ons onafhankelijk van landen met een bedenkelijke reputatie.

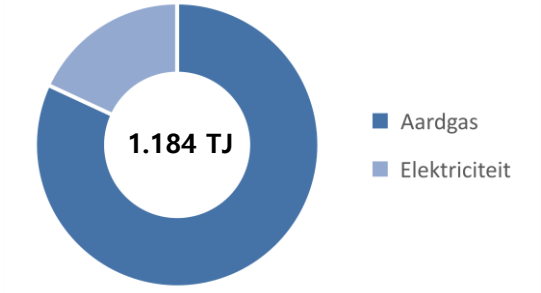
3 DE OPGAVE

De gemeente Rheden heeft 43.725 inwoners die gezamenlijk in 21.375 woningen wonen. Deze huishoudens verbruiken samen met de bedrijven en instellingen, industrie en de mobiliteit (incl. autosnelwegen, excl. railverkeer) jaarlijks 2.677 TJ aan energie, verdeeld over 37.197.000 m^3 aardgas, 182.969.000 kWh elektriciteit en een onbekend hoeveelheid Benzine, Diesel en LPG (met een totaal volume van 846 TJ per jaar). In figuur 1 is de verdeling zichtbaar.



Figuur 1

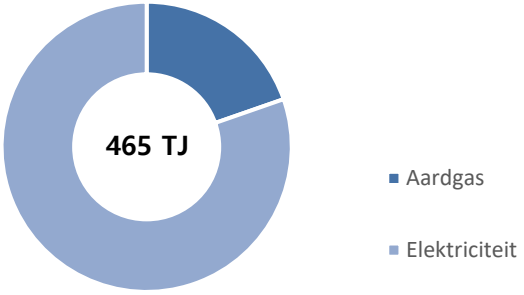
Woningen en bedrijven & instellingen zijn qua aardgasverbruik goed met elkaar te vergelijken. Beiden gebruiken aardgas voornamelijk voor warm tapwater en gebouwverwarming. Dit maakt dat de aanpak voor deze twee typen bebouwing ook redelijk vergelijkbaar is, al is er in de gemeente Rheden een opvallend hoog elektriciteitsgebruik bij de bedrijven en instellingen. De reden van dit verbruik is niet bekend. In de industrie wordt aardgas vaak gebruik voor de productieprocessen. Het verduurzamen hiervan vraagt een volledig andere aanpak. Voor de alternatieve warmtevoorziening is maatwerk nodig per bedrijf. Deze TVW richt zich



Figuur 2: verhouding energieverbruik in de woningen (Klimaatmonitor 2018)



Figuur 3: Energiegebruik in de woningen verder gespecificeerd



Figuur 4: verhouding energiegebruik in de bedrijven & instellingen (Klimaatmonitor 2018)

dan ook voornamelijk op woningen en bedrijven & instellingen. In figuur twee, drie en vier is voor de woningen en bedrijven & instellingen de hoeveelheid gebruikte energie inzichtelijk gemaakt. De bedrijven en instelling gebruiken gezamenlijk jaarlijks 465 TJ energie en de woningen 1.184 TJ.

3.1 Rheden 2040 energieneutraal

Zoals zichtbaar in de bovenstaande figuren bestaat een groot deel van de gebruikte energie uit aardgas. In de komende jaren moet daar een alternatief voor gevonden worden. De Nederlandse regering heeft als doelstelling opgenomen dat in 2030 anderhalf miljoen bestaande woningen aardgasvrij moeten zijn. Deze prognose is gebaseerd op het uiteindelijke doel om in 2050 volledig aardgasvrij te zijn. Vertaalde naar de gemeente Rheden betekent dit dat er in 2030 ongeveer 4.300 bestaande woningen aardgasloos moeten zijn. De gemeente Rheden heeft echter een hogere ambitie; energieneutraal in 2040. Als we ervan uitgaan dat er ieder jaar evenveel woningen aardgasvrij gemaakt gaan worden betekend dat, dat er in 2030 ongeveer 10.000 woningen aardgasvrij zouden moeten zijn om de doelstelling 'aardgasvrij in 2040' te behalen.

Een andere mogelijkheid om te kijken naar de opgave is te kijken naar de benodigde energiebesparing die behaald moet worden. Een woning in Rheden verbruikt gemiddeld 1.590 m^3 aardgas per jaar[3]. Dit betekent dat er in 2030 11.289.000 m^3 aardgas in de woningen van de gemeente Rheden bespaard moet zijn. Een deel van deze besparing komt voor rekening van woningen die volledig aardgasvrij zijn. Het andere deel wordt behaald door het isoleren van woningen om ze klaar te maken voor de stap naar aardgasvrij (aardgasvrij-ready).

3.2 Autonome ontwikkeling

De komende tijd zal deze opgave ook zonder maatregelen van de gemeente veranderen. De voorspelling is dat door autonome ontwikkelingen en energiebesparende maatregelen het aardgasverbruik met ongeveer 1% per jaar zal afnemen. Bij autonome ontwikkelingen kan gedacht worden aan;

- Sloop en aardgasvrije nieuwbouw
- Isolatie van bestaande woningen
- Verbetering van warmte leverende installaties

De voorspelling is dat het aardgasverbruik van de bedrijven en instellingen op basis van het huidige beleid tot 2030 met 6.5% dalen[4]. Uit de praktijk (gesprekken met handhavers van bijvoorbeeld milieuwetgeving) weten we dat 10-20% ook haalbaar moet zijn. Dit betekent dat aanvullende wet- en regelgeving en maatregelen voor de overige 80-90% aan besparing en duurzame opwekking moet zorgen.

[3] Klimaatmonitor, 2018

[4] Klimaat- en Energieverkenning PBL, 2019

4 STAKEHOLDERS

Stakeholder betekent belanghebbende. Deze term wordt gebruikt voor personen en/of organisaties die invloed kunnen uitoefenen op plannen, beleid en de uitvoering van projecten. In elke situatie kunnen de stakeholders anders zijn. In dit hoofdstuk beschrijven we de verschillende stakeholders en de rollen die deze partijen hebben binnen de warmtetransitie.
De gemeente kan de warmtetransitie niet zonder haar stakeholders realiseren. Iedereen in de gemeente zal een steentje bij moeten dragen. Zonder samenwerking is het onmogelijk om de transitie op een goede manier te realiseren. De samenwerking gaat ook voorbij de gemeentegrenzen. Het is van belang om ook in regionaal en provinciaal verband samen te gaan werken. De RES[5] loopt hier al op vooruit.

De Gemeente
De rijksoverheid heeft alle gemeenten de regierol toebedeeld. De gemeente gaat het proces en de organisatie van de transitie sturen om zo de warmtetransitie wijk voor wijk, buurt voor buurt en straat voor straat uit te gaan voeren. De bestaande samenwerking met de stakeholders in Rheden is daarbij essentieel. Bij dit traject is het van belang dat de gemeente zorgt voor draagvlak bij inwoners en bedrijven. Daarnaast heeft de gemeente als taak om het maatschappelijk belang te borgen.

Woningcorporaties
De grootste woningcorporatie in de gemeente Rheden is Vivare. Daarnaast is ook Veluwonen in de gemeente actief. De woningcorporaties zijn vanwege het grote woningbezit een belangrijke partner in de warmtetransitie. Op wijk- en buurtniveau is de corporatie is sommige buurten eigenaar van 30-50% van de woningen. Hierdoor kan de woningvoorraad van de corporaties als een startmotor dienen voor de transitie in de rest van een wijk. Waar bij koopwoningen (en in mindere mate particuliere huur) per woning één aanspreekpunt is, kan er door de woningcorporatie schaalvoordeel behaald worden door voor meerdere woningen één alternatief te realiseren. Daarnaast is de corporatie, in tegenstelling tot particuliere eigenaren, gebonden aan bepaalde prestatieafspraken om de transitie te versnellen.

Vivare heeft de laatste jaren al actief het woningbezit verduurzaamd. Een aanzienlijk deel van de woningen is inmiddels gerenoveerd naar energielabel B of hoger (een hoger energielabel betekent een energiezuinigere woning).

Particuliere woningeigenaren
De meeste woningen in de gemeente Rheden zijn in eigendom van particuliere eigenaren (54%). De woningeigenaren zijn van groot belang voor het slagen van de warmtetransitie. Wanneer de gemeente er niet in slaagt om de bewoners mee te krijgen in de transitie, worden de doelen niet bereikt. In vrijwel alle bestaande woningen moeten namelijk energiebesparende maatregelen getroffen worden. Om dat te realiseren is het belangrijk dat woningeigenaren goed en tijdig geïnformeerd en geadviseerd worden. In hoofdstuk 8 wordt een eerste aanzet gegeven voor het informatie- en participatietraject.

[5] Regionale EnergieStrategie (RES) is een regionaal samenwerkingsverband voor de ruimtelijke inpassing van de energietransitie.

Bedrijven

Naast de woningen zijn bedrijven één van de grootste gebruikers van warmte in een gemeente. Een aantal van deze bedrijven gebruikt niet alleen warmte, maar heeft ook warmte over. Deze restwarmte kan mogelijk ingezet worden als alternatieve energiebron voor andere bedrijven of woningen. Dit maakt de bedrijven een belangrijke partner in de warmtetransitie. Wanneer bedrijven zich verenigen, hebben ze ook een bepaalde slagkracht, waardoor ze net als woningcorporaties als startmotor kunnen dienen voor de warmtetransitie.

Netbeheerder

In de gemeente Rheden is Liander de netbeheerder. De netbeheerder is verantwoordelijk voor het transport van de energie (elektriciteit en aardgas). Het is goed mogelijk dat de netbeheerder ook na de transitie verantwoordelijk gaat zijn voor het transport van energie, maar dan mogelijk in andere vormen. Denk aan collectieve voorzieningen, het transport van biogas of misschien wel het transport van waterstof. Elektriciteit gaat in de transitie een steeds belangrijkere rol spelen en dat heeft gevolgen voor het netwerk. Liander is zich bewust van haar verantwoordelijkheid en werkt op een proactieve manier mee aan de warmtetransitie. Daarbij blijft Liander met de gemeente in gesprek om gezamenlijk te zoeken naar koppelkansen voor de transitie.

Vastgoedontwikkelaars

Vastgoedontwikkelaars staan aan de basis van bouw- en renovatietrajecten. Hierdoor kunnen deze partijen invloed uitoefenen op de duurzaamheid van de gebouwde omgeving. De keuzes van vastgoedontwikkelaars in het ontwikkel- en ontwerptraject zijn van invloed op het warmtegebruik van het te bouwen of te renoveren gebouw. Mogelijk dat er gelijk ook energielevering voor de omliggende gebouwen gerealiseerd kan worden. Denk aan een gezamenlijke bron voor aardwarmte, een warmtenet of zonnepanalen die elektriciteit leveren aan de gebouwen in de omgeving. Vastgoedontwikkelaars kunnen in ieder geval laten zien dat gebouwen energieneutraal of zelfs energieleverend kunnen zijn.

Energiecoöperaties en bewonersinitiatieven

In de gemeente Rheden zijn een aantal actieve, lokale groepen aanwezig die zich o.a. bezighouden met energiebesparing en verduurzaming: Duurzaam Dieren-west, Ellecom Energieneutraal, Klimaatactief Dieren-zuid, Wijkplatform Dieren Noordoost en energiecoöperatie Rijn en IJssel.

Ze zijn het eerste contactpunt met de bewoners en weten heel goed wat er speelt in de verschillende buurten. Tevens worden er al heel veel projecten opgezet die te maken hebben met duurzaamheid, energiebesparing en participatie van burgers. Zonder de energiecoöperaties en bewonersinitiatieven is de kans van slagen van de warmtetransitie aanzienlijk kleiner. Deze partijen moeten daarom betrokken blijven bij de uitvoering van deze visie.

Andere stakeholders

Er zijn (mogelijk) andere partijen die al bezig zijn met het aardgasvrij maken van woningen (dit kunnen ook individuele burgers zijn). Iedereen kan daarin zijn of haar eigen rol nemen. Vastgoedeigenaren (ook particuliere woningeigenaren) en verhuurders kunnen op natuurlijke onderhoudsmomenten zoveel mogelijk doen om aardgasvrij te worden of stappen te zetten richting aardgasvrij. Je hoeft immers niet in één keer naar aardgasvrij, dat kan ook in tussenstappen.

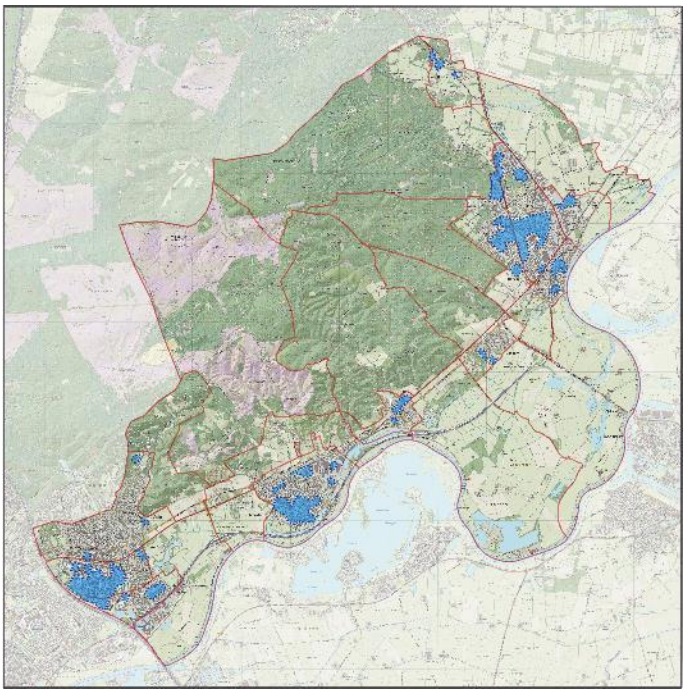
5 ANALYSE GEMEENTE RHEDEN

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van verschillende thema's geanalyseerd wat de stand van zaken is in de gemeente Rheden. Deze analyse vormt de basis voor de keuzes die uiteindelijk gemaakt worden. De analyse is uitgevoerd op drie niveaus: gemeenteniveau, buurtniveau en straatniveau. In bijlage 1 is een uitgebreide analyse van de gemeente Rheden verwerkt. Hieronder worden de belangrijkste conclusies kort toegelicht.

5.1 De woningvoorraad

De gemeente Rheden heeft 21.375 woningen. Het grootste deel daarvan zijn koopwoningen, de rest is huur. Als we op buurtniveau kijken zien we dat in vrijwel alle buurten het aandeel koopwoningen het grootst is. Dit betekent dat de bewoners van de meeste woningen zelf kunnen beslissen over de maatregelen die men wil nemen.

Alleen in Velp-Zuid zijn er procentueel meer corporatiewoningen dan koopwoningen. Dat wil natuurlijk niet zeggen dat er in de andere buurten geen corporatiewoningen te vinden zijn. Er zijn zelfs een aantal buurten waar corporatiewoningen meer dan 30% van het totaal omvatten. Dat zijn de buurten Rheden, Spankeren, Dieren-west boven spoorlijn, Dieren-Noord boven spoorlijn en Velp-Zuid beneden spoorlijn. Als we verder inzoomen zien we binnen deze, en een aantal andere buurten, clusters van corporatiewoningen. Een groot aandeel corporatiewoningen in een buurt kan de warmtetransitie bespoedigen. De corporatie is één aanspreekpunt voor een groot aantal woningen terwijl een eigenaar van een particuliere woning het aanspreekpunt voor maar één woning is. Tevens heeft een woningcorporatie gemiddeld meer financiële slagkracht en wordt er over het algemeen een lange-termijn visie gehanteerd.



Figuur 5: weergave van clusters van corporatiewoningen in de verschillende buurten van de gemeente Rheden (zie bijlage 6 voor een grotere kaart). Daar waar veel corporatiewoningen staan, kunnen we mogelijk snel aan de slag (corporatie als startmotor).

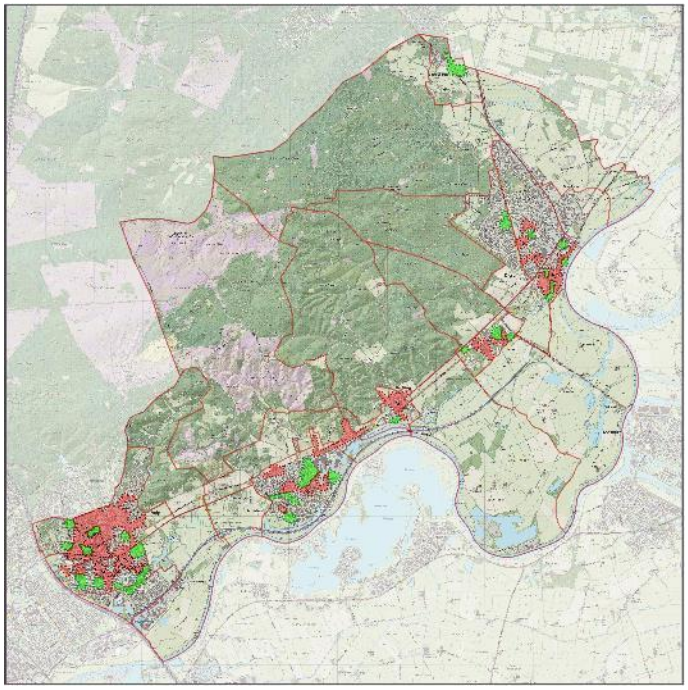
5.2 Bouwperiode woningen

Het bouwjaar van woningen geeft een eerste indicatie van de isolatiewaarden van een woning en de kansen voor aanvullende isolatie. Dit is dan ook erg relevante informatie bij het bepalen van de meest geschikte aardgasloze warmtevoorziening.

De meeste woningen in de gemeente Rheden zijn gebouwd tussen 1955 en 1995. In die groep woningen is vaak nog een forse besparing op het aardgasverbruik te realiseren door middel van isolatie. Daarmee is een alternatieve warmtevoorziening gemakkelijker in te passen dan in woningen waar aanvullende isolatie lastig

is. Moeilijk isoleerbare woningen moeten op een hoge temperatuur verwarmd worden met bijvoorbeeld restwarmte of hernieuwbaar gas. Dat is in Rheden op dit moment nog lastig (zie ook hoofdstuk 7).

Uit de cijfers op buurtniveau blijkt dat in het buitengebied voornamelijk oudere woningen staan van vóór 1955. Een uitzondering is de buurt Verspreide huizen Rheden, daar staat nog een relatief groot aandeel nieuwe woningen. Deze woningen hebben over het algemeen geen extra isolatie meer nodig waardoor aardgasloze alternatieven relatief gemakkelijk in te passen zijn. Daarom worden woningen, gebouwd tussen 1995 en 2007, gezien als de woningen waarin het beste gestart kan worden met de warmtetransitie (zie ook bijlage 3, prioriteringscriterium 3: Technische categorisering)

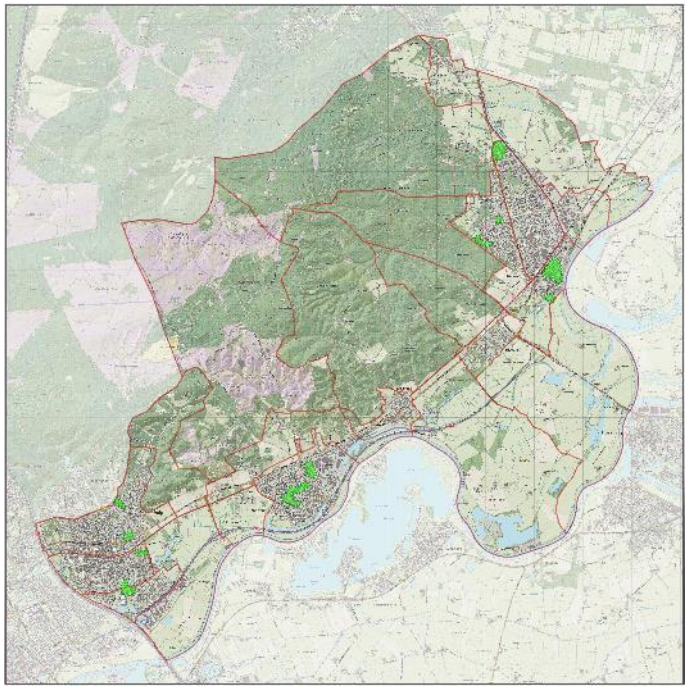


Figuur 6: clusters van historische, vooroorlogse (rood) en jonge (groen) woningen (zie bijlage 6 voor een grotere kaart). Jonge woningen kunnen snel aardgasloos worden. In oudere woningen is het isoleren lastig waardoor ze speciale aandacht nodig hebben.

Op straatniveau is in figuur 6 zichtbaar gemaakt waar zich clusters van jonge woningen (gebouwd na 1995, groene vlekken), relatief oude woningen (gebouwd voor 1955, rode vlekken) en clusters van historische bebouwing (zwarte stippellijn) bevinden.

5.3 Woningdichtheid & warmtedichtheid

In gebieden of buurten met een hoge woningdichtheid is de kans op het realiseren van een collectief alternatief (bijvoorbeeld warmtenetten) groter dan in buurten met een lage woningdichtheid. Als vuistregel wordt een woningdichtheid van 20-25 woning per hectare als ondergrens voor de realisatie van een collectief alternatief gehanteerd. Op buurtniveau voldoet alleen Velp-Zuid beneden spoorlijn aan deze ondergrens. Buurten die er als geheel dichtbij in de buurt komen zijn: Dieren-Noord boven spoorlijn en Velp-Zuid ten zuiden van Waterstraat. Wanneer er ingezoomd wordt op straatniveau valt op dat er ook in andere buurten gebieden zijn met een hoge woningdichtheid. Naast woningdichtheid is ook warmtedichtheid een goede graadmeter voor de mate waarin

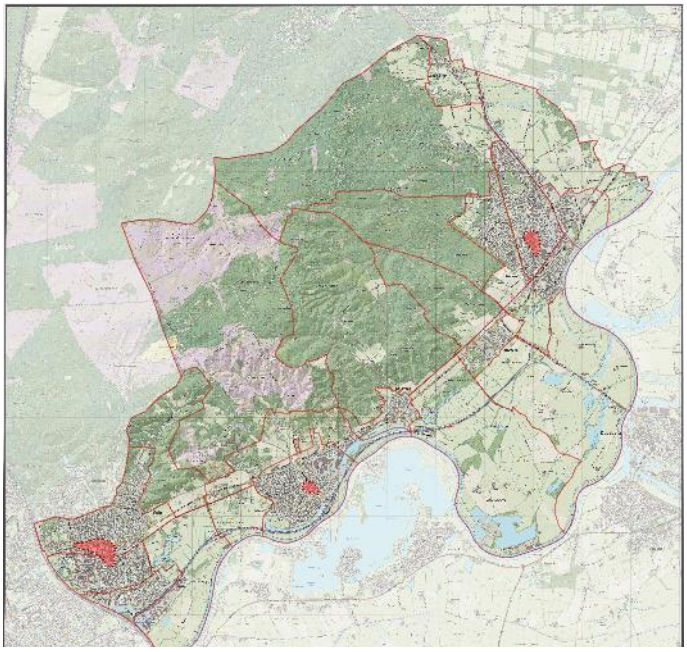


Figuur 7: gebieden met de hoogste woningdichtheid zijn aangegeven in het groen (zie bijlage 6 voor een grotere kaart). In deze gebieden zijn kansen voor collectieve netten.

collectieve oplossingen kansrijk zijn. Door dit mee te nemen in de analyse wordt ook het verbruik van bedrijven en instellingen gevangen. Gegevens van deze gebouwen zijn immers niet in de woningdichtheid zichtbaar. Op figuur 7 en figuur 8 zijn de gebieden met een hoge woning- en/of warmtedichtheid weergegeven.

5.4 Conclusie

Uit deze analyse wordt duidelijk dat de meeste kansrijke gebieden op basis van technische specificaties zich vooral in de dichtbebouwde gebieden bevinden. In het buitengebied is het vaak moeilijker om te komen tot haalbare collectieve oplossingen. Dit wil echter niet zeggen dat objecten in het buitengebied allemaal moeilijker te transformeren zijn dan objecten binnen de kernen. Wanneer we uitgaan van enkel technische gegevens komen de kernen er echter het best uit.



Figuur 8: gebieden met een hoge warmtedichtheid zijn weergegeven in het rood (zie bijlage 6 voor een grotere kaart). In deze gebieden zijn kansen voor collectieve netten.

6 DUURZAME ALTERNATIEVEN

Er zijn meerdere alternatieve technieken en bronnen die in de toekomst in Rheden het aardgas kunnen vervangen. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van deze alternatieve technieken en bronnen.

6.1 Bronnen in de gemeente Rheden

Buiten de gemeente liggen enkele bronnen van restwarmte die mogelijk voor duurzame warmte in Rheden kunnen zorgen. DS Smith Paper De Hoop Mill (papierfabriek Eerbeek) en de AVR in Duiven zijn daarbij de grootste bronnen van warmte. Binnen de gemeentegrenzen zijn op dit moment geen grootschalige warmtebronnen bekend.

Daarnaast zijn er binnen de gemeentegrenzen voornamelijk veel bronnen van condenswarmte aanwezig. Dit zijn vaak supermarkten die op kleine schaal warmte over houden. In de kern Rheden is De Meteoor Beton aanwezig. Van dit bedrijf is niet bekend hoeveel warmte er beschikbaar is, maar het zou in potentie een goede bron kunnen zijn. De grootste kansen voor de gemeente Rheden liggen bij Thermische Energie Oppervlaktewater (TEO), Thermische Energie Afvalwater (TEA), zonthermie en duurzame opwek van elektriciteit uit wind en zon. Deze kunnen ook als bron ingezet worden voor de alternatieve technieken.

6.1.1 Warmtenet AVR

Naast de mogelijke bronnen is er in Arnhem al een bestaand warmtenet gevoed met restwarmte van de AVR. Mogelijk kan (delen van) Velp aangesloten worden op dit warmtenet. Aansluiten op een bestaand net is financieel interessant maar er zijn ook een aantal bezwaren. Zo is niet iedereen het er over eens dat het een duurzame bron is. Ook wordt het warmtenet gevoed door maar één bron. Wanneer die bron om wat voor reden wegvalt, ontstaat er een probleem (zie ook bijlage 9.3 waarin o.a. de mogelijke uitbreiding van het warmtenet wordt besproken).
In de inventarisatiekaart (zie figuur 9 en kaart in separate bijlage) worden alle kansrijke warmtebronnen weergegeven.

6.2 Alternatieve technieken

Er zijn op dit moment grofweg drie manieren om woningen zonder aardgas te verwarmen:

- **All-electric,** individuele elektrische alternatieven. Onder andere elektrische warmtepomp (met de bodem of de buitenlucht als bron), elektrische cv-ketel, infraroodpanelen en hybride warmtepomp (tussenoplossing);
- **Collectieve systemen,** op basis van: restwarmte, zonthermie, aquathermie, asfaltthermie, biomassa (alleen als transitiebron) en/of geothermie;
- **Hernieuwbaar gas,** o.a. groen gas, biogas, micro-WKK en waterstof.

Waarschijnlijk zullen er in de toekomst nog innovatieve warmtetechnieken ontwikkeld worden die op termijn nieuwe oplossingen bieden. In bijlage 2 worden de verschillende alternatieven kort beschreven.

Warmtetransitievisie gemeente Rheden

Inventarisatiekaart 2019

gemeente Rheden

Aantal wijken:	*3*
Aantal buurten:	*23*
Aantal buurtplannen:	*0*
Aantal inwoners:	*43.560*
Aantal woningen:	*21.375*
Gasgebruik woningen:	*31.300.000 m³/jaar*
	991 TJ/jaar
Kosten gasgebruik:	*€ 20.908.000 per jaar*

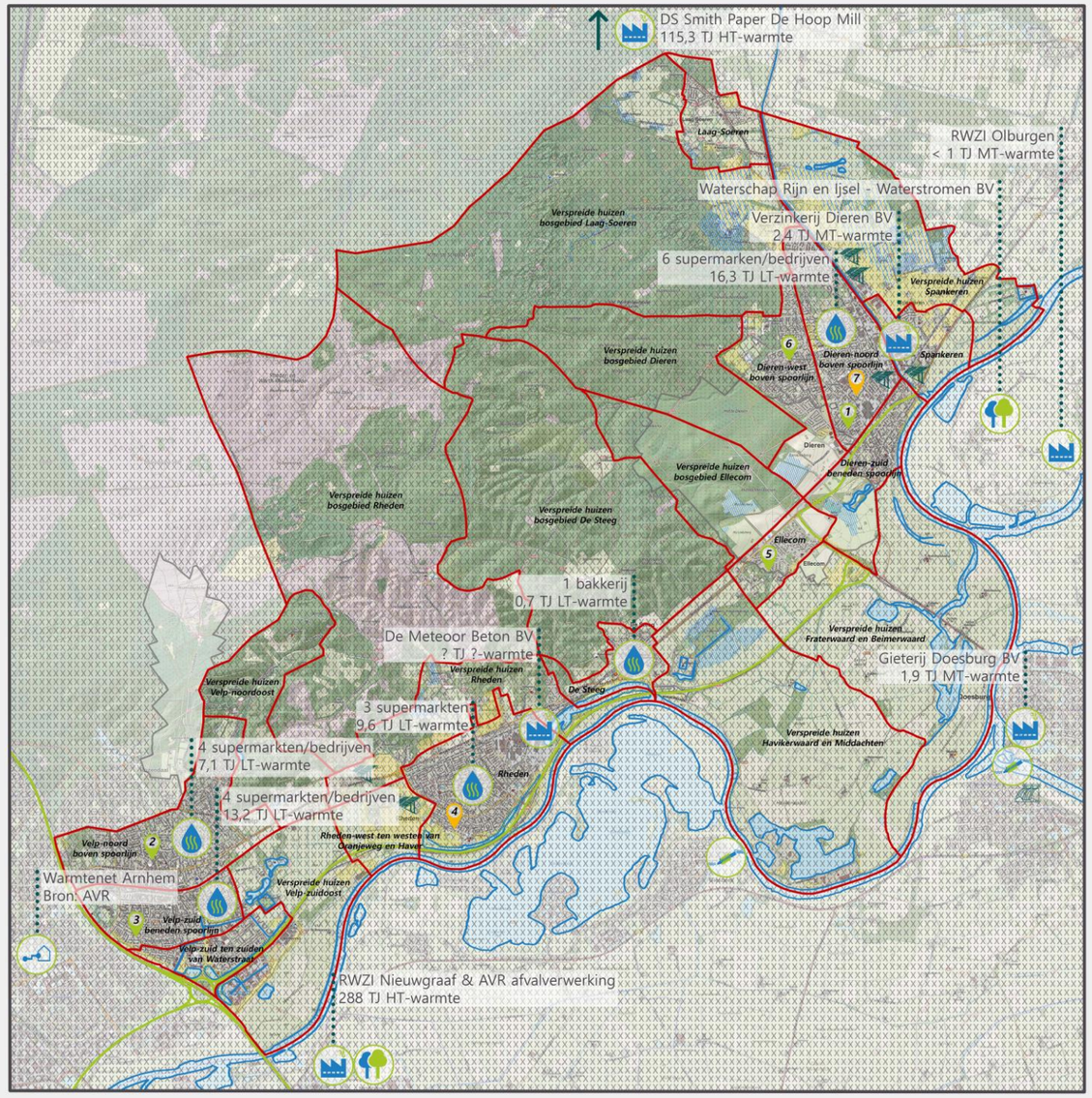


Potentiële warmtebronnen
- Bestaand warmtenet
- Potentiële restwarmte
- Biomassa
- Glastuinbouw
- Condenswarmte
- Warmte uit gemalen en stuwen
- Warmte uit oppervlaktewater
- Warmte uit asfaltcollectoren

Geothermie en WKO
- Kans op geothermie
- Kans op WKO

Potentie opwekking duurzame elektriciteit
- Kansgebieden voor grondgebonden zonnepanelen
- Kansgebieden voor windmolens
- Kansgebieden voor zowel grondgebonden zonnepanelen als windmolens
- Concrete kans zonneveld(en)
- Concrete kans windmolen(s)
- Concrete kans waterkrachtcentrale

Initiatieven gasloos/energiezuinig bouwen en renoveren
- b. Buurkracht actief in de wijk
- Gerealiseerd initiatief of initiatief in uitvoering
- Voorgenomen initiatief



Initiatieven
1. Actieve en goed lopende energiecoöperatie in Dieren noord boven spoorlijn
2. Warmtewandeling Velp-noord boven spoorlijn
3. Grootschalige renovatie Velp-zuid (tot 2024) en onderzoek naar kansen voor o.a. zonthermie
4. Renovatie 500 woningen Vivare in zuid-Rheden, 2020-2022
5. Aanwezigheid bewonersinitiatief Ellecom Energie Neutraal
6. Kleinschalig bewonersinitiatief om een Wijk van de Toekomst te worden
7. Renovatie woningen in het 'Supermarktgebied' in Dieren noord boven spoorlijn

Legenda

Aandeel corporatiewoningen t.o.v. totale aantal woningen in wijk
- >30%
- 10-30%
- <10%
- Onbekend

Gemiddeld gasverbruik
- <1.600 m³ gas per jaar
- 1.600 - 2.300 m³ gas per jaar
- >2.300 m³ gas per jaar
- Onbekend

Gemiddelde inkomen per huishouden
- <€ 45.000
- € 45.000 - € 65.000
- >€ 65.000
- onbekend

- Overheersend energielabel
- Overheersend bouwjaar woningen
- Aantal woningen in een buurt
- Woningdichtheid (woningen/ha)

Gegevens woningen & bewoners						
Dieren-zuid beneden spoorl.	17%	C	<'95	1.044	7,72
Dieren-noord boven spoorl.	37%	D	'55-'95	3.591	18,51
Dieren-west boven spoorl.	35%	D	'55-'95	1.998	10,57
Spankeren	33%	D	'55-'95	344	3,62
Ellecom	6%	D	<'55	466	5,72
Laag-Soeren	15%	D	'55-'95	387	3,30
Verspr. huizen bosgebied Laag Soeren	0%	E	<'95	68	0,05
Verspr. huizen Spankeren	0%	G	<'55	48	0,12
Verspr. huizen Fraterwaard en Beimerwaard	0%		'55-'95	41	0,06
Verspr. huizen bosgebied Ellecom	7%		n.v.t.	0	0,00
Verspr. huizen bosgebied Dieren	7%		'55-'95	1	0,00
Rheden	33%	C	'55-'95	3.595	13,56
Rheden-west ten westen van Oranjeweg en Haver	0%	G	<'55	28	0,28
Verspr. huizen Rheden	1%	G	<'55,>'07	187	0,52
De Steeg	27%	D	<'95	467	6,90
Verspr. huizen bosgebied De Steeg	7%		<'55	3	0,00
Verspr. huizen bosgebied Rheden	7%		<'55	5	0,00
Verspr. huizen Havikerwaard en Middachten	0%	G	<'55	35	0,05
Velp-noord boven spoorl.	9%	C	<'95	3.625	13,15
Velp-zuid beneden spoorl.	47%	C	<'95	3.602	24,99
Velp-zuid ten zuiden van Waterstraat	28%	C	'55-'95	1.799	19,97
Verspr. huizen Velp-noordoost	7%		Spreiding	8	0,02
Verspr. huizen Velp-zuidoost	0%	C	<'95	33	0,10

Figuur 9: inventarisatiekaart gemeente Rheden

6.2.1 Isoleren altijd aan te bevelen

Voor de meeste alternatieve bronnen is het een vereiste om de schil van een gebouw goed te isoleren. Maar ook wanneer het niet direct nodig is (omdat er een bron met hoge-temperatuur toegepast wordt), is het aan te bevelen om toch zoveel mogelijk te isoleren. Alle energie die niet gebruikt wordt hoeft immers niet opgewekt en getransporteerd te worden. Isolatie kan er voor zorgen dat we tegen dezelfde kosten veel meer gebouwen op een warmtenet aan kunnen sluiten of dat er minder biogas nodig is om eenzelfde aantal woningen te verwarmen. In hoofdstuk 8 en bijlage 7 wordt uitgebreid ingegaan op isoleren.

6.2.2 Zonnepanelen en elektrische koken

Isoleren krijg je nooit spijt van. Hetzelfde geldt voor het leggen van zonnepanelen en het overstappen op elektrisch koken. Zonnepanelen zijn, mede door de sterk dalende prijzen van de afgelopen jaren, financieel erg interessant. Elektrische koken is een stap die iedereen uiteindelijk moet zetten omdat we geen aardgas meer gaan gebruiken. In combinatie met zonnepanelen is het echter ook financieel interessant om dat op korte termijn te doen. Gas wordt alsmaar duurder en met zonnepanelen kan je de energie 'gratis' van je dak halen.

6.2.3 Hybride warmtepomp

Een hybride warmtepomp (een warmtepomp naast een CV-ketel) is een goed alternatief om het aardgasverbruik flink te verminderen. In veel gevallen zal het een tijdelijk alternatief zijn tot het moment dat een gebouw volledig aardgasloos wordt. In een aantal gebouwen (bijvoorbeeld monumentale gebouwen die niet zo goed geïsoleerd kunnen worden) kan het ook een eindoplossing zijn. Uiteindelijk wordt de CV-ketel naast de warmtepomp niet meer gevoed door aardgas maar bijvoorbeeld door groen gas of waterstof.
Qua investering is een hybride warmtepomp goedkoper dan een stand-alone warmtepomp. Dit heeft niet zo zeer met de aanschaf van de warmtepomp te maken (die moet je in beide gevallen immers laten plaatsen), maar wel met de benodigde maatregelen in een woning. Voor een hybride warmtepomp hoeft minder goed geïsoleerd te worden (kan natuurlijk wel, alle energie die je bespaart hoeft niet opgewekt te worden) en is het niet nodig om de radiatoren te vervangen. Kijk je naar maandlasten en de langere termijn dan is een stand-alone warmtepomp mogelijk goedkoper. De prijs voor aardgas zal naar verwachting de komende jaren flink stijgen. Uiteindelijk zal per gebouw en per woning(type) geïnventariseerd moeten worden wat de beste oplossing is.

6.2.4 Koeling wordt steeds belangrijker

Daar waar verreweg de meeste verwarmingssystemen op dit moment nog voornamelijk op een wintersituatie worden berekend (het systeem moet bij lage temperaturen een gebouw nog steeds warm kunnen krijgen) is het goed voor te stellen dat de systemen in de toekomst steeds meer op het zomerse klimaat uitgelijnd worden. We zien steeds minder echte koude dagen in de winter en juist steeds meer echte warme dagen in de zomer. Koeling kan daarmee een belangrijk onderdeel van de toekomstige warmtevoorziening worden en moet in de vervolgfasen voldoende aandacht krijgen.

6.3 Van transitiebron naar duurzame eindbron

In de praktijk is het goed mogelijk dat de transitie in een woning of een gebied van start gaat zonder dat er gelijk gebruik gemaakt kan worden van een duurzame warmtebron. In dat geval is het mogelijk om gebruik te maken van een transitiebron, mits er op termijn voldoende zicht is op inpassing van een duurzame bron. Een voorbeeld: een woningcorporatie heeft grootschalige renovaties in een buurt gepland staan en in die buurt wordt een warmtenet als meest gunstig alternatief bepaald. In de toekomst wordt zonthermie als kansrijke duurzame bron voor het warmtenet gezien, maar het is nu nog niet haalbaar om het warmtenet op deze bron aan te sluiten. Dan kan ervoor gekozen worden om het warmtenet wel aan te leggen (om aan te sluiten bij de renovatieplannen van de woningcorporatie) en het net voorlopig aan te sluiten op een transitiebron. In veel gevallen wordt biomassa toegepast. Echter zijn er veel bezwaren tegen deze brandstof. Er is namelijk een groot verschil in duurzaamheid tussen de verschillende vormen van biomassa. Zie bijlage 2 voor meer informatie over natte en droge biomassa.

Aardgas kan voorlopig ook nog als een transitiebron ingezet worden. Het is een transitiebron omdat het bijvoorbeeld gemengd kan worden met groen gas. Landen rondom ons heen stappen nu over op aardgas omdat dit een van de 'schoonste' fossiele brandstoffen is. Natuurlijk is het wel aan te bevelen om in dit geval zoveel mogelijk te besparen op het energiegebruik.

Naast aardgas kan ook het warmtenet vanuit de AVR als aan transitiebron gezien worden. Het is geen duurzame bron omdat er geen hernieuwbare energie wordt geproduceerd (verbranden van afval is geen circulaire oplossing), maar zolang verbranding plaats vindt is het ook zonde om de energie niet te gebruiken.

7 SELECTIE BUURTEN

Een belangrijk onderdeel van de transitievisie warmte is het opstellen van een planning waarin is opgenomen wanneer, en in welke buurten/gebieden er gestart wordt met de transitie. Daarbij is het belangrijk inzicht te verkrijgen in welke alternatieve warmtevoorzieningen voor de verschillende buurten het meest geschikt zijn. Om een rationele keuze te kunnen maken tussen meerdere alternatieven is in samenwerking met de stakeholders een multi-criteria analyse (MCA) uitgevoerd (zie ook bijlage 3 voor de uitgebreide uitleg van de analyse).

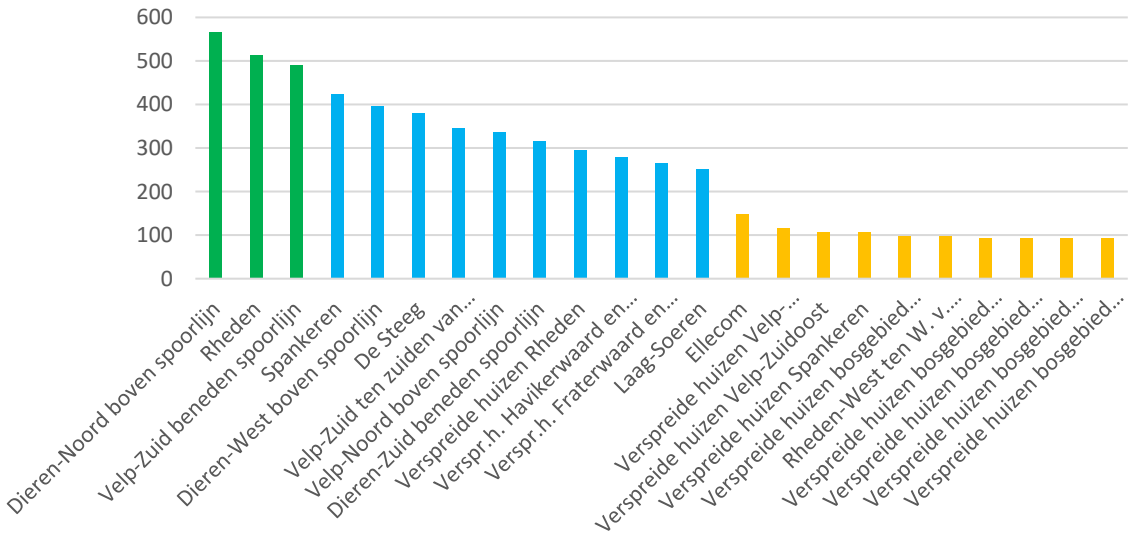
7.1 Conclusies multi-criteria analyse

In samenspraak met de stakeholders zijn de 6 belangrijkste criteria bepaald. Om inzicht te krijgen in het belang van ieder criteria zijn er scores toegekend.

- **Aanwezigheid natuurlijke momenten (score 29).** Een buurt scoort hoog op deze categorie als er op de middellange termijn (grootschalige) werkzaamheden gepland staan waarvoor bijvoorbeeld infrastructuur moet worden aangepakt. Dat kunnen nieuwbouwplannen zijn of onderhoud aan nutsvoorzieningen. Door hierop in te spelen kunnen de kosten voor het aanleggen van bijvoorbeeld een warmtenet gedrukt worden.
- **Technische categorie (score 23).** Alle buurten in de gemeente Rheden zijn ingedeeld in een bepaalde technische categorie. Deze indeling is gemaakt op basis van een aantal kenmerken van de woningen waaronder bouwjaar en woningdichtheid. De hoogste score wordt toegekend aan buurten waar het overgrote deel van de woningen in de categorie eeuwwisseling valt.
- **Aanwezigheid van bronnen (score 21).** De aanwezigheid van alternatieve warmtebronnen is van belang om te kunnen bepalen welk duurzaam alternatief in een buurt toegepast kan worden. Buurten waar zich (grootschalige) warmtebronnen bevinden scoren het best op dit criterium. In de gemeente Rheden betreft het voornamelijk buurten met een aanwezigheid van oppervlaktewater en ruimte voor zonthermie.
- **Initiatieven uit de samenleving (score 18).** Eerder is al beschreven dat het overgrote deel van de woningen in de gemeente in particulier bezit is. De aanwezigheid van buurtinitiatieven kan ervoor zorgen dat de inwoners van een buurt gemakkelijker te motiveren zijn. Buurten waar zich actieve initiatieven bevinden scoren het best op dit criterium.
- **Aandeel corporatiewoningen (score 7).** Buurten waar procentueel veel corporatiewoningen te vinden zijn scoren het best op dit criterium. Hoe meer corporatiebezit hoe groter het aandeel woningen dat getransformeerd kan worden waarvoor slechts één gesprekspartner is. Dit maakt dat het transformeren van corporatiewoningen vaak een stuk gemakkelijker is dan het bewegen van individuele woningeigenaren.
- **Bijdrage aan de doelstellingen (score 2).** Buurten waar het aardgasverbruik het hoogst is, scoren het best op dit criterium. Als een buurt waar momenteel veel aardgas wordt verstookt aardgasvrij wordt zorgt dat voor een grote bijdrage aan de uiteindelijke doelstelling aardgasvrij.

Als we de punten die de verschillende buurten scoren op de bovenstaande criteria bij elkaar optellen komen we tot een ranking van alle buurten in de gemeente Rheden. Deze ranking geeft de mate van geschiktheid van de gehele buurt aan voor de transitie naar aardgasvrij. Op basis van deze criteria scoren drie buurten

significant beter dan de anderen. Het lijkt daarom het meest logisch om de transitie naar aardgasvrij in deze buurten te starten. De drie buurten zijn: Dieren-Noord boven spoorlijn, Rheden en Velp-Zuid beneden spoorlijn. Dat wil niet zeggen dat alle woningen in deze buurten tegelijk van het aardgas losgekoppeld kunnen of zullen worden, maar de omstandigheden in deze buurten als geheel zijn het meest gunstig.



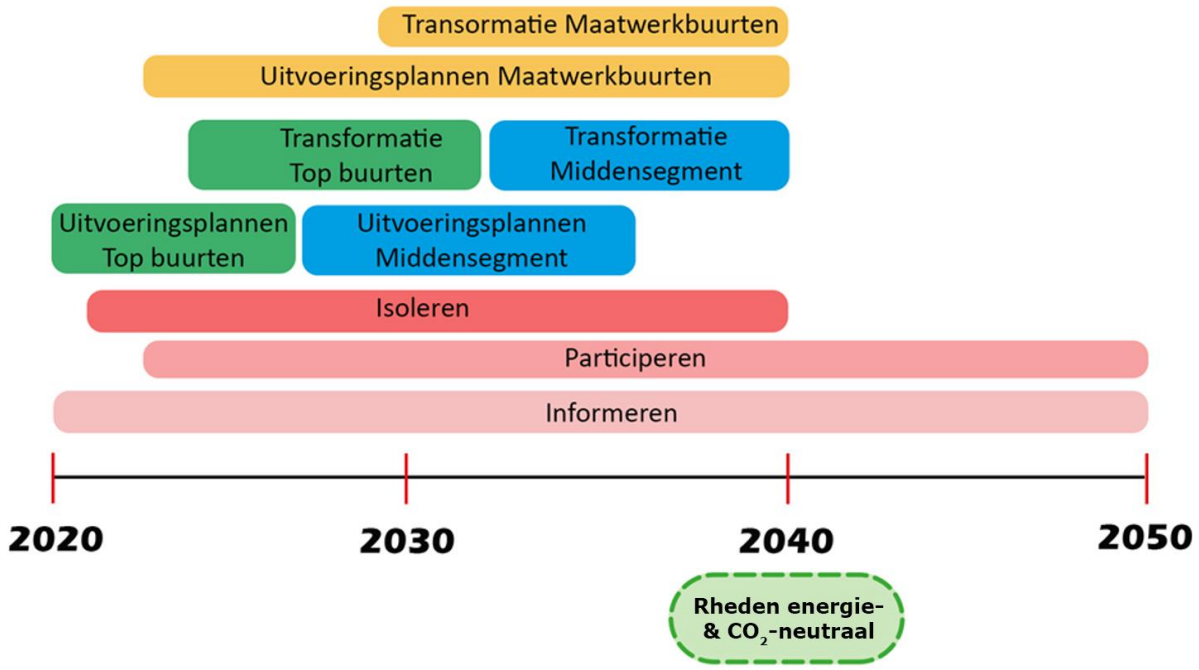
Figuur 10: grafiek met de scores van de multi-criteria analyse voor de buurten van de gemeente Rheden. De buurten kunnen op basis van de scores opgedeeld worden in 3 groepen: de meest kansrijke buurten (groen), de middengroep (blauw) en de minste kansrijke buurten.

Om te toetsen of de uitkomst van deze multi-criteria analyse niet drastisch verandert als er kleine veranderingen in de weging plaatsvinden, is er een check uitgevoerd. Op pagina 81 van bijlage 5 is zichtbaar wat er met de top 6 buurten gebeurt wanneer de weging verandert. Hieruit blijkt dat kleine aanpassingen aan de weging van een criteria weinig effect hebben op de buurten in de top 6. Daaruit valt te concluderen dat deze buurten daadwerkelijk het meest geschikt lijken om te starten met de transitie.

7.2 Planning

Uit de MCA wordt duidelijk welke buurten het meest geschikt zijn om de transitie naar aardgasvrij te starten. Dat wil niet zeggen dat er voor de andere buurten geen stappen gezet hoeven te worden. We adviseren een stapsgewijze aanpak waarbij overal gestart kan worden met informeren en isoleren. Wanneer een buurt als geheel slechter scoort dan een andere buurt, wil dat niet zeggen dat er geen woningen in die buurt zijn waar de transitie naar aardgasvrij gemakkelijker is dan in andere woningen.

Zoals in de planning (zie figuur volgende pagina) goed zichtbaar is, zijn er een aantal trajecten waarmee direct gestart kan worden. Daarnaast zijn de trajecten isoleren, participeren en informeren doorlopende trajecten. Hoe de communicatie en participatie kan worden vormgegeven is opgenomen in hoofdstuk 9. Doordat de gemeente Rheden in 2040 energieneutraal wil zijn, is er relatief weinig tijd voor het transitieproces.



7.3 Alternatieve warmtevoorzieningen meest kansrijke buurten

Om te kunnen bepalen welk alternatief voor aardgas het beste past bij de situatie in een buurt is er voor de drie meest kansrijke buurten een verdiepende analyse gemaakt. We kiezen ervoor om niet voor de gehele buurt één alternatief aan te wijzen maar om binnen de buurt te zoeken naar gebieden waar dit het beste toegepast kan worden. Tevens zien we de buurtgrenzen niet als harde barrières en is het in een aantal gevallen voorstelbaar dat gebieden in meerdere buurten liggen. Belangrijkste reden hiervoor is dat binnen een buurt veel verschillende typen woningen staan die vaak maatwerk behoeven.

De drie meest kansrijke buurten zijn:

1) Dieren-Noord boven spoorlijn (mogelijk onderverdeling in Dieren-West en Dieren-Noordoost)
2) Rheden
3) Velp-Zuid beneden spoorlijn

Voor elk van de drie buurten is er een voorkeursalternatief opgesteld, een back-up alternatief en een hoge-temperatuur alternatief. De voorkeur gaat bij alle drie de buurten uit naar een lagetemperatuur/middentemperatuur collectieve voorziening. In dit hoofdstuk beschrijven we waarom dat de voorkeur geniet en geven we per buurt aan welke karakteristieken tot deze keuze hebben geleid. Een uitgebreide omschrijving van de verschillende alternatieven (ook de back-up- en HT-alternatieven is terug te vinden in bijlage 8.

7.3.1 Voorkeursalternatief: LT/MT collectieve voorziening

We zetten in op het zo goed mogelijk benutten van de bestaande warmtebronnen binnen de gemeente/regio. Binnen de gemeente Rheden zijn geen grootschalige HT-warmtebronnen aanwezig, en voor de bronnen in de omliggende gemeenten is het onduidelijk of deze zonder veel warmteverlies naar de gemeente Rheden getransporteerd kunnen worden. Bronnen die wel ingepast kunnen worden binnen de gemeentegrenzen zijn

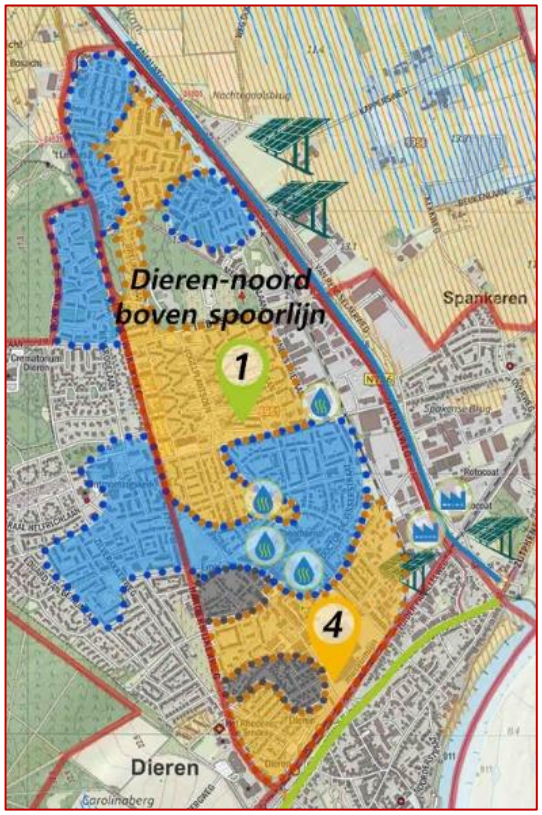
aquathermie (TEA/TEO) en zonnethermie. Dit zijn LT/MT warmtebronnen. Voor het toepassen van deze warmtebronnen moeten gebouwen minimaal tot een basis isolatieniveau geïsoleerd worden (zie ook paragraaf 8.1).
Riothermie (warmte uit riool) is mogelijk ook kansrijk, al zijn er op dit moment meerdere geluiden hoorbaar. Verschillende onderzoeken laten een bepaalde potentie zien terwijl verschillende betrokkenen ook aangeven dat de debieten (waterhoeveelheden) in de rioleringen te laag zijn en dat er te veel vervuiling met regenwater is. Dat laatste zorgt voor een te lage temperatuur om de rioleringen als warmtebron in te zetten. In de uitvoergingsplannen is het goed om deze warmtebron nader te onderzoeken zodat de definitieve potentie vastgesteld kan worden.

We kiezen ervoor deze warmtebronnen in te zetten als een collectieve voorziening. Daarbij kan gedacht worden aan een warmtenet dat in de gehele buurt wordt uitgerold maar dit kan ook op kleinere schaal (bijvoorbeeld straatniveau) worden gerealiseerd. De keuze voor een collectief systeem is gemaakt omdat dit, ten opzichte van individuele oplossingen, vaak tegen lagere maatschappelijke kosten gerealisseerd kan worden.

7.3.2 Dieren-Noord boven spoorlijn

Dat Dieren-Noord boven spoorlijn goed scoort bij de multi-criteria analyse, komt doordat er in deze buurt relatief veel initiatieven vanuit de samenleving spelen, er een aanzienlijk aantal corporatiewoningen aanwezig zijn en er plaatselijk een hoge woningdichtheid is.
De meeste woningen in de buurt zijn gebouwd tussen 1955-1995. Deze woningen bieden een goede kans op het toepassen van aanvullende isolatiemaatregelen. Dit samen maakt dat het relatief eenvoudig is om de woningen in de buurt te verwarmen met een collectieve voorziening gevoed door een LT- of MT-warmtebron. Voor deze warmtebronnen is een basis isolatieniveau vereist (zie ook hoofdstuk 8.1).
In en rondom deze buurt zijn er verschillende (mogelijke) warmtebronnen:

- Omliggende locaties waar zonneparken gerealiseerd kunnen worden;
- TEO uit de IJssel of het Apeldoorns Kanaal;
- Restwarmte van bedrijven: Verzinkerij Dieren, Linde Gas Benelux en een aantal supermarkten die condenswarmte kunnen bieden;
- Zonnepanelen (thermisch en/of elektrisch) op daken;
- Mogelijke locaties voor windmolens.



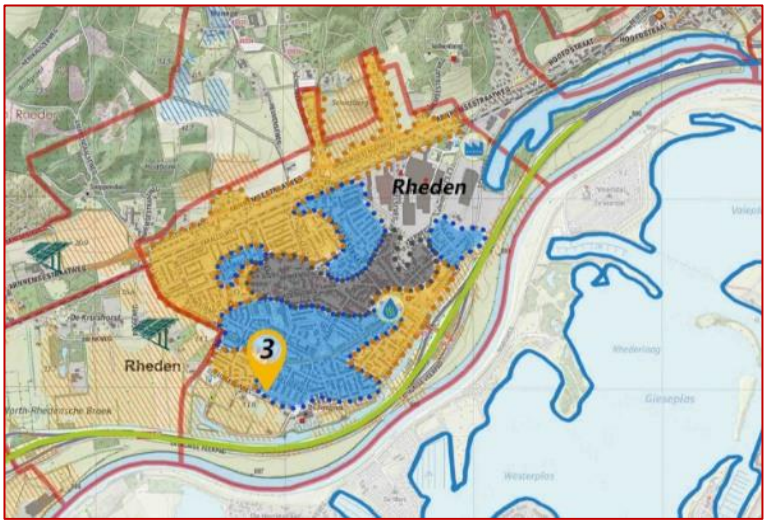
Figuur 12 Toepassing van het voorkeursalternatief in Dieren-Noord boven spoorlijn. In de blauwe gebieden wordt een LT/MT collectieve voorziening voorgesteld. Zie bijlage 9 voor een totaalkaart van de voorkeursalternatieven.

Op de kaart (figuur 12) is in blauw aangegeven welke delen van de buurt zich het beste lenen voor een transformatie en in het geel welke delen van de buurt hier mogelijk relatief gemakkelijk bij kunnen aansluiten. Een deel van de blauwe gebieden zijn buurt overschrijdend omdat het logisch is (zelfde bouwjaren en aanwezigheid corporatiewoningen) om de gebieden in de naastgelegen buurt bij de voorgestelde aanpak te

betrekken. Uit de kaart wordt ook gelijk duidelijk dat er binnen de buurt grote verschillende zijn. Er zijn namelijk verschillend vlekken zichtbaar die duiden op verschillen in aardgasloze alternatieven en daarmee dus ook op technische en ruimtelijke verschillen.

7.3.3 Rheden

Rheden scoort na Dieren-Noord als beste in de multi-criteria analyse. Binnen de buurt Rheden zijn er relatief veel corporatiewoningen en veel naoorlogse woningen. De woningdichtheid van de buurt in zijn geheel is niet heel erg hoog maar er zijn binnen de buurt wel een aantal gebieden waar de woningdichtheid/warmtedichtheid hoog is. Dit zorgt ervoor dat het ook in deze buurt aantrekkelijk is om de woningen te verwarmen met een collectieve voorziening gevoed met een LT- of MT-warmtebron. Voor toepassing van deze warmtebronnen is een basis isolatieniveau vereist (zie ook hoofdstuk 8.1).



Figuur 13: Toepassing van het voorkeursalternatief in Rheden. In de blauwe gebieden wordt een LT/MT collectieve voorziening voorgesteld. Zie bijlage 9 voor een totaalkaart van de voorkeursalternatieven.

Op relatief korte termijn zijn er plannen voor de renovatie van 500 corporatiewoningen en zal er onderhoud plaatsvinden aan het straatwerk. Dit maakt het een goede buurt om te starten met de warmtetransitie. Ook in Rheden zijn een aantal LT/MT bronnen beschikbaar:

- Mogelijke zonnevelden aan de westzijde van de kern;
- TEO uit Steegse Haven, de IJssel of plassen aan de overzijde van de IJssel (waarschijnlijk wel hoge kosten om de warmte te transporteren en de plassen bevinden zich in een Natura2000 gebied, een andere gemeente en een ander RES-gebied);
- Warmte uit asfaltcollectoren in de A348.
- Bron voor restwarmte: De Meteoor Beton BV.
- Supermarkt die mogelijk condenswarmte kunnen leveren.

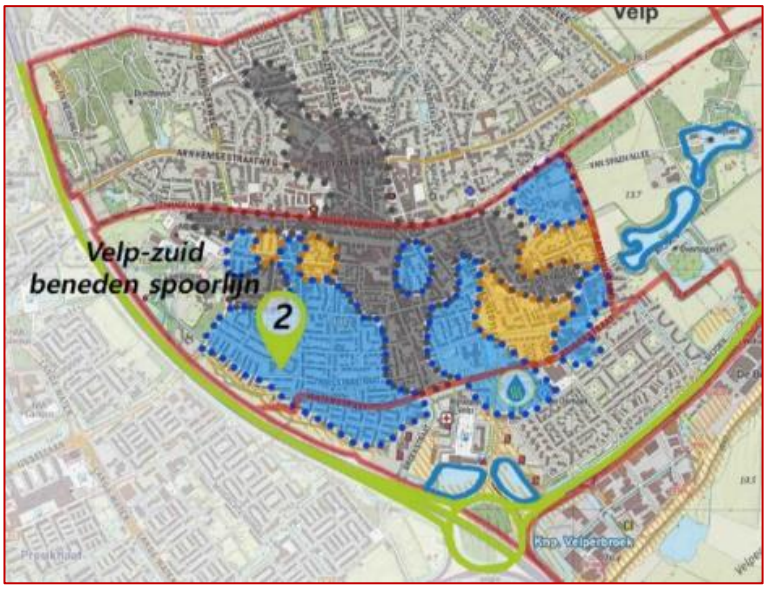
7.3.4 Velp-Zuid beneden spoorlijn

Velp-Zuid beneden spoorlijn kenmerkt zich door een groot aandeel corporatiewoningen, een hoge woningdichtheid en relatief veel oudere woningen gebouwd vóór 1955. Woningcorporatie Vivare gaat hier op korte termijn aan de slag met een woningenrenovatieproject voor een opwaardering van de woningen naar energielabel A. Ook zijn er in Velp-Zuid een aantal bedrijven en instellingen met een aanzienlijke warmtevraag. Hierdoor leent ook deze buurt zich bij uitstek voor het realiseren van een LT/MT collectieve

voorziening. De gebouwen moeten hiervoor minimaal tot een basis isolatieniveau geïsoleerd worden (zie ook hoofdstuk 8.1).

De volgende bronnen zijn daarvoor binnen deze buurt beschikbaar:

- Mogelijkheden voor zonthermie en asfaltcollectoren op en langs de A12. De kansen voor zonthermie zijn recent genoemd in een onderzoek naar de verduurzaming van Velp en het oostelijk deel van Arnhem[6]. In dit onderzoek is alleen zonthermie aangestipt als kansrijke bron. Vervolgonderzoek moet aantonen of zonthermie ook echt kansrijk is en wat de financiële en technische gevolgen zijn.
- Aansluiten op warmtenet AVR;
- TEO uit omliggende plassen;
- Zonnepanelen (thermisch en/of elektrisch op daken;
- Supermarkten die mogelijk condenswarmte kunnen leveren.



Figuur 14: Toepassing van het voorkeursalternatief in Velp-zuid beneden spoorlijn. In de blauwe gebieden wordt een LT/MT collectieve voorziening voorgesteld. Zie bijlage 9 voor een totaalkaart van de voorkeursalternatieven.

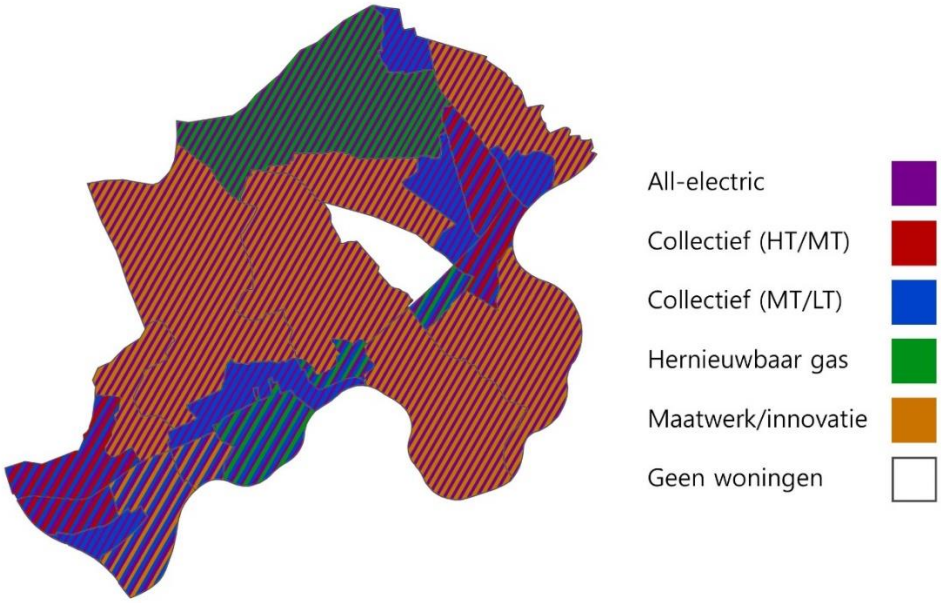
Doordat Vivare op korte termijn de woningen gaat renoveren, is de kans klein dat deze woningen direct aan kunnen sluiten op het voorkeursalternatief. Dit hoeft geen belemmering te zijn omdat de woningen mogelijk in de toekomst alsnog aangesloten kunnen worden. Veel andere woningen in de buurt moeten immers ook nog eerst van basis isolatie voorzien worden.

7.4 Alternatieve warmtevoorziening middengroep

De middengroep bestaat uit 10 buurten (zie figuur 10 in paragraaf 7.1) en wordt aangevuld met Ellecom. Uit de overleggen met de stakeholders is gebleken dat er in Ellecom een actief bewonersinitiatief aanwezig is en dat er in de directe omgeving van Ellecom concrete kansen voor grootschalige zonnevelden zijn. Daarom wordt deze buurt, ondanks de lage score in de MCA (zie bijlage 3) toch toegevoegd aan de middengroep.

Omdat er in de middengroep voor 2030 (met de huidige kennis) waarschijnlijk geen grootschalige ingrepen plaats gaan vinden, is deze groep minder gedetailleerd uitgewerkt dan de groep met meest kansrijke buurten. De kaart op figuur 15 (zie bijlage 13 voor een grotere weergave) laat zien welke alternatieven er kansrijk zijn in de verschillende buurten. De tabel in bijlage 12 beschrijft de betreffende buurten gedetailleerder.

[6] Bos Witteveen, Warmteverkenning gebied HAN/Van Hall Larenstein. 28 januari 2020



Figuur 15: Mogelijke alternatieve warmtevoorzieningen voor de verschillende buurten in Rheden.

7.5 Alternatieve warmtevoorziening minst kansrijke buurten

De minst kansrijke buurten bestaan veelal uit de buitengebieden met een zeer lage woningdichtheid. Hierdoor is het lastig om deze buurten grootschalig aan te pakken. In de praktijk wordt er geen echte tijdlijn voor deze buurten opgesteld maar worden de betreffende woningen gedurende de komende 30 jaar (tot 2050) aardgasloos gemaakt. Daarbij is het aansluiten op natuurlijke momenten het belangrijkste. Wellicht dat een deel van de woningen in het buitengebied ook gesloopt gaat worden wanneer bijvoorbeeld het bijbehorende bedrijf ophoudt te bestaan.

In het algemeen is er voor de buitengebieden maatwerk nodig (zie figuur 15 en bijlage 13 voor een grotere kaart). De meeste woningen gaan voorzien worden van een individuele all-electric configuratie. Dit vraagt minimaal een basis isolatieniveau. Voor die woningen waarbij een all-electric configuratie echt niet mogelijk is, wordt een andere oplossing gezocht. Dit kan hernieuwbaar gas zijn, maar dat is op dit moment (en waarschijnlijk ook in de toekomst, zie bijlage 2) onvoldoende beschikbaar. De verwachting is dat een deel van de woningen in de minst kansrijke buurten moet wachten op een toekomstige innovatie.

Velp-Zuid ten zuiden van Waterstraat en Rheden-West ten westen van Oranjeweg en Haver kunnen mogelijk nog aansluiten bij de collectieve voorzieningen in de naastgelegen buurten. Daarom is voor deze buurten in figuur 15 de optie van een MT/LT collectief alternatief voorgesteld.

7.6 Spectrum aan technieken

In deze fase spreken we bewust van een spectrum aan mogelijkheden per buurt of gebied. Het neerzetten van één techniek, één jaartal en één organisatie heeft in tal van gemeenten geleid tot weerstand en het verliezen van draagvlak. Onze energieanalyse is erop gericht om het draagvlak en de participatie voorop te stellen en met een spectrum aan technieken te werken naar een bepaalde 'kritische massa'. Een bepaalde kritische massa is bijvoorbeeld een bepaald aantal woningen die op lage temperatuur kunnen functioneren. Wanneer de kritische massa bereikt is, is een bepaald gebied klaar om een alternatieve techniek aan te sluiten.

7.7 Financiële aspecten

De benodigde investeringen voor de warmtetransitie zijn grofweg te verdelen in twee groepen: investeringen in de woningen en investeringen in de openbare ruimte. Investeringen in de woningen bestaan uit het toepassen van isolatiemaatregelen (zie hoofdstuk 8) en het aanpassen van installaties. De investeringen in de openbare ruimte bestaan uit investeringen in het realiseren of toegankelijk maken van een duurzame bron en investeringen in de infrastructuur. Dat kan bijvoorbeeld het uitbreiden van het bestaande elektriciteitsnetwerk zijn, maar ook het realiseren van een warmtenet.

Afhankelijk van het gekozen alternatief varieert de verhouding van investeringen. Voor investeringen in de gebouwen kunnen we een redelijke inschatting maken (zie bijlage 7). Voor de investeringen in de openbare ruimte is dit lastiger. De kosten in de openbare ruimte zijn sterk afhankelijk van keuzes die we op dit moment bewust nog niet maken. Daarom beperken we ons in de Transitievisie tot inschattingen voor wat betreft de investeringen in de openbare ruimte. In de vervolgstappen (wijkuitvoeringsplannen) worden de kosten in de openbare ruimte verder uitgewerkt.

In de onderstaande tabel is een indicatie gegeven van de verhouding van de investeringen voor het opwekken van de energie (energiebron), de infrastructuur voor het transporteren van de energie en de benodigde aanpassingen in het gebouw. In hoofdstuk 8 en bijlage 7 worden de kosten voor isolerende maatregelen in maatgevende woningtypen van de gemeente Rheden besproken. In de volgende paragraaf en bijlage 14 worden de kosten en baten van aardgasloze woningen besproken.

	Energiebron	Infrastructuur	Gebouw
Elektrische warmtepomp [1]	€	€ €	€ € €
Elektrische CV-ketel [1]	€	€ €	€ € €
Infraroodpanelen [1]	€	€ €	€ € €
Hybride warmtepomp	€ € €	€ €	€
Restwarmte[2]	€	€ € €	€€
Aquathermie[2]	€	€ € €	€€
Zonthermie[2]	€	€ € €	€€
Biomassa	€ € €	€ €	€
Geothermie	€ € €	€ €	€
Groen gas	€ € €	€ €	€
Biogas	€ € €	€ €	€
Micro-WKK	€ € €	€	€ €
Waterstof	€ € €	€	€

1. Sterk afhankelijk van lokale (op eigen dak) of decentrale opwekking (bijv. windmolens en grootschalige zonnevelden)
2. Afhankelijk van het temperatuurniveau van het systeem kunnen er meer kosten verplaatsen richting het gebouw

Tabel 1: Indicatie kostenverdeling investering.

In bovenstaande tabel is een indicatie weergegeven van de kosten voor het ontsluiten van een bepaalde energiebron. Daarnaast is ook inzichtelijk gemaakt waar deze kosten voornamelijk terecht komen. De €-tekens zeggen niets over de hoogte van de investering maar enkel over de allocatie van de kosten. Zo zal voor een elektrische warmtepomp het grootste deel van de kosten in het gebouw komen te liggen. Een kleiner deel in de infrastructuur en het kleinste deel bij de energiebron.

7.7.1 Kosten en baten aardgasloze woningen

Het is vanzelfsprekend dat de warmtetransitie tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten uitgevoerd moet worden. Er wordt gesproken over maatschappelijke kosten omdat nog niet bekend is wie de verschillende investeringen gaat doen.

Het is op dit moment onmogelijk om gedetailleerde berekeningen voor de verschillende buurten in Rheden te maken. Wel kunnen we op basis van indicatieve berekeningen (zie bijlage 14) een aantal interessante conclusies trekken:

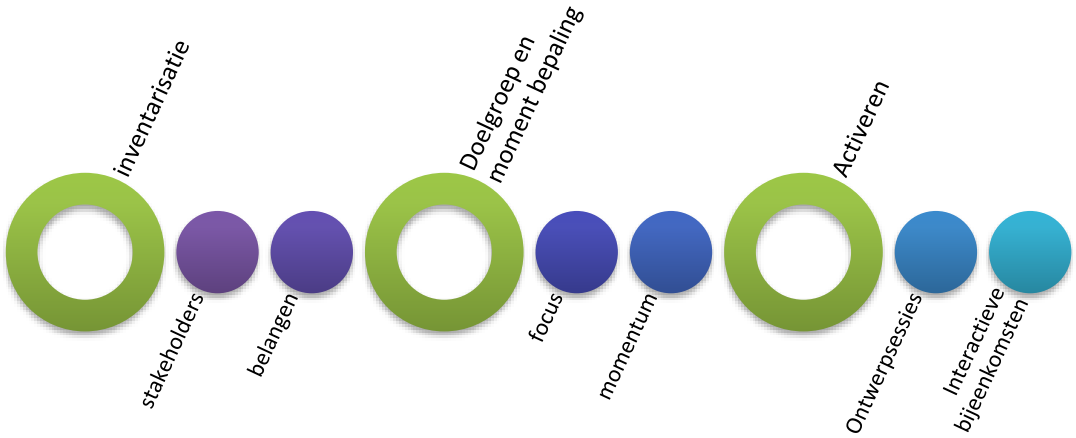
- Waarschijnlijk gaat de warmtetransitie meer geld kosten dan het direct oplevert. Er wordt bewust gesproken over direct omdat de woningen en gebouwen comfortabeler en gezonder worden, er ontstaat een duurzame en gezonde leefomgeving (kolen- en gascentrales zorgen jaarlijks voor vele doden, voornamelijk vanwege luchtvervuiling[7]) en met de verduurzaming zijn vele extra banen gemoeid[8].
- Het toepassen van minimale en basis isolatie is financieel interessant;
- Plaatsen van zonnepanelen en overstappen naar elektrisch koken is financieel interessant;
- Collectieve alternatieven zijn in de meeste gevallen financieel interessant;
- Het plaatsen van zonnepanelen op een woning heeft een positief effect op de totale businesscase.

[7] https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy

[8] http://www.nvde.nl/nvdeblogs/11-000-extra-banen-door-aardgasvrije-wijken/

8 PARTICIPATIE & VERVOLGSTAPPEN

Vanuit de rijksoverheid is aan de gemeenten de regierol toegekend om de transitie in goede banen te leiden. Dat wil zeggen dat de gemeente ervoor moet zorgen dat er beweging komt in de transitie en deze beweging coördineert. Er zijn verschillende stakeholders nodig om de warmtetransitie tot een succes te maken.
Een van de belangrijkste (en vaak onderbelichte) groep stakeholders vormen de inwoners. Deze groep is niet uniform en bestaat uit allerlei mensen met verschillende achtergronden, meningen en mogelijkheden. Het is daarom onmogelijk om voor 'de inwoner' een stappenplan op te stellen voor de manier waarop deze het best betrokken kan worden bij de warmtetransitie. In dit hoofdstuk reiken we een aantal handvatten aan die ingezet kunnen worden bij het opzetten van een participatietraject. Het participatietraject start in het schema hieronder pas echt bij het kopje Activeren.



Figuur 16: Procesweergave participatie.

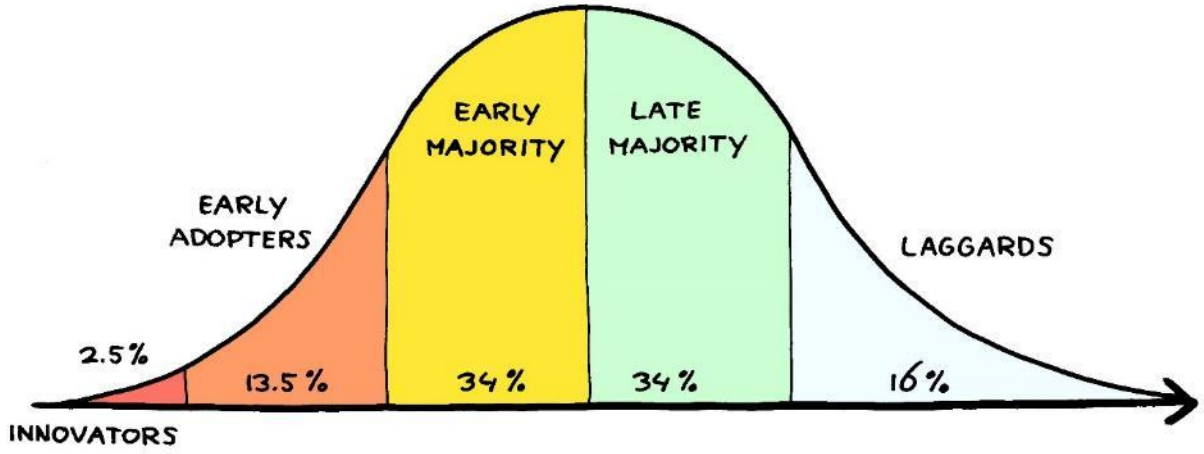
8.1 Van theorie naar praktijk

Het participatietraject kent een wetenschappelijk fundament met een praktische vertaling. Verschillende theorieën en praktijkervaringen rond participatie zijn daarbij relevant. Allereerst is het belangrijk om te beseffen dat een woning in één stap transformeren naar een aardgasvrije woning voor de meeste mensen niet is weggelegd. Daar zijn verschillende redenen voor, maar het feit is dat dit in logische stappen en een realistisch en haalbaar tempo moet gebeuren. In Nederland zien we dat slechts in zwaar gesubsidieerde trajecten complexe maatregelen gecombineerd worden (en in feite verschillende fases overgeslagen worden). Dit zijn geen houdbare trajecten. De aanpak in Rheden kan gebruik maken van subsidies, maar is gebouwd op een traject zonder externe financiering. Deze getrapte aanpak, bestaande uit logische, opeenvolgende maatregelen van de gebouwde omgeving is de kern van de aanpak in Rheden.

Uit studies van het Nibud is gebleken dat mensen vaak het gedrag van de buren kopiëren in plaats van zichzelf te spiegelen aan vergelijkbare gezinnen. Dit fenomeen is al langer bekend in de schuldsanering, maar we zien het ook terug binnen de energietransitie. In buurten waar veel zonnepanelen geplaatst zijn, gaan de achterblijvers ook sneller over tot zonnepanelen. Om de aanpak in Rheden haalbaar te maken haken we daarop aan.

Bewoners in een buurt enthousiasmeren

Om de transformatie naar een aardgasvrije wijk succesvol te laten zijn is het nodig om een bepaald aandeel (en dit is een groot percentage van de buurt) van de buurt te enthousiasmeren voor de aanpak om met die groep naar de volgende fase te gaan. In sommige buurten zijn van nature al wat meer zogenaamde Early Adopters (zie innovatiecurve[9] op figuur 17) of Innovators aanwezig dan in andere buurten en zul je dan ook sneller de eerste fasen kunnen doorlopen. In de vervolgstappen na deze visie worden de buurten en haar inwoners meer in detail geanalyseerd om te bepalen op welke manier de bewoners geënthousiasmeerd kunnen worden.



Figuur 17: Innovatiecurve die gebruikt kan worden om de verschillende groepen bewoners in een gemeente te beschouwen

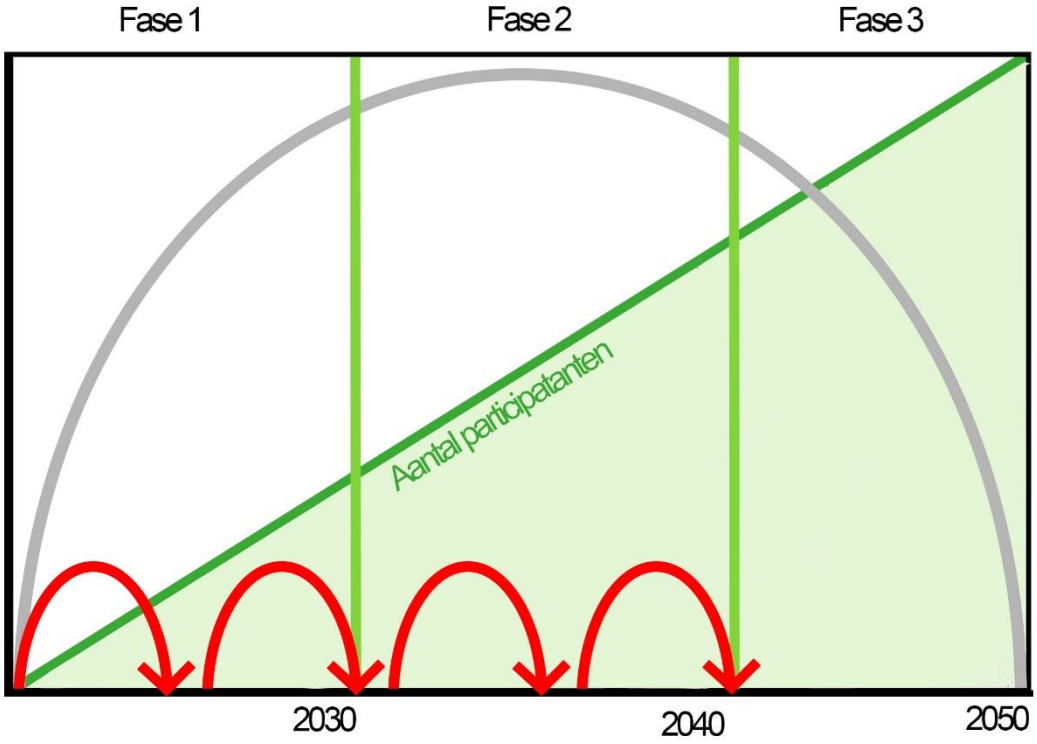
Sturen op comfort, kosten en bepaalde zorgen

Een ander belangrijk aspect in onze participatieaanpak is het feit dat bewoners in het maken van hun keuzes dichtbij zichzelf blijven. Niet het verbeteren of veranderen van de wereld is het doel, maar comfort, kosten en zorg zijn bepalend in het maken van keuzes. We zien dat in de energietransitie ook in de maatregelen terug. Spouwmuurisolatie bijvoorbeeld is goedkoop (kosten), zorgt voor een geluidsarm en stabiel binnenklimaat (comfort) en levert nauwelijks rotzooi op (zooi & klooi-factor). Deze maatregel is dan ook met afstand de meest gekozen maatregel. Het isoleren van een begane grondvloer zonder kruipruimte is ook isolatie van een schildeel en zorgt weliswaar voor een comfortabele vloer, maar is kostenintensief en levert dagen, zo niet weken lang een deels onbruikbaar huis op. Deze maatregel is voor veel mensen dan ook niet wenselijk.

[9] De innovatiecurve is een manier om te kijken naar de verschillende groepen inwoners die er binnen een gemeente zijn. Binnen de innovatiecurve wordt er onderscheid gemaakt tussen Innovators, vroege gebruikers (Early Adopters), vroege meerderheid (Early majority), late meerderheid (Late Majority) en achterblijvers (Laggards)

Samenvattend

1. De aanpak is erop gericht om het aantal participanten zo snel mogelijk te laten groeien: immers pas dan kan men met groepen uit de wijk naar volgende fases;
2. De aanpak is erop gericht om te starten met het 'laaghangend (kopieerbaar) fruit': maatregelen die herkenbaar en realistisch zijn;
3. De aanpak is een aanpak die in feite zonder subsidieondersteuning door een wijk zelf opgepakt kan worden. Daarmee wordt het tempo wel voornamelijk bepaald door de massa: de inwoners.



Figuur 18: participatietraject opgedeeld in fases

Globaal zijn binnen deze aanpak drie fasen zichtbaar. In de eerste fase zetten we in op het implementeren van eenvoudige en breed in te zetten maatregelen. Op die manier proberen we te komen tot een grotere groep participanten. Wanneer de eerste stap gezet is gaan deze verder naar de 2e fase. Daarbij worden meer complexe maatregelen aangeboden. In de laatste fase worden deze maatregelen opgeschaald en wordt er extra ingezet op achterblijvers.

8.2 In de praktijk: 1: belang, momentum en bepaling doelgroep

De eerste stap is het informeren van de inwoner. De transitie naar aardgasvrij is prominent aanwezig in het nieuws en de meeste inwoners zullen zich dan ook afvragen "wat gaat er bij mij in de buurt/wijk/gemeente gebeuren?" en ook: "wat gaat het me kosten?". De gemeente zal hierop in moeten inspelen door toe te lichten welk traject eraan zit te komen en hoe de gemeente Rheden daarmee aan de slag gaat. De aanpak gaat uit van:

1. Vroegtijdige open (!) communicatie;
2. Communicatie met alle stakeholders (en niet een select gezelschap uit een buurt(deel)).

8.2.1 Communicatie na analyse

Zoals eerder beschreven staat, is het van belang om te beseffen dat er een enorme verscheidenheid aan inwoners bestaat binnen een gemeente. Het is van belang om te weten hoe een buurt is opgebouwd. Zijn er al veel maatregelen genomen of staat de buurt (of buurtdeel) nog aan het begin van de transitie? Dit bepaalt of je al naar de volgende fase kunt of dat je moet starten met het zoeken naar inspirerende voorbeelden.

Communicatie is maatwerk en wordt dus niet generiek over alle buurten uitgerold. De buurten die nog aan het begin staan worden voorzien van communicatie die gericht is op simpele stappen en kopieerbaarheid. Die buurten die wat verder zijn krijgen communicatieboodschappen die gericht zijn op de volgende fases. Anders dan in andere aanpakken in Nederland wordt dus niet een generieke boodschap gericht op bijvoorbeeld de Early en Late Majority (dat is schieten met hagel).

Concreet kunnen inwoners geïnformeerd worden door middel van het organiseren van buurt/wijkbijeenkomsten (inloopdagen) of een gemeente-brede bijeenkomst voor geïnteresseerden. Men kan ervoor kiezen om een klankbordgroep van inwoners te formeren die in de rest van het traject aangehaakt blijft om mee te helpen met het ontwikkelen van de transitievisie.

Voorbeeldwoning

Een andere methode die goed werkt bij verschillende proeftuinen aardgasvrij is het realiseren van een voorbeeldwoning. Daarin is het voor de inwoners duidelijk zichtbaar hoe de installaties in een woning eruitzien en wat er nodig is om een woning aardgasvrij te maken.

8.3 In de praktijk 2: Activeren

Het is noodzakelijk om de inwoners te informeren. Maar dat is slechts de eerste stap. Als men op de hoogte is van de situatie, de stappen die de gemeente gaat zetten en de verantwoordelijkheid die bij hen komt te liggen, moeten de inwoners worden aangezet tot actie. Elke buurt op eigen tempo en naar eigen mogelijkheden.

Bij het activeren moet het luisteren naar de inwoner centraal staan. We hanteren daarbij een aantal basisregels, die ervoor moeten zorgen dat buurten een volwaardige rol en positie kunnen nemen in hun transitie (zie afbeelding op de volgende pagina).



Figuur 19: Basisregels participatie

8.4 In de praktijk 3: Ontwerpsessies

Nu we met de bewoners in gesprek zijn, is het van belang om duidelijk de wensen, behoeften en uitdagingen op te halen bij de bewoners. Dit kan door middel van verschillende soorten bijeenkomsten (zoals excursies of informatiesessies met medewerking van installatiebedrijven), zodat de bewoners goed op de hoogte zijn van de mogelijkheden.

Naast deze sessies voor de bewoners is het van belang dat ook intern 'de kikkers in de kruiwagen' blijven en dat er gewerkt wordt aan de technisch-economische haalbaarheid van verschillende oplossingen. Ook moeten raadsinformatiebijeenkomsten georganiseerd worden om de raad in het proces mee te nemen. Uiteindelijk is het interne draagvlak net zo belangrijk als de goedkeuring van buitenaf.

8.4.1 Voortdurende interne inventarisatie

Het is belangrijk om als eerste stap in beeld te houden wat er al aan kennis is binnen de gemeentelijke organisatie. Mogelijk lopen er al relevante trajecten waar de opgave richting aardgasvrij aan gekoppeld kan worden. Zijn er bijvoorbeeld al wijkverbeteringsplannen of andere sociale programma's? Daarnaast is het van belang om ook binnen de organisatie duidelijk te maken dat de warmtetransitie aanstaande is. Zorg ervoor dat er een beeld ontstaat van wie er bezig is met projecten die van invloed zijn op dit traject. Daarbij kan het handig zijn om binnen de organisatie naar een duidelijke gezamenlijke visie toe te werken. Dit hoeft geen uitgewerkt plan te zijn van hoe de problematiek opgelost moet gaan worden (liever niet zelfs), maar wel een duidelijk beeld van de richting waar de gemeente naartoe wil werken. We hebben interne betrokkenheid tot

nu toe zoveel mogelijk ondervangen door tijdens de bijeenkomsten met stakeholders ook medewerkers van verschillende disciplines binnen de gemeentelijke organisatie uit te nodigen.

8.5 In de praktijk 4: Interactieve bijeenkomsten

Door middel van interactie kan je mensen op een leuke manier kennis laten maken met de problematiek rondom de warmtetransitie en zo gezamenlijk richting een visie werken. Op die manier kan je van veel mensen input ophalen en zorg je ervoor dat niet alleen de meest mondige aanwezigen zich kunnen profileren. Mogelijkheden voor interactie zijn o.a.:

- Serious Games;
- Digitale Quiz;
- Wijkinformatie stand;
- Pingpong ballen sessie.

Het is onze ervaring dat deze sessies leiden tot veel bruikbare input en iedereen het gevoel krijgt de kans te hebben om input te leveren. Dit maakt dat mensen zich gehoord voelen waardoor ze eerder geneigd zijn mee te werken.

8.6 Vervolgstappen

De Transitievisie Warmte is een eerste stap in een langer proces rondom het verduurzamen van de gemeente. Deze visie geeft richting in de aanpak en bevat een buurt-voor-buurt en gebied-voor-gebied stappenplan met een eerste aanzet voor een planning. Uit de transitievisie volgen wijkuitvoeringsplannen op buurtniveau.

9 CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

De ambitie in de gemeente Rheden is hoog, en er moet nog veel gebeuren om die te behalen. De komende jaren moet er gewerkt worden aan energiebesparing en het aardgasvrij maken van de eerste gebieden in de gemeente. Omdat er geen grootschalige warmtebronnen beschikbaar zijn en we in veel gevallen zien dat het neerzetten van één techniek voor een groot gebied vaak tot weerstand leidt, is er veel maatwerk nodig.
Aan de hand van de gestelde criteria zijn drie buurten geselecteerd waar gestart kan worden met de transitie: Dieren-Noord boven spoorlijn, Rheden en Velp-Zuid beneden spoorlijn. Op basis van een data-analyse en gesprekken met stakeholders is een inschatting gemaakt van de alternatieven die het best passen in deze buurten. Maar ook hier moet stap voor stap naar een aardgasvrije buurt worden gewerkt.
Wij adviseren dus een stapsgewijze transitie die gebaseerd is op maatwerk. Om zo te zorgen voor voldoende draagvlak en geen onnodig hoge kosten voor mens en maatschappij. Concreet bevelen we daarvoor de volgende acties aan:

1) Start met het informeren van de inwoners van de gemeente.

Bij het opstellen van deze TVW zijn veel van de georganiseerde stakeholders betrokken geweest. Bij de vaststelling ervan, is er voor de inwoners via de raad mogelijkheid tot inspraak maar dit wordt vaak niet zo ervaren. Het is daarom van belang om breed in de gemeente een communicatiecampagne te starten. Dit kan via de gemeentelijke kanalen, maar het is zeker nuttig om ook de communicatiekanalen van de stakeholders in te zetten.

2) Isoleren, Isoleren, Isoleren.

Alle energie die niet gebruikt wordt, hoeft ook niet bespaard te worden. Voor veel duurzame alternatieven is een bepaald niveau van isolatie wenselijk en het is daarom nooit verkeerd om de schil van een woning aan te pakken. Door de inwoners voor te lichten over de mogelijkheden en de voordelen van isolatie (verhoogd comfort, lagere energierekening) kan een eerste stap gemaakt worden in de warmtetransitie. Mogelijk daarbij is het opstellen van een isolatieadvies aan de inwoners/pandeigenaren.

3) Inspelen op de energie in de buurten

Ook de inwoners van de gemeente Rheden zitten niet stil. Duurzaamheid wordt een steeds belangrijker onderwerp in het dagelijks leven van mensen. Het is dus van belang om als gemeente scherp te blijven op de initiatieven die er binnen de gemeente zijn of starten. Door deze te ondersteunen en te faciliteren kunnen er veel stappen gezet worden richting aardgasvrij.

4) WUP opstellen voor de top-buurten. (i.s.m. de buurten)

Op technisch niveau kan er ook een verdiepingsslag gemaakt worden. Binnen de top-buurten is duidelijk waar de eerste stappen gemaakt kunnen worden. Het is van belang om in samenwerking met de inwoners aldaar en de betrokken partners aan de slag te gaan met het opstellen van concrete plannen. Een eerste stap in dat proces is het ophalen van informatie uit de buurt. Wat drijft de mensen, wat zijn de kansen en uitdagingen in een buurt. Om daarna het sociaal maatschappelijke, en het technische spoor met elkaar te verbinden.

DE BIJLAGEN

Bijlage 1: Begrippen en afkortingen

Bijlage 2: Analyse

Bijlage 3: alternatieven voor aardgas

Bijlage 4: Isoleren en andere energiebesparende maatregelen

Bijlage 5: Multi-criteria analyse

Bijlage 6: kenmerken buurten

Bijlage 7: scan van de huidige situatie

bijlage 8: Vlekkenkaarten op straatniveau

Bijlage 9: Alternatieven top-wijken

Bijlage 10: voorkeursalternatieven

Bijlage 11: Back-up alternatieven

Bijlage 12: Ht-alternatieven

Bijlage 13: Alternatieven middengroep

Bijlage 14: alternatieve warmtevoorzieningen per buurt

Bijlage 15: kosten en baten aardasvrije woningen

1 BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Transitievisie Warmte

Elke gemeente in Nederland moet voor 2021 een Transitievisie Warmte opstellen. Aan de hand van deze visie wordt duidelijk op welk moment een wijk, buurt of gebied aardgasloos wordt. Tevens wordt voor de eerste woningen (die tot 2030 aardgasloos worden) beschreven welke mogelijke alternatieve warmtevoorzieningen en -bronnen er zijn.

RES (Regionale Energie Strategie)

Om uitvoering te geven aan het Klimaatakkoord (gepubliceerd op 28 juni 2019), is Nederland opgedeeld in 30 energieregio's. In de RES beschrijft elke regio hoe en waar (hoeveel ruimte er is) het beste duurzame elektriciteit op land (wind en zon) opgewekt kan worden, welke bruikbare regionale warmtebronnen er zijn en of de voorstellen maatschappelijk gezien acceptabel en financieel haalbaar zijn. Het Nationaal Programma RES ondersteunt de regio's bij het opstellen van de RES.

Klimaatakkoord

Het nationale Klimaatakkoord is op 28 juni 2019 gepubliceerd en is tot stand gekomen uit een samenwerking van de overheid met bedrijven en organisaties. In het akkoord zijn maatregelen afgesproken die ervoor moeten zorgen dat in Nederland in 2030 49% minder CO_2 wordt uitgestoten ten opzichte van 1990. In 2050 moet de uitstoot met 95% gereduceerd zijn. Ook moet in 2030 70% van al het elektriciteitsgebruik opgewerkt worden uit duurzame bronnen.

Energieneutraal

Energieneutraliteit beschrijft de balans tussen energieverbruik en de opwekking van energie. Een gemeente is energieneutraal wanneer er evenveel energie wordt gebruikt als dat er wordt opgewekt. In theorie hoeft de opgewekte energie niet per se duurzaam te zijn, zolang de opwekking en het verbruik maar in balans zijn. In de praktijk wordt met energieneutraliteit bedoeld dat het energieverbruik gelijk moet zijn aan de hoeveelheid duurzaam opgewerkte energie. Dit wordt ook wel CO_2-neutraal genoemd. CO_2-neutraliteit kan ook bereikt worden door CO_2 die toch wordt uitgestoten op te vangen of te binden (in bijvoorbeeld begroeiing). Opname van CO_2 is waarschijnlijk ook in de toekomst nog (in beperkte mate) nodig omdat bijvoorbeeld bepaalde vormen van industrie en mobiliteit mogelijk blijven draaien op energiebronnen die CO_2 uitstoten.

Terajoule (TJ)

De joule is de eenheid van energie die over de hele wereld wordt gebruikt. Aan de hand van deze eenheid kunnen verschillende vormen van energie bij elkaar opgeteld worden. Een kilowattuur elektriciteit kan niet opgeteld worden bij een kuub aardgas. Door beide vormen van energie om te zetten naar joule kan dat wel (1 kWh elektriciteit staat gelijk aan 3.600.000 joule en 1 m^3 aardgas staat gelijk aan 31.650.000 joule). Omdat het energieverbruik op gemeenteniveau erg hoog is, wordt er over het algemeen gesproken over megajoule (1 MJ is 1.000.000 joule), gigajoule (1 GJ is 1.000.000.000 joule) of terajoule (1 TJ is 1.000.000.000.000 joule).

Lage-, midden-, en hoge-temperatuur warmte

Warmte kan, afhankelijk van het verwarmingssysteem, geleverd worden in verschillende temperaturen. Over het algemeen worden 3 groepen onderscheiden: lage-temperatuur (LT), midden-temperatuur (MT) en hoge-temperatuur (HT). Lage-temperatuur voorzieningen vragen een goede tot zeer goede isolatie van woningen. Bij Hoge-temperatuur systemen is de isolatie minder van belang. De huidige systemen op aardgas werken op een hoge temperatuur. Systemen op bijvoorbeeld een warmtepomp werken op een lage temperatuur. De volgende gradaties worden onderscheiden (deze gradaties kunnen in de praktijk afwijken):

- LT: <40 °C
- MT: 40-70°C
- HT: >70 °C

Thermische Energie Oppervlaktewater (TEO)

TEO-systemen maken gebruik van temperatuurverschillen in het oppervlaktewater gedurende het jaar. In de zomer wordt warmte uit (relatief warm) oppervlaktewater opgeslagen in bijvoorbeeld een WKO (warmte-koude opslag) installatie. Deze warmte kan vervolgens in de winter gebruikt worden om gebouwen te verwarmen middels een warmtepomp. In de winter kan ook koude worden opgeslagen die in de zomer gebruikt wordt om op een duurzame manier te koelen, iets wat in de toekomst waarschijnlijk steeds belangrijk wordt.

Thermische Energie Afvalwater (TEA)

TEA-systemen halen warmte rechtstreeks uit het rioolstelsel of uit het gezuiverde afvalwater bij een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Om gebruik te kunnen maken van deze warmtebron is er een bepaalde hoeveelheid warmte in het stelsel nodig. Indien het riool zowel voor afvalwater als voor de afvoer van regenwater gebruikt wordt, is de kans aanwezig dat er niet voldoende warmte aanwezig is. Het regenwater zorgt voor een flinke afkoeling van het stelsel.

Warmte-koude opslag (WKO)

Een WKO wordt gebruikt om warmte of koude op te slaan die niet direct gebruikt kan of hoeft te worden. Een reden hiervoor kan zijn dat een bepaalde warmtebron alleen in de zomer beschikbaar is (bijvoorbeeld TEO) terwijl de warmte juist in de winter nodig is.

In een WKO-installatie wordt grondwater in de bodem benut als energiebuffer. Dit kan via een open systeem (er is een open verbinding met het grondwater. Het grondwater wordt ook daadwerkelijk omhoog gepompt) of een gesloten systeem (de warmtewisselaars staan niet in direct contact met het grondwater maar gebruiken een energiedrager, veelal een glycoloplossing, die wordt rondgepompt. De energie in de bodem wordt overgedragen aan de energiedrager). Een installatie bestaat uit twee bronnen: een warme en een koude bron. Een warmtewisselaar zorgt ervoor dat energie in de bronnen opgeslagen wordt. Op het moment dat de energie nodig is, wordt deze uit de bron omhoog gepompt.

Zonthermie



Een zonthermie-systeem gebruikt de warmte van de zon op water in collectoren op te warmen. Een zonnecollector komt voor in allerlei soorten en maten en kunnen soms verwarmd worden met een zonnepaneel dat elektriciteit opwekt. Zonnecollectoren kunnen kleinschalig op een woning toegepast worden, maar ook grootschalig op velden of daken. Een zonnecollector is een effectievere bron van warmte dan elektriciteit. Daarom is he t verstandig om per locatie te inventariseren of er grootschalig ingezet wordt op zonthermie of zonnepanelen die elektriciteit opwekken.

Zonthermie op het land concurreert met zonnepanelen die elektriciteit opwekken. Per locatie moet gekeken worden wat de beste invulling is, daar kan op dit moment nog geen uitsluitsel over gegeven worden. Wanneer er in de directe omgeving bijvoorbeeld geen zonnewarmte nodig is, kan gekozen worden voor elektriciteitsopwekking. In de vervolgstappen gaan deze keuzes gemaakt worden.

Restwarmte

Restwarmte is energie die overblijft bij (industriële) processen. Voorheen ging deze energie via bijvoorbeeld de schoorsteen of het afvalwater verloren. Tegenwoordig kijkt men ook naar mogelijkheden om de restwarmte te benutten voor andere processen (bijvoorbeeld de verwarming van gebouwen). Veel bedrijven met restwarmte kijken eerst of de warmte in de eigen processen of gebouwen gebruikt kan worden. Wanneer er warmte over is, kan deze middels een warmtenet ingezet worden in de directe omgeving.

Condenswarmte

Condenswarmte is restwarmte uit koelprocessen. Supermarkten, koel- en vrieshuizen en datacenters gebruiken veel energie voor koelsystemen. Die energie wordt nagenoeg volledig omgezet in warmte. Een deel van de bedrijven hergebruikt de warmte zelf, maar veel energie wordt op dit moment naar buiten geventileerd en gaat verloren. Deze warmte kan in potentie ingezet worden voor de verwarming van gebouwen.

Asfaltwarmte



Systemen gebaseerd op asfaltwarmte maken gebruik van warmte die via asfaltcollectoren wordt opgewekt. De collectoren worden in het wegdek verwerkt en bevatten water. Dit water neemt warmte op die ontstaat wanneer de zon op het asfalt schijnt. De warmte wordt vervolgens in een WKO opgeslagen en wordt in de winter gebruikt voor de verwarming van gebouwen. Dit concept bevindt zich op dit moment nog in de experimentele fase.

2 ANALYSE

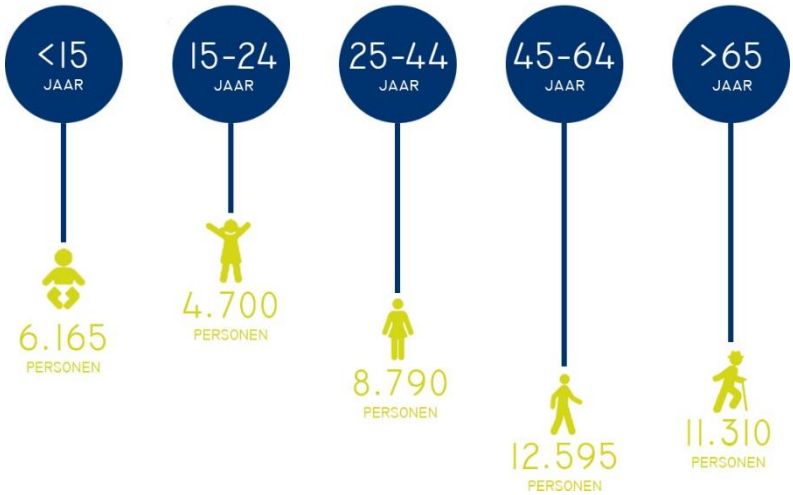
Het is duidelijk dat de warmtetransitie een enorme opgave is en niemand weet op dit moment nog hoe de transitie precies uitgewerkt en uitgevoerd gaat worden. Elke gemeente in Nederland zoekt naar haalbare en betaalbare oplossingen. Het is in ieder geval belangrijk om het proces op te knippen in verschillende delen. Zo blijft het overzichtelijk en zijn er voldoende gelegenheden om bij te sturen en aan te passen.
Voordat er over een Transitievisie, buurtwarmteplannen en wijkuitvoeringsplannen gesproken wordt, is het van belang om de huidige situatie in de gemeente Rheden in beeld te brengen. Wie zijn de eigenaren van alle woningen? Wanneer zijn de woningen gebouwd? Wat zijn de overheersende woningtypen in de gemeente? Dit zijn zomaar een aantal vragen die op dit moment van belang zijn. Hieronder worden deze vragen in tekst en beeld beantwoord.

2.1 Analyse op 3 niveaus

In de volgende paragrafen wordt de gemeente Rheden op 3 niveaus bekeken: gemeenteniveau, buurtniveau en straatniveau. Elk onderdeel start met gegevens op gemeenteniveau. Vervolgens wordt ingezoomd op buurtniveau omdat de Transitievisie Warmte uiteindelijk op dit niveau ingevuld moet worden. Als laatste stap zoomen we voor een aantal aspecten in op straatniveau omdat dit waarschijnlijk het niveau zal zijn waarop wijkuitvoeringsplannen gemaakt gaan worden. Het is niet aannemelijk dat buurt voor buurt de gemeente aardgasvrij gemaakt wordt, eerder straat voor straat.
In bijlage 4 zijn alle gegevens in een overzichtelijke tabel verwerkt. In bijlage 5 worden de verschillende vlekkenkaarten op buurtniveau naast elkaar weergegeven zodat een goed vergelijk gemaakt kan worden. Tot slot worden in bijlage 6 de verschillende vlekkenkaarten op straatniveau weergegeven. Deze vlekkenkaarten zijn bewust grofmazig getekend om schijnnauwkeurigheid te voorkomen. In de wijkuitvoeringsplannen wordt de nauwkeurigheid van de kaarten aangepast op basis van accuratere gegevens op gebouwniveau.

2.2 De leeftijd van de inwoners

Uit onderzoek van het CBS is gebleken dat de bereidheid en mogelijkheden om te investeren in energie-besparende maatregelen laag is onder jongeren en onder ouderen[10]. Onder jongeren worden mensen verstaan met een leeftijd van 24 jaar of jonger. Mensen met een leeftijd van 65 jaar of ouder vallen onder de groep 'ouderen'. De focus zal dus moeten liggen op de leeftijdsgroepen tussen de 25 en 64 jaar. Deze groep is (niet geheel verrassend gezien de leeftijdspiramide van Nederland) het grootst in de



Figuur 20: het aantal inwoners verdeelt naar leeftijdsgroep (cijfers CBS, 2018)

[10] CBS, Energiebesparingspotentie – Een introductie en handleiding

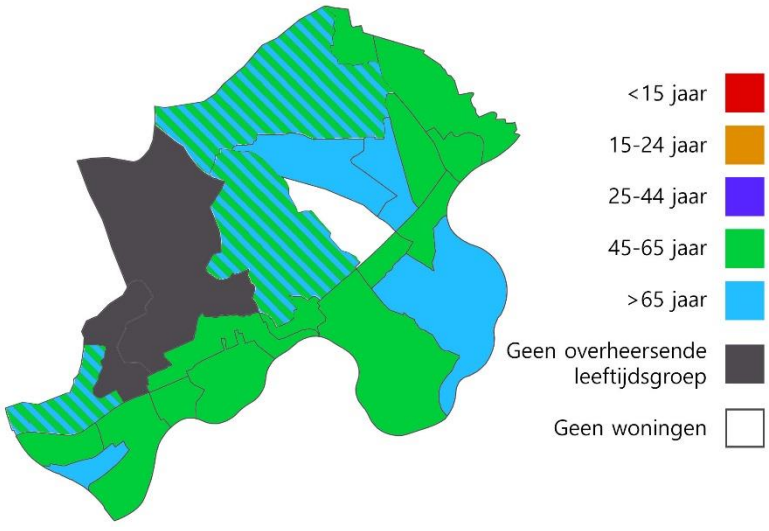
gemeente Rheden (zie figuur 18), al zijn de mensen ouder dan 65 jaar ook goed vertegenwoordigd in de gemeente.

De groep bewoners met een leeftijd tussen de 45 en 64 jaar toont de meeste investeringsbereidheid. Enerzijds heeft dit te maken met de grootte van het gezin en de invloed van dit gezin op de energierekening: kinderen in de pubertijd verbruiken meer energie dan hele jonge kinderen (aanwezig in de groep van 25 tot 44 jaar). Anderzijds zijn 45-64-jarigen op de top van hun carrières met bijbehorende inkomens. De investeringspotentie is daarmee hoger dan in de jongere bevolkingsgroepen. Deze potentie is ook zichtbaar in het type verbouwing dat vaak door de 45-64-jarigen uitgevoerd wordt: een verbouwing ter bevordering van het comfort en de luxe van de woning. In dit type verbouwing is over het algemeen meer aandacht voor de bouwkundige schil en het verwarmingssysteem ("zullen we dan toch maar eens die vloerverwarming aanleggen?").
Bovenstaande conclusies komen uit landelijke onderzoeken. Regionaal kan dit natuurlijk afwijken. Daarom is het belangrijk om in de wijkuitvoeringsplannen goed de bewoners in kaart te brengen, bijvoorbeeld door het opstellen van bewonersprofielen.

De groep onder de 25 jaar heeft vaak nog geen eigen woning waardoor de investeringen voor rekening komen van de woningeigenaar/verhuurder. Tevens heeft deze groep mensen (net als de groep boven de 65) andere prioriteiten. Jongeren hebben relatief weinig geld en geven dit liever aan andere zaken dan energiebesparing uit. Ouderen hebben relatief veel geld maar willen dit niet meer investeren in energiebesparing. Ze gaan ervan uit dat ze toch niet meer profiteren van het rendement van de investeringen en besteden het geld daarom liever aan andere zaken.

2.2.1 Overheersende leeftijdsgroepen op buurtniveau

De verdeling van leeftijdsgroepen in Rheden is vergelijkbaar met het landelijk beeld: de groep 45-64 is het grootst. Wel zijn er een aantal buurten zichtbaar waarin de grootste groep inwoners gevormd wordt door mensen die ouder dan 65 jaar zijn. Deze groep mensen zal waarschijnlijk niet meer gaan investeren in hun woning omdat ze te oud zijn om nog te profiteren van het rendement.



Figuur 21: overheersende leeftijdsgroepen per buurt in de gemeente Rheden (cijfers van het CBS, 2018)

2.3 De woningvoorraad

De gemeente Rheden heeft 21.375 woningen. Ruim de helft van het totale woningbezit zijn koopwoningen (54%). De overige woningen zijn huurwoningen. In totaal is 30% van de woningen in Rheden in eigendom van een woningcorporatie. De overige woning zijn eigendom van particuliere verhuurders. Een klein deel van deze woningen heeft op dit moment geen gasaansluiting.

Eigenaren van particuliere koopwoningen kunnen zelf beslissen over het nemen van energiebesparende en aardgasloze maatregelen. Dit maakt het maken van keuzes gemakkelijker omdat er geen externe partij tussen zit die niet direct baat heeft bij nemen van maatregelen terwijl hij of zij wel moet investeren.
Bij woningcorporaties ligt dit anders. Deze partijen hebben op landelijk niveau afspraken gemaakt over het nemen van energiebesparende maatregelen. Tevens fungeert een corporatie als één aanspreekpunt voor meerdere woningen terwijl elke particuliere eigenaar een aanspreekpunt is voor maar één woning. Corporaties kunnen dus sneller stappen zetten, hebben financiële slagkracht en maken gebruik van lange-termijn visies. Dit maakt dat gebieden met veel corporatiewoning een grotere kans hebben om op korte termijn aardgasloos te worden.

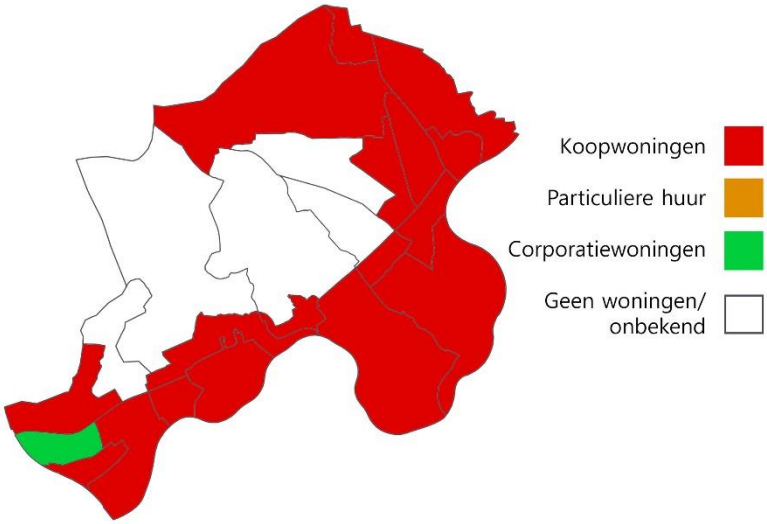


Figuur 22: aantal woningen verdeelt naar eigendom (cijfers van Klimaatmonitor, 2018

De verwachting is dat het aantal woningen in Rheden tot 2040 toeneemt tot 21.870. Nieuwe woningen worden niet meer op het aardgas aangesloten en leveren daarmee dus ook geen bijdrage aan het totale aardgasverbruik.

2.3.1 Overheersend eigendom op buurtniveau

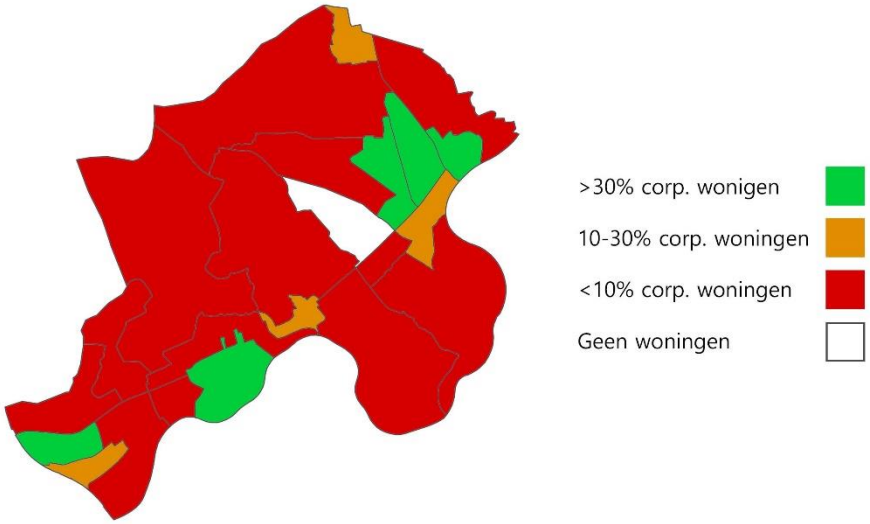
In Rheden zijn in nagenoeg alle buurten de koopwoningen het overheersend eigendomstype, met uitzondering van Velp zuid beneden spoorlijn. Daar zijn relatief gezien meer corporatiewoningen dan huur- of koopwoningen. Dat wil niet zeggen dat er verder binnen de gemeente geen corporatiewoningen zijn.



Figuur 23: overheersende eigendomstypen per buurt in de gemeente Rheden (cijfers van Klimaatmonitor, 2018)

2.3.2 Aandeel corporatiewoningen op buurtniveau

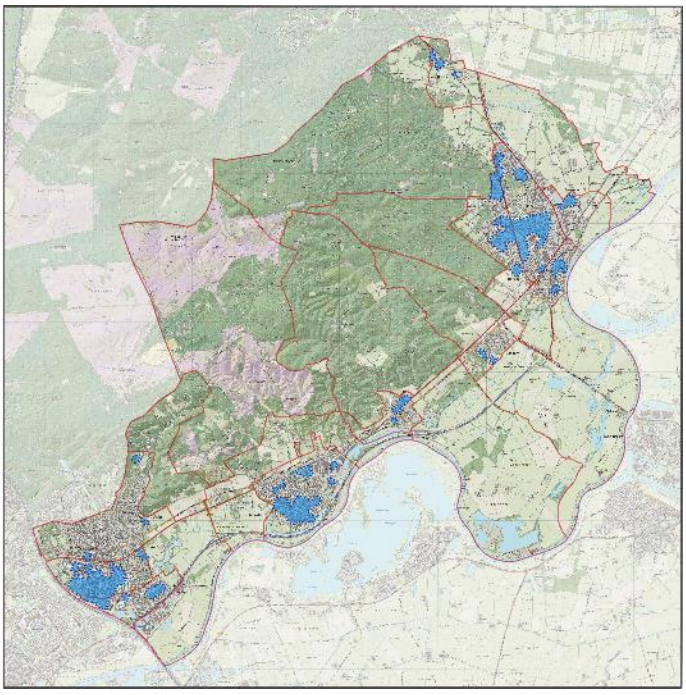
In figuur 24 is weergegeven wat de verhouding van corporatiewoningen voor de verschillende buurten in de gemeente Rheden is. De woningcorporaties zijn goed vertegenwoordigd in de gemeente. Zo zijn er een aantal buurten met meer dan 30% corporatiewoningen: Rheden (33%), Spankeren (33%), Dieren-west boven spoorlijn (35%), Dieren-noord boven spoorlijn (37%) en Velp-zuid beneden spoorlijn (47%).



Figuur 24: aandeel corporatie per buurt in de gemeente Rheden (cijfers van Klimaatmonitor, 2018)

2.3.3 Verdeling corporatiewoningen op straatniveau

Wanneer we verder inzoomen op straatniveau, worden de bevindingen uit figuur 24 min of meer bevestigd. De meeste clusters van corporatiewoningen bevinden zich in de buurten die in de bovenstaande paragraaf ook al aangemerkt worden. Ook zijn er in andere buurten kleine clusters van corporatiewoningen te vinden. Ook deze kleine clusters kunnen van belang zijn voor de aanpak van de betreffende buurten en straten.



Figuur 25: clusters van corporatiewoningen in de verschillende buurten (zie bijlage 6 voor een grotere kaart)

2.4 Woningtypen

Het woningtype geeft een indicatie van de hoogte van de investeringen per woning en de mogelijkheden tot industrialisatie[11] of een collectieve aanpak. Het is vanzelfsprekend dat een grotere woning een hogere investering voor bijvoorbeeld het isoleren van vloeren, gevels en daken vraagt. Een grotere woning verbruikt waarschijnlijk ook meer energie dan een kleinere woning waardoor de baten van een investering in een grotere woning ook hoger zijn. In grote lijnen kan de onderstaande volgorde gehanteerd worden van klein naar groot:

1. Appartementen;

[11] Een groot aantal woning op een industriële (geprefabriceerde) manier in één keer transformeren.

2. Tussenwoningen;
3. Hoekwoningen;
4. Twee-onder-een-kap woningen;
5. Vrijstaande woningen.

Industrialisatie en een collectieve aanpak kan de investering per woning flink omlaag brengen. Hiervoor is het van belang dat er in een straat of buurt eenduidigheid in woningtypen is. De kans hierop is over het algemeen groter bij appartementen en rijwoningen dan bij vrijstaande woningen.

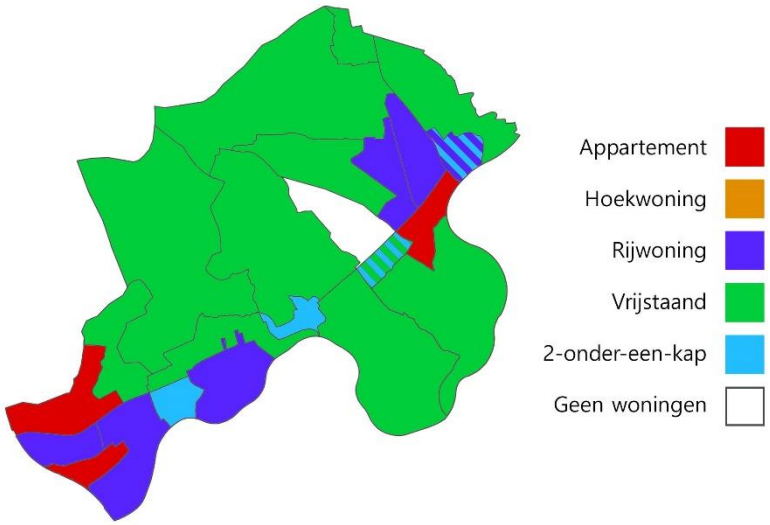


Figuur 26: verdeling van woningtypen in absolute getallen (cijfers uit de Leidraad van het PBL, 2018)

In de gemeente Rheden zijn de rijwoningen het meest voorkomend gevolgd door appartementen. Ook zijn er veel twee-onder-een-kap woningen in de gemeente. Vrijstaande woningen vormen de kleinste groep (zie figuur 26).

2.4.1 Overheersende woningtypen op buurtniveau

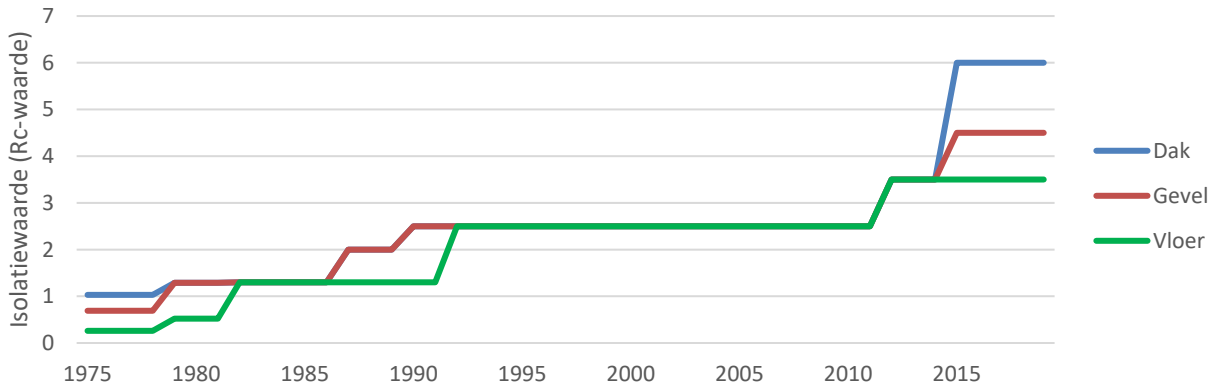
Op buurtniveau lijkt het alsof de vrijstaande woningen overheersend zijn in de gemeente. Figuur 26 laat echter zien dat de rijwoningen in aantal het meeste voorkomen. Wat de kaart aan de rechterzijde voornamelijk goed laat zien is het verschil tussen buitengebied en stedelijk gebied. In het buitengebied staan vooral vrijstaande woningen terwijl in de stedelijke gebieden voornamelijk rijwoningen en appartementen staan.



Figuur 27: overheersende woningtypen per buurt in de gemeente Rheden (cijfers uit de Leidraad van het PBL, 2018)

2.5 Bouwperiode woningen

Het bouwjaar van woningen geeft een eerste indicatie van de isolatiewaarden van een woning. In nagenoeg alle gevallen is een nieuwe woning beter geïsoleerd dan een ouder woning. De mate van isolatie is van invloed op de kansen voor een alternatieve warmtebron. Goed geïsoleerde woningen kunnen al verwarmd worden met een lage-temperatuur warmtebron (30-50°C). Dit kan bijvoorbeeld met een luchtwarmtepomp, zonthermie of energie uit oppervlaktewater. Slecht geïsoleerde woningen moeten met een hoge-temperatuur warmtebron verwarmd worden omdat de warmtevraag hoger is. Hierbij kan men denken aan een hoge-temperatuur restwarmte of geothermie.

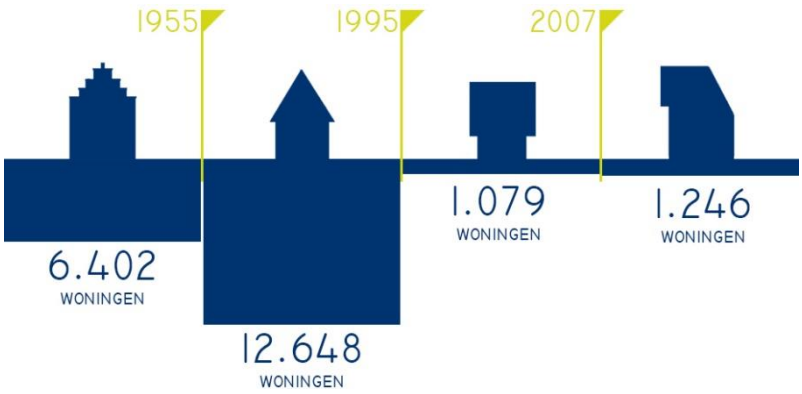


Figuur 28: isolatiewaarden voor daken, gevels en vloeren afgezet tegen het bouwjaar van de woning

Bij woningen gebouwd tussen 1955 en 1995 is een forse besparing op het aardgasgebruik te realiseren. Datzelfde geldt voor woningen gebouwd vóór 1955. Een probleem bij woningen van vóór 1955 is dat maatregelen lastiger uit te voeren zijn vanwege bepaalde bouwkundige eigenschappen van deze gebouwen: grote kans op een monumentale status en er zijn over het algemeen meer details in gevels zichtbaar.

Voor woningen gebouwd ná 1995 is met na-isolatie ook nog een stap te zetten, maar de impact daarvan is aanmerkelijk kleiner dan voor oudere woningen. Sinds begin jaren '90 is het Bouwbesluit van kracht en zijn er minimumeisen aan isolatie gesteld. Wel staan de inwoners van deze groep woningen op dit moment vaak voor de keuze of ze de verwarmingsinstallatie moeten vervangen. Dit is een natuurlijk moment om opties te verkennen voor het aardgasvrij maken van een woning. Het hoeft niet vanzelfsprekend te zijn dat er een nieuwe gasgestookte Cv-ketel komt.

Over het algemeen valt te stellen dat nieuwbouwwoningen meer geschikt zijn voor all-electric alternatieven dan oudere woningen. Dit omdat de isolatie van nieuwere woningen vaak een stuk beter op orde is. Dit wil niet zeggen dat voor oudere woningen geen all-electric alternatieven mogelijk zijn. Men moet echter wel rekening houden met grootschalige renovaties



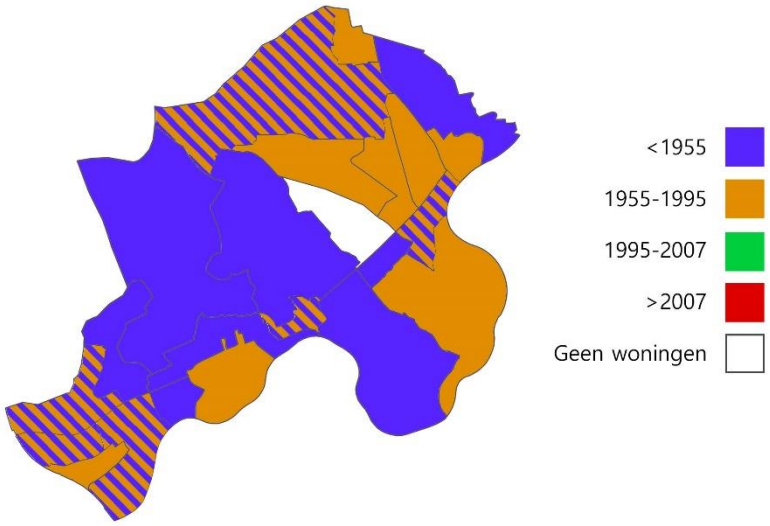
Figuur 29: aantal woningen verdeelt naar bouwjaar (cijfers van het Kadaster, 2018)

naarmate de woningen ouder worden. Woningcorporaties zullen eerder geneigd zijn om voor een renovatie te kiezen dan particuliere eigenaren. Particulieren kunnen eventueel wel participeren in renovatieprojecten van corporaties.

Verreweg de meeste woningen in de gemeente Rheden zijn tussen 1955 en 1995 gebouwd (zie figuur 30).

2.5.1 Overheersende bouwperioden op buurtniveau

De cijfers op gemeenteniveau zien we niet eenduidig terug op buurtniveau. Er zijn weliswaar veel buurten met voornamelijk woningen gebouwd tussen 1955 en 1995, maar in een deel van deze buurten staan ook veel oudere woningen. In de buitengebieden zijn de oudere woningen in de meerderheid. Er zijn echter ook gebieden waarin overheersend jongere woningen staan. Deze gebieden lenen zich waarschijnlijk voor een andere aanpak.

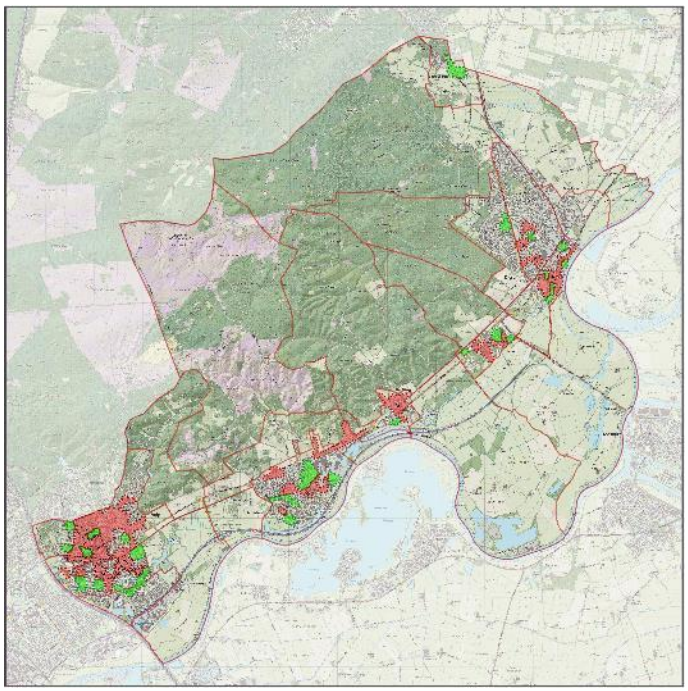


Figuur 30: overheersende bouwperioden per buurt in de gemeente Rheden (cijfers van het Kadaster, 2018)

2.5.2 Verdeling bouwjaren op straatniveau

Op figuur 31 (zie bijlage 6 voor een grotere kaart) zijn de locaties weergegeven waar relatief jonge woningen staan (gebouwd na 1995, groene vlekken) of juist relatief oude woningen (woningen gebouwd voor 1955, rode vlekken). Tevens is zichtbaar gemaakt waar historische bebouwing aanwezig is (rode vlekken met zwarte stippellijnen en nummering). De gebieden die geen kleur hebben gekregen, zijn gebieden met woningen gebouwd tussen 1955 en 1995.

De vlekkenkaart borduurt voort op het beeld dat op de kaart van figuur 30 geschetst wordt: in veel buurten zijn, naast woningen gebouwd tussen 1955 en 1995, ook nog veel oudere woningen aanwezig. Zo is bijvoorbeeld in Velp een grote rode vlek zichtbaar waarvan ook nog een aanzienlijk deel historische bebouwing is. Ook in de andere stedelijke buurten zien we

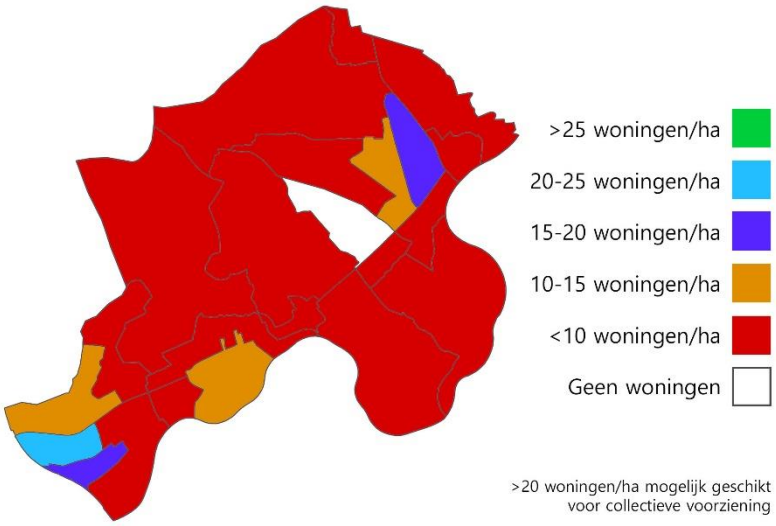


Figuur 31: clusters van historische, vooroorlogse (rood) en jonge (groen) woningen (zie bijlage 6 voor een grotere kaart)

vergelijkbare rode vlekken met historische gebieden terug. Natuurlijk zijn er nog steeds grote gebieden met woningen gebouwd tussen 1955 en 1995. Tevens zijn verspreid door de gemeente enkele gebieden met relatief jonge woningen aanwezig.

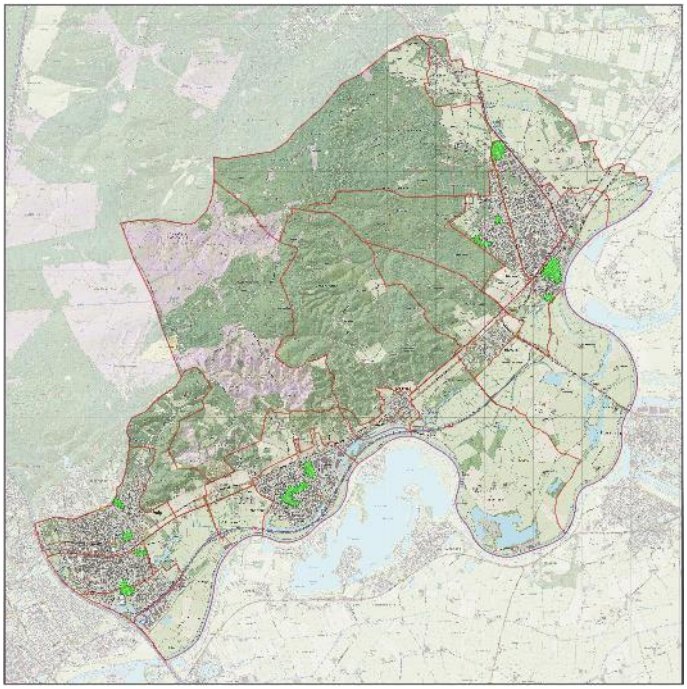
2.6 Woningdichtheid

In gebieden of buurten met een hoge woningdichtheid is de kans op het realiseren van een collectief alternatief (bijvoorbeeld warmtenetten) groter dan in buurten met een lage woningdichtheid. De kosten per woning voor een collectief alternatief worden bepaald op basis van schaal en woningdichtheid. Een grotere schaal en hoge woningdichtheid zorgen voor lagere kosten per woning. Als vuistregel wordt een woningdichtheid van 20-25 woning per hectare als ondergrens voor de realisatie van een collectief alternatief gehanteerd.



Figuur 32: woningdichtheid per buurt in de gemeente Rheden (cijfers uit Klimaatmonitor, 2018)

In de gemeente Rheden zien we eigenlijk maar één buurt die voldoet aan de ondergrens voor een collectieve voorziening: Velp-zuid beneden spoorlijn. Ook zijn er nog twee buurten die in de buurt komen van de gestelde grens van 20-25 woningen per hectare: Dieren-noord boven spoorlijn en Velp-zuid ten zuiden van Waterstraat. Alle overige buurten hebben een dusdanig lage dichtheid dat collectieve oplossingen op het eerste oog niet interessant lijken. Wanneer we inzoomen op straatniveau, wordt duidelijk dat er ook in andere buurten gebieden met een hoge woningdichtheid zijn (zie figuur 33).



Figuur 33: gebieden met de hoogste woningdichtheid zijn aangegeven in het groen (zie bijlage 6 voor een grotere kaart)

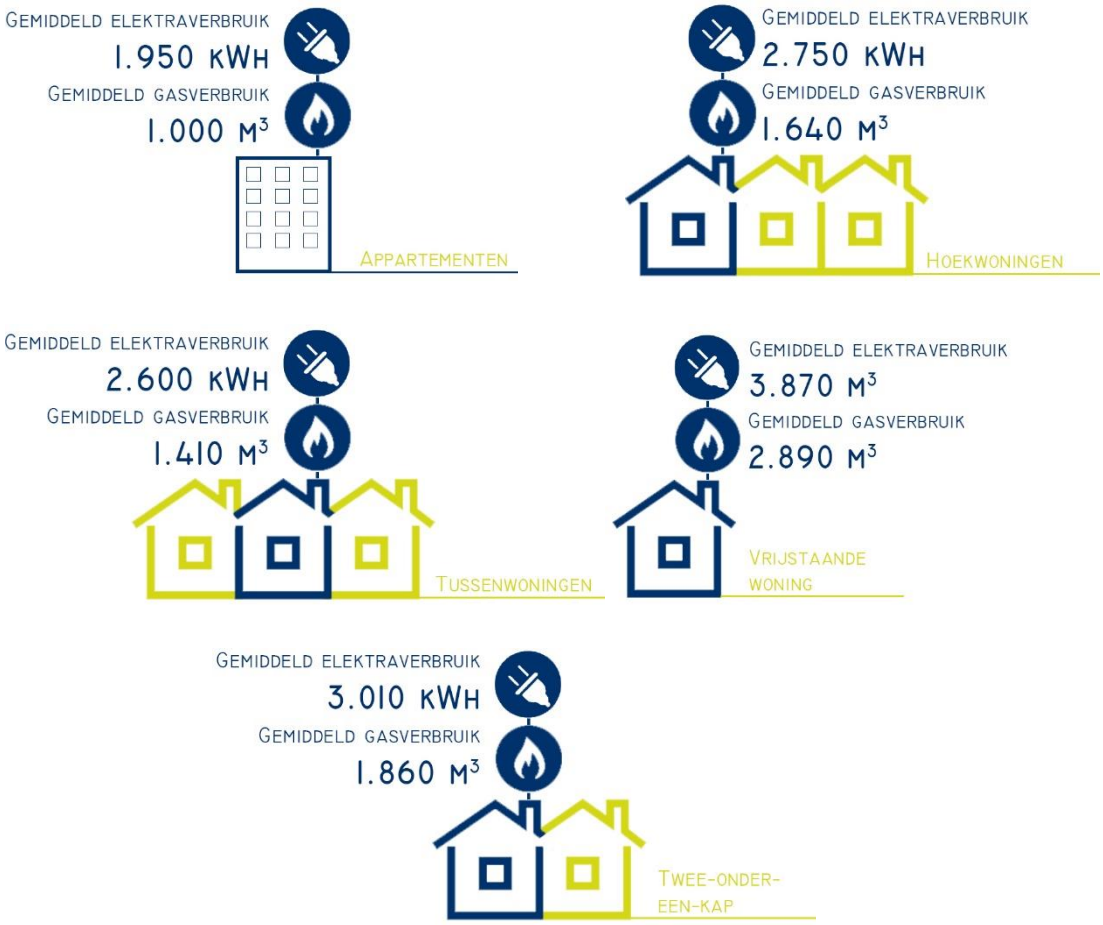
2.6.1 Woningdichtheid op straatniveau

Op straatniveau ontstaat een interessant verschil met figuur 32. Deze figuur suggereert dat Velp-zuid beneden spoorlijn de buurt met de hoogste woningdichtheid is. Op buurtniveau klopt dit ook. Deze buurt is namelijk helemaal volgebouwd, terwijl er in

andere buurten ook onbebouwde gebieden zichtbaar zijn. Deze open gebieden worden natuurlijk wel meegeteld in het oppervlak waardoor de woningdichtheid voor de gehele buurt lager uitvalt. Wanneer we op straatniveau kijken, zien we dat er naast de in paragraaf 2.6 genoemde buurten ook in andere buurten gebieden met een hogere woningdichtheid te vinden zijn. Lokaal zijn er, op basis van deze gegevens, in meerdere buurten kansen voor collectieve voorzieningen.

2.7 Aardgasgebruik

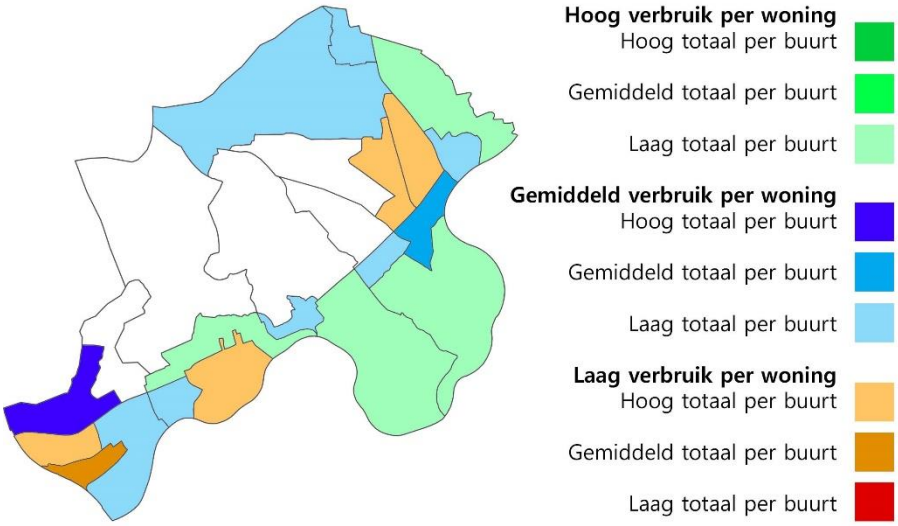
Het totale energieverbruik zegt niets over het verbruik in de woningen afzonderlijk. Een gedetailleerd verbruik per woning is op dit moment ook nog niet van belang. Dit komt pas aan de orde bij de buurtwarmteplannen. Het is wel interessant om te kijken in hoeverre het gemiddelde energieverbruik verschilt per woningtype. Daarom is hieronder weergegeven hoe het gasverbruik per woningtype eruitziet. De hoogte van het gasverbruik zegt niet altijd iets over de kansen voor aardgasvrije renovatie. Daarvoor zijn een aantal aanvullende gegevens nodig zoals de grootte en het bouwjaar van de woning.



Figuur 34: gemiddeld energiegebruik in de gemeente Rheden per woningtype (cijfers uit Klimaatmonitor, 2018)

2.7.1 Aandeel aardgasverbruik per buurt

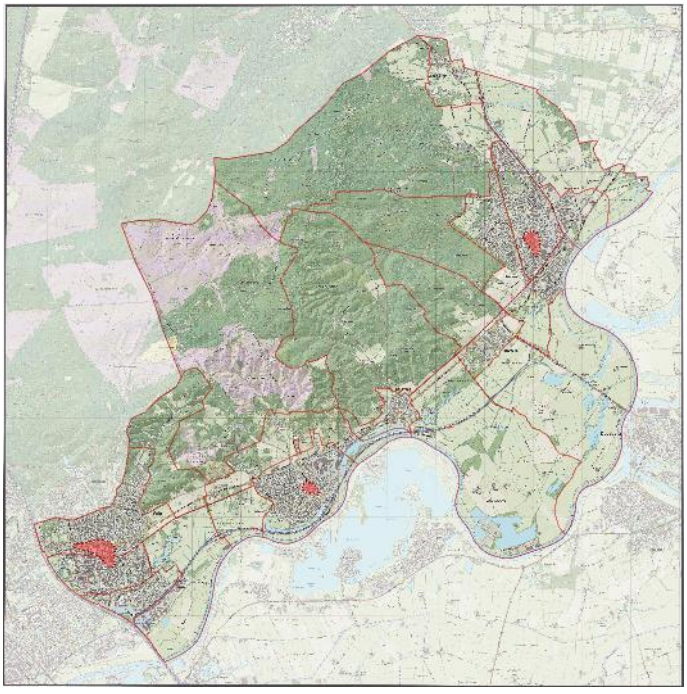
Figuur 35 geeft een combinatie weer tussen het aardgasverbruik per woning (verdeeld over hoog verbruik per woning, gemiddeld verbruik en laag verbruik[12]) en het totale aardgas-verbruik in een buurt. Hiermee wordt zichtbaar gemaakt welke buurten interessant zijn om als eerste aan te pakken wanneer alleen gekeken wordt naar het aardgasverbruik. Buurten met een hoog verbruik per woning en een hoog totaal verbruik zijn hierin het meest interessant. Dit zijn waarschijnlijk buurten met veel slecht geïsoleerde woningen. Buurten met een laag verbruik per woning en een laag totaalverbruik zijn het minst interessant.



Figuur 35: aandeel gasverbruik per buurt ten opzichte van het totale gasverbruik van de woningen in de gemeente Rheden (cijfers uit Klimaatmonitor, 2018)

2.7.2 Warmtedichtheid

Voor het realiseren van een collectieve oplossing is onder andere een hoge woningdichtheid nodig. Een andere voorwaarde kan een hoog warmtegebruik op een klein oppervlak zijn. Dit is waarschijnlijk het geval waar de woningdichtheid ook hoog is, maar hiermee wordt niet het warmtegebruik van de bedrijven en instellingen gevangen. Daarom maken we gebruik van een warmtedichtheidskaart (figuur 36, zie bijlage 6 voor een grotere kaart). Een deel van de rode vlekken valt samen met de groene vlekken op de kaart van figuur 34. In Velp en Dieren zijn echter grote rode vlekken zichtbaar die niet samenvallen met een hoge woningdichtheid. Dit zijn waarschijnlijk bedrijven en instellingen. Dat kunnen kantoren zijn, maar bijvoorbeeld ook winkels, scholen en gezondheidsinstellingen.



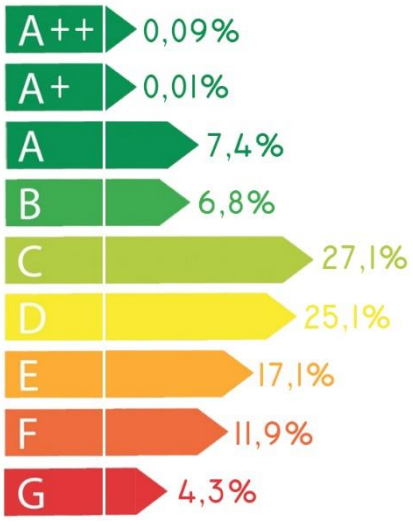
Figuur 36: gebieden met een hoge warmtedichtheid zijn weergegeven in het rood (zie bijlage 6 voor een grotere kaart), gegevens uit de Energietransitieviewer van Geodan

[12] Staffels gemiddeld gasverbruik woningen: Laag verbruik: <1.600 m³/jaar, gemiddeld verbruik: 1.600 – 2.300 m³/jaar, hoog verbruik: >2.300 m³/jaar

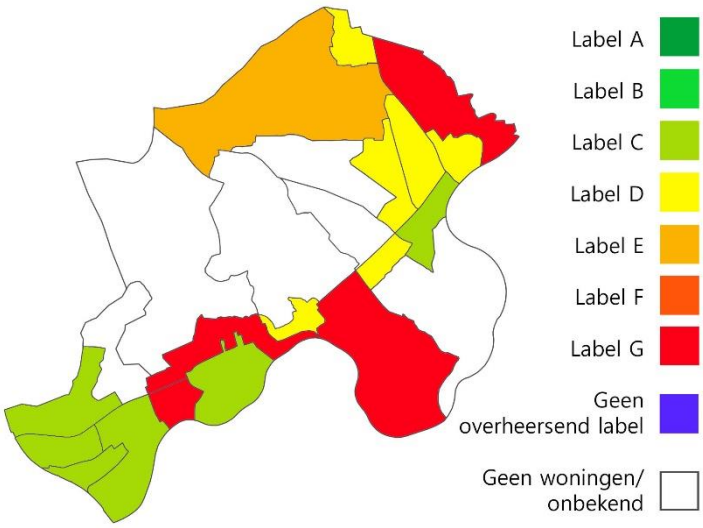
2.7.3 Energielabels

Het energielabel is een maatstaf om te zien hoe energiezuinig een woning is. De mate van isolatie is hierin een belangrijk aspect. Een woning met een goed energielabel (A is goed, G is slecht) is dus een goed geïsoleerde woning. Door beter te isoleren zal een woning een hoger energielabel krijgen. Een beter energielabel zorgt niet alleen voor een lager energiegebruik (en dus lagere kosten) en een comfortabele woning. Ook de woningwaarde stijgt en woningen met een goed energielabel zullen in de toekomst waarschijnlijk sneller verkocht worden.
Er zijn twee verschillende energielabels; voorlopige en geldige energielabels. In 2015 is voor veel woningen in Nederland een voorlopig energielabel opgesteld. Dit label is gebaseerd op gegevens uit het Kadaster (woningtype, grootte van de woning en bouwjaar) en op gegevens van vergelijkbare woningen. In de praktijk kan een woning een slechter maar ook een beter energielabel hebben doordat de woning bijvoorbeeld een grootschalige verbouwing hebben gehad waarbij ook aandacht is geschonken aan isolatie. Voorlopige labels vertellen dus vaak niet het volledig verhaal.

Wanneer een woning verkocht wordt moet er een definitief en geldig label aangevraagd worden. Op basis van een aantal vragen van de Rijksoverheid kunnen woningeigenaren tegenwoordig relatief snel en gemakkelijk een label definitief maken[13]. Dit brengt echter ook het risico op foutieve labels met zich mee omdat het label niet door een deskundige is opgesteld. Het is wel belangrijk om een label definitief te maken zodat de koper een goede indicatie heeft van het energieverbruik (en daarmee ook de belasting op het milieu), de maandelijkse energielasten en het comfort van een woning.
Om op basis van feiten te kunnen werken, is voor de gemeente Rheden in figuur 37 een overzicht van de verdeling van de geldige energielabels weergegeven (de voorlopige labels zijn niet in deze cijfers verwerkt). De kaart op figuur 38 laat per buurt zien welke energielabels per buurt het meeste voor komen. De kaart laat zien dat er in de gemeente Rheden nog een aantal buurten zijn waarin de meeste woningen een matig tot slecht energielabel hebben. Deze buurten hebben een energielabel D of slechter. Er zijn geen buurten waarin het overheersende label beter is dan label c.



Figuur 37: verdeling van geldige energielabels in de gemeente Rheden (cijfers uit Klimaatmonitor, 2018)



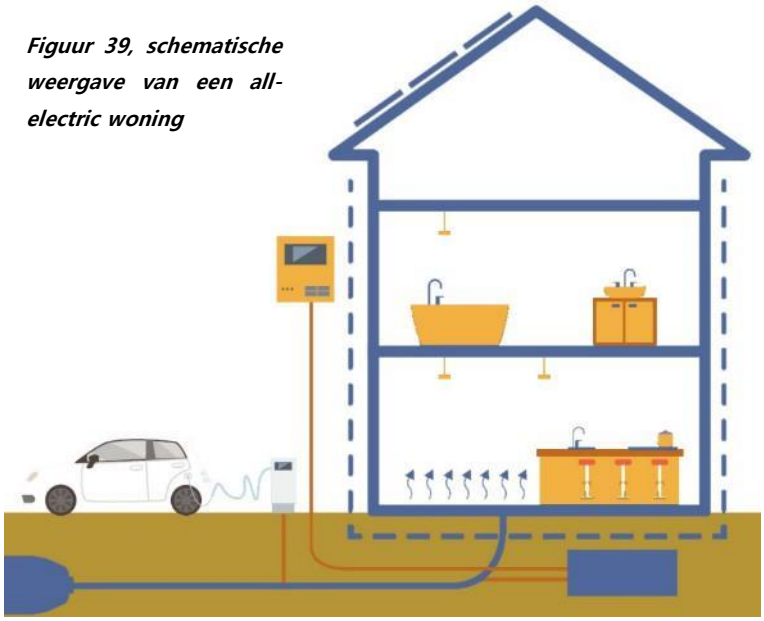
Figuur 38: meest voor komende energielabels per buurt van de gemeente Rheden (cijfers uit Klimaatmonitor, 2018)

[13] https://www.energielabelvoorwoningen.nl/?cookieCheck=true

3 ALTERNATIEVEN VOOR AARDGAS

3.1 All-electric

Bij all-electric wordt de woning geheel elektrisch verwarmd, bijvoorbeeld met behulp van een warmtepomp. Bij all-electric oplossingen gaat het meestal om lagetemperatuur (LT) verwarming. Er zijn echter ook voorbeelden van hoge-temperatuur (HT) all-electric oplossingen. Denk aan een elektrische cv-ketel of infrarood panelen.



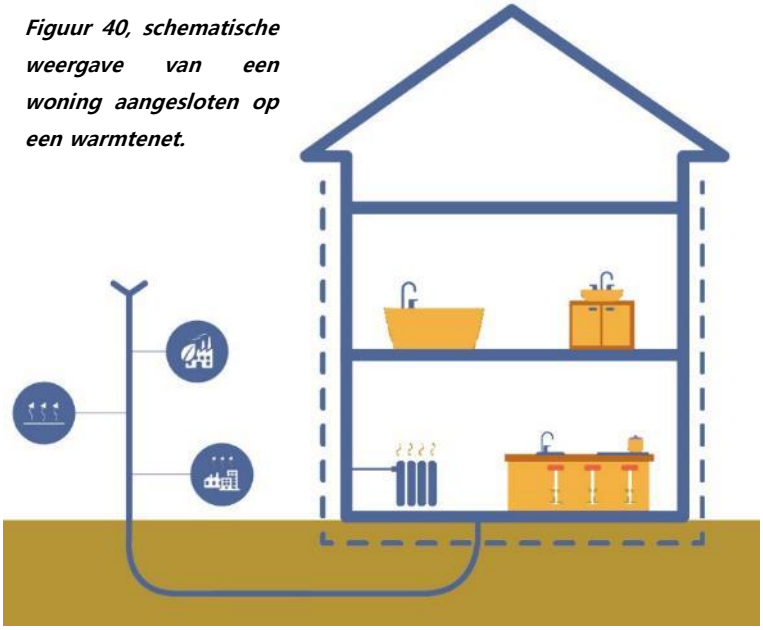
Figuur 39, schematische weergave van een all-electric woning

Indien elektrisch verwarmd gaat worden is lage temperatuur echter de meeste interessante (zowel energetisch als financieel) keuze. Deze manier van verwarmen vereist dat de woning goed is geïsoleerd. Vaak zijn ook bepaalde aanpassingen aan het verwarmingssysteem nodig. Denk aan het aanleggen van vloer- of wandverwarming of de vervanging van conventionele radiatoren door radiatoren die geschikt zijn voor lagetemperatuur verwarming. De benodigde elektriciteit kan op de eigen woning opgewekt worden door middel van zonnepanelen, mits het dakvlak voldoende groot is en het dak een juiste oriëntatie heeft.

Voor een warmtepomp zijn er grofweg twee opties: een luchtwarmtepomp (lucht-water warmtepomp) of een bodemwarmtepomp (water-water warmtepomp). Het voordeel van een luchtwarmtepomp is de relatief lage investering. Het nadeel is dat het rendement optimaal is wanneer de warmtepomp niet of nauwelijks gebruikt wordt: in de zomer. De techniek wordt echter voortdurend doorontwikkeld waardoor warmtepompen een prima alternatief voor de CV-ketel zijn. Een vaak gehoorde klacht is dat de warmtepomp veel geluid maakt. In de afgelopen jaren heeft de doorontwikkeling ervoor gezorgd dat dit steeds minder is geworden.
Een bodemwarmtepomp vereist het boren van een bron. Hierdoor is de investering hoger dan voor een luchtwarmtepomp. Het voordeel is dat een bodemwarmtepomp 'gratis' kan koelen omdat het systeem gebruik maakt van water uit de bodem met een temperatuur van ongeveer 10-14 ^{0}C het gehele jaar door. Hierdoor is het rendement van dit type warmtepomp hoger dan van een luchtwarmtepomp. Dit komt doordat de buitenlucht in de winter vaak lager is dan 10-14 ^{0}C.

3.2 Collectieve systemen

Een collectief systeem (ook wel warmtenet genoemd) brengt de warmte van bijvoorbeeld een biomassacentrale of de restwarmte van bedrijven naar woningen. Dat gebeurt via ondergrondse buizen waar warm water doorheen stroomt. Uiteindelijk stroomt dat water door de radiatoren van woningen en weer terug naar het verdeelpunt waar het opnieuw wordt verwarmd. Met een warmtenet is het in principe ook mogelijk om een woning duurzaam te koelen, al is dat relatief duur t.o.v. andere koeltechnieken en wordt het in de praktijk nog niet gedaan.



Figuur 40, schematische weergave van een woning aangesloten op een warmtenet.

3.2.1 Restwarmte industrie (HT/MT)

Bij veel bedrijven komt restwarmte (-en koude) vrij, die in theorie kan worden ingezet bij de verduurzaming van de gebouwde omgeving. In de gemeente Rheden en omliggende gemeenten staan een aantal kansrijke bedrijven die mogelijk restwarmte hebben:

- DS Smith Paper De Hoop Mill (gemeente Brummen)
- Verzinkerij Dieren BV
- Waterschap Rijn en IJsel – Waterstromen BV (gemeente Bronckhorst)
- RWZI Olburgen (gemeente Bronckhorst)
- De Meteoor Beton BV
- RWZI Nieuwgraaf (gemeente Duiven)
- AVR Afvalverwerking (gemeente Duiven)

Op korte termijn zal er waarschijnlijk geen gebruik gemaakt worden van de restwarmtebronnen. De meest kansrijke bronnen liggen in buurgemeenten en zelfs in andere RES-gebieden. Tevens moeten alle bedrijven ook verduurzamen waardoor het aanbod restwarmte in de toekomst naar verwachting een stuk lager zal zijn. Tot slot is het niet aan te bevelen om een warmtenet te baseren op maar één bron van restwarmte. Bedrijven kunnen bijvoorbeeld verhuizen of failliet gaan. Wanneer een warmtenet alleen gebaseerd is op een bedrijf dat gaat verhuizen of failliet gaat dan valt ook gelijk de volledige warmtevoorziening weg.

3.2.2 Restwarmte (LT)

In Rheden zijn verschillende bedrijven aanwezig met lage temperatuur restwarmte. Het gaat onder meer om bedrijven met een koeling waar sprake is van condenswarmte (ca. 30˚C – 45 ˚C). Over het algemeen betreft het kleine bronnen (zoals supermarkten) en/of bedrijven die maar enkele woningen in de directe omgeving van warmte kunnen voorzien.

3.2.3 Aquathermie (TEO, TEA en TED)

Aquathermie staat voor het benutten van warmte uit oppervlaktewater (TEO), (gezuiverd) afvalwater (TEA) en drinkwater (TED) voor de verwarming van gebouwen. Hiertoe wordt een warmtepomp ingezet om de temperatuur te verhogen tot de gewenste waarde van 40 – 70 °C.
Benutting van de warmte uit het oppervlaktewater gaat altijd gepaard met een bodemenergiesysteem (WKO : warmte-koude opslag). In de zomermaanden wordt de warmte aan het water onttrokken via een warmtewisselaar en opgeslagen in de ondergrond met een temperatuur van circa 18 °C. In de wintermaanden wordt de warmte benut.
Warmte uit (gezuiverd) afvalwater wordt onttrokken bij de hoofdriolering, het rioolgemaal of bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie. In tegenstelling tot het oppervlaktewater kan hier het gehele jaar door warmte afgenomen worden. Vanwege de mogelijke belemmering op de biologische zuivering van het afvalwater wordt onttrekking van warmte uit riolering (afvalwater) alleen in combinatie met een WKO aangeraden. Een WKO verhoogt het rendement, het potentieel en de bedrijfszekerheid van het systeem.
Warmte uit drinkwater wordt onttrokken bij de productie-installaties of uit het distributienet voor ruw- en gezuiverd drinkwater. Daarnaast is het technisch mogelijk om delen van het distributienet in te zetten als distributieleiding voor warmte.

Aquathermie kan ook in combinatie met de levering van koude worden ingezet. In de zomermaanden wordt in dat geval de warmtebron gevoed vanuit de koudelevering van de WKO.

Aquathermie wordt toegepast als collectief systeem met een warmtenet of een individueel systeem voor een complex (appartementen/kantoor/winkelcentrum/zwembad). Het rendement en het potentieel qua aantal wooneenheden neemt toe als de piekvraag vanuit een andere bron wordt geleverd (een hybride systeem).

Bij de inzet van aquathermie is er sprake van:
- onttrekking en lozing van water uit/op het oppervlaktewater, met een effect op de doorstroming (morfologie);
- lozing van koude op het oppervlaktewater, met een effect op de ecologie;
- onttrekking van warmte uit het afvalwater, met een effect op de doelmatige werking van de RWZI.

Op voorhand is niet vast te stellen hoe groot de effecten van warmteonttrekking zijn op de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater. Daar komt bij dat door de verandering van het klimaat zowel sprake is van een opwarming van het oppervlaktewater als een sterke variatie in aanvoer van oppervlaktewater.

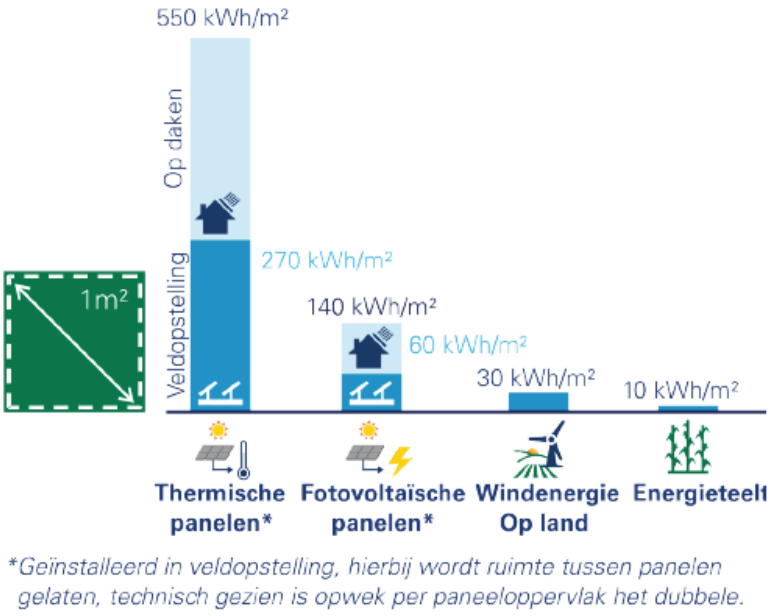
In de gemeente Rheden zijn er een aantal kansen voor aquathermie die zich voornamelijk concentreren rondom de plassen aan de overzijde van de IJssel, de haven in Rheden en het kanaal in Dieren.

3.2.4 Zonthermie

Zonthermie is de omzetting van zonlicht in warmte. Deze warmte wordt ook wel zonnewarmte genoemd. In tegenstelling tot PV panelen - die elektriciteit opwekken - wekken zonnecollectoren (PT) warmte op. Zonnecollectoren kunnen zowel op daken als op land geplaatst worden.

Veelal worden twee typen zonnecollectoren gebruikt: vlakke plaat collectoren en vacuümbuis collectoren. In Nederland wordt zonthermie vooral toegepast voor warm tapwater. Zonthermie is echter ook te gebruiken voor ruimteverwarming, mede dankzij de opwek van hoge temperatuur warmte.
Zonthermie is een techniek die al decennia bestaat en wereldwijd wordt toegepast. Zonthermie heeft veel potentie voor het verwarmen van gebouwen. Binnen Europa wordt zonthermie op grote schaal toegepast o.a. in Denemarken. Middels grootschalige opwek wordt zonthermie als warmtebron gekoppeld aan een lokaal warmtenet. Gebouwen ontvangen een temperatuur van zo'n 70 graden Celsius, waardoor bestaande gebouwen beperkte maatregelen en investeringen nodig hebben voor de opstap naar duurzame warmte.

Zonnecollectoren wekken per vierkante meter veel energie op ten opzichte van alternatieve duurzame bronnen zoals energieteelt (vormen van biomassa), windenergie of fotovoltaïsche zonne-energie (zie figuur 41[14]). Vanuit dit perspectief kan het verstandig zijn om voor de invulling van de warmtevraag zonnecollectoren in te zetten.



Figuur 41: vergelijking van jaarlijkse opwekking van hernieuwbare energiebronnen per vierkante meter in veldopstelling. Let op, bij het oppervlak voor windturbines niet alleen het grondoppervlak van de turbine tellen, maar ook rekening houden met het feit dat de turbines een bepaalde afstand tot elkaar moet hebben (6 maal de rotordiameter).

Volgens het rapport van Berendschot "Kansen voor zonnewarmte in het hart van de energietransitie" van november 2018 behoeft een woonwijk van 5.000 woningen met PV-panelen en warmtepompen nog 10.500 MWh aan hernieuwbare elektriciteit of te wel 5,5 windmolens om volledig energieneutraal te zijn. Daarentegen zou dezelfde woonwijk met zonnecollectoren en warmtepompen slechts 3,2 windmolens nodig hebben om volledig energieneutraal te zijn. Dit is een besparing van 41 % op het aantal windmolens. Met behulp van zonnecollectoren kan dus veel ruimte bespaard worden voor windmolens (en ook voor zonnepanelen).

In Rheden zijn meerdere potentiële grootschalige locaties voor zonthermie rondom Dieren, Rheden en Velp. Dit zijn voornamelijk locaties voor veldopstellingen. In Velp zijn onderzoeken uitgevoerd naar zonthermie op het talud van de A12[15].

[14] *Position Paper Berendschot, november 2018 "Kansen voor zonnewarmte in het hart van de energietransitie"*

[15] Bos Witteveen, Warmteverkenning gebied HAN/Van Hall Larenstein. 28 januari 2020

3.2.5 Asfaltthermie

In de zomer wordt warmte (door zonnestraling) geabsorbeerd en via een buizensysteem overgedragen op water. Deze warmte kan direct worden gebruikt als bron voor de warmtepomp of worden opgeslagen in de bodem. Voordeel bij gebruik van asfaltwarmte is de verlenging van de levensduur van het asfalt.
De opbrengst aan warmte van een wegdek voor een wegvak van 2 rijbanen over een km lengte is 10.000 tot 15.000 GJ per jaar. Dat is ongeveer de warmtebehoefte van 500 tot 700 woningen. Asfaltwarmte is erg kostbaar. Toepassing van asfaltwarmte kan alleen als er synergie kan worden verkregen met bijvoorbeeld wegenonderhoud. Tevens bevindt asfaltthermie zich op dit moment nog in de ontwikkelfase. Grootschalige toepassing op korte termijn is niet te verwachten.

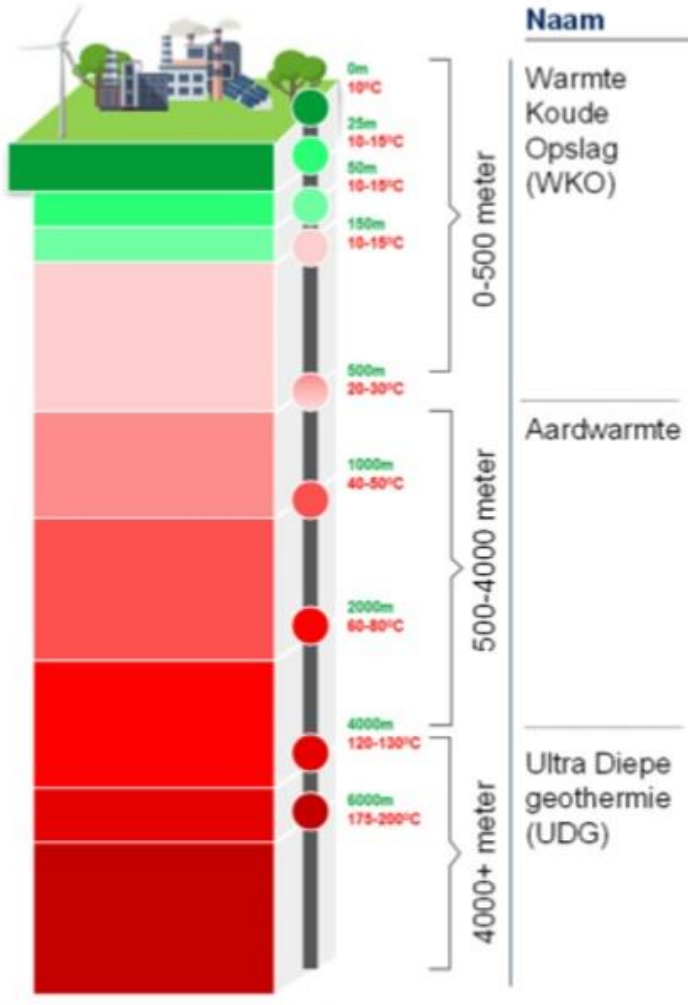
In Rheden zijn een aantal potentiële locaties voor asfaltthermie. Het betreft de A12, de A348 en een deel van de N348 in Dieren.

3.2.6 Bodemwarmte/warmte-koude-opslag

Warmte-koude opslag (WKO) is een bodemenergiesysteem waarmee energie in de vorm van warmte of koude wordt opgeslagen in de bodem. In de winter kan een gebouw worden verwarmd met een warmtepomp die warmte onttrekt aan het opgepompte water uit de warme bron. Het water koelt af en wordt weer teruggepompt in de koude bodem. In de zomer kan dit afgekoelde water weer opgepompt en gebruikt worden als passieve koeling. Het opgewarmde water wordt vervolgens weer teruggebracht in de warme bron. Dit is een open WKO-systeem. Een open WKO-systeem is vergunning-plichtig in verband met de grondwateronttrekking. Deze techniek vereist daarom een evenwichtige balans in de warmte- en koudevraag over het jaar en wordt toegepast bij utiliteitsbouw en nieuwbouw van appartementencomplexen.
Bij een gesloten WKO-systeem staan bodemwarmtewisselaars niet in open verbinding met het grondwater maar wordt er gebruik gemaakt van water met een antivriesmiddel dat wordt rondgepompt door een gesloten systeem in de bodem.

Een WKO kan ook worden toegepast in combinatie met andere laagtemperatuurwarmtebronnen, zoals oppervlaktewater (TEO), drinkwater (TED) of afvalwater (TEA). Een belangrijke beperking voor WKO is dat het niet toegepast kan worden in gebieden waar drinkwater wordt gewonnen. In Rheden ligt er een dergelijk gebied ten westen van Dieren en ten noorden van Velp. Verder kunnen er in potentie in de hele gemeente Rheden WKO's gerealiseerd worden (zie ook de Inventarisatiekaart losse bijlage).

3.2.7 Geothermie



Figuur 44: verschillende vormen van geothermie, beginnend vanaf 500 meter diepte.

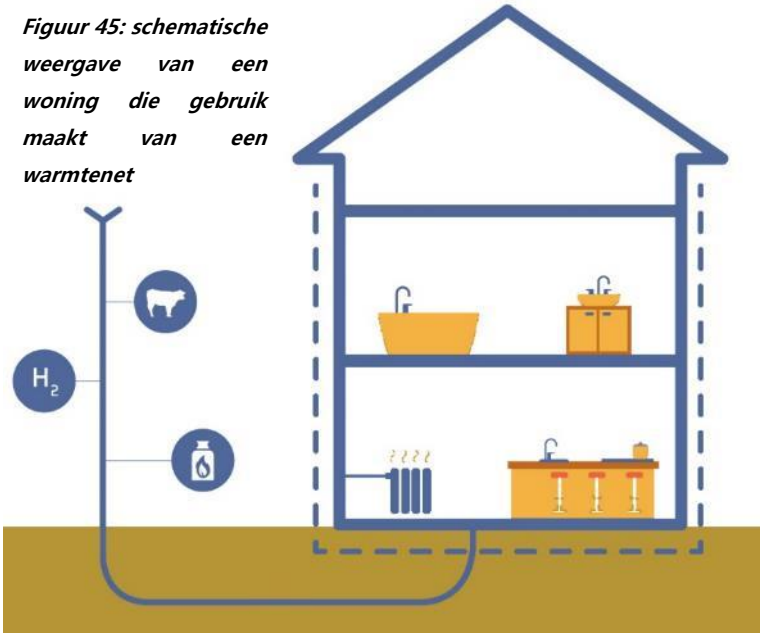
Het gebruik van warmte uit de aarde (diepe en ondiepe geothermie) kan een duurzaam alternatief zijn met weinig effect op de ruimtelijke omgeving. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen: ondiepe geothermie (<500 meter), diepe geothermie (500-4.000 meter in de bodem) en ultradiepe geothermie (>4.000 meter).
Geothermie (diep) wordt haalbaar wanneer er voldoende vraag is vanuit de industrie, glastuinbouw en/of de gebouwde omgeving. Cijfermatig betekent dit dat het haalbaar wordt wanneer er minimaal 3.000-5.000 woning-equivalenten (weq) aangesloten kunnen worden.

Bij geothermie is, afgezien van de potentie, ook het risicoprofiel een belangrijke factor in de realisatie van projecten. Diverse risico's spelen een rol (aardbevingen, grondwaterverontreinigingen, ongewenst vrijkomen van methaan) die afgewogen moeten worden tegen de mogelijke voordelen.

Bij ondiepe geothermie wordt er warmte onttrokken aan de ondergrond op een diepte van 250 tot 1.500 meter. De temperatuur van deze warmte is 15 tot 40°C. Door het (collectief) opwerken van de temperatuur van het water in het warmtenet, is het water dat bij de woningen en overige gebouwen aankomt warm genoeg voor het verwarmen van HT-radiatoren en het bereiden van warmtapwater. De woningen moeten voor deze techniek wel een redelijke isolatieschil hebben (minimaal energielabel E), maar hoeven niet zo goed geïsoleerd te worden als bij een LT-warmtenet. Voor ondiepe geothermie is het aansluiten van minimaal 1.000 – 2.500 warmte-equivalenten nodig om het project rendabel te krijgen.

In de gemeente Rheden wordt op dit moment onderzoek gedaan naar de potentie van geothermie. Het is daarom nog onbekend of geothermie een bijdrage kan leveren aan de warmtetransitie.

3.2.8 Hernieuwbaar gas



Figuur 45: schematische weergave van een woning die gebruik maakt van een warmtenet

CO_2 die opgeslagen zit in de bodem wordt bij het verstoken van olie en gas in de atmosfeer gebracht. Bij het verstoken van hernieuwbaar gas (ook wel groen gas of biogas genoemd, let op dit zijn verschillen typen gas[16]) is dat niet het geval; het gas is CO_2-neutraal. Hernieuwbaar gas wordt gewonnen op vuilstortplaatsen, uit huishoudelijk afval of uit rioolslib. Daarnaast is het mogelijk om gas te maken uit CO_2 en waterstof. Het grote voordeel van hernieuwbaar gas is dat de huidige gasleidingen en de huidige CV-ketels en radiatoren behouden kunnen blijven (mits het biogas wordt opgewaardeerd[17]). Hierdoor zijn veel minder aanpassingen aan de infrastructuur en de woningen nodig. Belangrijkste nadeel: er is veel te weinig hernieuwbaar gas beschikbaar om te voorzien in de totale verwarmingsbehoefte. Daarom kunnen we deze techniek het beste reserveren voor plaatsen waar afkoppeling van het aardgasnetwerk lastig is en je liever niet de grond in gaat. Dit is bijvoorbeeld het geval bij kwetsbare gebouwen en monumenten.

3.2.9 Biomassa

Biomassa voor collectieve verwarming is het verbranden van vaste of gasvormige biomassa om water te verwarmen, dat via een groot of klein warmtenet gebouwen verwarmt. De verbranding van biomassa levert meestal dezelfde warmwatertemperatuur als een Cv-ketel, zodat er in de gebouwen geen aanpassing nodig is van de radiatoren. Wel moet er een warmtenet zijn om de warmte te transporteren.
De bioketels moeten voldoen aan strenge eisen voor de uitstoot van fijnstof en stikstof. Er kunnen heldere afspraken gemaakt worden over de duurzaamheid van de te gebruiken biomassa.
Bio-energie wordt gezien als een flexibele bron, zeker in combinatie met een warmwaterbuffer. De installatie levert op verzoek direct warmte, onafhankelijk van het dag- en nachtritme, weer of seizoen.
Er komen landelijke kaders voor gebruik en prioritering van biomassa.

Droge biomassa

Droge biomassa wordt gezien als een transitiebrandstof: op het moment wordt het veel ingezet in biomassacentrales of als bijstook. Er is veel discussie over duurzaamheidsaspecten. Bij verbranding van vaste biomassa komt meteen CO_2 vrij die vervolgens weer vastgelegd moet worden in nieuwe biomassa. Hier gaan

[16] Biogas ontstaat als gevolg van vergisting van organisch materiaal (bijv. mest, slib of huisvuil). Groen gas wordt gemaakt van biogas door de verontreinigingen en overtollig CO2 eruit te filteren. Hiermee krijgt groen gas dezelfde energetische waarde als aardgas met als belangrijk verschil dat groen gas een duurzame brandstof is.

[17] Bij het opwaarderen van biogas worden alle verontreinigingen uit het gas gefilterd. Tevens wordt het biogas gedroogd en wordt de CO2 grotendeels uit het biogas gefilterd. Hierdoor blijft er groen gas over.

jaren overheen, zodat bij de inzet van vaste biomassa in eerste instantie geen sprake is van een reductie van de CO_2. Tevens is er veel te weinig duurzame houtige biomassa beschikbaar, waardoor er veel hout uit de Baltische staten en Amerika geïmporteerd wordt. In 2050 zal vaste biomassa naar verwachting aftrek vinden in andere sectoren en onderdeel zijn van de biobased economy[18]

Natte biomassa/ biogas /groen gas

In theorie heeft groen gas een beperkt potentieel in de regio van Rheden. Wanneer alle beschikbare biomassa benut wordt, kan dit voorzien in 4,1% van de energiebehoefte. De huidige productie is echter beperkt en in de praktijk geldt dat regionale oplossingen in principe zinvoller zijn dan lokaal gebruik. De lokale stromen zijn in volume onvoldoende om een rendabele toepassing binnen de gemeentegrenzen te realiseren. Er zijn namelijk al installaties buiten Reden aanwezig (bijvoorbeeld de RWZI Nieuwgraaf, de RWZI Olburgen en de AVR-afvalverwerking), waardoor het niet zinvol is om dergelijke installaties zelf te ontwikkelen[19]

Het gebruik van dierlijke mest voor biogas kan niet los gezien worden van de transitie in de landbouw. Het Rijk streeft naar kringlooplandbouw. Dit beleid zal uiteindelijk de reële potentie van dierlijke mest goeddeels bepalen.

De inzet van biogas in aardgasleidingen in de gebouwde omgeving is vanuit kostenoverwegingen op het moment zeer aantrekkelijk. Na 2030 wordt echter een groeiende vraag naar groen gas verwacht vanuit industrie en mobiliteit (zwaar verkeer), omdat er voor deze sectoren beperkte andere mogelijkheden zijn om te verduurzamen. Het Ministerie van EZK stelt op dit moment een duurzaamheidskader op, wat in de eerste helft van 2020 wordt verwacht. Ook werkt het Ministerie van EZK met betrokken partijen een Routekaart Groengas uit, waar zowel potentieel als toepassing van groen gas onderdeel van is. Het advies is voorlopig om de inzet van groen gas in de gebouwde omgeving te beperken tot die situaties waarin echt geen alternatief mogelijk is (bijvoorbeeld oude binnensteden).

3.2.10 Waterstof

Waterstof kan door middel van een brandstofcel als vervanger van aardgas dienen en wordt daarom onder de noemer hernieuwbaar gas geschaard. Het is echter nog geen algemeen geaccepteerde techniek en wordt op dit moment alleen via pilots in woningen toegepast. Het is onzeker of waterstof in de toekomst grootschalig kan worden ingezet voor het verwarmen van woningen. De productie van waterstof kost erg veel elektrische energie. Tel daar de productie- en transportverliezen bij op en dan zijn er aanzienlijk meer zonnepanelen en windmolens nodig om van waterstof een duurzame brandstof te maken. Voorlopig blijft waterstof daarom in de pilotfase voor woningen. Mogelijk dat het op korte termijn wel als brandstof voor auto's en bedrijven kan gaan dienen.

3.2.11 In combinatie met een hybride warmtepomp

Een deel van de gebouwen zal niet geschikt zijn of (redelijkerwijs) geschikt gemaakt kunnen worden voor lagetemperatuur systemen zoals de warmtepomp. Een warmtepomp kan echter wel naast een CV-ketel geplaatst worden die op groen gas draait, waardoor het een duurzame opstelling wordt. De warmtepomp draait in dat geval het grootste deel van de tijd en de CV-ketel springt alleen bij op hele koude dagen.

[18] Concept verkenning potentieel bio-energie RES-en Brabant, Royal Haskoning DHV

[19] Greenspread, De energiepotentiekaart van de Gemeente Rheden. Maart 2019

4 ISOLEREN EN ANDERE ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN

Vrijwel iedere woning kan (aanvullend) geïsoleerd worden om uiteindelijk een hoger energielabel te bereiken. Deze maatregelen bevorderen het wooncomfort en zijn in veel gevallen ook financieel interessant. De toekomstige warmtevoorziening moet inspelen op de technische kansen en mogelijkheden van woningen. Zo zullen oudere woningen eerder op een midden- of hoge-temperatuur warmtevoorziening aangesloten worden (minder isolatie nodig) en nieuwe woningen op een lage-temperatuur warmtevoorziening (meer isolatie nodig).

In de onderstaande tabel is weergegeven in welke mate woningen na-geïsoleerd kunnen worden. Hieruit blijkt dat in woningen gebouwd vanaf de jaren '20 tot de jaren '80 van de vorige eeuw procentueel gezien de meeste kansen voor energiebesparing liggen. Bij woningen gebouwd vóór 1920 is isoleren een stuk lastiger omdat de woningen vaak monumentale waarde (bv. gevels met veel ornamenten) hebben. Nieuwere woningen zijn vaak al relatief goed geïsoleerd en daar kan vanzelfsprekend minder winst behaald worden door te isoleren.
Doordat nieuwere woningen steeds beter geïsoleerd worden, is er een omslagpunt waarop het financieel gezien steeds minder interessant is om na-isolatie te realiseren. Theoretisch gezien ligt dit punt bij woningen gebouwd in de jaren '80 of begin jaren '90 van de vorige eeuw. In de praktijk kan dit afwijken en moet per woning, straat of buurt gekeken worden naar kansen voor na-isolatie.

Tabel 2: Indicatie van het toekomstige energielabel en de mogelijke energiebesparing

Huidig label	G	F	E	D	C	B	A
Geschat bouwjaar	<1920	1921-1940	1941-1974	1975-1982	1983-1991	1992-2005	>2005
Indicatie label 2050	D/C	C/B	B/A	B/A	B	B/A	A
Indicatie besparing door isolatie	10-20%	30-40%	40-50%	35-45%	10-20%	15-25%	0-10%
Te behalen warmteniveau	HT	HT/MT	MT/LT	MT/LT	MT/LT	MT/LT	LT

4.1 Benodigde isolatieniveaus afhankelijk van toekomstige warmtevoorziening

In de voorgaande paragraaf is gekeken naar het maximale isolatieniveau dat in bepaalde woningen bereikt kan worden. In de praktijk zal de mate van na-isolatie niet alleen afhangen van het bouwjaar van de woningen maar ook van de toekomstige warmtevoorziening. Indien een buurt op een HT warmtevoorziening aangesloten gaat worden, is het niet nodig om een woning maximaal te isoleren (zie ook tabel 2 voor de warmteniveau 's die in de verschillende woningen behaald kunnen worden). Een goede afweging en optimalisatie tussen investeren in isolatie en/of installaties is hierin van belang. Grofweg kan de volgende

indeling gemaakt worden met bijbehorende isolatieniveaus (zie bijlage 7 voor een uitwerking van de benodigde isolerende maatregelen voor de verschillende isolatieniveau's):

1. **Woningen die niet of slecht geïsoleerd zijn, HT-warmte**
   Voor deze woningen is een hoge-temperatuur warmtevoorziening van circa 90°C nodig. Aardgas voorziet in een dergelijke voorziening. Duurzame alternatieven zijn een HT-warmtenet en hernieuwbaar gas. Woningen gebouwd vóór 1975 vallen meestal in deze groep, maar een groot deel van de groep kan nog aanvullend geïsoleerd worden. Voor woningen gebouwd vóór 1920 geldt dat over het algemeen niet.
2. **Woningen met een minimumisolatieniveau, MT-warmte**
   Wanneer woningen minimaal geïsoleerd zijn, is er een warmtevoorziening van circa 70°C nodig om de woningen goed en comfortabel te verwarmen. Er zijn legio duurzame mogelijkheden om woningen op deze temperatuur te verwarmen waaronder aquathermie en zonthermie in combinatie met een buurtwarmtepomp. Woningen gebouwd tussen 1975 en begin jaren '90 vallen meestal in deze groep. Deze groep kan tot een basis isolatieniveau verbeterd worden.
3. **Woningen met een basis isolatieniveau, MT/LT-warmte**
   Wanneer woningen tot een basisniveau geïsoleerd zijn, kunnen deze woningen met een temperatuur van 40°C tot 70°C goed en comfortabel verwarmd worden. Bij een lage temperatuur verwarming is de kans groot dat de radiatoren vervangen moeten worden. Natuurlijk kan ook gekozen worden voor andere LT-afgiftesystemen zoals vloerverwarming. Woningen met een basisisolatieniveau zijn geschikt voor meerdere technieken waaronder een individuele warmtepomp. Woningen gebouwd tussen begin jaren '90 en 2005 vallen meestal in deze groep. Het is over het algemeen niet interessant om deze woningen nog uitgebreid aanvullend te isoleren.
4. **Woningen met een goed isolatieniveau, LT-warmte**
   Woningen met een goed isolatieniveau kunnen op een lage temperatuur verwarmd worden (<40°C). Deze woningen hebben een goede isolatie en zijn voorzien van mechanische ventilatie met warmteterugwinning. Het isoleren van bestaande woningen naar dit niveau is ingrijpend en kan niet gerealiseerd worden zonder het nemen van bouwkundige maatregelen.

4.2 Technische en financiële gevolgen

Het allerbelangrijkste is dat er nu maatregelen genomen worden die ook in 2050 nog voldoen en waar je dus geen spijt van krijgt (no-regret). Tevens moeten de maatregelen aansluiten bij het pallet aan toekomstige aardgasloze warmtevoorzieningen dat voor een buurt voorzien is (zie ook hoofdstuk 7). Welke maatregelen dat zijn kan per woning verschillen. Het is in ieder geval belangrijk om geen goedkope en technisch slechte maatregelen nemen die over 15 jaar weer aangepast of verwijderd moeten worden.
In bijlage 7 is voor verschillende woningtypen een financieel overzicht van de isolatiemaatregelen weergegeven. De kosten kunnen in een aantal gevallen aanzienlijk zijn, maar de berekeningen in bijlage 14 laten zien dat minimale en basis isolatiemaatregelen financieel interessant zijn. Een bestaande woningen naar een goed isolatieniveau tillen vraagt veel bouwkundige aanpassingen en is alleen interessant bij grootschalige verbouwingen of renovaties. In de praktijk zal dit waarschijnlijk niet vaak voor komen.

4.3 Altijd doen (no-regret)

Er zijn een aantal maatregelen die de bewoner en gebouweigenaar altijd kan nemen. Dit zijn maatregelen die technisch relatief gemakkelijk (zonder grote bouwkundige aanpassingen) uit te voeren zijn en die op

korte termijn geld opleveren. Het gaat om de volgende maatregelen (niet alle maatregelen hebben te maken met isolatie, maar wel met het besparen van aardgas):

- **Spouwmuurisolatie** (indien de woning een ongeïsoleerde spouw heeft), tenzij je binnen een aantal jaar van plan bent om de buitengevel te isoleren en daarbij de buitenste muur van de gevel gaat verwijderen. In dat geval zal je de investering van spouwmuurisolatie niet terug verdienen.
- **Na-isolatie binnenzijde dak**, mits dat nog niet gebeurd is. Let goed op dat de vochthuishouding in de gaten wordt gehouden (mogelijk moeten er aanvullende folies aangebracht worden).
- **Na-isolatie kruipruimte** (indien er een kruipruimte aanwezig is). Let op voor ongezonde materialen. Kruipruimtes kunnen bijvoorbeeld geïsoleerd worden met PUR. De chemische reactie die plaats vindt tijdens het aanbrengen, kan zorgen voor gezondheidsklachten.
- **Naad- en kierdichting** zijn relatief kleine en goedkope ingrepen die veel energie kunnen sparen. Het zijn tevens ingrepen die bewoners prima zelf uit kunnen voeren. Denk aan het dichten van naden en kieren rondom kozijnen, onder deuren, een slecht sluitende brievenbusklep en doorvoeren van leidingen door muren en daken. Let op dat er voldoende luchtverversing in een woning blijft plaatsvinden. Onbedoeld zorgen de naden en kieren voor ventilatie. Wanneer deze gedicht worden, kan dit zorgen voor een ongezond binnenklimaat mits er op een andere manier goed geventileerd wordt (bijvoorbeeld met mechanische ventilatie).
- **Het vervangen van enkel glas** naar HR++ glas levert net als de bovenstaande zaken een forse energiebesparing op en is daarmee een maatregel die je eigenlijk altijd moet treffen. Het zorgt daarnaast voor een hoger comfort. Het tocht minder en de geluidsoverlast van buiten is ook een stuk lager. Het is in veel gevallen goed mogelijk om alleen het glas te vervangen. Dit is financieel de meest interessante optie. In een aantal gevallen is het ook nodig om de kozijnen te vervangen. Wanneer dit samenvalt met een onderhoudsmoment (bijv. het moeten verven van de kozijnen), kan dit de extra kosten flink beperken.
- **Het vervangen van oude installaties** is voor veel mensen gevoelsmatig niet goed. Men wil zo lang mogelijk gebruik maken van een apparaat en pas vervangen als het apparaat stuk is. Energetisch, maar ook financieel is het echter wel interessant om oude installaties te vervangen. Indien niet binnen afzienbare tijd gekozen wordt voor aardgasvrije verwarming is het aan te bevelen de oude CV-ketel te vervangen voor een nieuw energiezuinig exemplaar. Dit geldt overigens ook voor oude apparatuur zoals een koelkast of een diepvries (apparaten die vaak het grootste deel van de dag draaien). Het vervangen van oude apparaten wordt over het algemeen binnen een paar jaar terugverdiend aan bespaarde energiekosten.
- **Het inregelen van installaties** zorgt ervoor dat deze minder energie gebruiken. Denk daarbij aan het waterzijdig inregelen van Cv-installaties en het aanpassen van stooklijnen in de CV. Over het algemeen moet hiervoor een installateur ingeschakeld worden.
- **Overige kleine besparingsmaatregelen** zijn bijvoorbeeld het aanbrengen van radiatorfolie tussen de radiator en de buitenmuur en het toepassen van kleine ventilatoren op de radiatoren. De radiatorfolie zorgt voor een extra isolatielaag en weerkaatst de warmte zodat deze niet naar buiten verloren gaat. De ventilatoren zorgen voor een actieve verplaatsing van de warmte waardoor een ruimte sneller op temperatuur is. Hierdoor is er minder energie nodig voor de verwarming van de ruimte.

4.3.1 Keuzes tijdens renovatie of verbouwing

Investeringen in de bouwkundige schil vragen over het algemeen een aanzienlijke investering. Daarom is het goed om deze investering op een natuurlijk moment te doen: bijvoorbeeld bij een renovatie of verbouwing van de woning. Een natuurlijk moment is een moment waarop toch al geïnvesteerd wordt en werkzaamheden gecombineerd kunnen worden. Door het combineren van werkzaamheden wordt geld bespaard.
In het algemeen geldt: alle aanpassingen aan de bouwkundige schil moeten gelijk goed gebeuren. De bouwkundige schil (vloeren, gevels en daken) heeft normaal gesproken een levensduur van meer dan 50 jaar. Alle aanpassingen die voor die tijd gedaan moeten worden, zijn een verspilling van geld.
Kozijnen vervangen? Kies gelijk voor triple glas. Kozijnen hebben een levensduur van 40 tot 50 jaar, die worden voorlopig dus niet meer vervangen. Grootschalige renovatie of verbouwing van een woning? Kijk naar de mogelijkheden voor na-isolatie door middel van bijvoorbeeld voorzetwanden of buitengevelisolatie. Aanbouw? Zorg dat deze in ieder geval aan de huidige isolatie-eisen voldoet (liefs nog beter).

Laat altijd een expert (architect, bouwkundige, bouwfysicus of andere deskundige die bekend is met de eisen en gevolgen van na-isolatie) naar de situatie kijken. Isolatie zorgt bijvoorbeeld voor een andere vochthuishouding in een woning. Het verkeerd aanbrengen van isolatie kan voor vochtproblemen zorgen.

4.4 Isoleren is ventileren

Slecht geïsoleerde woningen worden vaak op een natuurlijke manier geventileerd. Denk aan het openen van ramen, natuurlijke ventilatiekokers, roosters in de gevels of kozijnen, maar ook de vele naden en kieren en voornamelijk de oudere woningen zorgen voor de nodige ventilatie. Wanneer een woning goed geïsoleerd wordt, kan er geen gebruik meer gemaakt worden van natuurlijke ventilatie. Dan gaat er teveel warmte verloren via het ventileren.
Schone lucht van buiten is echter wel van groot belang voor de luchtkwaliteit in een woning. Met andere woorden, wanneer een woning niet geventileerd wordt, ontstaat er een ongezond binnenklimaat. Dit heeft te maken met allerlei bronnen die de lucht in een woning vervuilen. Denk aan koken, douchen, het gebruik van schoonmaakmiddelen, een houtkachel of open haard, zweten en de lucht die we uitademen. Wanneer deze vervuilingen niet naar buiten geventileerd worden, kunnen er allerlei gezondheidsklachten ontstaan zoals hoofdpijn, benauwdheid, dufheid en irritatie van de luchtwegen en ogen. Daarom geldt altijd: goed isoleren is goed ventileren (mechanische en het liefst met warmteterugwinning).

4.5 Isoleren is meer dan energiebesparing

Isoleren betekent niet alleen energiebesparing, maar ook een verhoging van het comfort. Je krijgt er een betere en prettiger gebouw door. Hoe beter de isolatie, hoe stabieler het binnenklimaat en hoe comfortabeler de woning. In de bovenstaande paragrafen wordt een minimaal isolatieniveau voor bepaalde warmteniveaus beschreven, maar het is aantrekkelijk om aanvullend te isoleren om het comfort van een woning te bevorderen.

4.6 Denk in maandlasten en niet in investeringen

Investeringen en terugverdientijden variëren per woning en woningtype. Over het algemeen geldt dat investeringen in no-regret maatregelen binnen 3-7 jaar zijn terugverdiend. Na die termijn ga je dus geld verdienen.

Woningeigenaren verdienen het meeste geld wanneer de maatregelen met eigen geld worden betaald. Voor veel woningeigenaren kan de investeringen echter een drempel zijn om maatregelen te nemen. Men heeft niet genoeg geld beschikbaar of men wil het geld aan andere zaken uitgeven.
Voor alle energiebesparende maatregelen is het goed om niet alleen naar de benodigde investering te kijken, maar ook naar het plaatje van maandlasten dat na toepassing van één of meerdere maatregelen ontstaat. Dit kan door gebruik te maken van een lening voor het realiseren van energiebesparende maatregelen (in Rheden is bijvoorbeeld de landelijke Energiebespaarlening beschikbaar[20]).

Voorbeeld

Het isoleren van de kruipruimte, de spouwmuur en het dak kost €9.000,-. Deze investering wordt gefinancierd met de Energiebespaarlening tegen een rentepercentage van 1,7% en een looptijd van 10 jaar (de Energiebespaarlening mag kosteloos eerder afgelost worden). Dit zorgt voor een netto maandbedrag (rente en aflossing) van ongeveer €80,-. Hier tegenover staat een verlaging van de maandelijkse energierekening met €140,-. Zonder ook maar een Euro eigen geld te investeren, dalen de totale maandelijkse lasten met €60,-.

Indien maatregelen via de hypotheek gefinancierd kunnen worden, zijn de maandlasten nog lager (op dit moment lagere rent en langere looptijd). Het kan dus interessant zijn om te kijken naar een externe financiering voor het uitvoeren van energiebesparende maatregelen in plaats van het investeren van spaargeld. Let wel, het investeren van spaargeld levert op termijn meer geld op dan het gebruik maken van een externe financiering.

4.7 Isolatieniveaus

Minimum isolatieniveau

<table>
<tr><th>Bouwperiode</th><th>Vloer</th><th>Gevel</th><th>Kozijnen & glas</th><th>Dak</th><th>Ventilatie</th></tr>
<tr><td><1920</td><td rowspan="3">Kruipruimte isoleren</td><td>Geen spouw</td><td>Minimaal HR++ glas</td><td>Binnenzijde isoleren</td><td rowspan="5">n.v.t.</td></tr>
<tr><td>1920-1945</td><td rowspan="2">Spouw isoleren</td><td rowspan="2">Minimaal dubbel glas</td><td rowspan="3">Voldoende</td></tr>
<tr><td>1945-1995</td><td rowspan="3">Voldoende</td><td rowspan="3">Voldoende</td><td rowspan="3">Voldoende</td></tr>
<tr><td>1995-2007</td></tr>
<tr><td>>2007</td></tr>
</table>

In principe geldt dat voor een minimumisolatieniveau alle maatregelen genomen moeten worden die geen grootschalige bouwkundige aanpassingen vragen. De kruipruimte wordt geïsoleerd zonder de vloer te vervangen, het glas wordt vervangen waarbij de bestaande kozijnen gehandhaafd blijven en het dak van

[20] https://www.svn.nl/duurzaamheidslening

binnenuit geïsoleerd wordt. Let op, wanneer er een spouw aanwezig is en deze wordt geïsoleerd, dan hoeft er puur cijfermatig gezien geen HR++ glas toegepast te worden. Het isolatieniveau van de hele woning wordt bepaald door de totale beperking van het warmteverlies van alle maatregelen samen te bekijken. Natuurlijk wordt wel geadviseerd om te kiezen voor HR++ glas, mits de bestaande kozijnen hiervoor geschikt zijn.

Basis isolatieniveau

<table>
<tr><th>Bouwperiode</th><th>Vloer</th><th>Gevel</th><th>Kozijnen & glas</th><th>Dak</th><th>Ventilatie</th></tr>
<tr><td><1920</td><td rowspan="3">Kruipruimte (na) isoleren</td><td>Isolatie binnenzijde</td><td rowspan="3">Minimaal HR++ glas</td><td rowspan="3">Binnenzijde (na) isoleren</td><td rowspan="5">n.v.t.</td></tr>
<tr><td>1920-1945</td><td rowspan="2">Spouw isoleren</td></tr>
<tr><td>1945-1995</td></tr>
<tr><td>1995-2007</td><td>Voldoende</td><td rowspan="2">Voldoende</td><td>Voldoende</td></tr>
<tr><td>>2007</td><td>Voldoende</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Ook voor de maatregelen die leiden tot een basis isolatieniveau geldt dat deze allemaal uitgevoerd kunnen worden zonder grootschalige bouwkundige aanpassingen. Het belangrijkste verschil tussen een minimum en een basis isolatieniveau is het feit dat in een aantal gevallen (isolatie kruipruimte en dakisolatie) de bestaande isolatie vervangen en aangevuld moet worden. Het vervangen van spouwisolatie is ook mogelijk maar technisch lastig en daardoor duur. Tevens moeten woningen zonder spouw aan de binnenzijde (buitenzijde is vaak monumentaal of gedecoreerd) na-geïsoleerd worden om het vereiste niveau te bereiken.

Goed isolatieniveau

<table>
<tr><th>Bouwperiode</th><th>Vloer</th><th>Gevel</th><th>Kozijnen & glas</th><th>Dak</th><th>Ventilatie</th></tr>
<tr><td><1920</td><td rowspan="4">Kruipruimte isoleren, bij grootschalige verbouwing aanvullende vloerisolatie</td><td rowspan="4">Aanvullende isolatie aan buitenzijde</td><td rowspan="4">Nieuwe kozijnen met triple glas</td><td rowspan="4">Binnenzijde isoleren, indien Rc=6,0 niet gehaald kan worden, dak vernieuwen</td><td rowspan="4">Mechanische ventilatie met WTW toepassen</td></tr>
<tr><td>1920-1945</td></tr>
<tr><td>1945-1995</td></tr>
<tr><td>1995-2007</td></tr>
<tr><td>>2007</td><td>Voldoende</td><td>Voldoende</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Om bestaande woningen naar een goed isolatieniveau te brengen, zijn in veel gevallen ook bouwkundige maatregelen nodig. Dit maakt het uitvoeren van de maatregelen relatief duur en voor veel mensen minder interessant. Bij grootschalige verbouwingen of renovaties kan het interessant zijn om deze maatregelen te implementeren. Gezien het kostenplaatje (zie tabellen op pagina 69 tot en met 75) ligt het niet in de lijn der verwachting dat gebieden grootschalige naar een goed isolatieniveau gebracht gaan worden.

4.8 Kosten isolatie

Om de financiële consequenties voor isolerende maatregelen te kunnen bepalen, gaat we uit van maatgevende woningtypen. Op basis van gegevens van het CBS kunnen we het gemiddeld vloeroppervlak van woningen in de gemeente Rheden koppelen aan het bouwjaar (zie tabel 7. In deze tabel zijn ook het aardgas- en elektriciteitsverbruik van de betreffende woningtypen meegenomen. Deze gegevens zijn van belang voor de berekeningen in bijlage 14 en worden bepaald op basis van de gemiddelde grootte van een huishouden in Rheden). Op basis van deze gegevens en andere gemiddelden zijn vervolgens de afmetingen van vloeren, gevels, daken en kozijnen te herleiden. De kosten voor de verschillende maatregelen worden aan de hand van kentallen en vierkante meter prijzen berekend.

In de kostentabellen is een onderscheid gemaakt tussen het minimum, basis en goed isolatieniveau. Tevens wordt een bepaalde bandbreedte gehanteerd in de kosten. Nogmaals, dit zijn kosten voor een maatgevende woning in Rheden. Indien bewoners zelf aan de slag willen met hun woning, kunnen de prijzen afwijken.
Voor de berekeningen is geen rekening gehouden met subsidies. Op dit moment is er een subsidies beschikbaar voor energiebesparende maatregelen in woningen[21].

Tabel 7: oppervlak en energiegebruik van de maatgevende woningen in Rheden

Bouwjaar	Gemiddeld oppervlak woning (m^2)	Aardgasgebruik (m3/jaar)	Elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)
<1920	240	2.513	3.329
1920-1945	148	1.891	2.781
1945-1975	152	1.769	2.752
1975-1995	108	1.525	2.925
1995-2007	109	1.390	3.012
>2007	121	1.159	2.829

[21] https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/seeh/eigenaar-%C3%A9n-bewoner

4.8.1 Rijwoningen

Voor de rijwoningen zijn de volgende afmetingen gehanteerd:

Bouwjaar	Vloeroppervlak begane grond (m^2)	Oppervlak dichte gevels (m^2)	Dakoppervlak (m^2)	Kozijnoppervlak (m^2)
<1920	80	67	113	17
1920-1945	49	58	70	14
1945-1975	51	58	72	14
1975-1995	36	48	51	12
1995-2007	36	48	51	12
>2007	40	48	57	12

Woning gebouwd voor 1920

	Minimum		**Basis**		**Goed**	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 2.000	€ 2.800	€ 2.000	€ 2.800	€ 2.000	€ 2.800
Glas & kozijnen	€ 2.100	€ 2.520	€ 2.100	€ 2.520	€ 8.400	€ 14.280
Isoleren gevel	-	-	€ 3.360	€ 5.376	€ 7.728	€ 9.744
Isoleren dak	€ 4.525	€ 6.788	€ 4.525	€ 6.788	€ 9.051	€ 11.314
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 7.200	€ 9.600
Totaal	**€ 8.625**	**€ 12.108**	**€ 11.985**	**€ 17.484**	**€ 34.379**	**€ 47.738**

Woning gebouwd tussen 1920 en 1945

	Minimum		**Basis**		**Goed**	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 1.229	€ 1.721	€ 1.229	€ 1.721	€ 1.229	€ 1.721
Glas & kozijnen	€ 1.800	€ 2.160	€ 1.800	€ 2.160	€ 7.200	€ 12.240
Isoleren gevel	€ 864	€ 1.440	€ 864	€ 1.440	€ 6.624	€ 8.352
Isoleren dak	-	-	€ 2.781	€ 4.172	€ 5.563	€ 6.953
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 4.425	€ 7.375
Totaal	**€ 3.893**	**€ 5.321**	**€ 6.674**	**€ 9.493**	**€ 25.041**	**€ 36.641**

Woning gebouwd tussen 1945 en 1975

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 1.267	€ 1.773	€ 1.267	€ 1.773	€ 1.267	€ 1.773
Glas & kozijnen	€ 1.800	€ 2.160	€ 1.800	€ 2.160	€ 7.200	€ 12.240
Isoleren gevel	€ 864	€ 1.440	€ 864	€ 1.440	€ 6.624	€ 8.352
Isoleren dak	-	-	€ 2.866	€ 4.299	€ 5.732	€ 7.165
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 4.560	€ 6.080
Totaal	**€ 3.931**	**€ 5.373**	**€ 6.797**	**€ 9.673**	**€ 25.383**	**€ 35.611**

Woning gebouwd tussen 1975 en 1995

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	€ 896	€ 1.254	€ 896	€ 1.254
Glas & kozijnen	-	-	€ 1.500	€ 1.800	€ 6.000	€ 10.200
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 5.520	€ 6.960
Isoleren dak	-	-	€ 2.027	€ 3.041	€ 4.054	€ 5.068
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.225	€ 4.300
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 4.423**	**€ 6.095**	**€ 19.695**	**€ 27.782**

Woning gebouwd tussen 1995 en 2007

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	-	-	€ 908	€ 1.272
Glas & kozijnen	-	-	€ 1.500	€ 1.800	€ 6.000	€ 10.200
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 5.520	€ 6.960
Isoleren dak	-	-	-	-	€ 4.111	€ 5.138
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.270	€ 4.360
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 1.500**	**€ 1.800**	**€ 19.809**	**€ 27.930**

Woning gebouwd na 2007

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	-	-	€ 1.004	€ 1.406
Glas & kozijnen	-	-	-	-	€ 6.000	€ 10.200
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 5.520	€ 6.960
Isoleren dak	-	-	-	-	€ 4.544	€ 5.680
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.615	€ 4.820
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 20.684**	**€ 29.066**

4.8.2 Hoekwoningen/twee-onder-een-kap

Voor hoek- en twee-onder-een-kap- woningen zijn de volgende afmetingen gehanteerd:

Bouwjaar	Vloeroppervlak begane grond (m^2)	Oppervlak dichte gevels (m^2)	Dakoppervlak (m^2)	Kozijnoppervlak (m^2)
<1920	80	127	113	32
1920-1945	49	100	70	25
1945-1975	51	101	72	25
1975-1995	36	82	51	21
1995-2007	36	83	51	21
>2007	40	85	57	21

Woning gebouwd voor 1920

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 2.000	€ 2.800	€ 2.000	€ 2.800	€ 2.000	€ 2.800
Glas & kozijnen	€ 3.966	€ 4.760	€ 3.966	€ 4.760	€ 15.865	€ 26.971
Isoleren gevel	-	-	€ 6.346	€ 10.154	€ 14.596	€ 18.404
Isoleren dak	€ 4.525	€ 6.788	€ 4.525	€ 6.788	€ 9.051	€ 11.314
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 7.200	€ 9.600
Totaal	**€ 10.492**	**€ 14.348**	**€ 16.838**	**€ 24.502**	**€ 48.712**	**€ 69.088**

Woning gebouwd tussen 1920 en 1945

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 1.229	€ 1.721	€ 1.229	€ 1.721	€ 1.229	€ 1.721
Glas & kozijnen	€ 3.120	€ 3.744	€ 3.120	€ 3.744	€ 12.479	€ 21.214
Isoleren gevel	€ 1.497	€ 2.496	€ 1.497	€ 2.496	€ 11.480	€ 14.475
Isoleren dak	-	-	€ 2.781	€ 4.172	€ 5.563	€ 6.953
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 4.425	€ 7.375
Totaal	**€ 5.846**	**€ 7.960**	**€ 8.628**	**€ 12.132**	**€ 35.176**	**€ 51.738**

Woning gebouwd tussen 1945 en 1975

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 1.267	€ 1.773	€ 1.267	€ 1.773	€ 1.267	€ 1.773
Glas & kozijnen	€ 3.146	€ 3.775	€ 3.146	€ 3.775	€ 12.583	€ 21.391
Isoleren gevel	€ 1.510	€ 2.517	€ 1.510	€ 2.517	€ 11.576	€ 14.596
Isoleren dak	-	-	€ 2.866	€ 4.299	€ 5.732	€ 7.165
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 4.560	€ 6.080
Totaal	**€ 5.922**	**€ 8.065**	**€ 8.788**	**€ 12.364**	**€ 35.718**	**€ 51.005**

Woning gebouwd tussen 1975 en 1995

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	€ 896	€ 1.254	€ 896	€ 1.254
Glas & kozijnen	-	-	€ 2.571	€ 3.085	€ 10.284	€ 17.483
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 9.461	€ 11.929
Isoleren dak	-	-	€ 2.027	€ 3.041	€ 4.054	€ 5.068
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.225	€ 4.300
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 5.494**	**€ 7.380**	**€ 27.920**	**€ 40.034**

Woning gebouwd tussen 1995 en 2007

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	-	-	€ 908	€ 1.272
Glas & kozijnen	-	-	€ 2.580	€ 3.096	€ 10.320	€ 17.544
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 9.495	€ 11.971
Isoleren dak	-	-	-	-	€ 4.111	€ 5.138
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.270	€ 4.360
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 2.580**	**€ 3.096**	**€ 28.104**	**€ 40.285**

Woning gebouwd na 2007

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	-	-	€ 1.004	€ 1.406
Glas & kozijnen	-	-	-	-	€ 10.613	€ 18.043
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 9.764	€ 12.311
Isoleren dak	-	-	-	-	€ 4.544	€ 5.680
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.615	€ 4.820
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 29.541**	**€ 42.260**

4.8.3 Vrijstaande woningen

Voor vrijstaande woningen zijn de volgende afmetingen gehanteerd:

Bouwjaar	Vloeroppervlak begane grond (m^2)	Oppervlak dichte gevels (m^2)	Dakoppervlak (m^2)	Kozijnoppervlak (m^2)
<1920	80	204	113	51
1920-1945	49	154	70	39
1945-1975	51	157	72	39
1975-1995	36	129	51	32
1995-2007	36	130	51	33
>2007	40	138	57	34

Woning gebouwd voor 1920

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 2.000	€ 2.800	€ 2.000	€ 2.800	€ 2.000	€ 2.800
Glas & kozijnen	€ 6.367	€ 7.640	€ 6.367	€ 7.640	€ 25.466	€ 43.293
Isoleren gevel	-	-	€ 10.187	€ 16.298	€ 23.429	€ 29.541
Isoleren dak	€ 4.525	€ 6.788	€ 4.525	€ 6.788	€ 9.051	€ 11.314
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 7.200	€ 9.600
Totaal	**€ 12.892**	**€ 17.228**	**€ 23.079**	**€ 33.527**	**€ 67.146**	**€ 96.547**

Woning gebouwd tussen 1920 en 1945

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 1.229	€ 1.721	€ 1.229	€ 1.721	€ 1.229	€ 1.721
Glas & kozijnen	€ 4.822	€ 5.786	€ 4.822	€ 5.786	€ 19.287	€ 32.788
Isoleren gevel	€ 2.314	€ 3.857	€ 2.314	€ 3.857	€ 17.744	€ 22.373
Isoleren dak	-	-	€ 2.781	€ 4.172	€ 5.563	€ 6.953
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 4.425	€ 7.375
Totaal	**€ 8.365**	**€ 11.364**	**€ 11.147**	**€ 15.536**	**€ 48.248**	**€ 71.210**

Woning gebouwd tussen 1945 en 1975

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	€ 1.267	€ 1.773	€ 1.267	€ 1.773	€ 1.267	€ 1.773
Glas & kozijnen	€ 4.904	€ 5.885	€ 4.904	€ 5.885	€ 19.617	€ 33.348
Isoleren gevel	€ 2.354	€ 3.923	€ 2.354	€ 3.923	€ 18.047	€ 22.755
Isoleren dak	-	-	€ 2.866	€ 4.299	€ 5.732	€ 7.165
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 4.560	€ 6.080
Totaal	**€ 8.525**	**€ 11.582**	**€ 11.391**	**€ 15.881**	**€ 49.223**	**€ 71.122**

Woning gebouwd tussen 1975 en 1995

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	€ 896	€ 1.254	€ 896	€ 1.254
Glas & kozijnen	-	-	€ 4.040	€ 4.847	€ 16.158	€ 27.469
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 14.866	€ 18.744
Isoleren dak	-	-	€ 2.027	€ 3.041	€ 4.054	€ 5.068
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.225	€ 4.300
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 6.962**	**€ 9.142**	**€ 39.199**	**€ 56.834**

Woning gebouwd tussen 1995 en 2007

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	-	-	€ 908	€ 1.272
Glas & kozijnen	-	-	€ 4.071	€ 4.885	€ 16.283	€ 27.681
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 14.981	€ 18.888
Isoleren dak	-	-	-	-	€ 4.111	€ 5.138
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.270	€ 4.360
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 4.071**	**€ 4.885**	**€ 39.553**	**€ 57.340**

Woning gebouwd na 2007

	Minimum		Basis		Goed	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Isoleren kruipruimte	-	-	-	-	€ 1.004	€ 1.406
Glas & kozijnen	-	-	-	-	€ 17.219	€ 29.272
Isoleren gevel	-	-	-	-	€ 15.841	€ 19.974
Isoleren dak	-	-	-	-	€ 4.544	€ 5.680
Mechanische ventilatie	-	-	-	-	€ 3.615	€ 4.820
Totaal	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 42.224**	**€ 61.152**

5 MULTI-CRITERIA ANALYSE

Hieronder worden de criteria beschreven om in Rheden gebieden te selecteren waar het voor de hand ligt om met de warmtetransitie te starten (de startbuurten). Deze criteria zijn verwerkt in een multi-criteria analyse. Aan de hand van deze analyse kan een goed onderbouwde ranking van buurten gemaakt worden.

5.1 Prioriteringscriteria woonbuurten

Voor de prioritering van buurten zijn in gezamenlijk overleg met de stakeholders de volgende criteria opgesteld:

- aanwezigheid van bronnen;
- aanwezigheid natuurlijke momenten;
- aandeel corporatiewoningen;
- technische categorie;
- initiatieven uit de samenleving;
- bijdrage aan de doelstellingen.

5.1.1 Aanwezigheid van bronnen

Bronnen van duurzame warmte zijn beperkt aanwezig, niet alleen in Rheden maar in heel Nederland. Het is daarom verstandig om alle geschikte bronnen zo optimaal te benutten. Dit kunnen bronnen van restwarmte bij bedrijven zijn, maar ook oppervlaktewater voor aquathermie, grote wegen voor asfaltthermie en geschikte locaties voor zonnepanelen en wind. Alle bekende bronnen zijn verwerkt in de Inventarisatiekaart (als aparte bijlage bij deze rapportage bijgevoegd). In de voorkeursalternatieven (zie hoofdstuk 7 en bijlage 8) is zoveel mogelijk rekening gehouden met de aanwezig bronnen.

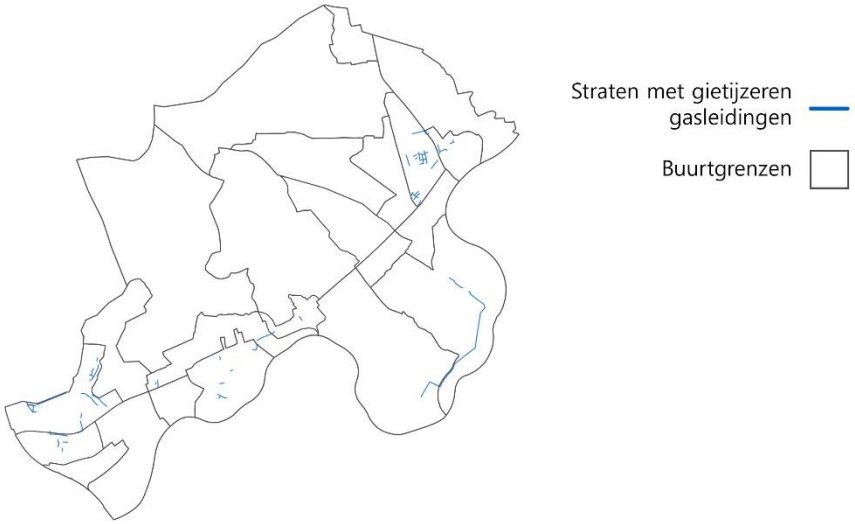
5.1.2 Aanwezigheid natuurlijke investeringsmomenten

Bestaande planningen zoals de investeringsagenda voor infrastructuur kunnen van invloed zijn op de keuzes die gemaakt worden in buurten. Wanneer je aan kunt sluiten op natuurlijke investeringsmomenten, kan dit de kosten drukken en de overlast beperken (benutten van meekoppelkansen). Op buurtniveau valt te denken aan de volgende zaken:

- Gepland onderhoud of vervanging van het gasnetwerk door de netbeheerder (waaronder de gietijzeren gasleidingen die versneld vervangen moeten worden);
- Onderhoud of vervangingen door de gemeente. Denk aan werkzaamheden aan de straat/trottoir, openbaar groen of de riolering;
- Andere projecten die in de openbare ruimte spelen. Denk aan het voorkomen van wateroverlast door overvloedige regenval en herinrichting van gebieden.

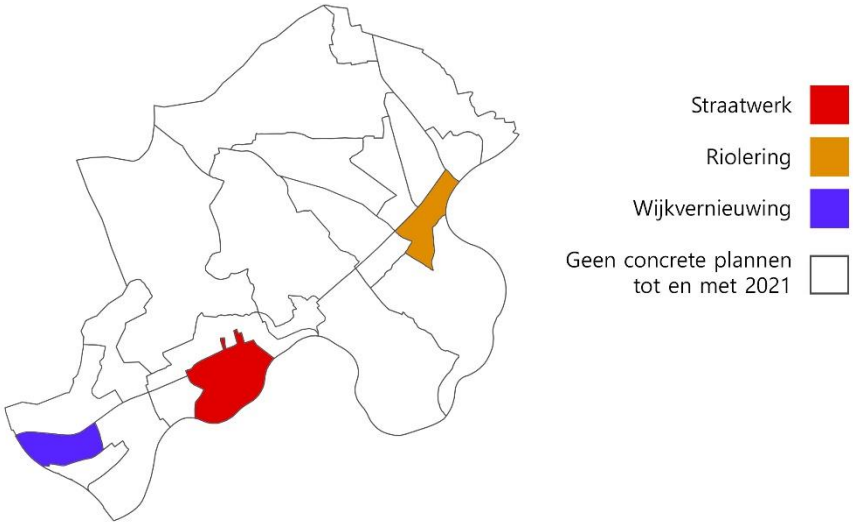
Wanneer een aardgasleiding of riolering in een buurt vervangen moet worden, kan dit een natuurlijk moment zijn om te kijken of een (deel van de) buurt van het aardgas afgekoppeld kan worden. Dit is namelijk het moment dat ‘we toch al in de grond moeten zijn’. Op dat moment kan eventueel een collectieve voorziening of een dikkere elektriciteitskabel aangelegd worden. Over het algemeen stemmen alle beheerders hun planningen op elkaar af, waardoor het belangrijk is om de momenten te zoeken dat de beheerders van de nutsvoorzieningen de grond gaan roeren.

Bekend is dat de gietijzeren gasleidingen in het hele land versneld vervangen moeten worden, omdat deze een hoger risico geven dan andere (nieuwere) leidingen. Figuur 46 geeft weer waar op dit moment nog gietijzeren gasleidingen liggen. Het is aannemelijk dat op deze locaties de komende jaren de schop de grond in gaat. De netbeheerder probeert hiervoor zoveel mogelijk aan te sluiten bij andere werkzaamheden in de openbare ruimte.



Figuur 46: locatie van gietijzeren gasleidingen in de verschillende buurten van de gemeente Rheden

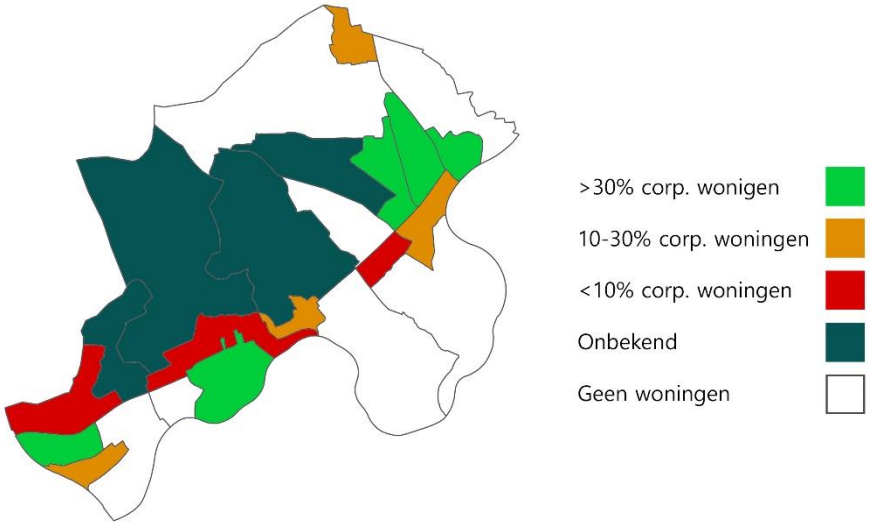
Naast het vervangen van de gietijzeren gasleidingen vinden er in de openbare ruimte geregeld werkzaamheden plaats aan bijvoorbeeld de bestrating of de riolering. Figuur 47 laat zien waar op korte termijn in de gemeente Rheden werkzaamheden plaats gaan vinden. Let wel, planningen kijken niet zover vooruit waardoor het erg lastig is om op bovenstaande werkzaamheden aan te sluiten. Werkzaamheden gepland over 4 tot 8 jaar bieden het meeste kans voor meekoppelkansen van aardgasloze initiatieven. Hier houden we in de multi-criteria analyse ook rekening mee. Voor individuele woningeigenaren zijn natuurlijke investeringsmomenten zoals de vervanging van een cv-ketel of de aanschaf van een ander huis, belangrijke momenten om een extra stap te zetten. Hoewel dit niet kan worden meegenomen bij de prioritering van wijken en buurten, is het voor de totale warmtetransitie belangrijk dat deze momenten zoveel mogelijk worden benut.



Figuur 47: locatie van geplande werkzaamheden in de openbare ruimte

5.1.3 Aandeel corporatiewoningen

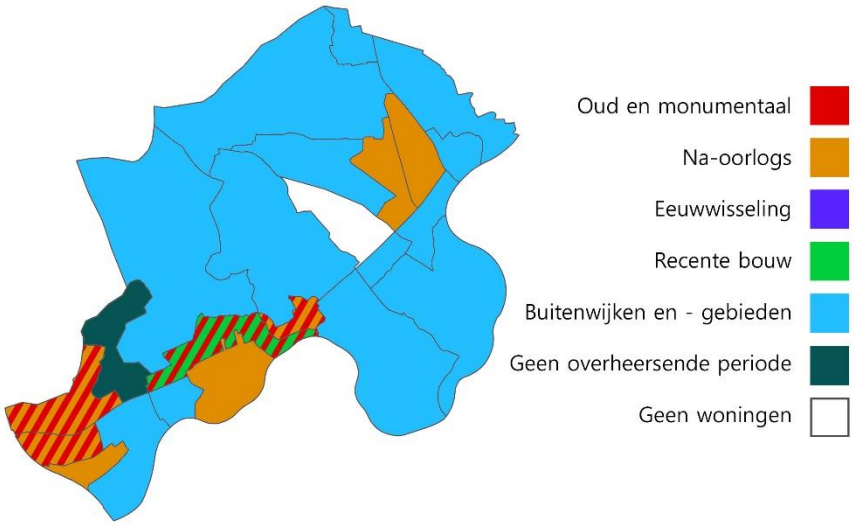
In buurten waar een relatief beperkt aantal partijen een groot deel van het vastgoed bezit, wordt het realiseren van de warmte-transitie eenvoudiger, omdat er maar met een beperkt aantal partijen afspraken hoeven te worden gemaakt. Wanneer in een buurt veel corporatiewoningen aanwezig zijn, kan dit de transitie vergemakkelijken. Voor de corporatiewoningen hoeft de gemeente namelijk maar met één partij om tafel. Voor woningen in particulier eigendom is de eigenaar van elke afzonderlijke woning in principe één partij. Dit maakt het veel lastiger om een transitie in gang te zetten. Tevens hebben corporaties landelijke afspraken met betrekking tot het verduurzamen van hun woningvoorraad. In figuur 48 wordt weergegeven wat de verhouding van corporatiewoningen voor de verschillende buurten in de gemeente Helmond is. In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van alle cijfers per buurt. Deze cijfers laten zien dat er in Rheden een aantal buurten zijn waarin het percentage corporatiewoningen hoger is dan 30%.



Figuur 48: aandeel corporatiewoningen per buurt in de gemeente Rheden

5.1.4 Prioriteringscriterium 3: Technische categorisering

De technische categorisering, speelt ook een rol bij het selecteren van de meest kansrijke buurten. Per categorie is, op basis van bouwjaren en woningdichtheid, een inschatting gemaakt van de technische en economische haalbaarheid van de warmtetransitie. Op basis hiervan is er een prioriteit toegekend aan de verschillende categorieën. Deze prioriteit geeft aan of het vanuit technisch oogpunt slim is om snel te starten met de transitie in de buurten uit deze categorie of dat het juist voor de hand ligt om nog even te wachten. Uit de prioritering volgt dat de woningen gebouwd rond de eeuwwisseling technisch



Figuur 49: weergave van de technische categorie van de woningen per buurt in de gemeente Rheden

gezien het meest kansrijk zijn om aardgasloos te worden. Men verwacht vaak dat het juist slim is om in de nieuwste woningen te starten met de transitie, maar in deze woningen hoeft bijvoorbeeld een CV-ketel gezien de geringe leeftijd vaak nog niet vervangen te worden. Op termijn zullen deze woningen echter aansluiten bij de Eeuwwisseling-categorie (nu start de Nieuwbouw-categorie in 2007, volgend jaar zal dit 2008 zijn).

Prioriteit	Categorieën (zie par. 6.1.3)	Afweging
1.	**Eeuwwisseling**, *woningen gebouwd tussen 1995 en 2007.*	Investeringen voor all-electric zijn relatief laag. Kansen voor aanvullende isolatie.
2.	**Na-oorlogs**, *woningen gebouwd tussen 1955 en 1995 in een hoge dichtheid.*	Technisch gunstig voor collectieve voorzieningen, goede kansen voor na-isolatie.
3.	**Oud en monumentaal**, *woningen gebouwd voor 1955 in een hoge dichtheid.*	Haalbaarheid afhankelijk van mogelijkheden collectieve voorzieningen en na-isolatie.
4.	**Buitenwijken en -gebieden,** *woningen gebouwd in een lage dichtheid.* Erg afhankelijk van kansen voor individuele maatregelen.	Erg afhankelijk van individuele maatregelen
5.	**Nieuwbouw**, *woningen gebouwd na 2007.*	Isoleren is nauwelijks nodig, hoge terugverdientijden voor vervanging installaties

Tabel 3: Prioritering van de categorieën (op basis van een inschatting van de technische en economische haalbaarheid)

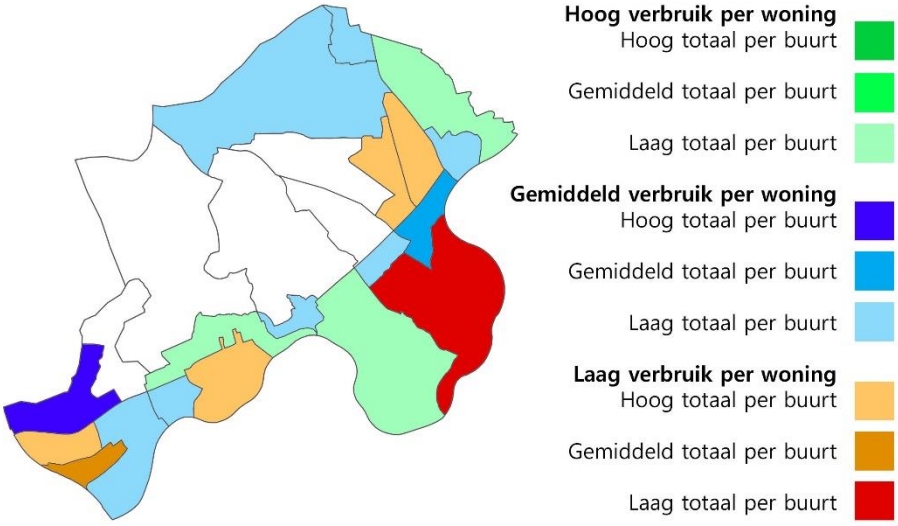
5.1.5 Initiatieven uit de samenleving

De bereidheid onder stakeholders en inwoners om aardgasvrije renovaties uit te voeren is van groot belang. Alle technische en demografische randvoorwaarden ten spijt, als de stakeholders en inwoners niet willen of kunnen renoveren dan houdt het eigenlijk op. Wij denken dat het verstandig is om in die buurten te starten waar al veel initiatieven spelen. De kracht zit in het aansluiten op een beweging en het versterken van die beweging. We gaan het wiel niet opnieuw uitvinden, maar kijken om ons heen wat er al gebeurt en sluiten ons daarbij aan. Op die manier zetten we in op het vergroten van de spreekwoordelijke olievlek. Op de inventarisatiekaart zijn de onderstaande initiatieven weergegeven:

- Dieren-Noord boven spoorlijn, actieve en goed lopende energiecoöperatie;
- Velp-Noord boven spoorlijn, Warmtewandeling;
- Velp-Zuid beneden spoorlijn, grootschalige renovatie woningen Vivare (tot 2024) en onderzoek naar kansen voor o.a. zonthermie;
- Rheden, renovatie 500 woningen van Vivare in 2020-2022;
- Ellecom, aanwezigheid bewonersinitiatief Ellecom Energie Neutraal;
- Dieren-West boven spoorlijn, kleinschalig bewonersinitiatief om een Wijk van de Toekomst te worden;
- Dieren-Noord boven spoorlijn, Renovatie woningen in het 'Supermarktgebied'.

5.1.6 Bijdrage aan doelstellingen

Voor het halen van de besparingsdoelen is het aantrekkelijk om in buurten te beginnen waar een hoge besparing gerealiseerd kan worden. Wanneer alleen de besparing op buurtniveau bekeken zou worden, dan komen de buurten met de meeste woningen over het algemeen boven drijven. Daarom is er een combinatie gemaakt tussen het aardgasverbruik per woning (verdeeld over hoog verbruik per woning, gemiddeld verbruik en laag verbruik) en het totale aardgasverbruik in een buurt. Hiermee wordt zichtbaar gemaakt welke buurten interessant zijn om als eerste aan te pakken wanneer alleen gekeken wordt naar het aardgasverbruik. Buurten met een hoog verbruik per woning en een hoog totaal verbruik zijn hierin het meest interessant. Dit zijn waarschijnlijk buurten met veel slecht geïsoleerde woningen. Buurten met een laag verbruik per woning en een laag totaalverbruik zijn het minst interessant.



Figuur 50: aandeel gasverbruik per buurt ten opzichte van het totale gasverbruik van de woningen in de gemeente Rheden

5.2 Multi-criteria analyse

Om tot een aantal geschikte buurten en gebieden te komen. Is er aan de hand van verschillende bijeenkomsten met de stakeholders een multi-criteria analyse (MCA) uitgevoerd. De analyse beoordeelt de buurten van de gemeente Rheden aan de hand van zes criteria. Tijdens de bijeenkomsten zijn er wegingen aan de zes criteria toegevoegd met een totale waarde van 100 (zie onderstaande opsomming). Daarnaast zijn alle criteria nog afzonderlijk beoordeeld zodat er een goed onderbouwde afweging ontstaat.

- aanwezigheid van bronnen (score: 21);
- aanwezigheid natuurlijke momenten (score 29);
- aandeel corporatiewoningen (score: 7);
- technische categorie (score: 23);
- initiatieven uit de samenleving (score: 18);
- bijdrage aan de doelstellingen (score: 2).

5.2.1 Puntentoekenning criteria

Om een goed onderbouwde multi-criteria analyse op de stellen moeten niet alleen waardes toegekend worden aan de criteria. Ook binnen de criteria dient een beoordeling van mogelijkse situaties plaats te vinden. Uiteindelijk worden de toegekende punten vermenigvuldigd met de waarde voor het betreffende criterium om te komen tot een totaalscore (zie pagina 83). Onderstaande is deze beoordeling voor de verschillende criteria weergegeven.

Aanwezigheid van bronnen

Scenario	Puntentoekenning
Geen bronnen	0 punten
Kleinschalige bronnen	5 punten
Grootschalige bronnen	10 punten

Aanwezigheid natuurlijke momenten

Scenario	Puntentoekenning
Geen momenten	0 punten
Kleinschalige momenten op korte termijn (<4 jaar)	2 punten
Kleinschalige momenten op middellange termijn (4-8 jaar)	6 punten
Kleinschalige momenten op lange termijn (>8 jaar)	2 punten
Grootschalige momenten op korte termijn (<4 jaar)	4 punten
Grootschalige momenten op middellange termijn (4-8 jaar)	10 punten
Grootschalige momenten op lange termijn (>8 jaar)	4 punten

Aandeel corporatiewoningen

Scenario	Puntentoekenning
Geen woningen of onbekend	0 punten
<10% van het aantal woningen in een buurt	2 punten
10-30% van het aantal woningen in een buurt	7 punten
>30% van het aantal woningen in een buurt	10 punten

Technische categorie

Scenario	Puntentoekenning
Oud en monumentaal	6 punten
Na-oorlogs	8 punten
Eeuwwisseling	10 punten
Nieuwbouw	2 punten
Buitenwijken- en gebieden	4 punten
Geen overheersende bouwperiode	5 punten

Initiatieven uit de samenleving

Scenario	Puntentoekenning
Geen initiatieven	0 punten
Kleinschalige initiatieven	2 punten
Middelgrote initiatieven	5 punten
Grootschalige initiatieven	10 punten

Bijdrage aan doelstellingen

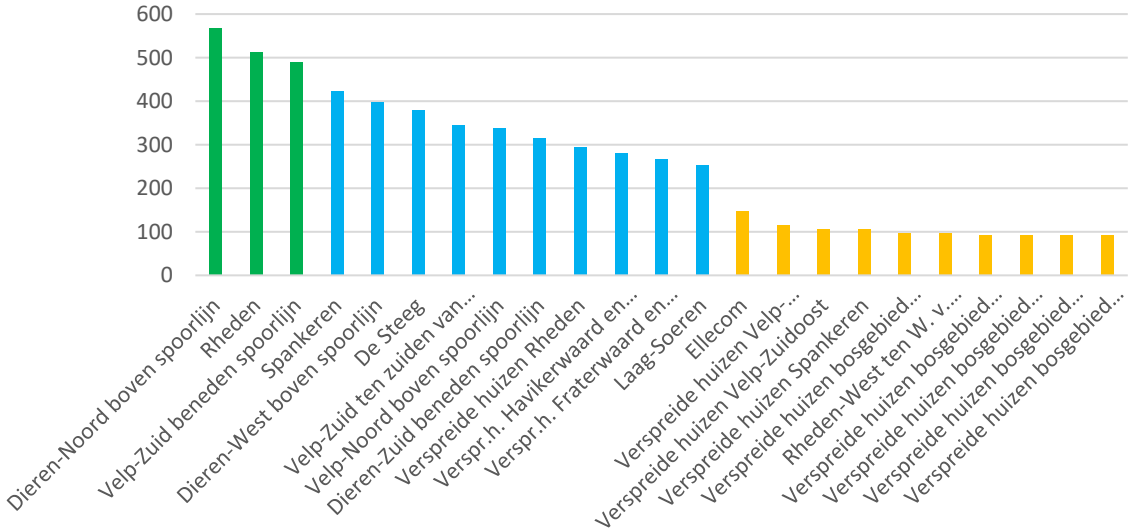
Scenario	Puntentoekenning
Hoog totaalverbruik per buurt, hoog gemiddeld verbruik per woning	10 punten
Hoog totaalverbruik per buurt, gemiddeld gemiddeld verbruik per woning	6 punten
Hoog totaalverbruik per buurt, laag gemiddeld verbruik per woning	2 punten
Gemiddeld totaalverbruik per buurt, hoog gemiddeld verbruik per woning	8 punten
Gemiddeld totaalverbruik per buurt, gemiddeld gemiddeld verbruik per woning	5 punten
Gemiddeld totaalverbruik per buurt, laag gemiddeld verbruik per woning	1 punten
Laag totaalverbruik per buurt, hoog gemiddeld verbruik per woning	7 punten
Laag totaalverbruik per buurt, gemiddeld gemiddeld verbruik per woning	4 punten
Laag totaalverbruik per buurt, laag gemiddeld verbruik per woning	0 punten

5.3 Totaalscores en ranking buurten

Op basis van de puntentoekenning aan de criteria en de waardering van de criteria kan er een multi-criteria analyse uitgevoerd worden. De puntentoekenning en de waardering wordt voor elk criterium en elke buurt met elkaar vermenigvuldigd en opgeteld om te komen tot totaalscores (zie tabel 4). Een voorbeeld:

In Dieren-Noord boven spoorlijn zijn kleinschalige bronnen aanwezig. Daardoor krijgt deze buurt op dit criterium een score van 5. Deze score wordt vermenigvuldigd met de weging voor het criterium (21) en krijgt daardoor voor het criterium 105 punten. Op deze manier wordt de score voor elk criterium berekend en opgeteld om uiteindelijk te komen tot het puntentotaal van 569 punten.

De buurt met de hoogste totaalscore heeft de meeste kans om op korte termijn (tot 2030) aardgasloos te worden. Op basis van de totaalscores zijn alle buurten in een bepaalde volgorde gezet (zie figuur 50).



Figuur 51: grafiek met de scores van de multi-criteria analyse voor de buurten van de gemeente Rheden.

		Weging	21	29	7	23	18	2 100
Ranking			Aanwezigheid bronnen	Aanwezigheid natuurlijke momenten	Aandeel corporatiewoningen	Technische categorie	Initiatieven samenleving	Bijdrage aan doelstelling	
1	Dieren-Noord boven spoorlijn		5	4	10	8	5	2	**569**
2	Rheden		5	4	10	8	2	2	**515**
3	Velp-Zuid beneden spoorlijn		5	4	10	7	2	2	**492**
4	Spankeren		5	2	10	8	0	4	**425**
5	Dieren-West boven spoorlijn		5	0	10	8	2	2	**399**
6	De Steeg		5	2	7	7	0	4	**381**
7	Velp-Zuid ten zuiden van Waterstraat		5	0	7	8	0	1	**340**
8	Velp-Noord boven spoorlijn		0	4	2	7	2	6	**339**
9	Dieren-Zuid beneden spoorlijn		5	2	7	4	0	5	**314**
10	Verspreide huizen Rheden		0	6	2	4	0	7	**294**
11	Verspr.h. Havikerwaard en Middachten		0	6	0	4	0	7	**280**
12	Verspr.h. Fraterwaard en Beimerwaard		0	6	0	4	0	0	**266**
13	Laag-Soeren		5	0	7	4	0	4	**254**
14	Ellecom		0	0	2	4	2	4	**150**
15	Verspreide huizen Velp-Noordoost		0	0	0	5	0	0	**115**
16	Verspreide huizen Velp-Zuidoost		0	0	0	4	0	7	**106**
16	Verspreide huizen Spankeren		0	0	0	4	0	7	**106**
18	Verspreide huizen bosgebied Laag Soeren		0	0	0	4	0	4	**100**
18	Rheden-West ten W. v. Oranjeweg en Haver		0	0	0	4	0	4	**100**
20	Verspreide huizen bosgebied Dieren		0	0	0	4	0	0	**92**
20	Verspreide huizen bosgebied De Steeg		0	0	0	4	0	0	**92**
20	Verspreide huizen bosgebied Rheden		0	0	0	4	0	0	**92**
20	Verspreide huizen bosgebied Ellecom		0	0	0	4	0	0	**92**

Tabel 4: deel- en totaalscores per criteria en per buurt

5.4 Validiteit multi-criteria analyse

Ter controle van de multi-criteria analyse is er gekeken hoe de ranking van buurten verandert wanneer er andere scores aan de verschillende criteria worden toegekend. In tabel 5 zijn voor 9 alternatieve scenario's scores toegekend aan de verschillende criteria. De hoogste scores per scenario zijn gearceerd. In de meeste gevallen zijn de toegekende scores niet realistisch, maar dit laat wel goed zien dat aanpassing van de scores voor weinig veranderingen in de ranking van de buurten zorgt (tabel 6). In deze tabel is de ranking van de gearceerde buurten niet veranderd ten opzichte van de ranking uit de reguliere analyse.

Tabel 5: waardering alternatieve scenario's

Scenario	1: Basis	2: Bronnen	3: Natuurlijke momenten	4: Corporatie-woningen	5: Technische categorie	6: Initiatieven	7: Bijdrage doelstellingen	8: Sociaal	9: kosten
Aanwezigheid bronnen	21	50	7	11	11	15	11	8	10
Natuurlijke momenten	29	19	79	19	19	22	19	16	30
Aandeel Corporatiewoningen	7	7	0	40	7	7	7	27	30
Technische categorie	23	13	9	20	50	16	13	10	30
Aanwezigheid Initiatieven	18	9	5	8	11	38	10	38	0
Bijdrage aan de doelstellingen	2	2	0	2	2	2	40	1	0
Totaal	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 6: ranking buurten op basis van alternatieve scores voor de verschillende scenario's

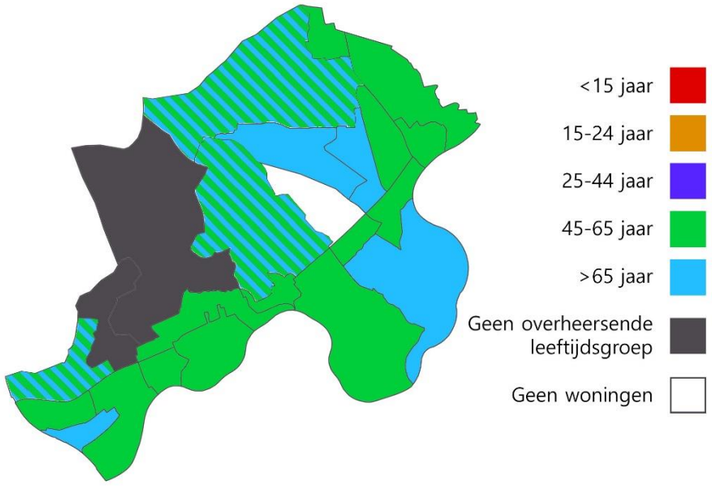
	1: Basis	2: Bronnen	3: Natuurlijke momenten	4: Corporatie-woningen	5: Technische categorie	6: Initiatieven	7: Bijdrage doelstellingen	8: Sociaal	9: kosten
1	Dieren-Noord	Dieren-Noord	Versp. H. Rheden	Dieren-Noord	Dieren-Noord	Dieren-Noord	Versp. H. Rheden	Dieren-Noord	Dieren-Noord
2	Rheden	Rheden	Vrsp. H. Havikerwaard	Rheden	Rheden	Rheden	Vrsp. H. Havikerwaard	Rheden	Rheden
3	Velp-Zuid ben. Sp.	Velp-Zuid ben. Sp.	Fraterwaard	Velp-Zuid ben. Sp.	Velp-Zuid ben. Sp.	Velp-Zuid ben. Sp.	Velp-Noord bv. Sp.	Velp-Zuid ben. Sp.	Velp-Zuid ben. Sp.
4	Spankeren	Spankeren	Dieren-Noord	Spankeren	Spankeren	Spankeren	Dieren-Noord	Spankeren	Dieren-West
5	Dieren West	Dieren West	Rheden	Dieren West	Dieren West	Dieren West	Spankeren	Dieren West	Spankeren
6	De Steeg	De Steeg	Velp-Zuid bn. Sp.	De Steeg	De Steeg	De Steeg	Rheden	De Steeg	De Steeg

6 KENMERKEN BUURTEN

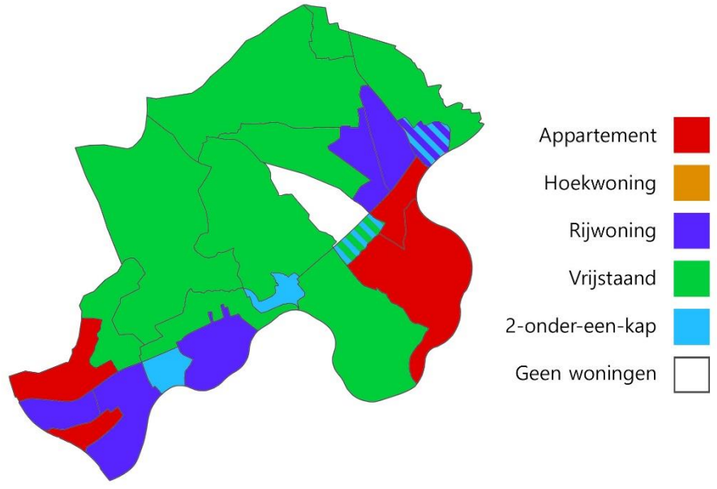
Buurten Rheden	Aantal woningen	Aandeel corporatie-woningen	Aardgasverbruik woningen (m^3/jaar)	Elektriciteitsver-bruik woningen (kWh/jaar)	Gemiddeld inkomen (€/jaar/huishouden)	Woningdichtheid (aantal woningen per hectare)	Overheersend energielabel	Overheersend Bouwjaar	Technische categorie	Initiatieven gasloos bouwen	Onderhoud openbare ruimte
1. Dieren-zuid beneden spoorlijn	1.044	17%	1.550.000	2.820.000	€ 59.300	7,72	C	<'95	Buitenwijken en -gebieden	Nee	Riolering
2. Dieren-noord boven spoorlijn	3.591	37%	4.710.000	8.480.000	€ 44.600	18,51	D	'55-'95	Naoorlogs	Ja	Riolering, gas
3. Dieren-west boven spoorlijn	1.998	35%	2.880.000	4.800.000	€ 49.300	10,57	D	'55-'95	Naoorlogs	Nee	
4. Spankeren	344	33%	540.000	920.000	€ 54.100	3,62	D	'55-'95	Buitenwijken en -gebieden	Nee	Gas
5. Ellecom	466	6%	920.000	1.390.000	€ 68.700	5,72	D	<'55	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
6. Laag-Soeren	387	15%	560.000	920.000	€ 63.000	3,30	D	'55-'95	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
7. Verspreide huizen bosgebied Laag Soeren	68	0%	140.000	270.000	€ 59.000	0,05	E	<'95	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
8. Verspreide huizen Spankeren	48	0%	110.000	170.000	€ 66.700	0,12	G	<'55	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
9. Verspreide huizen Fraterwaard en Beimerwaard	41	0%	40.000	120.000	Onbekend	0,06	Onbekend	'55-'95	Buitenwijken en -gebieden	Nee	Gas
10. Verspr. huizen bosg. Ellecom	0	0%	0	0	Onbekend	0,00	Onbekend	n.v.t.	n.v.t.	Nee	
11. Verspreide huizen bosgebied Dieren	1	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	0,00	Onbekend	'55-'95	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
12. Rheden	3.595	33%	4.990.000	8.780.000	€ 47.900	13,56	C	'55-'95	Naoorlogs	Nee	Straat, gas
13. Rheden-west ten westen van Oranjeweg en Haver	28	0%	50.000	100.000	Onbekend	0,28	G	<'55	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
14. Verspreide huizen Rheden	187	1%	280.000	440.000	€ 84.400	0,52	G	<'55 & >'07	Oud en monumentaal & recente bouw	Nee	Gas
15. De Steeg	467	27%	850.000	1.370.000	€ 58.800	6,90	D	<'95	Oud en monumentaal & naoorlogs	Nee	Gas
16. Verspreide huizen bosgebied De Steeg	3	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	0,00	Onbekend	<'55	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
17. Verspreide huizen bosgebied Rheden	5	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	0,00	Onbekend	<'55	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
18. Verspreide huizen Havikerwaard en Middachten	35	0%	100.000	140.000	Onbekend	0,05	G	<'55	Buitenwijken en -gebieden	Nee	Gas
19. Velp-noord boven spoorlijn	3.625	9%	6.490.000	10.410.000	€ 63.500	13,15	C	<'95	Oud en monumentaal & naoorlogs	Nee	Gas
20. Velp-zuid beneden spoorlijn	3.602	47%	4.680.000	8.700.000	€ 41.000	24,99	C	<'95	Oud en monumentaal & naoorlogs	Nee	Wijkvernieuwing, gas
21. Velp-zuid ten zuiden van Waterstraat	1.799	28%	2.340.000	3.760.000	€ 39.700	19,97	C	'55-'95	Naoorlogs	Nee	Gebied rondom ziekenhuis
22. Verspreide huizen Velp-noordoost	8	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	0,02	Onbekend	**Spreiding**	**Spreiding**	Nee	
23. Verspreide huizen Velp-zuidoost	33	0%	70.000	100.000	Onbekend	0,10	C	<'95	Buitenwijken en -gebieden	Nee	
Gemeente Rheden	*21.375*	*30%*	*31.300.000*	*53.690.000*	*€ 53.300*	*2,58*	*C*	*'55-'95*	*Naoorlogs*		

Geen duidelijke overheersende bouwperiode

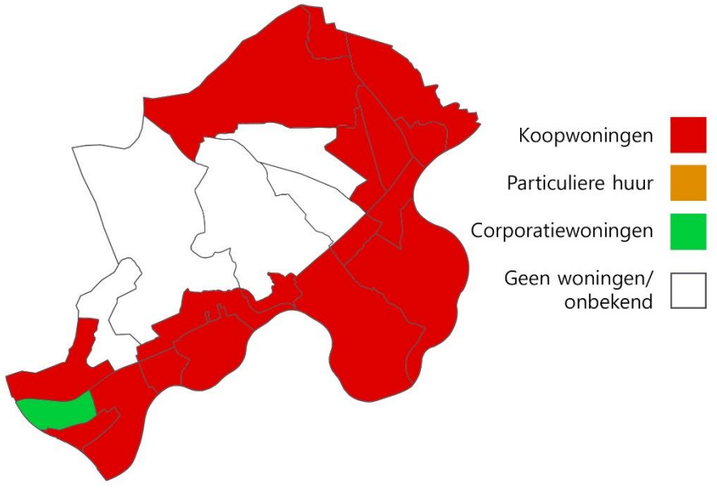
7 SCAN VAN DE HUIDIGE SITUATIE



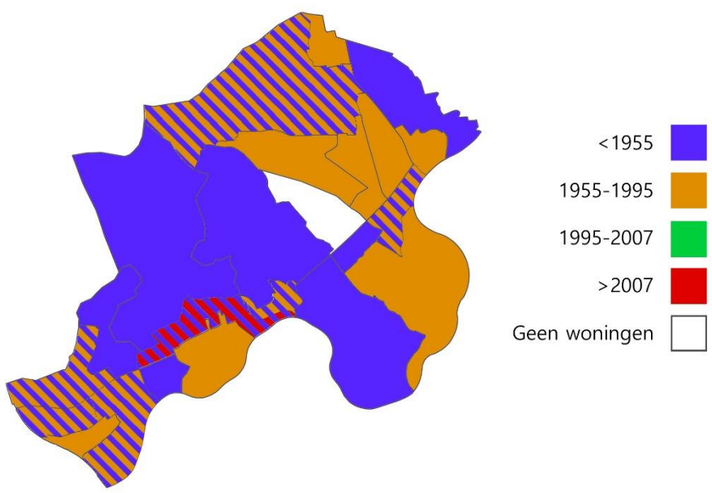
Overheersende leeftijd bewoners



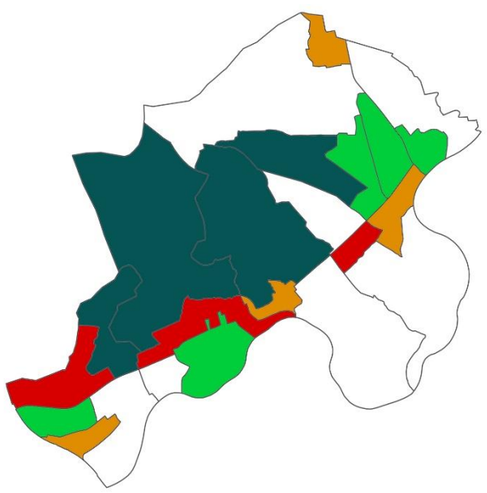
Overheersende woningtypen



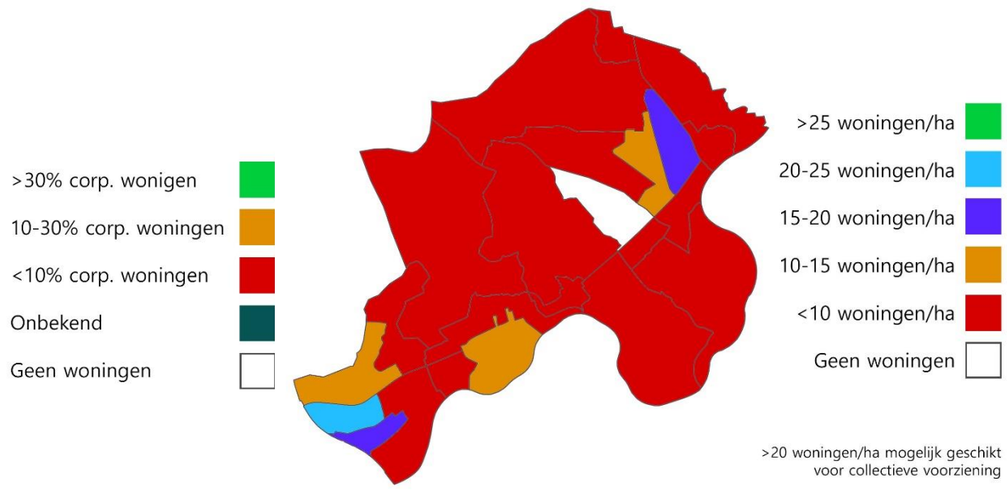
Overheersend eigendom woningen



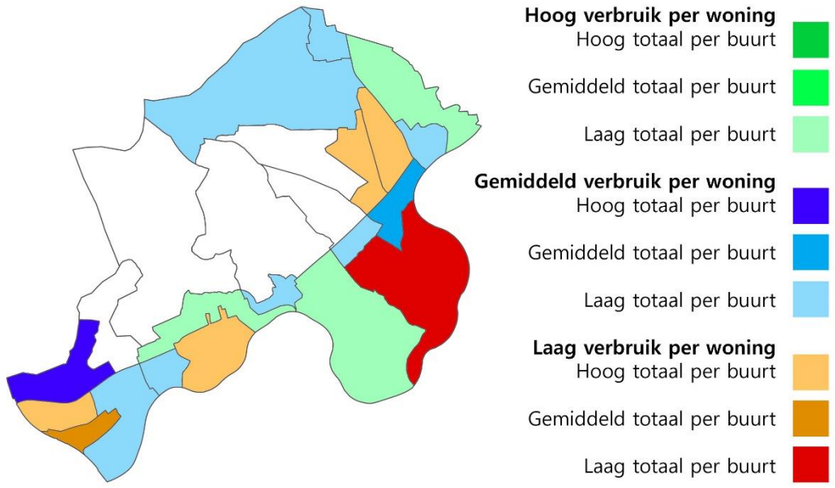
Overheersende bouwperioden woningen



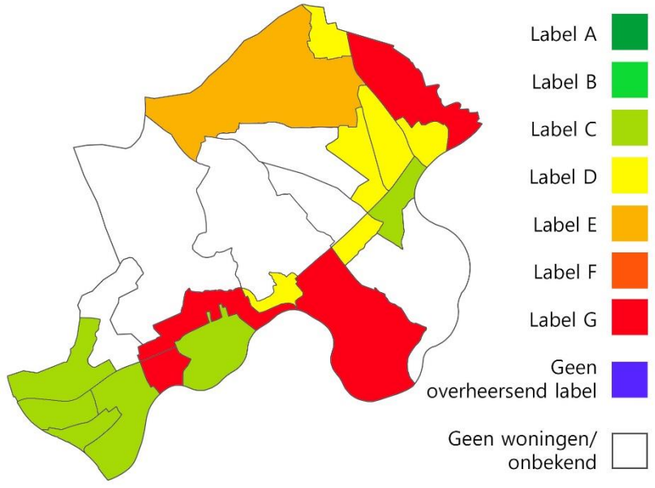
Aandeel corporatiewoningen



Woningdichtheid

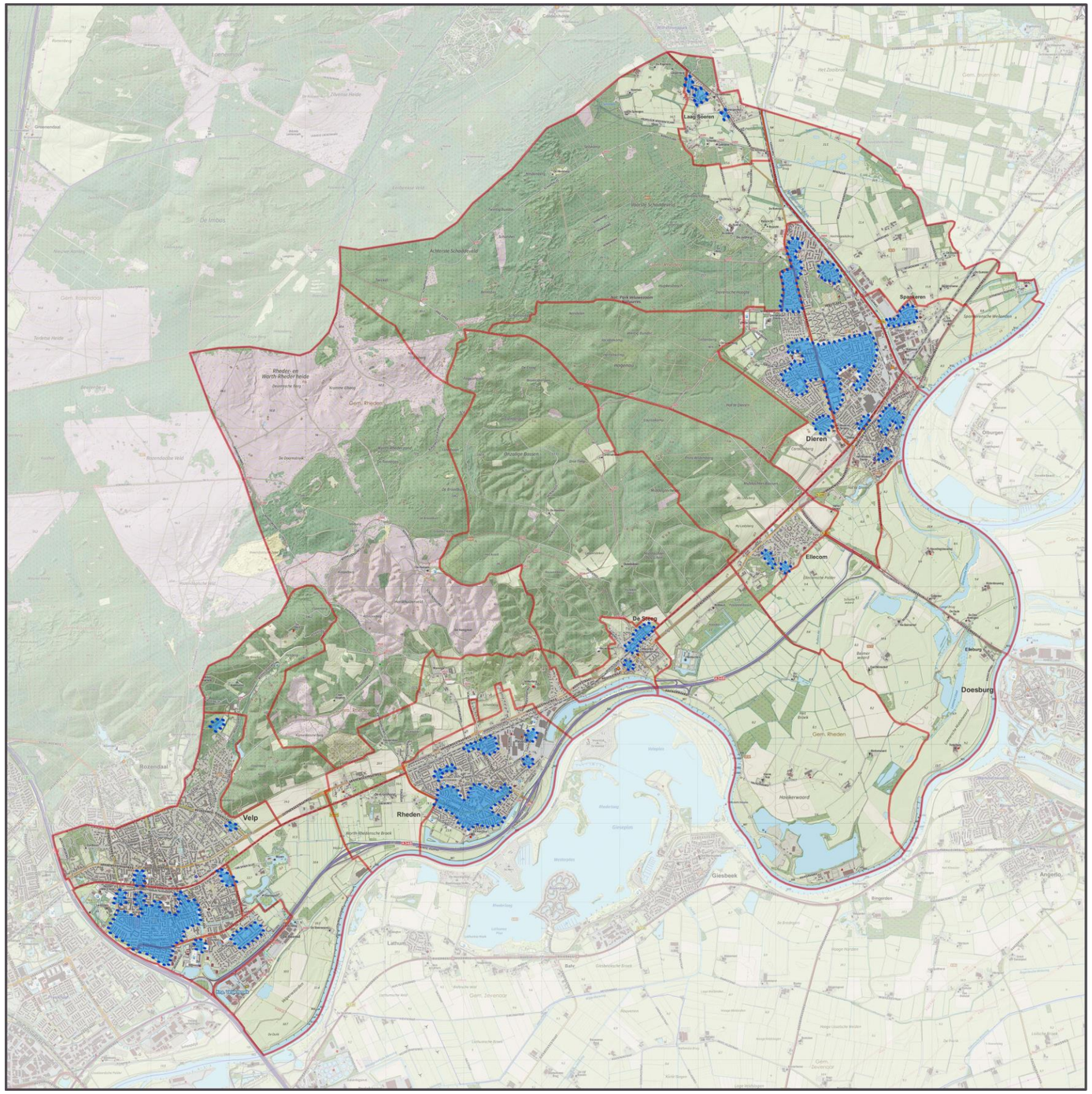


Aandeel gasverbruik

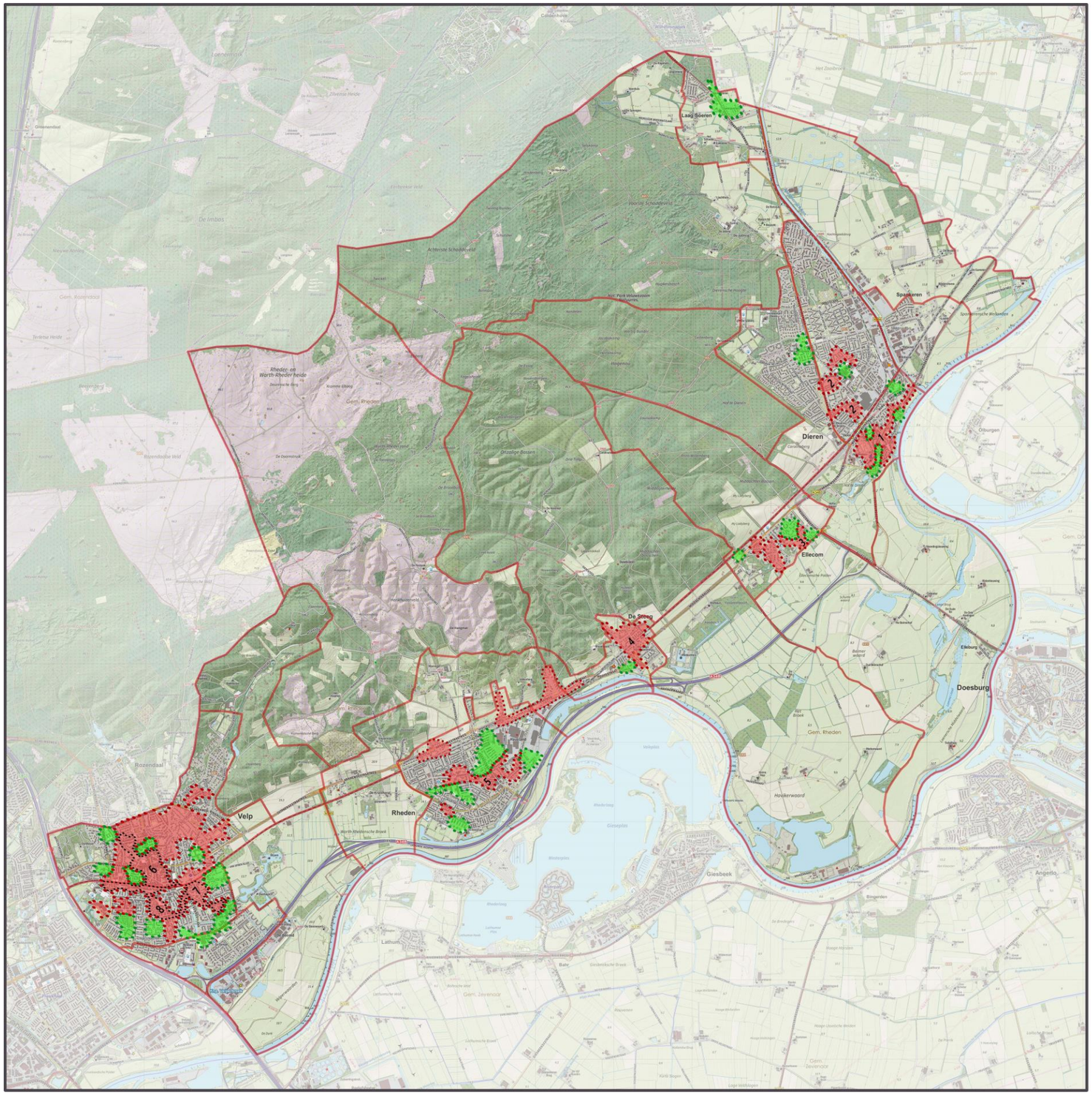


Overheersende energielabels

8 VLEKKENKAARTEN OP STRAATNIVEAU



Concentratie van corporatiewoningen



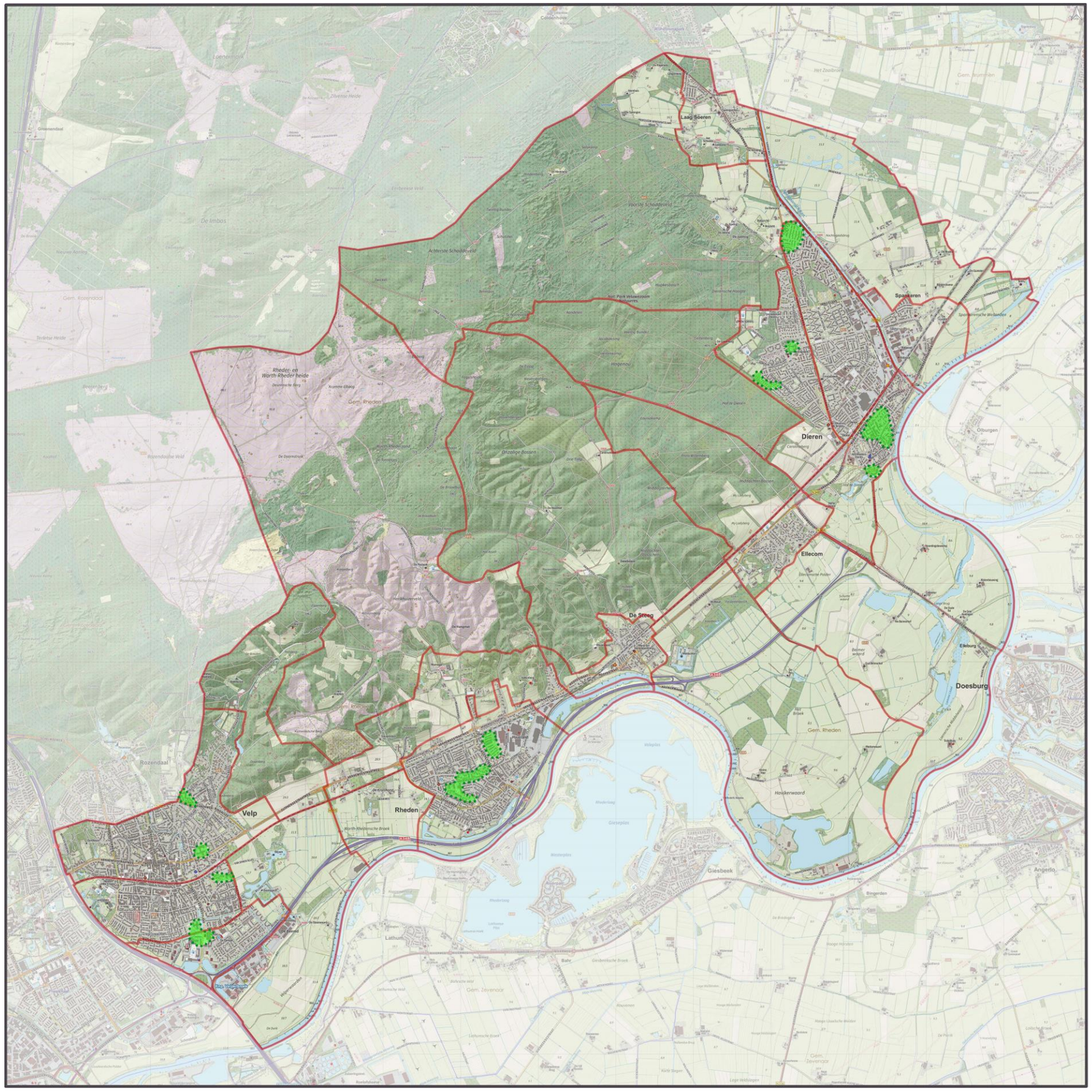
Woningen met een bouwjaar van 1995 of jonger

Vooroorlogse bebouwing

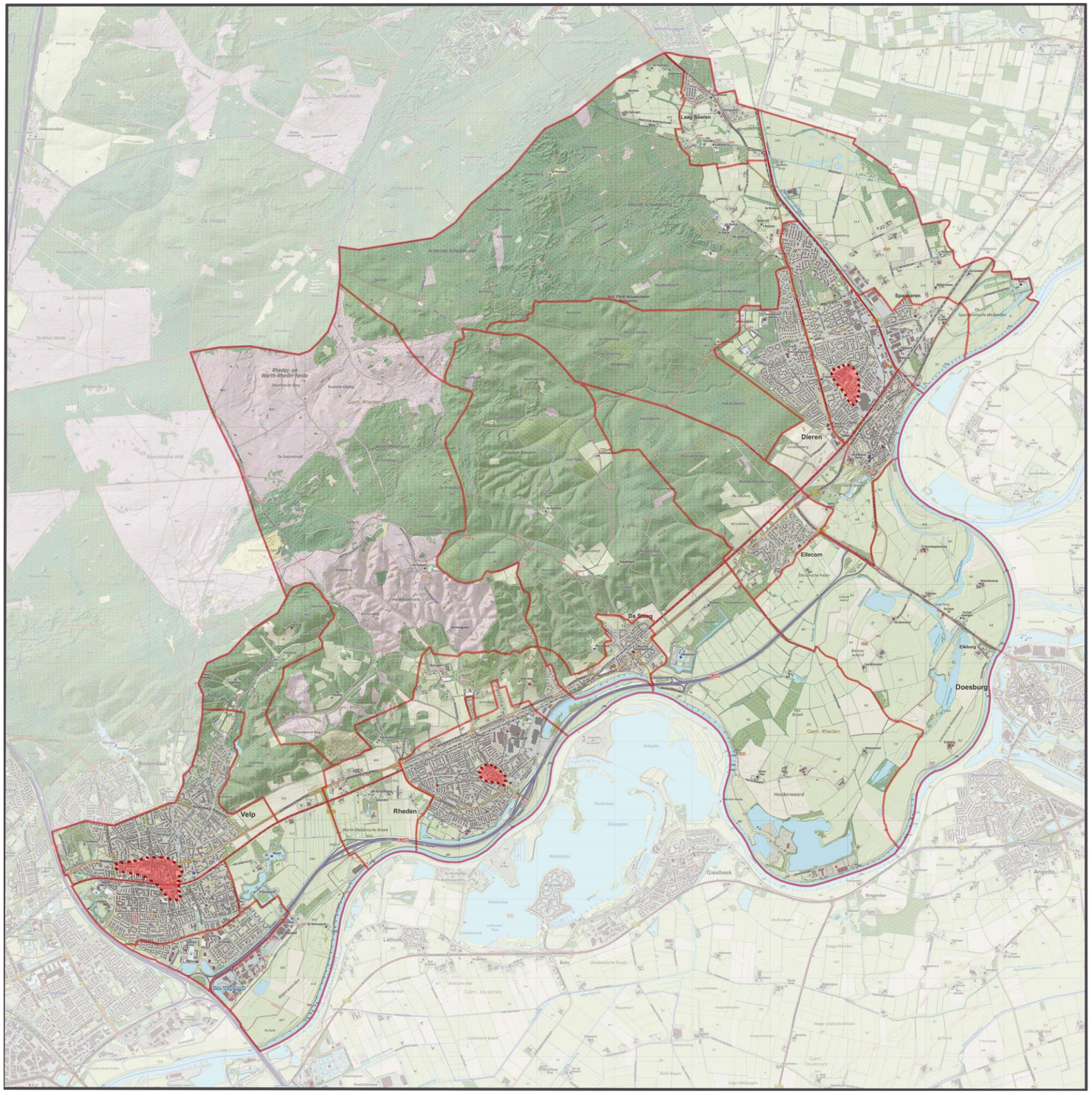
Grens historische bebouwing

Alle overige bebouwing heeft een bouwjaar tussen 1945 en 1995

Historische bebouwing
1: Dieren, Historische kern
2: Dieren, historische dorpslinten
3: Ellecom, historische kom en linten
4: De Steeg, historische kern
5: Rheden, historische kern
6: Velp. historisch centrum
7: Velp, historische bebouwing Kerkstraat e.o.
8: Velp, historische bebouwing Kerkallee e.o.



Hoge woningdichtheid



Hoge warmtedichtheid woningen en/of bedrijven & instellingen

9 ALTERNATIEVEN TOP-WIJKEN

9.1 Dieren-Noord boven spoorlijn

De buurt Dieren-Noord boven spoorlijn scoort het beste op de verschillende criteria (zie ook bijlage 3). In verhouding tot de twee andere buurten uit de top drie zijn er binnen deze buurt relatief veel initiatieven vanuit de samenleving. Daarnaast is Dieren-Noord een buurt met relatief veel corporatiewoningen en een hoge woningdichtheid. De meeste woningen in de buurt zijn gebouwd tussen 1955-1995. Door het grote aandeel na-oorlogse woningen is er een goede kans om aanvullende isolatie maatregelen uit te voeren. Deze kenmerken samen zorgen ervoor dat het relatief eenvoudig is om de woningen in de buurt te verwarmen met een collectieve voorziening gevoed met een bron die lage (LT)- of midden-temperatuur (MT) warmte levert. Voor het toepassen van deze voorzieningen dienen de gebouwen minimaal een basis isolatieniveau te hebben (zie ook paragraaf 8.1).

Voorkeursalternatief: LT/MT collectieve voorziening

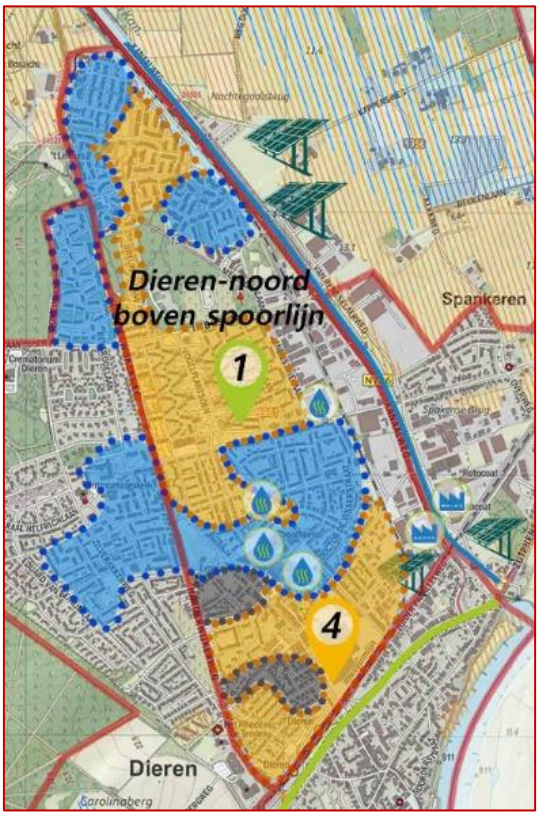
<table>
<tr><th>Eigenschappen</th><th>Mogelijke bronnen</th><th>Kansen</th><th>Uitdagingen</th></tr>
<tr><td>Veel naoorlogse woningen</td><td>Zonthermie</td><td>Optimaal gebruik van aanwezige bronnen</td><td>Woningdichtheid mogelijk te laag</td></tr>
<tr><td>Veel corporatiebezit</td><td>TEO uit kanaal, Olburgen plas</td><td>Goede kansen voor aanvullende isolatie</td><td>Weinig goed geïsoleerde woningen</td></tr>
<tr><td>Veel initiatieven</td><td>Restwarmte Verzinkerij Dieren</td><td rowspan="4">Kansen voor pilot met actieve energiecoöperatie</td><td>Zonnevelden hebben grote impact op landelijk gebied</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Bedrijven en instellingen met aanzienlijke warmtevraag</td><td>Linde Gas Benelux</td><td>TEO overzijde IJssel moeilijk te bereiken.</td></tr>
<tr><td>Condenswarmte</td><td rowspan="3">Volume TEO onzeker.</td></tr>
<tr><td>Windmolens</td></tr>
<tr><td>Zonnepalen op daken</td></tr>
</table>

Een collectieve voorziening op LT- of MT-warmte is een warmtenet met een bron die LT- of MT-warmte afgeeft. Dit warmtenet kan uitgerold worden over de hele buurt maar ook op kleinere schaal worden gerealiseerd. Binnen deze buurt zijn er een aantal mogelijke LT/MT bronnen. In de nabijheid van de buurt zijn op verschillende plekken locaties waar zonneparken gerealiseerd kunnen worden. Daarbij kan gekozen worden voor zonthermie in plaatsen van zonnepanelen die elektriciteit

opwekken. De conversie naar warmte is namelijk veel efficiënter dan naar elektriciteit. Het realiseren van zonnevelden heeft wel een aanzienlijke impact op het landelijk gebied.

Naast de zonthermie zijn er nog een aantal mogelijke bronnen aanwezig. Het is mogelijk om Thermische Energie Oppervlaktewater (TEO) uit de plas aan de overzijde van de IJssel te halen. Dit kent wel een aantal beperkingen. De plas, die genoeg oppervlakte heeft en in de buurt van Dieren-Noord ligt, bevindt zich in Natura2000 gebied, ligt aan de andere kant van de IJssel (relatief duur om warmte onder IJssel te transporteren), in een andere gemeente en in een ander RES-gebied. Als het niet mogelijk is om deze plas te gebruiken voor TEO is het onzeker of er genoeg oppervlaktewater beschikbaar is in de buurt zelf.

Daarnaast zijn er nog een aantal bedrijven die mogelijk restwarmte beschikbaar hebben: Verzinkerij Dieren, Linde Gas Benelux en een aantal supermarkten die condenswarmte over hebben. Verder zijn er natuurlijk de zonnepanelen op de daken en mogelijke locaties voor windmolens in de nabijheid van Dieren-Noord. Zoals in de kaart zichtbaar is (figuur 52), zijn er ook een aantal gebieden die net in een andere buurt liggen maar die wel geschikt zijn voor de aanleg van een LT/MT collectieve warmtevoorziening. Waarschijnlijk zal in de praktijk niet een hele buurt in één keer aangepast gaan worden, maar zal de focus liggen op bepaalde gebieden. Deze gebieden hoeven niet perse op te houden bij de buurtgrenzen.



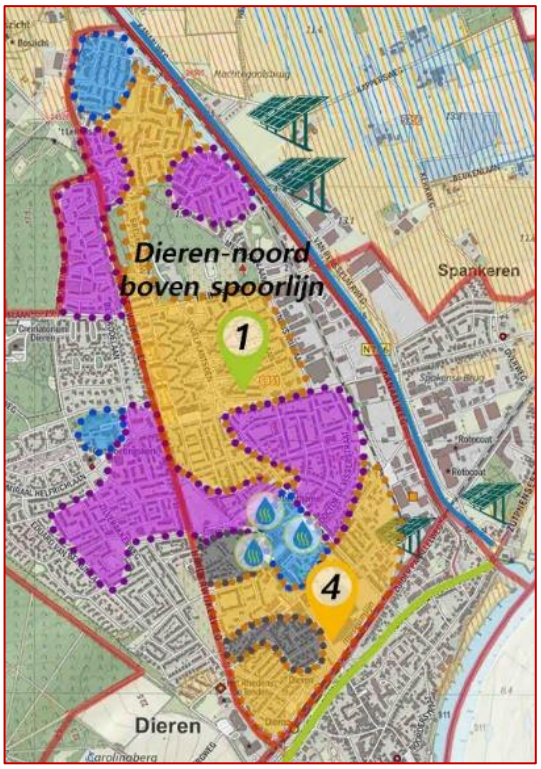
Figuur 52: Toepassing van het voorkeursalternatief in Dieren-Noord boven spoorlijn. In de blauwe gebieden wordt een LT/MT collectieve voorziening voorgesteld. Zie bijlage 10 voor een totaalkaart van de voorkeursalternatieven.

Back-up alternatief

Mogelijke bronnen	Kansen	Uitdagingen
Buitenlucht	Verlaging energielasten mogelijk door individuele configuratie	Geen optimaal gebruik van aanwezige bronnen
Bodem	Bewoners kunnen op ieder moment starten met de verduurzaming	Aanzienlijke verzwaring elekriciteitsnet tot elke voordeur
Zonthermie	Geen grote warmtenetten nodig	Weinig woningen die op dit moment goed geïsoleerd zijn.
TEO		
Zonnepanelen/wind		
	Veel ruimte voor zonnevelden	

Het back-up alternatief bestaat uit individuele all-electric en LT/MT voorzieningen op inidividuele schaal. Bronnen hiervoor kunnen bijvoorbeeld zijn; de buitenlucht, bodemwarmte en zonthermie. Zonnepanelen en windmolens moeten voor de benodigde duurzame elektriciteit zorgen. Om dit alternatief te realiseren, moeten de gebouwen minimaal tot een basis isolatieniveau geïsoleerd worden.

Het positieve aan dit alternatief is, dat het toegepast kan worden op objectniveau en bewoners dus op ieder gewenst moment en in een eigen tempo kunnen starten met de aanpassingen in de woning. Ook hoeven er geen grote infrastructurele aanpassing gedaan te worden, met uitzondering van het elektriciteitsnetwerk. Dit netwerk moet verzwaard worden omdat individuele systemen bijna altijd veel elektriciteit gebruiken. Tevens wordt er niet optimaal gebruik gemaakt van de bronnen (zoals TEO). Gezien het feit dat bronnen beperkt aanwezig zijn, is het beter om dit wel te doen.



Figuur 53: Toepassing van het back-up alternatief in Dieren-Noord boven spoorlijn. In de paarse gebieden wordt een individuele all-electric invulling voorgesteld. Zie bijlage 11 voor een totaalkaart van de back-up alternatieven.

Door de individuele configuratie kunnen de energielasten voor de bewoners naar beneden worden gebracht. Echter zijn er voor de all-electric varianten wel grote investeringen nodig om de woningen goed genoeg te isoleren. Daarmee is het dus voor de bewoners een duur alternatief.

In de buurt is een actieve energiecoöperatie aanwezig. Tevens bestaat de buurt uit relatief veel koopwoningen. Deze combinatie biedt kansen voor een mogelijke pilot voor particulier woningbezit.

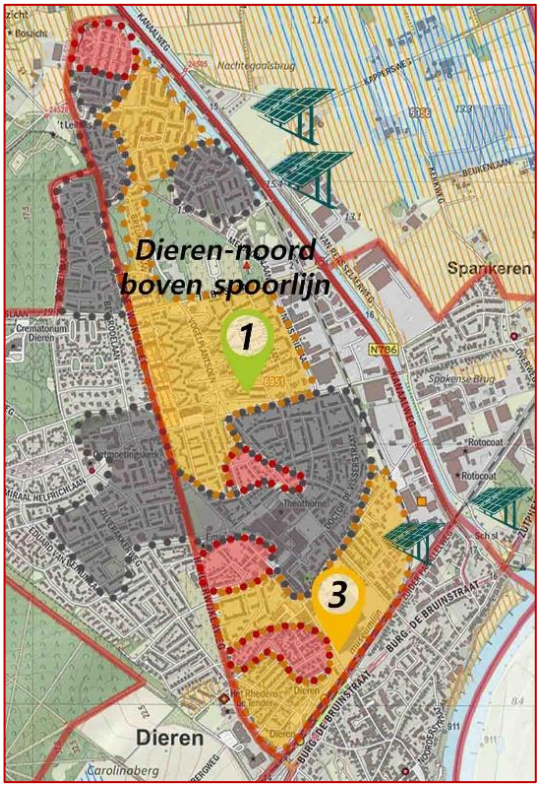
Hoge temperatuur-alternatief

Mogelijke bron	Kansen	Uitdagingen
DS Smith Paper De Hoop Mill	Minimale aanpassing aan bestaande woning nodig	Bron ligt in een andere gemeente & RES-gebied
	Optimaal gebruik van de bron	Hoge kosten voor infrastructuur door aanzienlijke afstand van de bron
	Cascadering mogelijk	Bron moet verduurzamen waardoor aanbod aan restwarmte afneemt
		Van één bron afhankelijk

Vanuit de analysekaarten van PBL[22] wordt aan Dieren-Noord een HT-warmtenet met de DS Smith Paper De Hoop Mill papierfabriek als bron toegekend. Deze fabriek levert HT-warmte waardoor woning met relatief weinig aanpassingen verwarmd kunnen worden. Door cascadering van het warmtenet kunnen ook woningen met een relatief goed energielabel profiteren van het warmtenet. Op basis van de laagste Nationale Kosten zou dit de beste optie moeten zijn aldus het PBL.

De bron ligt echter wel in een andere gemeente en in een ander RES-gebied. Hierdoor kan het lastig zijn om het warmtenet te realiseren. Tevens zijn de kosten voor de infrastructuur relatief hoog door de afstand tussen bron en afnemers. Ook gaat er relatief veel warmte verloren door de afstand. Stelregel is dat er ongeveer één graad warmte verloren gaat per kilometer warmtenet. Het laatste aandachtspunt is dat er plannen zijn om de papierfabriek te verduurzamen waardoor er waarschijnlijk geen of minder restwarmte beschikbaar zal komen.

Voor het toepassen van HT-alternatieven zijn in principe geen aanvullende isolatiemaatregelen in gebouwen nodig. Wel kan minimale isolatie ervoor zorgen dat er meer woningen op een collectieve voorziening aangesloten kunnen worden. Hierdoor kan er een betere businesscase ontstaan.



Figuur 54: Toepassing van het HT-alternatief in Dieren-Noord boven spoorlijn. In de rode gebieden is naar alle waarschijnlijkheid HT-warmte nodig. De oranje gebieden kunnen waarschijnlijk ook aangesloten worden op een eventueel warmtenet. Zie bijlage 12voor een totaalkaart van de HT-alternatieven.

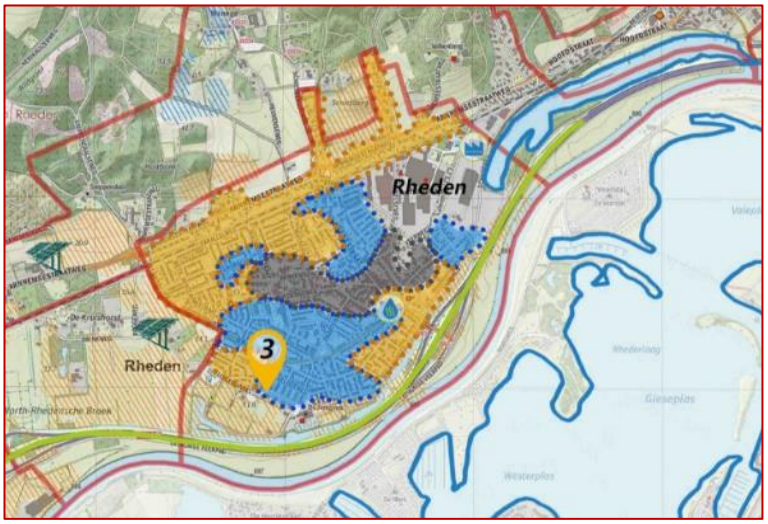
9.2 Rheden

De buurt die als tweede uit de multi-criteria analyse komt is Rheden. Binnen Rheden zijn er relatief veel corporatiewoningen en veel naoorlogse woningen. De woningdichtheid van de buurt in zijn geheel is niet heel erg hoog maar er zijn binnen de buurt wel een aantal gebieden waar de woningdichtheid/warmtedichtheid hoog is. De meerderheid van de woningen in de buurt Rheden zijn rijwoningen. Op relatief korte termijn zijn er plannen voor de renovatie van 500 corporatiewoningen en zal er onderhoud plaatsvinden aan het straatwerk.

[22] Startanalyse Leidraad Transitievisie Warmte, PBL (2019)

Voorkeursalternatief: LT/MT collectieve voorziening

Eigenschappen	Bronnen	Kansen	Uitdagingen
Veel woningen gebouwd na 1995	TEO Steegse Haven of plassen andere zijde IJssel	Veel oppervlaktewater in directe omgeving	TEO moet mogelijk onder A348 en IJssel door
Veel corporatiebezit	Zonnepanelen op daken	Renovatie gepland van 500 corporatiewoningen	Plassen liggen in Natura2000 gebied
Aantal gebieden met hoge woningdichtheid/ warmtedichtheid	Restwarmte De Meteoor Beton BV	Onderhoud van het straatwerk staat gepland.	
	Condenswarmte		
	Zonthermie		
	Windmolens		



Figuur 55: Toepassing van het voorkeursalternatief in Rheden. In de blauwe gebieden wordt een LT/MT collectieve voorziening voorgesteld. Zie bijlage 10 voor een totaalkaart van de voorkeursalternatieven.

Voor de buurt Rheden gaat de voorkeur ook uit naar een LT/MT collectieve voorziening. Hiervoor dienen gebouwen minimaal een basis isolatieniveau te hebben. De mogelijke bronnen zijn; een aantal mogelijke zonnevelden aan de westzijde van de kern, TEO uit de Steegse Haven of mogelijk uit de plassen aan de overzijde van de IJssel. Daarnaast zijn er kansen voor warmte uit asfaltcollectoren die geplaatst kunnen worden in de provinciale weg (A348) ten zuiden van de bebouwde kom. Verder is er een mogelijke bron van restwarmte: De Meteoor Beton BV.

Net als bij de buurt Dieren-Noord zal TEO uit de plassen aan de overkant van de IJssel onder de rivier en A348 getransporteerd moeten worden. Dit kan technische en financiële problemen opleveren. Tevens zijn de plassen Natura2000 gebieden. Een ander nadeel van het toepassen van een warmtenet is dat de lasten voor de inwoners waarschijnlijk niet lager zullen worden, in tegenstelling tot individuele all-electric configuraties (zie het back-up alternatief).

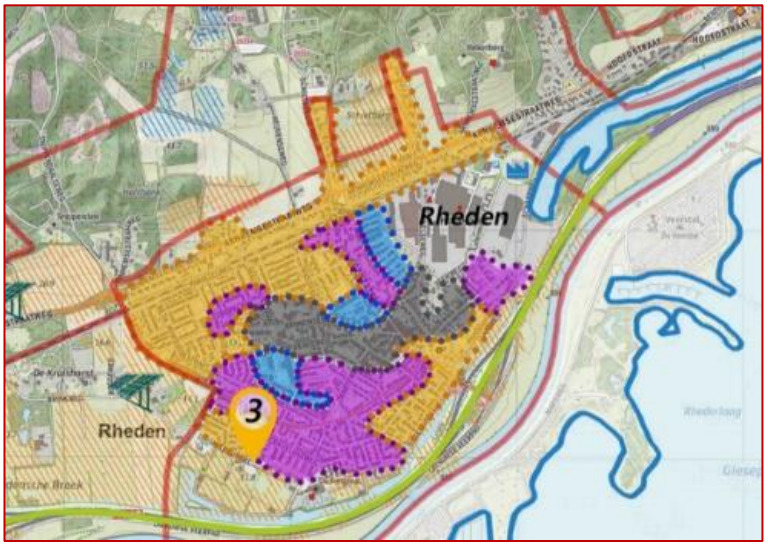
Back-up alternatief

Mogelijke bronnen	Kansen	Uitdagingen
Buitenlucht	Verlaging energielasten mogelijk door individuele configuratie	Geen optimaal gebruik van aanwezige bronnen
Bodem	Bewoners kunnen op ieder moment starten met de verduurzaming	Aanzienlijke verzwaring elekriciteitsnet tot elke voordeur
Zonthermie	Geen grote warmtenetten nodig	Weinig woningen die op dit moment goed geïsoleerd zijn.
TEO		
Zonnepanelen/wind		
	Veel woningen gebouwd na 1995	
	Veel ruimte voor zonnevelden	

Ook voor Rheden geldt dat de all-electric oplossingen goed als alternatief kunnen worden toegepast. Hiervoor dienen gebouwen wel minimaal tot een basis isolatieniveau geïsoleerd te worden. De voor- en nadelen van deze alternatieven zijn gelijk aan die genoemd bij Dieren-Noord. Enige verschil is dat er in Rheden veel woningen gebouwd zijn na 1995. De verwachting is dat die woningen gemakkelijker te transformeren zijn naar gasloos i.c.m. met individuele all-electric configuraties.

HT-alternatief

Voor de buurt Rheden is er geen hoge temperatuur bron beschikbaar. Het is daarom dus ook niet mogelijk om hier een HT-warmtenet aan te leggen.



Figuur 56: Toepassing van het back-up alternatief in Rheden. In de paarse gebieden wordt een individuele all-electric invulling voorgesteld. Zie bijlage 11 voor een totaalkaart van de back-up alternatieven.

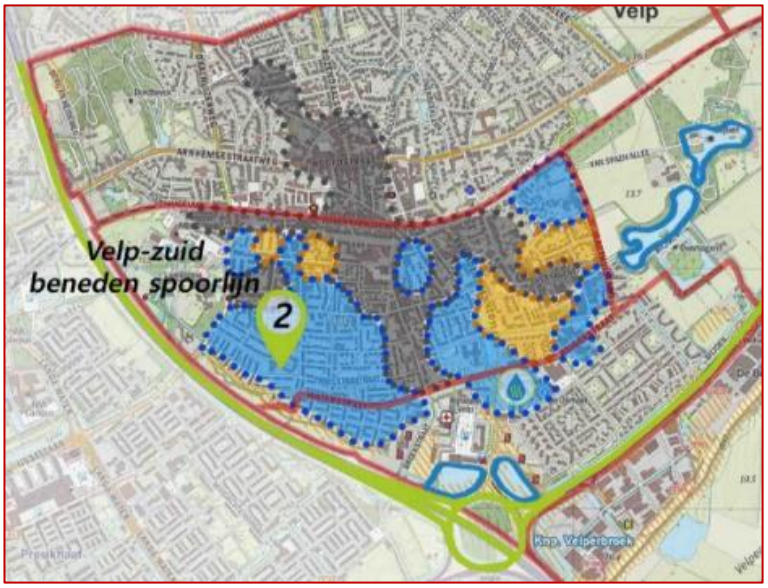
9.3 Velp-Zuid beneden spoorlijn

Velp-Zuid beneden spoorlijn kenmerkt zich door een hoog aandeel corporatiewoningen een hoge woningdichtheid en relatief veel oudere woningen gebouwd vóór 1955. Woningcorporatie Vivare gaat hier op korte termijn aan de slag met een renovatieproject om de woningen naar energielabel A te renoveren. Ook zijn er in Velp-Zuid een aantal bedrijven en instellingen met een aanzienlijke warmtevraag.

Voorkeursalternatief: LT/MT collectieve voorziening

Eigenschappen	Bronnen	Kansen	Uitdagingen
Deels hoge woningdichtheid	TEO uit kleine plassen	Renovatie woningen vivare naar label A	TEO beperkt beschikbaar
Veel oudere woningen	Zonnepanelen op daken	Recent onderzoek gedaan naar kansen zonthermie	Renovatie woningen op zeer korte termijn. Moeilijk op in te spelen
Veel corporatiewoningen	Warmte uit asfaltcollectoren	Zonthermie goed in te passen in bestaande infra	
	Condenswarmte		
	Windmolens		
	Zonthermie		

Voor de buurt Velp-Zuid zijn er verschillende bronnen beschikbaar die LT/MT warmte leveren. Er zijn mogelijkheden voor zonthermie en asfaltcollectoren in en langs de A12. De kansen voor zonthermie zijn recent genoemd in een onderzoek naar de verduurzaming van Velp en het oostelijk deel van Arnhem[23]. In dit onderzoek is alleen zonthermie aangestipt als kansrijke bron, vervolgonderzoek moet aantonen of zonthermie ook echt kansrijk is en wat de financiële en technische gevolgen zijn. Daarnaast is er oppervlaktewater beschikbaar in de directe omgeving waar TEO toegepast kan worden. Het volume hiervan is echter een stuk minder groot dan bij de andere twee buurten. Naast deze bronnen is er ook ruimte voor zonnepanelen op daken en zijn er een aantal locaties waar condenswarmte mogelijk is.



Figuur 57: Toepassing van het voorkeursalternatief in Velp-zuid beneden spoorlijn. In de blauwe gebieden wordt een LT/MT collectieve voorziening voorgesteld. Zie bijlage 6 voor een totaalkaart van de voorkeursalternatieven.

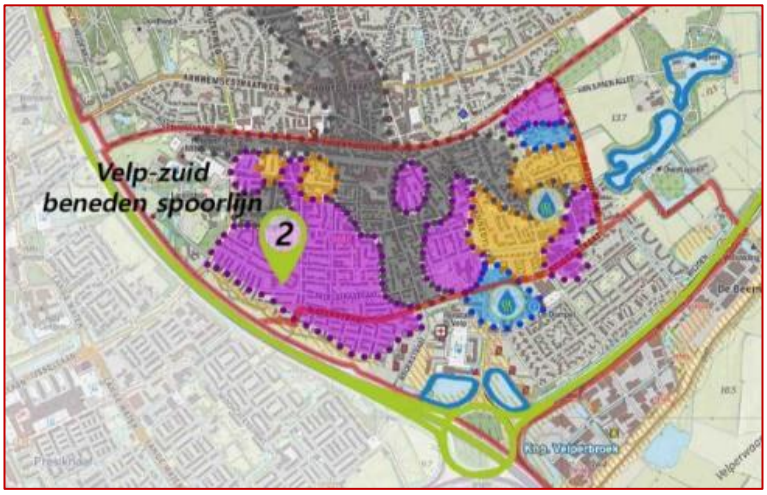
Doordat Vivare op korte termijn de woningen gaat renoveren, is de kans klein dat deze woningen direct aan kunnen sluiten op het voorkeursalternatief. Dit hoeft geen belemmering te zijn omdat de woningen mogelijk in de toekomst alsnog aangesloten kunnen worden. Veel andere woningen in de buurt moeten immers ook nog eerst geïsoleerd worden. Het is daarom waarschijnlijk dat het LT/MT warmtenet niet op korte termijn gerealiseerd wordt.

[23] Bos Witteveen, Warmteverkenning gebied HAN/Van Hall Larenstein. 28 januari 2020

Back-up alternatief

Mogelijke bronnen	Kansen	Uitdagingen
Buitenlucht	Verlaging energielasten mogelijk door individuele configuratie	Geen optimaal gebruik van aanwezige bronnen
Bodem	Bewoners kunnen op ieder moment starten met de verduurzaming	Aanzienlijke verzwaring elekriciteitsnet tot elke voordeur
Zonthermie	Veel corporatiebezit	Veel historische bebouwing die minder geschikt is voor all-electric
TEO		
Zonnepanelen		

Ook in Velp-zuid geldt dat de individuele all-electric configuraties als back-up kunnen worden toegepast. Hiervoor dienen de gebouwen wel minimaal tot een basis isolatieniveau geïsoleerd te worden. In tegenstelling tot Rheden en Dieren-Noord is er echter een groot deel van de buurt dat vanwege de historische bebouwing waarschijnlijk niet geschikt is om verwarmd te worden met LT-warmte. In deze woningen moet fors geïnvesteerd worden om all-electric haalbaar te maken (als het al haalbaar is vanwege een eventuele monumentale status). De woningen in de historische kern kunnen in de toekomst mogelijk met groen-gas verwamd worden.

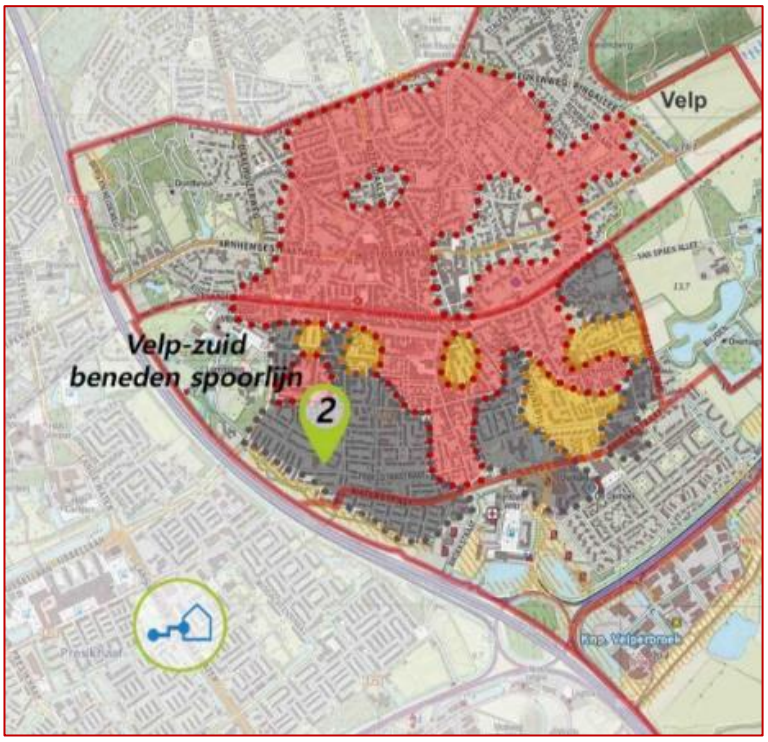


Figuur 58: Toepassing van het back-up alternatief in Velp-zuid beneden spoorlijn. In de paarse gebieden wordt een individuele all-electric invulling voorgesteld. Zie bijlage 11 voor een totaalkaart van de back-up alternatieven.

HT-alternatief

Bron	Kansen	Uitdagingen
AVR Duiven	Relatief lage kosten vanwege uitbreiding bestaand warmtenet	Veel woningen label A dus geen hoge temperatuur nodig
	Minimale aanpassingen aan bestaande woningen	Duurzaamheid van de bron is twijfelachtig
	Optimaal gebruik maken van de bron	Van één bron afhankelijk
	Cascadering mogelijk	

Voor de wijk Velp-Zuid is het wellicht mogelijk om aan te sluiten op het al bestaande warmtenet in Arnhem dat gevoed wordt door de restwarmte van de AVR in Duiven. De kosten hiervoor zijn relatief laag omdat de uitkoppeling al geregeld is en er dus enkel nog een warmtenet aangelegd hoeft te worden. Daarnaast zijn de benodigde aanpassingen aan de woningen minimaal omdat het warmtenet HT-warmte levert. Door cascadering van het net kunnen woningen met een relatief goed energielabel aangesloten worden. Uitbreiding van het warmtenet is minder interessant omdat veel woningen van Vivare op dit moment gerenoveerd worden naar energielabel A. Deze woningen hebben geen HT-warmte nodig. Ook is de duurzaamheid van de bron twijfelachtig. Mocht de AVR op termijn wegvallen is er geen backup bron voor het warmtenet aanwezig.



Figuur 59: Toepassing van het HT-alternatief in Velp-Zuid beneden spoorlijn. In de rode gebieden is naar alle waarschijnlijkheid HT-warmte nodig. De oranje gebieden kunnen waarschijnlijk ook aangesloten worden op een eventueel warmtenet. Zie bijlage 12 voor een totaalkaart van de HT-alternatieven.

10 VOORKEURSALTERNATIEVEN

Transitievisie Warmte gemeente Rheden - voorkeursalternatieven

HET ENERGIE BUREAU

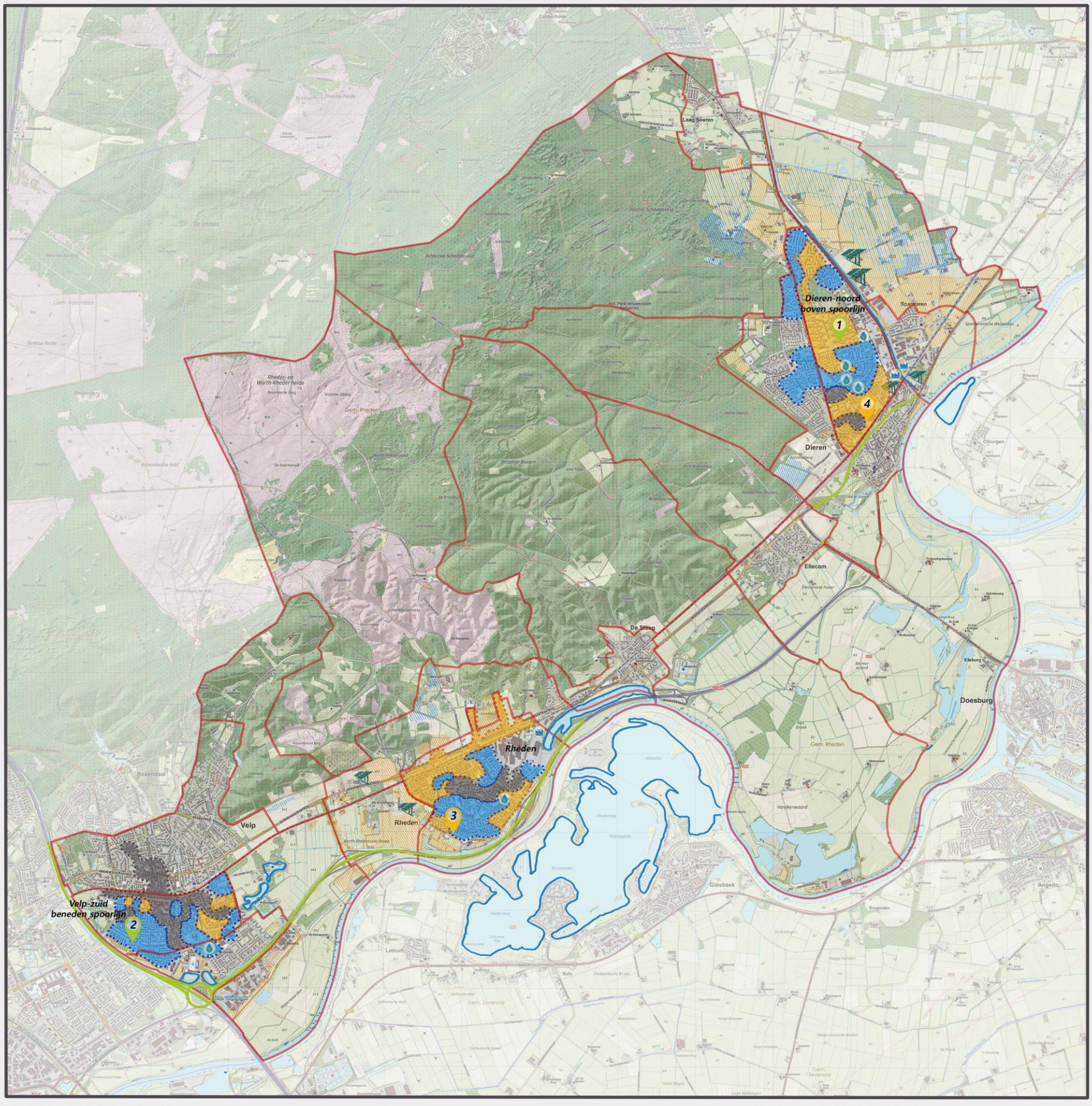
Potentiële warmtebronnen
- Bestaand warmtenet
- Potentiële restwarmte
- Biomassa
- Glastuinbouw
- Condenswarmte
- Warmte uit gemalen en stuwen
- Warmte uit oppervlaktewater
- Warmte uit asfaltcollectoren
- Kansgebieden voor grondgebonden zonnepanelen (elektriciteit en/of zonthermie)

Potentie opwekking duurzame elektriciteit
- Kansgebieden voor grondgebonden zonnepanelen (elektriciteit en/of zonthermie)
- Kansgebieden voor windmolens
- Kansgebieden voor zowel grondgebonden zonnepanelen als windmolens
- Concrete kans zonneveld(en)
- Concrete kans windmolen(s)
- Concrete kans waterkrachtcentrale

Initiatieven gasloos/energiezuinig bouwen en renoveren
- Gerealiseerd initiatief of initiatief in uitvoering
- Voorgenomen initiatief

Initiatieven
1. Actieve en goed lopende energiecoöperatie in Dieren noord boven spoorlijn
2. Grootschalige renovatie Velp-zuid (tot 2024) en onderzoek naar kansen voor o.a. zonthermie
3. Renovatie 500 woningen Vivare in zuid-Rheden, 2020-2022
4. Renovatie woningen in het 'Supermarktgebied' in Dieren noord boven spoorlijn

Alternatieve warmtevoorzieningen
- LT/MT collectieve voorziening
- Gebieden waar naar alle waarschijnlijkheid geen LT/MT warmtevoorziening mogelijk is
- Woningen gebouwd tussen 1955 en 1992. Mogelijk kan een deel van deze woningen aansluiten bij de collectieve voorzieningen. Verder hebben deze woningen op dit moment de grootste kans om naar een individuele all-electric configuratie te gaan. Een eventuele toekomstige innovatie is ook nog een alternatief.



Dieren-noord boven spoorlijn
LT/MT collectieve voorziening

Bronnen
- Zonthermie
- TEO uit kanaal of plas aan overzijde IJssel
- Restwarmte van Verzinkerij Dieren en/of Linde Gas Benelux
- Lokaal condenswarmte
- Zonnepanelen op daken en velden
- Windmolens

⊕
- Optimaal gebruik maken van aanwezige bronnen
- Veel ruimte voor zonnevelden
- Bedrijven en instellingen met een aanzienlijke warmtevraag aanwezig
- Veel corporatiebezit
- Veel particuliere woningen, mogelijke pilot voor particulier bezit met bijdrage van actieve energiecoöperatie
- Veel na-oorlogse woningen, goede kans voor aanvullende isolatie

⊖
- Mogelijk te lage woningdichtheid / warmtedichtheid
- Op dit moment weinig goed geïsoleerde woningen
- Aanzienlijke impact op landelijk gebied door zonnevelden
- Plas aan overzijde IJssel is Natura 2000 gebied
- Plas ligt in andere gemeente en ander RES-gebied
- TEO moet onder IJssel door
- Volume TEO onzeker

Rheden
LT/MT collectieve voorziening

Bronnen
- TEO uit Steegse Haven en plassen aan de andere zijde van de IJsel
- Zonthermie
- Warmte uit asfaltcollectoren
- Restwarmte van De Meteoor Beton BV
- Lokaal condenswarmte
- Zonnepanelen op daken en velden
- Windmolens

⊕
- Optimaal gebruik maken van aanwezige bronnen
- Veel oppervlaktewater in directe omgeving
- Veel woningen gebouwd na 1995
- Aantal gebieden met hoge woningdichtheid / warmtedichtheid
- Veel corporatiebezit
- Renovatie 500 corporatiewoningen (2020-2022)
- Onderhoud straatwerk (4-8 jaar)

⊖
- TEO moet mogelijk onder IJssel en A348 door
- Plassen overzijde IJssel zijn Natura 2000 gebied
- Door toepassing warmtenet waarschijnlijk geen verlaging energielasten

Velp-zuid beneden spoorlijn
LT/MT Collectieve voorziening

Bronnen
- Zonthermie
- TEO uit aantal kleine plassen
- Warmte uit asfaltcollectoren
- Lokaal condenswarmte
- Zonnepanelen op daken en velden
- Windmolens

⊕
- Optimaal gebruik maken van aanwezige bronnen
- Deels hoge woningdichtheid
- Bedrijven en instellingen met een aanzienlijke warmtevraag aanwezig
- Veel corporatiebezit
- Renovatie woningen Vivare naar label A
- Kansen zonthermie recent onderzocht
- Zonthermie langs A12 goed in te passen in bestaande infra

⊖
- Woningen Vivare worden op dit moment gerenoveerd, waarschijnlijk op korte termijn geen aanvullende aanpasingen
- TEO beperkt beschikbaar

11 BACK-UP ALTERNATIEVEN

Transitievisie Warmte gemeente Rheden - back-up alternatieven

HET ENERGIE BUREAU

Potentiële warmtebronnen

- Bestaand warmtenet
- Potentiële restwarmte
- Biomassa
- Glastuinbouw
- Condenswarmte
- Warmte uit gemalen en stuwen
- Warmte uit oppervlaktewater
- Warmte uit asfaltcollectoren
- Kansgebieden voor grondgebonden zonnepanelen (elektriciteit en/of zonthermie)

Potentie opwekking duurzame elektriciteit

- Kansgebieden voor grondgebonden zonnepanelen (elektriciteit en/of zonthermie)
- Kansgebieden voor windmolens
- Kansgebieden voor zowel grondgebonden zonnepanelen als windmolens
- Concrete kans zonneveld(en)
- Concrete kans windmolen(s)
- Concrete kans waterkrachtcentrale

Initiatieven gasloos/energiezuinig bouwen en renoveren

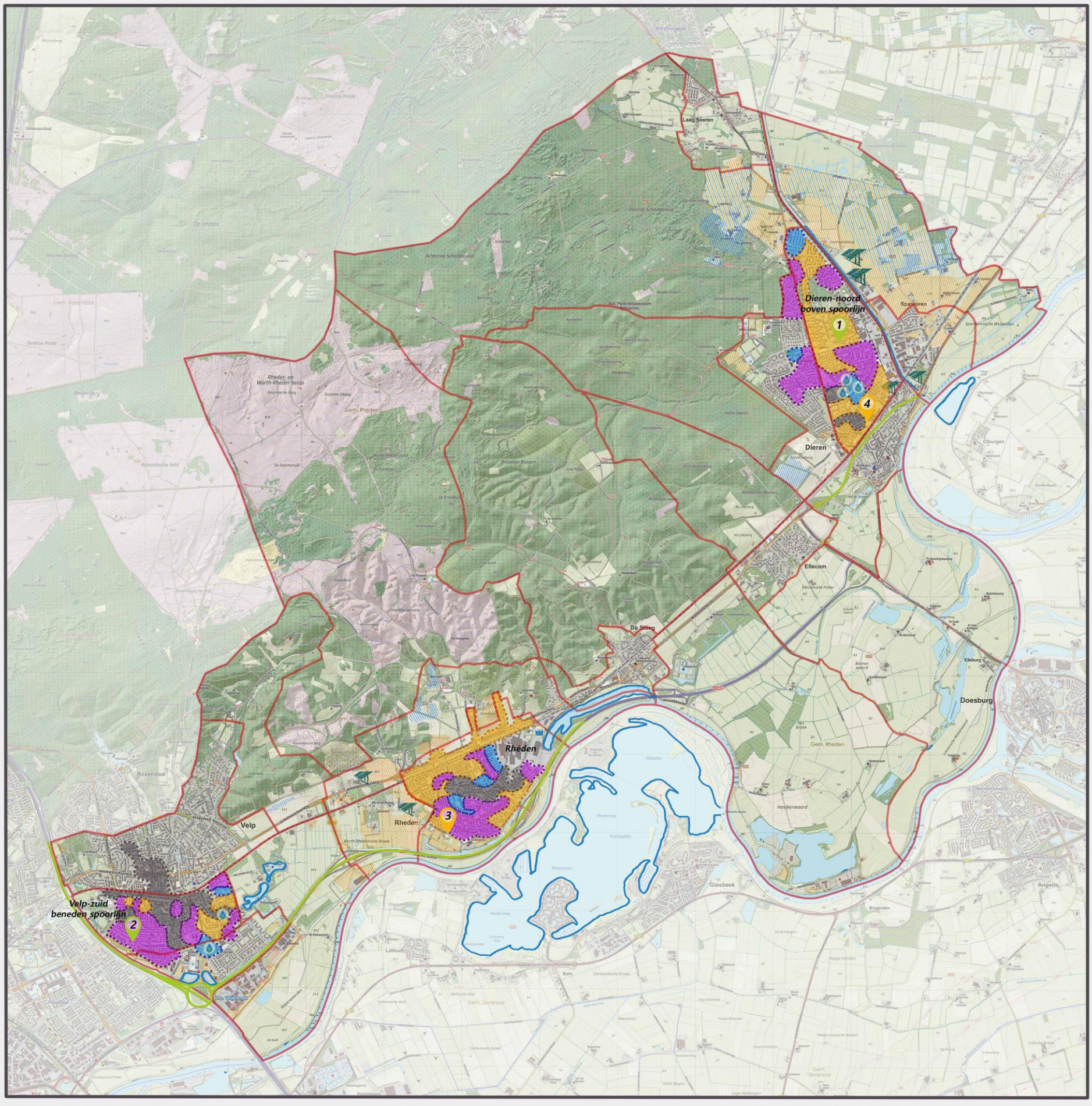
- Gerealiseerd initiatief of initiatief in uitvoering
- Voorgenomen initiatief

Initiatieven

1. Actieve en goed lopende energiecoöperatie in Dieren noord boven spoorlijn
2. Grootschalige renovatie Velp-zuid (tot 2024) en onderzoek naar kansen voor o.a. zonthermie
3. Renovatie 500 woningen Vivare in zuid-Rheden, 2020-2022
4. Renovatie woningen in het 'Supermarktgebied' in Dieren noord boven spoorlijn

Alternatieve warmtevoorzieningen

- Individuele all-electric voorzieningen
- LT/MT collectieve voorziening
- Gebieden waar naar alle waarschijnlijkheid geen LT/MT warmtevoorziening mogelijk is
- Woningen gebouwd tussen 1955 en 1992. Mogelijk kan een deel van deze woningen aansluiten bij de collectieve voorzieningen. Verder hebben deze woningen op dit moment de grootste kans om naar een individuele all-electric configuratie te gaan. Een eventuele toekomstige innovatie is ook nog een alternatief.



Dieren-noord boven spoorlijn
Individuele all-electric & LT/MT collectieve voorziening

Bronnen
- Buitenlucht
- Bodem
- Zonthermie
- TEO uit kanaal
- Lokaal condenswarmte
- Zonnepanelen op daken en velden
- Windmolens

⊕
- Verlaging energielasten mogelijk door individuele configuratie (ook zonnepanelen)
- Bewoners kunnen individueel aan de slag op elk gewenst moment
- Minder infrastructuur voor een warmtenet nodig

⊖
- Geen optimaal gebruik maken van aanwezige bronnen
- Aanzienlijke verzwaring elektriciteitsnet tot elke voordeur
- Weinig woningen die op dit moment goed geïsoleerd zijn

Rheden
Individuele all-electric & LT/MT collectieve voorziening

Bronnen
- Buitenlucht
- Bodem
- TEO uit Steegse Haven en plassen aan de andere zijde van de IJsel
- Zonthermie
- Zonnepanelen op daken en velden
- Windmolens

⊕
- Verlaging energielasten mogelijk door individuele configuratie (ook zonnepanelen)
- Bewoners kunnen individueel aan de slag op elk gewenst moment
- Veel woningen gebouwd na 1995
- Minder infrastructuur voor een warmtenet nodig

⊖
- Geen optimaal gebruik maken van aanwezige bronnen
- Aanzienlijke verzwaring elektriciteitsnet tot elke voordeur

Velp-zuid beneden spoorlijn
Individuele all-electric & LT/MT collectieve voorziening

Bronnen
- Buitenlucht
- Bodem
- Zonthermie
- TEO uit kleine plassen
- Lokaal condenswarmte
- Zonnepanelen op daken en velden
- Windmolens

⊕
- Optimaal gebruik maken van aanwezige bronnen
- Veel ruimte voor zonnevelden
- Bedrijven en instellingen met een aanzienlijke warmtevraag aanwezig
- Veel corporatiebezit
- Veel particuliere woningen, mogelijke pilot voor particulier bezit met bijdrage van actieve energiecoöperatie
- Veel na-oorlogse woningen, goede kans voor aanvullende isolatie

⊖
- Mogelijk te lage woningdichtheid / warmtedichtheid
- Op dit moment weinig goed geïsoleerde woningen
- Aanzienlijke impact op landelijk gebied door zonnevelden
- Plas aan overzijde IJssel is Natura 2000 gebied
- Plas ligt in andere gemeente en ander RES-gebied
- TEO moet onder IJssel door
- Volume TEO onzeker

12 HT-ALTERNATIEVEN

Transitievisie Warmte gemeente Rheden - HT alternatieven

HET ENERGIE BUREAU

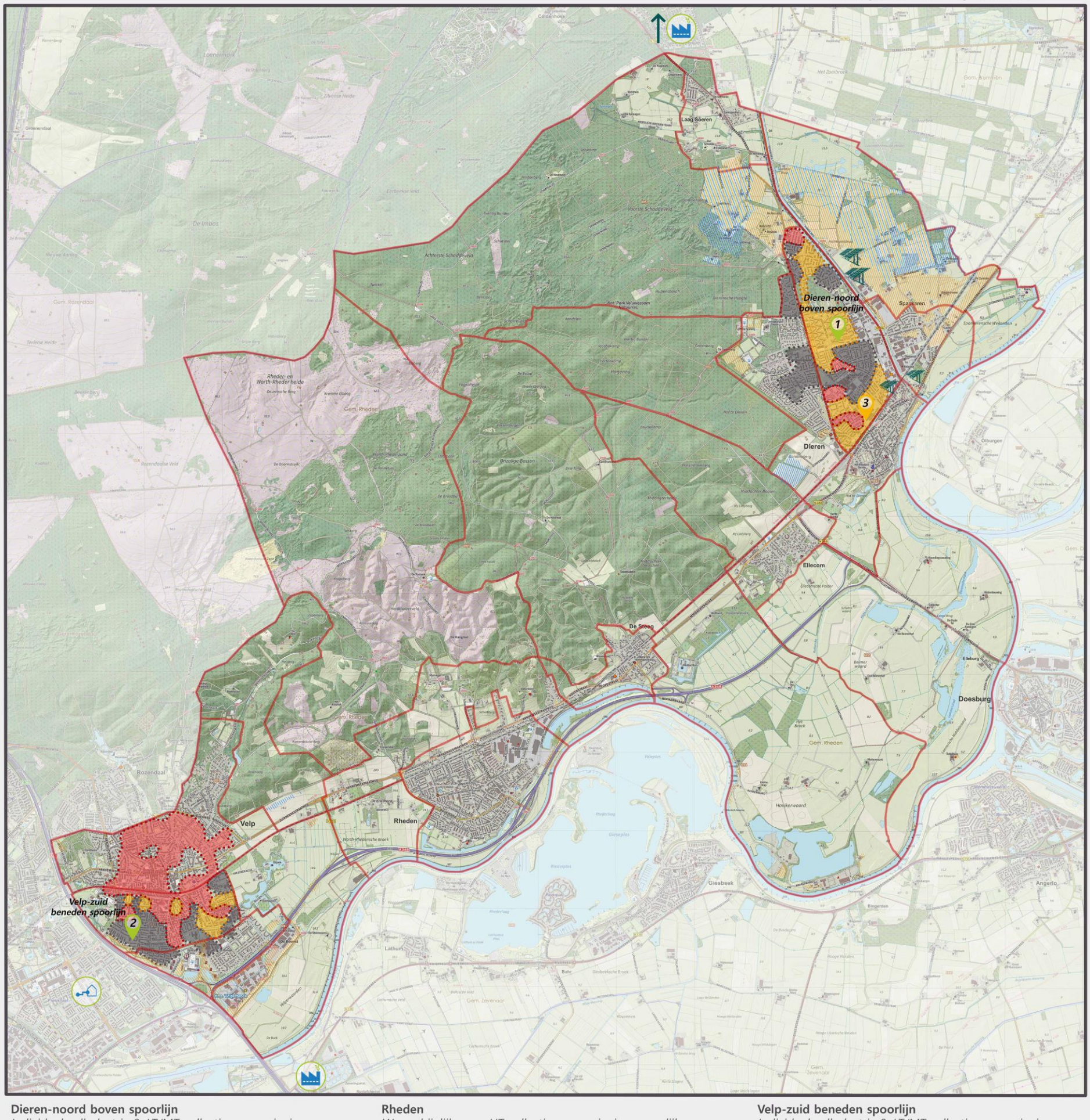
Potentiële warmtebronnen
- Bestaand warmtenet
- Potentiële restwarmte
- Biomassa
- Glastuinbouw
- Condenswarmte
- Warmte uit gemalen en stuwen
- Warmte uit oppervlaktewater
- Warmte uit asfaltcollectoren
- Kansgebieden voor grondgebonden zonnepanelen (elektriciteit en/of zonthermie)

Potentie opwekking duurzame elektriciteit
- Kansgebieden voor grondgebonden zonnepanelen (elektriciteit en/of zonthermie)
- Kansgebieden voor windmolens
- Kansgebieden voor zowel grondgebonden zonnepanelen als windmolens
- Concrete kans zonneveld(en)
- Concrete kans windmolen(s)
- Concrete kans waterkrachtcentrale

Initiatieven gasloos/energiezuinig bouwen en renoveren
- Gerealiseerd initiatief of initiatief in uitvoering
- Voorgenomen initiatief

Initiatieven
1. Actieve en goed lopende energiecoöperatie in Dieren noord boven spoorlijn
2. Grootschalige renovatie Velp-zuid (tot 2024) en onderzoek naar kansen voor o.a. zonthermie
3. Renovatie woningen in het 'Supermarktgebied' in Dieren noord boven spoorlijn

Alternatieve warmtevoorzieningen
- Gebieden waar naar alle waarschijnlijkheid HT-warmte nodig is
- Gebieden waar naar alle waarschijnlijkheid geen HT warmtevoorziening nodig is
- Woningen gebouwd tussen 1955 en 1992. Mogelijk kan een deel van deze woningen aansluiten bij de collectieve voorzieningen. Dit zal op en HT-niveau zijn wanneer aanvullende isolatie niet haalbaar is. Wanneer aanvullende isolatie wel mogelijk is, dan kunnen de woningen middels cascadering van het warmtenet MT-warmte ontvangen. Alle woningen die niet op de collectieve voorziening aangesloten worden, krijgen een all-electric alternatief. Een eventuele toekomstige innovatie is ook nog een alternatief.



Dieren-noord boven spoorlijn
Individuele all-electric & LT/MT collectieve voorziening

Bronnen
- DS Smith Paper De Hoop Mill

⊕
- Minimale aanpassingen aan bestaande woningen nodig
- Optimaal gebruik maken van bestaande bronnen
- Door cascadering van het warmtenet kunnen ook woningen met een relatief goed energielabel profiteren

⊖
- Bron ligt in een andere gemeente en in een ander RES-gebied
- Hoge kosten voor infra structuur door aanzienlijke afstand tussen bron en afnemers
- Bron moet in de toekomst verduurzamen waardoor er waarschijnlijk geen of minder restwarmte beschikbaar is
- Op dit moment is er maar één bron voor het warmtenet beschikbaar

Rheden
Waarschijnlijk geen HT collectieve voorziening mogelijk

Velp-zuid beneden spoorlijn
Individuele all-electric & LT/MT collectieve voorziening

Bronnen
- Bestaand warmtenet in Arnhem met de AVR in Duiven als bron

⊕
- Relatief lage kosten vanwege uitbreiding van bestaand warmtenet
- Minimale aanpassingen aan bestaande woningen nodig
- Optimaal gebruik maken van bestaande bronnen
- Door cascadering van het warmtenet kunnen ook woningen met een relatief goed energielabel profiteren

⊖
- Veel woningen in Velp-zuid worden op dit moment naar energielabel A gerenoveerd, geen HT-warmtenet nodig
- Duurzaamheid van de bron is twijfelachtig
- Op dit moment is er maar één bron voor het warmtenet beschikbaar

13 ALTERNATIEVEN MIDDENGROEP

Buurtnaam	Kenmerken	Alternatieven	Connectie andere buurten?
4. Spankeren	• Naoorlogse bebouwing • Cluster corporatiewoningen • Bedrijventerrein • Ligging aan het kanaal • Ruimte voor grootschalige opwek energie (zon en wind) • Restwarmtebron Verzinkerij Dieren	1. MT/LT collectief (aquathermie en/of zonthermie) 2. All-electric (individuele warmtepomp)	Nee, kanaal is een barrière
5. Dieren-west boven spoorlijn	• Voornamelijk naoorlogse bebouwing, deels jonge woningen • Aanzienlijk aantal corporatiewoningen • Deels hoge woningdichtheid • Ruimte voor grootschalige opwek energie (zon en wind) • Bewonersinitiatief Wijk van de Toekomst	1. MT/LT collectief (aquathermie en/of zonthermie). Let op, in een klein deel van de buurt mogen geen WKO's gerealiseerd worden. 2. All-electric (individuele warmtepomp)	Ja, Dieren-noord boven spoorlijn (zie par. 5.1.1)
6. De Steeg	• Aanzienlijk deel vooroorlogse bebouwing en historische kern • Klein deel jonge woningen • Cluster corporatiewoningen • Ligging aan oppervlaktewater • Ruimte voor grootschalige opwek (zon en wind)	1. MT/LT collectief (aquathermie en/of zonthermie) 2. All-electric (individuele warmtepomp) 3. HT-warmte (hernieuwbaar gas) voor deel historische kern	Nee, bebouwing ligt geïsoleerd van andere buurten
7. Velp-zuid ten zuiden van Waterstraat	• Voornamelijk naoorlogse bebouwing • Kleine deel jonge woningen • Deels hoge woningdichtheid	1. MT/LT collectief (aquathermie, zonthermie en/of asfaltthermie) 2. All-electric (individuele warmtepomp)	Ja, Velp-zuid beneden spoorlijn (zie par. 5.1.3) en naburige gemeente Arnhem

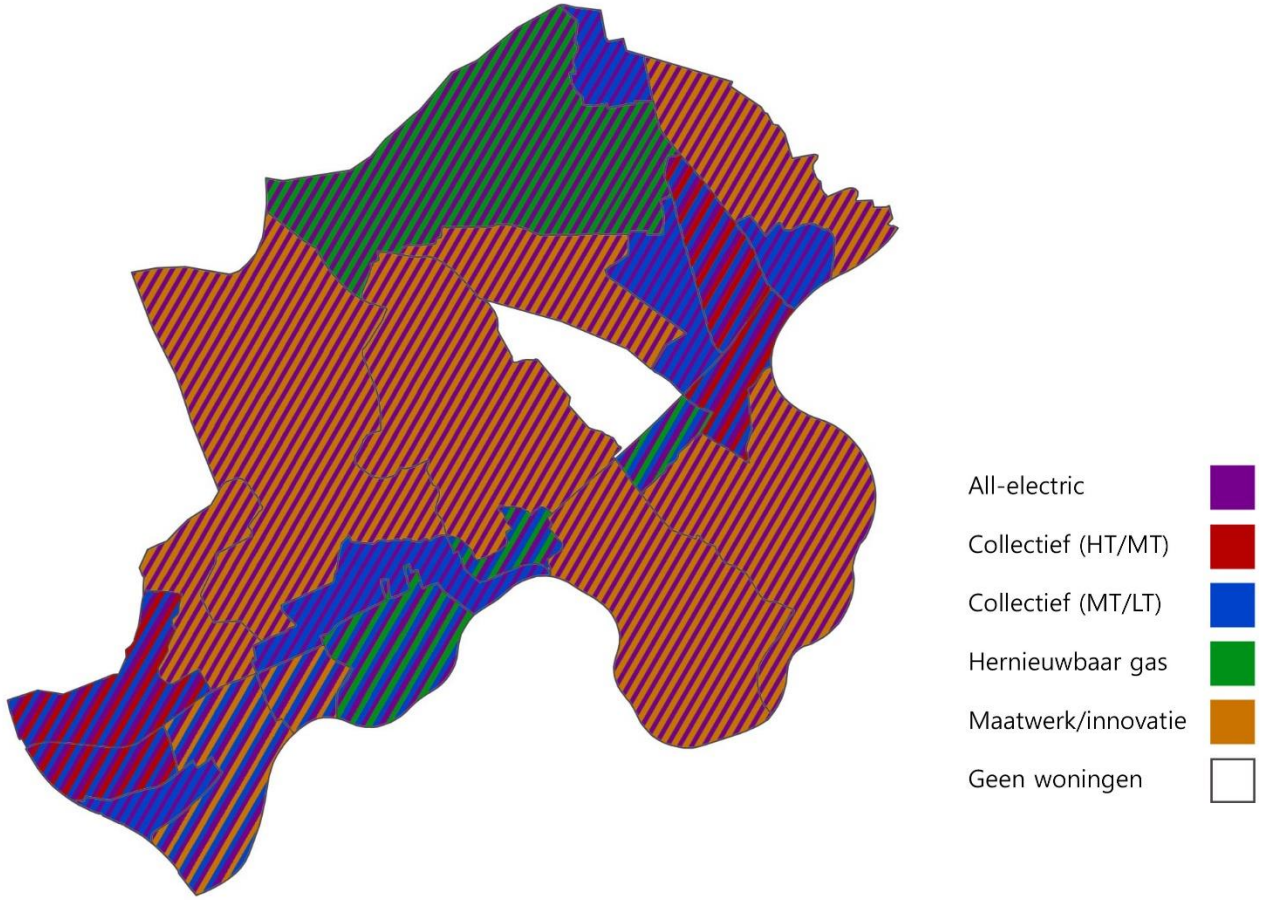
	• Aanzienlijk aantal corporatiewoningen • Ligging een beperkte hoeveelheid oppervlaktewater • Ruimte voor grootschalige opwek (zon) • Ligging aan autowegen A12 en A348		
8. Velp-noord boven spoorlijn	• Voornamelijk vooroorlogse bebouwing met een aanzienlijke historische kern • Kleine clusters jonge woningen • Kleine clusters corporatiewoningen • Kleine clusters hoge woningdichtheid • Hoge warmtedichtheid door aanwezigheid bedrijven & instellingen • Beperkte ruimte voor grootschalige opwek (zon) • Ligging aan autoweg A12	1. All-electric (individuele warmtepomp) 2. HT/MT collectief (bron mogelijk restwarmte) 3. MT/LT collectief (zonthermie)	Ja, Velp-zuid beneden spoorlijn (zie par. 5.1.3) en naburige gemeente Arnhem
9. Dieren-zuid beneden spoorlijn	• Voornamelijk vooroorlogse bebouwing met een aanzienlijke historische kern • Kleine clusters jonge woningen • Aanzienlijke clusters corporatiewoningen • Aanzienlijke clusters met hoge woningdichtheid • Ligging aan oppervlaktewater • Ligging aan Rijksweg N348 • Beperkte ruimte voor grootschalige opwek (zon en wind)	1. HT/MT collectief (bron mogelijk restwarmte) 2. MT/LT collectief (aquathermie, zonthermie en/of asfaltthermie) 3. All-electric (individuele warmtepomp)	Mogelijk Dieren-noord boven spoorlijn, spoorlijn en Rijksweg kan een barrière vormen
10. Verspreide huizen Rheden	• Voornamelijk naoorlogse bebouwing, deels vooroorlogse woningen • Geen corporatiewoningen	1. MT/LT collectief (aquathermie en/of zonthermie) 2. All-electric (individuele warmtepomp)	Ja, Rheden (zie par. 5.1.2)

	• Lage woningdichtheid • Ligging aan oppervlaktewater • Ruimte voor grootschalige opwek energie (zon en wind) • Restwarmtebron De Meteoor Beton BV		
11. Verspreide huizen Havikerwaard en Middachten	• Voornamelijk naoorlogse bebouwing • Geen corporatiewoningen • Zeer lage woningdichtheid • Ligging aan oppervlaktewater • Ruimte voor grootschalige opwek (wind) • Ligging aan autoweg A348	1. All-electric (individuele warmtepomp) 2. Maatwerk/innovatie	Nee, woningdichtheid is zeer laag en bebouwing ligt geïsoleerd van andere buurten
12. Verspreide huizen Fraterwaard en Beimerwaard	• Voornamelijk naoorlogse bebouwing • Geen corporatiewoningen • Zeer lage woningdichtheid • Ligging aan oppervlaktewater • Ruimte voor grootschalige opwek (zon) • Ligging aan autoweg A348 en Rijksweg N348	1. All-electric (individuele warmtepomp) 2. Maatwerk/innovatie	Nee, woningdichtheid is zeer laag en bebouwing ligt geïsoleerd van andere buurten
13. Laag-Soeren	• Voornamelijk naoorlogse bebouwing, deels jonge woningen • Kleine clusters corporatiewoningen • Lage woningdichtheid, lokaal mogelijk gemiddeld • Ligging aan oppervlaktewater • Ruimte voor grootschalige opwek (zon en wind)	1. MT/LT collectief (aquathermie en/of zonthermie) 2. All-electric (individuele warmtepomp)	Nee, bebouwing ligt geïsoleerd van andere buurten
14. Ellecom	• Deels vooroorlogse bebouwing met een aanzienlijke historische kern	1. All-electric (individuele warmtepomp)	Nee, bebouwing ligt geïsoleerd van andere buurten

- Deels jonge woningen
- Kleine clusters corporatiewoningen
- Lage woningdichtheid, lokaal mogelijk gemiddeld
- Ruimte voor grootschalige opwek (zon en wind)
- Ligging aan Rijksweg N348
- In een groot deel van de buurt zijn geen WKO's mogelijk
- Aanwezigheid bewonersinitiatief Ellecom Energie Neutraal

2. MT/LT collectief (zonthermie). Let op, in een groot deel van de buurt mogen geen WKO's gerealiseerd worden.
3. HT-warmte (hernieuwbaar gas) voor deel historische kern

14 ALTERNATIEVE WARMTEVOORZIENINGEN PER BUURT



15 KOSTEN EN BATEN AARDASVRIJE WONINGEN

In de gemeente Rheden bestaat de grootste groep woningen uit rijwoningen (zie ook bijlage 1). Daarom zijn in de onderstaande indicatieve berekeningen de kosten voor isolerende maatregelen van de rijwoningen meegenomen (zie bijlage 7). Een aantal aandachtspunten voor de berekeningen:

- De kosten voor isolatie zijn berekend op basis van het gemiddelde van de bandbreedte zoals die in bijlage 7 berekend is;
- Er is alleen gerekend met de minimum en basis isolatieniveau 's omdat het goed isolatieniveau te ingrijpend en te kostbaar voor bestaande woningen is. In de praktijk zullen bewoners niet naar een goed isolatieniveau toewerken omdat de gehele woning dan op de schop moet. In een incidenteel geval gaan bewoners wel naar dit niveau isoleren, maar dit is niet representatief voor de gehele gemeente of een buurt.
- De energierekening is berekend op basis van kale- en belastingtarieven uit 2020;
- De energierekening voor warmtenetten is gebaseerd op de maximale tarieven (2020) voor warmte, opgesteld door het ACM[24];
- Het aantal zonnepanelen is gebaseerd op de inschatting dat er op een gemiddeld dak 10 zonnepanelen geplaatst kunnen worden;
- All-electric configuraties komen als een van de goedkoopste alternatieven uit de berekeningen. Waarschijnlijk gaan de kosten voor deze alternatieven nog stijgen omdat de investeringen in het elektriciteitsnetwerk nog niet in de huidige netwerktarieven verwerkt zijn. Aangezien woningen met een all-electric configuratie een aanzienlijk elektriciteitsrekening hebben, tikt elke verhoging behoorlijk aan.
- Hernieuwbaar gas komt als goedkoopste uit de berekeningen. Dit komt doordat er zowel in als buiten de woningen nauwelijks investeringen nodig zijn. De woning hoeft niet perse aanvullend geïsoleerd te worden, de installaties kunnen behouden blijven en het bestaande aardgasnet kan ook behouden blijven. Er is echter bij lange na (nog) niet voldoende hernieuwbaar gas beschikbaar om in de vraag te voldoen (zie bijlage 2).

[24] https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven

Woning gebouwd voor 1920

	Huidige situatie (aardgas)	Isoleren		Elektrisch koken	LT-radiatoren	Aardgasloos alternatief				Duurzame opwekking	Totaal HT/MT warmtenet	Totaal LT/MT warmtenet	Totaal all-electric	Totaal hernieuw-baar gas
		Minimum	Basis			HT-Warmtenet	MT-Warmtenet	All-electric	Hernieuw-baar gas	Zonne-panelen				
Benodigde investeringen	-	€ 10.367	€ 14.735	€ 1.600	€ 3.500	€ 4.511	€ 4.511	€ 12.500	€ 0	€ 3.250	€ 19.728	€ 27.596	€ 35.585	€ 15.217
Energiegebruik														
Elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)	3.329	0	0	175	0	0	0	4.500	0	-2.925	579	579	5.079	586
Aardasgebruik (m^3/jaar)	2.513	-754	-1.005	0	0	-1.759	-1.508	-1.508	-1.759	0	0	0	0	0
Warmte (GJ)	-	-	-	-	-	103	48	-	-	-	103	48	-	-
Hernieuwbaar gas	-	-	-	-	-	-	-	-	2.513	-	-	-	-	1.759
Finaciële lasten														
Netto financieringslasten	€ 0	€ 438	€ 624	€ 66	€ 150	€ 192	€ 192	€ 528	€ 0	€ 144	€ 840	€ 1.176	€ 1.512	€ 648
Energierekening	€ 3.587	€ 2.951	€ 2.739	€ 3.626	€ 3.587	€ 4.357	€ 2.907	€ 2.154	€ 3.587	€ 2.946	€ 3.754	€ 2.304	€ 1.551	€ 2.350
Totale jaarlijkse kosten	**€ 3.587**	**€ 3.389**	**€ 3.363**	**€ 3.692**	**€ 3.737**	**€ 4.549**	**€ 3.099**	**€ 2.682**	**€ 3.587**	**€ 3.090**	**€ 4.594**	**€ 3.480**	**€ 3.063**	**€ 2.998**
Totale maandelijkse kosten	**€ 299**	**€ 282**	**€ 280**	**€ 308**	**€ 311**	**€ 379**	**€ 258**	**€ 224**	**€ 299**	**€ 257**	**€ 383**	**€ 290**	**€ 255**	**€ 250**

Woning gebouwd tussen 1920 en 1945

	Huidige situatie (aardgas)	Isoleren		Elektrisch koken	LT-radiatoren	Aardgasloos alternatief				Duurzame opwekking	Totaal HT/MT warmtenet	Totaal LT/MT warmtenet	Totaal all-electric	Totaal hernieuw-baar gas
		Minimum	Basis			HT-Warmtenet	MT-Warmtenet	All-electric	Hernieuw-baar gas	Zonne-panelen				
Benodigde investeringen	-	€ 4.607	€ 8.084	€ 1.600	€ 3.500	€ 4.511	€ 4.511	€ 12.500	€ 0	€ 3.250	€ 13.968	€ 20.944	€ 28.934	€ 9.457
Energiegebruik														
Elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)	2.781	0	0	175	0	0	0	4.500	0	-2.925	31	31	4.531	38
Aardasgebruik (m^3/jaar)	1.891	-567	-756	0	0	-1.323	-1.134	-1.134	-1.323	0	0	0	0	0
Warmte (GJ)	-	-	-	-	-	78	36	-	-	-	78	36	-	-
Hernieuwbaar gas	-	-	-	-	-	-	-	-	1.891	-	-	-	-	1.323
Finaciële lasten														
Netto financieringslasten	€ 0	€ 192	€ 342	€ 66	€ 150	€ 192	€ 192	€ 528	€ 0	€ 144	€ 594	€ 894	€ 1.230	€ 402
Energierekening	€ 2.942	€ 2.464	€ 2.304	€ 2.981	€ 2.942	€ 3.570	€ 2.479	€ 2.034	€ 2.942	€ 2.301	€ 2.967	€ 1.876	€ 1.431	€ 1.862
Totale jaarlijkse kosten	**€ 2.942**	**€ 2.656**	**€ 2.646**	**€ 3.047**	**€ 3.092**	**€ 3.762**	**€ 2.671**	**€ 2.562**	**€ 2.942**	**€ 2.445**	**€ 3.561**	**€ 2.770**	**€ 2.661**	**€ 2.264**
Totale maandelijkse kosten	**€ 245**	**€ 221**	**€ 221**	**€ 254**	**€ 258**	**€ 314**	**€ 223**	**€ 213**	**€ 245**	**€ 204**	**€ 297**	**€ 231**	**€ 222**	**€ 189**

Woning gebouwd tussen 1945 en 1975

	Huidige situatie (aardgas)	Isoleren		Elektrisch koken	LT-radiatoren	Aardgasloos alternatief				Duurzame opwekking	Totaal HT/MT warmtenet	Totaal LT/MT warmtenet	Totaal all-electric	Totaal hernieuw-baar gas
		Minimum	Basis			HT-Warmtenet	MT-Warmtenet	All-electric	Hernieuw-baar gas	Zonne-panelen				
Benodigde investeringen	-	€ 4.652	€ 8.235	€ 1.600	€ 3.500	€ 4.511	€ 4.511	€ 12.500	€ 0	€ 3.250	€ 14.013	€ 21.095	€ 29.085	€ 9.502
Energiegebruik														
Elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)	2.752	0	0	175	0	0	0	4.500	0	-2.925	2	2	4.502	9
Aardasgebruik (m^3/jaar)	1.769	-265	-707	0	0	-1.503	-1.061	-1.061	-1.503	0	0	0	0	0
Warmte (GJ)	-	-	-	-	-	64	34	-	-	-	64	34	-	-
Hernieuwbaar gas	-	-	-	-	-	-	-	-	1.769	-	-	-	-	1.503
Finaciële lasten														
Netto financieringslasten	€ 0	€ 198	€ 348	€ 66	€ 150	€ 192	€ 192	€ 528	€ 0	€ 144	€ 600	€ 900	€ 1.236	€ 408
Energierekening	€ 2.833	€ 2.609	€ 2.236	€ 2.871	€ 2.833	€ 3.214	€ 2.412	€ 2.027	€ 2.833	€ 2.192	€ 2.611	€ 1.809	€ 1.425	€ 2.008
Totale jaarlijkse kosten	**€ 2.833**	**€ 2.807**	**€ 2.584**	**€ 2.937**	**€ 2.983**	**€ 3.406**	**€ 2.604**	**€ 2.555**	**€ 2.833**	**€ 2.336**	**€ 3.211**	**€ 2.709**	**€ 2.661**	**€ 2.416**
Totale maandelijkse kosten	**€ 236**	**€ 234**	**€ 215**	**€ 245**	**€ 249**	**€ 284**	**€ 217**	**€ 213**	**€ 236**	**€ 195**	**€ 268**	**€ 226**	**€ 222**	**€ 201**

Woning gebouwd tussen 1975 en 1995

	Huidige situatie (aardgas)	Isoleren		Elektrisch koken	LT-radiatoren	Aardgasloos alternatief				Duurzame opwekking	Totaal HT/MT warmtenet	Totaal LT/MT warmtenet	Totaal all-electric	Totaal hernieuw-baar gas
		Minimum	Basis			HT-Warmtenet	MT-Warmtenet	All-electric	Hernieuw-baar gas	Zonne-panelen				
Benodigde investeringen	-	€ 0	€ 5.259	€ 1.600	€ 3.500	€ 4.511	€ 4.511	€ 12.500	€ 0	€ 3.250	€ 9.361	€ 18.120	€ 26.109	€ 4.850
Energiegebruik														
Elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)	2.925	0	0	175	0	0	0	4.500	0	-2.925	175	175	4.675	182
Aardasgebruik (m^3/jaar)	1.525	0	-457	0	0	-1.525	-1.067	-1.067	-1.525	0	0	0	0	0
Warmte (GJ)	-	-	-	-	-	48	34	-	-	-	48	34	-	-
Hernieuwbaar gas	-	-	-	-	-	-	-	-	1.525	-	-	-	-	1.525
Finaciële lasten														
Netto financieringslasten	€ 0	€ 0	€ 222	€ 66	€ 150	€ 192	€ 192	€ 528	€ 0	€ 144	€ 402	€ 774	€ 1.110	€ 210
Energierekening	€ 2.665	€ 2.665	€ 2.279	€ 2.704	€ 2.665	€ 2.832	€ 2.455	€ 2.065	€ 2.665	€ 2.024	€ 2.229	€ 1.852	€ 1.463	€ 2.064
Totale jaarlijkse kosten	**€ 2.665**	**€ 2.665**	**€ 2.501**	**€ 2.770**	**€ 2.815**	**€ 3.024**	**€ 2.647**	**€ 2.593**	**€ 2.665**	**€ 2.168**	**€ 2.631**	**€ 2.626**	**€ 2.573**	**€ 2.274**
Totale maandelijkse kosten	**€ 222**	**€ 222**	**€ 208**	**€ 231**	**€ 235**	**€ 252**	**€ 221**	**€ 216**	**€ 222**	**€ 181**	**€ 219**	**€ 219**	**€ 214**	**€ 189**

Woning gebouwd tussen 1995 en 2007

	Huidige situatie (aardgas)	Isoleren		Elektrisch koken	LT-radiatoren	Aardgasloos alternatief				Duurzame opwekking	Totaal HT/MT warmtenet	Totaal LT/MT warmtenet	Totaal all-electric	Totaal hernieuw-baar gas
		Minimum	Basis			HT-Warmtenet	MT-Warmtenet	All-electric	Hernieuw-baar gas	Zonne-panelen				
Benodigde investeringen	-	€ 0	€ 1.650	€ 1.600	€ 3.500	€ 4.511	€ 4.511	€ 12.500	€ 0	€ 3.250	€ 9.361	€ 14.511	€ 22.500	€ 4.850
Energiegebruik														
Elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)	3.012	0	0	175	0	0	0	4.500	0	-2.925	262	262	4.762	269
Aardasgebruik (m^3/jaar)	1.390	0	-278	0	0	-1.390	-1.112	-1.112	-1.390	0	0	0	0	0
Warmte (GJ)	-	-	-	-	-	44	35	-	-	-	44	35	-	-
Hernieuwbaar gas	-	-	-	-	-	-	-	-	1.390	-	-	-	-	1.390
Finaciële lasten														
Netto financieringslasten	€ 0	€ 0	€ 72	€ 66	€ 150	€ 192	€ 192	€ 528	€ 0	€ 144	€ 402	€ 624	€ 960	€ 210
Energierekening	€ 2.571	€ 2.571	€ 2.336	€ 2.609	€ 2.571	€ 2.740	€ 2.511	€ 2.084	€ 2.571	€ 1.930	€ 2.138	€ 1.908	€ 1.482	€ 1.970
Totale jaarlijkse kosten	**€ 2.571**	**€ 2.571**	**€ 2.408**	**€ 2.675**	**€ 2.721**	**€ 2.932**	**€ 2.703**	**€ 2.612**	**€ 2.571**	**€ 2.074**	**€ 2.540**	**€ 2.532**	**€ 2.442**	**€ 2.180**
Totale maandelijkse kosten	**€ 214**	**€ 214**	**€ 201**	**€ 223**	**€ 227**	**€ 244**	**€ 225**	**€ 218**	**€ 214**	**€ 173**	**€ 212**	**€ 211**	**€ 203**	**€ 182**

Woning gebouwd na 2007

	Huidige situatie (aardgas)	Isoleren		Elektrisch koken	LT-radiatoren	Aardgasloos alternatief				Duurzame opwekking	Totaal HT/MT warmtenet	Totaal LT/MT warmtenet	Totaal all-electric	Totaal hernieuw-baar gas
		Minimum	Basis			HT-Warmtenet	MT-Warmtenet	All-electric	Hernieuw-baar gas	Zonne-panelen				
Benodigde investeringen	-	€ 0	€ 0	€ 1.600	€ 3.500	€ 4.511	€ 4.511	€ 12.500	€ 0	€ 3.250	€ 9.361	€ 12.861	€ 20.850	€ 4.850
Energiegebruik														
Elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)	2.829	0	0	175	0	0	0	4.500	0	-2.925	79	79	4.579	86
Aardasgebruik (m^3/jaar)	1.159	0	0	0	0	-1.159	-1.159	-1.159	-1.159	0	0	0	0	0
Warmte (GJ)	-	-	-	-	-	37	37	-	-	-	37	37	-	-
Hernieuwbaar gas	-	-	-	-	-	-	-	-	1.159	-	-	-	-	1.159
Finaciële lasten														
Netto financieringslasten	€ 0	€ 0	€ 0	€ 66	€ 150	€ 192	€ 192	€ 528	€ 0	€ 144	€ 402	€ 552	€ 888	€ 210
Energierekening	€ 2.336	€ 2.336	€ 2.336	€ 2.374	€ 2.336	€ 2.509	€ 2.509	€ 2.044	€ 2.336	€ 1.694	€ 1.906	€ 1.906	€ 1.441	€ 1.734
Totale jaarlijkse kosten	**€ 2.336**	**€ 2.336**	**€ 2.336**	**€ 2.440**	**€ 2.486**	**€ 2.701**	**€ 2.701**	**€ 2.572**	**€ 2.336**	**€ 1.838**	**€ 2.308**	**€ 2.458**	**€ 2.329**	**€ 1.944**
Totale maandelijkse kosten	**€ 195**	**€ 195**	**€ 195**	**€ 203**	**€ 207**	**€ 225**	**€ 225**	**€ 214**	**€ 195**	**€ 153**	**€ 192**	**€ 205**	**€ 194**	**€ 162**