
Verkenning gemeente Barneveld aardgasvrij

Wat zijn de eerste stappen op weg naar een aardgasvrij Barneveld?

Definitief

11 maart 2019



Verkenning gemeente Barneveld aardgasvrij

Wat zijn de eerste stappen op weg naar een aardgasvrij Barneveld?

Datum: 11 maart 2019
Projectnummer: 17243
Status: definitief

Opdrachtgever: Gemeente Barneveld (GLD.)
K. van Houwelingen - Vreekamp
Postbus 63
3770 AB BARNEVELD

Uitgevoerd door: DWA B.V.
Duitslandweg 4
Postbus 274
2410 AG BODEGRAVEN
telefoonnummer 088 - 163 53 00
e-mailadres dwa@dwa.nl

Auteur: ing. P. Wagenmakers

Co-lezer: drs. J. van der Heide

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
1.1 Naar aardgasvrij	5
1.2 De opgave	5
1.3 Aanpak onderzoek	6
1.4 Scope van de verkenning	7
1.5 Leeswijzer	8
2 Barneveld aardgasvrij	9
2.1 Alternatieven voor aardgas	9
3 Buurtanalyse	12
3.1 Scenario's	12
3.1.1 Referentie op gas	12
3.1.2 Scenario 1; alles op een warmtenet	13
3.1.3 Scenario 2: alles all-electric	15
3.1.4 Scenario 3: ideale mix van warmtenet en all-electric	15
3.2 Advies	18
4 Buurtkeuze	19
4.1 Criteria	19
4.2 Weging criteria	20
5 Aan de slag	21
5.1 Communicatiestrategie en projectplan	21
5.2 Organisatie informatiebijeenkomsten	21
5.3 Werkateliers	22
5.4 Realisatie	22
5.5 Nader onderzoek warmteaanbod	22

Bijlagen

Bijlage I Alternatieven voor aardgas	24
I.i Omgaan met onzekerheid	24
I.i Alternatieven	24
I.ii Kwantitatief en kwalitatief	25
I.iii Implicaties technische keuze	25
I.iv Duurzame gassen	26
I.v Bronnen voor een warmtenet	28
I.vi Bronnen voor elektriciteit	29
I.vii Marktrijpheid	30
Bijlage II Overzicht van subvarianten	31
Bijlage III Onderbouwing financiële analyse	50
III.i Gebouwcategorieën	50
III.ii Data over energievraag	50
III.iii Kostenkentallen	52
III.iv Uitkomsten financiële analyse	53
Bijlage IV Uitwerking afweging per criterium	55
Bijlage V Kaartmateriaal gemeente Barneveld	61

Samenvatting

De Nederlandse overheid heeft de doelstelling geformuleerd om in 2050 de CO₂-uitstoot te reduceren naar nul. Dit betekent dat ook de energievoorziening volledig duurzaam moet zijn en er geen gebruik meer gemaakt wordt van aardgas.

De gemeenten spelen in deze transitie een belangrijke rol. In het Interbestuurlijk Programma is door de VNG afgesproken dat er regionale energie- en klimaatstrategieën worden gemaakt en dat alle gemeenten uiterlijk in 2021 een beeld hebben van de transitie naar aardgasvrij. Voor alle buurten die volgens de planning van de gemeente vóór 2030 van het aardgas af gaan, moet dan bekend zijn wat het alternatief voor aardgas is.

In navolging op de afspraken in het Interbestuurlijk Programma heeft gemeente Barneveld samen met Woningstichting Barneveld en Liander aan DWA de opdracht gegeven een technische verkenning uit te voeren naar de mogelijkheden voor realisatie van een aardgasvrij Barneveld in 2050. Deze verkenning zal de basis vormen voor een gemeentelijke warmtevisie.

Analyse aardgasvrije energievoorziening

De transitie naar een aardgasvrije samenleving is een enorme opgave, waarvan op dit moment nog onzeker is hoe onze energievoorziening er tegen die tijd uit ziet. Er zijn verschillende technieken denkbaar en beschikbaar om een aardgasvrije energievoorziening te realiseren. Om als gemeente hierin richting te bepalen, zijn drie scenario's uitgewerkt, variërend in schaalgrootte en temperatuurniveau.

- Scenario 1: alles op een warmtenet.
- Scenario 2: alles all-electric.
- Scenario 3: ideale mix warmtenet/all -electric.

Uit de analyse komt naar voren dat vanuit financieel en energetisch oogpunt een warmtenet in de kern van Barneveld en de buurten daar omheen (De Lors en Oldebarneveld) het meest optimaal is. Voor de overige kernen en buitengebieden is een all-electric oplossing (met een individuele energievoorziening per woning, gebouw of klein collectief per blok, straat of buurt) het meest optimaal.

Voor de realisatie van een warmtenet is uitgegaan van geothermie als warmtebron. Andere warmtebronnen zijn echter ook mogelijk: bij daadwerkelijke realisatie heeft een *open warmtenet* waarop meerdere warmtebronnen kunnen worden aangesloten, de voorkeur.

Kansrijke buurten

Naast het maken van keuzes in de te realiseren energievoorziening is het van belang te bepalen waar het beste gestart kan worden binnen de gemeente. Om hier inzicht in te krijgen, zijn door de projectgroep criteria gedefinieerd die van belang zijn bij het maken van keuzes. Vervolgens is met behulp van deze criteria voor drie perspectieven een top-5 aan buurten opgesteld die het meest in aanmerking komen om te starten. De selectie is gemaakt op basis van de volgende drie perspectieven.

- Bewoners: waar zijn al initiatieven in de wijk en is het betaalbaar?
- Werk met werk maken: waar gaat de komende jaren de schop in de grond en kunnen we werkzaamheden combineren?
- Analytisch: hoe kunnen we de transitie zo effectief mogelijk realiseren?

Advies

Op basis van deze resultaten wordt geadviseerd om voor de kern Barneveld de haalbaarheid van een warmtenet nader te onderzoeken. Voor de kleinere kernen is een oplossing op buurt- of gebouwniveau meer voor de hand liggend. Hierbij kan gedacht worden aan een individuele all-electric oplossing of een kleinschalig warmtenet met warmte-koudeopslag of biomassa. Voor de buitengebieden zal op individueel niveau een aardgasvrij alternatief gerealiseerd moeten worden. Dit kan een all-electric oplossing zijn of op de langere termijn mogelijk een alternatief duurzaam gas.

Ten aanzien van de route naar een aardgasvrij Barneveld wordt geadviseerd een parallel traject te volgen.

- 1 Nader onderzoek naar de haalbaarheid van een warmtenet in een van de kansrijke buurten (bijvoorbeeld de kern Barneveld met De Lors en Oldenbarneveldt als tweede stap).
- 2 Starten met de uitfasering van aardgas in een buurt waar een warmtenet niet het meest voor de hand liggend is.

1 Inleiding

1.1 Naar aardgasvrij

Miljoenen huishoudens in Nederland maken momenteel dagelijks gebruik van aardgas om de woning warm te houden, te douchen en te koken en er zijn eigenlijk geen één-op-één-alternatieven voor handen die deze functies kunnen overnemen.

De Nederlandse overheid heeft de doelstelling geformuleerd om in 2050 de CO₂-uitstoot te reduceren naar nul. Dit betekent dat ook de energievoorziening volledig duurzaam moet zijn en er geen gebruik meer gemaakt wordt van aardgas.

De ambitie voor een aardgasvrije samenleving volgt uit de afspraken van het Klimaatakkoord van Parijs (2015) en de Energieagenda van de regering (2016).

In het Interbestuurlijk Programma is door de VNG afgesproken dat er regionale energie- en klimaatstrategieën worden gemaakt en dat alle gemeente uiterlijk in 2021 een beeld hebben van de transitie naar aardgasvrij. Voor alle buurten die volgens de planning van de gemeente vóór 2030 van het aardgas afgaan, moet bekend zijn wat het alternatief voor aardgas is.

In navolging op de afspraken in het Interbestuurlijk Programma heeft gemeente Barneveld aan DWA de opdracht gegeven een technische verkenning te doen van de mogelijkheden voor een aardgasvrij Barneveld in 2050, die de basis vormt voor en uiteindelijk resulteert in een gemeentelijke warmtevisie.

Opdrachtverkenning aan DWA

Hoe verwarmen wij Barneveld straks zonder aardgas?

- Wat zijn de mogelijkheden en waar liggen de kansen?
- Welke initiatieven zijn er waar op ingespeeld kan worden?
- Hoe creëer je draagvlak bij bewoners?
- Waar start je?
- Hoe kijk je tegen de verschillende technologieën aan?
- Wat is de fasering?
- Wat kost? Wie betaalt wat? Wat kost het voor bewoners?

In dit rapport worden de resultaten van deze verkenning beschreven.

1.2 De opgave

De opgave voor Barneveld is groot. In Barneveld zijn circa 22.000 woningen waarvan zo'n 66% particulier bezit is, 19% corporatiebezit en 13% particuliere verhuur. Van de overige 2% is niet bekend wie het bezit (www.allecijfers.nl). Als wij over 32 jaar alle woningen aardgasvrij willen hebben, betekent dit dat er elk jaar gemiddeld 680 woningen moeten worden aangepast. Gemeente Barneveld is hard bezig dit proces op te starten.

1.3 Aanpak onderzoek

De transitie naar een aardgasvrije samenleving is een enorme opgave, waarvan op dit moment nog onzeker is hoe onze energievoorziening er tegen die tijd uit ziet. Wij zien de contouren, maar het detailplaatje blijft onscherp.



Het is zaak pragmatisch om te gaan met deze onzekerheid, want één ding is zeker: de onzekerheid verdwijnt alleen als wij daadwerkelijk bewegen naar een duurzame oplossing. Als er nu geen keuzes gemaakt worden en stappen worden gezet, is over twintig jaar het eindplaatje nog steeds onzeker en hebben wij weinig extra ervaring opgedaan met de werking en de sociale impact van duurzame alternatieven.

Eén beste weg naar een aardgasvrij Barneveld bestaat niet. Er zijn verschillende alternatieven beschikbaar, allemaal met hun eigen voor- en nadelen. Voor de uitvoering van deze verkenning hanteren wij daarom de volgende aanpak.

Werk met werk

Per buurt wordt er gekeken naar 'aangrijpingspunten' als een mogelijke start of reden voor een goed gesprek over de energietransitie. Gaat de straat open omdat de riolering, het gasnet of de bestrating vervangen moeten worden? Biedt de aard van de bebouwing aanleiding om in te zetten op vergaande energiebesparing of op een collectieve energievoorziening? Gaat een woningcorporatie haar bezit in die buurt de komende tijd renoveren? Dan zijn dat kansen om werk met werk te maken, die omarmt moet worden.

Analyse

Wij kijken voor een concreet handelingsperspectief naar een aantal technieken vanuit het perspectief van *marktrijpheid* en vanuit *bruikbaarheid* voor woningen. Wat zijn nu al bruikbare kansen en welke niet? Welke ontwikkelingen bieden waarschijnlijk kansen voor de toekomst en welke waarschijnlijk niet?

Wanneer wij naar de techniek achter al deze innovaties kijken, wordt duidelijk dat de meeste van deze nieuwe technieken een variatie op een thema zijn. De verschillende soorten warmtepompen bijvoorbeeld zijn subtiel verschillend, maar de technische vereisten (vergaande isolatie en laagtemperatuurverwarming) zijn hetzelfde. De kosten van deze varianten verschillen ook slechts binnen een bepaalde bandbreedte. Ook warmtenetten en duurzame gassen vormen zo'n thema.

Door te kijken naar *eigenschappen* van technische opties, in plaats van iedere specifieke optie apart te belichten, wordt de veelheid aan opties ingeperkt en wordt het keuzepalet overzichtelijker. Het is om die reden dat wij focus aanbrengen op drie technische concepten: een (aard)gas-referentie, een warmtenet en een individuele all-electric-oplossing.

Wij maken voor deze drie technische concepten de kenmerkende kosten en uitdagingen inzichtelijk. Het doel hiervan is om ook bij variaties op deze concepten een goed gevoel te krijgen van de ordegrootte van kosten en praktische implicaties.

In combinatie met de aangrijpingspunten ontstaat zo een beeld met de meest kansrijke buurten waar kan worden gestart met bewonersgesprekken om de buurt aardgasvrij te maken.

Rol gemeente

Met het vaststellen van de nationale Energieagenda (2016) heeft de gemeente de regierol gekregen over de lokale energievoorziening. Met kennis van de lokale kansen en obstakels heeft de gemeente immers een uitstekende uitgangspositie om met de belangrijkste spelers in gesprek te gaan en afspraken te maken. De regierol vraagt enerzijds om bevoegdheden. Daar wordt op rijksniveau aan gewerkt. Die rol vraagt tegelijkertijd om een helder beeld van de staat van de energievoorziening in de gemeente en op handen zijnde kansrijke ontwikkelingen die mogelijk een aangrijpingspunt of juist een belemmering kunnen zijn voor de transitie.

Deze verkenning biedt de gemeente om die reden ook handvatten om het gesprek te voeren met bewoners, (lokale) ondernemers, instellingen en andere organisaties en stakeholders; gemeentebreed of per buurt.

De initiatiefnemers van dit onderzoek zijn gemeente Barneveld, Woningstichting Barneveld en Liander. Als inwonervertegenwoordiging hebben de energieambassadeurs meegepraat en -gedacht.

1.4 Scope van de verkenning

De verkenning dient als eerste aanzet voor het realiseren van een aardgasvrij Barneveld. Het onderzoek is hierbij als volgt afgebakend.

- 1 Deze verkenning beperkt zich tot de warmtevraag voor ruimteverwarming en warmtapwateropwekking en aardgasvrij koken van woningen en utiliteit binnen de gemeentegrenzen van Barneveld.
- 2 Hoewel deze verkenning een begin aanreikt voor het verduurzamen van de gemeente moet men zich wel realiseren dat deze is opgesteld met de kennis en technieken van nu. Deze kennis en technieken ontwikkelen zich in een vlot tempo. Daarom dient deze visie periodiek te worden herzien. De visie die nu voor u ligt, biedt in ieder geval voor de komende vijf jaar een handvat.
- 3 In de verkenning is uitgegaan van het buurtniveau als logische, geografische en sociale eenheid om de komende tijd aan de slag te gaan. Dit beperkt zich niet tot buurt-, wijk- of zelfs gemeentegrenzen, maar als startpunt van actie lijkt dat een pragmatische keuze, bijvoorbeeld vanwege de vaak gelijksoortige bebouwing en daarmee vergelijkbare woningkenmerken.
- 4 Keuzevrijheid bewoners.
Het is prettig om bewoners zo lang mogelijk zoveel mogelijk keuzevrijheid te geven. Er zullen echter keuzes gemaakt moeten worden. De verkenning vormt de basis om daarover de komende periode met elkaar in gesprek te gaan.
- 5 Betaalbaarheid.
Betaalbaarheid voor bewoners is een essentieel uitgangspunt. Gefocust zal daarom worden op technieken die nu marktrijp zijn.

6 Betrekken van stakeholders.

Er zijn vaak meerdere oplossingen mogelijk. Welke oplossing het beste past, is tot op zekere hoogte te berekenen of af te leiden uit data, maar de ervaring leert dat de randvoorwaarden en wensen van betrokken stakeholders hier uiteindelijk bepalend in zijn. Deze verkenning wordt daarom samen met Woningstichting Barneveld opgesteld en vormt de input om het gesprek aan te kunnen gaan met de inwoners en ondernemers.

7 Het Rijk moet meedoen.

Om te voorkomen dat er keuzes gemaakt worden of investeringen worden gedaan die later onnodig blijken, zijn er instrumenten en kennis nodig. Het Rijk is daarom een belangrijke gesprekspartner. Een rijksbrede communicatiestrategie, waarop de gemeente Barneveld en haar partners kunnen aanhaken, zou daarbij helpen.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 leggen wij de focus op relevante alternatieven voor aardgas. In hoofdstuk 3 wordt er ingezoomd op de kosten van de oplossingsrichtingen. In hoofdstuk 4 worden de buurten beoordeeld en wordt er gekeken welke aanknopingspunten er zijn om een buurt als 'startbuurt' aan te wijzen. In hoofdstuk 5 worden de eventuele vervolgstappen in kaart gebracht. Voor de achterliggende analyses en uitwerkingen verwijzen wij naar de bijlagen, als naslagwerk bij deze visie.

2 Barneveld aardgasvrij

2.1 Alternatieven voor aardgas

Wanneer er wordt gekeken naar alternatieven voor aardgas kan er een eenvoudige driedeling worden gevonden waarin wij alle technieken en concepten kunnen indelen:



'Nieuwe' ontwikkelingen, zoals de toepassing van waterstof, is ook in te delen in deze drie categorieën (in dit geval onder 'gas'). Echter, zoals gesteld in de uitgangspunten, zijn dit soort ontwikkelingen niet meegenomen in de visie, aangezien dit geen techniek is die in de komende vijf jaar op grote schaal kan worden gebruikt.

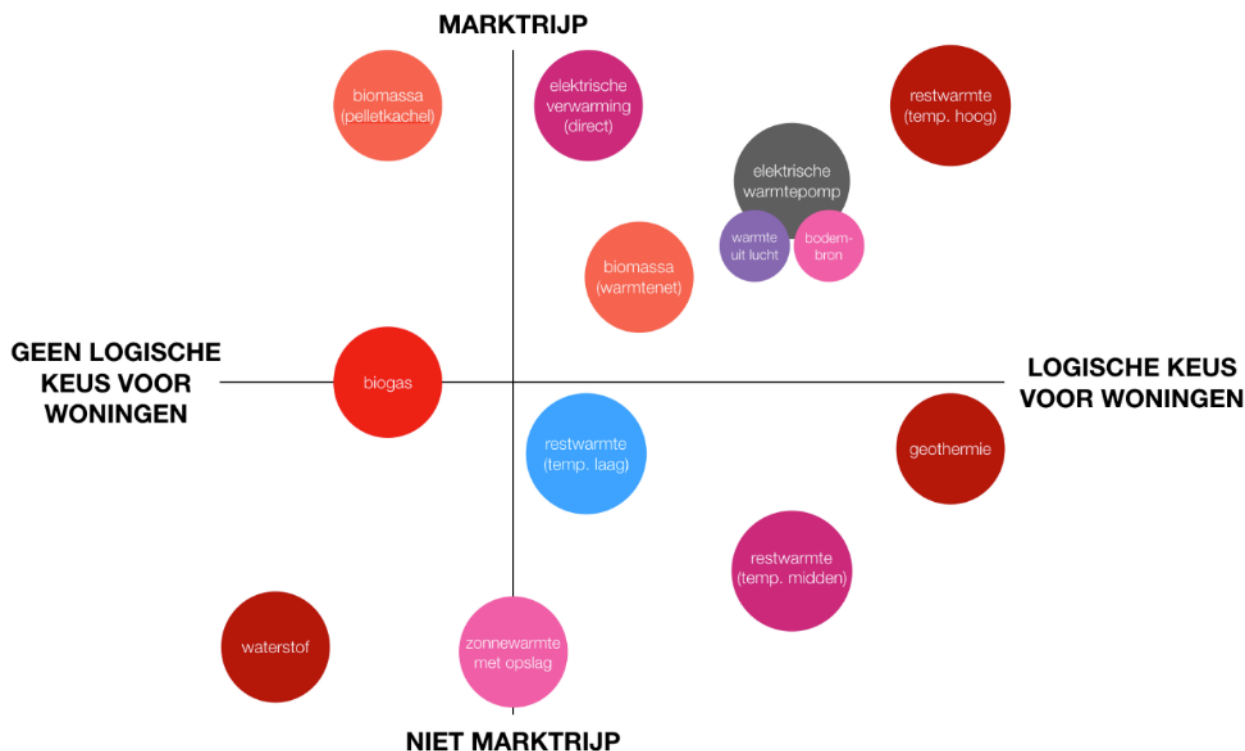
De bekende en beschikbare technieken kunnen wij met voorgaande driedeling indelen naar *temperatuurniveau*. Een tweede logische ordening is die naar *marktrijpheid* van een techniek. Dat vereenvoudigt de discussie en dat helpt ons op weg naar een beeld van relevante technieken om Barneveld straks zonder aardgas te verwarmen. In bijlage I is een nadere onderbouwing opgenomen.

Een gemeente zonder aardgas ziet er als volgt uit.

- In een gemeente zonder aardgas is er zeer waarschijnlijk een *mix* van warmtenetten en all-electric oplossingen noodzakelijk om onze gebouwde omgeving duurzaam te verwarmen. Beide oplossingsrichtingen kunnen het niet alleen. Dit heeft te maken met de beschikbaarheid van warmte en de relatief hoge kosten (ten opzichte van een warmtenet) voor all-electric in stedelijke gebieden.
- In een gemeente zonder aardgas zijn duurzame gassen een hoogwaardige, maar *schaarse energiedrager*. Deze spelen waarschijnlijk een (belangrijke) ondersteunende rol in de toekomstige warmtevoorziening, maar het is onwaarschijnlijk dat zij de rol van aardgas gaan overnemen op die manier zoals aardgas nu in onze woningen wordt gebruikt. Tweede vraag is of die schaarse gassen moeten worden ingezet in de gebouwde omgeving of dat deze moeten worden gebruikt voor toepassingen in de industrie of het transport (denk aan de toepassing van biogas).
- *Besparen* op energievraag maakt het gemakkelijker om deze te verduurzamen en is waarschijnlijk zelfs noodzakelijk om onze volledige vraag duurzaam in te kunnen vullen.

TEMPERATUURNIVEAU WARMTEBRONNEN





- Hoogtemperatuuroplossingen zijn in pandig eenvoudiger in te passen, maar bronnen zijn schaars en er is vaak nieuwe infrastructuur nodig, zoals een nieuw warmtenet. Dit betekent niet dat er in de toekomst geen hoogtemperatuurbronnen (bijvoorbeeld een afvalverbrandingsinstallatie) bij kunnen komen. Wanneer dit het geval is, kan er voor de nieuwe bron worden bekeken of dit een toevoeging kan geven aan het warmteaanbod.
- Laagtemperatuuroplossingen vragen grote aanpassingen in het gebouw, maar er zijn meer bronnen beschikbaar en bijkomend voordeel is dat de benodigde maatregelen hand in hand gaan met een flinke besparing in energievraag.
- Laagtemperatuuroplossingen maken meestal gebruik van elektriciteit (warmtepompen) en vragen daarom aandacht voor de capaciteit van het elektriciteitsnet.
- Naast de capaciteit van het net moet er voldoende opwekking worden gerealiseerd in Nederland (eventueel Europa). Dit moet op de lange termijn in regionaal verband worden afgestemd (zowel tussen gemeenten als op landelijk en Europees niveau).
- Het aandeel van restwarmte is in de gemeente Barneveld niet zeker. Er zijn een aantal bedrijven bekend die mogelijk restwarmte hebben die geschikt is voor een warmtenet. Onbekend is echter wat de omvang en het temperatuurniveau hiervan is.

Zie tabel 2.1 voor een beknopte samenvatting.

Aangezien alternatieve gassen, zoals waterstof, op dit moment een nog niet bewezen techniek zijn en de manier waarop wij dit kunnen toepassen in de maatschappij nog onzeker is, is dit concept in de verdere berekeningen weggelaten. In bijlage I.iv wordt er verder ingegaan op de toepassing van alternatieve gassen en waarom deze voor dit onderzoek buiten beschouwing zijn gelaten.

Tabel 2.1 Alternatieven aardgas

	Gasreferentie (ht ¹)	Warmte (ht)	All-electric (lt ²)	Alternatieve gaspen
Isolatie-maatregelen	Niet benodigd ³ , wel gewenst in verband met schaarste*.	Niet benodigd ¹ , wel gewenst in verband met schaarste*.	Vergaande isolatie noodzakelijk.	Niet benodigd, wel gewenst in verband met schaarste.
Inpandige aanpassingen	Geen veranderingen	Minimale aanpassing: installatie warmteafleveret en verleggen cv-aansluiting.	Vergaande aanpassing.	Kleine aanpassing.
			Laagtemperatuurafgifte (vloerverwarming of grote radiatoren) en vergroten elektriciteitsaansluiting.	Ketelaanpassing zodat deze kan werken met de alternatieve gaspen. En aanpassen van de gasleidingen zodat deze de alternatieve gaspen kunnen transporteren.
Investering in network	Investering in instandhouding huidig net	Grote investering: aanleg nieuwe infrastructuur en warmtebron.	Investering in verzwaring elektriciteitsnet, mogelijk lokale knelpunten.	Investering voor het aanpassen van de gasleidingen zodat deze geschikt zijn voor het transport van het alternatieve gas.
Energiekosten	Gemiddeld (huidig), hoog (wanneer de energiebelasting van aardgas stijgt).	Gemiddeld.	Laag.	Hoog door de schaarste en de productie van alternatieve gaspen.
Beschikbaarheid van bronnen	Bron wordt steeds schaarser. Binnen een aantal decennia wellicht uitgeput.	Weinig bronnen in de omgeving.	Vooralsnog ruim beschikbaar.	Nauwelijks beschikbaar, moet worden ontwikkeld.

¹ Hoge temperatuur (± 80°C)² Lage temperatuur (± 40°C)³ Hoewel het besparen van energie voor dit alternatief technisch niet nodig is, is het altijd zinvol energie te besparen.

3 Buurtanalyse

Nu er bekend is welke verwarmingsbronnen er allemaal zijn, kan er worden gekeken naar de kosten hiervan. Voor de analyse zijn de integrale kosten berekend per buurt voor drie scenario's.

3.1 Scenario's

Om een keuze te kunnen maken tussen temperatuurniveaus en een individuele of collectieve energievoorziening zijn er drie scenario's uitgewerkt op gemeentelijk niveau.

- Scenario 1: alles op een warmtenet.
- Scenario 2: alles all-electric.
- Scenario 3: ideale mix warmtenet/all -electric.

Onderstaand worden de scenario's beschreven, waarbij als referentie het gebruik van aardgas wordt gehanteerd. Door middel van deze scenario's is het mogelijk gefundeerd te komen tot een keuze voor een 'hoofdconcept'. Binnen deze scenario's zijn verschillende subvarianten denkbaar. Een beschrijving van de meest voorkomende subvarianten is opgenomen in bijlage II. Voor het doorrekenen van de scenario's zijn er diverse uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van woningcategorieën, kostenkentallen en energiegebruik in de gemeente. Deze zijn weergegeven in bijlage III.

N.B. Hoewel zonnepanelen een goede aanvulling zijn op alle scenario's, zijn deze niet opgenomen als investering voor de twee scenario's. Dit omdat zonnepanelen op zichzelf een goede businesscase hebben en in feite in elk scenario gebruikt kunnen worden om de resultaten te verbeteren, financieel en op het vlak van milieuprestaties. Het is echter altijd een goed idee om tevens zonnepanelen te plaatsen, zeker wanneer een pand een all-electric oplossing implementeert. De aanvullende investering is, afhankelijk van de hoeveelheid zonnepanelen, in de ordegrootte van € 3.000,- tot € 6.000,-, waar andere maatregelen wel het tienvoudige kunnen kosten.

3.1.1 Referentie op gas

Voor de referentie is ervan uitgegaan dat er op gas gestookt blijft worden. Dit is gedaan omdat veel mensen gevoel hebben bij de kosten van het verwarmen van hun woning met gas. Voor dit scenario zijn een aantal uitgangspunten aangehouden.

Uitgangspunten van het gasscenario

De berekeningen worden opgebouwd door een set maatregelen in woning en gebouw en voor de infrastructuur. In het gasscenario wordt gerekend met het volgende.

- Bescheiden isolatiemaatregelen, zoals bijvoorbeeld spouwmuurvulling en vloerisolatie in de kruipruimte. Dit zijn rendabele maatregelen met een beperkte praktische impact: de investeringen worden terugverdiend door een lagere gasrekening en woning en gebouw hoeven niet volledig op de schop om de maatregelen te implementeren.
- Gebruik van de huidige cv-leidingen en radiatoren, geen aanpassingen nodig.
- Onderhoud en (her)investering gasketel, voor utiliteit met koeling daarnaast tevens onderhoud en (her)investering conventionele koelmachine.
- investering in instandhouding van het gasnet.

3.1.2 Scenario 1; alles op een warmtenet

Dit scenario gaat uit van een warmtenet op hoge temperatuur. Hiervoor kunnen verschillende warmtebronnen worden toegepast: in deze analyse wordt met een geothermiebron als warmtebron gerekend. Dit kan een apart warmtenet zijn voor de gemeente Barneveld, maar mogelijk ook onderdeel zijn van een regionaal warmtenet door bijvoorbeeld het warmtenet Ede door te trekken. In dat laatste geval zal altijd ook een warmtebron in Barneveld beschikbaar moeten zijn, waardoor beide opties (apart of regionaal warmtenet) op dit niveau aan elkaar gelijk zijn.

Daarnaast is in Barneveld wellicht warmte beschikbaar vanuit de industrie. De kwantiteit van de beschikbare warmte is echter niet bekend. De verwachting is echter dat dit om een beperkte hoeveelheid warmte zal gaan (gezien de omvang van bedrijven). Om die reden is dit in de analyse niet verder uitgewerkt.

Open warmtenet

Voor de analyse is in deze verkenning uitgegaan van geothermie als warmtebron voor het warmtenet. Er zijn echter diverse warmtebronnen denkbaar, zoals:

- restwarmte uit industrie;
- houtige reststromen voor verbranding;
- vloeibare biomassa voor vergisting;
- warmte uit de bodem (geothermie, warmte-/koudeopslag).

Door gebruik te maken van meerdere warmtebronnen (aanbieders) is het wellicht mogelijk te komen tot een open warmtenet, waarbij de infrastructuur (distributienet) toegankelijk is voor meerdere aanbieders en afnemers en er een vergelijkbare situatie ontstaat als bij de huidige gas- en elektriciteitsnetten.

Uitgangspunten van het warmtescenario

De berekeningen worden opgebouwd door een set maatregelen in woning of gebouw en voor de infrastructuur. In het warmtescenario wordt gerekend met het volgende.

- Bescheiden isolatiemaatregelen, zoals bijvoorbeeld spouwmuurvulling en vloerisolatie in de kruipruimte. Dit zijn rendabele maatregelen: de investeringen worden terugverdiend door een lagere energierekening.
- Gebruik van huidige cv-leidingen en radiatoren in de woning, geen aanpassingen nodig.
- De gasketel wordt vervangen door een warmteafleverzet (warmtewisselaar) die is aangesloten op het warmtenet. Voor utiliteit met koeling is daarnaast tevens onderhoud en (her)investering van een conventionele koelmachine meegenomen.

Figuur 3.1 toont het principe van een geothermiebron. Wat betreft installatieopzet is er weinig verschil met de situatie waarin gebruik wordt gemaakt van restwarmte. Er kan gebruik worden gemaakt van dezelfde leidingnetten en afleversets en het is niet strikt noodzakelijk wijzigingen aan te brengen aan de binneninstallatie in de woningen en gebouwen.



Figuur 3.1 Schematisering warmtenet

Perspectief eindgebruiker

In sommige gevallen kan het nodig zijn beperkte (rendabele) isolatiemaatregelen aan te brengen omdat het met geothermie niet altijd mogelijk is op een temperatuur van 90°C te blijven leveren. Dit ligt in de praktijk vaak tussen de 70 en 80°C. De bestaande radiatoren kunnen in principe gewoon in gebruik blijven, waardoor de praktische impact van het aansluiten van bestaande bouw op geothermie redelijk beperkt is.

Perspectief exploitant geothermiebron

Zoals aangegeven, zijn technische aanpassingen aan de binneninstallatie van de woningen niet strikt noodzakelijk om een voor de eindgebruiker comfortabele warmtevoorziening te realiseren. Echter is de exploitant van een geothermiebron er sterk bij gebaat dat het water dat terugstroomt naar de geothermiebron een zo laag mogelijke temperatuur heeft. Een zogenaamde hoge mate van 'uitkoeling' komt de productiecapaciteit van de geothermiebron namelijk ten goede. Hoe lager de retourtemperatuur, hoe meer afnemers er tegen nagenoeg gelijkblijvende kosten van warmte kunnen worden voorzien vanuit dezelfde bron.

Stapsgewijs

Een lage uitkoeling wordt bereikt door woningen goed te isoleren en waar mogelijk vloerverwarming toe te passen. Het is dus vanuit de optiek van comfort niet noodzakelijk dergelijke ingrijpende maatregelen per direct door te voeren, simultaan met een aansluiting op het warmtenet. Echter is het voor een efficiënte benutting van de potentie die geothermie te bieden heeft en de financiële continuïteit aan de kant van de exploitant wel van belang dergelijke maatregelen op termijn alsnog te implementeren. Waar er bij toepassing van all-electric concepten sprake is van een directe noodzaak tot implementatie van dergelijke maatregelen, biedt geothermie de flexibiliteit dit op een natuurlijk moment te doen. Vanuit de businesscase van de geothermiebron bezien zit er wel een bepaalde grens aan deze flexibiliteit.

Haalbaarheid warmtenet

Voor het in kaart brengen van de financieel meest gunstige alternatieven is ervan uitgegaan dat er in iedere wijk waar een warmtenet als meest goedkope oplossing wordt bestempeld ook daadwerkelijk een warmtenet kan worden aangelegd. Echter hangt dit sterk af van de locatie van de wijk, de beschikbare warmtebron en de exploitant. Wanneer ervan uitgegaan wordt dat er een geothermiebron wordt geslagen, moet er per buurt kritisch worden gekeken of hierop aangesloten kan worden. Voor kleine dorpjes op het platteland (bijvoorbeeld Stroe) is het vaak niet mogelijk een aansluiting op een geothermiebron te realiseren. Dit in verband met de slechte businesscase die dit met zich meebrengt. Dit komt doordat de bron een minimaal debiet moet handhaven. Om een geothermiebron efficiënt te laten werken, moeten er ongeveer 5.000 woningen aan worden gekoppeld. De afweging of een warmtenet wel of niet kan worden toegepast in een bepaald gebied wordt later in het onderzoek verder bekeken.

Voor het afwegen van de kosten van dit scenario zijn de meerkosten ten opzichte van de referentie op gas berekend. De resultaten hiervan zijn te vinden op de kaarten aan het eind van dit rapport (figuur V.2 tot en met V.4). Een verdere onderbouwing van dit scenario is weergegeven in bijlage II.

3.1.3 Scenario 2: alles all-electric

Het tweede scenario gebruikt een individuele elektrische oplossing per pand. In de berekeningen is uitgegaan van warmtepompen met buitenlucht als bron omdat deze relatief goed in te passen zijn in bestaande bouw. Voor utiliteit met koeling gaan wij uit van een warmtepomp met warmte-/koudeopslag (wko, ofwel bodemkoppeling). De reden hiervoor is dat de wko-installatie koeling kan leveren in de zomer voor een fractie van de energie en kosten van een conventionele koelmachine. Een bijkomstig voordeel is dat een bodemgekoppelde warmtepomp een beter technisch rendement heeft voor warmteproductie dan een luchtwarmtepomp.

Uitgangspunten van het all-electric scenario

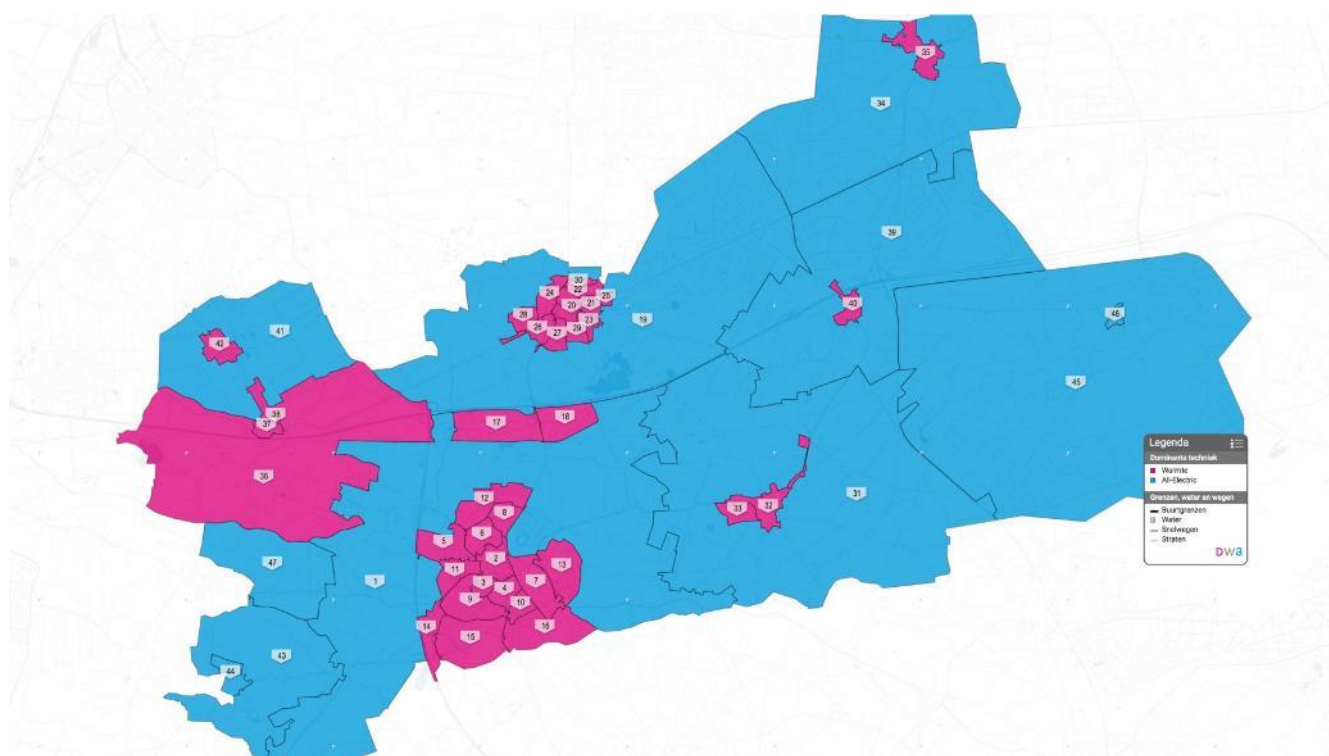
De berekeningen worden opgebouwd door een set maatregelen in het gebouw en voor de infrastructuur. In het all-electric scenario wordt gerekend met het volgende.

- Vergaande isolatiemaatregelen. Deze zijn technisch noodzakelijk om het comfort te behouden bij laagtemperatuurverwarming. De energierekening daalt ook fors, maar de investeringen kunnen zo hoog zijn dat deze zich ondanks de grote kostenbesparing niet geheel terugverdienen.
- Aanpassing aan de afgiftesystemen. In plaats van radiatoren wordt gebruikgemaakt van vloerverwarming of laagtemperatuurradiatoren (convectoren, eventueel met een boosterventilator om de warmteafgifte te verbeteren).
- De gasketel wordt vervangen door een luchtwarmtepomp (in geval van utiliteit met koeling een bodemwarmtepomp met wko).
- Het elektriciteitsnet wordt verzwaaard.

3.1.4 Scenario 3: ideale mix van warmtenet en all-electric

In de twee oplossingsscenario's is het uitgangspunt dat *alle* woningen en utiliteit in een buurt op die oplossing worden aangesloten. In de praktijk zal het ook voorkomen dat een oplossing voor een bepaald type pand veel beter uitkomt dan voor een ander type binnen dezelfde buurt. Naast de twee 'eenvormige' oplossingsscenario's is daarom ook een combinatiescenario doorgerekend, de optimale mix. Wij maken hier onderscheid in welke oplossing financieel gezien het beste is voor de vier hoofdcategorieën per buurt: woningen van het type laagbouw en hoogbouw, utiliteit met alleen warmtevraag en utiliteit met warmte- en koudevraag.

Deze aanpak is natuurlijk een versimpeling van de werkelijkheid: vaak is er ook binnen een categorie spreiding in eigenschappen, zoals bijvoorbeeld bouwjaar, waardoor de ene oplossing beter past dan de andere. Dit is echter ondervangen door het verschil in kosten voor de bouwjaarcategorieën en het feit dat de meeste buurten (afgezien van binnensteden) relatief homogeen zijn wat betreft bouwjaar. Voor laagbouw in een buurt uit 1930 kan in de optimale mix dus een andere oplossing dan de goedkoopste eruit komen dan voor laagbouw in een buurt die is aangelegd in 2005.



Figuur 3.1 Dominant concept per buurt

Resultaten

De uitkomsten van de financiële analyse worden besproken in termen van integrale *meerkosten*: meerkosten van warmte en all-electric ten opzichte van de gasreferentie. Daarbij moet nogmaals worden benadrukt dat het gasscenario is gebaseerd op de huidige prijzen. Gezien het kabinet heeft aangegeven dat de prijs van gas in hogere mate zal worden belast, is dit wellicht niet realistisch, maar aangezien er niet bekend is hoeveel de gasprijs stijgt, is dit de beste methode om te vergelijken. Op basis van deze meerkosten wordt de optimale mix bepaald die hier wordt besproken.

De *kosten* worden bewust als eerste besproken, voordat de *beschikbaarheid* van bronnen aan bod komt. Deze kosten zijn bepaald op basis van kentallen en hebben geen oog voor de specifieke situatie of ligging van de buurt ten opzichte van andere buurten of warmtebronnen. Het is dus het startpunt: *wat is op basis van kosten de beste oplossingsrichting in elke buurt?* In een tweede stap bekijken wij wat *mogelijk* en *wenselijk* is.

Toelichting integrale meerkosten

Voor de berekening van de integrale meerkosten zijn veel aspecten meegenomen. De jaarlasten zijn op basis van de energielasten, de vaste lasten en de afschrijving van investeringen. In tabel 3.1 is weergegeven welke kosten allemaal zijn meegenomen.

Tabel 3.1 Posten jaarlasten warmtenet en all-electric

Meegenomen kosten Warmtenet	Meegenomen kosten All-electric
Investering rendabele isolatiemaatregelen	Investering vergaande isolatiemaatregelen
Investering afleverset	Investering lucht-waterwarmtepomp
Investering aanpassen inpandige cv-leidingen	Investering inpassen lucht-waterwarmtepomp
Verwijderen gasaansluiting	Verwijderen gasaansluiting
Investering warmtenet	Investering verzwaren elektriciteitsnet
Investering warmteopwekker	Inpandig onderhoud installaties
Vastrecht elektriciteit	Onderhoud elektriciteitsnet
Vastrecht warmte	Vastrecht elektriciteit
Inpandig systeemonderhoud	Energiekosten
Collectief systeemonderhoud	Investering vloerverwarming/laagtemperatuurverwarming
Energiekosten	

Uitkomsten

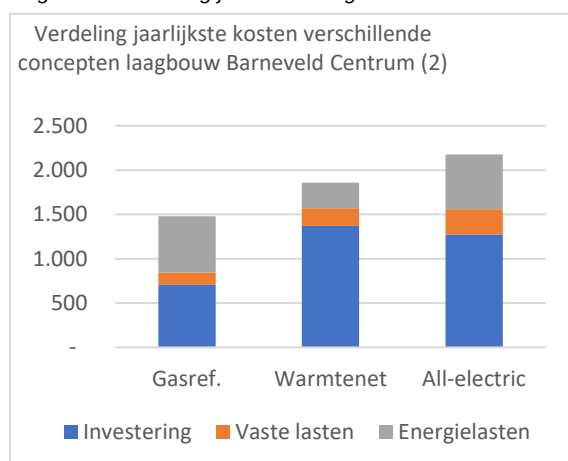
De meerkosten voor de verschillende scenario's per buurt zijn weergegeven in bijlage V (figuur V.2 tot en met V.4). Op basis hiervan is de meest optimale scenario (scenario met laagste kosten) per buurt bepaald. Op de kaart (Figuur 3.1) wordt per buurt de optimale variant getoond. Duidelijk zichtbaar is dat een *warmtenet* voor de meeste buurten als *het meest kosteneffectief* naar voren komt. Alleen in het landelijk gebied is toepassing van all-electric voor utiliteit goedkoper.

Hoge jaarlasten bij all-electric

De optie all-electric brengt ten opzichte van de referentie op aardgas gemiddeld ongeveer € 1.000,- per jaar aan extra lasten met zich mee voor woningen door de hoge investeringen in isolatie en de warmtepomp, terwijl de meerkosten voor het warmtenet tussen de circa € 300,- en € 500,- liggen (buitengebied niet meegerekend).

In een aantal gebieden liggen voor utiliteit de kosten voor all-electric zelfs onder de referentiekosten. Dit betekent dat er jaarlijks geld wordt bespaard. Dit geldt voornamelijk voor utiliteit met koudevraag.

Figuur 3.2 Verdeling jaarlasten laagbouw



Opdeling jaarlasten

Figuur 3.2 toont de verdeling over kostenposten voor een voorbeeldbuurt (centrum Barneveld, 2). Dit gaat op voor grondgebonden woningen, gebouwd tussen 1992 en nu.

Als we kijken naar de opbouw van de jaarlasten (volgende grafiek), dan zien we dat de hogere meerkosten voor all-electric met name zitten in de investeringskosten. Ook de vaste lasten voor onderhoud zijn vooralsnog iets hoger voor een warmtepomp dan voor een gasketel. Wij verwachten dat dit in de toekomst verbetert, als warmtepompen meer gemeengoed worden.

De jaarlasten voor energie zijn in deze opbouw ook hoger in het scenario all-electric. Dit is een direct gevolg van de demarcaties van ons rekenmodel: wij leggen de investeringen in duurzame opwekking buiten het model omdat dit landelijk of zelfs Europees opgelost gaat worden. Dit voert te ver; om die

reden is hiervoor een post opgenomen in de vorm van het elektriciteitsstarief. Een deel van deze kosten valt strikt genomen onder investeringen, maar deze uitsplitsing is niet gemaakt. Voor warmte is deze uitsplitsing wel gemaakt omdat dit een lokale oplossing is. De kosten voor de geothermiebron zijn opgenomen in investeringen; de energielasten zijn puur gebaseerd op het energieverbruik van de pompen en dergelijke.

N.B. wellicht goed om hier nogmaals te vermelden: de vermelde jaarlijkse lasten zijn *niet* de lasten die de *bewoner* draagt; dit is voor alle partijen bij elkaar. Onder andere de netbeheerder heeft ook kosten die hierin opgenomen zijn. Voor de bewoner zijn de energielasten bij de optie all-electric wel lager dan voor warmte. Het consumententarief voor warmte ligt hoger dan de productiekosten. Hiermee wordt de investering in het net en de bron terugverdiend.

Opdeling investeringskosten

Wat maakt all-electric voor woningen zoveel duurder dan warmte? Dit komt in de eerste plaats door hoge investeringskosten in *bouwkundige aanpassingen* (isolatiemaatregelen). Daarnaast vallen ook de investeringskosten in *installaties* binnen de panden hoog uit. Dit ligt voor een deel aan de kosten van warmtepompen waarvoor de investeringskosten aanmerkelijk hoger liggen ten opzichte van een nieuwe aardgasgestookte ketel of een warmteafleverset voor aansluiting op een warmtenet. Voor het andere deel ligt dit aan de vervanging van radiatoren voor laagtemperatuurafgiftesystemen.

Bij toepassing van warmtenetten bestaat het grootste gedeelte van de investeringskosten uit de aanleg van *collectieve* voorzieningen voor de productie en distributie van warmte.

3.2 Advies

Uit de financiële analyse komt helder naar voren dat in de stedelijke gebieden het warmtenet de beste oplossing is. Dit komt doordat hier veel woningen dicht op elkaar staan en er dus minder hoge investeringen per huishouden hoeven te worden gedaan voor het aanleggen van het warmtenet. In de buitengebieden is all-electric de beste oplossing. Dit komt doordat een warmtenet in deze gebieden een hoge investering met zich meebrengt. Ook speelt het mee dat er in deze gebieden relatief veel utiliteit met koude is en de utiliteit met koude voordeel heeft van het concept all-electric.

Op basis van deze resultaten wordt geadviseerd om voor de kern Barneveld de haalbaarheid van een warmtenet nader te onderzoeken. Voor de kleinere kernen is een oplossing op buurt- of gebouwniveau meer voor de hand liggend. Hierbij kan gedacht worden aan een individuele all-electric oplossing of een kleinschalig warmtenet met warmte-koudeopslag of biomassa. Voor de buitengebieden zal op individueel niveau een aardgasvrij alternatief gerealiseerd moeten worden. Dit kan een all-electric oplossing zijn of op de langere termijn mogelijk een alternatief duurzaam gas. Biogas kan op beperkte schaal een oplossing zijn en voor de langere termijn mogelijk waterstof. Waterstof is echter op dit moment nog nauwelijks beschikbaar en voor de langere termijn is het ook niet de verwachting dat dit op grote schaal beschikbaar zal komen voor de gebouwde omgeving. Waterstof is namelijk een energiedrager wat betekent dat het opgewekt zal moeten worden uit elektriciteit. Hiervoor zijn een groot aantal windturbines nodig waarvoor onvoldoende ruimte beschikbaar is. Waterstof zal daarom met name toegepast worden waar er nauwelijks andere alternatieven zijn. Denk aan de (zwarte) industrie en transportsector.

4 Buurtkeuze

Om te komen tot een keuze voor een startbuurt spelen veel overwegingen een rol. In paragraaf 4.1 gaan wij in op deze overwegingen. Op basis hiervan wordt een voorstel gedaan voor de weging van deze criteria op basis van verschillende perspectieven. Aan de hand hiervan kan in een later stadium een routekaart worden opgesteld wanneer welke wijk van het aardgas gaat.

4.1 Criteria

Tijdens de startbijeenkomst op 21 juni 2018 zijn, samen met de stakeholders, criteria gedefinieerd om te komen tot een selectie van kansrijke buurten. Hoe de criteria zijn beoordeeld, is te vinden in bijlage III. De volgende criteria zijn gedefinieerd.

- *Kosten*
De kosten van het alternatief voor aardgas zijn erg belangrijk. Het is een van de meest tastbare argumenten om voor een buurt te kiezen. Immers kunnen de buurten waar aardgasvrij verwarmen op het moment erg duur is beter wachten op goedkopere oplossingen in de toekomst. Verdere uitleg over kosten en hoe de verschillende buurten hierop scoren, is weergegeven in bijlage III.
- *Verhouding koop-/huurwoningen*
Wanneer een groot deel van de buurt bestaat uit corporatiewoningen kan er makkelijk een groot deel van de woningen in die buurt tegelijk worden aangepakt. Tevens hebben woningcorporaties vaak beter in beeld wat de onderhoudsplanning van de woningen is. Daar kan de implementatie van een alternatief voor aardgas concreet op inspelen.
- *Vervangen riolering*
Wanneer er een (deel van een) rioolbuis wordt vervangen/gerenoveerd, moet de weg worden opengebroken. Dit is een mooi aangrijpingspunt om een eventueel warmtenet aan te leggen of het elektriciteitsnet te vervangen.
- *Werkzaamheden aan de weg*
Net als vervanging van riolering is het openbreken van de weg een goed natuurlijk moment voor het aanleggen van een warmtenet en/of het verzwaren van het elektriciteitsnet.
- *Energetische verbetering*
De komende jaren zal van diverse woningen van de Woningstichting Barneveld de energetische kwaliteit verbeteren. Aan de hand van de huidige labels is in beeld gebracht welke woningen dit zijn.
- *Buurten met initiatiefnemers*
In sommige buurten wordt er reeds initiatief vanuit de bewoners genomen om de woningen of buurt te verduurzamen. Dit betekent dat deze mensen al willen beginnen met de transitie, wat het proces aanmerkelijk kan vereenvoudigen.
- *Jaarinkomen*
Financiële draagkracht is een grote pijler voor het succes van een project. Aangezien bewoners zelf moeten kunnen investeren in de benodigde maatregelen is het van belang dat de bewoners hiervoor de financiële middelen hebben. Hoewel dit een goed punt is om in het achterhoofd te houden, is dit niet meegenomen in de afweging.
- *Ketelvervanging*
Bij woningen met oude ketels is het verstandig nu de juiste oplossing aan te dragen. Wanneer de ketel is afgeschreven, is dit een mooi moment om een alternatief systeem te implementeren. Het kopen van een ketel op een dergelijk moment is ongunstig, aangezien de woning op dat moment nog een aantal jaar aan een ketel vast zit (of men de ketel aanschafft met de wetenschap dat deze

niet economisch rendabel is). Het huren van een ketel zou wel kunnen, maar daar zijn ook contracttermijnen aan verbonden. Deze informatie is alleen bekend voor corporatiewoningen.

- *Vervanging gasnet*
Een deel van de gasleidingen in de gemeente is aan het eind van de economische levensduur. Dit betekent dat er nog geen directe aanleiding is om ze te vervangen, maar dat ze wel relatief oud zijn. In deze gebieden is het economisch beter te onderhouden om over te stappen naar een alternatief dan in gebieden waar net een nieuw gasnet ligt.
- *Opschaalbaarheid*
Met de opschaalbaarheid van een oplossing wordt de moeilijkheidsgraad waarmee er kan worden overgestapt naar andere wijken bedoeld. Zo is de opschaalbaarheid van een warmtenet in een klein dorp waar geen dorpen omheen liggen, erg slecht.

4.2 Weging criteria

De in de vorige paragraaf genoemde criteria zullen niet voor iedereen even zwaar wegen. Om te komen tot een wijkkeuze, wordt daarom voorgesteld om uit te gaan van drie perspectieven.

- Bewoners: waar zijn al initiatieven in de wijk en is het betaalbaar?
- Werk met werk maken: waar gaat de komende jaren de schop in de grond en kunnen we werkzaamheden combineren?
- Analytisch: hoe kunnen we de transitie zo effectief mogelijk realiseren?

Bewonersperspectief

Om inzichtelijk te maken welke wijken vanuit het perspectief van bewoners interessant zijn, worden de volgende criteria zwaarder meegeteld:

- betaalbaarheid;
- bewonersinitiatief.

Werk met werk maken

Door het aanleggen van een warmtenet of het verzwaren van een elektriciteitskabel te combineren met riolerings-/wegwerkzaamheden kan er worden voorkomen dat de bodem onnodig vaak open moet worden gemaakt. Hierdoor kunnen eventuele extra kosten worden voorkomen, zijn de werkzaamheden goed te plannen en wordt de hinder voor de omgeving tot een minimum beperkt.

Analytisch perspectief

Wanneer een oplossing makkelijk kan worden uitgebreid naar andere buurten, na de startbuurt, is de moeilijkheidsgraad voor het aardgasvrij maken van deze omliggende wijken beperkt. Ook kan de mogelijkheid tot opschalen een businesscase voor bijvoorbeeld een warmtenet versterken. Vanuit dit perspectief zal opschaalbaarheid zwaarder wegen dan andere criteria.

5 Aan de slag

Belangrijke volgende stap in het proces is om te komen tot een keuze van wijken waar gestart zal worden met de transitie. Voorgesteld wordt om hiervoor gesprekken met de bewoners aan te gaan om na te gaan waar draagvlak te vinden is.

Wanneer duidelijk is welke buurten het meest kansrijk zijn, is de volgende stap daadwerkelijk de buurt in te gaan en samen met de buurt de juiste keuzes te gaan maken. De belangrijkste stappen die hiervoor gezet moeten worden, zijn de volgende.

- 1 Principebesluit over de buurten waar gestart zal worden. In het voorgaande hoofdstuk hebben wij hiervoor een voorstel gedaan.
- 2 Het opstellen van een communicatiestrategie en projectplan.
- 3 Het organiseren van informatiebijeenkomsten in de buurten.
- 4 Het maken van een definitieve selectie van de te starten buurt(en).
- 5 Het opzetten van werkateliers met bewoners om te komen tot een aardgasvrije energievoorziening, planning, uitvoeringsstructuur et cetera.
- 6 Realisatie.

Onderstaand worden de stappen 2 tot en met 5 op hoofdlijnen verder uitgewerkt.

5.1 Communicatiestrategie en projectplan

Om de bewoners van Barneveld tijdig, accuraat en actief te betrekken bij de transitie die nu echt van start is gegaan, is een concreet plan van aanpak nodig. Een belangrijk element hierin is een communicatiestrategie hoe en wanneer bewoners te betrekken in het transitieproces, maar ook de rol van de gemeente. Het is handig wanneer er ook vroegtijdig een exploitant voor een warmtenet aanschuift. Er wordt aangeraden dit te doen voordat er met de bewoners wordt gesproken, zodat er een accuraat verhaal kan worden voorgelegd aan de bewoners.

Onderdeel hiervan is verder de interne planning (bestuurlijk en ambtelijk), besluitvorming (wie mag welke beslissing nemen?) en het projectteam.

5.2 Organisatie informatiebijeenkomsten

Als eerste daadwerkelijke actie naar buiten wordt voorgesteld om informatiebijeenkomsten te organiseren in de geselecteerde buurten. Naast de bewoners van de buurten staan deze bijeenkomsten ook open voor andere inwoners.

Door organisatie van de informatiebijeenkomsten wordt inzicht verkregen in het draagvlak onder bewoners, voorkeursoplossingen, belangen et cetera.

Idealiter leidt de avond tot acceptatie voor de start van de transitie in één of meer van de drie wijken. Echter blijkt uit de praktijk dat er altijd meer dan één informatieavond moet worden georganiseerd. Het proces kan worden verbeterd door een bewonersgroep op het gebied van duurzaamheid op te zetten, die als tussenspeler fungeert tussen alle bewoners en de gemeente. Wanneer er in meerdere buurten bewoners geïnteresseerd blijken en wel mee op pad willen, is het ook mogelijk in twee wijken te starten.

Op basis van de uitkomsten van de bijeenkomsten kan een besluit worden genomen over de buurt/wijk waar gestart zal worden.

5.3 Werkateliers

Als bekend is in welke wijk wordt gestart, moet met bewoners en betrokkenen de diepte in (kennis) worden gegaan om te komen tot draagvlak voor het opstellen van een concrete marsroute voor uitfasering van het aardgas.

Voorgesteld wordt de werkateliers te organiseren rond thema's. Hierbij kan gedacht worden aan het volgende.

- *Energieconcepten.*
Het toelichten van de meest kansrijke concepten en in gesprek gaan met bewoners over hun kennis daarvan en hun beleving daarbij. Wat betekent dit voor benodigde aanpassingen aan hun woning en onder welke randvoorwaarden zouden zij die maatregelen wel of niet willen treffen? Doel is om hierin keuzes te maken. Om de juiste keuzes te kunnen maken, moet de haalbaarheid van collectieve oplossingen nader worden onderzocht (zie paragraaf 5.5).
- *Financiering en betaalbaarheid.*
In gesprek over hoe de transitie betaalbaar is voor alle inwoners. Gezamenlijk oplossingen en constructies uitwerken waarvoor draagvlak is.
- *Wie doet wat?*
Het vaststellen van de rol en bijdrage van bewoners en andere stakeholders.
- *Uitvoeringsstructuur en planning.*
In gesprek over aangrijpingspunten in de wijk, waar starten, met welke partijen en wanneer?

5.4 Realisatie

Als de inwoners en andere stakeholders een plan hebben gemaakt voor de energietransitie in hun eigen wijk, kan worden gestart met de daadwerkelijke uitvoering. Hierin heeft de gemeente met name een faciliterende rol ten aanzien van de individuele energieconcepten. De rol van de gemeente bij realisatie van een warmtenet kan actiever zijn door de regie te nemen in het aanbestedingstraject van het warmtenet of door zelf eigenaar te worden van het warmtenet door oprichting van een gemeentelijk warmtebedrijf.

Wanneer alles relatief soepel verloopt, kan er binnen vijf jaar worden gestart met het traject om een eerste wijk aardgasvrij te maken.

5.5 Nader onderzoek warmteaanbod

Voor een substantieel aantal wijken blijkt een warmtenet het meest kosteneffectief. Zoals aangegeven, is op dit moment nog niet duidelijk wat de potentie is voor geothermie en hoeveel restwarmte of andere warmtebronnen er beschikbaar zijn.

Restwarmte

In gemeente Barneveld is een kleine industriële sector die wellicht warmte kan leveren. Dit betreft voornamelijk de bedrijven die op Harselaar liggen. De haalbaarheid hiervan moet nader onderzocht worden. Hierbij gaat het om het volgende.

- *Hoeveelheid warmte.*
Om te kunnen weten hoeveel woningen er kunnen worden verwarmd met een restwarmtebron moet er bekend zijn hoeveel de bron kan leveren.
- *Temperatuur van de warmte.*
Bij het implementeren van een warmtenet is er in het onderzoek uitgegaan van een hoogtemperatuurwarmtenet. Dit betekent dat de aanvoertemperatuur van het warmtenet tussen de 70 en 90°C moet liggen. Een restwarmtebron moet dus ten minste deze temperatuur hebben.
- *Leveringszekerheid van de warmte.*
Bij het gebruiken van een warmtenet moet er constant warmte kunnen worden geleverd. Dit betekent dat een geschikte restwarmtebron een constante restwarmteflow heeft op dezelfde temperatuur. Zo is een afvalverbrandingsinstallatie bijvoorbeeld erg geschikt, omdat deze continu warmte levert. Een bedrijf dat bijvoorbeeld per productiebatch warmte kan leveren, is minder geschikt omdat het niet zeker is wanneer, voor hoelang en hoeveel warmte er per batch vrijkomt. Ook moet er worden gekeken naar de bedrijfsvoering van een restwarmtebron. Het is natuurlijk zonde als het bedrijf met restwarmte opeens verhuist als het warmtenet er net ligt. Dit blijkt vaak een obstakel bij het aanleggen van een warmtenet. Veel bedrijven willen of kunnen zich niet koppelen aan een warmtenet in verband met de vereiste bedrijfszekerheid.
- *Locatie restwarmtebron.*
Vanuit energetisch en financieel oogpunt moet de afstand tussen de warmtebron en de warmtevragers (woningen) zo klein mogelijk zijn.
- *Financiële haalbaarheid.*
Onder welke voorwaarden is een rendabele businesscase mogelijk?

Geothermie

Uit de aardwarmtepotentiekaart blijkt dat de bodem zeer waarschijnlijk geschikt is voor geothermie. Nader onderzoek is nodig om te bepalen wat het potentieel aan geothermie is, wat een geschikte locatie is voor de bron en wat de financiële haalbaarheid is. Het is aannemelijk dat Barneveld niet hoog in de prioritering staat voor een onderzoek naar de geschiktheid van de aardlagen. Daardoor kan een oplossing met geothermie eventueel worden vertraagd.

In dit onderzoek kan ook beschouwd worden in hoeverre aansluiting op het warmtenet Ede (door er een regionaal warmtenet van te maken) zinvol is.

Als start van dit onderzoek wordt geadviseerd om als gemeente eerst een helder beeld te krijgen van de mogelijke exploitatievormen van een warmtenet. Wanneer daar een keuze in is gemaakt, kan er een passende marktconsultatie worden gehouden. Hierin kunnen marktpartijen hun ideeën geven voor een warmtenet in de kern Barneveld. Dit kan ook worden gebruikt in de discussie met de gemeenteraad voor het vaststellen van de kaders voor een aardgasvrij Barneveld.

Bijlage I Alternatieven voor aardgas

Miljoenen huishoudens in Nederland maken momenteel dagelijks gebruik van aardgas om de woning warm te houden, te douchen en te koken. Er zijn eigenlijk geen één-op-één alternatieven voor handen die deze functies kunnen overnemen.

Het antwoord op de vraag 'Wat is een logische buurt om een start te maken' en: 'Welk energieconcept passen we daar toe?' roept de eerste deelvraag op: 'wat zijn dan logische alternatieven voor aardgas', en: 'Waarom?'

I.i Omgaan met onzekerheid

Eén beste weg naar een duurzaam Barneveld bestaat niet. Er zijn verschillende alternatieven beschikbaar, allemaal met hun eigen voor- en nadelen. In 2050 moet de Nederlandse CO₂-uitstoot richting het nulpunt zijn gedaald, maar het is fundamenteel onzeker hoe onze energievoorziening er tegen die tijd uitziet. Wij zien de contouren, maar het detailplaatje blijft onscherp.

Het is zaak om pragmatisch om te gaan met deze onzekerheid, want één ding is zeker: de onzekerheid verdwijnt alleen als wij daadwerkelijk bewegen naar een duurzame oplossing. Als er nu geen keuzes worden gemaakt en stappen gezet, is over twintig jaar het eindplaatje nog steeds net zo vaag als nu, hebben wij weinig extra ervaring opgedaan met de werking en de sociale impact van duurzame alternatieven en voelen wij ons nog steeds onzeker over de toekomst. Er zijn in de energietransitie ook zekerheden die houvast bieden.

I.i Alternatieven

Bij elke brainstormsessie of rondetafelgesprek lijken er soms nieuwe alternatieven op tafel te komen: warmtepompen van allerlei soorten, hybride gasketels, warmtenetten op hoge temperatuur of lage temperatuur en diverse alternatieve gassen voor in ons gasnet. Dit

maakt dat er elke keer een nieuw alternatief is om te onderzoeken, wat geld en tijd kost. De vraag is of dat nuttig is.

Wij kijken voor een concreet handelingsperspectief naar een aantal technieken vanuit het perspectief van *marktrijpheid* en vanuit *bruikbaarheid* voor woningen. Wat zijn nu al bruikbare kansen en wat niet? Welke ontwikkelingen bieden waarschijnlijk kansen voor de toekomst en welke waarschijnlijk niet?

Wanneer wij naar de techniek achter al deze innovaties kijken, wordt duidelijk dat de meeste van deze nieuwe technieken een variatie op een thema zijn. De verschillende soorten warmtepompen bijvoorbeeld zijn subtiel verschillend, maar de technische vereisten (vergaande isolatie en laagtemperatuurverwarming) zijn hetzelfde. De kosten van deze varianten verschillen ook slechts binnen een bepaalde bandbreedte. Ook warmtenetten en duurzame gassen vormen zo'n thema.

Door te kijken naar *eigenschappen* van technische opties in plaats van iedere specifieke optie apart te belichten, wordt de veelheid aan opties ingeperkt en wordt het keuzepalet overzichtelijker. Het is om die reden dat wij focus aanbrengen op drie technische concepten: een (aard)gas-referentie, een warmtenet en een individuele all-electric-oplossing.



Wij maken voor deze drie technische concepten de kenmerkende kosten en uitdagingen inzichtelijk. Het doel hiervan is om ook bij variaties op deze concepten een goed gevoel te krijgen van de ordegrootte van de kosten en praktische implicaties. Wij zijn ervan overtuigd dat het niet nodig is alle mogelijke variaties door te rekenen om dit inzicht te krijgen.

I.ii Kwantitatief en kwalitatief

Als het om duurzaamheid gaat, maken wij vaak gebruik van (technische) varianten-vergelijkingen en kostenplaatjes. Daarin schuilt ook een gevaar. Niet alleen zijn de kosten van de energietransitie relatief onzeker te noemen; de ruimtelijke inpassing en maatschappelijke acceptatie zijn zo mogelijk een grotere uitdaging dan de kosten. Het is daarom van groot belang aan te sluiten bij bijvoorbeeld ophanden zijnde renovaties en vervangingen en bijvoorbeeld de sociale kenmerken van een buurt. Ook kunnen vanuit de ligging van een gebied grenzen worden gesteld aan de technische mogelijkheden. Denk bijvoorbeeld aan de (on)mogelijkheid van geothermie of de beschikbaarheid van biomassa.

I.iii Implicaties technische keuze

Voor de verwarming van de gebouwde omgeving is eigenlijk maar één eigenschap van technieken zeer bepalend: de energievoorziening is geschikt om ofwel op **hoge temperatuur ($\pm 80^{\circ}\text{C}$)** warmte te leveren, zoals ook onze huidige cv-ketel, ofwel op een **lage temperatuur ($\pm 40^{\circ}\text{C}$)**. Het is heel behulpzaam om de beschikbare technieken te karakteriseren op deze tweedeling omdat de kosten en implicaties in de woningen en voor de infrastructuur voor een groot deel hierop zijn gebaseerd. Voor een nieuw alternatief kan al een heel goed beeld worden gevormd van de voor- en nadelen door alleen maar te kijken naar deze karakterisering.

Hoge temperatuur

Onze huidige cv-ketels leveren hoogtemperatuurwarmte. Alle varianten waarbij een brandstof wordt verbrand, zoals andere (duurzame) gassen of een pelletkachel, leveren hoogtemperatuurwarmte. Bij een hoogtemperatuuroplossing zijn de

implicaties in het pand klein omdat een hoogtemperatuurbron aansluit bij ons huidige systeem van radiatoren en tapwaterbereiding.

Bij gebruik van duurzame gassen wordt tot op heden vaak gesproken over *bijmenging* in het gasnet. Bij bijmenging kan de *huidige infrastructuur* worden gebruikt. Dit gaat echter om een beperkt percentage. Als wij het duurzame gas op zichzelf willen gebruiken als brandstof, zijn er allerlei aanpassingen nodig, aan branders in de woning, maar ook aan de infrastructuur. Afhankelijk van het soort gas kan het zo zijn dat de infrastructuur compleet gereviseerd moet worden vanwege de porositeit van de leidingen: het gas lekt anders weg. Dit geldt met name voor waterstof. De energiekosten zijn over het algemeen hoog voor dergelijke brandstoffen, onder andere door schaarste.

Warmtenetten zijn vaak op een *hoge temperatuur* uitgevoerd. Dit is overigens afhankelijk van de bron: geothermie, industriële restwarmte, een biomassacentrale of afvalverbrandingscentrale leveren een hoge temperatuur, maar zijn niet overal beschikbaar. De implicaties van het gebruik van een hoogtemperatuurwarmtenet zijn relatief klein als wordt gekeken naar de benodigde aanpassing in onze woningen en gebouwen. Er moet echter wel een geheel nieuwe infrastructuur worden aangelegd.

Het is ook mogelijk met *elektriciteit* op hoge temperatuur te verwarmen. Er zijn elektrische cv-ketels op de markt die zoals een waterkoker water met een elektrische weerstand verwarmen. Dit is in gebruik heel duur door het relatief slechte rendement⁴ en vraagt daarom ook om een zwaardere elektriciteitsaansluiting dan een warmtepomp.

⁴ Deze elektrische ketels worden vaak aangeprezen als 'zeer efficiënt' omdat ze een rendement halen van 100%. Met elektriciteit kan echter met een nog veel hoger rendement warmte worden gemaakt met een warmtepomp, van 300% tot 400%. Hierbij wordt de elektriciteit niet gebruikt om warmte te produceren, maar

om een koelmiddel op druk te brengen, wat daardoor warm wordt en veel meer warmte kan afgeven dan de elektriciteit die benodigd was om die druk te creëren.

Het kan een oplossing zijn voor specifieke gevallen (bijvoorbeeld oudbouw of monumenten), maar wij zien dit niet als grootschalige oplossing om aardgasloos te worden.

Lage temperatuur

Nagenoeg alle varianten van (elektrische) warmtepompen opereren op *lage temperatuur*, tot 40°C.⁵ De *implicaties van het gebruik van deze groep alternatieve technieken zijn fors*: vergaande isolatie, andere afgiftesystemen voor warmte in de gebouwen en verbeterde kierdichting. Bij sommige oude gebouwen, zoals monumenten, zal het gewoonweg niet mogelijk zijn dit te implementeren. Door de verbeterde isolatie en kierdichting zijn de resulterende energiekosten echter laag en het elektriciteitsnet ligt al in de grond, al zal het lokaal wel verzwaaard moeten worden voor deze toepassing.

Warmtenetten kunnen ook worden uitgevoerd op lage temperatuur, met name als er restwarmte beschikbaar is op dit temperatuurniveau. Ook voor deze collectieve laagtemperatuurwarmtenetten moeten woningen vergaand worden aangepast.⁶ Daarnaast zijn de benodigde buizen voor het warmtenet groter, om hetzelfde vermogen te kunnen transporteren.⁷ Restwarmtebronnen zijn echter wel vaker beschikbaar op dit temperatuurniveau dan op hoge temperatuur.

Wat betreft de implicaties in de openbare ruimte geldt, *zowel voor hoogtemperatuur- als voor laagtemperatuuroplossingen, dat de straat opengelegd moet worden om de*

infrastructuur aan te leggen, danwel om bestaande infrastructuur aan te passen.

I.iv Duurzame gassen

Wat betreft de technische implicaties in panden zouden wij graag op hoge temperatuur blijven werken (dan hoeft er zo weinig mogelijk aangepast te worden). Duurzame bronnen op hoge temperatuur zijn echter schaars.

Er is veel discussie over de kansen van duurzaam gas. Sommigen zien dit als dé oplossing, anderen zijn tegen het gebruik als bron voor het verwarmen van gebouwen. De belofte dat wij aardgas één-op-één kunnen vervangen door een ander gas spreekt logischerwijs veel mensen aan. Het aanbod aan *biogas* is op dit moment zeer beperkt en zal volgens de sector in 2030 ongeveer 5% van onze huidige gasconsumptie kunnen vervullen.⁸ Dit is erg weinig. Andere vormen van gas die duurzaam kunnen zijn, zoals *waterstof* en ammoniak, komen niet in de natuur voor en moeten dus worden gemaakt. Om dit duurzaam te doen, moet groene elektriciteit worden gebruikt, met een deel energieverlies en tegen relatief erg hoge kosten. De techniek is nog volop in ontwikkeling en daarmee ook nog niet marktrijp. De genoemde eigenschappen (relatief duur, fundamenteel energieverlies, zeer schaars) zullen waarschijnlijk geen *game-changing* verandering doormaken. Dit zijn hoogwaardige energiedragers en dat kost dus ook wat, zowel energetisch als financieel.

⁵ Voor elektrische warmtepompen geldt: hoe hoger de geleverde temperatuur wordt ten opzichte van de brontemperatuur (de buitenlucht of de bodem), hoe slechter het rendement. Hoe groter de temperatuurstap, hoe slechter het rendement; uiteindelijk komt het uit bij het rendement van de 'gewone' elektrische ketel. Het voordeel van energiezuinigheid komt dus met name tot zijn recht als er echt op lage temperatuur wordt verwarmd.

⁶ Een andere optie is om toch de stap van lage temperatuur naar hoge temperatuur te maken. Dit kan centraal met een speciale hoogtemperatuurwarmtepomp: dan is het qua concept een 'gewoon' hoogtemperatuurwarmtenet. Dezelfde oplossing zou je ook decentraal

kunnen gebruiken, per pand een hoogtemperatuurwarmtepomp met een aansluiting op het laagtemperatuurwarmtenet als bron. Dit type warmtepomp is echter op dergelijke kleine schaal (pandniveau) nog niet beschikbaar in de markt en deze oplossing is mede daardoor geen praktische oplossing voor de komende vijf à tien jaar.

⁷ Daartegenover staat wel dat laagtemperatuurleidingen minder dik geïsoleerd hoeven te worden.

⁸ Green gas Roadmap Netherlands, juli 2014. De geraamde hoeveelheid is het equivalent van 2,2 miljard m³ aardgas. Woningen en de industrie gebruiken allebei ongeveer 20 miljard m³ aardgas per jaar, samen ruim 40 miljard m³.

Groen gas in Barneveld

Nu zou Barneveld de uitzondering op de regel kunnen zijn, omdat daar veel landbouw is en daar dus relatief makkelijk biomassa en biogas geproduceerd kunnen worden. Het ligt dan ook voor de hand om het gas dat daar (in de toekomst) geproduceerd wordt, daadwerkelijk voor Barneveld zelf te gebruiken.

Kort door de bocht komt dit niet bovenaan het lijstje te staan van kansrijke alternatieven voor aardgas in een eerste buurt. Het is immers niet de verwachting dat er binnen vijf jaar garanties zijn op de leveringszekerheid. Bovendien zou je dit in de ideale situatie nog steeds willen inzetten wanneer er echt geen andere alternatieven zijn. Denk aan oude huizen, waar vergaande isolatie die nodig is voor andere energieconcepten een lastige opgave wordt. Het advies is nog steeds om eerst aan de slag te gaan waar de zekerheden groter zijn en deze optie open te houden voor de (middel)lange termijn.

Daarbij aansluitend is het passend gebruik van schaarse duurzame bronnen een belangrijke overweging. Verbranding van gassen levert hoge temperaturen op, van 500 tot 1.100°C. Het is in onze visie zonde om deze gassen te gebruiken om onze woonkamer tot 'slechts' 20°C te verwarmen. Deze gassen zijn veel beter geschikt voor gebruik in onder andere de maakindustrie, waar hoge temperaturen noodzakelijk zijn voor het industriële proces. Hier komt dan mogelijk nog restwarmte bij vrij die gebruikt kan worden in een duurzaam warmtenet.

Als laatste overweging betreffende alternatieve gassen: het ene gas is het andere niet. Een voorbeeld is het verschil tussen aardgas en waterstof. Aardgas (voor het grootste deel methaan, CH₄) bestaat uit relatief grote moleculen. Waterstof (H₂) is het kleinste molecuul dat voorkomt. Dit betekent dat waterstof niet zonder aanpassingen door het gros van de huidige gasleidingen getransporteerd kan worden.

Onderweg raak je al het gas kwijt door de poreuze wand van de leiding en de minuscule kieren in de koppelingen tussen de leidingen. Daar bovenop komt dat waterstof op hogere druk geleverd zou moeten worden om dezelfde energie-inhoud per m³ gas te bereiken. Kort gezegd: het is niet onmogelijk dit te doen, maar het is zeker geen simpele of goedkope opgave.

Het is om deze redenen een logisch toekomstbeeld dat voor verwarming in de gebouwde omgeving *elektrische opties* en *warmtenetten* worden gebruikt, waarbij voor duurzame gassen vooral een belangrijke rol is weggelegd om het elektriciteitsnet te balanceren en om de piek in warmtevraag van warmtenetten in te vullen: die zaken waar andere duurzame bronnen minder geschikt voor zijn (en waar nu vaak aardgas voor gebruikt wordt). Het is minder waarschijnlijk dat het beperkte aanbod duurzame gassen decentraal als hoofdtechniek in woningen gebruikt gaat worden.

Samenvattend zien wij drie redenen waarom duurzaam gas waarschijnlijk geen vervanger zal zijn van aardgasgebruik in de woning.

- *Schaarste.*
Het aanbod is zeer beperkt.
- *Prijs en waarde.*
Het is duur om deze gassen te maken en de waarde ervan (hoge verbrandings-temperatuur) is noodzakelijk in de industrie, niet in woningen.
- *Infrastructuur.*
Het ene gas is het andere niet. Ook voor deze oplossing moeten er grootschalige aanpassingen worden gedaan aan de infrastructuur.

I.v Bronnen voor een warmtenet

Hoogtemperatuurbronnen voor warmtenetten zijn minder schaars dan duurzame gassen, maar ook hier speelt een beschikbaarheids-vraagstuk.

Biomassa is een goed voorbeeld. Er is in Nederland veel te weinig biomassa beschikbaar om in onze warmtevraag te kunnen voorzien. Met name in stedelijk gebied is het zeer de vraag waar de biomassa vandaan moet komen. Bovendien zijn er vraagtekens over het effect op de CO₂-uitstoot van biomassa: op papier is dit energieneutraal, maar onder andere het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) en de KNAW (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen) waarschuwen dat biomassa in de praktijk een grotere uitstoot dan kolen kan hebben, met name als niet alleen snoeiafval wordt verbrand.⁹ Bij voorgenomen gebruik van biomassa moet realistisch worden gekeken naar de beschikbaarheid en wenselijkheid van het gebruik van deze bron.

Geothermie en restwarmte op hoge temperatuur zijn, afhankelijk van de plaats, goed beschikbaar. Het kan wel voorkomen dat er niet voldoende bronnen zijn om de hele gemeente mee te verwarmen. Er moet dus worden gekeken voor welke panden het moeilijk is een laagtemperatuuroplossing te implementeren. Deze panden of buurten moeten voorrang krijgen bij het gebruik van hoogtemperatuurbronnen.

In de gemeente Barneveld is er een onderzoek gedaan naar bedrijven die een bepaalde hoeveelheid restwarmte kunnen leveren.

Het bedrijf Paperfoam blijkt het meeste kans te hebben om warmte te kunnen leveren aan een warmtenet. De hoeveelheid warmte is echter nog niet bekend.

De investering in een *geothermiebron* is behoorlijk. Daar staan relatief lage operationele kosten tegenover omdat er geen brandstof ingekocht hoeft te worden voor de warmteproductie, maar enkel elektriciteit voor de pompen. De gemeente Barneveld heeft eerder een kort onderzoek gedaan naar de geschiktheid van (diepe)geothermie in de omgeving. Hieruit is gebleken dat de ondergrond voor (diepe)geothermie geschikt is en dat een vergunning waarschijnlijk snel wordt uitgegeven. Een nadeel is echter dat er in de provincie Gelderland nog geen geothermiebron is gerealiseerd en dat er dus niet met 100% zekerheid kan worden gezegd dat een dergelijk systeem hier goed werkt. Daarom moet er, wanneer er wordt gekozen voor (diepe) geothermie, lokaal een vergaand bodemonderzoek plaatsvinden.

Er zijn dus kansen voor geothermie aanwezig in en rond de gemeente Barneveld. Evenwel is het duidelijk dat geothermie niet in de gehele warmtevraag zal kunnen voorzien. Het benodigde vermogen voor de basislast voor de gehele gemeente ligt naar schatting in de ordegrootte van 50 MW¹⁰. Uitgaande van 10 MW per put¹¹ zou dit overeenkomen met vijf geothermiebronnen. Meer onderzoek naar de ondergrond en het temperatuurtraject van aan te sluiten vastgoed is nodig om nader te bepalen wat er daadwerkelijk beschikbaar is.

Hoeveel putten er nodig zijn om in de warmtevraag te voorzien, is ook afhankelijk van de capaciteit van restwarmtebronnen.

⁹ Zie onder andere visiedocument KNAW (2015) 'Biobrandstof en hout als energiebronnen – Effect op uitstoot van broeikasgassen' en PBL (2013) 'Climate effects of wood used for bio-energy'.

¹⁰ Deze schatting is gebaseerd op een projectie van de totale Barneveldse warmtevraag van circa 1,25 PJ/jaar op een standaard jaarbelastingduurkromme met een

aangenomen verhouding van basis-/pieklast van 30/70. Met de basislast (30% van het totaal aan op te stellen vermogen) kan hierbij in circa 80% van de warmtevraag worden voorzien.

¹¹ Dit is geenszins het maximumvermogen dat uit een put te halen is. Afhankelijk van de energiezuinigheid van (de mate van 'uitkoeling' in) het aan te sluiten vastgoed valt dit hoger uit.

Zonnewarmte is een *laagtemperatuurbron*. Direct gebruik van *zonnewarmte* voor warmtenetten is op dit moment nog niet goed mogelijk.

Op individueel woningniveau kan voor warmwaterproductie op medium tot hoge temperatuur worden gebruikgemaakt van zonnewarmte door een 'zonneboiler'. Hierbij liggen thermische panelen op het dak, zogenaamde zonnecollectoren (in tegenstelling tot zon-pv-panelen, die elektriciteit produceren).

De naam zegt het al: deze 'zonneboiler' vervult een deel van de warmtapwatervraag, met name in de zomer. Ze worden tot nu toe zelden gebruikt om de ruimteverwarmingsvraag in te vullen.¹² In de winter leveren deze panelen, afhankelijk van het soort, geen tot nauwelijks energie. Er zijn initiatieven om deze zonnewarmte over het seizoen op te slaan onder de grond. Dit kan echter niet zomaar: om het temperatuurniveau te behouden, moet er een enorm groot geïsoleerd vat worden gebouwd. De start-up Ecovat werkt hieraan. Deze ontwikkeling is nog in een experimenteel stadium. Zonnecollectoren moeten daarom gezien worden als een individuele besparingsmaatregel voor de tapwatervraag, niet als een duurzame oplossing voor warmtenetten.

Laagtemperatuurbronnen kunnen ook dienen als voeding voor een hoogtemperatuur-warmtenet, wanneer de warmte centraal met een warmtepomp wordt opgewekt naar het juiste temperatuurniveau. Deze techniek is marktrijp, maar wel duur. In Barneveld zijn mogelijk laagtemperatuurbronnen aanwezig vanuit industriële processen op de industrieterreinen (uit maak-industrie, koel-/vrieshuizen of datacenters). Ook kan laagwaardige warmte uit oppervlaktewater worden gewonnen, al is de potentie hiertoe, gezien het beperkte aantal vierkante meters

(stilstaand) oppervlaktewater dat in Barneveld aanwezig is, beperkt.

I.vi Bronnen voor elektriciteit

Nederland is nog steeds een exporteur van elektriciteit: het is ruimschoots beschikbaar. Dit is echter veelal fossiele stroom en ook hier geldt dat duurzame bronnen niet in een oneindige hoeveelheid zullen kunnen voorzien. Wel biedt het elektriciteitsnet meer mogelijkheden dan bijvoorbeeld warmtenetten omdat het goed mogelijk is stroom over grote afstanden te transporten zonder substantieel verlies. Het netwerktransport in Nederland kent een verlies van slechts een paar procent. Ook grotere afstanden zijn goed haalbaar door het gebruik van HVDC-kabels (High Voltage Direct Current, hoogspanningsgelijkstroom), zoals al toegepast is in meerdere verbindingen in Europa. Een voorbeeld is de NorNed-kabel tussen Nederland en Noorwegen. Zo kunnen wij gebruikmaken van zonnestroom uit Spanje, windenergie van de Noordzee en waterkracht uit Scandinavië.

Een aandachtspunt is de balancering van vraag en aanbod, met name over de seizoenen heen. De hiervoor genoemde duurzame gasproductie is een veelbelovende vorm van langdurige opslag. De details hiervan zijn in het heden op gemeentelijk niveau nog niet zo relevant. Het is een vraag die gaat spelen als duurzame opwekking in de toekomst het grootste deel van het stroomaanbod vormt (op dit moment vormt elektriciteit uit wind en zon ongeveer 7% van het totaal). Hoewel er ook knelpunten kunnen zijn op lokale plekken in het elektriciteitsnet, is het balanceringsvraagstuk door de goede transportmogelijkheden met name een landelijke en Europese opgave.

¹² De energievraag voor ruimteverwarming is meestal twee tot drie keer zo groot als de vraag voor warm

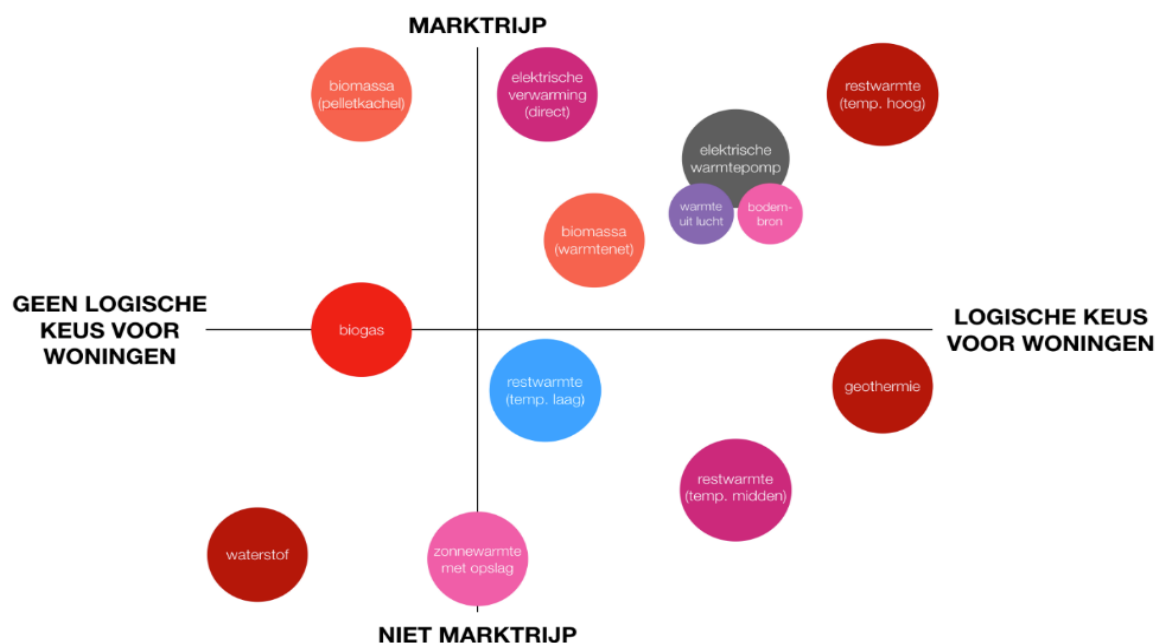
tapwater. Ofwel: ruimteverwarming is gemiddeld genomen goed voor 66% tot 75% van het gasverbruik.

I.vii Marktrijpheid

Gezien de urgentie voor Nederland om van (Gronings) aardgas af te gaan, is het onverstandig in te zetten op technieken die nu nog niet marktrijp zijn. Het kan namelijk wel tien tot twintig jaar duren voordat deze nieuwe technieken op de markt zijn.

Het wachten op nieuwe technieken, die wellicht iets minder nadelen hebben dan de huidige oplossingen, zou betekenen dat het Klimaatakkoord niet wordt gehaald. Ook heeft dit als gevolg dat de temperatuurstijging van 2°C met dezelfde snelheid als nu wordt bereikt. Gezien de tijdspanne die wij hebben om het klimaat te redden, is het van groot belang dat er op dit moment stappen worden gezet. De huidige marktrijpe technieken zijn al goed toepasbaar. Het zijn goede, volwaardige en betaalbare oplossingen om van het aardgas af te komen en ze bieden voldoende mogelijkheden.

In de volgende afbeelding (Figuur I.1) zetten wij een aantal technieken af tegen de marktrijpheid en in hoeverre dit een logische keuze is voor woningen. In de as 'Logische keuze' vatten wij de voorgaande paragrafen over technische implicaties en beschikbaarheid samen. Deze moet geïnterpreteerd worden alsof het voor woningen een logische keuze is *op grote schaal*. De bedoeling is om een idee te geven welke opties in het algemeen realistisch zijn.



Figuur I.1 Marktrijpheid concepten

Bijlage II Overzicht van subvarianten

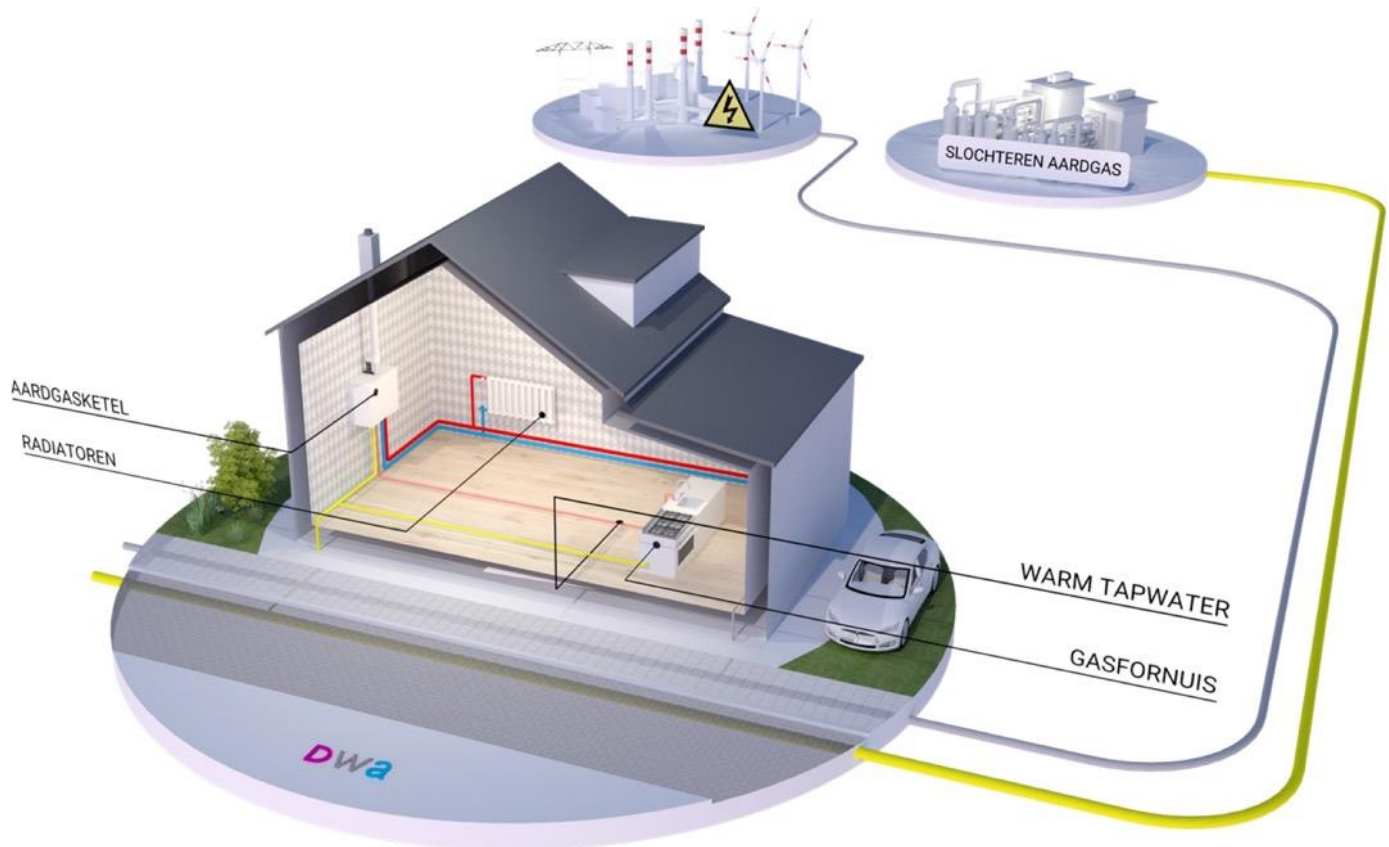
Op de volgende factsheets zijn een aantal veelbesproken energieconcepten uiteengezet.

● = Lage temperatuur, ● = Hoge temperatuur, ● = Collectief systeem, ● = Individueel woningniveau

Subvarianten		In context van de rapportage, financiële analyse en visie
A	Combiketel aardgas ●●	Doorgerekend in de financiële analyse onder de naam 'Referentie'.
B	Warmtenet restwarmte ●●	Dit concept is niet doorgerekend vanwege de afwezigheid van restwarmtebronnen in Barneveld.
C	Warmtenet geothermie ●●●●	Doorgerekend in de financiële analyse onder de naam 'Warmte'.
D	Houtpelletketel ●●	Dit concept is wegens aandachtspunten op het gebied van duurzaamheid, beschikbaarheid en uitstoot van fijnstof geen onderdeel van de integrale analyse. Grootschalige toepassing van dit concept lijkt niet wenselijk of realistisch. Ten opzichte van de referentie op aardgas liggen de aanschafkosten wat hoger; een houtpelletketel is een factor 8 - 10 duurder in verhouding tot een aardgasketel. De verbruikskosten zijn momenteel vergelijkbaar of van een iets lager niveau ten opzichte van aardgas. In verhouding tot het scenario 'Warmte' liggen de kosten van dit concept hoger. In verhouding tot het scenario 'All electric' liggen de kosten lager.
E	Biogas ●●	Dit concept is wegens aandachtspunten op het gebied van beschikbaarheid onderdeel gemaakt van de integrale analyse. De kosten van biogas zijn onbekend, maar het is aannemelijk dat de kosten van dit concept tussen het scenario 'Warmte' en het scenario 'All electric' in liggen.
F	Hybride warmtepomp ●●●●	Dit concept brengt ons niet tot de uiteindelijke eindstreep in 2050 wanneer aardgas volledig uitgefaseerd moet zijn. Daarom vormt dit concept geen onderdeel van de integrale analyse. Wel kan dit concept mogelijk op plaatsen worden toegepast waar duidelijk is dat het gasnet de komende 15+ jaar nog in gebruik blijft, zodat het verbruik van aardgas tussentijds al omlaag kan totdat later richting 2050 het aardgas volledig wordt afgesloten. De kosten van dit concept liggen in aanschaf en gebruik iets, maar niet substantieel hoger in verhouding tot de referentie. Omdat aanpassingen aan de woning niet noodzakelijk zijn, valt dit concept een stuk goedkoper uit in verhouding tot het scenario 'All electric'. De kosten liggen in dezelfde ordegrootte als het scenario 'Warmte'.
G	Warmtepomp met buitenluchtcollector ●●	Doorgerekend in de financiële analyse onder de naam 'All electric'. Dit concept voorziet niet in de mogelijkheid tot duurzaam koelen.
H	Warmtepomp met bodemcollector ●●	Een subvariant op het doorgerekende scenario 'All electric', waarbij de bronwarmte uit de bodem wordt gewonnen in plaats van uit de buitenlucht. Dit maakt het concept in aanschaf iets duurder, maar dankzij een hogere bronwarmtetemperatuur in gebruik iets goedkoper. Dit concept voorziet in duurzame koeling.
I	Warmtepomp met collectieve bron ●●	Een subvariant op het doorgerekende scenario 'All electric', waarbij de bronwarmte in plaats van uit de buitenlucht uit een wko-bron komt, eventueel in combinatie met andere 'regeneratiebronnen' zoals oppervlaktewater, riothermie of een afvalwaterzuivering. Een koppeling tussen de wko-bron, de regeneratiebronnen en de woningen vereist aanleg van een warmtenet. Door de investeringskosten in dit warmtenet en de wko-bron vallen de kosten van dit concept significant hoger uit ten opzichte van de all-electric variant zoals doorgerekend in de analyse. Ook dient er vaak een exploitant aangesteld te worden voor exploitatie en beheer van het collectieve energiesysteem. Deze subvariant is doorgaans alleen interessant wanneer er een combinatie kan worden gezocht met een bronwarmte- of laagtemperatuurwarmtebron met voldoende vermogen waardoor het wko-systeem achterwege kan blijven, of in combinatie met aansluiting van afnemers waarvoor koude waarde heeft, bijvoorbeeld kantoorpanden.

A – Referentie op aardgas

Hoge temperatuur



Werking

Water wordt met een aardgasgestookte ketel opgewarmd naar 60°C voor tapwaterverwarming en 40-90°C voor ruimteverwarming. Om de warmte in de woning te brengen zijn radiatoren, convectoren of vloerverwarming aangebracht. Een combiketel fungeert als doorstroomtoestel, warmtapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact nihil

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft een combiketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Het is een flexibel systeem. Toepassing van een combiketel stelt geen minimumvereisten aan de isolatiegraad of het type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid eindig

De gasproductie in Groningen wordt beëindigd en voortzetting van de gaswinning elders is in strijd met de klimaatdoelstellingen van Parijs. Voor ruimteverwarming van gebouwen en woningen kunnen wij daarom stellen dat aardgas in Nederland op zijn retour is.

Ruimtebeslag is gebruikelijk

In het publieke domein is reeds op de meeste plekken ruimte voor een gasleidingnet gereserveerd. In de woning wordt een compacte combiketel opgehangen, meestal in combinatie met radiatoren in de ruimten.

Uitstoot van CO₂

Bij verbranding van aardgas komt CO₂ vrij dat via de schoorsteen in de atmosfeer wordt geloosd. Voor een gemiddelde eengezinswoning loopt dit jaarlijks op tot zo'n 3 - 5 ton.

Lage kosten in aanschaf

Goedkoop in aanschaf dankzij beperkte eisen aan bouwkundige kwaliteit en lage investeringskosten in installaties.

Gemiddelde kosten in gebruik

Aardgas vormt de referentie in verwachte gebruikskosten.

B - Warmtenet met restwarmte

Hoge temperatuur



Werking

Dit concept functioneert op hoogtemperatuurniveau. (Rest)warmte uit een bron elders wordt via een warmtenet en een daarop aangesloten afleverset aan het cv-systeem in de woning overgebracht. De set levert 60°C voor tapwaterverwarming en 40 - 90°C voor ruimteverwarming. De afleverset wordt aangesloten op radiatoren, convectoren of vloerverwarming. Een afleverset fungeert als doorstroomtoestel. Warm tapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact in woning nihil

Het temperatuurbereik van 70 - 90°C geeft een afleverset voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Het is een flexibel systeem. Toepassing van een afleverset stelt geen strikte minimumvereisten aan de isolatiegraad of het type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid: regionaal gelimiteerd

Binnen Barneveld zelf lijken er weinig potentiële hoogtemperatuur-restwarmtebronnen aanwezig. In regionaal verband is dit wel beschikbaar, met name vanuit de bestaande warmtebronnen van HVC. Hierin resteert nog capaciteit voor verdere uitbreiding, maar het is te verwachten dat in de toekomst de vraag hiernaar het aanbod overstijgt.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein moet ruimte worden gereserveerd voor de aanleg van een warmtenet. In de woning wordt een compacte afleverset opgehangen en via twee leidingen met het warmtenet in de straat verbonden.

Lage uitstoot van CO₂

De CO₂-uitstoot komt significant lager uit dan gebruikelijk was met een gasketel. De precieze uitstoot die nog resteert, is situatieafhankelijk.

Relatief lage kosten in aanschaf

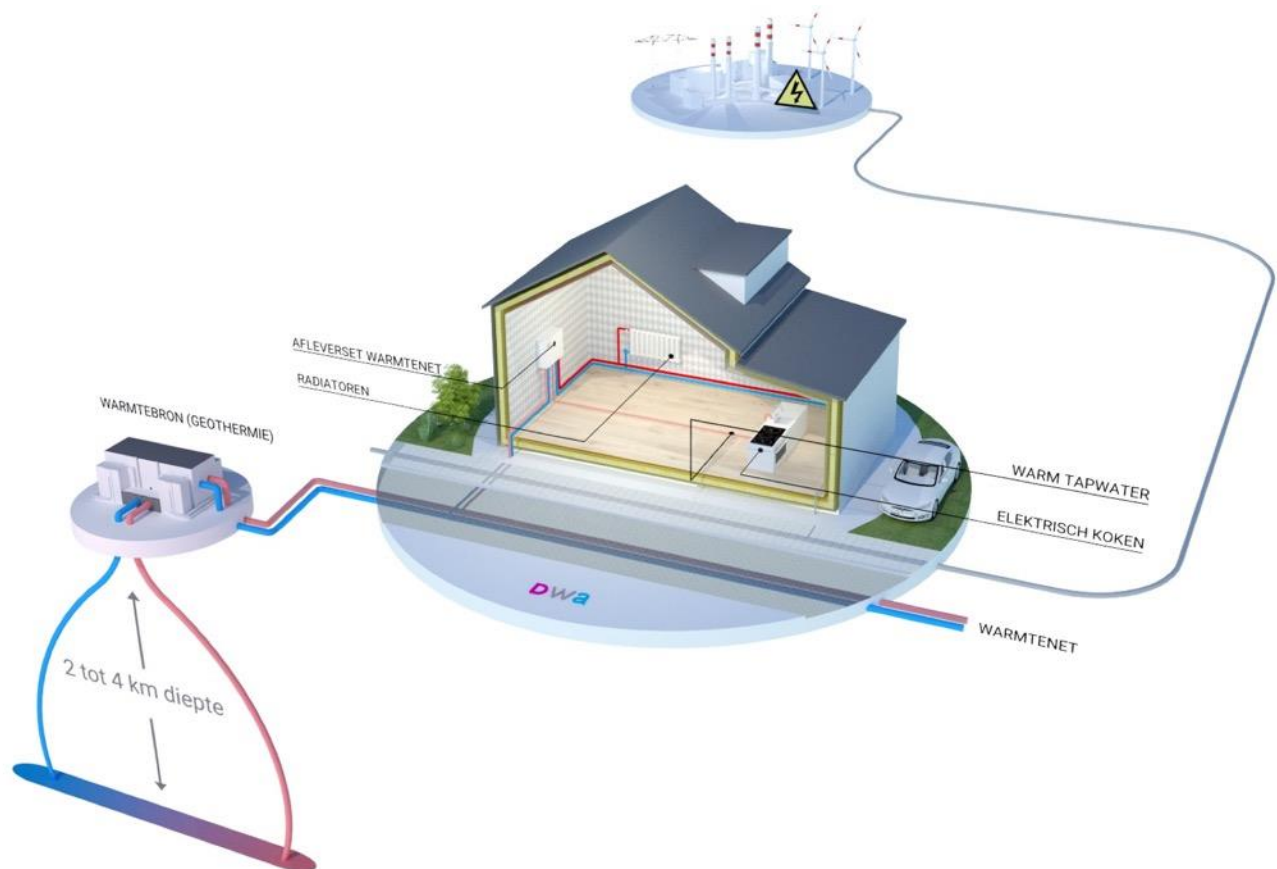
Aanleg van een warmtenet is kostbaar, maar kan goeddeels worden terugverdiend dankzij benutting van goedkope restwarmte. Aanpassingen aan de woning en de daaruit voortvloeiende kosten zijn niet aan de orde. Voor afgelegen woningen is een warmtenet niet haalbaar.

Gemiddelde kosten in gebruik

Volgens het niet-meer-dan-andersprincipe (NMDA) liggen de kosten voor de eindgebruiker in lijn met de referentie op aardgas.

C - Warmtenet met geothermie

Hoge temperatuur



Werking

Dit concept functioneert op hoogtemperatuurniveau. Warmte uit een geothermiebron elders wordt via een warmtenet en een daarop aangesloten afleverset aan het cv-systeem in de woning overgebracht. De set levert 60°C voor tapwaterverwarming en rond de 70 - 80°C voor ruimteverwarming. De afleverset wordt aangesloten op radiatoren, convectoren of vloerverwarming. Conventionele radiatoren zijn doorgaans niet geschikt. Een afleverset fungeert als doorstroomtoestel. Warm tapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact in woning beperkt

Het temperatuurbereik van 70 - 80°C geeft een afleverset voldoende verwarmingsvermogen om de meeste woningen zonder aanpassingen op temperatuur te kunnen houden. *Meer verregaande aanpassingen kunnen wenselijk en op termijn noodzakelijk zijn voor de exploitant om een haalbare casus te realiseren.*

Beschikbaarheid

Het vaststellen van de precieze potentie vergt nader onderzoek, maar de bodemgeschiktheid in Barneveld lijkt gunstig.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein moet ruimte worden gereserveerd voor de aanleg van een geothermiebron en een warmtenet. In de woning wordt een compacte afleverset opgehangen en met het warmtenet in de straat verbonden.

Lage uitstoot van CO₂

De CO₂-uitstoot komt significant lager uit dan gebruikelijk was met een gasketel. De precieze uitstoot die nog resteert, is situatieafhankelijk.

Gemiddelde aanschafkosten

Aanleg van zowel het warmtenet als de geothermiebron zijn kostbaar, maar de kosten voor noodzakelijke woningaanpassingen zijn laag. Dit concept is daardoor in de meeste gevallen goedkoper dan all-electric, maar duurder ten opzichte van aardgas. Voor afgelegen woningen is een warmtenet niet haalbaar.

Gemiddelde kosten in gebruik

Conform het NMDA-principe, in lijn met de referentie op aardgas.

D - Warmtepomp op buitenlucht

Lage temperatuur



Werking

Een warmtepomp haalt warmte uit buitenlucht, aangezogen met een ventilator die op of naast de woning wordt geplaatst en verhoogt de bronwarmtetemperatuur naar 35 - 40°C voor aanvoer aan vloerverwarming of convectoren. Conventionele radiatoren zijn doorgaans niet geschikt. De warmtepomp verwarmt ook het tapwater, maar beschikt over onvoldoende vermogen om als doorstroomtoestel te fungeren. Warm water wordt daarom op een langzamer tempo bereid en gebufferd in een voorraadvat.

Praktische impact in woning hoog

Ingrijpende verbouwingen zijn noodzakelijk. Vanwege het relatief lage temperatuurniveau waarop de warmtepomp functioneert, kan een warmtepomp een stuk minder vermogen leveren dan een combiketel. Grondige aanpassingen aan de isolatiegraad en het afgiftesysteem van woningen zijn daarom noodzakelijk. Om voldoende frisse lucht in de woning te brengen, is toepassing van een mechanisch ventilatiesysteem dan noodzakelijk.

Beschikbaarheid is goed

Overall is bronenergie uit de buitenlucht beschikbaar. De elektriciteit voor de warmtepomp kan duurzaam worden opgewekt met zon en wind.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein is de ruimtelijke impact beperkt. Wel is het vaak noodzakelijk het elektriciteitsnet te verzwaren. Het net is doorgaans niet voldoende krachtig om meerdere warmtepompen tegelijk mee te voeden. Op of naast de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor de buitenluchtcollector en in de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor plaatsing van de warmtepomp en een boiler. Een warmtepomp heeft de afmetingen van een tafemodel koelkast, een boilervat is ongeveer 1,5 bij 0,5 meter in afmeting.

Voorwaardelijk lage uitstoot van CO₂

De CO₂-uitstoot van de elektriciteitsproductie voor het Nederlandse elektriciteitsnet is hierin bepalend.

Aanschafkosten hoog

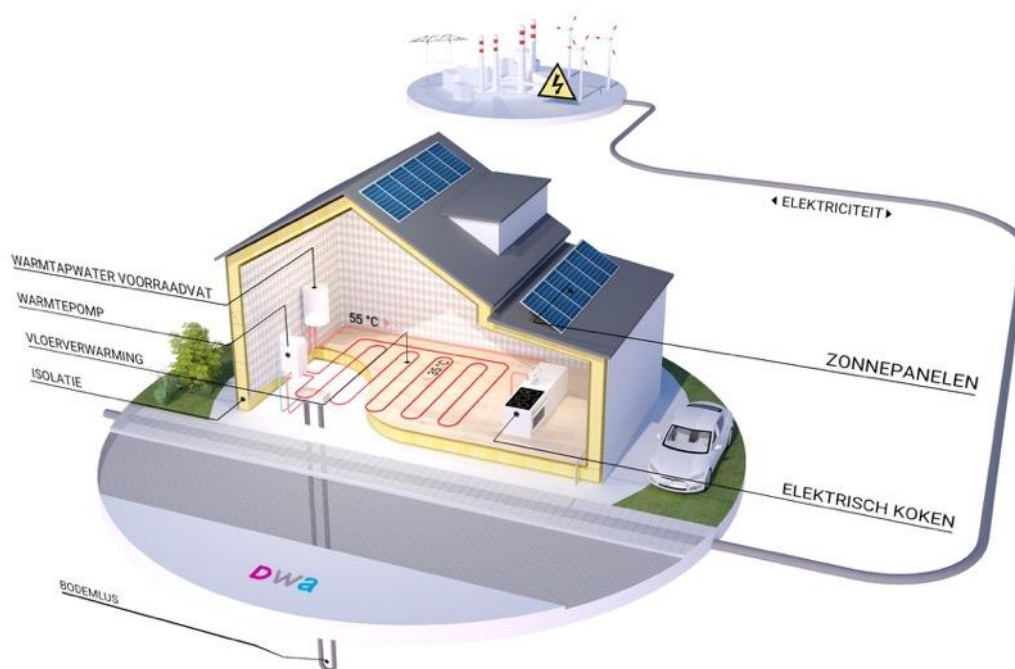
De combinatie van kosten in isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op. Er wordt onvoldoende op energiekosten bespaard om deze terug te kunnen verdienen.

Gemiddelde kosten in gebruik

De elektriciteitsrekening is dankzij de energiezuinige warmtepomp relatief laag. Wel verbruikt een warmtepomp op buitenlucht op zeer koude dagen relatief veel elektriciteit in vergelijking tot andere all-electric concepten.

E - Warmtepomp met bodemlus

Lage temperatuur



Werking

Een warmtepomp haalt warmte uit de bodem met een bodemplus die op of naast de woning wordt geplaatst en verhoogt de bronwarmtetemperatuur naar 35 - 40°C voor aanvoer aan vloerverwarming of convectoren. De warmtepomp verwarmt ook het tapwater, maar beschikt over onvoldoende vermogen om als doorstroomtoestel te fungeren. Er wordt daarom een voorraadvat (boiler) toegepast.

Praktische impact in woning hoog

Ingrijpende verbouwingen zijn noodzakelijk. Een warmtepomp kan minder vermogen leveren dan een combiketel. Grondige aanpassingen aan de isolatiegraad en het warmteafgifte- en ventilatiesysteem van de woning zijn daarom noodzakelijk. De geluidsproductie door de buitenunit kan een aandachtspunt vormen.

Beschikbaarheid is goed

Op de meeste plekken in Nederland is de bodem geschikt voor dit type gesloten bodemenergiesystemen. Als alternatief kan er warmte op beperktere diepte worden gewonnen met toepassing van warmtekorven in plaats van een bodemplus. De elektriciteit voor de warmtepomp kan duurzaam worden opgewekt met zon en wind.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein is de ruimtelijke impact beperkt. Wel is het vaak noodzakelijk het elektriciteitsnet te verzwaren. Onder of naast de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor de aanleg van het bodemenergiesysteem, waarbij de omvang van de boorinstallatie een aandachtspunt vormt. In de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor plaatsing van de warmtepomp en een boiler.

Voorwaardelijk lage uitstoot van CO₂

De CO₂-uitstoot van het elektriciteitsnet is bepalend.

Aanschafkosten hoog

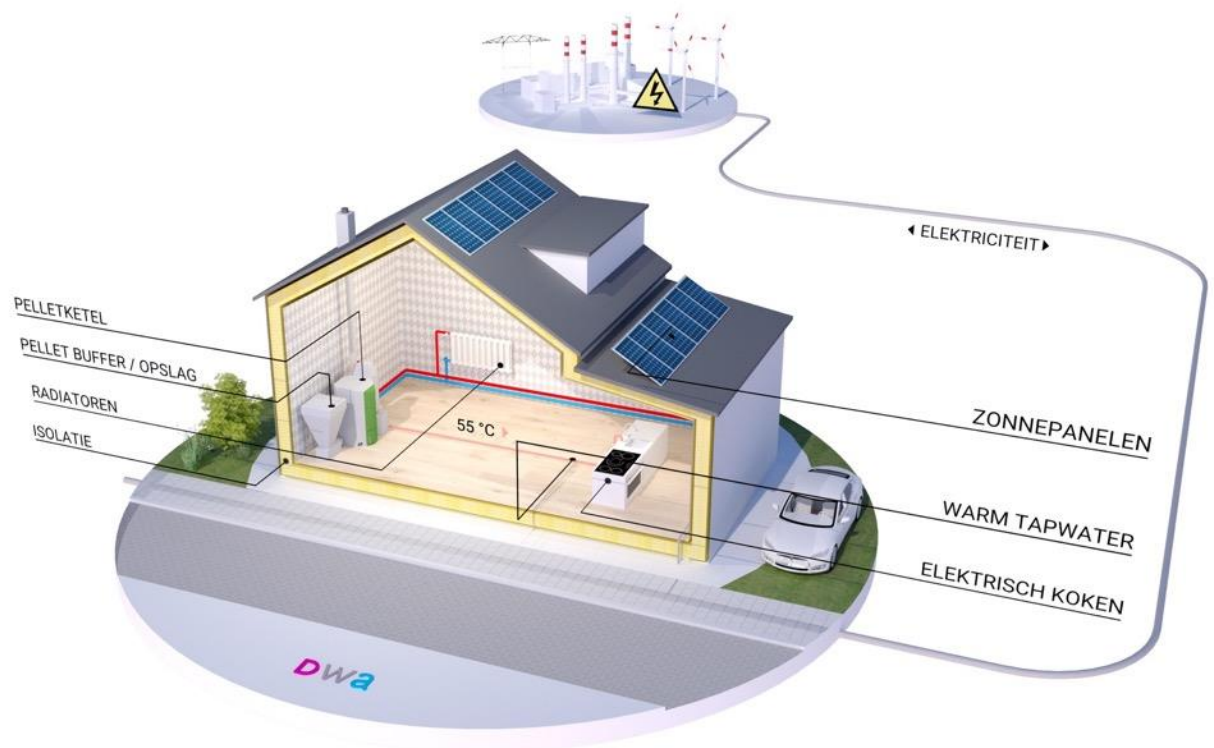
De combinatie van kosten in isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op en slechts deels terugverdiend.

Lage kosten in gebruik

De elektriciteitsrekening valt dankzij de energiezuinige warmtepomp en de relatief hoge bronwarmtetemperatuur uit de bodem relatief laag uit.

F - Houtpelletketel

Hoge temperatuur



Werking

Het principe is vergelijkbaar met een conventionele combiketel, waarbij in plaats van aardgas houtpellets gemaakt van snoeiafval of andere reststromen worden verbrand. De pelletketel produceert temperaturen tot 90°C en kan als doorstroomtoestel fungeren. Wel wordt dit vaak gecombineerd met een boiler om de wachttijd op warmtapwater in te korten. De houtpellets kunnen worden gebufferd in pelletbuffers van variërende omvang.

Praktische impact binnen de woning beperkt

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft een pellet ketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Dit stelt geen eisen aan isolatiegraad of type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid is beperkt

Duurzame biomassa (snoeiafval, resthout, et cetera) is beperkt beschikbaar. Dit beperkt de schaal waarop dit concept kan worden toegepast.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

Dit concept legt geen noemenswaardig beslag op ruimte binnen het publieke domein. Wel kan de plaatsing van de pelletbuffer, noodzakelijk om te voorkomen dat de pelletkachel te vaak moet worden bijgevuld, praktisch lastig inpasbaar zijn in kleine woningen.

Volgens regelgeving CO₂-neutraal

Nederlandse normeringen beschouwen verbranding van biomassa als CO₂-neutraal.

Aanschafkosten hoog

De combinatie van kosten van isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op. Er wordt onvoldoende op energiekosten bespaard om deze terug te kunnen verdienen.

Gemiddelde kosten in gebruik

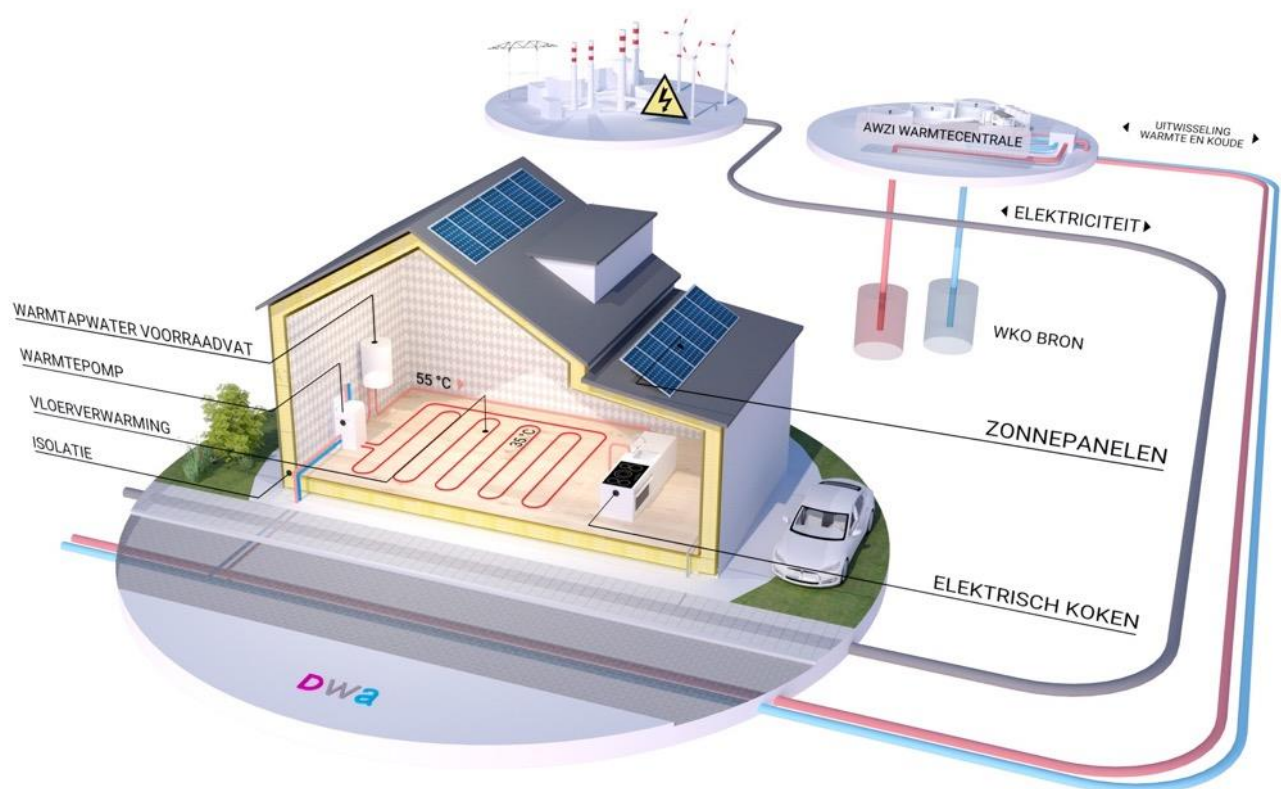
Bij de huidige prijzen van houtpellets komen de energiekosten op gelijk niveau of iets lager uit ten opzichte van aardgas.

Uitstoot van fijnstof

Uitstoot van fijnstof, SO₂- en NO_x- kan problemen geven bij toepassing van pelletketels op grotere schaal.

G - Warmtepomp met wko

Lage temperatuur



Werking

Een warmtepomp is aangesloten op een (lokaal) bronnet (circa 12°C) waarmee bronwarmte uit een wko-bron wordt aangevoerd. De warmtebron verhoogt deze temperatuur naar 35 - 40°C voor aanvoer aan vloerverwarming of convectoren. De warmtepomp verwarmt ook het tapwater, maar beschikt over onvoldoende vermogen om als doorstroomtoestel te fungeren. Daarom wordt een boiler vat toegepast. De wko-installatie kan worden gecombineerd met andere bronnen zoals een AWZI, oppervlaktewater of riothermie om de bron in balans te houden.

Praktische impact in woning hoog

Ingrijpende verbouwingen zijn noodzakelijk. Een warmtepomp kan minder vermogen leveren dan een combiketel. Grondige aanpassingen aan de isolatiegraad en het afgifte- en ventilatiesysteem van de woning zijn daarom noodzakelijk.

Beschikbaarheid is goed

Op de meeste plekken in Nederland is de bodem geschikt voor dit type open bodemenergiesystemen. Ook is er op veel plaatsen additionele bronwarmte beschikbaar om het systeem mee in balans te houden, bijvoorbeeld oppervlaktewater of een AWZI. De elektriciteit voor de warmtepomp kan duurzaam worden opgewekt met zon en wind.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein wordt een warmtenet aangelegd en het is noodzakelijk het elektriciteitsnet te verzwaren. De wko-bron neemt bovengronds slechts beperkte ruimte in. In de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor plaatsing van de warmtepomp en een boiler.

Voorwaardelijk lage uitstoot van CO₂

De CO₂-uitstoot van de elektriciteitsproductie voor het Nederlandse elektriciteitsnet is hierbij bepalend.

Aanschafkosten hoog

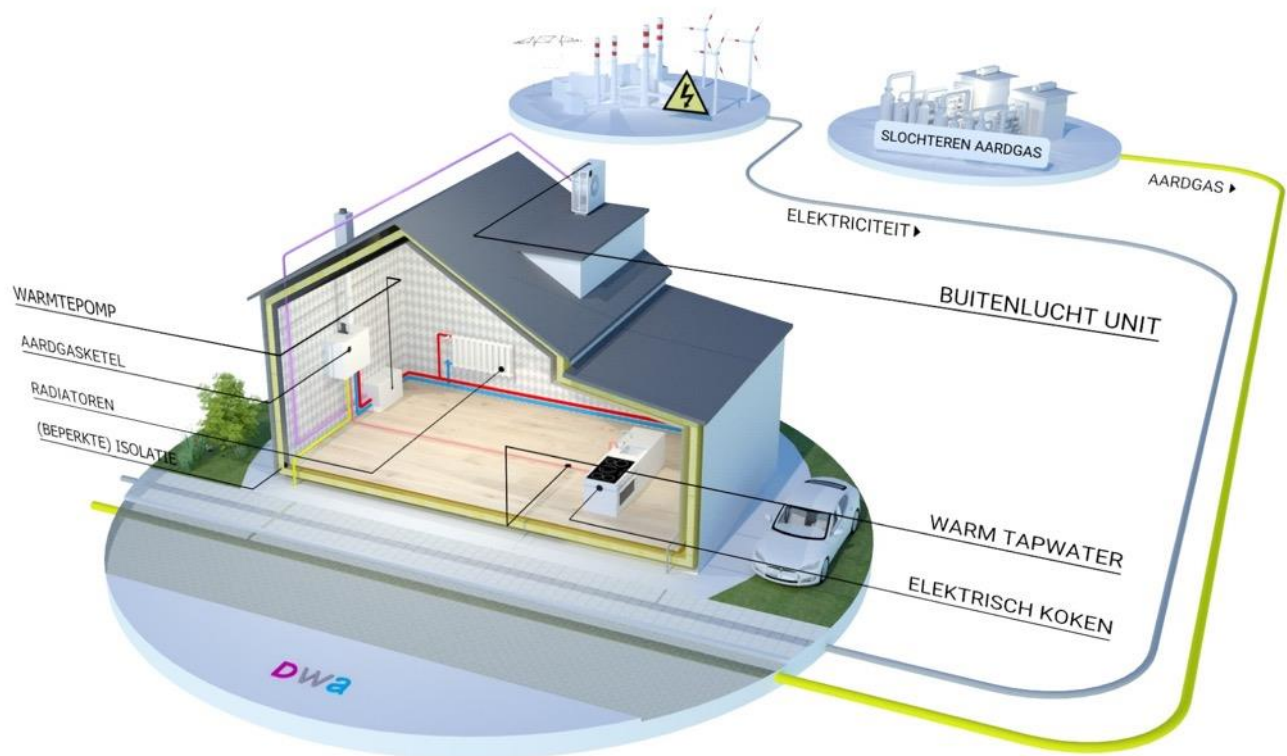
De combinatie van kosten van isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op. De kosten voor aanleg van het bronnet en wko-bron komen hier nog bovenop. In of op de woning zelf hoeft echter niet in een bron geïnvesteerd te worden. Er wordt onvoldoende op energiekosten bespaard om de meerkosten terug te kunnen verdienen.

Lage kosten in gebruik

De elektriciteitsrekening valt, dankzij de energiezuinige warmtepomp en relatief hoge bronwarmtetemperatuur uit de bodem ,relatief laag uit.

H - Hybride warmtepomp

Hoge temperatuur



Werking

Een warmtepomp verwarmt water tot 40°C, de warmtepomp haalt bronwarmte uit de buitenlucht (bodem is ook mogelijk). Wanneer nodig vult een aardgasgestookte ketel dit verder aan tot 50 - 90°C voor tapwaterverwarming en ruimteverwarming op de koudere dagen van het jaar. Om de warmte in de woning te brengen, zijn radiatoren, convectoren of vloerverwarming aangebracht. Een combiketel fungeert als doorstroomtoestel. Warm tapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact nihil

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft de combiketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Dankzij de uitrusting met een combiketel stelt dit concept geen absolute minimumvereisten aan de isolatiegraad of het type afgiftesysteem. *Wel is verbetering van energiezuinigheid wenselijk om de inzet van de combiketel te minimaliseren.*

Beschikbaarheid: eindig

Dit concept blijft voor een significant deel van de warmtevraag afhankelijk van aardgas. De gasproductie in Groningen wordt beëindigd en voortzetting van de gaswinning elders is in strijd met de klimaatdoelstellingen van Parijs. Voor ruimteverwarming van gebouwen en woningen kunnen wij daarom stellen dat aardgas in Nederland op zijn retour is.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

Als toevoeging op de combiketel wordt een kleine warmtepomp geplaatst, al dan niet geïntegreerd in één apparaat. Op of naast de woning wordt een buitenluchtcollector geplaatst.

Uitstoot van CO₂

Bij verbranding van aardgas komt CO₂ vrij. Voor het elektraverbruik van de warmtepomp is de CO₂-uitstoot van elektriciteit, geproduceerd voor het net, bepalend.

Relatief lage kosten in aanschaf

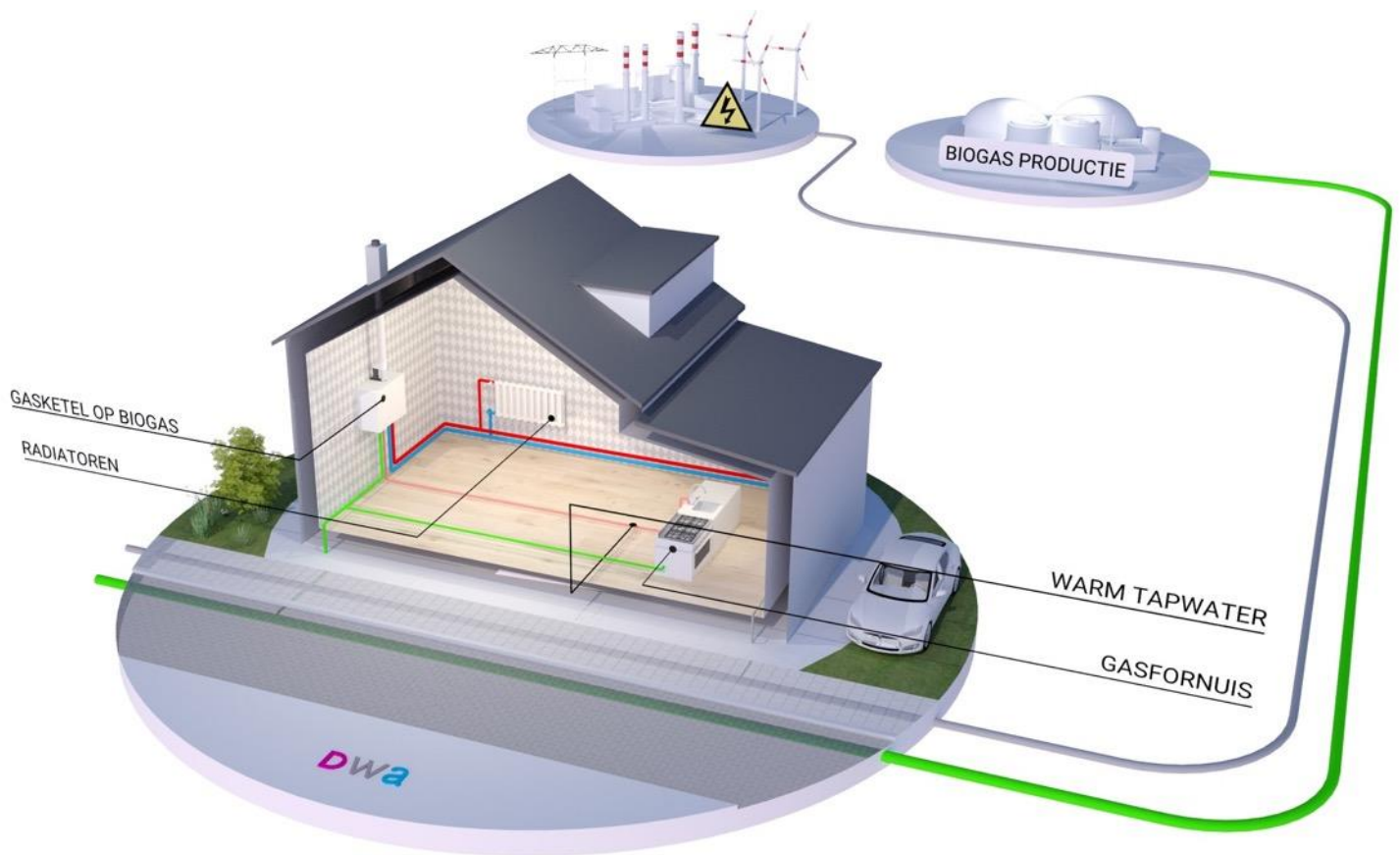
De hybride warmtepomp is duurder dan een conventionele cv-ketel, maar dankzij beperkte eisen aan de bouwkundige kwaliteit van de woning blijven de kosten bij toepassing van dit concept relatief beperkt.

Gemiddelde kosten in gebruik

Vergelijkbaar met wat gebruikelijk is. De energiekosten kunnen iets dalen, de onderhoudskosten iets stijgen.

I - Biogas

Hoge temperatuur



Werking

Elders wordt via vergisting van gft of andere organische reststromen biogas geproduceerd en via een (bestaand gas)leidingnet naar de woning getransporteerd. Water wordt met een biogas gestookte ketel opgewarmd tot 60°C voor tapwaterverwarming en 40 - 90°C voor ruimteverwarming. Om de warmte in de woning te brengen, zijn radiatoren, convectoren of vloerverwarming aangebracht. Een combiketel fungeert als doorstroomtoestel. Warm tapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact nihil

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft de biogas gestookte ketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Dankzij de uitrusting met combiketel stelt dit concept geen absolute minimumvereisten aan isolatiegraad of type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid laag

Het aanbod aan biogas is op dit moment zeer beperkt en zal volgens de sector in 2030 ongeveer 5% van onze huidige gasconsumptie kunnen vervullen. Binnen de industrie en transportsector ontstaat naar verwachting ook vraag naar deze hoogwaardige brandstof, waarbij geldt dat er voor deze sectoren mogelijk geen alternatieven beschikbaar komen. Het is daarom de vraag hoeveel van de genoemde 5% er ook echt beschikbaar kan worden gesteld voor verwarming van woningen.

Lage impact op ruimtebeslag

Binnen de woning verandert er niets ten opzichte van de situatie met aardgasgestookte ketel.

CO₂-neutraal

Verbranding van biogas wordt in de normeringen als CO₂-neutraal beschouwd.

Kosten in aanschaf en gebruik onbekend

De hybride warmtepomp is duurder dan een conventionele cv-ketel, maar dankzij beperkte eisen aan bouwkundige kwaliteit van de woning blijven de kosten bij toepassing van dit concept relatief beperkt.

Bijlage III Onderbouwing financiële analyse

Voor de analyse van de (meer)kosten nemen wij een groot aantal overwegingen en factoren in beschouwing die wij analyseren in een *integraal kostenmodel*. In deze bijlage lichten wij die toe.

III.i Gebouwcategorieën

Met name de *aard* van de bebouwing is relevant voor de kosten die er nodig zijn om een alternatief voor aardgas werkbaar te krijgen. Woningen en gebouwen zijn in te delen in een aantal standaard categorieën. Voor elk van die categorieën zijn andere kansen en bedreigingen van toepassing op een aantal *eigenschappen* die te maken hebben met de verduurzaming van het pand:

- de huidige isolatiegraad;
- het huidige verwarmingssysteem;
- het huidige ventilatiesysteem;
- de mate waarin een seriematige (en dus goedkope) aanpak mogelijk is – ‘voorspelbaarheid’;
- dit levert bij elkaar genomen een beeld van de ‘moeilijkheidsgraad’.

Er zijn veertien *gebouwcategorieën* voorgeschreven door de RVO, waarin de periodes zijn vastgelegd die ongeveer gelijke bouw kennen. Voor utiliteit is 1980 een omslagpunt. Na 1980 is de bouw meer modern te noemen (kanalen ten behoeve van ventilatie en luchtbehandeling, isolatiewaarde enzovoort).

Woningen - laagbouw:

- 1 tot en met 1945;
- 2 1946 - 1964;
- 3 1965 - 1974;
- 4 1975 - 1991;
- 5 1992 - heden.

Woningen - hoogbouw:

- 1 tot en met 1945;
- 2 1946 - 1964;
- 3 1965 - 1974;
- 4 1975 - 1991;
- 5 1992 - heden.

Utiliteit:

- 1 met warmtevraag tot en met 1980;
- 2 met warmtevraag vanaf 1981;
- 3 met warmte- en koudevraag tot en met 1980;
- 4 met warmte- en koudevraag vanaf 1981.

In de analyse die wij in dit hoofdstuk doen, wordt gerekend met aantallen woningen per buurt (gebouwdichtheid, hoe dichter de bebouwing, hoe groter de kans dat er voldoende vraag is voor een warmtenet). Voor utiliteit wordt gerekend met het aantal vierkante meter (m²) van het pand dat energie vraagt. Voor utiliteit wordt 100 m² aangehouden als één ‘woningequivalent’ (WEQ). In de volgende afbeelding geven wij visueel weer wat de kansen zijn voor verduurzaming van verschillende woningtypes.

Het bouwjaar van panden is met name voor woningen een beslissende factor die bepaalt welke oplossing het meest gepast is. In het rekenmodel is dit onder andere meegenomen door het gebruik van verschillende investeringskosten per bouwjaarcategorie (hoe slechter geïsoleerd, hoe meer er in een pand geïnvesteerd moet worden om het ‘in te pakken’). Het is niet altijd nodig om een gebouw direct te isoleren wanneer het aangesloten wordt op een hoogtemperatuur-warmtenet. Isolatie kan dan op een later moment nog worden toegevoegd, waardoor er minder warmte nodig is. Die kan warmte dan weer gebruikt worden voor een volgende buurt.

III.ii Data over energievraag

Om de energievraag in de gemeente Barneveld scherp te krijgen, maken wij voor woningen gebruik van de zogenaamde standaard jaarverbruiken van kleinverbruikers, die ieder jaar bekend worden gemaakt door de netbeheerders. Kleinverbruikers zijn gedefinieerd als: alle gasaansluitingen tot en met ‘G25’ (tot 25 m³/h vermogen).

	t/m 1945	1945-1964	1965-1974	1975-1991	1992-heden
isolatiegraad	weinig tot geen isolatie	weinig tot geen isolatie	vaak spouw aanwezig	matige isolatie vanaf de bouw	redelijk tot goed geïsoleerd
verwarmingssysteem	meestal CV, soms gaskachel	meestal CV-leidingen aanwezig	CV aanwezig	CV aanwezig	CV aanwezig
ventilatiesysteem	natuurlijke ventilatie	natuurlijke ventilatie	natuurlijke ventilatie	soms mechanische ventilatie	vaak mechanische ventilatie
voorspelbaarheid	unieke bouw	deels seriematige bouw	sterk seriematige bouw	sterk seriematige bouw	sterk seriematige bouw
moeilijkheidsgraad	inpassing alternatief ingewikkeld	inpassing HT alternatief mogelijk	inpassing HT alternatief mogelijk	inpassing HT alternatief mogelijk	inpassing LT alternatief mogelijk

Figuur III.1 kansen voor verduurzaming verschillende woningtypes.

Voor deze aansluitingen is per postcode-6-gebied aangegeven wat het standaard jaarverbruik is: het gemiddelde verbruik van deze aansluitingen, gecorrigeerd naar een standaard jaar wat betreft weersomstandigheden.

In de meeste postcodegebieden geeft deze data precies het verbruik van de woningen weer. Er is echter een aantal beperkingen, die in sommige postcodegebieden voor vertroebeling zorgen.

- Onder kleinverbruikers vallen ook kleine scholen, kleine kantoren enzovoort; alles wat een aansluiting heeft kleiner dan G25. Woningen hebben meestal een aansluiting G6 of G10. Het verbruik van woningen kan hierdoor worden vertekend als er bijvoorbeeld ook winkels op die postcode zitten. Dit speelt met name in binnensteden.

- De data is beschikbaar per postcode-6-gebied, maar wanneer er minder dan tien aansluitingen zijn in een postcode, zijn de postcodes gegroepeerd. Bij meer dan twee postcodes is het soms onduidelijk om welke postcodes het gaat. Dit speelt met name in het buitengebied.

De kleinverbruiksdata bevat ook metadata over het aantal aansluitingen en de gemiddelde aansluitingswaarde. Hiermee kunnen wij corrigeren voor deze tekortkomingen. Wij sporen de afwijkende waarden op en gebruiken voor deze postcode het gemiddelde gasverbruik in woningen in Nederland (1.500 m³/jaar).

III.iii Kostenkentalen

Voor utiliteitsbouw is een dergelijke databron niet beschikbaar. Daarom werken wij op basis van een kental (energievraag per m²). Dit is in de utiliteitsbouw gebruikelijk in bijvoorbeeld de ontwerpfase van een nieuw kantoorgebouw en sluit daarmee redelijk aan bij de werkelijkheid. Daarnaast is voor utiliteit per functie een inschatting gemaakt van het percentage verwarmd oppervlak en het percentage oppervlak waar zowel verwarming als koeling wordt toegepast.

Verder zijn kostenkentalen gebruikt voor bijvoorbeeld de beschikbaarheid van de verschillende soorten warmtebronnen.

** Voor industrie geldt dat 90% van het vloeroppervlak **geen energievraag** heeft voor verwarming/koeling van het pand (onder andere loodsen, hallen, opslag).*

Tabel III.1

Functie	Enkel verwarmd oppervlak	Verwarmd en gekoeld oppervlak
Kantoor	20%	80%
Winkel	50%	50%
Onderwijs	50%	50%
Gezondheidszorg	0%	100%
Industrie	10%*	0%
Bijeenkomst	50%	50%
Sport	75%	25%
Logies	25%	75%
Cellen	50%	50%

III.iv Uitkomsten financiële analyse

Wij bespreken de uitkomsten van de financiële analyse in termen van *meerkosten*: meerkosten van warmte en all-electric ten opzichte van de gasreferentie. Op basis van deze meerkosten wordt de optimale mix bepaald die hier wordt besproken.

Wij bespreken de *kosten* bewust als eerste, voordat wij toekomen aan de *beschikbaarheid* van bronnen. Deze kosten zijn bepaald op basis van kentallen en hebben geen oog voor de specifieke situatie of ligging van de buurt ten opzichte van andere buurten of warmtebronnen. Het is dus het startpunt: *wat zouden wij op basis van kosten het liefste willen implementeren in elke buurt?* In een tweede stap bekijken wij wat *mogelijk* is.

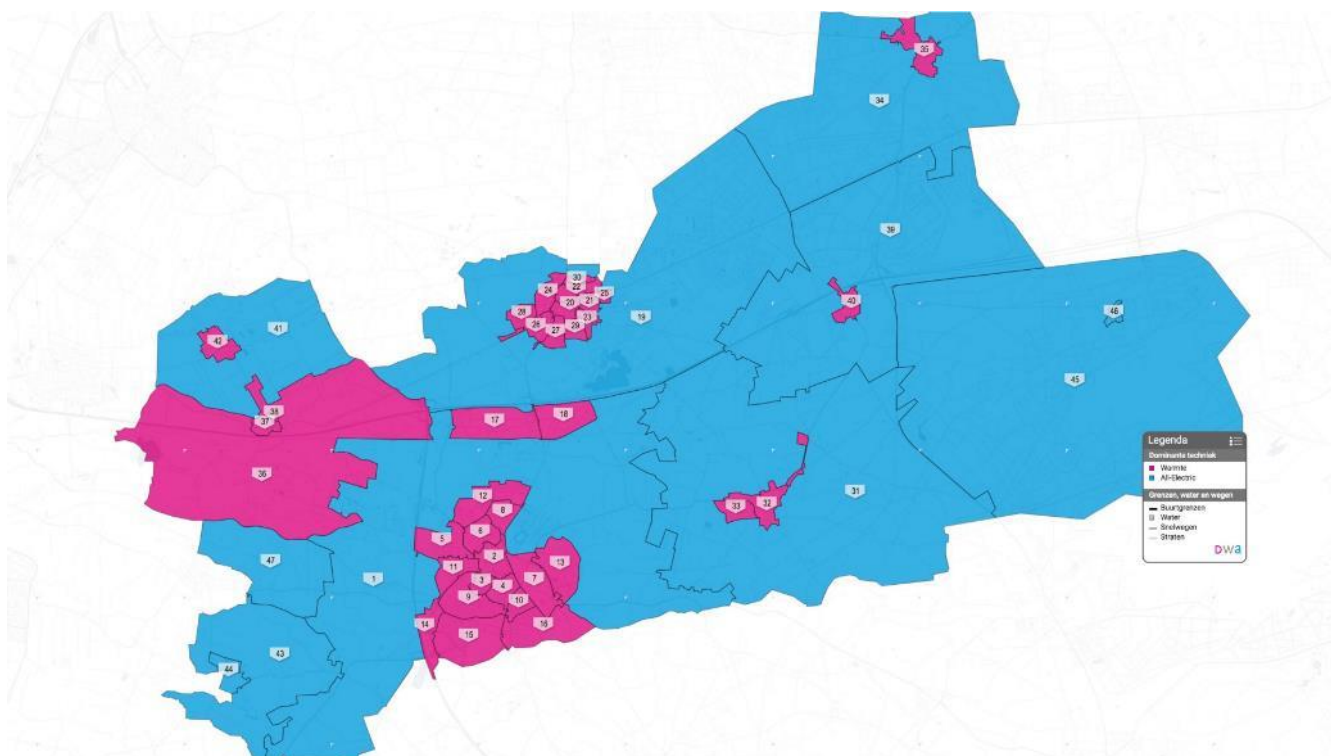
Uitkomsten

In de volgende kaart (figuur III.2) wordt per buurt de optimale variant getoond.

In het de daaropvolgende kaart zijn de meer-/minderkosten voor de optimale mix ten opzichte van de referentie geplot.

Dominante techniek per buurt

Zoals te zien is in de onderstaande kaart heeft iedere buurt een eigen voorkeursconcept. In het overgrote deel van de woningen komt een warmtenet als beste oplossing uit de berekening. Op de kaart lijkt het in eerste oogopslag alsof voor de meeste woningen all-electric de beste oplossing is. Echter is dit een visueel bedrog. In de steden, die een substantieel kleiner oppervlakte hebben dan de buitengebieden, zijn meer woningen dan in de buitengebieden.



Figuur III.2 Dominant concept per buurt

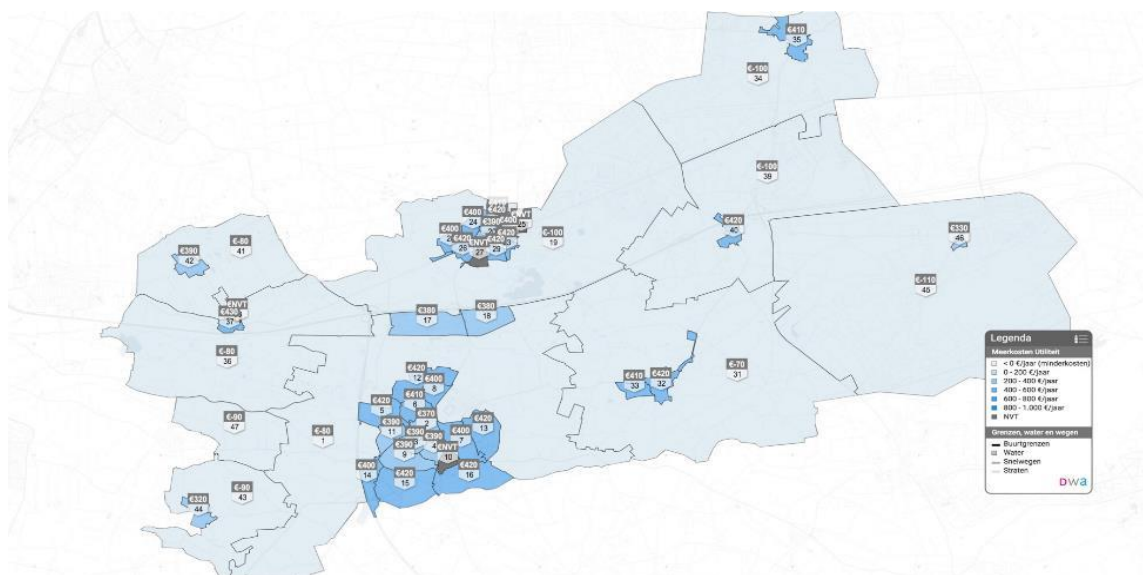
Meerkosten op jaarbasis

Op de onderstaande kaart is te zien dat iedere wijk per woning meerkosten heeft ten opzichte van de huidige situatie. Dit betekent dat bewoners in beide gevallen meer moeten gaan betalen dan dat ze nu doen.

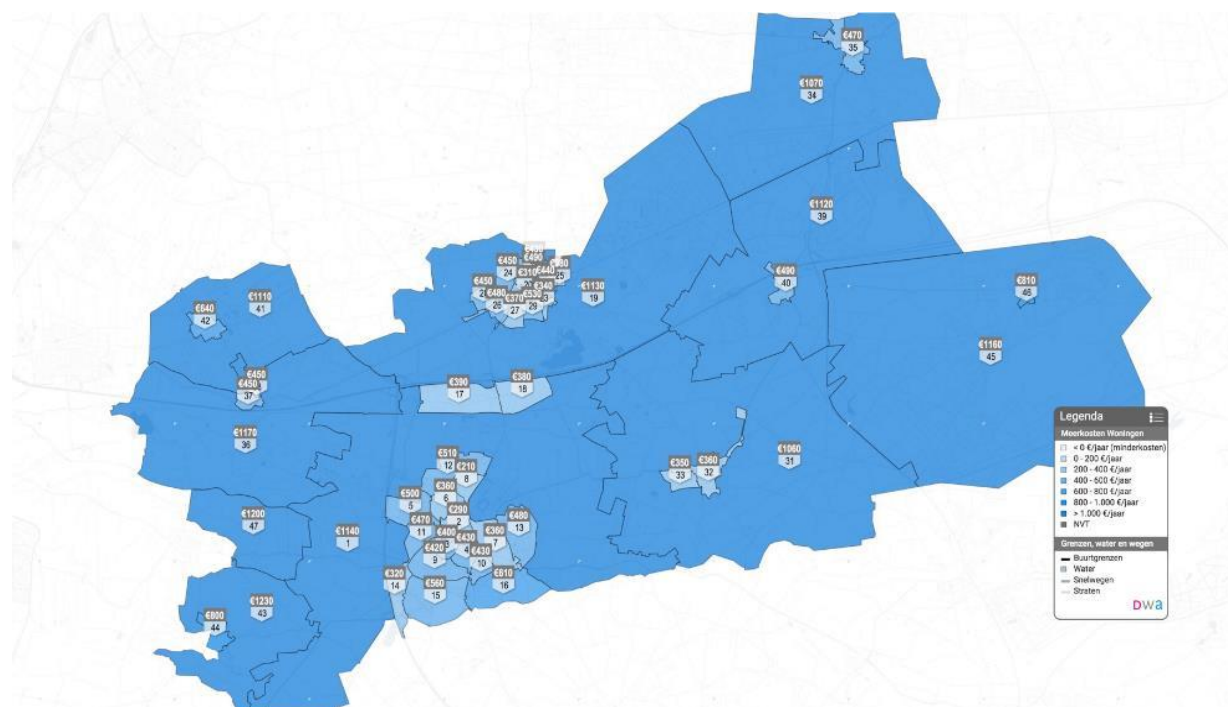
De kosten die genoemd worden in de onderstaande kaart zijn de kosten voor woningen. Hier is utiliteit niet in meegerekend.

Voor utiliteit (figuur III.3) is te zien dat voor utiliteit in de buitengebieden de all-electric

oplossing voordeel heeft ten opzichte van de huidige situatie. Dit komt doordat er bij all-electric gebruik kan worden gemaakt van 'gratis' koude. Hierdoor hoeven er nauwelijks kosten gemaakt te worden voor een aparte koudeoplossing, wat in de huidige situatie wel moet. Daarnaast is het opwekken van koude met een airco een stuk minder efficiënt.



Figuur III.3 Meerkosten per buurt bij implementeren dominante techniek voor utiliteit



Figuur III.4 Meerkosten per buurt bij implementeren dominante techniek voor woningen

Bijlage IV Uitwerking afweging per criterium

Zoals in het rapport is benoemd, is het voorstel om de buurten te beoordelen op acht criteria. In deze bijlage worden de criteria doorgenomen en wordt per criterium de hiervoor meest kansrijke buurt toegelicht.

Kosten

Hoe de kosten zijn opgebouwd, is weergegeven in bijlage III. Over de gemeente Barneveld zijn de jaarlasten per buurt verschillend. Ook het verschil tussen de jaarlasten voor utiliteit (figuur III.3) en bewoners (figuur III.4) is substantieel aanwezig. Voor de top-5 van goedkoopste oplossingen zijn naar rato de kosten per WEQ berekend voor utiliteit en particulier samen. Dit is gedaan om de financieel meest gunstige oplossing voor de gehele wijk mee te nemen. De goedkoopste buurten om in te beginnen, zijn:

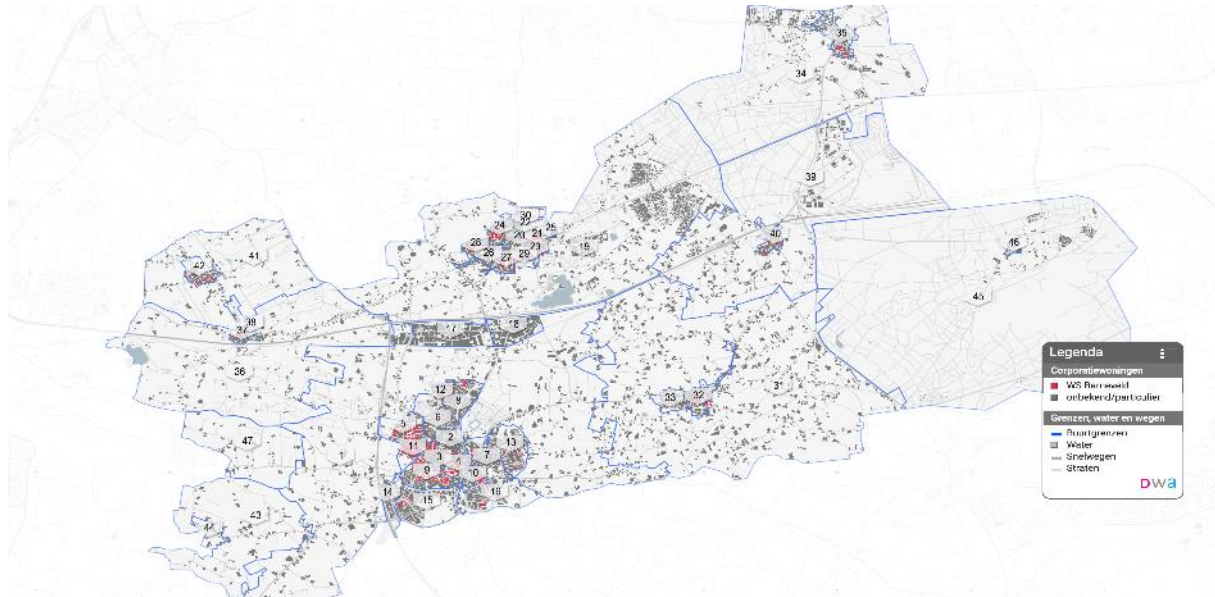
- buitengebied Kootbuurt (all-electric; +195 €/jaar);
- buitengebied Voorthuizen (all-electric; +211 €/jaar);
- Vliegersveld (warmtenet; +216 €/jaar);
- buitengebied Stroe (all-electric; +229 €/jaar);
- Centrum Barneveld (warmtenet; +329 €/jaar).

Corporatiewoningen

In een aantal buurten staan veel woningen die eigendom zijn van Woningstichting Barneveld. Dit kan helpen bij de grootschalige aanpak van woningen binnen de buurt. Er zijn maar een klein aantal buurten in Barneveld waar een substantiële hoeveelheid corporatiebezit is. De buurten waar het meeste corporatiebezit is, zijn de volgende;

- De Lors;
- Oldenbarneveld;
- Haarkamp;
- De Wheem;
- De Kromme Akker;
- Componistenbuurt;
- Prinsessenbuurt;
- Rootselaar-West;
- Rootselaar-Oost.

Op de kaart (figuur IV.1) is te zien dat deze buurten met name in Barneveld zelf liggen (grote rode delen op de kaart). De bovenstaande lijst met buurten is naar percentage coöperatiewoningen ingedeeld (de eerst genoemde heeft het hoogste percentage).



Figuur IV.1 Coöperatiebezit gemeente Barneveld

Vervanging riolering

Bij het vervangen van de riolering moet de weg worden opengebroken. Dit kan een goed aanknopingspunt zijn om een eventueel warmtenet aan te leggen of de elektraleidingen te verzwaren.

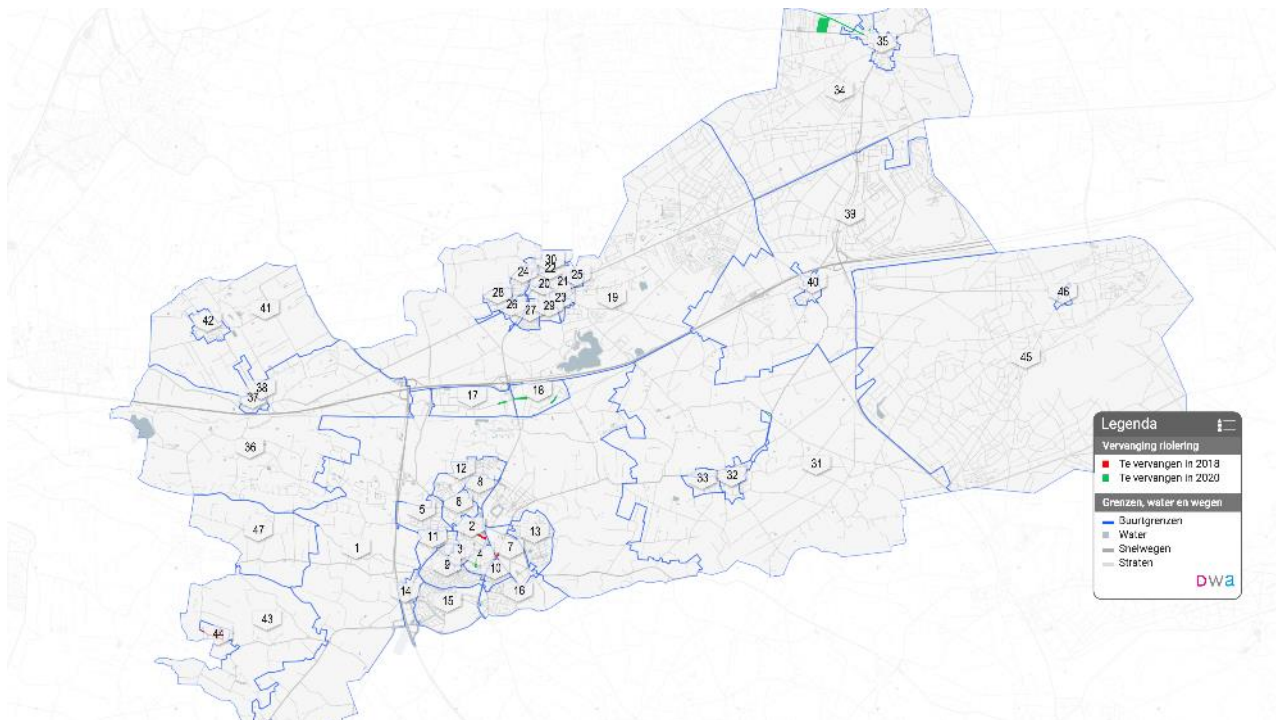
Het openbreken van de weg om aan de riolering te werken, gebeurt de komende vijf jaar in een select aantal buurten binnen de gemeente. Ook in deze planning zijn de werkzaamheden onderverdeeld in jaartalcategorieën:

- rioolwerkzaamheden in 2018;
- rioolwerkzaamheden in 2020.

Ook bij dit criterium is er alleen gekeken naar de werkzaamheden van 2020, gezien het feit dat de ontwikkeling van een warmtenet niet binnen een jaar klaar is.

Op de kaart is aangegeven welke rioleringen er worden vervangen. Dit is in de volgende buurten;

- Vogelbuurt;
- Harselaar-West;
- Harselaar-Oost;
- Buitengebied Garderen;
- Garderen.



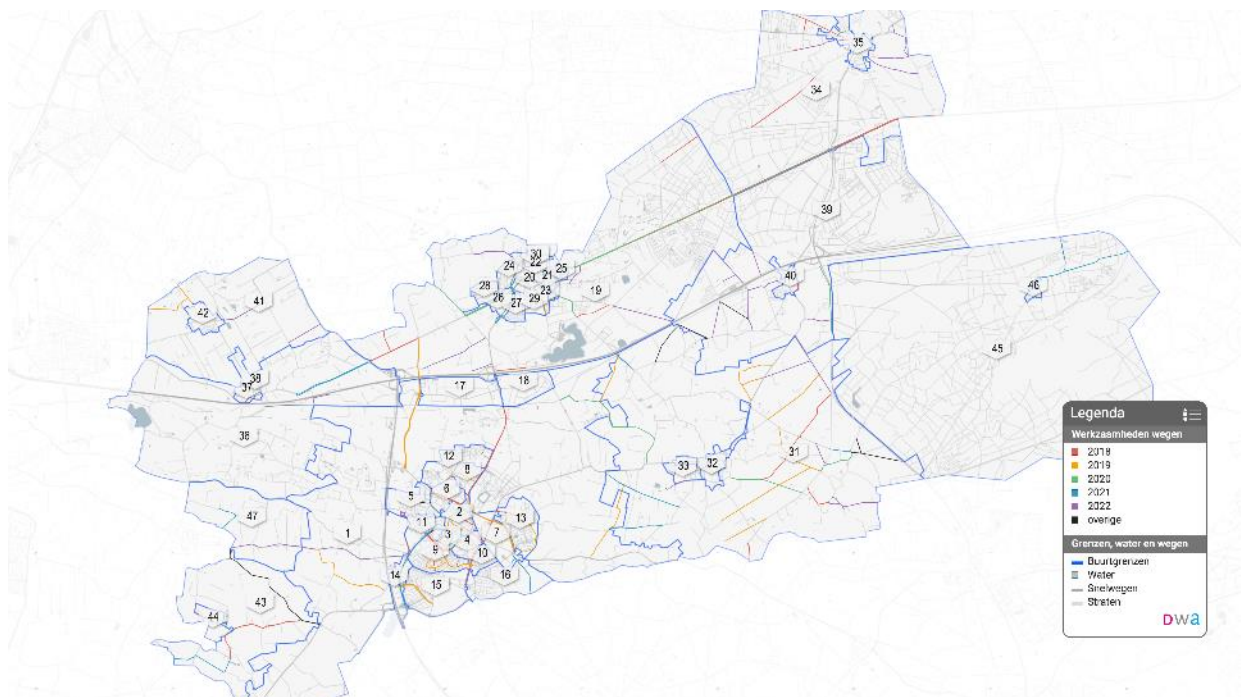
Figuur IV.2 Vervangen riolering gemeente Barneveld

Werkzaamheden Wegdek

In een aantal buurten wordt het wegdek de komende jaren vervangen of wordt er groot onderhoud aan gepleegd. In de onderstaande kaart is weergegeven om welke delen van de weg dit gaat.

De buurten waar het meest aan de weg wordt gewerkt, zijn:

- buitengebied Kootbuurterbroek;
- buitengebied Stroe;
- buitengebied Garderen;
- buitengebied Voorthuizen;
- Zeeheldenbuurt.



Figuur IV.3 Wegwerkzaamheden gemeente Barneveld

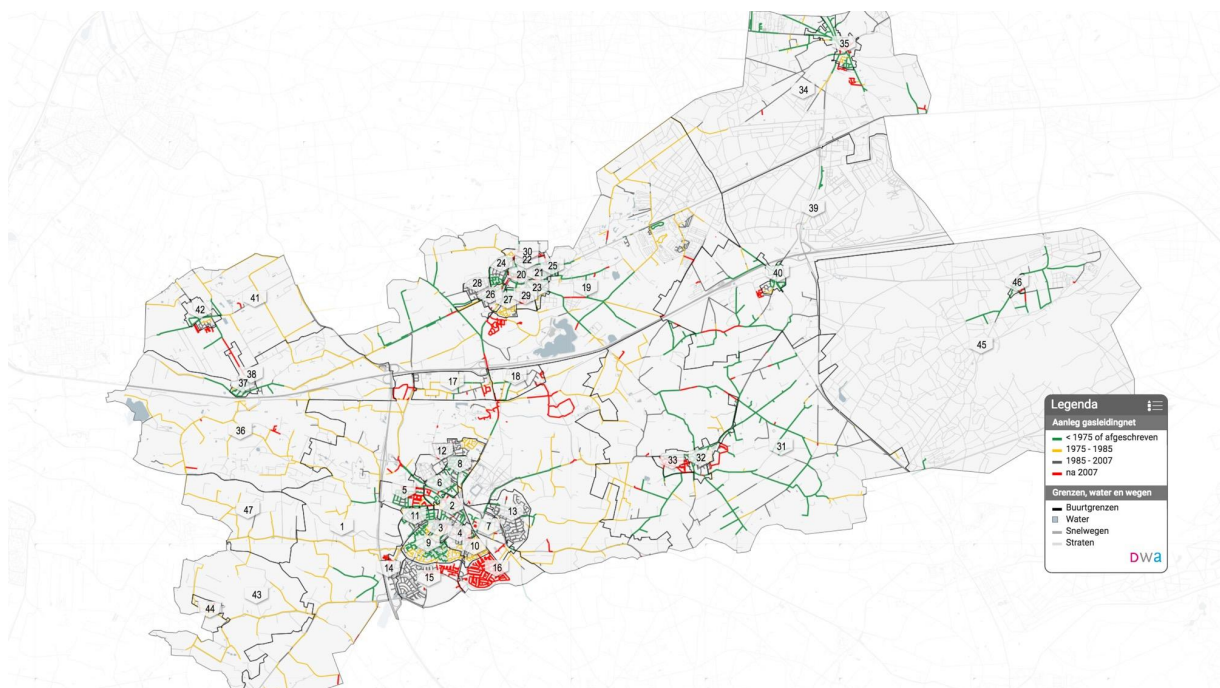
Oud gasleidingnet

Wanneer een gasnet verouderd is, is de kans groter dat deze door een lekkage of door ouderdom in de nabije toekomst vervangen moet worden. Door de recente ontwikkelingen op gebied van duurzaamheid moet er op dit punt een erg belangrijke keuze gemaakt worden: komt er een nieuw gasnet of gaan we over op een alternatief?

Deze keuze kan helpen bij de keuze van de startwijk. Wanneer er namelijk voor gekozen wordt een nieuwe gasleiding aan te leggen, is dit een definitieve keuze voor de komende decennia.

De onderstaande kaart geeft de leeftijd van de gasleidingen weer.

Hierin is te zien dat met name in het centrum van Barneveld enigszins oude leidingen liggen, die naar alle waarschijnlijkheid in de nabije toekomst vervangen moeten worden (wat betekent dat het wegdek opgebroken moet worden).



Figuur IV.4 Oud gasleidingnet

Buurtten met oude ketels

Van een select aantal woningen is de leeftijd van de ketels bekend. Het moeten vervangen van een cv-ketel kan een goed uitgangspunt zijn om te beginnen met een duurzaam alternatief. De buurten waar binnen vijf jaar de ketel naar verwachting vervangen moet worden (ketels van tien jaar of ouder) zijn:

- Oldenbarneveld;
- Haarkamp;
- De Wheem.

Buurtten met initiatief vanuit de bewoners

Wanneer bewoners zelf initiatief tonen om te willen verduurzamen, kan hier goed op ingespeeld worden. Een select aantal buurten heeft dit initiatief naar de gemeente uitgedragen. Dit zijn de volgende buurten:

- Zeeheldenwijk;
- Componistenbuurt;
- De Glind.

Financiële draagkracht bewoners

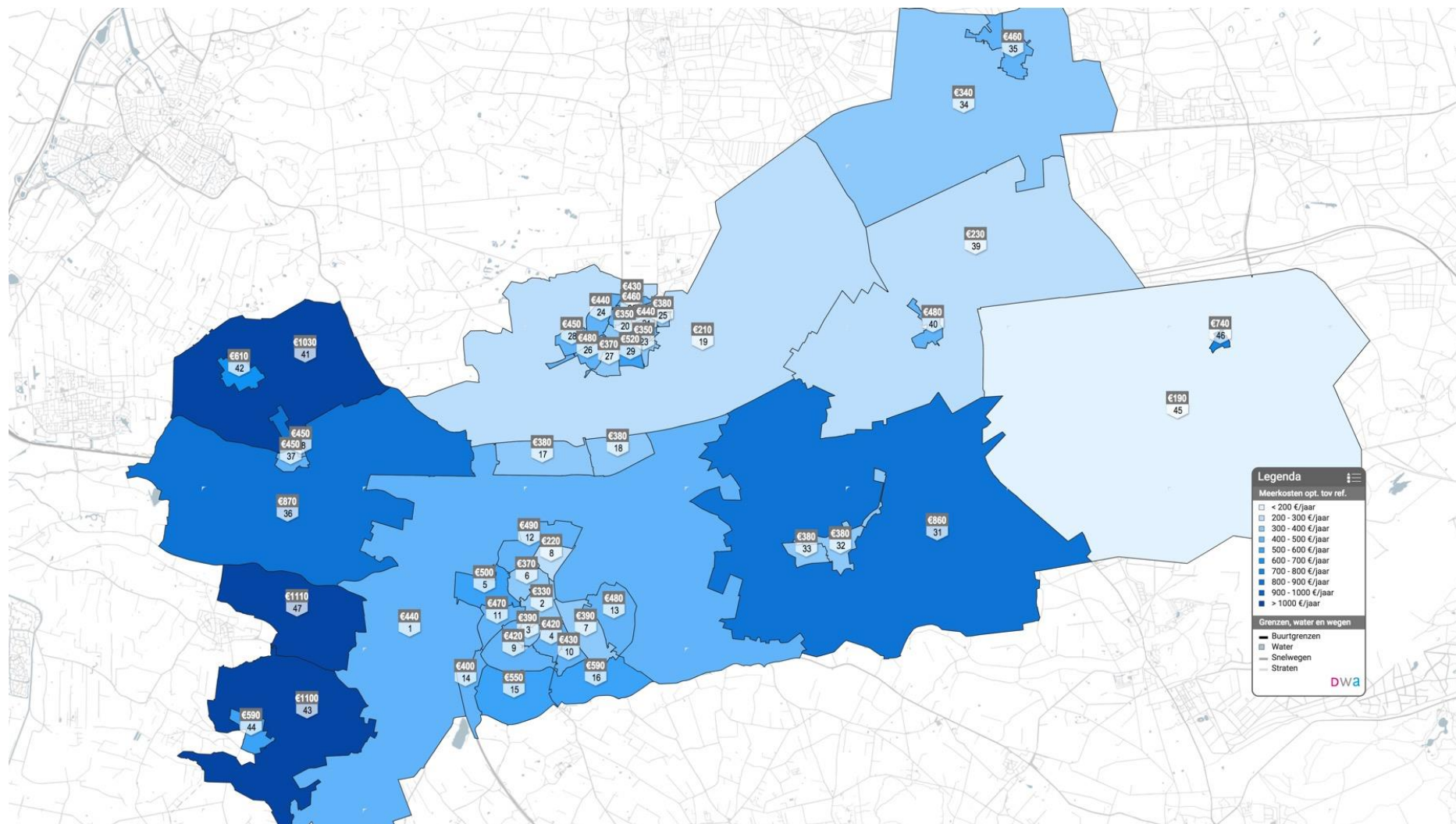
Doordat de bewoners voor de energietransitie een aantal investeringen zullen moeten doen, is het van belang dat deze bewoners hier ook de financiële draagkracht voor hebben (uiteraard met enige steun vanuit de gemeente en de overheid). De buurten waar per bewoner de hoogste financiële draagkracht is, zijn;

- Staatsliedenbuurt;
- Vliegersveld;
- De Burgt;
- Veller;
- Zeeheldenbuurt;
- De Kromme Akker;
- Blankensgoed;
- buitengebied Garderen;
- buitengebied Terschuur;
- buitengebied Stroe;
- buitengebied de Glind.

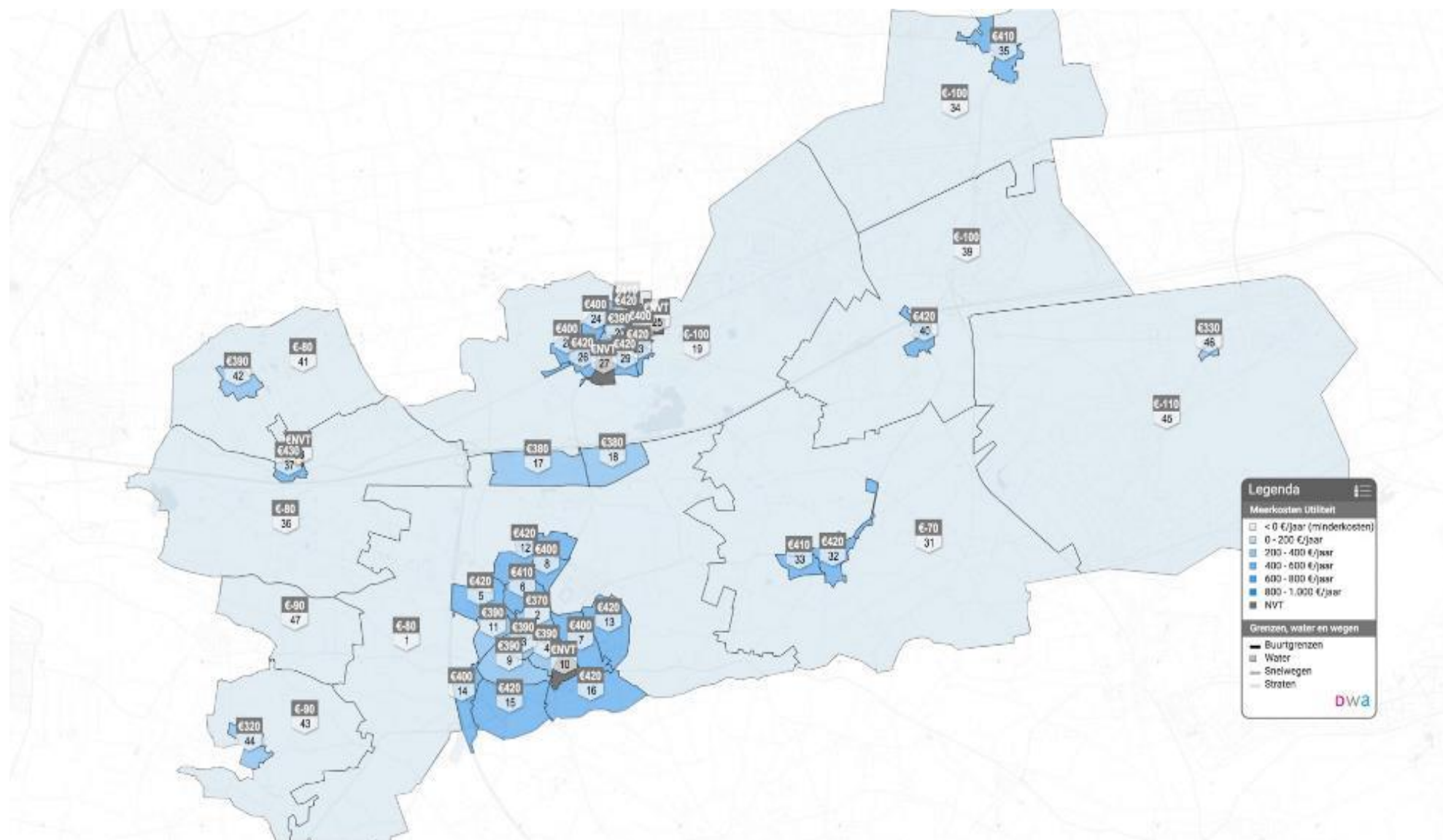
Barneveld | wijken en buurten

[illegible]

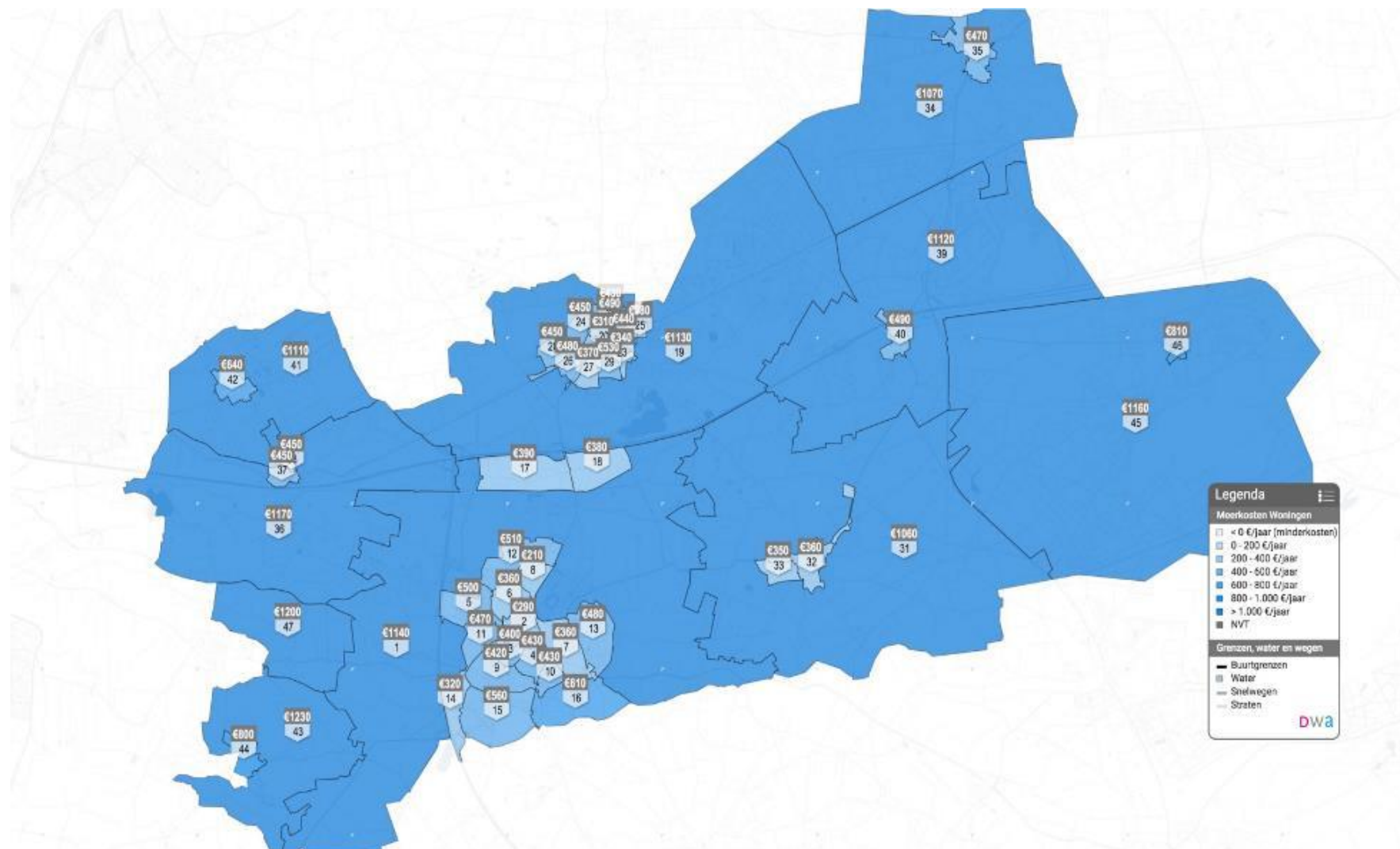
Figuur V.1 buurtindeling gemeente Barneveld



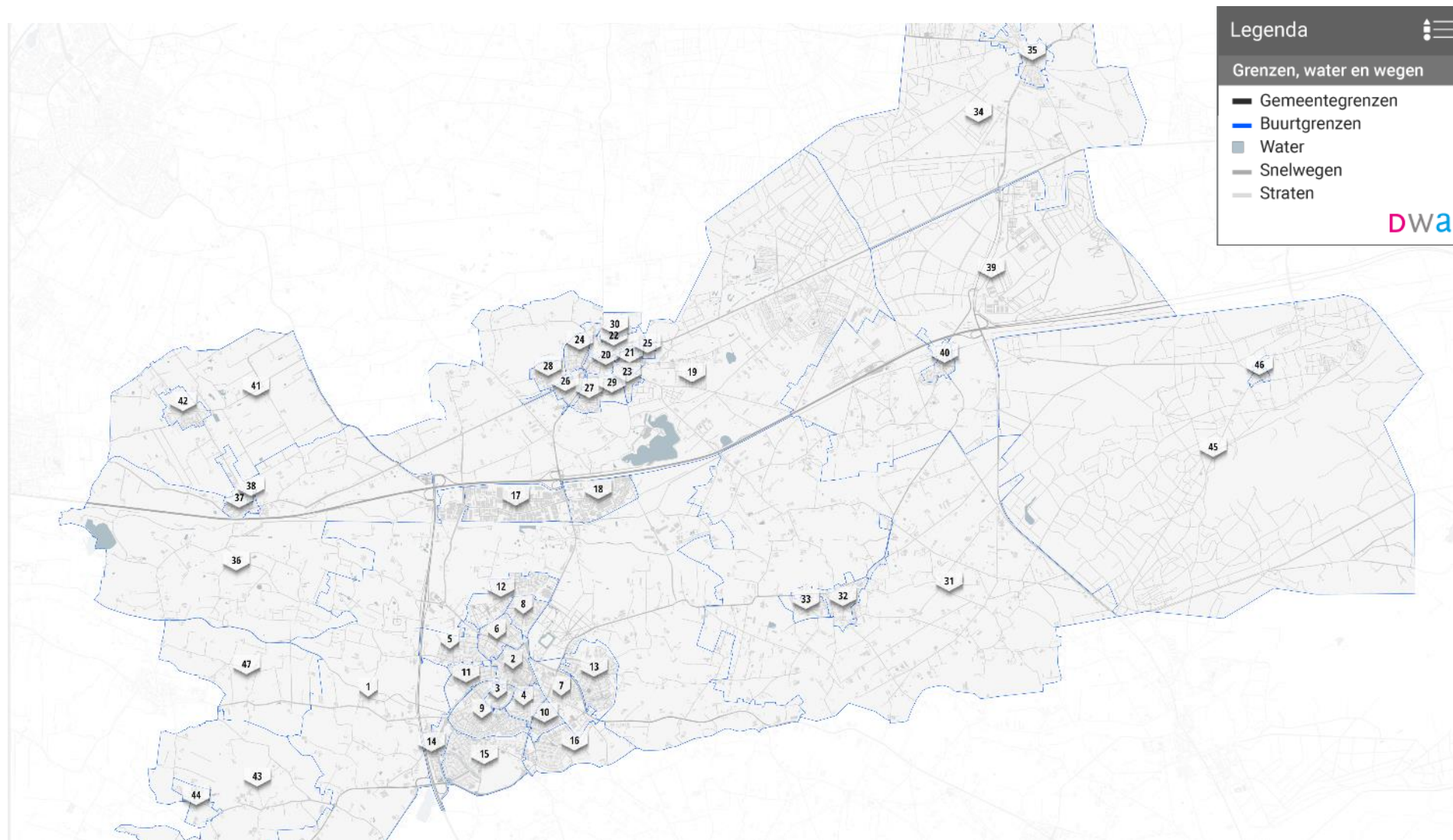
Figuur V.2 Meerkosten ten opzichte van gas bij toepassing optimale mix



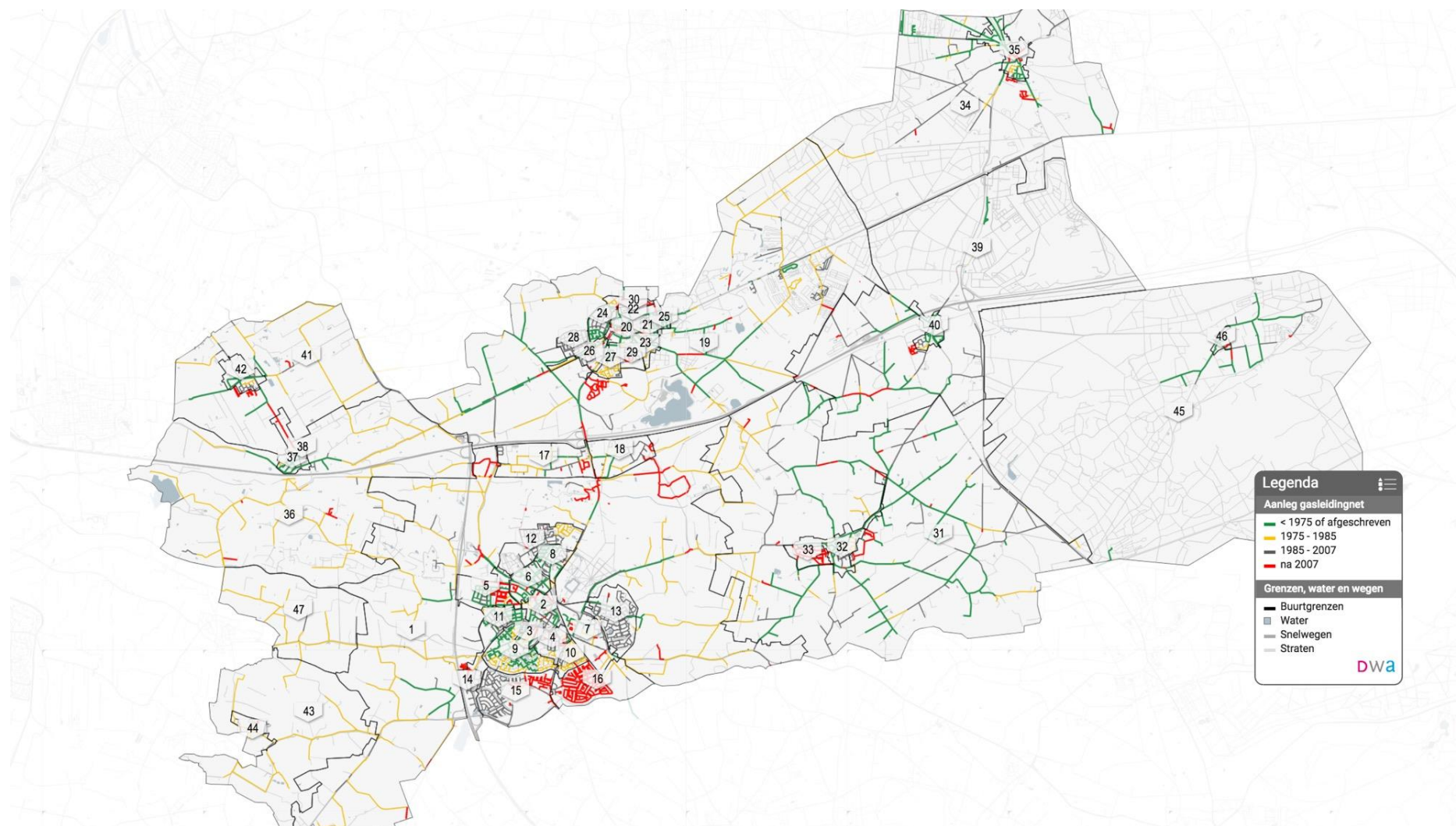
Figuur V.3 Meerkosten per buurt bij implementeren dominante techniek voor utiliteit



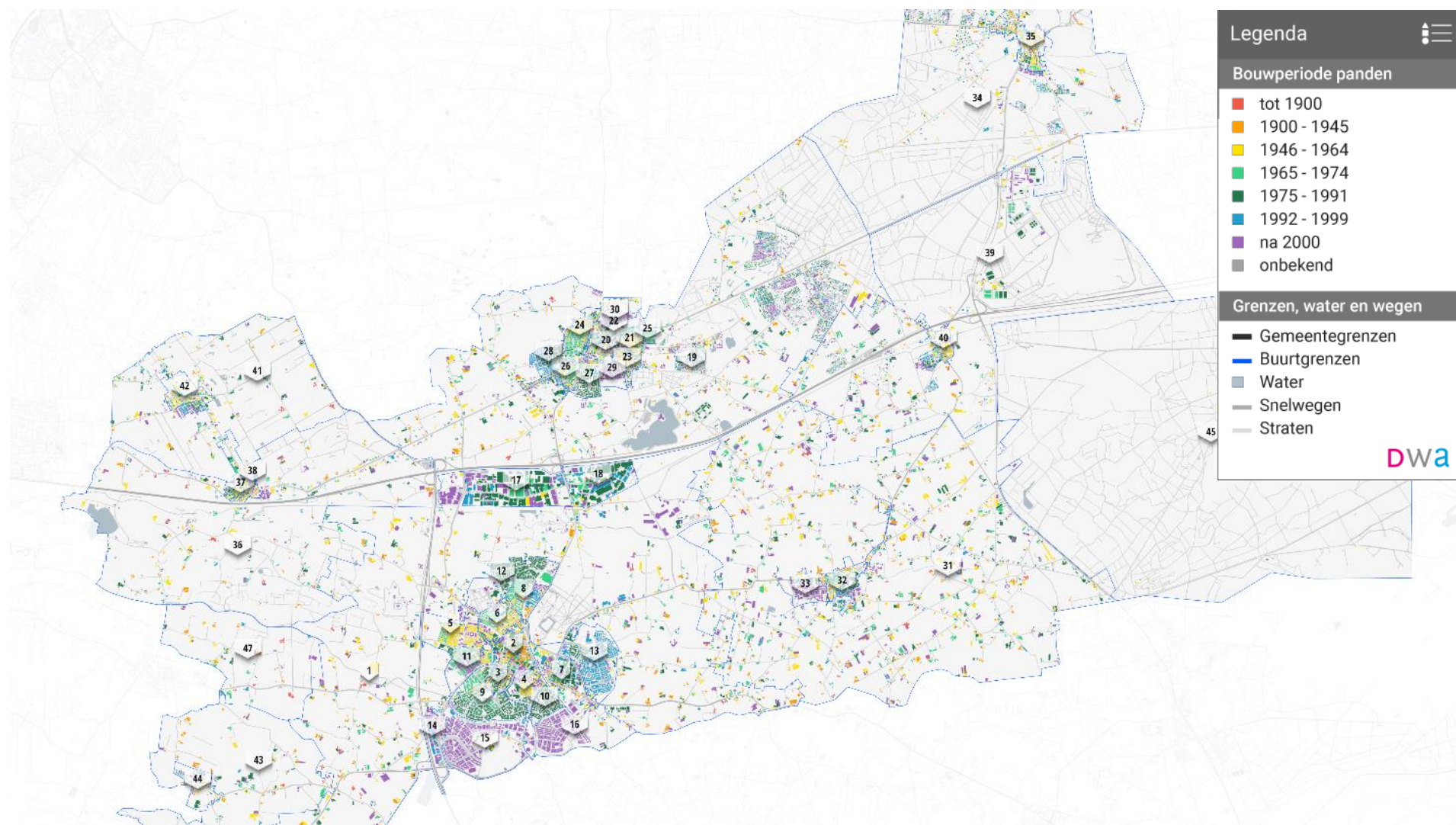
Figuur V.4 Meerkosten per buurt bij implementeren dominante techniek voor woningen



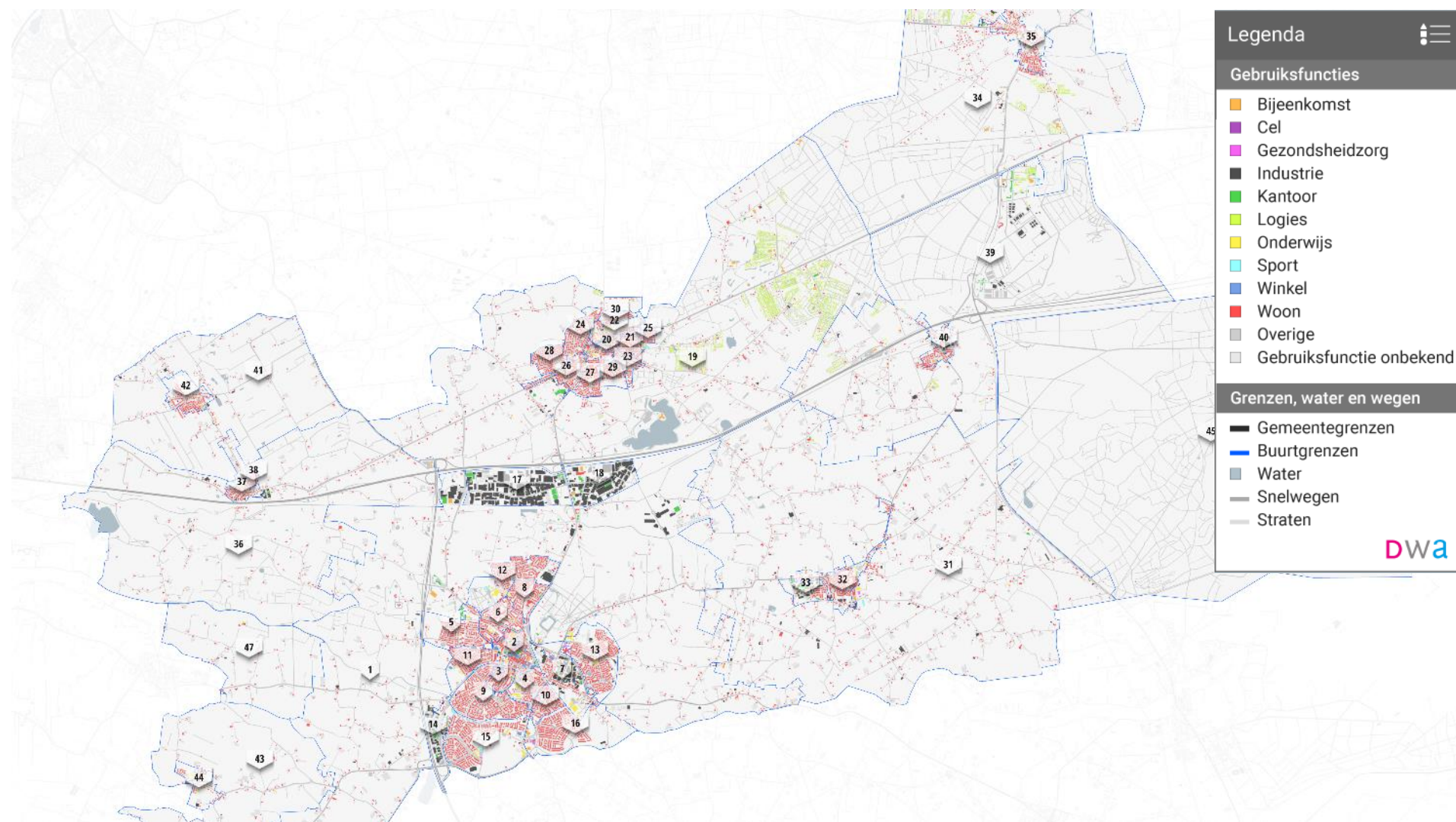
Figuur V.5 Grenzen, water en wegen



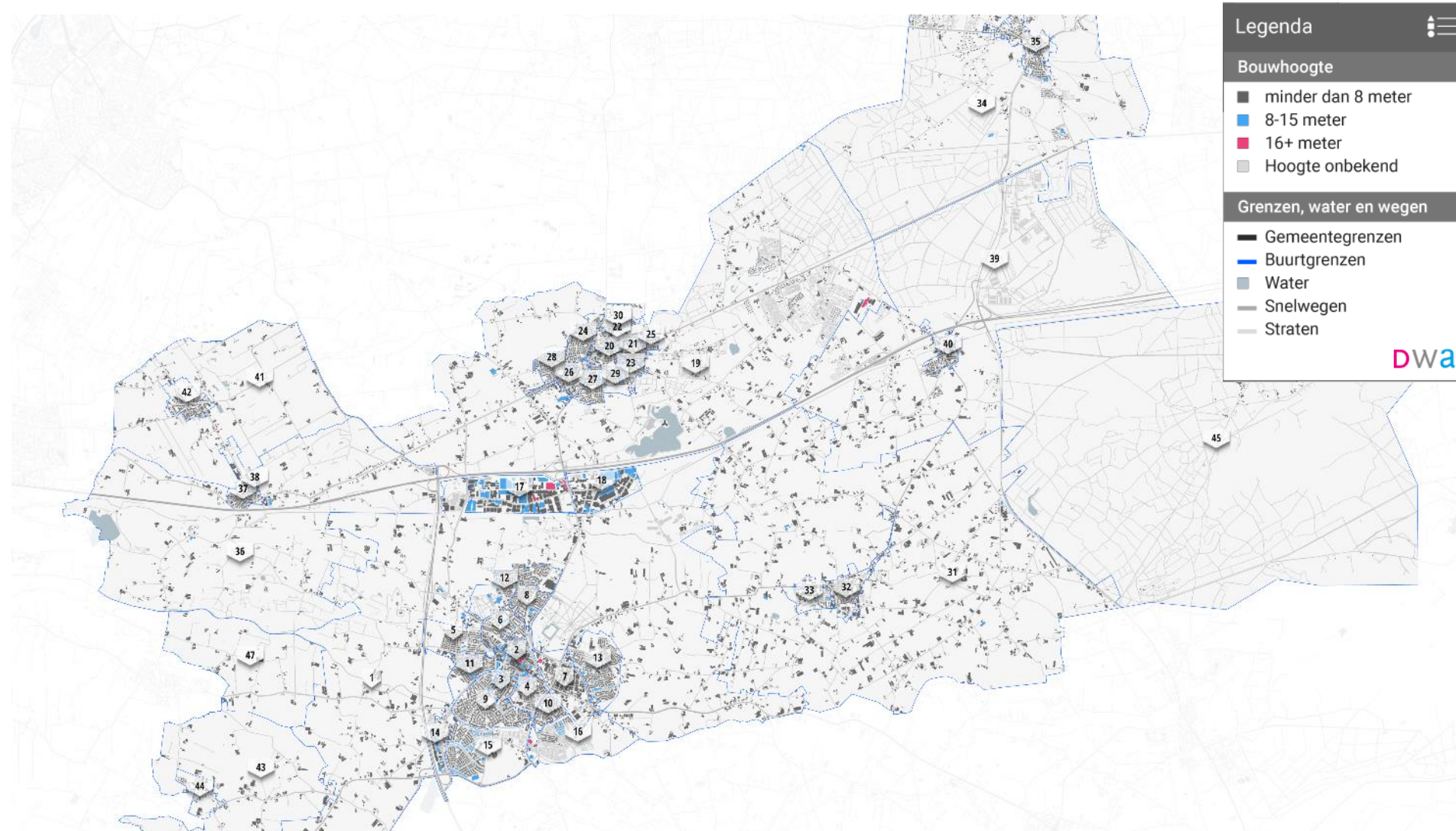
Figuur V.6 Leeftijd gasnet



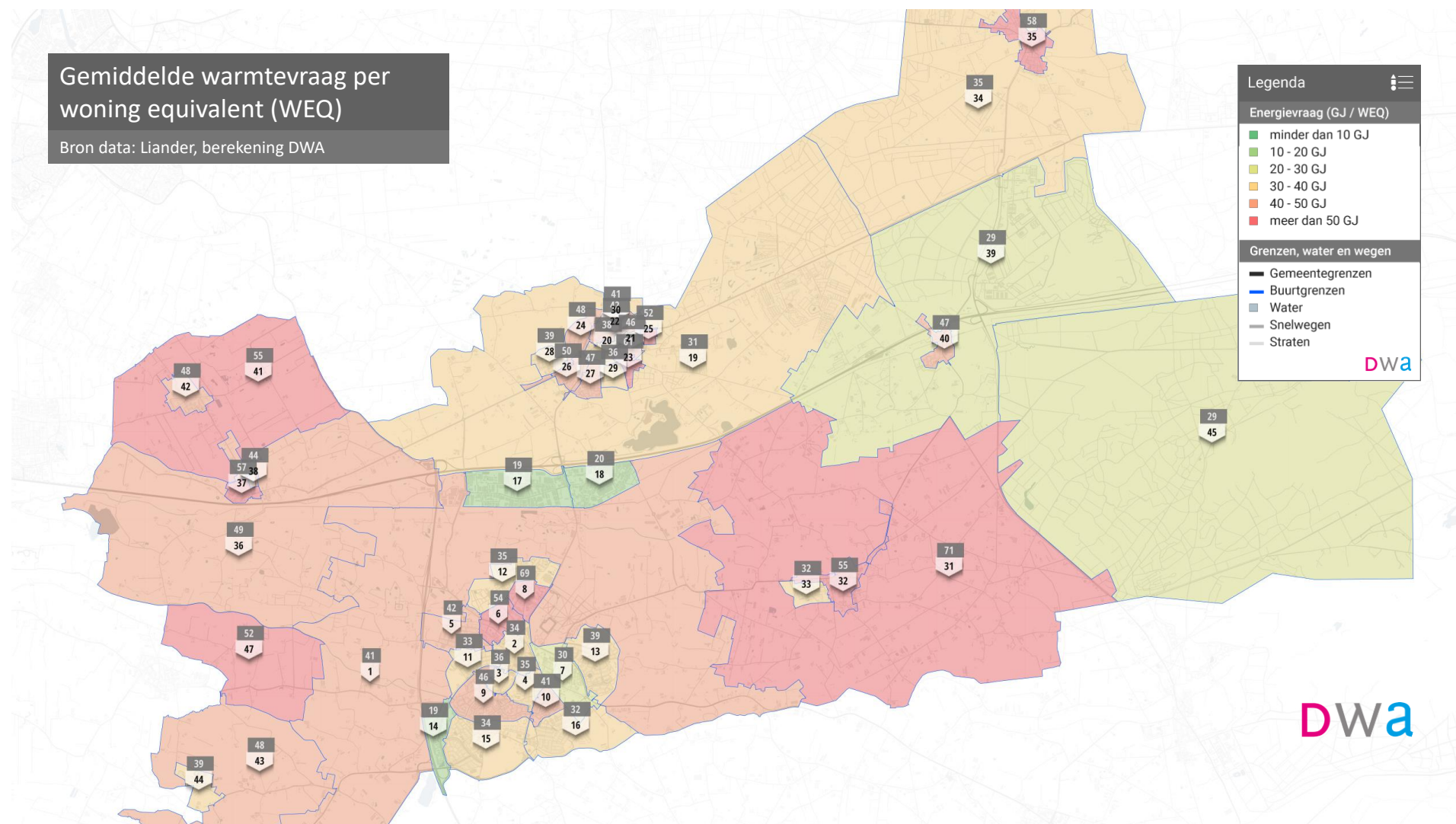
Figuur V.7 Bouwperiode gebouwen



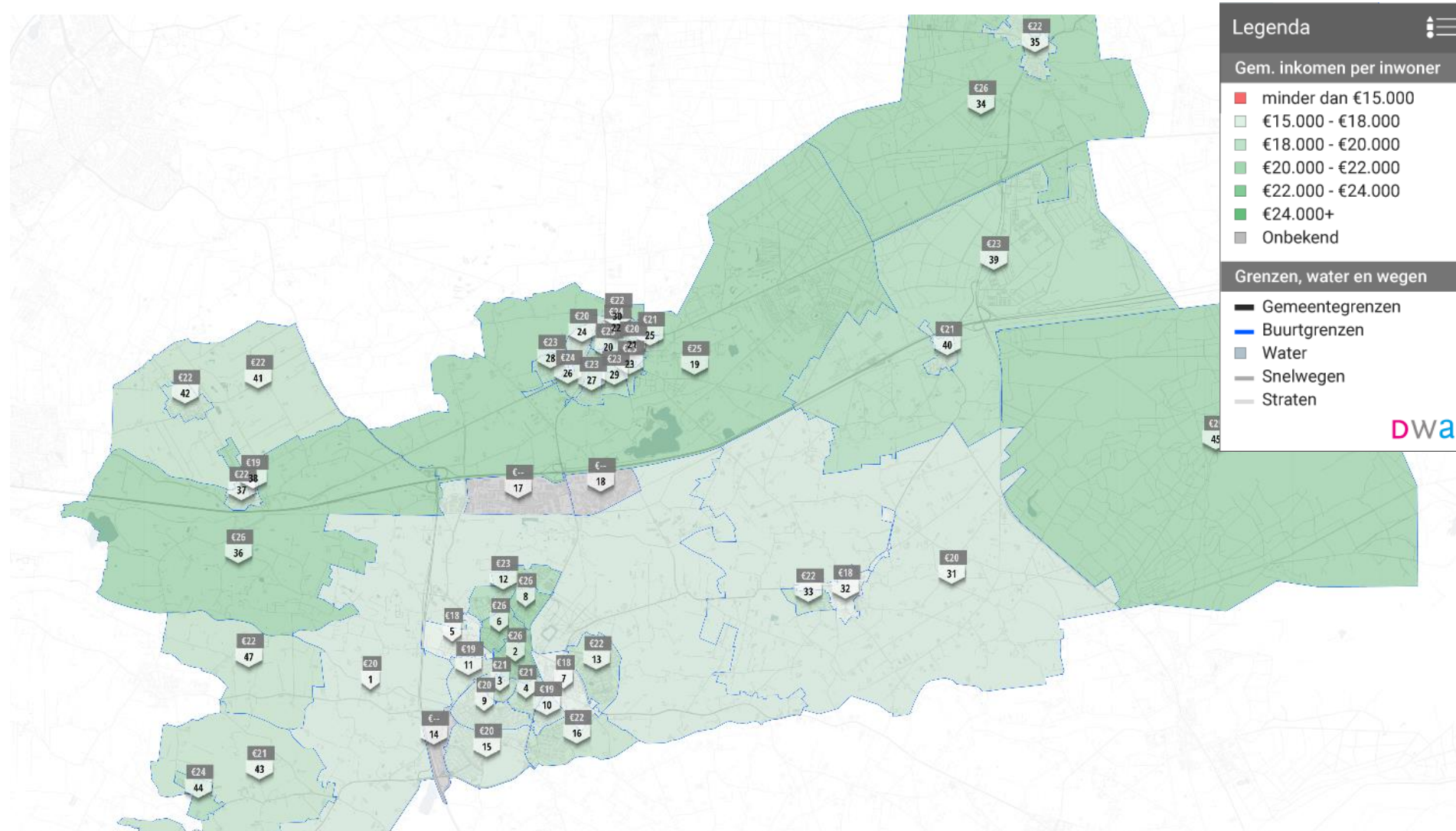
Figuur V.8 Overzicht gebouwfuncties



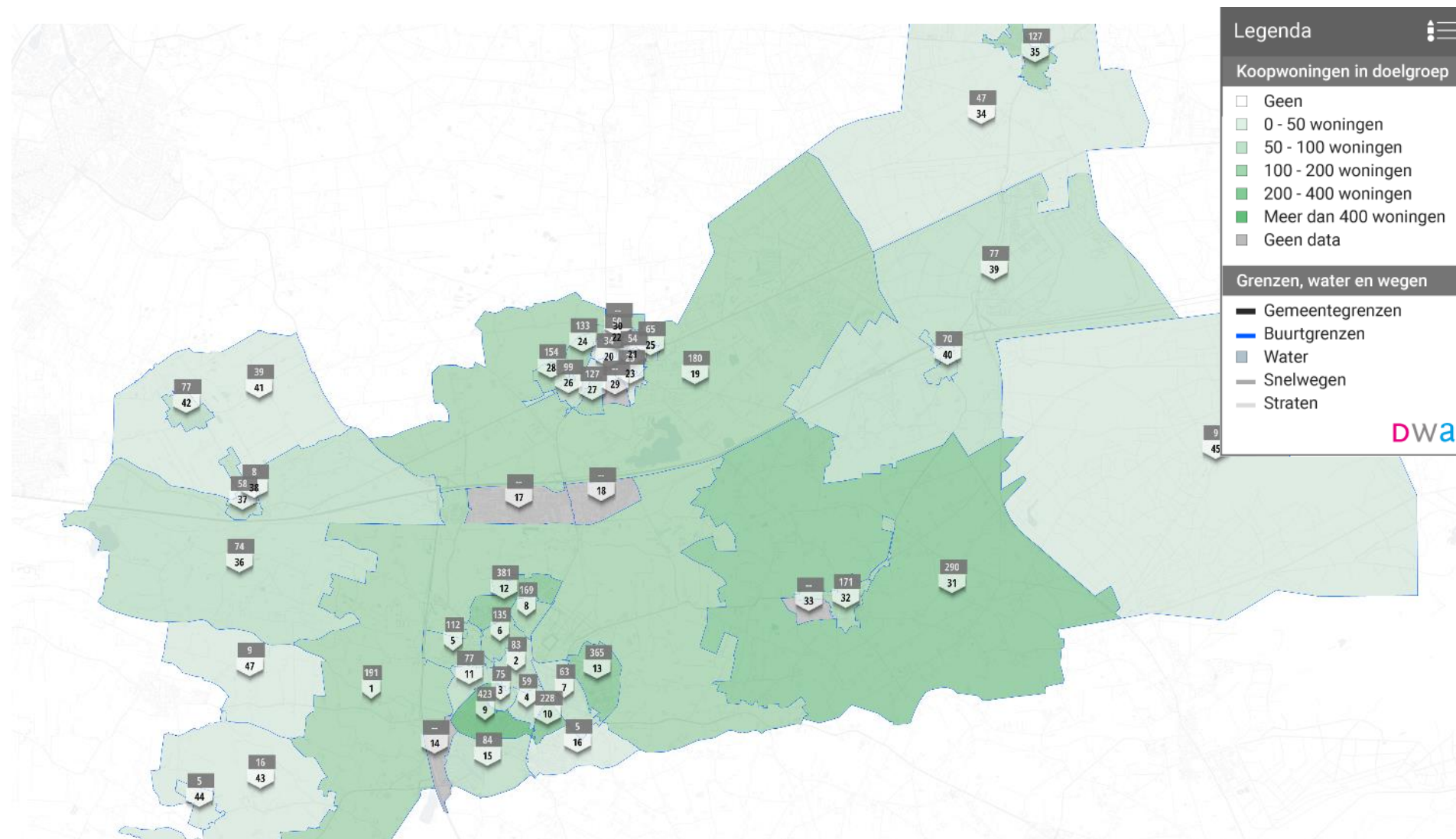
Figuur V.9 Bouwhoogte gebouwen



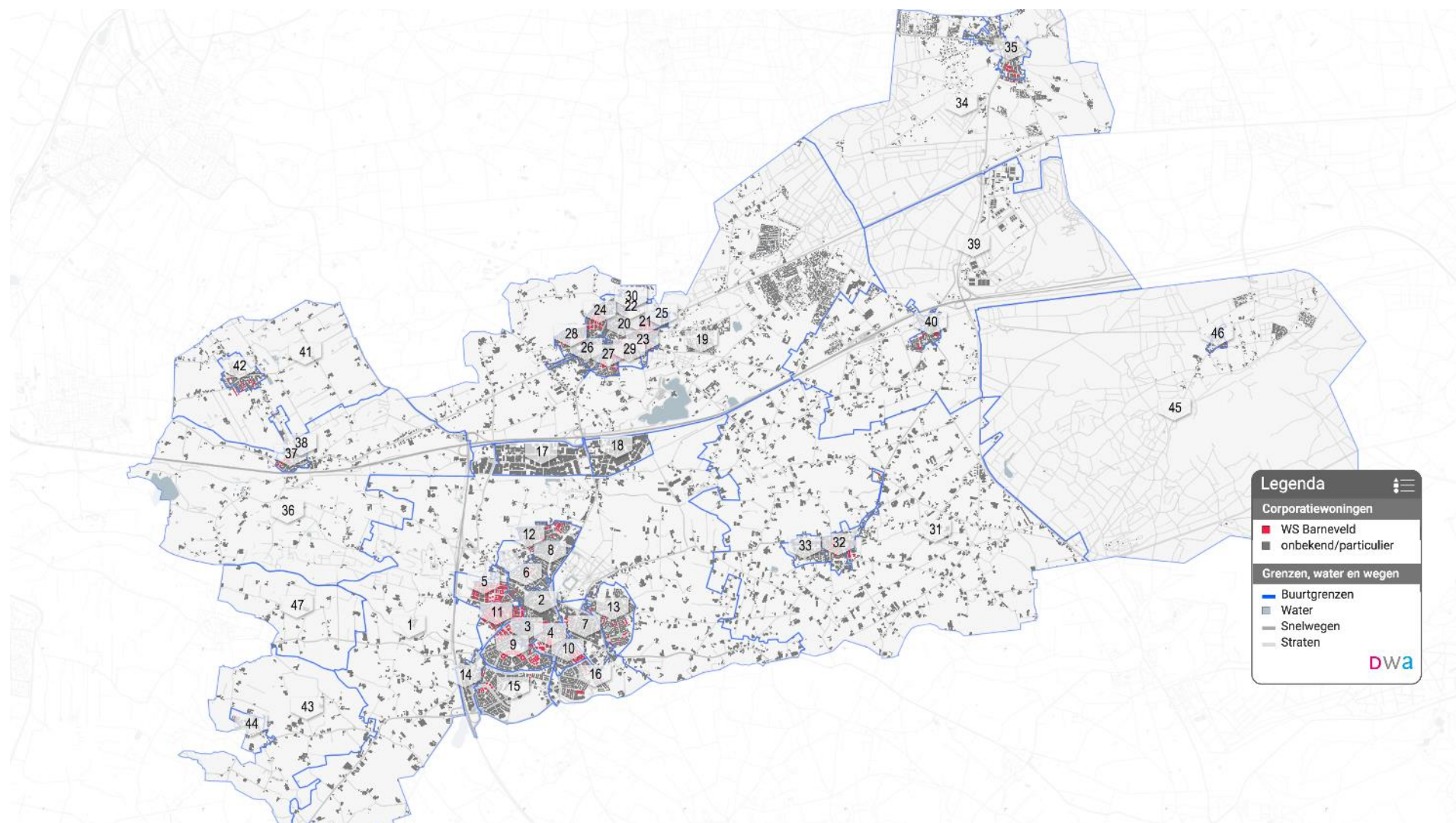
Figuur V.10 warmtevraag per woningequivalent



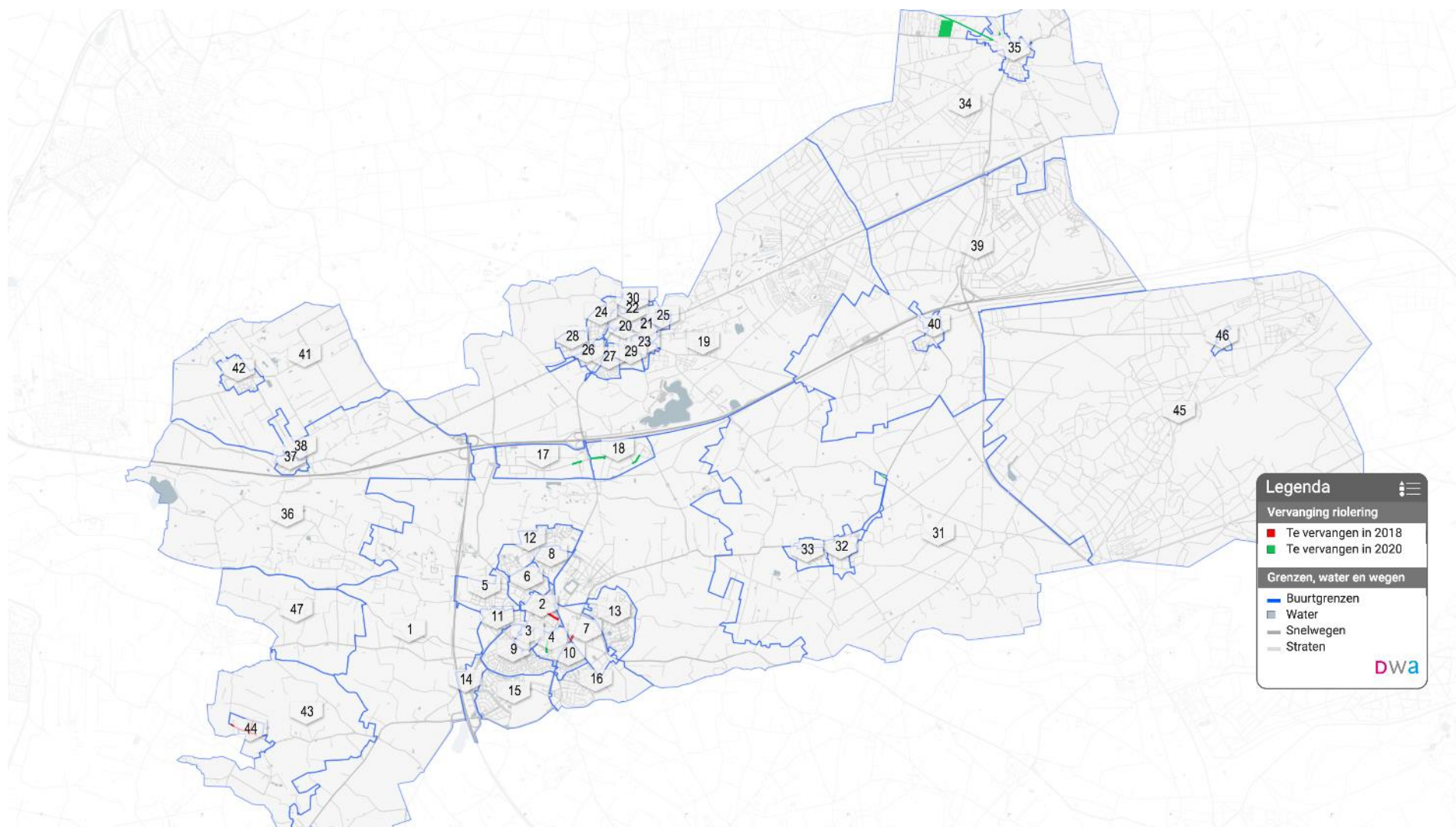
Figuur V.11 gemiddeld inkomen per inwoner



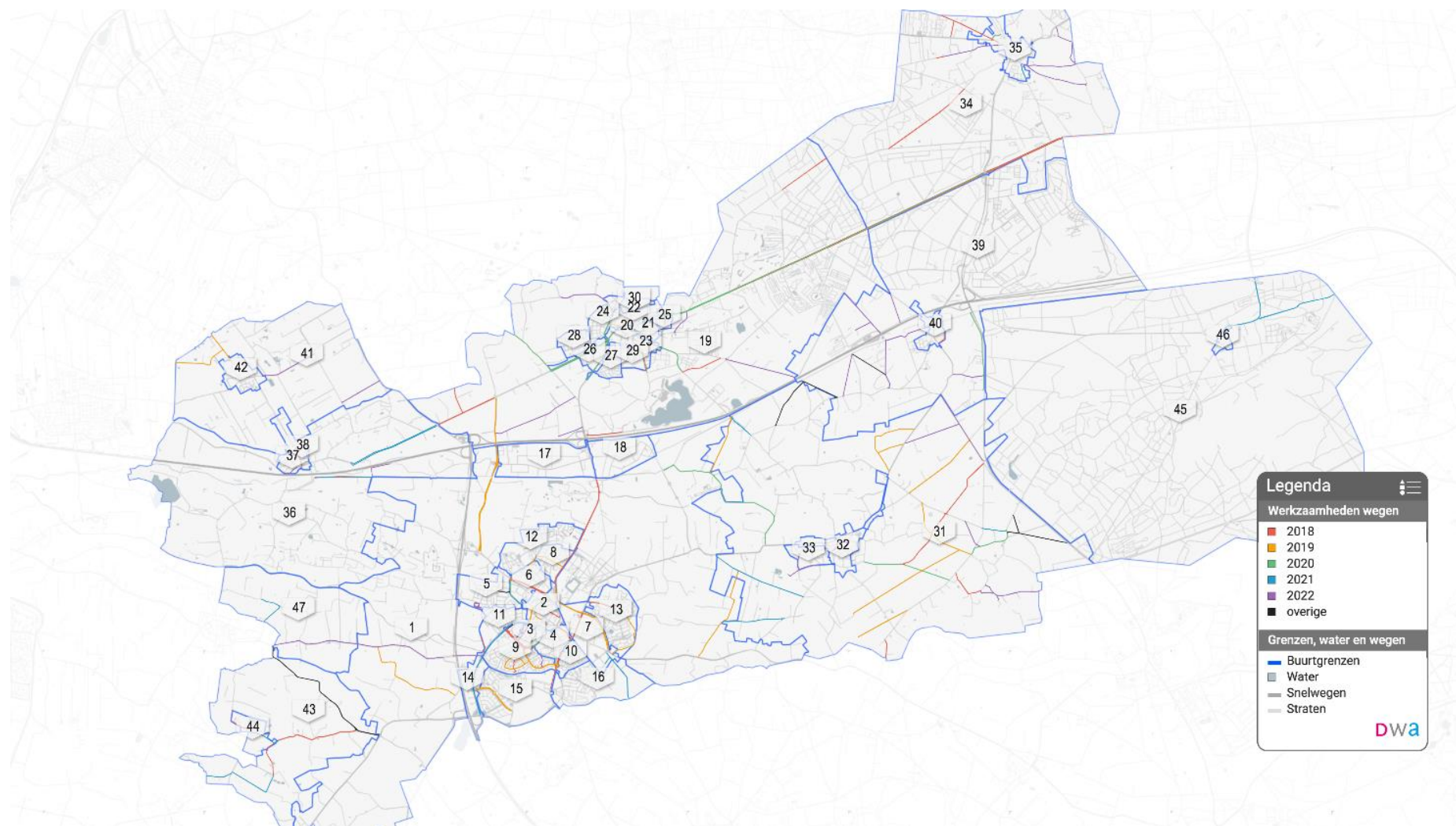
Figuur V.12 aantal koopwoningen per buurt



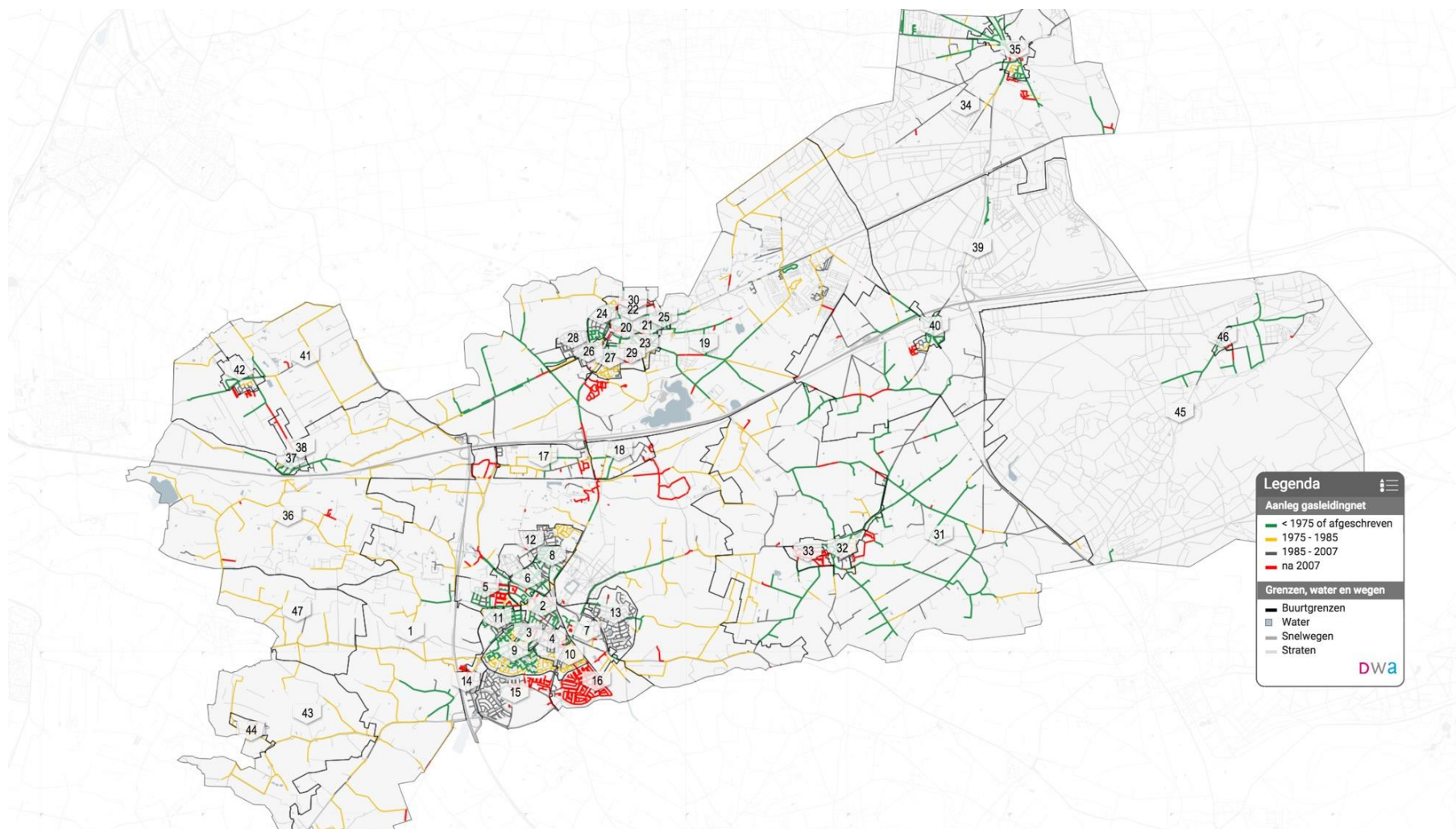
Figuur V.13 corporatiebezit in Barneveld



Figuur V.14 planning riolering vervanging



Figuur V.15 planning werkzaamheden wegen



Figuur V.16 leeftijd gasnet