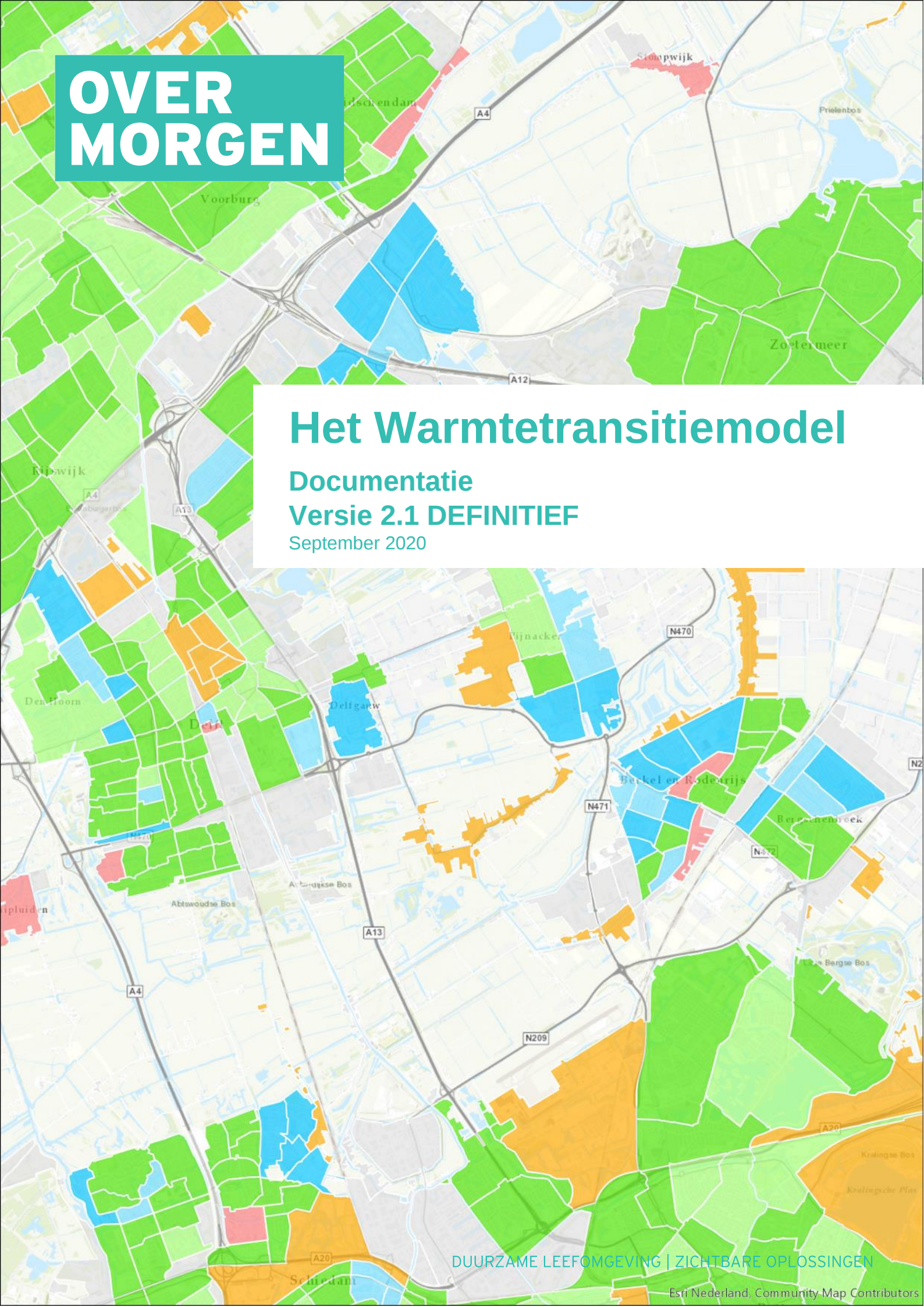




OVER MORGEN

Het Warmtetransitiemodel

Documentatie

Versie 2.1 DEFINITIEF

September 2020



Inhoudsopgave

1	HET WARMTETRANSITIEMODEL IN VOGELVLUCHT	3
2	MODELONTWERP, BRONDATA EN KENTALLEN	4
2.1	MODELONTWERP	4
2.2	BRONDATA	5
2.3	KENTALLEN	5
3	DE WARMTEKAART: TECHNISCH-FINANCIËLE ANALYSE VAN WARMTEOPTIES PER BUURT	7
3.1	WONINGAANPASSINGEN	7
3.2	WELKE WARMTEOPTIES ZIJN AFGEWOGEN	11
3.3	MODELLEREN VAN HET AFWEGINGSKADER	14
4	KANSENKAARTEN: INZICHT IN CONCREET HANDELINGSPERSPECTIEF	18
4.1	ISOLATIEKANSEN	18
4.2	POTENTIE-EILANDEN COLLECTIEVE WARMTEOPTIES	20
4.3	STARTKANSEN ALL ELECTRIC	21



1 Het Warmtetransitiemodel in vogelvlucht

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

- De warmteoptie met de laagste maatschappelijke kosten per buurt of wijk.
- Kansenskaarten met concreet handelingsperspectief voor isoleren, all electric oplossingen en met gebieden die kansrijk zijn voor het starten van een warmtenet in een gebied (potentie-eilanden).

Het model heeft vijf essentiële kenmerken:



Het Warmtetransitiemodel geeft inzicht in een aardgasvrije gebouwde omgeving. Het model is bedoeld om processen in de warmtetransitie te ondersteunen, faciliteren en versnellen. Het model kan ingezet worden in alle fases van het proces: van notie en urgentie, tot kansen en inzicht, tot gedragen visies en projecten, en uiteindelijk als ondersteunende tool in de uitvoering.



Het Warmtetransitiemodel is een ruimtelijk model dat gebaseerd is op GIS. Het model voert analyses uit op gebouwen en buurten en maakt gebruik van openbare geografische data uit betrouwbare bronnen. Het model maakt inzichtelijk wat verschillen zijn tussen gebieden en hoe dat leidt tot andere warmteopties en kansen, en houdt daarbij rekening met de ruimtelijke samenhang van een gebied.



Het Warmtetransitiemodel maakt inzichtelijk wat de kosten zijn in een buurt als je nu begint, uitgaande van de huidige stand van de techniek, prijzen en marktomstandigheden. Het model onderscheidt twee alternatieve warmte-infrastructuren voor het gasnet (warmteopties): een warmtenet en een elektriciteitsnet met een verhoogde capaciteit (all electric). Het is gebaseerd op integrale maatschappelijke kosten van de energieketen, dus zowel bron, opwek, infrastructuur, levering en aanpassingen aan het vastgoed. Daarbij worden niet alleen de investeringen, maar ook onderhoud en operationele kosten meegenomen, inclusief de energierekening van de eindgebruiker, gedurende een periode van 30 jaar. Deze kosten worden uitgedrukt in bandbreedtes. De bandbreedtes houden rekening met zaken zoals onzekerheid in het prijspeil, het benutten van natuurlijke momenten en technische varianten binnen de warmteopties.



Het Warmtetransitiemodel analyseert wat kansrijke gebieden zijn om te beginnen met een collectieve warmtevoorziening, waar kansrijk vastgoed is voor een all electric oplossing en waar gestart kan worden met eenvoudige isolatiemaatregelen. Deze analyse kijkt naast maatschappelijke kosten ook naar andere informatie, zoals eigendomssituatie, en houdt geen rekening met buurgrenzen waardoor buurt overstijgende kansen zichtbaar worden. Deze analyses lenen zich bij uitstek om te combineren met informatie over investeringsplanningen, zoals riolering, gasnet, renovatie en sloop-nieuwbouw.



De resultaten van het Warmtetransitiemodel worden gevisualiseerd in interactieve, online GIS-applicaties die betrokken partijen inzicht geven in de materie en concreet handelingsperspectief bieden. Het Warmtetransitiemodel van Over Morgen wordt door meer dan 100 gemeentes, provincies, woningcorporaties en netbeheerders gebruikt om de gebouwde omgeving te verduurzamen.



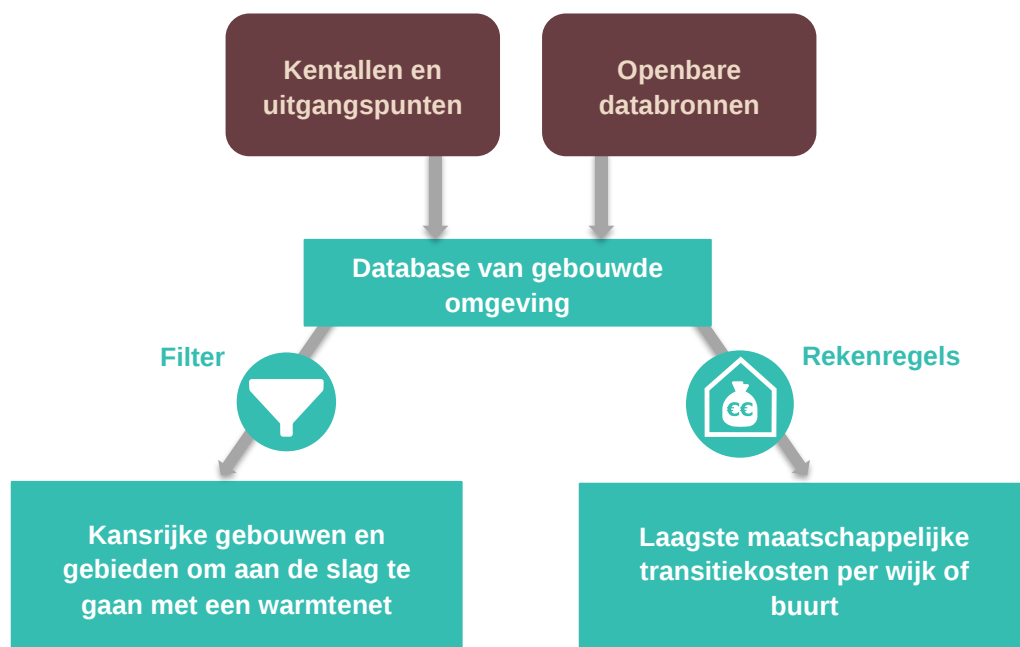
2 Modelontwerp, brondata en kentallen

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

2.1 Modelontwerp

Het Warmtetransitiemodel is een op GIS gebaseerd model dat geschreven is in Python 3. Het model maakt voornamelijk gebruik van de ArcPy library en maakt daarnaast gebruik van enkele PostGIS-libraries. De basis voor het modelontwerp is een database van gebouwen. Deze database is gebaseerd op de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) van het Kadaster¹. Deze gebouwendatabase is verrijkt met gegevens uit verschillende bronnen. Ook is informatie toegevoegd op basis van kentallen. De gebouwendatabase bevat zodoende van ieder gebouw in Nederland informatie over onder andere:

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



Figuur 1: Schematisch modelontwerp

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

¹ Meer informatie: <https://www.geobasisregistraties.nl/basisregistraties/adressen-en-gebouwen>

- Een analyse, die de laagste maatschappelijke transitiekosten per buurt of wijk berekent voor verschillende warmteopties. Dit doet het model op basis van financiële en technische rekenregels. Deze analyse leidt tot de **Warmteoptiekaart**.
- Daarnaast voert het model een analyse uit die de gebouwendatabase doorzoekt op de meest kansrijke gebouwen om de slag te voor de ontwikkeling van een warmtenet in een gemeente op basis van een vooraf ingesteld filter. Deze analyse leidt tot een aantal **Kansenkaarten**.

Zie figuur 1 voor een schematische weergave van het modelontwerp.

2.2 Brondata

Het Warmtetransitiemodel maakt vrijwel geheel gebruik van open data uit betrouwbare bronnen, zie tabel 1. Voor de bronnen voor van de technische en financiële parameters wordt verwezen naar bijlage II, Daarnaast kan het model worden aangevuld met eigendomsgegevens en aanvullende vastgoeddata van bijvoorbeeld woningcorporaties, gemeentes en grootverbruikers. De resultaten kunnen in de kaart gecombineerd worden met kaarten van stakeholders, zoals plannings in de openbare ruimte of investeringsmomenten van vastgoed.

Bronhouder(s)	Bron	Wat halen we eruit
CBS	Wijk- en Buurtkaart	Buurtgeometrie
	Open Data Netbeheerders (kleinverbruiksdata)	Gasverbruiken op postcodeniveau ter validatie van gemodelleerde energieverbruiken
Kadaster	Basisregistratie Adressen en Gebouwen	Pandgeometrie Oppervlaktes Gebouwfuncties Bouwjaar
	Basisregistratie Topografie (TOP10NL)	Terreingeometrie (voor berekening bebouwingsdichtheid)
	Basisregistratie Kadaster (eigendomsgegevens)	Eigendomsgegevens
Over Morgen		Marktkennis investeringskosten en operationele kosten op basis van kosten kentallen getoetst aan gerealiseerde projecten.

Tabel 1: Overzicht van brondata

2.3 Kentallen

De gebouwendatabase wordt verrijkt met kengetallen over investeringskosten en operationele kosten en opbrengsten en een realistische besparingspotentie. Met deze kengetallen wordt de Warmteoptiekaart berekend. De Warmteoptiekaart maakt de warmteoptie met de laagst maatschappelijke kosten per buurt inzichtelijk. Kentallen worden bij woningbouw toegekend op basis van een woningtype - en bouwjaarcombinatie. Dit wordt een sleuteltype genoemd, zie tabel 2.

Bouwjaarklassen	Gebouwtype
<1920	Rijwoning
1920-1950	Twee-onder-een-kapwoning
1950-1975	Vrijstaande woning
1975-1990	Meergezinswoning
1990-2005	Utiliteitsbouw
≥2005	

Tabel 2: Combinaties van bouwjaarklassen en woningtypen vormen sleuteltypen in het Warmtetransitiemodel bij woningen.

Bij utiliteitbouw worden de sleuteltypes bepaald op basis van energielabel en functie. Als er geen energielabel aanwezig is, dan wordt het sleuteltype bepaald op basis van het bijhorende bouwjaar. Daarnaast maken we nog onderscheidt tussen voor- en naoorlogs vastgoed, zie tabel 3.

Bij utiliteitsbouw worden alleen ter indicatie investeringskosten berekend voor de warmtetransitie. Utiliteitsgebouwen worden dus niet meegenomen in het bepalen van de warmteoptie met de laagst maatschappelijke kosten per buurt. De warmteoptie met de laagst maatschappelijke kosten is voor utiliteit namelijk niet te berekenen op basis van open data, omdat:

- Het huidige energieverbruik niet bekend is;
- De kosten, die gebruikers van utiliteit betalen voor energie, sterk afhankelijk zijn van het verbruik door verschillen in inkoop en energiebelasting;
- Voor het bepalen van de warmteoplossing met de laagst maatschappelijke kosten naast de warmtevraag ook de koudevraag een grote rol speelt.

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

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

Tabel 3: Sleuteltypen voor utiliteitsbouw worden bepaald door combinaties van afgemelde energielabels en gebruiksfuncties. Indien labels niet bekend zijn, worden bouwjaarklassen gebruikt om een label te berekenen.



3 De Warmteoptiekaart: technisch-financiële analyse van warmteopties per buurt

Het Warmtetransitiemodel berekent per wijk of buurt (CBS-wijk/buurt of postcodebuurt²) wat de totale maatschappelijke kosten zijn van warmteopties voor woningen. De verschillende kosten van de opties worden naast elkaar gelegd en vergeleken. De resultaten van deze analyse worden gevisualiseerd in de Warmtekaart. Aan het Warmtetransitiemodel ligt een afwegingskader ten grondslag. Dat betekent dat er al afwegingen hebben plaatsgevonden over de geschiktheid van warmteopties voordat deze worden berekend door het Warmtetransitiemodel. Dit hoofdstuk gaat eerst in op verschillende bouwkundige en installatietechnische aanpassingen op gebouwniveau, die randvoorwaarde zijn voor de warmtetransitie. Daarna worden de warmteopties besproken, en daarna wordt de afweging van warmteopties besproken.

3.1 Woningaanpassingen

3.1.1 Woningaanpassingen afhankelijk van het temperatuurniveau

Bij een groot deel van de woningvoorraad, die gebouwd is voor de jaren '90, is het nodig om de warmtevraag van gebouwen en woningen te beperken. Enerzijds om woningen geschikt te maken voor duurzamere warmte-opwekinstallaties, die doorgaans een lagere temperatuur leveren dan gasketels, en anderzijds om schaarse warmtebronnen efficiënter te benutten (meer woningen per bron).

De warmtevraag voor ruimteverwarming van een woning, hierna uitgedrukt in kilowattuur per vierkante meter gebruiksoppervlak (kWh/m²), wordt bepaald door de mate van isolatie, kierdichting en het ventilatiesysteem. De temperatuur die een woning nodig heeft om op de koudste dag van het jaar comfortabel warm te krijgen hangt hier voor een deel mee samen. Hoe beter de isolatie, kierdichting en hoe efficiënter het ventilatiesysteem, hoe geschikter de woning is om met een lagere temperatuur te kunnen verwarmen. Daarnaast bepaald de capaciteit van de radiatoren of het mogelijk is om een woning met een bepaalde temperatuur te kunnen verwarmen. In bestaande woningen zullen daarnaast in een aantal gevallen dus ook de radiatoren en mogelijk ook de cv leidingen vervangen moeten worden, om verwarming op een lagere temperatuur mogelijk te maken. Dit is niet op voorhand op woningniveau met zekerheid vast te stellen.

De gemiddelde huidige warmtevraag per jaar voor ruimteverwarming in Nederland is circa 85 kWh/m² voor woningen. De warmtevraag voor ruimteverwarming is sterk afhankelijk van het bouwjaar. In tabel 3 staat de gemiddelde warmtevraag voor eengezinswoningen en meergezinswoningen. Deze tabel is gebaseerd op data over het werkelijke gasgebruik op postcodeniveau (Open Data Netbeheerders). Voor warmtapwater is de warmtevraag ca. 20 kWh/m². Met name bij de woningvoorraad gebouwd voor 1990 is er nog een grote besparingspotentie.

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

² Een postcodebuurt is een gebied met dezelfde vijf cijferige postcode. Indien CBS-buurtten te grofmazig zijn worden postcodebuurtten als schaalniveau gekozen.

	Gemiddeld oppervlak m ²	Gemiddeld gasverbruik m ³	Gemiddelde warmtevraag ruimteverwarming kWh/m ²
Eengezinswoningen			
< 1920	170	2200	95
≥ 1920 - 1950	135	2100	110
≥ 1950 - 1975	125	1800	100
≥ 1975 - 1990	130	1500	85
≥ 1990 - 2005	145	1400	65
≥ 2005	155	1200	50
Nieuwbouw	120	-	35
Meergezinswoningen			
< 1920	85	1250	95
≥ 1920 - 1950	80	1200	95
≥ 1950 - 1975	75	1100	95
≥ 1975 - 1990	70	850	70
≥ 1990 - 2005	90	800	50
≥ 2005	90	700	40
Nieuwbouw	70	-	25
Nederlands gemiddelde	115	1470	85

Tabel 4: Gemiddelde warmtevraag ruimteverwarming van woningen in Nederland gerelateerd aan bouwjaar.

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

1. Woningen met *slechte of onvoldoende isolatie (80 kWh/m² of hoger)*. Er is een hoge temperatuur van ca. 90°C nodig om op de koudste dagen deze woningen comfortabel warm te stoken.
2. Woningen die een *minimumisolatieniveau* hebben bereikt (*lager dan 80 kWh/m²*). Bij het minimumniveau kunnen woningen comfortabel verwarmd worden met een maximumtemperatuur van 70°C (midentemperatuur). Het kan wel voorkomen dat er een aantal radiatoren vervangen moet worden voordat deze woningen daadwerkelijk met 70°C kunnen worden verwarmd.
3. Woningen die een *basisisolatieniveau* hebben bereikt (*lager dan 65 kWh/m²*). Bij een basisniveau kan de woning zowel comfortabel worden verwarmd met een maximumtemperatuur van 70°C als met 40°C (laagtemperatuur). Voor laagtemperatuur moeten wel aanvullend radiatoren vervangen worden en mogelijk ook de cv leidingen. De woning is daarmee toekomstbestendig en geschikt voor meerdere alternatieve verwarmingstechnieken. Woningen die reeds op dit niveau zitten zijn woningen gebouwd tussen 1990 en 2005.
4. Woningen met een *hoog isolatieniveau* en voorzien van een energiezuinig ventilatiesysteem (*lager dan 50 kWh/m²*). Deze woningen zijn daarmee zeer geschikt om comfortabel te verwarmen met een maximumtemperatuur van 40°C. Dit zijn recent gebouwde woningen na 2005 en woningen die nog gebouwd gaan worden de komende jaren. Bij de bestaande bouw moeten voor laagtemperatuur de radiatoren vervangen worden en mogelijk ook de cv leidingen.

Voor warm tapwater geldt dat voor het veilig kunnen gebruiken van warm tapwater er met de huidige stand van de techniek en regelgeving een temperatuur van minimaal 55°C bij het tappunt nodig is. Om deze temperatuur te kunnen garanderen moet het opweksysteem in praktijk een temperatuur van 60-70°C kunnen leveren. Als de

aanvoertemperatuur onvoldoende hoog is, moet er dus een aanvullende voorziening komen in de woning voor het opwekken of het boosten van de warmte voor warm tapwater. Mogelijk gaat de regelgeving wijzigen waarbij de minimale temperatuur aan het tappunt daalt van 55°C naar 40°C.

Warmtevraag uitgedrukt in kilowattuur per vierkante meter woonoppervlak (kWh/m²)

Het kilowattuur (symbool kWh) is een hoeveelheid energie. De meeste mensen associëren kWh met elektriciteit. Als men je een lamp met een vermogen van 1 kW één uur laat werken heeft jij een energie van 1 kWh stroom gebruikt. De afspraak is om Europees zoveel als mogelijk alle vormen van energie uit te drukken in kWh, zodat verschillende soorten energie beter met elkaar vergelijkbaar worden. Zo ook de warmtevraag. Door deze uit te drukken in kWh per vierkante meter woonoppervlak (kWh/m²) kan de warmtevraag van verschillende woningtypes en woninggroottes goed met elkaar vergeleken worden, los van of deze verwarmd worden met een gasketel, middels een warmtenet of met een warmtepomp. De gemiddelde warmtevraag voor ruimteverwarming van een woning in Nederland is circa 80 kWh/m². Bij niet geïsoleerde woningen kan de gemiddelde warmtevraag oplopen tot boven de 130 kWh/m². Bij zeer goed geïsoleerde nieuwbouw kan het gemiddelde naar onder de 30 kWh/m².

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

- Om een woning met 90°C (hoogtemperatuur) te kunnen verwarmen zijn geen aanpassingen nodig.
- Om een woning comfortabel met 70°C (midentemperatuur) te kunnen verwarmen, moet het minimumisolatieniveau bereikt zijn (*lager dan 80 kWh/m²*).
- Om een woning comfortabel met 40°C (laagtemperatuur) te kunnen verwarmen, moet minimaal het basisisolatieniveau bereikt zijn (*lager dan 65 kWh/m²*).

Op het moment dat een gebouweigenaar besluit een bouwdeel (vloer, gevel, raam, dak) te isoleren is het van belang dat dit onderdeel klaar is voor de energietransitie, onafhankelijk van de warmteoptie. Per bouwdeel is het advies om op het moment van ingreep zo goed mogelijk te isoleren, afhankelijk van wat de praktijksituatie toelaat (no regret). Niet bedoeld is om bijvoorbeeld dak, vloer of gevelisolatie in twee stappen aan te brengen. Dat is kosteninefficiënt.

Het totale isolatieniveau is de optelsom van de verschillende bouwdelen: vloer, gevel, raam, dak. Het minimumniveau en basisniveau isolatie zijn gebruikt om modelmatig het onderscheid te maken welke ingrepen per woningtype en bouwjaar op bouwdeelniveau nog minimaal nodig zijn om klaar te zijn voor een bepaalde warmteoptie. Als er een ingreep gedaan moet worden op een bouwdeel is het isolatieniveau hetzelfde, onafhankelijk van het niveau. Om het minimumniveau te behalen hoeven als we kijken naar een buurt dus minder bouwdelen nog aangepakt te worden als voor het basisniveau.

In bijlage I staan voor de verschillende sleuteltypes de investeringskosten voor het minimumniveau en het basisniveau. Deze kosten zijn inclusief BTW. De investeringen zijn gebaseerd op de maatregelen, zoals hierna per niveau worden behandeld. Naast isolatie zijn er aanvullende gebouwgebonden maatregelen nodig om de woning te verduurzamen en geschikt te maken voor duurzame verwarming:

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

Deze investeringskosten zijn meegenomen indien van toepassing

3.1.2 Minimumisolatieniveau

Om de transitie mogelijk te maken is het wenselijk dat alle woningen, zo snel mogelijk, dit niveau hebben bereikt. Op dit niveau kunnen woningen comfortabel verwarmd

worden met een maximumtemperatuur van 70°C in plaats van de 80°C tot 90°C, die nodig is voor het verwarmen van slecht geïsoleerde woningen. De woningen zijn dan dus 70°C-gereed.

Tabel 5 geeft ter indicatie per bouwjaar de maatregelen die genomen moeten worden/zijn per bouwdeel. Per bouwdeel is het advies om op het moment van ingreep zo goed mogelijk te isoleren, afhankelijk van wat de praktijksituatie toelaat (no regret). De isolatiewaarde die behaald kan worden is dus sterk situatieafhankelijk, omdat alle woningen anders zijn. Iedere huizenbezitter kan testen of hij op dit niveau zit door de bestaande gasketel op een maximumtemperatuur van 70°C in te (laten) stellen zonder (veel) in te hoeven leveren op gebied van comfort. In een aantal gevallen zullen er radiatoren vervangen of bijgeplaatst moeten worden of zullen er dus meer bouwdeelen nog aangepakt moeten worden.

Op het gebied van isolatie zitten alle woningen gebouwd na 1990 en een deel gebouwd tussen 1975 en 1990 al vanaf het jaar dat ze gebouwd zijn op dit minimumniveau. Alle woningen, die daarvoor zijn gebouwd kunnen door het nemen van deze maatregelen naar een gemiddelde warmtevraag voor ruimteverwarming lager dan 80 kWh/m².

Vloer					Gevel	Kozijnen en glas		Dak
Eengezinswoningen								
< 1920	Kruipruimte isoleren indien aanwezig		Geen spouw	Minimaal HR glas		Dak isoleren		
Spouw Isoleren			Minimaal dubbel glas	Voldoet				
						>= 1920 – 1950		
						>= 1950 - 1975		
>= 1975 – 1990	Voldoet		Voldoet			Voldoet		Voldoet
>= 1990 - 2005								
>= 2005								
Meergezinswoningen								
< 1920	Kruipruimte isoleren indien aanwezig		Geen spouw	Minimaal HR glas		Dak isoleren		
Spouw isoleren			Minimaal dubbel glas	Voldoet				
						>= 1920 – 1950		
						>= 1950 - 1975		
>= 1975 – 1990	Voldoet		Voldoet			Voldoet		Voldoet
>= 1990 – 2005								
>= 2005								

Tabel 5: Indicatie minimumniveau maatregelen per bouwjaar en woningtype.

3.1.3 Basisisolatieniveau

Als woningen het basisniveau bereikt hebben, zijn ze zowel geschikt om comfortabel te verwarmen met een maximumtemperatuur van 70°C, als met beperkte aanpassingen ook met 40°C. Om verwarming met deze lagere temperatuur van 40°C mogelijk te maken, moeten wel in de meeste gevallen de radiatoren vervangen worden door grotere laagtemperatuurradiatoren.

Het is wenselijk dat een groot deel van de woningen in Nederland aan het einde van de warmtetransitie op dit niveau zit. Hierdoor zijn ze namelijk geschikt voor bijna alle alternatieve duurzame verwarmingstechnieken. Ook wordt de warmtevraag hierdoor

nog verder verlaagd en wordt de retourtemperatuur lager, waardoor installaties efficiënter kunnen functioneren. Dit niveau kan door de meeste eigenaren worden bereikt door alle bouwdelen op een natuurlijk moment van onderhoud zo goed mogelijk te isoleren, afhankelijk van wat de praktijksituatie toelaat.

Tabel 6 geeft ter indicatie de maatregelen die genomen moeten worden/zijn. Bij alle isolatiemaatregelen geldt dat het advies is om maximaal te isoleren tot het niveau dat technisch mogelijk is, zonder dat onderdelen van de woning geheel vervangen hoeven te worden.

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

Tabel 6: Indicatie basisniveau maatregelen per bouwjaar.

3.1.4 Hoog isolatieniveau

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

3.2 Welke warmteopties zijn afgewogen

Het model kent vijf warmteopties met een toekomstbestendige energie-infrastructuur, zonder daarbij een keuze te maken voor de (mix van) energiebronnen. In het model worden vijf warmteopties afgewogen op basis van maatschappelijke kosten, die op basis van de huidige stand van de techniek realistisch zijn voor het aardgasvrij maken van een buurt:

- Warmtenetten (70°C): collectieve warmtevoorziening in de vorm van een middentemperatuur warmtenet, waarbij warm water met een temperatuur van maximaal 70 graden aangevoerd wordt tot bij het gebouw of de woning.
- Warmtenetten (40°C): collectieve warmtevoorziening in de vorm van een lage temperatuur warmtenet, waarbij warm water met een temperatuur van circa 40 graden aangevoerd wordt tot het gebouw of de woning.
- All electric: verwarmen en koken met gebruik van elektriciteit. In de woning wordt gebruikgemaakt van een warmtepomp.
- Lokale bronnetten: lokale kleinschalige (collectieve) warmtevoorziening in de vorm van een zeer lage temperatuur bronnet. In het gebouw is een warmtepomp nodig voor verwarming. Het aangevoerde water kan ook gebruikt worden voor koeling.

- Gasnet in combinatie met hybride oplossingen: een gasinfrastructuur gevoed met duurzaam gas in combinatie met een gasketel en een elektrische warmtepomp.

In bijlage I staan ook de investeringskosten van de warmteopties per sleuteltype. In de kostenbandbreedtes voor het warmtenet is uitgegaan van een warmtebedrijf dat na kosten en opbrengsten tegen een redelijk rendement warmte kan leveren, ongeacht de warmtebronnen die het warmtenet gebruikt. Gelet op het feit dat het perspectief op duurzame warmtebronnen sterk per gemeente en zelfs per buurt kan verschillen is het pas zinvol om het effect van die warmtebronnen in de berekeningen mee te nemen wanneer er op buurniveau een verdieping plaatsvindt. Dat is pas het moment waarop een besluit genomen kan worden over de meest passende bron en de exacte inrichting van de warmteketen (met bijhorende governance). Dit besluit hangt sterk samen met de omvang en de fasering van het project, de locatie en het tijdstip van realisatie (met de daarbij horende stand van de techniek, subsidies en het politiek landschap).

3.2.1 Middentemperatuur warmtenet

Een middentemperatuur warmtenet levert warmte van maximaal 70°C aan woningen en gebouwen. Alle woningen, die worden aangesloten moeten dus het minimumisolatieniveau hebben bereikt (*lager dan 80 kWh/m²*). Ook moeten mogelijk (een deel van) de radiatoren vervangen worden, afhankelijk van het isolatieniveau en de capaciteit van de bestaande radiatoren. Het warmtenet kan dus naast warmte voor ruimteverwarming ook direct warmte voor warm tapwater leveren.

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

De kosten voor de infrastructuur van een warmtenet bestaan uit de aanleg van de hoofdleiding naar de wijk, de wijkinfrastructuur en onderstations en het aansluiten van de woning inclusief het plaatsen van een afleverset. Deze kosten kunnen sterk per buurt verschillen en zijn voor een groot deel afhankelijk van het type bebouwing, de dichtheid van de bebouwing en de beschikbaarheid van een lokale betaalbare warmtebron. Deze worden deels terugverdiend door een positieve exploitatie van de verkoop van warmte aan de consument, gedurende een lange looptijd (30 jaar of langer). Een gemiddeld warmtebedrijf rekent daarbij met een redelijk rendement van circa 8% inclusief risico's. Als kosten voor de productie van warmte in de situatie van een warmtenet is het vertrekpunt een inkoopprijs van circa € 10 per GJ exclusief BTW van de warmteleverancier bij de warmteproducent, zonder daarbij dus een keuze te maken voor de (mix van) energiebronnen. Uitgangspunt is dus dat de productieketen tegen deze kosten de warmte moet kunnen leveren. Dit is een realistische prijs. Het is niet mogelijk om nader te onderbouwen hoe deze kostprijs tot stand komt, omdat dit sterk afhankelijk is van de omvang en de fasering van het project, de locatie, de bron, de warmte-opwekinstallatie en het tijdstip van realisatie (met de daarbij horende stand van de techniek, subsidies en het politiek landschap).

Wat overblijft is de Bijdrage Aansluit Kosten (BAK) die de vastgoedeigenaar betaalt op het moment van aansluiten. In het Warmtetransitiemodel wordt gerekend met een

indicatie van deze aansluitkosten. Daarbij wordt rekening gehouden met schaal en dichtheid: hoe groter de lokale toepassingsschaal en hoe stedelijker de omgeving, hoe lager de kosten per woning.

3.2.2 Laagtemperatuur warmtenet

Een laagtemperatuur warmtenet levert warmte van circa 40°C aan woningen en gebouwen. Alle woningen, die worden aangesloten moeten dus basisisolatieniveau hebben bereikt (*lager dan 65 kWh/m²*). Ook moeten de radiatoren vervangen worden. Het warmtenet kan daarnaast ook niet direct warmte voor warm tapwater leveren. Er is dus een aanvullende voorziening in de woning nodig.

Om een laagtemperatuur warmtenet mogelijk te maken is er voldoende dichtheid, voldoende isolatie én voldoende schaalgrootte nodig. In de bestaande bouw moeten daarnaast alle radiatoren vervangen worden om geschikt te zijn voor verwarmen op laagtemperatuur. De maatschappelijke kosten zijn daarom hoger dan bij een middentemperatuur warmtenet. In praktijk zullen daarom buurten of wijken, die geschikt zijn voor een laagtemperatuur warmtenet nauwelijks voorkomen. Daarnaast is er voor het bereiken van het basisniveau in de bestaande bouw relatief veel tijd nodig, waardoor er met deze optie dus ook niet kan worden gestart. Behalve voor grotere nieuwbouwlocaties met hoge dichtheid, komt deze optie in het model daarom nooit als optie naar voren met de laagst maatschappelijke kosten.

3.2.3 Lokaal bronnet

Een bronnet is een lokale, vaak kleinschalige (collectieve) warmtevoorziening in de vorm van een zeer lage temperatuur net. In het gebouw is een warmtepomp nodig voor verwarming. Het aangevoerde water kan ook gebruikt worden voor koeling. Een bronnet is dus een aanvulling op all electric. Een voorbeeld van een bronnet is een WKO-bron die door enkele kantoorgebouwen wordt gedeeld en die door een bronnet zijn verbonden.

Aangezien een warmtepomp ook op woning- of gebouwniveau in veel gevallen een efficiënte bron kan hebben, zal een bronnet voor een gehele wijk in veel gevallen geen logische optie zijn. In wijken waar in hoge dichtheid gebouwd is, kan er mogelijk beperkt ruimte zijn voor potentiële bronnen, waardoor een bronnet een optie kan zijn. Echter in de bestaande bouw is in dat geval vaak een warmtenet een logischere keuze. De verwachting is daarom dat een bronnet voor de bestaande woningbouw niet veel toegepast gaat worden.

Zoals eerder beschreven worden utiliteitsgebouwen niet meegenomen in het bepalen van de warmteoptie met de laagst maatschappelijke kosten per buurt. In buurten met een hoog percentage utiliteitsgebouwen kan dus niet op basis van openbare data de optie met de laagst maatschappelijke kosten worden berekend. In deze buurten is dus lokaal maatwerk nodig. Voor buurten met relatief veel utiliteitsbouw wordt een bronnet mogelijk wel interessant, vanwege de hoge koudevraag en vanwege de relatief lage energiebelasting op elektriciteit, die grotere gebouwen betalen vanwege het hogere verbruik. Hierdoor zullen zij vaak kiezen voor een lokale warmte- en koude-oplossing in de vorm van all electric eventueel in combinatie met een collectief bronnet. Buurten met een hoog aandeel utiliteitsbouw krijgen daarom automatisch als uitkomst lokaal bronnet.

3.2.4 All electric

‘All electric’ betekent dat er alleen een elektriciteitsnet in de buurt is. Als dat het geval is, dan is er een warmte-opwekinstallatie in de woning of het gebouw nodig. Dit is dus een individueel systeem waar gebouweigenaren over besluiten. In het model is uitgegaan van een individuele warmtepomp met als bron buitenlucht, bodemenergie of zonthermie. Uitgangspunt is dat een woning het basisisolatieniveau heeft bereikt (*lager*

dan 65 kWh/m^2) en dat de radiatoren vervangen worden. Naast de investeringskosten in het basisniveau, de warmtepomp en laagtemperatuurradiatoren zijn ook de kosten meegenomen voor het vergroten van de netcapaciteit. Deze kosten zijn gebaseerd op een aantal praktijkcases, maar zullen per wijk uiteraard sterk kunnen verschillen.

3.2.5 Gasnet

De laatste warmteoptie is die van het bestaande gasnet doorexploiteren. Deze warmteoptie is belangrijk omdat er buurten overblijven, waar zowel all electric als een warmtenet zeer kostbare en daarom onrealistische warmteopties zijn met de huidige stand van de techniek. Het gaat dan met name om buurten met een diversiteit aan bouwjaarklassen met vooroorlogs vastgoed, zoals oude binnensteden en oude lintbebouwing. In deze wijken zal het gasnet dus blijven liggen en kan dus er gestart worden met isolatie en hybride warmtepomp oplossingen of all electric oplossingen bij gebouwen en woningen, die al voldoende zijn geïsoleerd.

De hybride warmtepomp is een combinatie van een warmtepomp met een gasketel. Deze techniek verlaagt het gasverbruik van een woning of gebouw. De warmtepomp gebruikt een warmtebron en elektriciteit voor het opwekken van warmte. De gasketel springt op koude dagen bij en verwarmt het warm tapwater. Er zijn verschillende typen hybride warmtepompen op de markt, waarbij de bronnen variëren van buitenlucht, ventilatieretourlucht of zonthermie.

Een voordeel van een hybride systeem ten opzichte van een all-electricoplossing is dat er geen aanpassingen gedaan moeten worden aan het elektriciteitsnet. Voor de piekbelasting maakt het systeem namelijk gebruik van gas. Een nadeel is dat een woning nog steeds gas gebruikt. Het systeem is daarom niet voor alle wijken mogelijk, anders blijven de woningen op de lange termijn afhankelijk van aardgas. Bij woningen kan gemiddeld circa 70% gas bespaard worden, door isolatie in combinatie met een hybride warmtepomp. Uiteraard gaan de woningen wel meer elektriciteit gebruiken.

Voor een optimale werking van het systeem moeten de woningen wel voldoende zijn geïsoleerd. Voor de investeringen is als uitgangspunt genomen dat alle woningen naar het minimumisolatieniveau worden gebracht (*lager dan 80 kWh/m^2*). De investering en de onrendabele top van deze warmteoptie zijn zeer vergelijkbaar met die van het warmtenet, en vallen in dezelfde kostenbandbreedtes.

3.3 Modelleren van het afwegingskader

Aan het WTM ligt een afwegingskader ten grondslag. Dat betekent dat er al afwegingen hebben plaatsgevonden over de geschiktheid van warmteopties voordat het WTM de maatschappelijke kosten doorrekend. Het model bepaalt de warmteoptie in vier stappen:

1. Eerst worden op basis van bouwjaarklasse de bestaande wijken of buurten geselecteerd waar het gasnet zal blijven liggen. Het model rekent twee scenario's door. Eén scenario dat uitgaat van een hoge toekomstige beschikbaarheid van duurzaam gas en één scenario van een lage beschikbaarheid. Het model rekent niet met het aanbod van duurzaam gas, maar kijkt alleen naar de vraagkant: in welke wijken zou het gasnet blijven liggen als er meer gas zou zijn. In het scenario van lage beschikbaarheid zijn de eisen aan buurten qua bouwjaar en dichtheid strenger dan bij een hoge beschikbaarheid van gas.
2. Vervolgens wordt op basis van gebouwfunctie de bestaande wijken of buurten geselecteerd waar een bronnet de meest logische keuze is. Dit zijn dus wijken en buurten met relatief veel utiliteitsbouw (zie 3.2.3).

3. Voor de buurten, die overblijven, wordt eerst gekeken naar de dichtheid. Alleen als de dichtheid groter is dan 30 weq per hectare dan is een warmtenet een realistische oplossing. Wijken of buurten met een lagere dichtheid krijgen automatisch de warmteoptie all electric. De wijken of buurten, die dan nog overblijven, krijgen op basis van een vergelijking van de maatschappelijke kosten de optie warmtenet of all-electric.
4. Wijken of buurten waarvan bekend is dat daar een grootschalige hoogstedelijke nieuwbouwopgave gepland is worden handmatig aangepast naar een laagtemperatuur warmtenet.

Tabel 7 geeft weer hoe de afweging plaatsvindt in de vier stappen.

Stap	Warmteoptie	Afweging
1.	Gasnet scenario hoog	In dit scenario worden alle wijken of buurten geselecteerd voor de optie gasnet waar meer dan 15% van de het vastgoed is gebouwd voor 1950. Dit zijn dus oude wijken of wijken met een hoge diversiteit aan bouwjaarklassen. Dit scenario is alleen realistisch als sterk wordt ingezet op isolatie en hybride warmteoplossingen.
	Gasnet scenario laag	In dit scenario worden alle wijken of buurten geselecteerd voor de optie gasnet waar het grootste gedeelte van het vastgoed is gebouwd voor 1935. Dit zijn dus oude wijken waar grote delen van het vastgoed geen spouw hebben en waar er weinig ruimte in de ondergrond beschikbaar is. In deze wijken is isoleren lastiger en is een warmtenet vaak niet inpasbaar. Ook in dit scenario moet sterk ingezet worden op isolatie en hybride warmteoplossingen.
2.	Lokale bronnetten	Deze warmteoptie wordt toegekend aan buurten waar utiliteitsbebouwing dominant is, zoals bedrijventerreinen en kantorenparken. Voor een bronnet is daarnaast een minimale dichtheid van 20 WEQ per hectare een randvoorwaarde. Bij een lagere dichtheid zal het model all electric als warmteoptie geven. Indien er een combinatie is van woningen en utiliteit dan kunnen er combinaties ontstaan van lokale bronnetten in combinatie met all electric, of een warmtenet.
3.	All electric	In de overgebleven buurten worden de onrendabele toppen voor de diverse sleuteltypes in een buurt of wijk opgetelde. De totale onrendabele top van warmtenet en all electric worden vergeleken om de optie te bepalen met de laagste maatschappelijke kosten. Dat bepaalt de selectie van de wijken en buurten voor deze twee opties. Voor een warmtenet is daarnaast een minimale dichtheid van 30 weq per hectare een randvoorwaarde.
	Warmtenet (70°C)	
4.	Warmtenet (40°C)	Wijken of buurten waarvan bekend is dat daar een grootschalige hoogstedelijke nieuwbouwopgave gepland is kunnen geselecteerd worden met de warmteoptie laagtemperatuur warmtenet. Hiervoor geldt ook de dichtheid van minimaal 30 weq per hectare en een minimale omvang van circa 500 woningen.

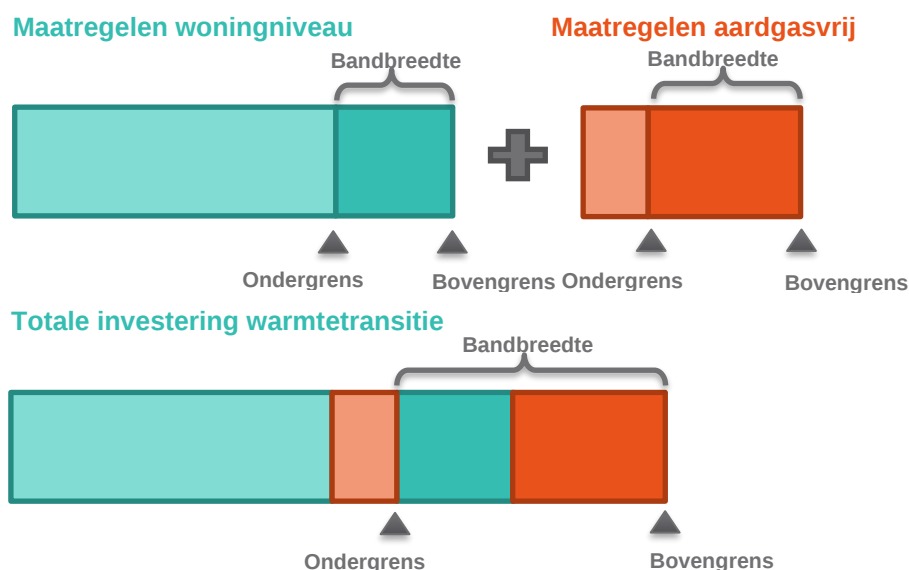
Tabel 7: Afwegingskader van de warmteopties in vier stappen.

3.3.1 Berekening van de maatschappelijke kosten

Op basis van de kengetallen per sleuteltype berekent het model per woning wat de investeringen, onderhoudskosten en de energierekening is van de warmteopties warmtenet en all electric, over een periode van 30 jaar. Op basis hiervan wordt met een netto contante waardeberekening de onrendabele top berekend van de warmteopties. In bijlage II staan alle technische en financiële parameters waarmee is gerekend

De omvang van de onrendabele top verschilt doorgaans sterk per buurt. De onrendabele top is het deel van de investering, dat niet kan worden terugverdiend gedurende de exploitatie. De exploitatiekosten zijn over het algemeen lager, als gevolg

van een lagere energierekening. Vrijwel altijd zullen duurzame warmteopties nog leiden tot een onrendabele top op wijk- of buurniveau. Als de financieringsperiode wordt verkort naar bijvoorbeeld 15 jaar dan zal de onrendabele top dus verder stijgen.



Figuur 2: Schematische weergave van kostenbandbreedtes voor de warmtetransitie

De onrendabele top per woning wordt op wijk of buurniveau opgeteld. Bij warmtenetten wordt rekening gehouden met schaal en dichtheid. Het model hanteert voor de optie warmtenet twee sets kengetallen: een voor hoogstedelijke gebieden en een voor laagstedelijke gebieden met beide als minimale dichtheid 30 weq per hectare. De stedelijkheid van een buurt wordt bepaald op basis van de *schaal en dichtheid van het aaneengesloten bebouwde gebied* waar de buurt binnen valt. Zodoende kunnen dorpen in stedelijke gemeenten alsnog een laagstedelijk kengetal krijgen. Voorbeelden zijn Driemond in gemeente Amsterdam en Hoek van Holland in gemeente Rotterdam. Het model rapporteert de kosten op buurniveau, niet op het niveau van individuele woningen. Wel rapporteert het model de gemiddelde investeringen en onrendabele top per woning per buurt en per warmteoptie.

3.3.2 Bandbreedtes in investeringskosten en de onrendabele top

Alle investeringskosten en de onrendabele top worden uitgedrukt in een gemiddelde bandbreedte met een onder- en bovengrens, zie figuur 2, en zijn inclusief BTW. Uitgangspunt is dat de investeringen worden gecombineerd met natuurlijke momenten. De gepresenteerde kosten zijn een gemiddelde van een bandbreedte met een onder- en bovengrens. De bandbreedtes zijn zodanig breed dat zij rekening houden met de volgende aspecten:

- De te nemen maatregelen zullen op woningniveau sterk variëren;
- Technische variaties binnen warmteopties, afhankelijk van warmtebron, opslag, opwekker en infrastructuur;
- Bestaande prijsverschillen op de markt door schaal en aanbestedingsvormen;
- Markontwikkelingen zoals schaarste en inzetbaarheid van personeel, materiaal, etc;
- Afwijking van de kengetallen als gevolg van sterk afwijkende woningen.

De omvang van de bandbreedte verschilt per maatregeltipe, warmteoptie, woningtype en bouwjaarklasse, afhankelijk van de karakteristieken van die specifieke combinatie. In bijlage I staan alle investeringskosten en onrendabele top per sleuteltype.

3.3.3 De visualisatie van de Warmtekaart

De resultaten van de kostentechnische analyse worden gevisualiseerd in twee typen Warmteoptiekaarten:

1. De eerste Warmteoptiekaart toont de voorkeursoptie op basis van de laagste maatschappelijke kosten, inclusief de wijken waar het gasnet blijft liggen en wijken waar een bronnet het meest passend is.
2. De tweede Warmteoptiekaart is een gevoeligheidsanalyse en toont ook de orde grootte van het kostenverschil tussen warmtenet en all electric. Wanneer de kosten zeer dichtbij elkaar liggen, wordt dit ook weergegeven.

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

De twee typen kaarten worden weergegeven:

- Voor zowel wijk als postcodebuurniveau;
- Voor zowel een hoog als laag duurzaam gasscenario.

Totaal geeft levert dat acht kaartbeelden op.



4 Kansenkaarten: inzicht in concreet handelingsperspectief

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

De Kansenkaarten hebben een lager schaalniveau dan de Warmtekaart. Het model maakt de volgende kansenkaarten:

- Kaart waar gestart kan worden met eenvoudige isolatiemaatregelen en een kaart met isolatiemaatregelen voor diverse sleuteltypen;
- Kaart waar gestart kan worden met warmtenetten;
- Kaart waar gestart kan worden met bronnetten;
- Kaart waar gestart kan worden met individuele all electric oplossingen.

De Kansenkaarten visualiseren dus kansrijke gebouwen en kijken naar de clustering van kansrijke gebouwen om te komen tot concrete kansgebieden voor de realisatie warmtenetten of bronnetten, zogenaamde potentie-eilanden. Voor de realisatie van collectieve warmteopties is namelijk voldoende schaal nodig. Voor isoleren en voor all electric is dit veel minder relevant, omdat dit individueel per gebouw of woning kan worden gerealiseerd. Het model maakt eerst een selectie van kansrijke gebouwen met behulp van een filter, en vervolgens bij collectieve warmteopties een clusteranalyse om te komen tot potentie-eilanden.

4.1 Isolatiekansen

Het model produceert twee typen isolatiekaarten

- Kaart waar gestart kan worden met eenvoudige isolatiemaatregelen;
- Kaart met isolatiemaatregelen voor diverse sleuteltypen.

De eerste kaart geeft inzicht in sleuteltypen waar direct relatief eenvoudig isolatiemaatregelen genomen kunnen worden, zonder veel overlast en met beperkte kosten. Met deze maatregelen is de eigenaar niet afhankelijk van een natuurlijk moment van onderhoud of van andere woningeigenaren.

Sleuteltype	Isolatiemaatregelen direct toepasbaar
Eengezinswoningen 1950-1980	- Gevelspouw isoleren; - Isoleren begane grondvloer kruipruimte; - Zoldervloer isoleren tussen balken, indien geen of onvoldoende dakisolatie aanwezig en de zolder geen verblijfsruimte is.
Eengezinswoningen 1920-1950	- Gevelspouw isoleren, indien aanwezig; - Isoleren begane grondvloer kruipruimte; - Zoldervloer isoleren tussen balken, indien geen of onvoldoende dakisolatie aanwezig en de zolder geen verblijfsruimte is.

Tabel 8: Isolatiemaatregelen per sleuteltype (woningtype en bouwjaarklasse) waarmee direct kan worden gestart.

De tweede kaart geeft isolatiemaatregelen voor diverse sleuteltypen, die de komende jaren genomen moeten worden, voor zover dit nog niet is gedaan. Niet alle maatregelen kunnen dus direct uitgevoerd worden. De eigenaar is daarbij vaak afhankelijk van een natuurlijk moment van onderhoud en/of van andere woningeigenaren. Per bouwdeel is het advies om op het moment van ingreep zo goed mogelijk te isoleren, afhankelijk van wat de praktijksituatie toelaat (no regret).

Sleuteltype	Isolatiemaatregelen en natuurlijk moment
Woningen na 1995	Geen maatregelen, behalve elektrisch koken. Afhankelijk van de oplossing moeten eventueel wel de radiatoren nog aangepast of vervangen worden.
Eengezinswoningen 1950-1995	Isolatiekansen direct toepasbaar: - Gevelspouw isoleren; - Isoleren begane grondvloer kruipruimte; - Zoldervloer isoleren tussen balken, indien geen of onvoldoende dakisolatie aanwezig en de zolder geen verblijfsruimte is. Gelijktijdig met schilderbeurt (7 jaar cyclus): - Enkel glas en oud dubbel glas vervangen; - Kierdichting verbeteren; - Gevelpanelen isoleren. Gelijktijdig met verbouwing: - Schuin dak binnenzijde isoleren.
Meergezinswoningen bouw 1960-1995	Isolatiekansen direct toepasbaar: - Vloer eerste woonlaag isoleren. Gelijktijdig met schilderbeurt VvE (7 jaar cyclus): - Enkel glas en oud dubbel glas vervangen; - Kierdichting verbeteren; - Gevelpanelen isoleren; - (Kop)gevelspouw isoleren. Gelijktijdig met vervangen dakbedekking VvE (25 jaar cyclus): - Plat dak isoleren.
Eengezinswoningen 1920-1950	Isolatiekansen direct toepasbaar: - Gevelspouw isoleren, indien aanwezig; - Isoleren begane grondvloer kruipruimte; - Zoldervloer isoleren tussen balken, indien geen of onvoldoende dakisolatie aanwezig en de zolder geen verblijfsruimte is. Gelijktijdig met schilderbeurt (7 jaar cyclus): - Enkel glas en oud dubbel glas vervangen; - Kierdichting verbeteren; - Spouw isoleren, indien aanwezig; - Indien geen spouw aanwezig ventilatie extra punt van aandacht. Gelijktijdig met verbouwing: - Schuin dak binnenzijde isoleren; - Gevel binnenzijde isoleren, indien geen spouw.
Meergezinswoningen 1920-1960	Isolatiekansen direct toepasbaar: - Isoleren begane grondvloer kruipruimte; - Zoldervloer isoleren tussen balken. Gelijktijdig met schilderbeurt VvE (7 jaar cyclus): - Enkel glas en oud dubbel glas vervangen; - Kierdichting verbeteren; - (Kop)gevelspouw isoleren, indien aanwezig; - Indien geen spouw aanwezig mechanische afzuiging ventilatie extra punt van aandacht. Gelijktijdig met vervangen dakbedekking VvE (25 jaar cyclus): - Plat dak isoleren. Gelijktijdig met verbouwing: - Schuin dak binnenzijde isoleren; - Gevel binnenzijde isoleren, indien geen spouw.
Woningen voor 1920 en/of monument	Maatwerk nodig. Isoleren kan in veel gevallen alleen gelijktijdig met groot onderhoud of verbouwing.

Tabel 9: Isolatiemaatregelen per sleuteltype (woningtype en bouwjaarklasse)

4.2 Potentie-eilanden collectieve warmteopties

Kansrijke gebouwen voor een collectieve oplossing zijn de dragers van een nieuw te ontwikkelen of uit te breiden warmtenet of bronnet. Het zijn gebouwen met voldoende schaal en dichtheid en die relatief eenvoudig zijn aan te sluiten zijn.

Voor warmtenetten wordt gekeken naar meergezinswoningen (bijvoorbeeld portiekflats of galerijflats) en bij voorkeur in collectief eigendom (corporatiebezit). De analyse kijkt daarnaast naar de aanwezigheid van blokverwarming en de bouwperiode als criteria.

Kan categorieën warmtenet	
Pandtype	Meergezinswoningen
Bouwjaar	≥ 1950-2000 (meergezinswoningen)
Eigendom	Corporatie- of particulier bezit
Blokverwarming	Aanwezigheid van blokverwarming bij meergezinswoningen
Grootte	≥ 5 woningen (meergezinswoningen)

Tabel 10: Criteria voor de selectie van kansrijke gebouwen voor warmtenetten. Deze criteria zijn niet gefixeerd: zij kunnen aangepast worden in afstemming met betrokken partijen

Voor bronnetten wordt gekeken naar utiliteitsgebouwen (bijvoorbeeld kantoren of winkels) met voldoende oppervlak.

Kan categorieën bronnet	
Pandtype	Utiliteit
Grootte	≥ 1.000 m ² BVO (utiliteitsbouw)

Tabel 11: Criteria voor de selectie van kansrijke gebouwen voor bronnetten. Deze criteria zijn niet gefixeerd: zij kunnen aangepast worden in afstemming met betrokken partijen

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

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

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

Er worden drie kaarten geproduceerd met potentie-eilanden:

- Een potentie-eiland voor warmtenetten met zowel corporatiebezit als VvE's;
- Een potentie-eiland voor warmtenetten met alleen corporatiebezit;
- Een potentie-eiland voor bronnetten;

4.3 Startkansen all electric

De startkaart all electric geeft inzicht in sleuteltypes waar direct relatief eenvoudig de overstap gemaakt kan worden naar all electric, met beperkte overlast en tegen de laagste kosten. Met deze maatregelen is de eigenaar niet of zeer beperkt afhankelijk van andere stakeholders. Voorwaarde is wel dat er voldoende capaciteit beschikbaar is in het elektriciteitsnet. De eigenaar kan zelf zijn moment kiezen, bijvoorbeeld op het moment dat de gasketel aan vervanging toe is. In de meeste gevallen moeten de radiatoren vervangen worden. Ook moet vaak nog de overstap gemaakt worden naar elektrisch koken.

Het betreft eengezinswoningen die in de meeste gevallen al voldoende zijn geïsoleerd. We maken onderscheid tussen woningen gebouwd tussen 2005 tot heden en tussen 1995 en 2005.

Bijlage I

Investeringskosten

Investeringskosten per woning voor isoleren, ventileren en elektrisch koken

	Minimumniveau ³		Basisniveau	
	Min	Max	Min	Max
Meergezinswoningen ≥ 2005	€ 1.000	€ 2.000	€ 1.000	€ 2.000
Rijwoning ≥ 2005	€ 1.000	€ 2.000	€ 1.000	€ 2.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 2005	€ 1.000	€ 2.000	€ 1.000	€ 2.000
Vrijstaande woning ≥ 2005	€ 1.000	€ 2.000	€ 1.000	€ 2.000
Meergezinswoningen ≥ 1990 - 2005	€ 2.500	€ 3.500	€ 1.000	€ 7.000
Rijwoning ≥ 1990 - 2005	€ 3.000	€ 4.000	€ 1.000	€ 7.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1990 - 2005	€ 4.000	€ 5.000	€ 1.000	€ 9.500
Vrijstaande woning ≥ 1990 - 2005	€ 4.500	€ 5.500	€ 1.000	€ 11.500
Meergezinswoningen ≥ 1975 - 1990	€ 3.500	€ 13.500	€ 7.500	€ 14.500
Rijwoning ≥ 1975 - 1990	€ 4.000	€ 20.500	€ 12.500	€ 28.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1975 - 1990	€ 5.000	€ 25.000	€ 18.000	€ 35.000
Vrijstaande woning ≥ 1975 - 1990	€ 6.000	€ 32.500	€ 22.500	€ 47.500
Meergezinswoningen ≥ 1950 - 1975	€ 7.500	€ 14.500	€ 10.500	€ 17.500
Rijwoning ≥ 1950 - 1975	€ 9.000	€ 22.500	€ 16.500	€ 28.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1950 - 1975	€ 13.000	€ 27.500	€ 22.500	€ 33.500
Vrijstaande woning ≥ 1950 - 1975	€ 19.000	€ 39.500	€ 30.500	€ 48.000
Meergezinswoningen ≥ 1920 - 1950	€ 8.000	€ 26.000	€ 11.500	€ 31.500
Rijwoning ≥ 1920 - 1950	€ 10.000	€ 37.500	€ 19.500	€ 46.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1920 - 1950	€ 15.000	€ 43.000	€ 22.500	€ 55.000
Vrijstaande woning ≥ 1920 - 1950	€ 17.000	€ 57.500	€ 27.500	€ 74.500
Meergezinswoningen < 1920	€ 11.000	€ 26.000	€ 20.500	€ 31.500
Rijwoning < 1920	€ 14.500	€ 37.500	€ 27.500	€ 46.000
Twee-onder-een-kapwoning < 1920	€ 16.500	€ 43.000	€ 32.500	€ 55.000
Vrijstaande woning < 1920	€ 18.000	€ 56.000	€ 38.500	€ 72.500

³ Inclusief de kosten voor het deels vervangen van radiatoren, indien nodig, om met maximaal 70°C comfortabel te kunnen verwarmen.

Investeringskosten aardgasvrij per woning inclusief afsluitkosten gas en verhogen capaciteit van elektriciteitsnet.

	Warmtenet hoogstedelijk ⁴		All electric ⁵	
	Min	Max	Min	Max
Meergezinswoningen ≥ 2005	€ 5.500	€ 10.500	€ 17.000	€ 24.000
Rijwoning ≥ 2005	€ 13.000	€ 18.000	€ 18.000	€ 25.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 2005	€ 18.000	€ 23.000	€ 24.000	€ 31.000
Vrijstaande woning ≥ 2005	€ 18.000	€ 23.000	€ 25.000	€ 32.000
Meergezinswoningen ≥ 1990 - 2005	€ 5.500	€ 10.500	€ 17.000	€ 24.000
Rijwoning ≥ 1990 - 2005	€ 13.000	€ 18.000	€ 18.000	€ 25.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1990 - 2005	€ 18.000	€ 23.000	€ 24.000	€ 31.000
Vrijstaande woning ≥ 1990 - 2005	€ 18.000	€ 23.000	€ 25.000	€ 32.000
Meergezinswoningen ≥ 1975 - 1990	€ 5.500	€ 10.500	€ 17.000	€ 24.000
Rijwoning ≥ 1975 - 1990	€ 13.000	€ 18.000	€ 18.000	€ 25.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1975 - 1990	€ 18.000	€ 23.000	€ 24.000	€ 31.000
Vrijstaande woning ≥ 1975 - 1990	€ 18.000	€ 23.000	€ 25.000	€ 32.000
Meergezinswoningen ≥ 1950 - 1975	€ 5.500	€ 10.500	€ 17.000	€ 24.000
Rijwoning ≥ 1950 - 1975	€ 13.000	€ 18.000	€ 18.000	€ 25.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1950 - 1975	€ 18.000	€ 23.000	€ 24.000	€ 31.000
Vrijstaande woning ≥ 1950 - 1975	€ 18.000	€ 23.000	€ 25.000	€ 32.000
Meergezinswoningen ≥ 1920 - 1950	€ 7.500	€ 12.500	€ 17.000	€ 24.000
Rijwoning ≥ 1920 - 1950	€ 15.000	€ 20.000	€ 18.000	€ 25.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1920 - 1950	€ 20.000	€ 25.000	€ 24.000	€ 31.000
Vrijstaande woning ≥ 1920 - 1950	€ 20.000	€ 25.000	€ 25.000	€ 32.000
Meergezinswoningen < 1920	€ 7.500	€ 12.500	€ 17.000	€ 24.000
Rijwoning < 1920	€ 15.000	€ 20.000	€ 18.000	€ 25.000
Twee-onder-een-kapwoning < 1920	€ 20.000	€ 25.000	€ 24.000	€ 31.000
Vrijstaande woning < 1920	€ 20.000	€ 25.000	€ 25.000	€ 32.000

⁴ In laagstedelijke gebieden zijn de aansluitkosten op een warmtenet gemiddeld € 1.500,- per woning inclusief BTW hoger voor meergezinswoningen en € 2.500,- per woning inclusief hoger voor rijwoningen en € 3.000,- voor twee-onder-een-kap en vrijstaande woningen.

⁵ Inclusief het vervangen van de radiatoren door laagtemperatuur radiatoren.

Totale investeringskosten warmteoptie.

	Warmtenet hoogstedelijk ⁶		All electric	
	Min	Max	Min	Max
Meergezinswoningen ≥ 2005	€ 8.000	€ 14.000	€ 18.000	€ 26.000
Rijwoning ≥ 2005	€ 16.500	€ 22.500	€ 19.000	€ 27.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 2005	€ 22.000	€ 28.000	€ 25.000	€ 33.000
Vrijstaande woning ≥ 2005	€ 22.000	€ 28.000	€ 26.000	€ 34.000
Meergezinswoningen ≥ 1990 - 2005	€ 9.500	€ 15.500	€ 18.000	€ 31.000
Rijwoning ≥ 1990 - 2005	€ 18.500	€ 24.500	€ 19.000	€ 32.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1990 - 2005	€ 25.000	€ 31.000	€ 25.000	€ 40.500
Vrijstaande woning ≥ 1990 - 2005	€ 25.500	€ 31.500	€ 26.000	€ 43.500
Meergezinswoningen ≥ 1975 - 1990	€ 10.500	€ 25.500	€ 24.500	€ 38.500
Rijwoning ≥ 1975 - 1990	€ 19.500	€ 41.000	€ 30.500	€ 53.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1975 - 1990	€ 26.000	€ 51.000	€ 42.000	€ 66.000
Vrijstaande woning ≥ 1975 - 1990	€ 27.000	€ 58.500	€ 47.500	€ 79.500
Meergezinswoningen ≥ 1950 - 1975	€ 14.500	€ 26.500	€ 27.500	€ 41.500
Rijwoning ≥ 1950 - 1975	€ 24.500	€ 43.000	€ 34.500	€ 53.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1950 - 1975	€ 34.000	€ 53.500	€ 46.500	€ 64.500
Vrijstaande woning ≥ 1950 - 1975	€ 40.000	€ 65.500	€ 55.500	€ 80.000
Meergezinswoningen ≥ 1920 - 1950	€ 17.000	€ 40.000	€ 28.500	€ 55.500
Rijwoning ≥ 1920 - 1950	€ 27.500	€ 60.000	€ 37.500	€ 71.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1920 - 1950	€ 38.000	€ 71.000	€ 46.500	€ 86.000
Vrijstaande woning ≥ 1920 - 1950	€ 40.000	€ 85.500	€ 52.500	€ 106.500
Meergezinswoningen < 1920	€ 20.000	€ 40.000	€ 37.500	€ 55.500
Rijwoning < 1920	€ 32.000	€ 60.000	€ 45.500	€ 71.000
Twee-onder-een-kapwoning < 1920	€ 39.500	€ 71.000	€ 56.500	€ 86.000
Vrijstaande woning < 1920	€ 41.000	€ 84.000	€ 63.500	€ 104.500

⁶ In laagstedelijke gebieden zijn kosten voor de optie warmtenet gemiddeld € 1.500,- per woning inclusief BTW hoger voor meergezinswoningen en € 2.500,- per woning inclusief hoger voor rijwoningen en € 3.000,- voor twee-onder-een-kap en vrijstaande woningen.

Onrendabele top

Onrendabele top isoleren, ventileren en elektrisch koken per woningtype

	Minimumniveau		Basisniveau	
	Min	Max	Min	Max
Meergezinswoningen ≥ 2005	€ 1.500	€ 2.500	€ 1.500	€ 2.500
Rijwoning ≥ 2005	€ 1.500	€ 2.500	€ 1.500	€ 2.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 2005	€ 1.500	€ 2.500	€ 1.500	€ 2.500
Vrijstaande woning ≥ 2005	€ 1.500	€ 2.500	€ 1.500	€ 2.500
Meergezinswoningen ≥ 1990 - 2005	€ 3.000	€ 4.000	€ 1.500	€ 6.000
Rijwoning ≥ 1990 - 2005	€ 3.000	€ 4.000	€ 1.000	€ 7.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1990 - 2005	€ 4.000	€ 5.000	€ 1.000	€ 6.000
Vrijstaande woning ≥ 1990 - 2005	€ 4.500	€ 5.500	€ 1.000	€ 7.000
Meergezinswoningen ≥ 1975 - 1990	€ 4.000	€ 11.000	€ 5.000	€ 11.000
Rijwoning ≥ 1975 - 1990	€ 4.000	€ 16.500	€ 8.500	€ 22.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1975 - 1990	€ 5.000	€ 18.000	€ 7.500	€ 23.000
Vrijstaande woning ≥ 1975 - 1990	€ 6.000	€ 32.500	€ 15.500	€ 36.000
Meergezinswoningen ≥ 1950 - 1975	€ 4.000	€ 7.000	€ 3.000	€ 10.000
Rijwoning ≥ 1950 - 1975	€ 2.500	€ 13.000	€ 5.500	€ 17.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1950 - 1975	€ 6.500	€ 14.500	€ 8.000	€ 19.000
Vrijstaande woning ≥ 1950 - 1975	€ 10.500	€ 24.500	€ 13.000	€ 30.500
Meergezinswoningen ≥ 1920 - 1950	€ 4.000	€ 20.000	€ 3.500	€ 22.500
Rijwoning ≥ 1920 - 1950	€ 1.500	€ 26.000	€ 6.500	€ 32.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1920 - 1950	€ 3.500	€ 28.000	€ 5.500	€ 35.000
Vrijstaande woning ≥ 1920 - 1950	€ 10.500	€ 46.500	€ 12.000	€ 56.500
Meergezinswoningen < 1920	€ 7.000	€ 20.000	€ 14.500	€ 23.000
Rijwoning < 1920	€ 8.000	€ 27.500	€ 17.500	€ 32.500
Twee-onder-een-kapwoning < 1920	€ 7.000	€ 29.500	€ 19.000	€ 37.500
Vrijstaande woning < 1920	€ 10.000	€ 45.000	€ 27.500	€ 56.000

Onrendabele top warmtetransitie per woningtype (isoleren, ventileren, elektrisch koken en aardgasvrij)

	Warmtenet hoogstedelijk ⁷		All electric	
	Min	Max	Min	Max
Meergezinswoningen ≥ 2005	€ 8.000	€ 14.000	€ 14.500	€ 22.500
Rijwoning ≥ 2005	€ 15.000	€ 21.000	€ 13.500	€ 21.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 2005	€ 20.000	€ 26.000	€ 16.000	€ 24.000
Vrijstaande woning ≥ 2005	€ 19.500	€ 25.500	€ 12.000	€ 20.000
Meergezinswoningen ≥ 1990 - 2005	€ 9.000	€ 15.000	€ 13.500	€ 26.000
Rijwoning ≥ 1990 - 2005	€ 17.000	€ 23.000	€ 11.500	€ 24.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1990 - 2005	€ 22.500	€ 28.500	€ 13.500	€ 27.000
Vrijstaande woning ≥ 1990 - 2005	€ 23.000	€ 29.000	€ 10.500	€ 25.500
Meergezinswoningen ≥ 1975 - 1990	€ 10.000	€ 22.500	€ 18.500	€ 32.000
Rijwoning ≥ 1975 - 1990	€ 18.000	€ 35.000	€ 18.500	€ 40.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1975 - 1990	€ 23.500	€ 41.500	€ 22.000	€ 45.000
Vrijstaande woning ≥ 1975 - 1990	€ 24.000	€ 55.500	€ 25.500	€ 54.500
Meergezinswoningen ≥ 1950 - 1975	€ 10.500	€ 18.500	€ 16.000	€ 30.000
Rijwoning ≥ 1950 - 1975	€ 16.000	€ 31.500	€ 17.000	€ 36.000
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1950 - 1975	€ 25.000	€ 38.000	€ 23.500	€ 41.500
Vrijstaande woning ≥ 1950 - 1975	€ 28.500	€ 47.500	€ 26.000	€ 50.500
Meergezinswoningen ≥ 1920 - 1950	€ 12.500	€ 33.500	€ 16.500	€ 42.500
Rijwoning ≥ 1920 - 1950	€ 17.000	€ 47.000	€ 17.000	€ 49.500
Twee-onder-een-kapwoning ≥ 1920 - 1950	€ 23.500	€ 53.500	€ 20.000	€ 57.500
Vrijstaande woning ≥ 1920 - 1950	€ 30.500	€ 71.500	€ 23.500	€ 76.000
Meergezinswoningen < 1920	€ 15.000	€ 33.000	€ 25.500	€ 42.500
Rijwoning < 1920	€ 23.500	€ 48.000	€ 25.500	€ 49.000
Twee-onder-een-kapwoning < 1920	€ 27.000	€ 55.000	€ 31.000	€ 58.000
Vrijstaande woning < 1920	€ 30.000	€ 70.000	€ 36.000	€ 74.000

⁷ In laag stedelijke gebieden is de onrendabele top van de warmteoptie warmtenet gemiddeld € 1.500,- per woning inclusief BTW hoger voor meergezinswoningen en € 2.500,- per woning inclusief hoger voor rijwoningen en € 3.000,- voor twee-onder-een-kap en vrijstaande woningen.

Bijlage II

Technische en financiële parameters

Grootheid	Eenheid	BTW	Waarde	Bron / Toelichting
<i>Tarieven</i>				
Variabel tarief warmte	Euro / GJ	Incl.	25,23	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd CPI
Vastrecht warmte	Euro / jr.	Incl.	363,13	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd CPI
Meetskosten warmte	Euro / jr.	Incl.	26,63	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd CPI
Huur afleverset warmte	Euro / jr.	Incl.	121,20	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd CPI
Kale aardgasprijs	Euro / Nm ³	Excl.	0,2485	ACM 2020, geïndexeerd conform KEV 2019 (circa 2,1% per jaar)
Energiebelasting aardgas	Euro / Nm ³	Excl.	0,3331	Belastingdienst, geïndexeerd conform Klimaatakkoord, daarna CPI
ODE aardgas	Euro / Nm ³	Excl.	0,0775	Belastingdienst, geïndexeerd CPI
Totale gasprijs	Euro / Nm ³	Incl.	0,7975	
Vastrecht gasaansluiting	Euro / jr.	Incl.	185,95	Gemiddelde van 3 grootste regionale netbeheerder
Vastrecht energieleverancier aardgas	Euro / jr.	Incl.	62,82	ACM 2020
Tarief kale elektriciteit	Euro / kWh	Excl.	0,0633	Gemiddelde van 3 grootste leveranciers d.d. 1/1/2020, geïndexeerd conform KEV 2019 (circa 2,1% per jaar)
Energiebelasting elektriciteit	Euro / kWh	Excl.	0,0977	Belastingdienst, geïndexeerd conform Klimaatakkoord, daarna CPI
ODE elektriciteit	Euro / kWh	Excl.	0,0273	Belastingdienst, geïndexeerd CPI
Totale elektriciteitsprijs	Euro / Nm ³	Incl.	0,2278	
Vastrecht elektriciteitsaansluiting	Euro / jr.	Incl.	212,79	Gemiddelde van 3 grootste regionale netbeheerders
Vastrecht energieleverancier elektriciteit	Euro / jr.	Incl.	42,00	Gemiddelde van 3 grootste energieleveranciers
<i>Technische uitgangspunten warmte-opties</i>				
COP warmtepomp ruimteverwarming	kWh / kWh	n.v.t.	4,0	Gemiddelde van lucht/ water en water/water warmtepomp
COP warmtepomp WTW bereiding	kWh / kWh	n.v.t.	2,0	Gemiddelde van lucht/ water en water/water warmtepomp
Jaarlijkse onderhoudskosten warmtepomp	Euro	Incl.	200	Geïndexeerd CPI
Herinvesteringskosten warmtepomp	Euro	Incl.	5.000	Geïndexeerd CPI
Levensduur warmtepomp	Jaren	n.v.t.	15	
Jaarlijkse onderhoudskosten gasketel	Euro	Incl.	100	Gemiddelde kosten van consument en woningcorporatie, geïndexeerd CPI
Herinvesteringskosten gasketel	Euro	Incl.	1.600	Gemiddelde kosten van consument en woningcorporatie, geïndexeerd CPI
Levensduur gasketel	Jaren	n.v.t.	18	
Rendement Hr-ketel*	%	n.v.t.	87,01	ACM 2020
Calorische bovenwaarde aardgas	MJ/ Nm ³	n.v.t.	35,17	Op basis van calorische bovenwaarde aardgas
<i>Financiële uitgangspunten netto contante waarde</i>				
Consumentenprijsindex	%	n.v.t.	2,0	
Disconteringsfactor vastgoed-eigenaar	%	n.v.t.	3,0	
Verdisconteringsperiode	Jaren	n.v.t.	30	
WACC warmtebedrijf	%	n.v.t.	8,5	
Volloopsnelheid warmtenet	Jaren	n.v.t.	5	Eigenaren sluiten binnen 5 jaar aan.
Aansluitdichtheid warmtenet	%	n.v.t.	80	Meer dan 80% van de vastgoedeigenaren/ panden sluit aan.

