



Technisch-economische analyse Wassenaar

Transitievisie warmte



CE Delft

Committed to the Environment

Technisch-economische analyse Wassenaar

Transitievisie warmte

Dit rapport is geschreven door:
Jasper Schilling, Pien van Berkel, Joram Dehens, Fenneke van de Poll

Delft, CE Delft, juli 2021

Publicatienummer: 21.210235.099

Gemeenten / Beleid / Energievoorziening / Warmte / Technologie / Economie / Analyse

Opdrachtgever: Gemeente Wassenaar

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Jasper Schilling (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Lijst van afkortingen	5
	Samenvatting	6
1	Inleiding	11
	1.1 Aanleiding	11
	1.2 Doel en onderzoeksvragen	11
	1.3 Hoe is dit technisch-economische advies tot stand gekomen?	12
	1.4 Leeswijzer	13
2	Alternatieven voor aardgas	14
	2.1 Aardgasvrije warmtetechnieken	14
	2.2 Beschikbaarheid van gasvormige energiedragers	17
	2.3 Warmtebronnen in Wassenaar en omgeving	18
	2.4 Warmtebronnen van laagtemperatuurniveau	21
3	Nationale kosten	26
	3.1 Wat zijn nationale kosten?	26
	3.2 Berekening kosten in Startanalyse	27
	3.3 Vergelijking strategieën	28
	3.4 Laagste nationale kosten per strategie	30
	3.5 Verdieping: Nationale kosten van de varianten	31
4	Eindgebruikerskosten	34
	4.1 Wat zijn eindgebruikerskosten?	34
	4.2 Methode	34
	4.3 Resultaten	35
	4.4 Laagste eindgebruikerskosten per strategie	36
5	Afwegingskader	38
	5.1 Nationale kosten	38
	5.2 Eindgebruikerskosten	39
	5.3 Impact in de ondergrond en openbare ruimte	39
	5.4 Ruimtelijke impact in de woning	39
	5.5 Realisatietijd	41
6	Techniekkeuze per buurt	42
	6.1 Oud-Wassenaar	43
	6.2 Kerkehout	43
	6.3 Maaldrift	44
	6.4 Groot Deijleroord en Ter Weer	44
	6.5 Nieuw-Wassenaar	45
	6.6 Oostdorp	45



6.7	Duindigt met Groenendaal	45
6.8	Dorp Wassenaar	46
6.9	Verspreide huizen Meijndel	46
6.10	Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	47
6.11	Verspreide huizen Eikenhorst	47
6.12	De Kieviet	48
6.13	Rijksdorp met De Pan	48
6.14	Oud-Clingendaal	48
6.15	De Paauw	49
6.16	Zijlwatering en haven	49
6.17	Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	50
6.18	De Deijl	50
6.19	Drie Papegaaien	51
6.20	Klingenbosch	51
6.21	Weteringpark	51
7	Fasering in de tijd	53
7.1	Tempo van de warmtetransitie	53
7.2	Kansen om te starten	54
7.3	Fasering in de tijd	61
8	Handelingsperspectief voor buurtclusters	64
9	Conclusies	73
9.1	Beschikbare warmtebronnen en energiedragers voor de gemeente Wassenaar	73
9.2	Nationale en eindgebruikerskosten van de aardgasvrije warmtetechnieken	74
9.3	Ruimtelijke impact van warmtetechnieken	75
9.4	Kansen om met de warmtetransitie te starten	76
9.5	Fasering	76
9.6	Handelingsperspectief	76
	Literatuur	79
A	Buurtindeling van Wassenaar	81
B	Energielabels van de woningen	82
C	Subsidiebedragen eindgebruikerskosten	83
C.1	Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) voor verhuurders	83
C.2	Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE)	83
C.3	Regeling Vermindering Verhuurdersheffing (RVV)	84
D	Resultaten eindgebruikerskosten	85
D.1	Referentie (gasgestookte cv-ketel)	85
D.2	Elektrische warmtepomp	86
D.3	Middentemperatuurwarmtenet	86
D.4	Lagetemperatuurwarmtenet	87



E	Ruimtelijke impact in de woning	88
	E.1 Impact in de woning van de individuele elektrische warmtepomp (S1)	88
	E.2 Impact in de woning van warmtenetten op midden- en hogetemperatuur (S2)	90
	E.3 Impact in de woning van warmtenetten op (zeer)lagetemperatuur (S3-LT)	91
F	Impact op de openbare en ondergrondse ruimte	93
	F.1 Impact van het verzwaren van het elektriciteitsnet	93
	F.2 Impact van de aanleg van warmtenetten	96
G	Benodigde realisatietijd	101
	G.1 Benodigde tijd voor het verzwaren van het elektriciteitsnet	101
	G.2 Benodigde tijd voor het aanleggen van een warmtenet	101
	G.3 Benodigde tijd voor het aanpassen en isoleren van gebouwen	102
	G.4 Samenvatting	103
H	Prioriteringscriteria van het Expertise Centrum Warmte	105

Lijst van afkortingen

HT	Hogetemperatuur (> 75°C)
LS	Laagspanning
LT	Lagetemperatuur (30-55°C)
MS	Middenspanning
MT	Middentemperatuur (50-75°C)
RES	Regionale energiestrategie
S1	Strategie 1 uit de Startanalyse van het PBL: individuele elektrische warmtepomp
S2	Strategie 2 uit de Startanalyse van het PBL: warmtenet met midden- en hogetemperatuurbron
S3-LT	Strategie 3 uit de Startanalyse van het PBL: LT-warmtenet met LT-warmtebron
S3-MT	Strategie 3 uit de Startanalyse van het PBL: MT-warmtenet met LT-warmtebron
TEA	Thermische energie uit afvalwater
TED	Thermische energie uit drinkwater
TEO	Thermische energie uit oppervlaktewater
TVW	Transitievisie warmte
wko	Warmte-koudeopslag
ZLT	Zeerlagetemperatuur (10-30°C)

Samenvatting

Wassenaar wil in 2050 CO₂-neutraal zijn. Om dit te bereiken, zullen de woningen en gebouwen in Wassenaar op een duurzame manier moeten worden verwarmd. Bij de verbranding van aardgas komt namelijk CO₂ vrij. Daarom stelt de gemeente Wassenaar een plan op waarin zij aangeeft op welke manier de buurten in Wassenaar van het aardgas af kunnen en wanneer. Dit plan heet de transitievisie warmte (afgekort: TVW).

Deze studie is een eerste stap richting de TVW. In deze studie hebben we vanuit technische-economisch oogpunt gekeken naar de mogelijkheden voor de transitie naar een duurzame manier van verwarmen (de warmtetransitie). De resultaten van deze analyse worden ingezet tijdens het participatietraject. Uit het participatieproces moet blijken of de uitkomsten uit dit rapport kunnen rekenen op draagvlak onder de inwoners van Wassenaar. Op basis van het participatietraject stelt de gemeente de TVW op. Dit kan ertoe leiden dat de buurten in de TVW een andere oplossing krijgen toegewezen dan de oplossing die in dit rapport naar voren komt.

In deze studie hebben we een analyse gedaan van de aanwezige warmtebronnen in de gemeente, de kosten van verschillen aardgasvrije alternatieven, de impact van deze alternatieven op zowel de gebouwen als de ruimte in de straat, de aanwezigheid van kansen om bij aan te sluiten bij het aardgasvrij maken van buurten, een mogelijke fasering van de buurten om in 2050 aardgasvrij te zijn, en een handelingsperspectief voor bewoners die nu al aan de slag willen met verduurzaming. Hieronder geven we onze belangrijkste bevindingen weer.

Beschikbare warmtebronnen voor de gemeente Wassenaar

De beschikbaarheid van warmtebronnen voor een warmtenet in Wassenaar is beperkt. De enige warmtebronnen van hogere temperatuurniveau zijn geothermie (aardwarmte) en WarmtelinQ+ (industriële restwarmte uit de haven van Rotterdam). De potentie en/of de totstandkoming van deze warmtebronnen is echter nog onzeker. Onderzoek moet hierover meer duidelijkheid geven. Warmtebronnen van laagtemperatuur zijn warmte uit drinkwater en zonthermie. Vaak is voor deze bronnen opslag van warmte in de ondergrond nodig. De mogelijkheid voor deze opslag is beperkt in Wassenaar, door het grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied in de duinen, maar ook door de aanwezigheid van aandachtsgebieden in de ondergrond (aardkundige en natuurlijke waarden).

Groengas en waterstof zijn in ieder geval tot 2030 niet beschikbaar voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Ook na 2030 zijn deze gassen waarschijnlijk alleen een optie als er geen andere reële warmtealternatieven voorhanden zijn. Wel kan een hybride warmtepomp een aantrekkelijke tussenoplossing zijn voor lastig te isoleren woningen. De hybride warmtepomp combineert een elektrische warmtepomp met een hr-ketel op gas. Op momenten dat de hr-ketel bijspringt is de hybride warmtepomp dus nog niet aardgasvrij. Mochten duurzame gassen in de toekomst toch beschikbaar komen voor het verwarmen van gebouwen, is het mogelijk om met een hybride warmtepomp zonder CO₂-uitstoot te verwarmen.



Kosten van de warmtetransitie

In deze studie hebben we zowel gekeken naar de kosten van de warmtetransitie voor de maatschappij als geheel, als naar de kosten voor eigenaar-bewoners. Bij dit laatste gaat het zowel om de kosten om hun woning aan te passen naar een duurzame warmtetechniek, als de kosten van de energierekening. Onze analyse laat een aantal belangrijke zaken zien.

Aardgas is nu nog de goedkoopste oplossing, maar helpt niet bij het verminderen van de CO₂-uitstoot. Bij beide manieren om te kijken naar de kosten van de warmtetransitie wordt duidelijk dat het blijven verwarmen op aardgas de goedkoopste oplossing is. Dit komt doordat alle infrastructuur al aanwezig is, en er niets aan woningen aangepast hoeft te worden. Echter, bij het verbranden van aardgas komt CO₂ vrij, daarom past dit niet bij een CO₂-neutrale gemeente. De overstap naar een aardgasvrije warmtetechniek is, op dit moment, nog niet kostenneutraal. Subsidies en landelijk beleid kunnen helpen om de kosten voor gebouweigenaren te verlagen. Betaalbaarheid van de warmtetransitie voor woning-eigenaren (van eigenaar-bewoners tot woningcorporaties) en huurders is een belangrijk uitgangspunt in de uitwerking van de TVW.

Aansluiten op een warmtenet is voor bewoners de goedkoopste aardgasvrije warmtetechniek. Dit komt doordat bewoners relatief weinig aanpassingen hoeven te doen aan hun woning. Echter, als we kijken naar de totale kosten voor de maatschappij (nationale kosten), wordt duidelijk dat warmtenetten in grote delen van Wassenaar niet kansrijk zijn. De kosten voor het aanleggen van een warmtenet zijn, met name in het zuidelijk deel van Wassenaar, erg hoog omdat de afstand tussen gebouwen groot is.

Voorkeurswarmtetechniek voor de buurtclusters in Wassenaar

In dit rapport geven wij een eerste advies over de mogelijke aardgasvrije warmtetechnieken. Hiertoe hebben we buurtclusters samengesteld op basis van overeenkomende buurtkenmerken en de oplossingsrichting.

We benadrukken dat de voorkeurswarmtetechniek een voorlopig advies is op basis van enkel technisch-economische criteria. Andere (bijvoorbeeld sociale of organisatorische) overwegingen kunnen ook een rol spelen bij de definitieve keuze voor een voorkeurswarmtetechniek. Bovendien zullen niet alle gebouwen in een buurt geschikt zijn voor dezelfde warmtetechniek. Met name wanneer een gebouw sterk afwijkt van de bebouwing in de rest van de buurt, kan een andere warmtetechniek meer voor de hand liggen.

Tabel 1 - Buurtkenmerken en voorkeurswarmtetechniek voor de vijf clusters van Wassenaarse buurten

Buurtcluster	Overeenkomende kenmerken	Oplossingsrichting/ voorkeurswarmtetechniek
Wassenaar Centrum: – Dorp Wassenaar – De Deijl – De Pauw (noord)	<ul style="list-style-type: none">– Hoge dichtheid bebouwing, veel rijwoningen en appartementen– Bouwjaar: grotendeels voor 1945, behalve een aantal woonblokken in Dorp Wassenaar– Woninglabels: hoog aantal E, F, G, klein blok met C– Relatief laag energieverbruik	Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk. Warmtenet heeft de voorkeur vanuit oogpunt eindgebruikerskosten. Veel vooroorlogs, slecht geïsoleerd. Er valt dus veel CO ₂ -winst te behalen in deze buurten. Het isoleren van vooroorlogse woningen is uitdagender dan andere woningen.

Buurtcluster	Overeenkomende kenmerken	Oplossingsrichting/ voorkeurswarmtetechniek
Wassenaar Noord: – Zijlwatering en haven – Groot Deijleroord en Ter Weer – Weteringpark – Oostdorp	– Hoge dichtheid bebouwing, veel rijwoningen en appartementen – Bouwjaar: na 1945 – Woninglabels: hoog aantal A-D – Relatief laag energieverbruik – Veel corporatiebezit	Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk. Gemiddeld isolatieniveau is beter dan in de meeste andere buurten in Wassenaar. Oostdorp: veel vooroorlogs, maar gemiddeld isolatieniveau niet slecht. Hoog aandeel corporatiebezit. Daarom bij deze cluster.
Breder uitgelegde wijken: – Nieuw Wassenaar – Oud Wassenaar – De Kieviet – De Paauw (zuid) – Drie Papegaaien – Oud-Clingendaal – Rijksdorp met de Pan – Duindigt met Groenendaal	– Breder uitgelegde buurten – Bouwjaar: hoog aantal voor 1945 – Woninglabels: hoog aantal E, F, G – Relatief hoog energieverbruik	Bewoners kunnen aan de slag met individuele warmtetechnieken. Een warmtenet is geen realistische optie in deze buurten, de afstand tussen de gebouwen is namelijk groot waardoor een businesscase voor een warmtenet moeilijk rond te krijgen is.
Kerkehout en Klingenbosch	– Hoge dichtheid bebouwing, veel rijwoningen en appartementen – Bouwjaar: na 1945 – Woninglabels: B, F, Snel richting B in verband met grootschalige renovatie – Relatief laag energieverbruik – Veel corporatiebezit	Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk.
Wassenaar buitengebied – Meijndel – Eikenhorst – Raaphorst en Poldergebied – Duinrell en Wassenaarse Slag – Maaldrift	– Buitengebied – Zeer lage dichtheid – Veel afstand tussen de woningen – Woninglabels: hoog aantal E, F, G – Relatief hoog energieverbruik	Bewoners kunnen aan de slag met individuele warmtetechnieken. Een warmtenet is geen realistische optie in deze buurten, de afstand tussen de gebouwen is namelijk groot waardoor een businesscase voor een warmtenet moeilijk rond te krijgen is.

Mogelijke startbuurt(en)

We hebben onderzocht welke buurten kansrijk zijn om een start te maken met de warmte-transitie. Hierbij hebben we gekeken naar mogelijke kansen om bij aan te sluiten. Denk bijvoorbeeld aan het vervangen van het aardgasnetwerk, de riolering, plannen voor woningrenovaties of nieuwbouw, het aandeel corporatiebezit in een buurt en de zekerheid van de voorkeurswarmtetechniek. We schatten dat ten minste vijf jaar nodig zijn voor planvorming, participatietrajecten en voorbereiding voordat de gemeente daadwerkelijk kan beginnen met het van gas halen van gebouwen in Wassenaar. Daarom kunnen we alleen de kansen benutten die plaatsvinden vanaf 2026.

In een aantal buurten in Wassenaar komen meerdere kansen naar voren. De buurt Verspreide huizen Meijndel lijkt met drie kansen het meest kansrijk. Allereerst is het gasnet in deze buurt aan vervanging toe. Ten tweede blijkt uit onze analyse dat de gebouwen in Meijndel met grote zekerheid uitkomen op een individuele elektrische warmtepomp. Tot slot zijn er renovatieplannen voor meer dan 10% van de gebouwen in de buurt. De betaalbaarheid is nog wel een aandachtspunt: de kosten voor bewoners van verwarmen met een elektrische warmtepomp zijn twee keer hoger dan de kosten van verwarmen met een hr-ketel op aardgas.

Fasering

Op basis van onze analyse adviseren wij de gemeente om te kijken naar het aardgasvrij maken van de buurt Verspreide huizen Meijndel. Doordat deze buurt maar weinig gebouwen kent, is enkel deze buurt aanwijzen als startbuurt waarschijnlijk niet voldoende om het gewenste tempo te behalen richting het doel van CO₂-neutraliteit in 2050. Voor andere startbuurten kan mogelijk worden aangesloten bij renovatieplannen van de woningcorporaties, geplande werkzaamheden aan het gasnet of de riolering of nieuwbouwplannen. Ook kan de gemeente ervoor kiezen de warmtetransitie te starten in buurten die in onze analyse met zekerheid op een bepaalde warmtetechniek uitkomen.

De buurten die niet worden geselecteerd als startbuurt komen in principe in de tweede fase (na 2030) aan de beurt. We hebben nog geen logische koppelkansen geïdentificeerd voor de buurten Nieuw-Wassenaar, De Pauw en Klingenbosch. Het zou daarmee kunnen dat deze pas op de langere termijn (na 2045) aardgasvrij kunnen worden.

Handelingsperspectief

Bewoners van buurten die pas in de tweede of derde fase aan de beurt komen, kunnen natuurlijk wel alvast aan de slag met het verduurzamen van hun woning. Tabel 2 geeft per buurtcluster een eerste handelingsperspectief voor bewoners. In deze tabel hebben we het over een Standaard. Het gaat hier om een recent advies vanuit de Rijksoverheid (de zogenaamde standaard en streefwaarden) over welke isolatie benodigd is in woningen. Bewoners kunnen via het [Duurzaam Bouwloket](#) meer te weten komen over wat de Standaard betekent voor hun woning. Eigenaren van monumentale panden kunnen daarnaast ook advies inwinnen bij De Groene Grachten.

Tabel 2 - Handelingsperspectief per buurtcluster

Buurtcluster	Handelingsperspectief
Wassenaar Centrum: – Dorp Wassenaar – De Deijl – De Pauw (noord)	– Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
Wassenaar Noord: – Zijlwatering en haven – Groot Deijlroord en Ter Weer – Weteringpark – Oostdorp	– Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
Breder uitgelegde buurten: – Nieuw Wassenaar	– Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten.

Buurtcluster	Handelingsperspectief
<ul style="list-style-type: none"> – Oud Wassenaar – De Kieviet – De Paauw (zuid) – Drie Papegaaien – Oud-Clingendaal – Rijksdorp met de Pan – Duindigt met Groenendaal 	<ul style="list-style-type: none"> – Hybride warmtepomp als (tussen)oplossing voor woningen met een laag isolatieniveau. – Een elektrische warmtepomp voor woningen met een goed isolatieniveau.
Kerkehout en Klingbosch	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
Wassenaar buitengebied <ul style="list-style-type: none"> – Meijndel – Eikenhorst – Raaphorst en Poldergebied – Duinrell en Wassenaarse Slag – Maaldrift 	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Hybride warmtepomp als (tussen)oplossing voor woningen met een laag isolatieniveau. – Een elektrische warmtepomp voor woningen met een goed isolatieniveau. – Meijndel is een startbuurt, hier kan de gemeente met betrokkenen een buurtplan gaan opstellen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Verbranding van aardgas zorgt voor veel CO₂-uitstoot en dus voor klimaatverandering. Daarom wil Nederland in 2050 geen aardgas meer gebruiken voor het verwarmen van woningen en gebouwen. Om de transitie naar een aardgasvrije gebouwde omgeving te starten, stelt de gemeente Wassenaar – net als alle andere gemeente in Nederland – uiterlijk in 2021 een transitievisie warmte (TVW) op. In de TVW Wassenaar komt te staan op welke manier de Wassenaarse buurten van het aardgas af kunnen. Bij deze keuze spelen zowel technisch-economische overwegingen als voorkeuren en mogelijkheden van bewoners en bedrijven een rol. Daarom is het proces om te komen tot de TVW voor Wassenaar opgedeeld in twee onderdelen: een technisch-economische analyse en een participatietraject.

De gemeente Wassenaar heeft CE Delft gevraagd om de technisch-economische analyse uit te voeren. Dit rapport beschrijft onze bevindingen. De technisch-economische analyse vormt de eerste stap richting het opstellen van de TVW en kan gebruikt worden als input voor het participatietraject.

Waarom een update van de technisch-economische analyse uit 2020?

Begin 2020 heeft CE Delft al een technisch-economische analyse uitgevoerd voor de gemeente Wassenaar (CE Delft, 2020b). In de analyse uit 2020 hebben we gebruikt gemaakt van ons CEGOIA-model en de Startanalyse (versie 2019) van het PBL om op buurtniveau inzicht te krijgen in de aardgasvrije warmtetechnieken met de laagste nationale kosten. In het afgelopen jaar zijn er een hoop nieuwe ontwikkelingen geweest waardoor het relevant was de technisch-economische analyse uit 2020 een update te geven. In de huidige versie van de technisch-economische analyse hebben we ons gebaseerd op de Startanalyse versie 2020, en hebben we de eindgebruikerskosten van warmtetechnieken doorgerekend. Ook hebben we de Wassenaarse buurten van een concreter handelingsperspectief voorzien: Waarmee kunnen pandeigenaren tot 2030 al aan de slag?

Het technisch-economische advies uit 2020 is opgesteld in nauwe samenwerking met de betrokken stakeholders. We zijn verschillende keren met de projectgroep – bestaande uit de gemeente, woningcorporaties, netbeheerder, provincie en een vertegenwoordiging vanuit bewonersvereniging de Kievit – samengekomen om de verschillende onderdelen van de technisch-economische analyse te behandelen. Voor de huidige versie van de technisch-economische analyse hebben we ook een bijeenkomst georganiseerd met een aantal stakeholders, waarbij zij konden reageren op de conceptversie van de technisch-economische analyse.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van de technisch-economische analyse is om antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Welke warmtebronnen en energiedragers zijn beschikbaar voor de gemeente Wassenaar?
2. Wat zijn de kosten, zowel nationale als eindgebruikerskosten, van de aardgasvrije warmtetechnieken?



3. Wat is de impact van aardgasvrije warmtetechnieken op de woningen en gebouwen, en welke gevolgen hebben deze warmtetechnieken op de openbare en ondergrondse ruimte?
4. Welke kansen om te starten zijn er in de warmtetransitie in de gemeente Wassenaar?
5. Welke route (fasering) in de buurtaanpak is mogelijk om in 2050 volledig aardgasvrij te zijn?
6. Welk handelingsperspectief kan de gemeente Wassenaar haar inwoners bieden voor de periode tot 2030?

1.3 Hoe is dit technisch-economische advies tot stand gekomen?

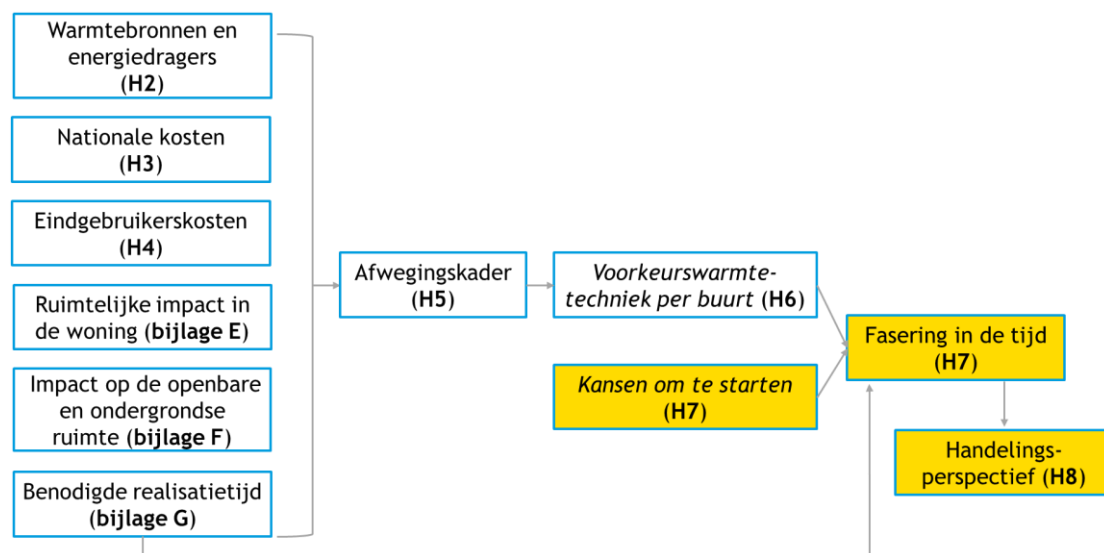
Methode

De onderzoeksvragen leiden tot twee deelresultaten: een voorkeurstechniek per buurt en de fasering van de buurtaanpak in de tijd. De voorkeurstechniek per buurt wordt gekozen op basis van een afwegingskader en is ook afhankelijk van welke warmtebronnen beschikbaar zijn voor de betreffende buurt. Zoals Figuur 1 laat zien, bestaat het afwegingskader uit een aantal criteria. Dit zijn:

- nationale kosten;
- eindgebruikerskosten;
- impact openbare en ondergrondse ruimte;
- ruimtelijke impact in de woning;
- benodigde realisatietijd van de aardgasvrije warmtetechnieken.

De fasering in de tijd gebeurt op basis van aanwezige kansen om met de warmtetransitie te starten.

Figuur 1 - Schematische weergave van de projectaanpak



De Startanalyse

Het Rijk ondersteunt gemeenten bij het opstellen van een TVW met een Leidraad. De Leidraad bestaat uit twee onderdelen, namelijk de ‘*Handreiking voor lokale analyse*’ van het Expertisecentrum Warmte (ECW) en de ‘*Startanalyse*’ van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). De Startanalyse is gebaseerd op landelijke data en geeft inzicht in de technisch-economische gevolgen van vijf zogenoemde warmtestrategieën:

- S1: Individuele elektrische warmtepomp.
- S2: Warmtenet met midden- en hogetemperatuurbron.
- S3: Warmtenet met laagtemperatuurbron.
 - S3-LT: Laagtemperatuurwarmtenet (met laagtemperatuurbron).
 - S3-MT: Middentemperatuurwarmtenet (met laagtemperatuurbron).
- S4: Groengas.
- S5: Waterstof.

In onze analyses sluiten wij zoveel mogelijk aan bij de Startanalyse (versie 2020).

1.4 Leeswijzer

- Hoofdstuk 2 beschrijft de alternatieven voor verwarmen met aardgas: wat zijn de aardgasvrije warmtetechnieken en hoe zit het met de beschikbaarheid van warmtebronnen en energiedragers?
- De Hoofdstukken 3 tot en met 5 gaan in op de criteria en het afwegingskader die de basis vormen voor de voorkeurstechniek.
- Hoofdstuk 6 geeft een voorkeurstechniek per buurt.
- In Hoofdstuk 7 gaan we in op de fasering in de tijd: in welke buurten zijn kansen aanwezig die het interessant maken om in deze buurt op korte termijn met de warmtetransitie aan de slag te gaan?
- Hoofdstuk 8 laat zien welk handelingsperspectief de gemeente haar inwoners kan bieden.
- Hoofdstuk 9 presenteert onze conclusies.

2 Alternatieven voor aardgas

2.1 Aardgasvrije warmtetechnieken

Volgens de Klimaatmonitor werd er in 2019 (het meest recente jaar waarvoor gegevens beschikbaar zijn) 33,2 miljoen m³ aardgas gebruikt door de gebouwde omgeving in de gemeente Wassenaar (Rijkswaterstaat, 2021). Dit komt overeen met een CO₂-uitstoot van 65,9 kton per jaar.¹ Voor de warmtetransitie kunnen meerdere warmtetechnieken worden ingezet. Voor een CO₂-neutrale warmtevoorziening is de voorwaarde dat de energie die wordt gebruikt afkomstig is van duurzame energiebronnen. In deze paragraaf geven we eerst een overzicht van de technieken die geschikt zijn voor een aardgasvrije warmtevoorziening. De factsheets op www.warmtetechnieken.nl gaan uitgebreider in op de verschillende warmtetechnieken. De beschrijvingen gaan uit van de huidige stand van de techniek.

Sommige warmtetechnieken vereisen een minimaal isolatieniveau:

- warmtetechnieken op middentemperatuur (MT) vereisen een isolatieniveau van 70 kWh/m² (dit komt ongeveer overeen met het vroegere energielabel C, zonder zonnepanelen);
- warmtetechnieken op lagetemperatuur (LT) vereisen een isolatieniveau van 50 kWh/m² (dit komt ongeveer overeen met het vroegere energielabel B, zonder zonnepanelen).

Voor alle aardgasvrije warmtetechnieken geldt voor het koken dat er moet worden overgeschakeld op elektrisch koken. Inductie koken is de meest zuinige vorm van elektrisch koken.

Buurten worden niet zomaar van het aardgas afgesloten

Het huidige gasnetwerk is een goed onderhouden netwerk. In de transitie naar aardgasvrij verwarmen zal dit netwerk op den duur waarschijnlijk niet meer nodig zijn, en uiteindelijk verwijderd moeten worden. Hierbij is de volgorde van groot belang. Allereerst zullen bewoners, eventueel stapsgewijs, overstappen naar een aardgasvrije manier van verwarmen en koken. Om deze transitie mogelijk te maken, zijn mogelijk nieuwe netwerken nodig, afhankelijk van het gekozen alternatief en de status van het elektriciteitsnetwerk. Pas als de gehele buurt aardgasvrij is, kan de netbeheerder het gasnet verwijderen.

Individuele warmtetechnieken

Elektrische warmtepomp



Een elektrische warmtepomp is een individuele elektrische warmteoplossing. Gebouweigenaren kunnen zelfstandig overschakelen op deze techniek. De luchtwarmtepomp, de bodemwarmtepomp en de PVT-warmtepomp² zijn de bekendste typen warmtepomp. Deze warmtepompen gebruiken warmte uit de lucht, bodem en zonnewarmte en brengen dit met behulp van elektriciteit naar een temperatuurniveau dat geschikt is voor het verwarmen van gebouwen en tapwater.

¹ Energie-inhoud aardgas (bovenwaarde): 0,03517 GJ/m³; emissiefactor aardgas: 56,4 kg CO₂/GJ ([Publicatie standaard emissiefactor aardgas 2020](#)).

² PVT-panelen zetten licht om in elektriciteit (photovoltaïsch) en warmte (thermisch).

Doordat warmtepompen voornamelijk energie uit de lucht of bodem gebruiken en een kleiner deel elektriciteit, hebben ze een hoger rendement dan de hr-ketel. Voor het toepassen van een elektrische warmtepomp moet een woning of utiliteitsgebouw zeer goed worden geïsoleerd, naar een isolatieniveau van 50 kWh/m². Dit is met name kostbaar bij vooroorlogse bouw. Ook moeten de radiatoren worden vervangen door vloerverwarming of LT-radiatoren. Wanneer een groep gebouwen overschakelt naar een elektrische oplossing, kan het zijn dat het elektriciteitsnet moet worden verzwaard. De luchtwarmtepomp maakt gebruik van de buitenlucht. De ventilator (buitenunit) die nodig is voor een luchtwarmtepomp, maakt geluid. De bodemwarmtepomp is duurder dan de luchtwarmtepomp om aan te leggen, maar is wel energiezuiniger. PVT-panelen worden op het dak geplaatst en leveren zowel warmte als elektriciteit.

Hybride warmtepomp



De hybride warmtepomp combineert een elektrische warmtepomp met de hr-ketel op gas. De elektrische warmtepomp kan voor ongeveer de helft van de warmtebehoefte zorgen. Dit gaat zeer efficiënt, omdat de warmtepomp energie haalt uit de omgeving, bijvoorbeeld de buitenlucht. De energie wordt gebruikt voor ruimteverwarming en/of warmtapwaterbereiding. Ongeveer een vijfde van de tijd springt de hr-ketel bij op momenten dat de warmtepomp niet voldoende warmte kan leveren, bijvoorbeeld wanneer het buiten koud is en/of er (veel) warmtapwater nodig is. Hoe hoger het isolatieniveau van het gebouw, hoe minder vaak de hr-ketel hoeft bij te springen, en hoe groter de vermindering van het (aard)gasverbruik.

Momenteel is het niet zinvol om een hybride warmtepomp te plaatsen in een slecht geïsoleerd gebouw (MilieuCentraal, lopend-b). In zo'n gebouw zal de warmtepomp minder vaak de warmte leveren: de hr-ketel moet vaak bijspringen om het gebouw voldoende warm te krijgen. In een matig geïsoleerd gebouw (dubbel glas, spouwmuurisolatie en 5-7 cm vloerisolatie en dakisolatie) levert een hybride warmtepomp zowel besparing op de energierekening als CO₂-reductie op (MilieuCentraal, lopend-b). Bij een goed tot zeer goed geïsoleerd gebouw (minimaal label B) is het verstandiger om direct over te stappen op een volledig elektrische warmtepomp.

Een hybride warmtepomp is nog niet aardgasvrij: deze gebruikt aardgas op die momenten dat de hr-ketel bijspringt. Op de langere termijn (verwacht wordt zeker na 2030), kunnen groengas of groene waterstof dit aardgas mogelijk vervangen. Op dat moment is het mogelijk om zonder CO₂-uitstoot te verwarmen met een hybride warmtepomp. Het is echter nog zeer de vraag of, en zo ja wanneer, deze gassen beschikbaar komen (zie ook Paragraaf 2.2).

Een andere individuele warmtetechniek is de pelletketel, gestookt met houtpellets. Het nadeel van deze warmtetechniek is dat fijnstof vrijkomt bij het verstoken van pellets. Dit komt de luchtkwaliteit niet ten goede. Het is daarom aan te raden de pelletketel niet toe te passen in dichtbebouwde gebieden. Ook moet het hout waaruit de pellets gemaakt worden, komen uit duurzame bosbouw of afvalstromen. In de meeste situaties is de pelletketel door de uitstoot van fijnstof een onwenselijke warmteoptie. Daarnaast is het de vraag hoe betaalbaar houtpellets op de langere termijn zullen zijn. Daarom hebben we deze warmtetechniek niet meegenomen in onze analyse.

Collectieve warmtetechnieken (warmtenetten)

Hogetemperatuurwarmtenet



Voor een hogetemperatuur (HT-)warmtenet is een nieuwe infrastructuur nodig voor het vervoeren van water met een temperatuur van minimaal 75°C. Dit water wordt verwarmd met een HT-warmtebron, zoals geothermie (afhankelijk van de diepte) of restwarmte uit de industrie. Een HT-warmtenet is warm genoeg voor het verwarmen van het gebouw en verzorgen van warm tapwater. In het gebouw zelf wordt de cv-ketel vervangen door een kleinere afleverset, bestaande uit een warmtewisselaar en warmtemeter. De afleverset komt doorgaans in de meterkast te hangen. De afleverset moet nog gekoppeld worden aan het warmteafgiftesysteem, hiervoor moeten de verwarmingsleidingen worden omgelegd. Extra isolatie is niet nodig, hoewel dit wel wenselijk kan zijn vanuit comfortoverwegingen en energiebesparing (besparing op de energielasten, zuinig omgaan met schaarse warmtebronnen en CO₂-reductie). Een aandachtspunt bij het ontwikkelen van een warmtenet is de afstemming tussen de huidige en toekomstige warmtevraag en de warmte die het net kan leveren.

De warmtetechniek HT-warmtenet komt niet terug in de berekeningen van de Startanalyse. De Startanalyse gaat uit van MT-netten, waarbij de gebouwen een minimaal niveau van isolatie nodig hebben.

Middentemperatuurwarmtenet



Voor een middentemperatuur (MT-)warmtenet is ook een nieuwe infrastructuur nodig. Een MT-warmtenet heeft een temperatuur van tussen de 55°C en 75°C en wordt meestal gevoed met LT-bronnen, waarna de temperatuur wordt opgewerkt met een collectieve warmtepomp. Voorbeelden van LT-bronnen zijn ondiepe geothermie (tot 1.250 meter diep, met een temperatuur van 15-40°C) en aquathermie. Bij aquathermie wordt warmte onttrokken aan water, zoals oppervlaktewater of afvalwater. Dit is doorgaans in combinatie met een wko (warmte-oudeopslag). Door het omhoog brengen van de temperatuur van het water in het warmtenet met een collectieve elektrische warmtepomp, is het water dat bij de woningen en overige gebouwen aankomt warm genoeg voor het verwarmen van HT-radiatoren en tapwater. Een MT-warmtenet kan ook een warmtebron van hogere temperatuur hebben, zoals geothermie³ of de retourleiding van een HT-warmtenet. De gebouwen moeten voor verwarmen met een MT-warmtenet wel een redelijk isolatieniveau hebben (70 kWh/m²), maar niet zo goed als bij een LT-warmtenet. De geleverde temperatuur is immers hoger, waardoor de woningen sneller opwarmen.

Lagetemperatuurwarmtenet



Ook voor een (zeer) lagetemperatuur (ZLT-/LT-)warmtenet is een nieuwe infrastructuur nodig. Bij een LT-warmtenet gaat het om warmte met een temperatuur tussen de 30°C en 55°C. Een ZLT-warmtenet, of bronnet, heeft een temperatuur van maximaal 30°C. Bij een ZLT-warmtenet moet de temperatuur van de warmte nog omhoog gebracht worden met een individuele warmtepomp in het gebouw. LT-warmtebronnen zijn bijvoorbeeld warmte uit koel- en vrieshuizen, waterzuiveringsinstallaties en datacenters of aquathermie. Gebouwen moeten zeer goed worden geïsoleerd, namelijk naar een isolatieniveau van 50 kWh/m². Daarnaast moet worden overgeschakeld op een LT-afgiftesysteem (bijvoor-

³ Afhankelijk van de diepte kan geothermie warmte leveren van 70-90°C.

beeld vloerverwarming of LT-radiatoren) en is er een aparte voorziening nodig voor warmtapwater.

2.2 Beschikbaarheid van gasvormige energiedragers

Groengas en waterstof zijn energiedragers die op termijn aardgas mogelijk kunnen vervangen als brandstof voor de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving.

Groengas en waterstof zullen zeker tot 2030 echter geen significante rol kunnen spelen in de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Ook de toekomstige beschikbaarheid en prijs van deze gassen is zeer onzeker, waardoor waterstof en groengas ook na 2030 voor de gebouwde omgeving naar verwachting alleen een logische optie zijn als er geen andere reële warmtealternatieven voorhanden zijn (Ministerie van BZK, 2021).

Groengas



Groengas wordt geproduceerd uit biogas. Biogas is brandbaar gas uit biomassa. Biogas kan niet rechtstreeks gebruikt worden in bestaande installaties op aardgas, hiervoor moet het eerst opgewerkt worden naar aardgaskwaliteit. Dit is groengas. Het gemakkelijkst voor de bewoners en gebouw eigenaren is als aardgas wordt vervangen door groengas. Groengas heeft dezelfde kwaliteit als aardgas, dus zijn er geen aanpassingen nodig aan het gebouw of aan de infrastructuur. Wel is het vanuit het oogpunt van comfort en energiebesparing wenselijk dat het gebouw enigszins is geïsoleerd. Groengas kan worden gebruikt in de hr-ketel of de hybride warmtepomp.

De potentiële groengasproductie in de regio, maar ook de (inter)nationale potentie, ligt ver onder de huidige aardgasvraag. In het Klimaatakkoord heeft de groengassector het streven uitgesproken om in Nederland 70 PJ groengas te produceren in 2030. Dit is ongeveer 6% van de huidige aardgasvraag. Het is nog onbekend of deze ambitie gehaald wordt, maar groengas zal sowieso een schaars product blijven. Daarnaast is het lastig om al toekomstbestendig groengas te alloceren aan bepaalde wijken. In lijn met de Routekaart Groen Gas ligt het daarom voor de hand om de warmtetransitie niet te beginnen met het inzetten van groengas (Ministerie van BZK, 2021).

Waterstofgas



Waterstof komt niet op grote schaal als molecuul in de natuur voor, maar kan worden geproduceerd uit aardgas, waarbij CO₂ vrijkomt, maar kan ook klimaatneutraal zijn. Dit kan door CO₂ af te vangen en op te slaan ('blauwe waterstof') of door waterstof direct te produceren uit duurzame elektriciteit of vergassing van biomassa ('groene waterstof'). Voor omschakeling naar verwarming op 100% waterstof dient de cv-ketel te worden vervangen door een brandstofcel, of door een hr-ketel of hybride warmtepomp die op waterstof kan draaien. In de gebouwen hoeft behalve de installatie en eventueel de leidingen niets aangepast te worden. Wel moeten de leidingen van het huidige aardgasnet geschikt worden gemaakt voor waterstof. Dit houdt in dat bepaalde onderdelen moeten worden vervangen of soms zelfs het hele net als de technische staat van de leidingen onvoldoende is. Er is nog bijna geen praktijkervaring met het gebruik van waterstof voor verwarming van gebouwen of het transport ervan in bestaande gasleidingen.

Waterstof opgewekt uit duurzame elektriciteit heeft in Nederland een beperkt productiepotentieel. De ambitie is om in 2030 250-350 kton aan waterstof te produceren. Dit is 30-40% van de hoeveelheid waterstof die nu in Nederland wordt gemaakt uit aardgas voor gebruik in de industrie. De Rijksoverheid (Ministerie van EZK, 2020), maar ook natuurorganisatie Natuur en Milieu⁴ hebben aangegeven waar waterstof het meest zinvol kan worden ingezet. Dit is allereerst in de industrie en voor het zwaar transport omdat hiervoor geen goede alternatieven voorhanden zijn.

Het is mogelijk om waterstofgas bij te mengen bij (groen)gas. Op dat moment is deze optie technisch gelijk aan de optie groengas die hiervoor beschreven staat.

2.3 Warmtebronnen in Wassenaar en omgeving

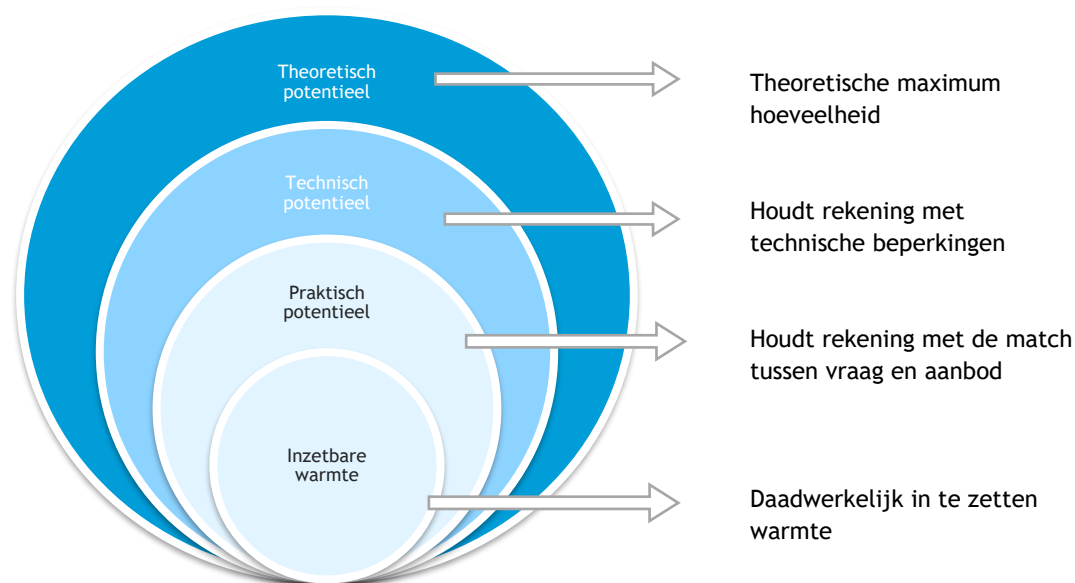
In deze paragraaf beschrijven we welke warmtebronnen beschikbaar zijn in (de regio) Wassenaar om collectieve warmtenetten van warmte te voorzien en wat de potentie van deze warmtebronnen is. We onderscheiden enerzijds warmtebronnen van midden- en hogetemperatuurniveau en anderzijds warmtebronnen met een laag temperatuurniveau.

Omgaan met potenties

Bij potenties van warmtebronnen is het belangrijk om te beseffen dat deze potentie veelal een theoretische of technische potentie is (zie Figuur 2). Zowel de theoretische als de technische potentie kijken nog niet naar hoeveel warmte van de bron in de praktijk benut zal worden. Om dat te doen is het namelijk belangrijk om ook te kijken naar of de warmte op locatie ook praktisch gebruikt kan worden (is er wel vraag naar deze warmte?).

Ook het praktische potentieel zal niet volledig worden ingezet. Dat hangt onder andere nog af van de maatschappelijke acceptatie voor de warmtebron, de vraag of er een verdienmodel kan worden gevonden, zodat de warmte ook daadwerkelijk kan worden ontsloten.

Figuur 2 - Visualisatie van de samenhang tussen verschillende potenties



⁴ [Natuur & Milieu: Waterstof : de waterstofladder](#)

2.3.1 Warmtebronnen van midden- en hogetemperatuurniveau

Warmtebronnen met een middentemperatuur (55-75 °C) en hogetemperatuur (> 75 °C) zijn geothermie en industriële restwarmte.



Geothermie

In de bodem is warmte opgeslagen: hoe dieper je gaat, hoe warmer het wordt. Geothermie, ook wel aardwarmte genoemd, is het gebruik van deze warmte uit de diepe ondergrond (vanaf 500 meter diepte). Om de warmte uit de diepe ondergrond te benutten, moeten twee putten worden geboord: de productieput en de injectieput. De productieput pompt het warme water omhoog. Een warmtewisselaar haalt de warmte er daar uit zodat die kan worden gebruikt in een MT- of HT-warmtenet. Het afgekoelde water gaat via de injectieput weer terug in de grond, in diezelfde diepe aardlaag. Beide putten samen noemen we een doublet (ECW, 2020a, NPRES, 2020).

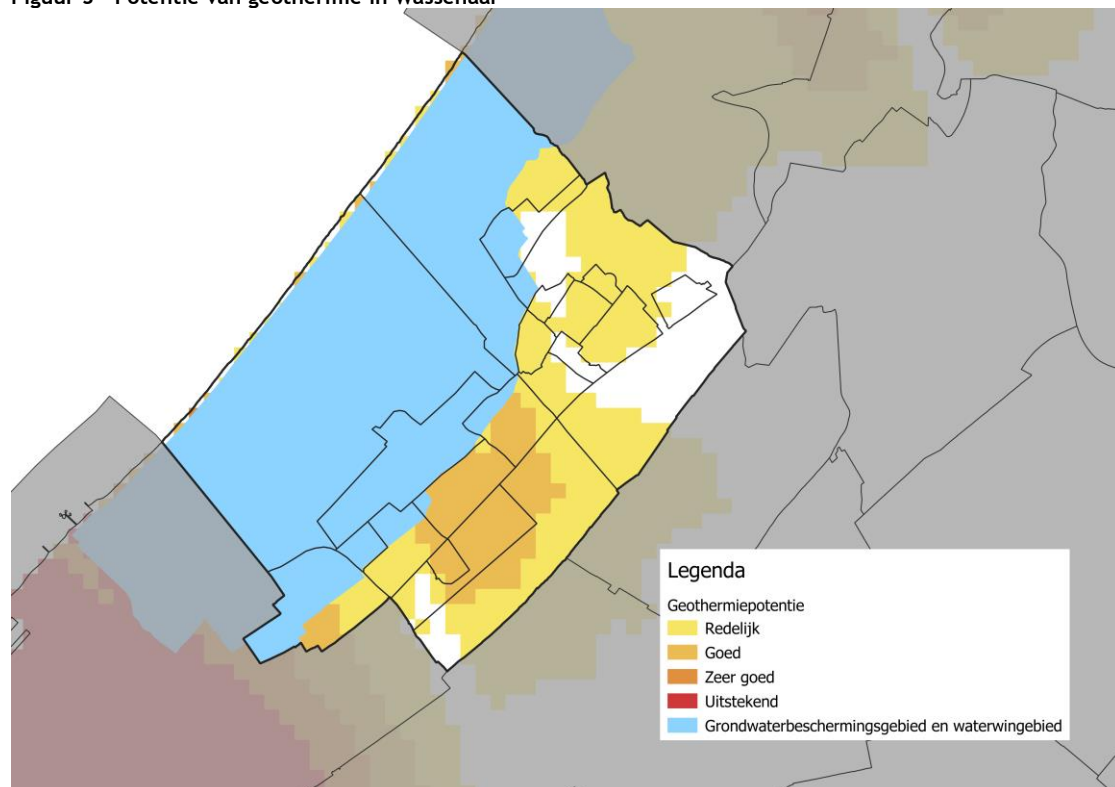
Hoe dieper de boring, hoe hoger de temperatuur van het water, en hoe hoger de kosten van de boring. Geothermie is alleen mogelijk op locaties waar voldoende potentie is in de ondergrond. Daarnaast bepaalt de diepte van de boring de temperatuur van het water: op 1 kilometer is de temperatuur ongeveer 40 °C, op 2 kilometer diepte ca 70 °C. Hoeveel woningen verwarmd kunnen worden hangt af van de potentie van de ondergrond en de diepte van de boring. Een gemiddelde put van 15 MW kan ongeveer 7.500 huizen verwarmen (NPRES, 2020).

Figuur 3 geeft de potentie voor geothermie in de gemeente Wassenaar weer. De kaart laat zien dat de potentie voor geothermie in Wassenaar redelijk tot goed is. De potentie 'redelijk' kan bij een boring warmte leveren voor 4.000-7.000 woningen; 'goed' voor 7.000-10.000 woningen. Wel moeten we rekening houden met het grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied langs de kust. In dit gebied mag niet geboord worden. Een geothermieput zou dus met name een optie kunnen zijn in de (zuid)oostelijke delen van Wassenaar. Verder onderzoek kan uitwijzen of geothermie een kansrijke warmtebron is voor de gemeente Wassenaar.

Naast deze wettelijke restricties hanteert Dunea ook een veiligheidszone van 200 meter rondom het huidige grondwaterbeschermingsgebied en luidt het (voorlopig) advies hier géén geothermieputten te ontwikkelen. Bij plannen binnen de 1 km zone vanaf het huidige beschermingsgebied zijn berekeningen per geval nodig. Dunea heeft de wens uitgesproken dat dat zij graag betrokken wil worden bij aanvragen voor geothermie en bodemenergiesystemen, om zo de impact te kunnen beoordelen nabij milieubeschermingsgebieden. Een recent uitgebracht onderzoek van de Algemene Rekenkamer⁵ bevestigt het belang van zorgvuldige vergunningsverlening als het gaat om geothermieprojecten, en om drinkwaterbedrijven hierbij actief te betrekken.

⁵ <https://www.rekenkamer.nl/publicaties/rapporten/2021/06/17/bescherming-drinkwater-bij-het-boren-naar-aardwarmte>

Figuur 3 - Potentie van geothermie in Wassenaar



Bron: (Provincie Zuid-Holland, 2019).

De Startanalyse berekent de potentie van warmtenetten met een geothermiebron op twee verschillende manieren. De eerste manier is op basis van een zogenoemde ‘contourkaart’ die gebaseerd is op ThermoGIS 2.0. Deze contourkaart geeft per locatie een inschatting van de potentie van geothermie. In de tweede manier is geothermie overal en met gelijke potentie beschikbaar. De nationale kosten van geothermieten hangen af van de potentie. We hebben ervoor gekozen om beide manieren weer te geven. De gepresenteerde kosten voor warmtenetten met geothermie als warmtebron zijn enkel bruikbaar voor die buurten waar ook daadwerkelijk potentie voor geothermie is. Zo voorkomen we dat er kostenverschillen ontstaan op basis van een potentiekaart die binnenkort achterhaald is.

Restwarmte



HT-restwarmte is een restproduct van industriële processen. Deze warmte wordt momenteel veelal geloosd in de lucht of in het oppervlaktewater. Door deze warmte in een warmtenet in te zetten, kan deze energie nuttig worden gebruikt. Voorbeelden van processen waarbij veel restwarmte vrijkomt zijn energiecentrales, raffinaderijen, de staalindustrie, de chemische industrie, etc. In de gemeente Wassenaar zijn geen HT-restwarmtebronnen in Wassenaar.

In de haven van Rotterdam is veel (HT-)restwarmte beschikbaar. Gasunie en Havenbedrijf Rotterdam onderzoeken de mogelijkheden om deze restwarmte via een transportleiding te transporteren naar de stedelijke gebieden in Zuid-Holland. Er is gekozen voor een leiding via Vlaardingen naar Den Haag. Deze werd eerder Leiding door het Midden (LdM) genoemd, en staat nu bekend als de ‘WarmtelinQ’. Hierbij wordt ook de mogelijkheid onderzocht om

een aftakking te maken ter hoogte van Rijswijk, en de warmte verder te transporteren naar Leiden: WarmtelinQ+. In de Regionale Energiestrategie (RES 1.0) van de energieregio Rotterdam Den Haag staat dat een zelfstandige link van Wassenaar naar WarmtelinQ onzeker lijkt, maar dat aanhaken op WarmtelinQ+ kansrijker is (RES Rotterdam Den Haag, 2021a). Ook een recente studie van Gasunie geeft voor Wassenaar het advies te onderzoeken of een aansluiting op WarmtelinQ+ haalbaar is (Gasunie, 2021). Er is echter nog geen investeringsbeslissing genomen over de realisatie van WarmtelinQ+, en de komst van deze leiding is dus nog niet volledig zeker.

Omdat de komst van de WarmtelinQ+ nog onzeker is, is deze niet als warmtebron meegenomen in de kostenberekeningen van de Startanalyse. Toch is het wel relevant om de WarmtelinQ+ in het achterhoofd te houden. Er zijn immers momenteel geen MT- of HT-bronnen in de gemeente Wassenaar. Warmte van WarmtelinQ+ kan ook op MT-niveau toegepast worden.

2.4 Warmtebronnen van laagtemperatuurniveau

Voorbeelden van warmtebronnen met een laagtemperatuur (< 55°C) zijn restwarmte, en warmte uit water (aquathermie). Ook zonnewarmte (zonthermie) kan gebruikt worden als warmtebron van laagtemperatuurniveau. Voor dit soort bronnen is veelal opslag van warmte en koude (wko) nodig.



Lagetemperatuurrestwarmtebronnen

Voorbeelden van LT-restwarmtebronnen zijn datacenters, koel- en vrieshuizen, waterzuiveringsinstallaties, ijsbanen en bakkerijen. Omdat veel van deze bronnen onvoldoende capaciteit hebben om gedurende het gehele jaar aan de warmtevraag te voldoen, worden in LT-warmtenetten vaak meerdere bronnen, al dan niet in combinatie met een installatie voor de piekvraag, aangesloten. In de gemeente Wassenaar zijn twee LT-restwarmtebronnen aanwezig, zie Tabel 3. De capaciteit van enkel deze twee warmtebronnen is niet voldoende om een volledig warmtenet omheen te ontwikkelen.

Tabel 3 - LT warmtebronnen in gemeente Wassenaar

Bronnaam	Type Bron	Buurtnaam	Vermogen (MW _{th})
Supermarkt Blauw BV	Supermarkt	Dorp Wassenaar	0,12
Albert Heijn BV	Supermarkt	Zijlwatering en Haven	0,25

Bron: (RVO, lopend-b).



Aquathermie: Energie uit oppervlakte-, afval- en drinkwater

Bij aquathermie wordt thermische energie (warmte en soms koude) gewonnen uit water. Het water heeft hierbij temperatuurniveaus tussen de 7 en 25°C en is daarmee van een zeerlagetemperatuur (ZLT-)niveau. De warmte wordt vooral gewonnen in de zomermaanden, wanneer het water warm is. Om deze reden wordt een aquathermieproject meestal gebruikt in combinatie met een warmte-koudeopslag (wko). Daarom is het van belang dat de bodem hiervoor geschikt is. In een groot deel van de gemeente Wassenaar geldt een verbod op wko-systemen vanwege het grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied (zie ook Figuur 3).

Als de warmte collectief opgevaardeerd wordt, kan aquathermie ook als bron dienen voor een MT-warmtenet (hiervoor is wel elektriciteit nodig).

Aquathermie kent verschillende varianten:

- thermische energie uit oppervlaktewater (TEO);
- thermische energie uit afvalwater (TEA);
- thermische energie uit drinkwater (TED).

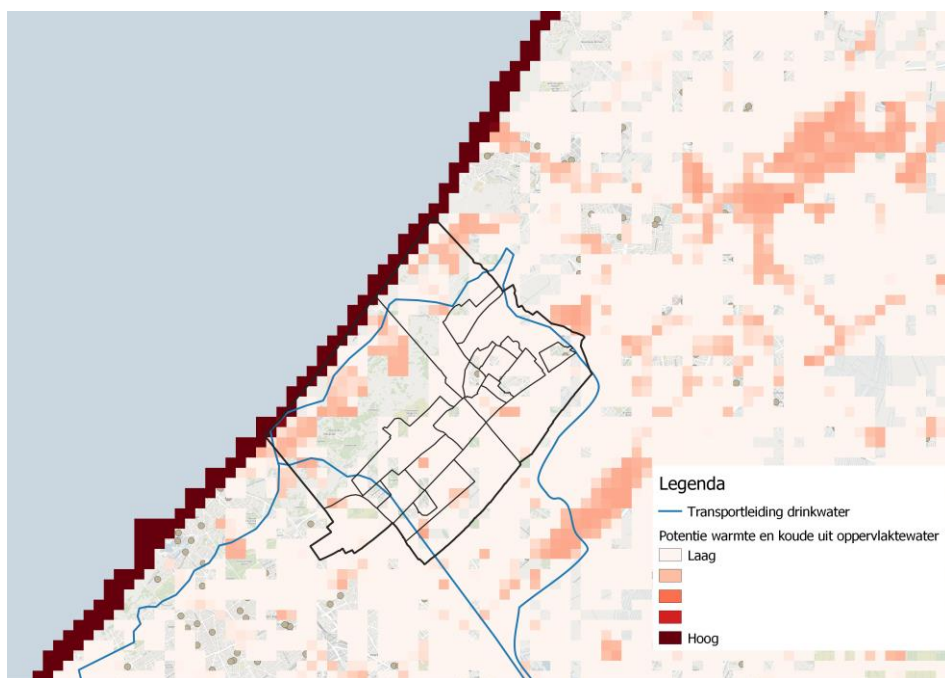
De Startanalyse geeft de kosten weer van een warmtenet met aquathermie (TEO) als bron in combinatie met een warmte-koudeopslag (wko). Wko is in Wassenaar lastig te realiseren (zie hieronder).

Aquathermie is een opkomende techniek en nog volop in ontwikkeling. Hoewel het een bestaande techniek is, wordt aquathermie op dit moment nog niet veel toegepast. Factoren die hierbij een rol spelen zijn de relatief hoge investeringskosten, kennis van de lokale situatie en het isolatieniveau van de gebouwen. Aquathermie is vooral kansrijk in nieuwbouw, mede vanwege de goede isolatiegraad. Daarnaast wordt aquathermie ook toegepast in utiliteitsbouw, onder andere omdat utiliteitsbouw vaak een koelvraag heeft en hier duurzaam in kan worden voorzien met een wko-systeem. Netwerk Aquathermie heeft [een overzicht](#) opgesteld van locaties waar aquathermie op dit moment wordt toegepast.

Figuur 4 geeft de potentie voor TEO en TED in de gemeente Wassenaar weer. De potentie van TEO is hoog langs de kustlijn. Op andere plekken in de gemeente is deze beperkt. Wel lopen er transportleidingen van drinkwater door de gemeente, waar warmte uit gewonnen kan worden. Deze transportleidingen liggen echter op afstand van de dichtbebouwde buurten. TED wordt momenteel nog weinig toegepast, maar hier gaat wel steeds meer aandacht naar uit. Een voorbeeld van waar TED al wordt toegepast is de wijk EVA-Lanxmeer in Culemborg⁶. Ook bevindt zich in de buurt Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied een gemaal (RVO, lopend-b). Het vermogen hiervan is echter niet bekend.

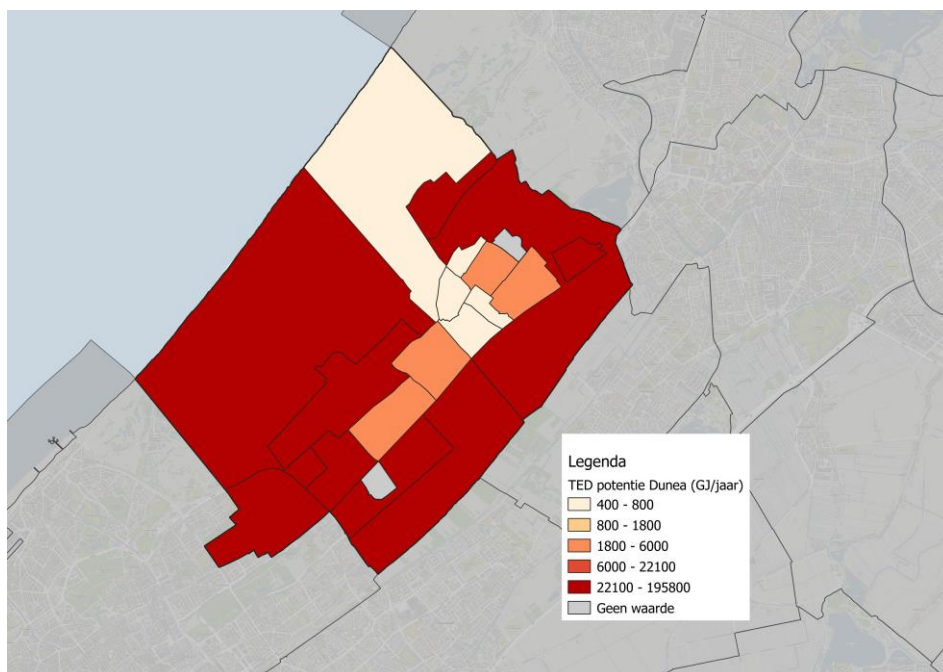
⁶ [EVA Lanxmeer : Energie](#)

Figuur 4 - Technische potentie voor thermische energie uit oppervlaktewater en de ligging van de transportleidingen voor drinkwater in de gemeente Wassenaar



Bron: (IF Technology, 2016).

Figuur 5 - Potentie thermische energie uit drinkwater (TED) in de gemeente Wassenaar



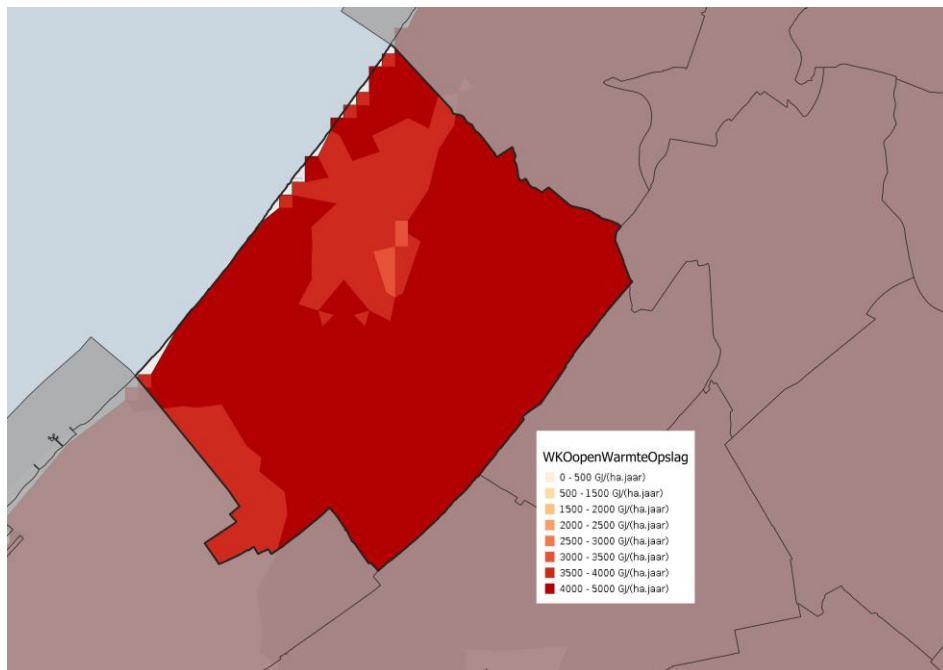
Bron gegevens: Dunea (2021).

Wko

Een open bodemenergiesysteem, ook wel warmte-koudeopslag (wko) genoemd, is een geschikte warmtebron voor gestapelde woningbouw en wat grotere utiliteitsgebouwen (vanaf 1.000 m² bruto vloeroppervlakte) met koudevraag of als collectief systeem voor een blok of wijk. Een wko-systeem werkt altijd met een warmte- én een koudebron ('doublet'). Hiermee kunnen de woningen verwarmen en koelen. De hoeveelheid warmte en koude die je uit de bodem haalt moeten in balans zijn. De koudevraag van de gebouwen in Wassenaar is flink lager dan de warmtevraag. Om de bodem energetisch in balans te houden, is het van belang om met een aanvullende warmtebron de bodem jaarlijks weer in balans te brengen. Dit kan bijvoorbeeld door middel van aquathermie, zonthermie of warmte uit de lucht.

De potentie voor het opslaan van warmte en koude in de ondergrond in Wassenaar is hoog: de potentie ligt op de meeste plekken in Wassenaar rond de 4.500 GJ/ha/jaar, zie Figuur 6.

Figuur 6 - Wko-potentie

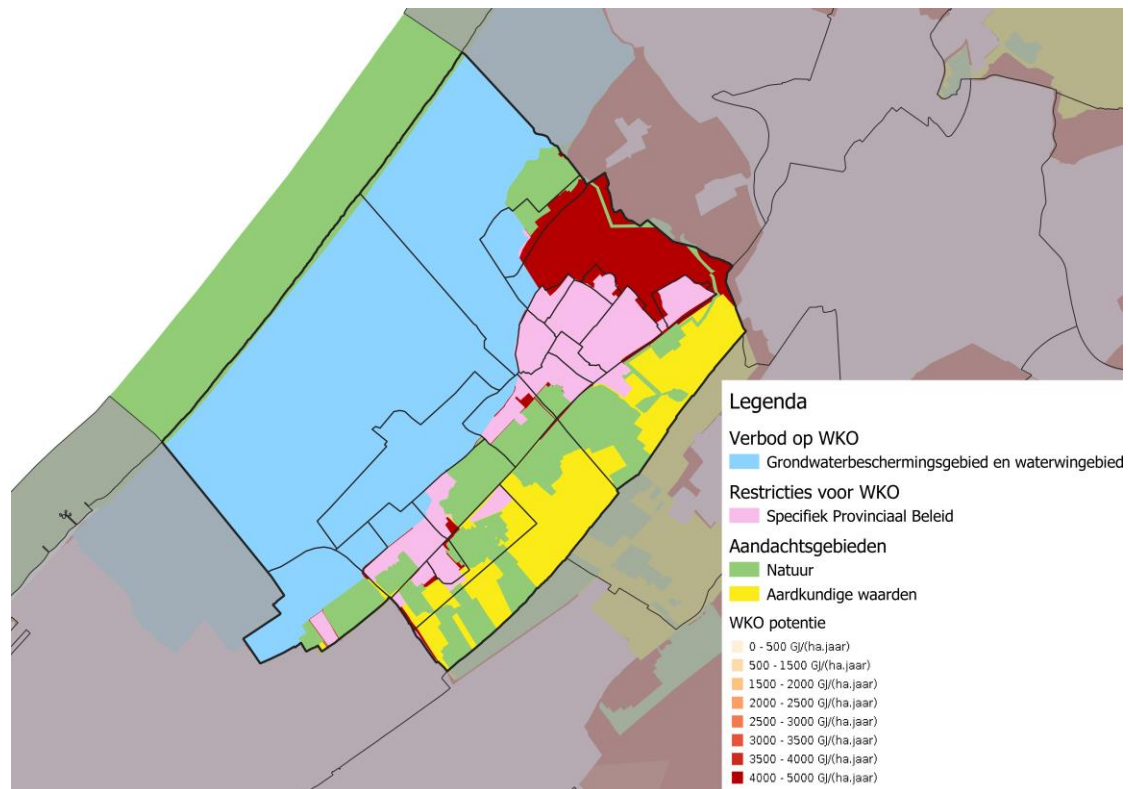


Bron: WarmteAtlas.

Er zijn echter beperkingsgebieden, zie Figuur 7. In het grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied geldt een verbod op de toepassing van een open en gesloten bodemenergiesysteem. Bij de restrictiegebieden wordt getoetst op provinciale restricties. Veelal is plaatsing van een bodemenergiesysteem ook hier niet mogelijk. Bij aandachtsgebieden wordt getoetst op de aanwezigheid van kwetsbare gebieden en/of omliggende grondwaterbelangen. Net als bij geothermie geldt ook bij bodemenergiesystemen dat Dunea graag betrokken wil worden bij de planvorming.

In Figuur 7 is te zien dat in het duingebied geen wko-systeem is toegestaan. Ook in de rest van Wassenaar liggen restrictie- en aandachtsgebieden. Dit betekent dat de realisatie van een wko-systeem veel afwegingen met zich meebrengt, en niet eenvoudig te realiseren is. Er zijn slechts een paar locaties in Wassenaar waar geen restricties of aandachtsgebieden zijn.

Figuur 7 - Wko-verbods-, restrictie- en aandachtsgebieden



Bron: WarmteAtlas.



Zonthermie

Zonthermie is een vorm van energieopwekking waarbij zonlicht wordt opgevangen door zonnecollectoren, en wordt omgezet in warmte. Er bestaan verschillende soorten zonthermiesystemen. Zonthermie kan gebruikt worden als LT-bron voor een warmtenet. Daarnaast bestaan er ook individuele installaties die gebruik maken van zonthermie, zoals een zonneboiler. In deze studie kijken we naar de toepassing van zonthermie als bron voor een warmtenet. Zonthermie wordt hierbij gebruikt om een collectief wko-net te regenereren (van extra warmte voorzien). Zoals hierboven omschreven is het lastig een wko-bron te realiseren in de gemeente Wassenaar.

CE Delft (2020a) heeft de potentie van zonthermie in de provincie Zuid-Holland onderzocht. Uit de studie van CE Delft komt naar voren dat in de gemeente Wassenaar 0 tot 20% van de warmtevraag van woningen en glastuinbouw ingevuld kan worden met zonthermie. De Startanalyse neemt zonthermie echter nog niet mee als warmtebron.

3 Nationale kosten

3.1 Wat zijn nationale kosten?

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat gemeenten hun keuze voor een aardgasvrije warmteoplossing onder andere programmeren op basis van de laagste nationale kosten. Nationale kosten zijn de totale kosten voor de maatschappij van alle maatregelen die nodig zijn om ergens (bijvoorbeeld in een buurt) over te stappen op een aardgasvrije warmte-techniek, ongeacht wie die kosten betaalt. Dit zijn de kosten over de gehele keten:

- Productie: kosten voor het in gebruik nemen van warmtebronnen.
- Distributie: kosten voor het eventueel aanleggen van een warmtenet, verzwaren van het elektriciteitsnet, aanpassen of verwijderen van het gasnet.
- Gebouwmaatregelen: kosten voor de warmte-installatie en isolatiemaatregelen.
- Consumptie: inkoop van energie (zoals elektriciteit en warmte).

De Startanalyse geeft inzicht in de nationale kosten van verschillende aardgasvrije warmtetechnieken. De Startanalyse berekent de *nationale meerkosten*: dit zijn de extra kosten⁷ ten opzichte van de kosten van een hr-ketel op aardgas. Andere modellen berekenen de *totale nationale kosten*.

Deze nationale kosten wijken af van de kosten die de verschillende partijen in de keten dragen. De verschillende partijen hebben te maken met tarieven, in plaats van daadwerkelijke kosten. Gebruikerskosten zijn de kosten die iedereen dagelijks ervaart en die mensen en bedrijven elkaar betalen, dus kosten inclusief winstopslagen, belastingen (btw en andere belastingen) en heffingen (zoals accijns op benzine), etc. In Tekstbox 1 staat een voorbeeld van het verschil tussen nationale kosten en eindgebruikerskosten.

Doordat de Startanalyse enkel naar de kostprijs kijkt, kunnen technieken objectief met elk(aar) vergeleken worden, zonder dat de keuze wordt beïnvloed door huidige marktwerking, winstoogmerken, belastingen en subsidies. De warmtetechniek met de laagste nationale kosten is dus niet vanzelfsprekend de warmtetechniek met de laagste kosten voor bewoners bij de huidige tarieven en belastingen. Vanuit de gedachte dat de kosten uiteindelijk worden doorberekend aan de eindgebruikers, kan het echter wel een logische keuze zijn te richten op de warmtetechniek met de laagste nationale kosten.

De nationale kosten zijn berekend voor het zichtjaar 2030. Dit betekent dat er in de kostenberekeningen rekening is gehouden met de verwachte kosten van installaties en klimaatneutrale energiedragers in 2030. De kosten van energiedragers zijn gebaseerd op de Klimaat- en Energieverkenning 2020.

De Startanalyse houdt zo veel mogelijk rekening met lokale omstandigheden, zoals de grootte, het type en het bouwjaar van gebouwen en het energielabel. Deze informatie is afkomstig uit data van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), regionale netbeheerders en het Kadaster. Het PBL heeft de invoerdata zoveel mogelijk geactualiseerd tot 1 januari 2020, maar dit betekent niet automatisch dat alle gegevens compleet en actueel zijn. Bovendien komt het voor dat er tussen het afgeven van het energielabel en het heden er isolerende maatregelen in de

⁷ Als een aardgasvrije warmtetechniek goedkoper is dan een hr-ketel kunnen dit ook negatieve kosten zijn. Deze situatie komt echter niet voor in de gemeente Wassenaar.



woning zijn gedaan waardoor het huidige energielabel af kan wijken van het label waarmee Startanalyse heeft gerekend. Startanalyse rekent zoveel mogelijk met definitieve energielabels. Als deze niet beschikbaar zijn, worden indicatieve energielabels gebruikt. Een Wassenaars voorbeeld is dat woningcorporaties bezig zijn met de verduurzaming van het bezit in onder andere de buurten Kerkehout, Zijlwatering en haven en Oostdorp. Het energielabel gaat hiermee flink verbeteren ten opzichte van de labels waar de Startanalyse mee rekent.

Tekstbox 1 - Voorbeeld: verschil nationale kosten en eindgebruikerskosten



Een buurt wordt aangesloten op een warmtenet. De kosten voor deze aanpak bestaan onder andere uit het aanleggen van een warmtenet, het plaatsen van installaties in de woning om van de warmte gebruik te maken, het aanbrengen van eenvoudige isolatie om de warmte beter binnen te houden en de kosten voor het gebruik van warmte.

Bij nationale kosten worden al deze kosten bij elkaar opgeteld. Er wordt geen rekening gehouden met het feit dat de warmteleverancier de kosten voor het aanleggen uiteindelijk doorrekent naar een woningeigenaar: de kosten worden gemaakt, en bij wie de kosten terechtkomen is voor deze berekening niet relevant. Op deze wijze kunnen verschillende technieken, waarbij er andere regels gelden over eigendom en doorrekenen van kosten, objectief met elkaar worden vergeleken.

De kosten voor een bewoner zijn slechts deels gerelateerd aan deze nationale kosten. Een bewoner draagt enkel de kosten aan installaties en woningisolatie, en betaalt verder een energierekening. Hiernaast kan een bewoner gebruik maken van subsidies waardoor de kosten voor hem lager worden. Op basis van deze kostenberekening bepaalt een woningeigenaar of hij een warmtetechniek kan en wil betalen. De totale investering die dit vraagt is hiermee echter buiten beeld.

De kosten van een bewoner worden weergegeven door middel van de *eindgebruikerskosten*. Deze methodiek kijkt enkel naar de kosten voor de eindgebruiker. De eindgebruikerskosten zijn lastig te bepalen: deze hangen erg af van de op dat moment aanwezige subsidies, de wijze waarop kosten worden doorberekend aan de klant, welke winstmarges partijen hiervoor willen vragen, et cetera. De berekende eindgebruikerskosten zijn daarmee altijd slechts een indicatie, en zullen daarmee ook nog altijd verschillen van de daadwerkelijke kosten.

3.2 Berekening kosten in Startanalyse

We maken gebruik van de Startanalyse 2020. De Startanalyse maakt onderscheid in kapitaal-lasten (investeringskosten) en variabele kosten (afhankelijk van gebruik). De volgende kostenposten worden hierin meegenomen:

- kapitaallasten:
 - infrastructuur elektriciteit en gas:
 - verzwaring elektriciteitsnet;
 - verwijdering gasnet;
 - aanpassing gasnet.
 - infrastructuur warmtenetten:
 - warmtedistributie in de buurt;
 - warmtedistributie in een pand;
 - warmtetransport;
 - warmtebronnen (investeringen warmtebron).
 - gebouw gebonden investeringen:
 - schilmaatregelen (isolatiekosten);
 - installaties.
- variabele kosten:
 - levering energiedragers:

- warmte;
- gas;
- elektriciteit.
- onderhoud en bediening (O&B):
 - O&B gebouwen;
 - O&B warmtenetten;
 - O&B elektriciteits- en gasnetten.

De Startanalyse gebruikt kentallen om deze kosten te berekenen. De kentallen zijn opgenomen in [Functioneel ontwerp Vesta-MAIS 5.0](#) (PBL, 2021).

3.3 Vergelijking strategieën

De Startanalyse onderscheidt vijf zogenaamde strategieën op basis van infrastructuur:

1. Strategie 1: Individuele elektrische warmtepomp.
2. Strategie 2: Warmtenet met midden- en hogetemperatuurbron.
3. Strategie 3: Warmtenet met lagetemperatuurbron:
 - S3-LT: lagetemperatuurwarmtenet (met lagetemperatuurbron).
 - S3-MT: middentemperatuurwarmtenet (met lagetemperatuurbron).
 - Een aantal buurten komen in de Startanalyse uit op een warmtenet (MT of LT) gevoed door een LT-bron. Deze optie is niet altijd voor de gehele buurt de optie met de laagste nationale kosten. In veel gevallen heeft het overige deel van de buurt vanuit het oogpunt van de nationale kosten een voorkeur voor verwarmen met een elektrische warmtepomp.
In Tabel 6 staat in de kolom ‘% aansluitingen op warmtenet’ hoeveel procent van de aansluitingen in Strategie 3 uitkomt op een warmtenet. Het resterende deel komt volgens deze kostenberekeningen uit op een elektrische warmtepomp. Om het aanleggen van een warmtenet rendabel te houden, is het nodig dat een groot deel van de buurt op deze warmtetechniek overstapt.
4. Strategie 4: Groengas.
5. Strategie 5: Waterstof.

Waterstof en groengas voorlopig niet beschikbaar voor verduurzaming gebouwde omgeving

In dit hoofdstuk geven we de resultaten van de Startanalyse weer voor alle vijf strategieën. Hierbij benadrukken we nogmaals (zie ook Paragraaf 2.2) dat waterstof en groengas zeker tot 2030 geen significante rol zullen spelen bij de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Ook de toekomstige beschikbaarheid en prijs van deze gassen is zeer onzeker, waardoor waterstof en groengas ook na 2030 voor de gebouwde omgeving naar verwachting alleen een logische optie zijn als er geen andere reële warmtealternatieven voorhanden zijn (Ministerie van BZK, 2021)

Binnen de vijf strategieën bestaan verschillende varianten. Tabel 4 geeft de verschillende strategieën en bijbehorende varianten weer.

Tabel 4 - Overzicht varianten Startanalyse 2020⁸

Strategie	Afkorting variant	Variant	Schillabel
Strategie 1: Individuele elektrische warmtepomp	S1a	Elektrische luchtwarmtepomp	B
	S1b	Elektrische bodemwarmtepomp	B
Strategie 2: Warmtenet met midden- en hogetemperatuurbron (leveringstemperatuur 70 °C)	S2a	Restwarmte (MT-bron)	B
	S2b	Geothermie volgens potentiekaart	B
	S2c	Geothermie overal beschikbaar	B
	S2d	Restwarmte (MT-bron)	D (u-bouw ⁹ B)
	S2e	Geothermie volgens potentiekaart	D (u-bouw B)
	S2f	Geothermie overal beschikbaar	D (u-bouw B)
Strategie 3: Warmtenet met laagtemperatuurbron	S3a	Bron: LT-warmtebron, leveringstemperatuur 30 °C	B
	S3b	Bron: LT-warmtebron, leveringstemperatuur: 70 °C	B
	S3c	Bron: wko, leveringstemperatuur: 70 °C	B
	S3d	Bron: wko, leveringstemperatuur: 50 °C	B
	S3e	Bron: TEO ¹⁰ +wko, leveringstemperatuur: 70 °C	B
	S3f	Bron: LT-warmtebron, leveringstemperatuur: 70 °C	D (ubouw B)
	S3g	Bron: wko, leveringstemperatuur: 70 °C	D (u-bouw B)
	S3h	Bron: TEO+wko, leveringstemperatuur: 70 °C	D (u-bouw B)
Strategie 4: Groengas	S4a	Groengas met hybride warmtepomp	B
	S4b ¹¹	Groengas met hr-ketel	B
	S4c	Groengas met hybride warmtepomp	D (u-bouw B)
	S4d ⁶	Groengas met hr-ketel	D (u-bouw B)
Strategie 5: Waterstof	S5a	Waterstof met hybride warmtepomp	B
	S5b ⁶	Waterstof met hr-ketel	B
	S5c	Waterstof met hybride warmtepomp	D (u-bouw B)
	S5d ⁶	Waterstof met hr-ketel	D (u-bouw B)

⁸ We presenteren de Strategieën 4 en 5 in grijs omdat waterstof en groengas in ieder geval tot 2030 geen reële alternatieven zijn voor aardgas (zie ook Paragraaf 2.2).

⁹ U-bouw is een afkorting voor utiliteitsbouw.

¹⁰ TEO staat voor thermische energie uit oppervlaktewater. Dit is een vorm van aquathermie.

¹¹ De kosten van een hr-ketel geven we niet weer omdat we deze techniek niet meenemen in het afwegingskader.

3.4 Laagste nationale kosten per strategie

De Startanalyse berekent voor elke strategie welke onderliggende variant de laagste nationale kosten heeft (nationale meerkosten per weq oftewel woningequivalent). Eén weq staat in de Startanalyse gelijk aan één woning of 130 m² utiliteitsbouw. Tabel 5 geeft een overzicht van de laagste nationale kosten per variant voor elke buurt in Wassenaar. Paragraaf 3.5 geeft voor elk van de varianten de nationale kosten weer. Het valt op dat Strategie 4 (groengas) in alle buurten de laagste nationale kosten heeft. Dit komt mede doordat er geen nieuw net aangelegd hoeft te worden (als het gasnet nog intact is), waardoor de infrastructurele kosten laag zijn. Ook zijn voor deze strategie geen verregaande isolatiemaatregelen noodzakelijk. Echter, Paragraaf 2.2 beschrijft dat groengas voorlopig geen reëel alternatief is voor verwarmen met aardgas, en dat de toekomstige prijs van groengas nog onzeker is. Ditzelfde geldt voor waterstof. Daarom presenteren we de kosten van Strategieën 4 en 5 in grijs.

De kosten voor Strategie 2 (warmtenet met MT- of HT-warmtebron) zijn in verschillende buurten erg hoog. Dit zijn met name de buurten waar de afstand tussen de gebouwen erg groot is, waardoor de infrastructurele kosten snel oplopen.

Strategie 3 beslaat zowel de lagetemperatuur als de middentemperatuur warmtenetten. Een aandachtspunt bij het interpreteren van de kosten van Strategie 3 is het percentage van de panden in de buurt dat uitkomt op een warmtenet. Tabel 5 laat dit percentage zien in de kolom '% aansluitingen op warmtenet'. Het resterende deel komt volgens deze kostenberekeningen uit op een elektrische warmtepomp. Weteringpark is de enige buurt waar in Strategie 3 meer dan de helft van de gebouwen uitkomt op een warmtenet, in Dorp Wassenaar is dit percentage 49%. De percentages voor verschillende andere buurten zijn zeer laag, wat betekent dat de kosten die bij S3 worden weergegeven, voornamelijk zijn gebaseerd op de kosten van verwarmen met een elektrische warmtepomp.

Tekstbox 2 - Interpretatie van modelresultaten

Het is belangrijk om bij de vergelijking tussen de kosten rekening te houden met het feit dat de gepresenteerde kosten een resultaat zijn van modelberekeningen. In iedere modelberekening zit een vorm van onzekerheid. De resultaten zijn dus geen absolute waarheid, maar een schatting op basis van de best beschikbare informatie. In de praktijk betekent dit dat modelresultaten nuttig zijn om mee te nemen in de afweging tussen aardgasvrije technieken, maar dat dit geen absolute zekerheid biedt. Het is dus van belang om met die bril de resultaten te interpreteren.

Tabel 5 - Overzicht strategieën met de laagste nationale meerkosten per weq per jaar¹²

Buurtcode	Buurtnaam	S1	S2	S3	S3 percentage aansluitingen warmtenet ¹³	S4	S5
BU06290000	Drie Papegaaien	€ 1.387	€ 1.849	€ 1.432	21%	€ 813	€ 1.043
BU06290001	Oud-Wassenaar	€ 941	€ 1.244	€ 938	0%	€ 543	€ 756
BU06290002	Nieuw-Wassenaar	€ 1.695	€ 2.385	€ 1.705	3%	€ 998	€ 1.259
BU06290003	Duindigt met Groenendaal	€ 718	€ 1.548	€ 708	1%	€ 700	€ 860
BU06290004	Oud-Clingendaal	€ 1.391	€ 2.300	€ 1.417	29%	€ 938	€ 1.177
BU06290005	De Kieviet	€ 1.859	€ 3.268	€ 1.856	0%	€ 1.008	€ 1.277
BU06290006	Kerkehout	€ 1.088	€ 1.124	€ 1.115	39%	€ 591	€ 850
BU06290007	Klingenbosch	€ 1.968	€ 2.144	-	-	€ 1.104	€ 1.389
BU06290008	Verspreide huizen Eikenhorst	€ 1.788	€ 11.275	€ 2.362	18%	€ 906	€ 1.150
BU06290009	Verspreide huizen Meijndel	€ 1.695	€ 15.969	-	-	€ 1.151	€ 1.378
BU06290100	De Paauw	€ 1.647	€ 1.965	€ 1.645	6%	€ 992	€ 1.253
BU06290101	Dorp Wassenaar	€ 1.186	€ 1.139	€ 1.161	49%	€ 646	€ 890
BU06290102	Oostdorp	€ 1.110	€ 1.177	€ 1.140	26%	€ 604	€ 870
BU06290103	Zijlwatering en haven	€ 1.157	€ 1.172	€ 1.151	6%	€ 625	€ 883
BU06290104	De Deijl	€ 1.390	€ 1.426	€ 1.398	9%	€ 793	€ 1.050
BU06290105	Groot Deijlroord en Ter Weer	€ 1.220	€ 1.392	€ 1.217	0%	€ 657	€ 915
BU06290106	Rijksdorp met De Pan	€ 1.743	€ 3.010	€ 1.900	1%	€ 1.018	€ 1.277
BU06290107	Maaldrift	€ 1.431	€ 2.364	€ 1.530	3%	€ 930	€ 1.158
BU06290108	Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	€ 1.338	€ 3.403	€ 1.362	1%	€ 911	€ 1.119
BU06290109	Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	€ 1.465	€ 3.104	€ 1.484	9%	€ 873	€ 1.096
BU06290110	Weteringpark	€ 985	€ 1.003	€ 950	61%	€ 470	€ 739

Bron: (PBL, 2020).

3.5 Verdieping: Nationale kosten van de varianten

Als verdieping op Tabel 5 met de variant met de laagste kosten, geven de volgende tabellen de kosten weer van alle varianten per strategie. Als een variant niet mogelijk is, bijvoorbeeld als er geen warmtebron beschikbaar is¹⁴, dan staan er geen kosten weergegeven. De informatie in deze paragraaf is bedoeld als verdieping voor de geïnformeerde lezer. In de vervolgstappen van de technisch-economische analyse kijken we enkel naar de goedkoopste variant per strategie.

¹² Voor de buurten Verspreide huizen Meijndel en Klingenbosch geeft de Startanalyse geen kosten weer voor Strategie 3. Tabel 6 geeft wel kosten weer voor de varianten s3c en s3g. Deze varianten maken beide gebruik van wko als warmtebron, echter liggen deze buurten in een grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied waardoor een wko niet is toegestaan.

¹³ In de Startanalyse bestaat S3 uit een combinatie van een warmtenet met LT-bron en individuele elektrische warmtepompen (S1). Dit percentage geeft aan welk deel van de aansluitingen (in de kostenberekening) een warmtenet is. Voor het resterende deel gaat de Startanalyse uit van individuele warmtepompen. 0% betekent dus dat de kostenberekening voor ongeveer 100% is gebaseerd op elektrische warmtepompen.

¹⁴ Let op: in de gemeente Wassenaar is geen MT- of HT-restwarmtebron aanwezig. Voor een aantal buurten, bijvoorbeeld Noord-Hofland, geeft de Startanalyse wel de kosten van een variant met een MT-restwarmtebron weer (varianten s2a en s2d). De Startanalyse gaat ervan uit dat de betreffende buurten warmte kunnen benutten van een MT- of HT-warmtebron van buiten de gemeente.

De vergelijking tussen de varianten laat zien dat onder andere het isolatieniveau invloed heeft op de nationale kosten. Hoe hoger het vereiste isolatieniveau, hoe hoger de kosten. Als we bijvoorbeeld inzoomen op Strategie 2 (warmtenet met MT- of HT-bron), zien we dat de kosten voor een warmtenet op geothermie hoger zijn bij verplicht schillabel B (s2c) dan bij verplicht schillabel D (s2f). Toch zitten er verschillen tussen buurten; in de buurt Klingenbosch is het verschil groter dan bijvoorbeeld in de buurt Kerkehout. Dit heeft onder andere te maken met het huidige isolatieniveau in een buurt. In Kerkehout hoeft minder te gebeuren om op label B te komen dan in Klingenbosch.

Tabel 6 - Overzicht nationale meerkosten van alle varianten per woningequivalent per jaar

Buurtnaam	s1a	s1b	s2a	s2b	s2c	s2d	s2e	s2f
Drie Papegaaien	1.387	1.543	-	2.275	2.275	-	1.849	1.849
Oud-Wassenaar	941	956	-	1.477	1.477	-	1.244	1.244
Nieuw-Wassenaar	1.695	1.896	-	2.900	2.900	-	2.385	2.385
Duindigt met Groenendaal	1.041	718	-	1.621	1.621	-	1.548	1.548
Oud-Clingendaal	1.432	1.391	-	2.600	2.600	-	2.300	2.300
De Kieviet	1.859	2.007	-	3.925	3.925	-	3.268	3.268
Kerkehout	1.088	1.238	1.520	1.377	1.377	1.353	1.124	1.124
Klingenbosch	1.968	2.162	3.518	2.835	2.835	2.613	2.144	2.144
Verspreide huizen Eikenhorst	1.788	2.008	-	11.905	11.905	-	11.275	11.275
Verspreide huizen Meijndel	1.695	1.998	-	16.247	15.812	-	15.969	15.533
De Paauw	1.647	1.839	2.503	2.446	2.446	1.965	1.965	1.965
Dorp Wassenaar	1.186	1.370	-	1.447	1.447	1.139	1.155	1.155
Oostdorp	1.110	1.272	1.507	1.455	1.455	1.215	1.177	1.177
Zijlwatering en haven	1.157	1.310	1.487	1.471	1.471	1.172	1.190	1.190
De Deijl	1.390	1.577	2.110	1.835	1.835	1.793	1.426	1.426
Groot Deijleroord en Ter Weer	1.220	1.352	-	1.710	1.710	-	1.392	1.392
Rijksdorp met De Pan	1.743	1.939	-	3.558	3.468	-	3.010	2.920
Maaldrift	1.431	1.639	-	2.704	2.704	-	2.364	2.364
Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	1.338	1.384	-	3.639	3.639	-	3.403	3.403
Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	1.465	1.568	-	3.485	3.327	-	3.104	2.946
Weteringpark	985	1.131	1.420	1.277	1.277	1.131	1.003	1.003

Buurtnaam	% aansluitingen op warmtenet	s3a	s3b	s3c	s3d	s3e	s3f	s3g	s3h
Drie Papegaaien	21%	-	-	2.636	1.495	1.432	-	2.227	-
Oud-Wassenaar	0%	1.018	1.018	1.758	1.177	938	1.006	1.543	1.060
Nieuw-Wassenaar	3%	-	-	3.322	1.746	-	-	2.833	1.705
Duindigt met Groenendaal	1%	-	-	1.984	708	-	-	1.913	-
Oud-Clingendaal	29%	1.851	1.871	3.025	1.417	1.422	1.916	2.739	1.455
De Kieviet	0%	-	-	4.450	-	-	-	3.827	1.856
Kerkehout	39%	-	-	1.653	1.264	1.147	-	1.413	1.115
Klingenbosch	-	-	-	3.311	-	-	-	2.653	-
Verspreide huizen Eikenhorst	18%	-	-	13.271	-	-	2.362	12.674	-
Verspreide huizen Meijndel	-	-	-	17.204	-	-	-	16.943	-
De Paauw	6%	-	-	2.851	1.713	1.716	-	2.389	1.645
Dorp Wassenaar	49%	1.190	1.192	1.719	1.408	1.221	1.197	1.440	1.161



Buurtnaam	% aansluitingen op warmtenet	s3a	s3b	s3c	s3d	s3e	s3f	s3g	s3h
Oostdorp	26%	-	-	1.744	1.235	1.174	-	1.479	1.140
Zijlwatering en haven	6%	1.164	1.164	1.735	1.296	1.234	1.151	1.471	1.202
De Deijl	9%	1.398	1.399	2.174	1.437	1.411	1.398	1.788	1.431
Groot Deijleroord en Ter Weer	0%	1.217	1.216	1.996	1.389	1.332	-	1.694	1.260
Rijksdorp met De Pan	1%	-	-	4.010	1.900	-	-	3.494	-
Maaldrift	3%	1.530	1.830	3.159	1.848	-	2.205	2.841	1.927
Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	1%	1.362	1.396	4.149	1.678	1.420	1.376	3.926	1.368
Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	9%	-	-	3.819	-	-	-	3.454	1.484
Weteringpark	61%	-	-	1.576	1.141	1.107	-	1.313	950

Buurtnaam	s4a	s4b	s4c	s4d	s5a	s5b	s5c	s5d
Drie Papegaaien	1.221	1.229	813	850	1.449	1.494	1.043	1.126
Oud-Wassenaar	776	726	562	543	968	943	756	771
Nieuw-Wassenaar	1.486	1.475	998	1.032	1.744	1.780	1.259	1.353
Duindigt met Groenendaal	792	764	722	700	930	980	860	917
Oud-Clingendaal	1.224	1.260	938	998	1.461	1.570	1.177	1.318
De Kieviet	1.630	1.759	1.008	1.197	1.894	2.092	1.277	1.552
Kerkehout	878	807	638	591	1.120	1.057	883	850
Klingenbosch	1.760	1.846	1.104	1.248	2.040	2.186	1.389	1.609
Verspreide huizen Eikenhorst	1.501	1.595	906	1.058	1.741	1.887	1.150	1.371
Verspreide huizen Meijendel	1.468	1.381	1.207	1.151	1.636	1.613	1.378	1.393
De Paauw	1.452	1.512	992	1.086	1.712	1.820	1.253	1.405
Dorp Wassenaar	988	899	711	646	1.208	1.134	933	890
Oostdorp	900	847	635	604	1.144	1.105	881	870
Zijlwatering en haven	957	859	694	625	1.195	1.106	934	883
De Deijl	1.178	1.180	793	835	1.432	1.465	1.050	1.135
Groot Deijleroord en Ter Weer	1.019	931	718	657	1.252	1.179	953	915
Rijksdorp met De Pan	1.532	1.633	1.018	1.176	1.786	1.958	1.277	1.521
Maaldrift	1.261	1.209	944	930	1.471	1.454	1.158	1.190
Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	1.133	1.174	911	975	1.340	1.444	1.119	1.254
Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	1.237	1.267	873	929	1.459	1.549	1.096	1.222
Weteringpark	773	711	511	470	1.025	972	765	739

Bron: (PBL, 2020).



4 Eindgebruikerskosten

4.1 Wat zijn eindgebruikerskosten?

De eindgebruikerskosten zijn alle kosten die een bewoner of pandeigenaar betaalt voor de omschakeling naar aardgasvrij verwarmen. De eindgebruikerskosten verdelen we in twee categorieën: investeringskosten en doorlopende kosten. De investeringskosten bestaan onder andere uit de aanschaf van installaties en isolatie. Onder de doorlopende kosten vallen de kosten voor energie en onderhoud. Daarnaast zijn er subsidies en belastingen. Om de technieken onderling te kunnen vergelijken, rekenen we de totale kosten om naar jaarlijkse kosten. De jaarlijkse kosten van investeringen worden berekend op basis van de marktrente en afschrijvingstermijn die voor de eindgebruiker van toepassing zijn.

Het belangrijkste verschil met de nationale kosten, is dat de eindgebruikerskosten rekening houden met alle kosten en opbrengsten die specifiek zijn voor de eindgebruiker, wat betekent dat deze ook tarieven, belastingen en subsidies omvatten. De eindgebruikerskosten geven inzicht in de rekening die de eindgebruiker uiteindelijk betaalt bij verschillende warmtetechnieken. Deze informatie kan worden gebruikt bij de discussie over de betaalbaarheid van de energietransitie. Wat niet in de berekeningen is meegenomen, is dat investeringen een positief effect kunnen hebben op de waarde van een woning of gebouw. In Tekstbox 1 op pagina 27 staat een voorbeeld van het verschil tussen nationale kosten en eindgebruikerskosten.

4.2 Methode

Om de eindgebruikerskosten van de verschillende aardgasvrije warmtetechnieken te berekenen, hebben we het CEKER-model (CE-kosten voor Eindgebruikers Rekentool) van CE Delft gebruikt.¹⁵

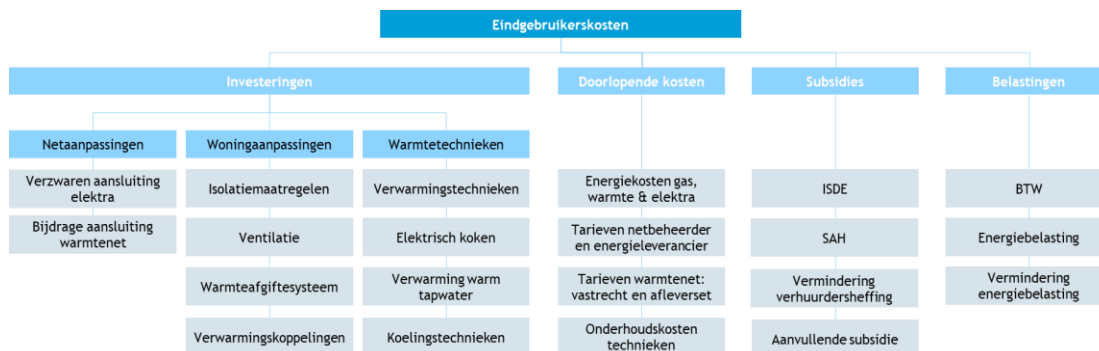
Grofweg ziet de berekening er als volgt uit:

- Elke buurt bestaat uit een verzameling van verschillende typen woningen, uit verschillende bouwjaren, en met een verschillend isolatieniveau. Daarnaast bestaan er ook verschillende vormen van eigenaarschap: koopwoningen, particuliere huurwoningen en sociale huurwoningen. Voor elke woning (type, bouwjaar, label en eigenaarschap) is berekend wat de eindgebruikerskosten zijn voor een specifieke warmtetechniek.
- Vervolgens hebben we deze kosten bij elkaar opgeteld en gedeeld door het aantal woningen in een buurt.
- Het eindresultaat geeft de *gemiddelde* eindgebruikerskosten van een warmtetechniek in de buurt weer. Dit betekent dat deze inschatting niet geldt voor individuele eindgebruikers.

Figuur 8 geeft een overzicht van de verschillende kostencomponenten die worden meegenomen in het CEKER-model van CE Delft. We zijn uitgegaan van de huidige prijzen, tarieven en subsidies. Deze kunnen in de toekomst veranderen, waardoor de kosten en de verhoudingen tussen de technieken veranderen.

¹⁵ PBL en TNO werken ook aan een studie over de eindgebruikerskosten van aardgasvrij verwarmen. In de oorspronkelijke planning zouden we deze gegevens gebruiken in deze technisch-economische analyse voor de gemeente Wassenaar. Echter bleek tijdens het project dat de resultaten van dit onderzoek niet op tijd gepubliceerd zouden worden. De projectgroep heeft toen besloten dat CE Delft haar eigen model gebruikt om de eindgebruikerskosten te berekenen.

Figuur 8 - Overzicht kostencomponenten CEKER-model



We hebben de eindgebruikerskosten berekend voor de volgende aardgasvrije warmte-technieken:

- luchtwarmtepomp (S1);
- MT-warmtenet (S2);
- LT-warmtenet (S3-LT);
- hr-ketel (ter referentie).

De Startanalyse maakt een onderscheid tussen MT-warmtenetten met een MT-warmtebron (Strategie 2) en MT-warmtenetten met een LT-warmtebron (varianten binnen Strategie 3). Het eindgebruikerskostenmodel maakt dit onderscheid in brontemperatuur niet, vandaar dat we voor Strategie 3 (MT-net met LT-bron, oftewel S3-MT) dezelfde eindgebruikerskosten presenteren als bij Strategie 2.

Bij het berekenen van de gemiddelde eindgebruikerskosten per buurt hebben we, zoals hierboven genoemd, rekening gehouden met de verhouding huurder en eigenaar-bewoners in een buurt. Eigenaar-bewoners dragen zowel de kosten voor de investeringen als de doorlopende kosten zoals de energierekening. Voor huurders geldt vaak dat een gedeelte van de investeringen wordt gedaan door de verhuurder. Echter worden niet alle investeringen door de verhuurder gedaan. Hoe verhuurders de investeringen doorberekenen in de huurprijs is op voorhand niet te zeggen.

4.3 Resultaten

Tabel 7 geeft de resultaten van onze berekeningen van de eindgebruikerskosten weer. We hebben de eindgebruikerskosten berekend met het CEKER-model. Bijlage C geeft een overzicht weer van de jaarlijkse kosten, investeringen en doorlopende kosten per techniek.

Tekstbox 3 - Interpretatie van modelresultaten

Het is van belang om bij de vergelijking tussen de kosten rekening te houden met het feit dat de gepresenteerde kosten een resultaat zijn van modelberekeningen. In iedere modelberekening zit een vorm van onzekerheid. De resultaten zijn dus geen absolute waarheid, maar een schatting op basis van de best beschikbare informatie. In de praktijk betekent dit dat modelresultaten nuttig zijn om mee te nemen in de afweging tussen aardgasvrije technieken, maar dat dit geen absolute zekerheid biedt. Het is dus van belang om met die bril de resultaten te interpreteren.



Hoewel de resultaten van de eindgebruikerskosten wisselen per buurt, kunnen we een aantal algemene conclusies trekken:

- De kosten van de aardgasvrije strategieën zijn in alle buurten hoger dan de referentie hr-ketel. Dit betekent dat aardgasvrij worden op dit moment niet woonlastenneutraal is voor de gemiddelde woning in Wassenaar. Dit hoeft niet voor alle individuele woningen te gelden, het gaat immers om een gemiddelde. Ook kunnen de kosten in de toekomst veranderen, bijvoorbeeld door wijziging in de energietarieven, kostenontwikkeling door innovatie, belastingen en/of subsidies.
- Over het geheel zien we dat voor eindgebruikers de investeringskosten bij een warmtepomp relatief hoog zijn vergeleken met MT-netten en de referentie hr-ketel. De investeringskosten van de warmtepomp bestaan vooral uit de aanschaf van de installatie en de isolatie tot het minimale isolatieniveau. De doorlopende kosten, zoals de energierekening, zijn daarentegen bij een warmtepomp een stuk lager dan bij de andere technieken. Dankzij het goede isolatieniveau en het hoge rendement van een warmtepomp, verbruikt een woning met een warmtepomp minder energie, wat zorgt voor een lagere energierekening.
- De investeringskosten van MT-netten liggen iets hoger dan bij een gasketel (onder andere vanwege de bijdrage aansluitkosten), maar zijn een stuk lager dan die van warmtepompen en LT-netten. De doorlopende kosten zijn bij een MT-net vergelijkbaar met een gasketel en LT-net, maar een stuk hoger dan bij een warmtepomp.
- Een LT-net vraagt hoge investeringen vanwege het benodigde isolatieniveau, de installatie (boosterwarmtepomp voor warm tapwater) en de aansluiting op het warmtenet. De doorlopende kosten zijn vergelijkbaar met een MT-net. Vanwege de hoge investeringskosten komt een LT-net voor geen enkele buurt in Wassenaar gunstig uit wat betreft eindgebruikerskosten. LT-netten kunnen mogelijk wel interessant zijn in kleinere clusters van gebouwen met een goed isolatieniveau.

4.4 Laagste eindgebruikerskosten per strategie

Tabel 7 geeft de resultaten van onze berekeningen van de eindgebruikerskosten weer.

Tabel 7 - Eindgebruikerskosten van de verschillende strategieën per buurt

Buurtcode	Buurtnaam	Referentie	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3 (LT)	Strategie 3 (MT)
BU06290001	Oud-Wassenaar	€ 1.485	€ 2.423	€ 2.236	€ 3.021	Gelijk aan Strategie 2
BU06290006	Kerkehout	€ 1.493	€ 2.260	€ 2.194	€ 2.872	
BU06290107	Maaldrift	€ 1.994	€ 3.598	€ 2.892	€ 4.225	
BU06290105	Groot Deijleroord en Ter Weer	€ 1.493	€ 2.420	€ 2.119	€ 3.017	
BU06290002	Nieuw-Wassenaar	€ 1.832	€ 3.329	€ 2.802	€ 3.920	
BU06290102	Oostdorp	€ 1.599	€ 2.472	€ 2.291	€ 3.097	
BU06290003	Duindigt met Groenendaal	€ 1.909	€ 3.593	€ 3.010	€ 4.205	
BU06290101	Dorp Wassenaar	€ 1.480	€ 2.448	€ 2.141	€ 3.040	
BU06290009	Verspreide huizen Meijndel	€ 2.030	€ 4.032	€ 2.829	€ 4.650	
BU06290109	Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	€ 1.803	€ 3.359	€ 2.788	€ 3.959	
BU06290008	Verspreide huizen Eikenhorst	€ 2.008	€ 4.157	€ 3.373	€ 4.787	
BU06290005	De Kieviet	€ 2.037	€ 4.012	€ 3.254	€ 4.632	
BU06290106	Rijksdorp met De Pan	€ 2.010	€ 3.693	€ 3.106	€ 4.322	
BU06290004	Oud-Clingendaal	€ 1.703	€ 2.854	€ 2.509	€ 3.483	
BU06290100	De Paauw	€ 1.940	€ 3.571	€ 3.021	€ 4.170	

Buurtcode	Buurtnaam	Referentie	Strategie 1	Strategie 2	Strategie 3 (LT)	Strategie 3 (MT)
BU06290103	Zijlwatering en haven	€ 1.441	€ 2.229	€ 2.029	€ 2.828	
BU06290108	Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	€ 1.801	€ 3.176	€ 2.771	€ 3.796	
BU06290104	De Deijl	€ 1.672	€ 2.899	€ 2.588	€ 3.492	
BU06290000	Drie Papegaaien	€ 1.791	€ 3.216	€ 2.757	€ 3.816	
BU06290007	Klingenbosch	€ 2.025	€ 3.878	€ 3.234	€ 4.487	
BU06290110	Weteringpark	€ 1.437	€ 1.901	€ 1.852	€ 2.541	

Strategie 2 (MT-net) is in alle Wassenaarse buurten de aardgasvrije strategie met de laagste kosten voor de eindgebruiker. **Let op:** De eindgebruikerskosten laten niet zien of de aanleg van een warmtenet realistisch is. De technisch-economische kansen voor een warmtenet in een buurt volgen uit de berekening van de nationale kosten. In een aantal buurten zijn de nationale kosten van een warmtenet erg hoog. Dit komt doordat de afstand tussen de gebouwen groot is, waardoor een businesscase voor een warmtenet moeilijk rond te krijgen is. In de buurten waar een warmtenet waarschijnlijk niet haalbaar is, geven we de eindgebruikerskosten van de warmtenetten (Strategieën 2 en 3) weer in grijs.

In een aantal buurten is het verschil in eindgebruikerskosten tussen een luchtwarmtepomp en een MT-net niet groot. In Oud-Wassenaar, Kerkehout, Weteringpark en Ostdorp is het kostenverschil zelfs minder dan 10%. Dit komt doordat de investeringskosten van een warmtepomp inclusief isolatie in deze buurten lager zijn dan gemiddeld, namelijk ongeveer € 28.000. De gemiddelde investeringskosten van een warmtepomp inclusief isolatie in Wassenaar bedragen circa € 45.000 (zie Bijlage D).

5 Afwegingskader

We streven ernaar om per buurt een voorkeurstechiek te presenteren. Dit doen we op basis van de volgende criteria:

- nationale kosten (zie Hoofdstuk 3);
- eindgebruikerskosten (zie Hoofdstuk 4);
- impact op de openbare en ondergrondse ruimte (zie Bijlage E);
- ruimtelijke impact in de woning (zie Bijlage F);
- realisatietijd (zie Bijlage G).

De uitkomsten van de verschillende analyses uit de Hoofdstukken 3 tot en met 7 komen samen in een afwegingskader. De criteria zijn voornamelijk vanuit het perspectief vanuit de gemeente en haar inwoners. Nationale kosten, impact openbare ruimte en realisatietijd zijn vooral vanuit de gemeente geredeneerd. De eindgebruikerskosten en de impact in de woning zijn vooral vanuit de bewoner geredeneerd.

We benadrukken dat het om een technisch-economische afwegingskader gaat. Sociale of organisatorische kenmerken kunnen ook doorslaggevend zijn, maar zijn niet in het afwegingskader opgenomen. Deze kenmerken worden opgehaald in het participatietraject.

Het afwegingskader scoort de drie gasloze strategieën (Strategie 1, 2 en 3) per buurt op elk van de criteria. Dit is een score tussen de 1 en 5, waarbij 5 de beste score is en 1 de minste.

5.1 Nationale kosten

De strategie met de laagste nationale kosten scoort het hoogste, een 5. De score van de andere twee strategieën hangt af van het relatieve kostenverschil met de strategie met de laagste kosten.¹⁶ Buurten met een verschil kleiner dan 10% scoren ook een 5, dit valt namelijk binnen de onzekerheid van de kostenberekeningen.

Tabel 8 - Scores criterium nationale kosten op basis van relatief kostenverschil met strategie met de laagste nationale kosten

Nationale kosten	Score
Laagste kosten	5
0-10% verschil	5
10-20% verschil	4
20-30% verschil	3
30-50% verschil	2
Meer dan 50% verschil	1

¹⁶ Het absolute kostenverschil is het verschil in nationale kosten met de strategie met de laagste kosten. Het relatieve kostenverschil is het absolute kostenverschil gedeeld door de kosten van de strategie met de laagste kosten.



5.2 Eindgebruikerskosten

We scoren de eindgebruikerskosten op dezelfde manier als de nationale kosten. De strategie met de laagste eindgebruikerskosten scoort het hoogste, een 5. De score van de andere twee strategieën hangt af van het relatieve kostenverschil met de strategie met de laagste kosten.¹⁷ Buurten met een verschil kleiner dan 10% scoren ook een 5, dit valt namelijk binnen de onzekerheid van de kostenberekeningen.

Tabel 9 - Scores criterium eindgebruikerskosten op basis van relatief kostenverschil met strategie met de laagste eindgebruikerskosten

Eindgebruikerskosten	Score
Laagste kosten	5
0-10% verschil	5
10-20% verschil	4
20-30% verschil	3
30-50% verschil	2
Meer dan 50% verschil	1

5.3 Impact in de ondergrond en openbare ruimte

Zowel elektrische warmtepompen (Strategie 1) als warmtenetten (Strategie 2 en 3) hebben impact op de openbare en ondergrondse ruimte. Het is lastig om dit te kwantificeren. We scoren beide type infrastructuren op een 3, maar maken uitzonderingen voor enkele buurten.

De buurten De Deijl en Oostdorp zijn beide niet ruim opgezet en bestaan voor een groot deel (> 50%) uit vooroorlogse woningen. Deze buurten scoren daarom een 2 voor Strategie 2 en 3.

5.4 Ruimtelijke impact in de woning

De conclusies van het hoofdstuk over de impact in de woning hebben we in vereenvoudigde vorm verwerkt in het afwegingskader. De score wordt enerzijds bepaald door de ruimtelijke impact van de warmtetechniek zelf en anderzijds door de impact van isolatie. Op het onderdeel warmtetechniek kunnen de strategieën maximaal 2 punten scoren, op het onderdeel woningisolatie 3 punten.

Warmtetechniek

Van de drie strategieën vragen elektrische warmtepompen (Strategie 1) de meeste ruimte. Het totale ruimtebeslag is 4-5 m³, deze techniek krijgt daarom de minimale score van 0. Voor MT- of HT-warmtenetten (Strategie 2) is de impact het kleinst, namelijk minder dan 1 m³. Deze strategie krijgt daarom de maximale score van 2. Voor warmtenetten op een LT-warmtebron hangt het af van de aflevert temperatuur. Als de warmte op MT-niveau geleverd

¹⁷ Het absolute kostenverschil is het verschil in nationale kosten met de strategie met de laagste nationale kosten. Het relatieve kostenverschil is het absolute kostenverschil gedeeld door de kosten van de strategie met de laagste nationale kosten.

wordt, is het ruimtebeslag gelijk aan dat van Strategie 2. Voor LT-warmte is het ruimtebeslag 1-2 m³. ZLT-warmte heeft een ruimtebeslag dat vergelijkbaar is met Strategie 1. In het afwegingskader gaan we uit van een warmtelevering op laagtemperatuur. Op basis van het ruimtebeslag van 1-2 m³, scoort de techniek 1 punt.

Tabel 10 - Scores criterium impact in de woning, onderdeel ruimtelijke impact warmtetechniek

Warmtetechniek	Score ruimtelijke impact in de woning
Strategie 1: Elektrische warmtepomp	0
Strategie 2: MT-/HT-warmtenet	2
Strategie 3: LT-warmtenet met LT-bron	1
Strategie 3: MT-warmtenet met LT-bron	2

Woningisolatie

Daarnaast vragen de strategieën om isolatie van de woning. Hierbij gaan we uit van de noodzakelijke minimale isolatie. Voor S1 en S3-LT is dit LT-niveau (komt ongeveer overeen met label B), voor S2 en S3-MT is dit MT-niveau (komt ongeveer overeen met label C). Het is natuurlijk mogelijk en wellicht ook wenselijk, om verder te isoleren. Die afweging ligt bij de pandeigenaar en nemen we daarom niet mee. Bij het scoren van de buurten kijken we naar het gemiddelde energielabel van de woningen en naar het percentage vooroorlogse woningen in de buurt. In buurten waar het gemiddelde label voldoet aan het vereiste energielabel, is de impact minimaal en deze buurten scoren de maximale score van 3 punten. Buurten waarin de gemiddelde woning nog één of twee labelstappen moet maken, krijgen 2 punten. Buurten met slechtere gemiddelde energielabels krijgen 1 punt. Vooroorlogse woningen zijn lastiger te isoleren, dus als het percentage vooroorlogse woningen in een buurt groter is dan 20%, dan verlagen we de score met 1. Buurten met gemiddeld label E-G en meer dan 20% vooroorlogse woningen krijgen dus altijd de minimale score van 0. Isolatie heeft in deze woningen een grote ruimtelijke impact, maar daar staat tegenover dat deze woningen het meeste te winnen hebben bij isolatie, in reductie van de energierekening, reductie van de CO₂-uitstoot en comfortverbetering.

Tabel 11 - Scores criterium impact in de woning, onderdeel minimale isolatie

Gemiddeld energielabel woningen in de buurt ¹⁸	Score isolatie LT	Score isolatie MT	Vermindering score bij > 20% vooroorlogse woningen
A+ - B	3	3	1
C	2	3	1
D	2	2	1
E	1	2	1
F-G	1	1	1

¹⁸ In deze tabel gaan we uit van energielabels. Echter zal er in de toekomst meer naar de Energie-Index (EI) worden gekeken volgens de nieuwe NTA 8800-methode.

5.5 Realisatietijd

De realisatietijd hangt grotendeels af van het participatietraject en mindere mate van de fysieke aanpassingen. Bij het ontwikkelen van een HT- of MT-warmtenet (Strategie 2 en Strategie 3-MT) heeft de gemeente meer regie over het moment waarop gebouweigenaren de keuze maken om aardgasvrij te worden dan bij Strategie 1 en Strategie 3-LT. Bovendien vereist een HT- of MT-warmtenet geen verregaande isolatiemaatregelen. Daarom scoren Strategie 2 en Strategie 3-MT een 4 voor alle buurten, behalve Dorp Wassenaar en Zijlwatering en Haven. Deze buurten scoren een 5 vanwege de aanwezigheid van een aantal blokverwarmingsinstallaties. Strategie 1 scoort een 3, voor alle buurten. Voor Strategie 3-LT moet er zowel geïsoleerd worden, als een warmtenet aangelegd worden. Daarom scoort deze strategie een 2 voor alle buurten, behalve Dorp Wassenaar en Zijlwatering en Haven. Deze buurten scoren een 3 de aanwezigheid van een aantal blokverwarmingsinstallaties.

Tabel 12 - Scores criterium realisatietijd

Warmtetechniek	Score realisatietijd
Strategie 1: Elektrische warmtepompen	3
Strategie 2: MT/HT-warmtenetten	4
Strategie 3: LT-warmtenetten met LT-bron	2
Strategie 3: MT-warmtenetten met LT-bron	4

6 Techniekeuze per buurt

Op basis van de score op de verschillende criteria uit het afwegingskader, de beschikbare warmtebronnen (zie Paragraaf 2.3) en de bebouwingskenmerken in een buurt, geven we een eerste advies over de voorkeurstechiek(en) per buurt. Voor elk van de twaalf buurten in Wassenaar hebben we een afwegingskader gevuld, zie de tabellen in Paragraaf 6.1 tot en met 6.21. De informatie over gebouwkenmerken is gebaseerd op:

- cijfers van het CBS;
- gegevens uit de BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen);
- de energielabels van de woningen (zie ook Bijlage B);
- de Startanalyse 2020;
- DEGO-viewer¹⁹ (Datavoorziening Energietransitie Gebouwde Omgeving) van de VNG.

In dit hoofdstuk geven we voor alle Wassenaarse buurten een voorlopig advies over een voorkeurstechiek op basis van technisch-economische criteria. Andere overwegingen kunnen ook een rol spelen bij het tot stand komen van een voorkeurswarmtetechniek. De uiteindelijke techniekeuze per buurt ligt dan ook nog niet vast. Bovendien moet uit het participatietraject blijken of de voorlopige voorkeurstechieken ook kunnen rekenen op draagvlak onder de inwoners van Wassenaar. Dit kan ertoe leiden dat voorkeurstechieken die in dit hoofdstuk naar voren komen uiteindelijk niet verder worden onderzocht.

We benadrukken overigens dat niet alle gebouwen in een buurt geschikt zullen zijn voor dezelfde warmtetechniek. Het kan namelijk voorkomen dat een gebouw sterk afwijkt van de bebouwing in de rest van de buurt, waardoor een andere warmtetechniek misschien meer voor hand ligt.

Bij dit hoofdstuk maken we de volgende kanttekeningen:

- Als blijkt dat een warmtenet een geschikte warmtetechniek kan zijn voor een buurt, noemen we welke warmtebronnen beschikbaar zijn om het eventuele warmtenet te voeden. In Wassenaar zijn geen HT- en MT-warmtebronnen aanwezig. In de toekomst de toekomst zouden geothermie en restwarmte uit de Rotterdamse haven (WarmtelinQ+) mogelijke warmtebronnen voor een MT-warmtenet kunnen zijn, maar de totstandkoming van deze warmtebronnen is nog onzeker. LT-warmtebronnen voor Wassenaar zijn zonthermie (alle buurten) en TED (zie Figuur 5 in Paragraaf 2.4), echter warmte-opslag is maar beperkt mogelijk in Wassenaar. Een wko-bron is vaak wel nodig voor een goed systeemontwerp.
- In het de afwegingskaders nemen we enkel de kosten van S3 mee als de kostenberekeningen voor een substantieel deel (minstens een derde van de gebouwen in de betreffende buurt) gebaseerd zijn op een warmtenet (in de Startanalyse bestaat S3 namelijk uit een combinatie van een warmtenet en individuele elektrische warmtepompen).

¹⁹ De DEGO-viewer is bedoeld om gemeenten te helpen bij het werken met de data die nodig is voor o.a. een transitievisie warmte. DEGO sluit waar mogelijk zoveel mogelijk aan bij de logica van de Leidraad van het ECW. Link naar de viewer: [VNG : Energietransitie Gebouwde Omgeving](#)

6.1 Oud-Wassenaar

In deze buurt komt niet één voorkeurstechiek naar voren. De nationale kosten van S2 (MT-warmtenet) liggen hoger dan de andere technieken. Wat betreft eindgebruikerskosten scoort een LT-warmtenet niet goed. Een individuele elektrische warmtepomp scoort hoog op zowel nationale als eindgebruikerskosten, maar niet goed op de ruimtelijke impact in de woning. In deze buurt staan namelijk veel vooroorlogse woningen. Deze zijn niet gemakkelijk te isoleren naar het isolatieniveau dat nodig is voor verwarmen met een elektrische warmtepomp. Deze buurt kent ook woningen die gebouwd zijn in de periode 1992-2005 en dus al wel vrij goed geïsoleerd zijn.

Twee derde van de woningen in Oud-Wassenaar zijn appartementen. Bijna de helft van de woningen in deze buurt is particuliere huur.

Tabel 13 - Afwegingskader Oud-Wassenaar

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	2	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	5	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.2 Kerkehout

In Kerkehout zijn ook nog verschillende opties mogelijk. Enkel een LT-warmtenet ligt niet voor de hand. De verscheidenheid in de bebouwing in deze buurt is groot, het zou daarom goed kunnen dat andere warmteoplossingen geschikt zijn voor de verschillende typen gebouwen. We zien een grote verscheidenheid aan energielabels. Veel woningen zijn gebouwd voor 1965, hiervan is het grootste deel vooroorlogs. Het aanpassen van deze woningen naar een hoog isolatieniveau is uitdagend. In Kerkehout zien we echter ook woningen met een goed isolatieniveau. In deze woningen zijn minder aanpassingen nodig om deze geschikt te maken voor LT-verwarming. Een groot aandeel van de woningen in de buurt (62%) is sociale huurwoning.

In Wassenaar is nog geen MT-warmtebron beschikbaar. In de toekomst zouden geothermie en restwarmte uit de Rotterdamse haven (WarmtelinQ+) mogelijke warmtebronnen voor een MT-warmtenet kunnen zijn, maar de totstandkoming van deze warmtebronnen is nog onzeker. Zonthermie lijkt voorlopig de enige LT-warmtebron voor Kerkehout. De potentie van TED voor de buurt Kerkehout is niet bekend.

Tabel 14 - Afwegingskader Kerkehout

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	5	N.v.t.	5
Eindgebruikerskosten	5	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	3	1	3
Realisatietijd	3	4	2	4

6.3 Maaldrift

Maaldrift is een industrieterrein. In deze buurt staan slechts 60 woningen. Dit zijn voornamelijk vrijstaande, vooroorlogse woningen. Er moet dan ook nog veel gebeuren om in deze woningen te kunnen verwarmen met een elektrische warmtepomp. Dit verklaart dat de eindgebruikerskosten van MT-warmtenetten lager zijn (deze vereisen namelijk een minder goed isolatieniveau). De nationale kosten van MT-warmtenetten zijn echter wel een stuk duurder dan de kosten voor een elektrische warmtepomp. Dit komt waarschijnlijk doordat de gebouwen in deze buurt vrij ver uit elkaar liggen. Hierdoor is de warmtedichtheid niet groot, waardoor de kosten voor het aanleggen van een warmtenet hoog op kunnen lopen.

Tabel 15 - Afwegingskader Maaldrift

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	3	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.4 Groot Deijleroord en Ter Weer

In Groot Deijleroord en Ter Weer liggen de kosten van de verschillende warmteopties niet ver uit elkaar. Enkel een LT-warmtenet komt wat betreft eindgebruikerskosten niet goed uit de bus. Het gemiddelde isolatieniveau in deze buurt is label D. Er moet dus nog wel wat gebeuren om de woningen geschikt te maken voor verwarming met een elektrische warmtepomp, maar dat is in deze buurt gemakkelijker te realiseren dan in buurten met veel vooroorlogse woningen.

Een kwart van de woningen in deze buurt is in bezit van een woningcorporatie. 30% van de woningen in de buurt zijn appartementen. Ook staan er in deze buurt enkele utiliteitsgebouwen.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. TED en zonthermie zouden mogelijke LT-warmtebronnen voor deze buurt kunnen zijn.

Tabel 16 - Afwegingskader Groot Deijleroord en Ter Weer

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	4	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	3	2	3
Realisatietijd	3	4	2	4

6.5 Nieuw-Wassenaar

In Nieuw-Wassenaar staan veel vooroorlogse woningen met een slecht isolatieniveau. Om deze woningen geschikt te maken voor verwarming op lage temperaturen, moeten er dus veel aanpassingen worden gedaan. Dit verklaart de lage scores op ruimtelijke impact in de woning. Wat betreft nationale kosten, komt een MT-warmtenet voor deze buurt niet goed uit de bus. Dit komt doordat de bebouwingdichtheid in deze buurt niet hoog is. Een individuele elektrische warmtepomp is ligt daarom meer voor de hand voor Nieuw-Wassenaar.

Tabel 17 - Afwegingskader Nieuw-Wassenaar

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	2	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.6 Oostdorp

Wat betreft kosten, komt er voor Oostdorp niet één warmtetechniek naar voren. Wel merken we op dat Oostdorp niet ruim opgezet is en bestaat uit een hoog aandeel (> 50%) vooroorlogse woningen. Dat kan het aanleggen van een warmtenet bemoeilijken. Ondanks dat het aandeel vooroorlogse woningen in Oostdorp groot is, is het gemiddelde isolatieniveau niet slecht.

Een groot deel (63%) van de woningen in Oostdorp is in bezit van een woningcorporatie.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. Zonthermie zou een mogelijke LT-warmtebron voor deze buurt kunnen zijn.

Tabel 18 - Afwegingskader Oostdorp

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	5	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	5	5	2	5
Impact ondergrond	3	2	2	2
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.7 Duindigt met Groenendaal

Wat betreft nationale kosten, ligt een MT-warmtenet in de buurt Duindigt met Groenendaal niet voor de hand. De gebouwen in deze buurt liggen namelijk ver uit elkaar, met hoge kosten voor het aanleggen van een warmtenet als gevolg. Een elektrische warmtepomp lijkt dus een geschiktere optie. Voor verwarmen met een elektrische warmtepomp zijn wel veel aanpassingen nodig aan de gebouwen, aangezien veel woningen in deze buurt gebouwd zijn voor 1945 met label F en G.

Particuliere huurwoningen vormen een derde van de woningvoorraad in deze buurt.

Tabel 19 - Afwegingskader Duindigt met Groenendaal

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	3	1	3
Realisatietijd	3	4	2	4

6.8 Dorp Wassenaar

In Dorp Wassenaar zijn nog verschillende opties mogelijk. Wat betreft kosten, komt niet één warmtetechniek naar voren als meest geschikt. Wel zien we dat de kosten voor bewoners van een LT-warmtenet een stuk hoger liggen dan voor de andere technieken. De bebouwing in Dorp Wassenaar is divers. We zien veel vooroorlogse woningen, maar ook uit de bouwperiode 1975-1992. Daarnaast staan er veel utiliteitsgebouwen in Dorp Wassenaar. Mogelijk is zijn andere warmtetechnieken geschikt voor de verschillende typen woningen en gebouwen in deze buurt.

Op een aantal locaties in deze buurt is al een blokverwarmingsinstallatie aanwezig. Hierdoor kan een aardgasvrije warmtetechniek sneller gerealiseerd worden.

33% van de woningen in deze buurt is corporatiewoning, 18% is particuliere huurwoning. Daarmee bestaat de helft van de buurt uit huurwoningen. 40% van de woningvoorraad in Dorp Wassenaar bestaat uit appartementen.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. Zonthermie zou een mogelijke LT-warmtebron voor deze buurt kunnen zijn.

Tabel 20 - Afwegingskader Dorp Wassenaar

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	5	5	5
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	3	1	3
Realisatietijd	3	5	3	5

6.9 Verspreide huizen Meijndel

In deze buurt staan tien vrijstaande woningen. De bebouwingsdichtheid is laag, waardoor het aanleggen van een warmtenet te kostbaar wordt. Een individuele optie ligt dan ook voor de hand. De kosten voor bewoners van verwarmen met een elektrische warmtepomp zijn echter wel twee keer hoger dan de kosten van verwarmen met een hr-ketel op aardgas.

Tabel 21 - Afwegingskader Verspreide huizen Meijendel

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	2	5	1	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.10 Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag

Als we kijken naar de nationale kosten, ligt een MT-warmtenet niet voor de hand. De gebouwen in deze buurt liggen namelijk te ver uit elkaar. Een individuele elektrische warmtepomp is vanuit het oogpunt van de nationale kosten een geschikte optie voor deze buurt. Voor verwarmen met een elektrische warmtepomp is minimaal label B nodig, wat in deze buurt uitdagend kan zijn gezien het hoge aandeel (41%) vooroorlogse woningen.

Een kwart van de woningen in deze buurt is in bezit van een particuliere verhuurder.

Tabel 22 - Afwegingskader Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	3	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.11 Verspreide huizen Eikenhorst

Deze buurt bestaat uit circa twintig woningen. Hiervan is twee derde deel particuliere huurwoning. De helft van de woningen is gebouwd voor 1945. We zien dan ook veel slechte labels. Er moet dus veel gebeuren om de gebouwen geschikt te maken voor verwarming met lage temperaturen. Toch komt een individuele optie wat betreft de nationale kosten als beste uit de bus. Dit komt doordat de afstand tussen de gebouwen in deze buurt groot is.

Tabel 23 - Afwegingskader Verspreide huizen Eikenhorst

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	3	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.12 De Kieviet

De Kieviet bestaat voor het grootste deel uit vooroorlogse woningen. We zien dan ook veel label G-woningen. De kosten voor bewoners om hun woning geschikt te maken voor verwarmen met lage temperaturen kunnen dan ook hoog oplopen. Echter, doordat deze buurt bestaat uit voornamelijk vrijstaande woningen, is het aanleggen van een warmtenet waarschijnlijk niet rendabel. Een individuele elektrische warmtepomp optie lijkt dus meer voor de hand te liggen.

Tabel 24 - Afwegingskader De Kieviet

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	3	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.13 Rijksdorp met De Pan

Rijksdorp met De Pan bestaat uit vrijstaande woningen. Daarom vallen de kosten van een MT-warmtenet voor deze buurt hoog uit. Een individuele elektrische warmtepomp ligt dan ook meer voor de hand.

Tabel 25 - Afwegingskader Rijksdorp met De Pan

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.14 Oud-Clingendaal

Als we kijken naar zowel nationale als eindgebruikerskosten, lijkt een elektrische warmtepomp een geschikte optie te zijn voor Oud-Clingendaal. Doordat een derde van de woningen in de buurt gebouwd is vóór 1945, is de impact van overstappen op aardgasvrij verwarmen in deze buurt relatief groot. Vooroorlogse woningen zijn namelijk niet gemakkelijk te isoleren naar het niveau dat nodig is om deze te verwarmen met lagere temperaturen.

43% van de woningen in deze buurt is in bezit van een particuliere verhuurder.

Tabel 26 - Afwegingskader Oud-Clingendaal

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.15 De Paauw

Wat betreft kosten, komt er in deze buurt niet één optie naar voren. Een LT-warmtenet is in ieder geval geen logische optie. De woningvoorraad in de buurt De Paauw is voornamelijk vooroorlogs, de meeste woningen zijn dan ook zeer slecht geïsoleerd (label G). Hierdoor moet er veel gebeuren in de woningen om de overstap naar aardgasvrij mogelijk te maken.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. Zonthermie zou een mogelijke LT-warmtebron voor deze buurt kunnen zijn.

Tabel 27 - Afwegingskader De Paauw

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	4	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.16 Zijlwatering en haven

Als we letten op kosten, dan komt er voor de buurt Zijlwatering en haven niet één warmte-techniek naar voren. In deze buurt staan zeer weinig vooroorlogse woningen. De meeste woningen zijn gebouwd in de bouwperiode 1965-1975. Het gemiddelde isolatieniveau is dan ook beter dan in de meeste andere Wassenare buurten. Bovendien is aardgasvrij in deze buurt mogelijk sneller te realiseren vanwege de aanwezigheid van blokverwarmingsinstallaties.

De woningvoorraad in deze buurt bestaat voor het grootste deel uit huurwoningen (42% sociale huurwoningen, 17% particuliere huurwoningen). 45% van de woningen in Zijlwatering en haven zijn appartementen.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. TED en zonthermie zouden mogelijke LT-warmtebronnen voor deze buurt kunnen zijn.

Tabel 28 - Afwegingskader Zijlwatering en haven

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	5	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	5	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	3	2	3
Realisatietijd	3	5	3	5

6.17 Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied

Deze buurt bestaat voornamelijk uit vrijstaande, vooroorlogse woningen. Bijna de helft van de woningen is vooroorlogs, met een slecht isolatieniveau. Doordat de afstand tussen de gebouwen in deze buurt groot is, ligt een MT-warmtenet niet voor de hand. Een individuele elektrische warmtepomp is vanuit het oogpunt van de kosten een geschiktere optie.

Een derde van de buurt is gebouwd vanaf 1992. Deze woningen zijn gemakkelijker geschikt te maken voor verwarming met lage temperaturen. Een kwart van de woningvoorraad in deze buurt bestaat uit particuliere huurwoningen

Tabel 29 - Afwegingskader Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	1	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.18 De Deijl

De kosten voor verwarmen met een individuele elektrische warmtepomp en een MT-warmtenet liggen niet ver uit elkaar in de buurt De Deijl. Doordat deze buurt niet ruim is opgezet en bestaat uit ruim driekwart vooroorlogse woningen, kan het aanleggen van een warmtenet uitdagingen opleveren. De meeste woningen zijn niet goed geïsoleerd, er moet dus nog veel gebeuren om deze buurt geschikt te maken voor verwarmen met lagere temperaturen. Al met al komt niet één warmtetechniek naar voren als meest geschikte optie voor deze buurt.

30% van de woningvoorraad bestaat uit huurwoningen.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. Zonthermie zou een mogelijke LT-warmtebron voor deze buurt kunnen zijn.

Tabel 30 - Afwegingskader De Deijl

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	5	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	2	2	2
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.19 Drie Papegaaien

Deze buurt bestaat voor een groot deel uit slecht geïsoleerde woningen, vooroorlogs of gebouwd in de periode 1946-1965. Doordat de buurt niet dichtbebouwd is, ligt een individuele elektrische warmtepomp voor de hand. Er moet dan nog wel veel gebeuren om de woningen naar het benodigde niveau te isoleren.

27% van de woningvoorraad in Drie Papegaaien bestaat uit particuliere huurwoningen. Een derde van de woningen in de buurt zijn appartementen.

Tabel 31 - Afwegingskader Drie Papegaaien

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	2	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.20 Klingenbosch

In Klingenbosch liggen de kosten van een individuele elektrische warmtepomp en een MT-warmtenet niet ver uit elkaar. Doordat een groot deel van de woningvoorraad bestaat uit slecht geïsoleerde, vooroorlogse woningen, zijn veel aanpassingen nodig om de overstap naar aardgasvrij te kunnen maken. Dit geldt in grotere mate voor verwarmen met elektrische warmtepomp dan voor verwarmen op een MT-warmtenet.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. TED en zonthermie zouden mogelijke LT-warmtebronnen voor deze buurt kunnen zijn.

Tabel 32 - Afwegingskader Klingenbosch

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	5	N.v.t.	N.v.t.
Eindgebruikerskosten	4	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	2	1	2
Realisatietijd	3	4	2	4

6.21 Weteringpark

Wat betreft kosten komt niet één warmtetechniek naar voren als meest geschikte optie. Weteringpark bestaat uit vrij recent gebouwde woningen. Het isolatieniveau van de woningen is dan ook goed; label B is het meest voorkomende energielabel. Daarmee zijn de woningen in deze buurt met relatief weinig aanpassingen geschikt te maken voor aardgasvrij verwarmen.

De helft van de woningvoorraad in Weteringpark is in bezit van een woningcorporatie. Een derde van de woningen zijn appartementen.

Mogelijke MT-warmtebronnen voor een eventueel warmtenet zijn geothermie en WarmtelinQ+. Zonthermie lijkt voorlopig de enige LT-warmtebron voor Weteringpark. De potentie van TED voor deze buurt is niet bekend.

Tabel 33 - Afwegingskader Weteringpark

	S1	S2	S3-LT	S3-MT
Nationale kosten	5	5	N.v.t.	5
Eindgebruikerskosten	5	5	2	5
Impact ondergrond	3	3	3	3
Impact woning	1	4	2	4
Realisatietijd	3	4	2	4

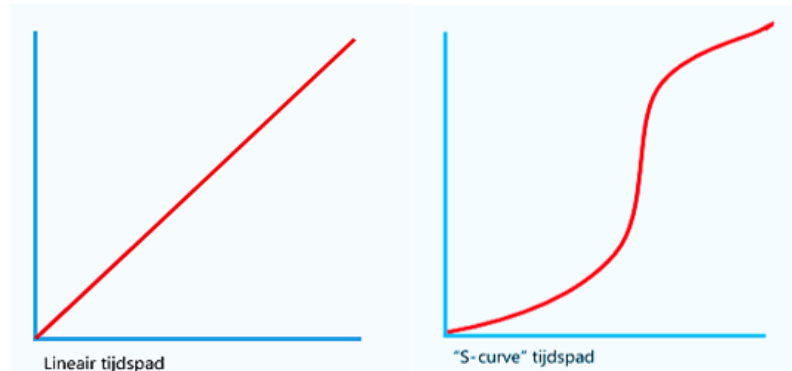
7 Fasering in de tijd

De gemeente Wassenaar heeft nog bijna 30 jaar de tijd om aardgasvrij te worden. Op dit moment hoeft er nog geen precieze planning te worden gemaakt van welke buurten wanneer aardgasvrij worden. In de TVW benoemt de gemeente de eerste buurten waar zij tot 2030 aan de slag gaat met de warmtetransitie. Een vraag die daarbij opkomt, is welk tempo nodig is om de opgave in 2050 voltooid te hebben. Paragraaf 7.1 gaat in op het tempo van de warmtetransitie en Paragraaf 7.2 op de kansen om met de warmtetransitie van start te gaan.

7.1 Tempo van de warmtetransitie

We gaan uit van een aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050. Maar voor het pad daar naartoe, zijn verschillende mogelijkheden. Figuur 9 geeft het lineaire tijdspad en de S-curve weer. Andere opties zijn ook mogelijk, maar daarbij wordt het merendeel van de woningequivalenten pas in de tweede fase aardgasvrij. Dat zou in de tweede fase een grote druk veroorzaken op de uitvoeringscapaciteit, bij aannemers, netbeheerders en woningcorporaties.

Figuur 9 - Tijdspaden warmtetransitie



De gebouwde omgeving van Wassenaar bestaat uit ca 12.191 woningen en 1.455 utiliteitsgebouwen. Tezamen gaat het over 15.426 woningequivalenten²⁰. Gemiddeld zullen er dus 532 woningequivalenten per jaar aardgasloos moeten worden. Momenteel zitten we in de opstartfase en maken we plannen voor het aardgasvrij worden. De komende jaren zullen we veel leren over het aardgasvrij maken van bestaande bouw. Daarna kan er versneld worden. Het Klimaatakkoord geeft als doelstelling om voor 2030 1,5 miljoen woningen te verduurzamen. Hierover zegt Programma Aardgasvrije Wijken het volgende: 'Elke gemeente gaat plannen maken om tot en met 2050 gaandeweg de gehele gebouwde omgeving aardgasvrij te maken. De eerste transitievisie warmte heeft betrekking op een derde van de totale periode. In die periode is er echter sprake van een aanlooptijd waarin Rijk en VNG de wijkgerichte aanpak (verder) uitwerken en er opschaling wordt gerealiseerd. Mede daarom hebben de afspraken in het Klimaatakkoord voor de periode tot en met 2030 betrekking op circa een vijfde van de gebouwvoorraad, oftewel 1,5 miljoen woningen en andere gebouwen' (Programma Aardgasvrije Wijken, 2021).

²⁰ Een woningequivalent (afkorting: weq) staat voor 1 woning of 130 m² gebruikersoppervlak van utiliteitsbouw.

Als Wassenaar bij dit tempo wil aansluiten, zou dus tot 2030 ongeveer een vijfde van de gebouwenvoorraad verduurzaamd moeten worden. Dat gaat dus over circa 3.085 woning-equivalenten. Hoeveel buurten dat zijn, hangt af van welke buurten gekozen worden. De buurten in Wassenaar verschillen in grootte, zie Tabel 34.

Tabel 34 - Aantal woningen en utiliteitsgebouwen per buurt

Buurtnaam	Woningen	Utiliteitsgebouwen	Woningequivalenten
Drie Papegaaien	423	19	558
Oud-Wassenaar	391	25	645
Nieuw-Wassenaar	559	123	628
Duindigt met Groenendaal	97	47	785
Oud-Clingendaal	367	12	530
De Kieviet	551	16	656
Kerkehout	534	33	580
Klingenbosch	212	7	214
Verspreide huizen Eikenhorst	15	2	20
Verspreide huizen Meijndel	9	10	31
De Paauw	549	21	620
Dorp Wassenaar	1.466	243	1.891
Oostdorp	900	60	992
Zijlwatering en haven	2.204	330	2.470
De Deijl	779	38	834
Groot Deijlroord en Ter Weer	2.336	374	2.784
Rijksdorp met De Pan	134	10	175
Maaldrift	61	15	96
Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	146	27	315
Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	187	36	323
Weteringpark	271	7	279
Totaal	12.191	1.455	15.426

Bron: (PBL, 2020).

7.2 Kansen om te starten

Om startbuurten te selecteren, kijken we naar waar kansen zijn om te starten. Dit kunnen kansen zijn om mee te koppelen met geplande werkzaamheden in de gemeente, maar ook andere factoren of omstandigheden kunnen bijdragen aan de kansrijkheid van een buurt om met de warmtetransitie van start te gaan. De Handreiking voor lokale analyse (ECW, 2020b) uit de Leidraad biedt gemeente handvatten bij het bepalen van wanneer buurten overgaan op een aardgasvrije warmtetechniek. De Handreiking beschrijft zeven typen factoren die eraan bijdragen dat een buurt kansrijk is om te starten met de warmtetransitie. Bijlage E geeft een uitgebreide beschrijving van de zogenoemde prioriteringscriteria. Het gaat om de volgende factoren:

1. Technische-economische factoren.
2. Investeringsagenda infrastructuur.
3. Investeringsagenda vastgoedeigenaren.
4. Lokaal buurtinitiatief.
5. Sociale karakteristieken van de buurt.
6. Contracteerbaarheid.
7. Waarde van het gasnet.



De warmtransitie kent een lange doorlooptijd. Voordat er gestart kan worden met werkzaamheden, gaat er eerst een periode van planvorming (waar deze analyse onderdeel van is), participatietrajecten en andere voorbereiding aan vooraf. We schatten dat dit tenminste vijf jaar duurt. Dit betekent dat we alleen meekoppelkansen kunnen benutten die verder in de tijd gepland staan, in dit geval vanaf 2026. Investerings- en andere kansen die eerder gepland staan, nemen we niet mee.

De volgende alinea's beschrijven verschillende kansen om te starten. Deze zijn deels gebaseerd op de kansen uit de Handreiking voor lokale analyse. We gaan in op de volgende kansen:

- vervanging riolering;
- vervanging gasnetwerk;
- aandeel langetermijnrenovatie;
- aandeel nieuwbouw;
- aandeel corporatiebezit;
- kostenafstand individuele vs. collectieve optie

Vervanging riolering

Riolering is een infrastructuur die, net als de andere infrastructuren, af en toe vervangen moet worden. Voor de vervanging moet er gegraven worden, en vaak moet hierbij een gedeelte van de straat opgebroken worden. Het biedt een kans om deze ingreep te koppelen met het uitvoeren van andere werkzaamheden aan gas-, elektra- of warmtenetten in de straat. Zo kunnen er mogelijk kosten gedeeld worden. Daarnaast is het voor bewoners ook prettiger om de ingrepen gelijktijdig of vlak na elkaar te doen in plaats van dat er twee keer overlast veroorzaakt wordt.

Bij de aanleg van de riolering kan direct rekening gehouden worden met de aanleg van de infrastructuur van de toekomstige warmtevoorziening. Bijvoorbeeld: de rioolbuizen kunnen zo geplaatst worden dat er ruimte ontstaat voor een toekomstig warmtenet. Ook zou het warmtenet tegelijk met de nieuwe rioleringsbuizen worden aangelegd. Aandachtspunt is dat het tempo van de vervanging van riolering verschilt met het tempo van de aanleg van een warmtenet.

Van de gemeente Wassenaar hebben wij informatie ontvangen welke stukken riolering de komende tijd vervangen worden. Wij hebben ervoor gekozen om de vervangingen mee te nemen in de periode 2030-2035 (over de periode 2025-2030 hebben we geen gegevens). Vervangingen die voor of na deze periode plaatsvinden, vallen buiten de periode waarin de eerste buurten aan de slag gaan met de warmtetransitie en zien wij daarom nu niet als kans.

In de gemeente Wassenaar worden er in deze periode in twee buurten in een flink gedeelte van de buurt vervangingen gedaan, namelijk in Oostdorp en Groot Deijleroord en Ter Weer. In De Deijl wordt een kleiner gedeelte van de riolering vervangen, vandaar dat wij die buurt een halve kans gegeven hebben. In de andere buurten worden er ook delen van de riolering vervangen, maar dit zijn zulke kleine vervangingen dat wij deze niet als kans zien.

Vervanging gasnetwerk

Naast de riolering moeten er de komende tijd in Wassenaar ook gedeeltes van het gasnet vervangen worden. Samen met netbeheerder Liander hebben we gekeken naar de kansen die Liander ziet met betrekking tot de vervangingen van het gasnet.

Het gasnet in Wassenaar is oud, en er liggen veel leidingen die voor 2030 vervangen moeten worden. Het gaat hier om zogenaamde grondroeringsgevoelige leidingen. Als er in de transitie in de grond gegraven moet worden, bijvoorbeeld om het elektriciteitsnet te verzwaren of een warmtenet aan te leggen, dan verwijderd Liander deze leidingen preventief vanuit veiligheidsoverwegingen. De netbeheerders zijn verplicht om deze materialen voor 2030 te vervangen. Buurten waar grondroeringsgevoelige leidingen liggen kunnen als startbuurten aangewezen worden, liefst zonder vervangen van het gasnet, maar mogelijk is dat niet te voorkomen. Er moet wel rekening gehouden worden met een extra complexe opgave wanneer er grondroeringsgevoelige materialen in de buurt liggen.

Een positieve meekoppelkans is om te starten in de buurten waar het gasnet (grotendeels) is afgeschreven. In deze buurten gaat er geen resterende investering 'verloren' omdat het gasnet al verouderd is.

Voor deze analyse hebben wij de aanname gedaan dat wanneer meer dan 20% van het gasnet in een buurt vervangen moet worden, er sprake is van een kans. Allereerst hebben we gekeken in welke buurten meer dan 20% van het gasnet vervangen moet worden, waarna we met Liander hebben bepaald of dit kansen kan bieden voor de energietransitie in de betreffende buurten. De buurten waarin meer dan 20% van het leidingnetwerk vervangen moet worden zijn Oud-Wassenaar, Groot Deijlroord en Ter Weer, Verspreide huizen Meijndel, Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag, Drie Papegaaien, Rijksdorp met De Pan, en Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied.

Voor de buurten Verspreide huizen Duinrell, Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied en Kerkehout ziet Liander bij nadere bestudering de vervanging van het gasnet niet als kans voor de energietransitie. Voor de buurt Verspreide huizen Duinrell komt dit omdat deze vervanging volgend jaar al op de planning staat, en de termijn te kort is om een duurzaam alternatief in deze buurt te realiseren. In de buurt Verspreide huizen Raaphorst is het gasnet, naast de distributie in de buurt zelf, ook een transportleiding naar een naastgelegen buurt. Dit maakt het moeilijker om deze buurt op korte termijn af te sluiten van het aardgas, omdat dan ook direct een alternatief voor de naastgelegen buurt gevonden moet worden.

Liander ziet de buurt Verspreide huizen Meijndel als een echte kans. In deze buurt staan maar weinig woningen en het gasnet moet hier vervangen worden. Door deze vervangingsopgave is het momentum er om over te stappen op een aardgasvrij alternatief.

Voor de buurten Oud-Wassenaar en Drie Papegaaien ziet Liander mogelijkheden voor individuele oplossingen. Dit kunnen zowel hybride als elektrische warmtepompen zijn. Omdat hierbij het gasnet nog enige tijd nodig zal zijn, moet het gasnet voor Liander sowieso vervangen worden. Dit is in de ogen van Liander een no-regret ingreep.

Aandeel langetermijnrenovatie

Zoals beschreven in Bijlage E, kan het voordelig zijn om de investeringen van grote vastgoedeigenaren (zoals woningcorporaties) te koppelen aan de plannen rondom de warmtetransitie. Dit kan kostenvoordelen opleveren (als investeringen gecombineerd kunnen worden), maar ook andere voordelen zoals minder overlast voor de bewoner.

Van de woningcorporaties St. Willibrordus en de Wassenaarse Bouwstichting hebben wij gegevens ontvangen over de langetermijnrenovatieplannen die zij hebben voor hun

woningvoorraad. Het gaat hierbij dus alleen om corporatiewoningen; individuele lange-termijnrenovatieplannen van woningeigenaren hebben wij niet meegenomen als kans. De langetermijnrenovatieplannen zijn een kans omdat in deze buurten een flink deel van de woningen al wordt gerenoveerd. Hierbij zou ook direct de warmtevoorziening kunnen worden meegenomen, zodat de woningen aardgasvrij worden.

Voor deze analyse hebben wij de aanname gedaan dat wanneer er renovatieplannen zijn voor meer dan 10% van de woningen in een buurt, dit een kans is voor de energietransitie in deze buurt. De buurten waar dit het geval is zijn: Dorp Wassenaar, Kerkehout en Verspreide huizen Meijendel.

Aandeel nieuwbouw

Alle nieuwbouwwoningen²¹ worden ‘aardgasvrij’ opgeleverd. Dit betekent dat deze woningen geen gasaansluiting meer hebben, maar een andere warmtetechniek gebruiken (meestal een warmtepomp). Daarnaast zijn deze woningen heel goed geïsoleerd, en zijn er vaak zonnepanelen aanwezig.

In buurten waar veel nieuwbouw gebouwd wordt, kan dit een kans zijn voor de omliggende bestaande bouw om ook over te stappen op de oplossing die voor de nieuwbouw wordt gekozen. Vanuit de gemeente hebben we nieuwbouwplannen ontvangen. Voor deze analyse hebben wij de aanname gedaan dat wanneer er meer dan 10% nieuwbouwwoningen in een buurt gepland staan, er sprake is van een kans voor de buurt.

In Wassenaar zijn weinig buurten met een aandeel nieuwbouwwoningen dat hoger dan 10%. De enige buurt die hiervoor in aanmerking komt is de buurt Duindigt met Groenendaal. Hier is een project gaande ‘Residentie Parkzicht’ waar een deel van het ANWB-kantoor wordt vervangen door nieuwbouwappartementen. Aangezien in deze nog weinig woningen stonden, is het aandeel nieuwbouwwoningen hoog. Dit biedt dus een kans om hier een all electric-oplossing te realiseren. De overige woningen in deze buurt zitten echter ver van de ANWB-locatie af, en daarmee zegt dit weinig over de gewenste oplossing voor de gehele buurt.

Alhoewel alle nieuwbouwwoningen aardgasvrij worden opgeleverd, worden de meeste woningen opgeleverd tussen 2000 en 2020 nog verwarmd met aardgas. Deze woningen hebben echter een goed isolatieniveau en kunnen meestal rechtstreeks verwarmd worden met een LT-techniek, zoals een elektrische warmtepomp op een LT-net. Deze analyse zit niet in het kansoverzicht, maar is wel een kans voor individuele woningen die gebouwd zijn na 2000 of woningen die gerenoveerd zijn tot LT-niveau.

Aandeel corporatiebezit

Het aandeel corporatiebezit is een factor die zowel een kans als een antikans kan zijn. Het voordeel van een hoog corporatiebezit in een buurt is het feit dat een groot gedeelte van de huizen onder één eigenaar valt. Dit betekent dat de gesprekken in een buurt en het proces naar aardgasvrij met relatief weinig woningeigenaren gevoerd hoeft te worden en daarmee efficiënter kan verlopen. Een woningcorporatie kan beslissingen nemen voor meerdere woningen tegelijk: dit biedt kansen om in een keer grotere groepen woningen aan te pakken en de doorlooptijd flink te versnellen.

²¹ Nieuwbouwwoningen waarvan de vergunning is verleend na 1 juli 2018.

Aan de andere kant kan een hoog corporatiebezit een buurt het ook lastiger maken om aardgasvrij te worden. De warmtetransitie vraagt namelijk zowel procesmatig als financieel veel van de woningcorporaties. De afgelopen jaren hebben de Wassenaarse woningcorporaties in verschillende buurten investeringen gedaan om hun bezit te verduurzamen naar label A en B, ook na de peildatum van de doorrekening van de Startanalyse. Deze investeringen kunnen nog jaren op de investeringsbegrotingen van woningcorporaties drukken.

Voor deze analyse hebben wij de aannahme gedaan dat wanneer meer dan 30% van de woningen in een buurt corporatiewoningen zijn, er sprake is van een hoog aandeel corporatiebezit. In Wassenaar zijn er een aantal buurten met een hoog aandeel ($\geq 30\%$) corporatiebezit. Deze buurten liggen allemaal, op Kerkehout na, rondom de kern van Wassenaar. In de volgende vijf buurten is het corporatiebezit hoger dan 30% van de woningvoorraad: Dorp Wassenaar, Kerkehout, Oostdorp, Zijlwatering en haven en Weteringpark. In deze buurten is het belangrijk om zowel te kijken naar de kansen als de uitdagingen die het aandeel van corporatiebezit speelt in de warmtetransitie. Het is hierbij van belang dat alle partijen met elkaar in gesprek blijven over de kansen en mogelijkheden samen oplossingen te vinden voor de uitdagingen.

Van particuliere verhuurders hebben we geen informatie. Bij het opstellen van de TVW blijft van belang om ook hier aandacht voor te blijven houden. Of het nu om een warmtetaansluiting of een individuele oplossing gaat: in beide gevallen is het gunstig als een eigenaar met meerdere panden tegelijk aan de slag kan gaan.

Blokverwarming

Paragraaf G.3 geeft de locaties van corporatiewoningen met blokverwarming weer en beschrijft en hoe dit van invloed is op de doorlooptijd. Naast invloed op de doorlooptijd, kan blokverwarming ook een kans zijn in de warmtetransitie. Als er in een gebouw al blokverwarming aanwezig is, is het gemakkelijker om over stappen op een collectieve techniek dan wanneer dit niet het geval is. Het systeem (onder andere de leidingen) is al aanwezig in de panden, het enige wat in de woning veranderd moet worden is de warmtebron. Dit maakt het makkelijker om over te stappen op een warmtenet of bijvoorbeeld een collectieve warmtepomp.

Blokverwarming komt in de gemeente Wassenaar voornamelijk voor in woningen die in het bezit zijn van corporaties. Aangezien we een hoog aandeel corporatiebezit al meetellen als kans, nemen we de aanwezigheid van blokverwarming nu niet mee als kans, omdat het anders tot dubbeltelling leidt. Wel kan het nuttig zijn om dit mee te nemen in het verdere traject.

Kostenafstand individuele vs. collectieve optie

Voor het aanleggen van een nieuwe duurzame warmte-infrastructuur zijn er twee oplossingsrichtingen: een collectieve warmteoptie (warmtenet) of een individuele (hybride of elektrische warmtepomp). Het verschil tussen deze oplossingsrichtingen zit in de aanpak:

- Bij een individuele techniek zullen alle woningeigenaren zelf aan de slag moeten gaan (hier kan de gemeente uiteraard wel bij ondersteunen).
- Wordt het een collectieve techniek, dan moet er een heel ander proces gestart worden. Hierbij moet er onder andere gesproken worden met een warmteleverancier, gekeken worden naar ruimte in de bodem om een net aan te leggen, en collectief een tijdspad vastgesteld worden. Hierbij ligt de actie meer bij de verschillende stakeholders en

hebben woningeigenaren een minder actieve rol (behalve bij de keuze of ze aangesloten willen worden of niet).

In onze analyse gaan wij ervan uit dat als het kostenverschil tussen deze twee richtingen groot is (meer dan 30%), er een zekerheid bestaat over de oplossingsrichting in een buurt. Dit zien wij als een kans: als een oplossingsrichting dermate goedkoper is biedt dit duidelijkheid welke aanpak er voor een buurt gekozen kan worden.

In Wassenaar is dit in verschillende buurten het geval, namelijk in: Meijendel, Maaldrift, Duindigt met Groenendaal, Duinrell, Eikenhorst, De Kieviet, Rijksdorp met De Pan, Oud-Clingendaal en Raaphorst. Dit zijn met name de buurten waar de afstand tussen de gebouwen relatief groot is, waardoor de kosten van het aanleggen van een warmtenet hoog op kunnen lopen. In deze buurten zijn de nationale kosten van een collectief warmtenet minimaal 30% hoger dan de nationale kosten van een individuele elektrische warmtepomp.

Samenvatting van de kansen

Tabel 35 geeft een overzicht van bovengenoemde kansen per buurt. Hierbij is een 1 de aanwezigheid van een kans, en een 0 het niet aanwezig zijn van deze kans in een buurt.

Naast de kansen die we in deze paragraaf beschrijven, zijn nog andere kansen te bedenken, zoals verduurzamingsplannen van particuliere vastgoedeigenaren of het gemeentelijk bezit. Deze zijn nu niet in beeld en daarom ook niet meegenomen. Deze werkzaamheden bieden echter wel meekoppelkansen en zijn daarom goed om in beeld te houden. Daarnaast kunnen er in buurten sociale kansen zijn, zoals lokale initiatieven, sociale karakteristieken of de mogelijkheden van bewoners om te investeren. Deze kansen beschrijven we hier bewust niet, omdat dit een technisch-economische analyse is. Wel willen we aanraden om deze nader te onderzoeken in het participatietraject.

Tabel 35 - Overzicht kansen in de buurten in Wassenaar

Buurtnaam	Totaal-score	Vervanging riolering	Vervanging gasnetwerk	Aandeel langetermijn-renovatie	Aandeel nieuwbouw	Aandeel corporatie-bezit	Kosten-afstand individuele vs. collectieve optie
Oud-Wassenaar	1	0	1	0	0	0	0
Kerkehout	2	0	0	1	0	1	0
Maaldrift	1	0	0	0	0	0	1
Groot Deijleroord en Ter Weer	2	1	1	0	0	0	0
Nieuw-Wassenaar	0	0	0	0	0	0	0
Oostdorp	2	1	0	0	0	1	0
Duindigt met Groenendaal	2	0	0	0	1	0	1
Dorp Wassenaar	2	0	0	1	0	1	0
Verspreide huizen Meijendel	3	0	1	1	0	0	1
Verspr. h. Duinrell Wassenaarse Slag	1	0	0	0	0	0	1
Verspr. h. Eikenhorst	1	0	0	0	0	0	1
De Kieviet	1	0	0	0	0	0	1
Rijksdorp met De Pan	2	0	1	0	0	0	1
Oud-Clingendaal	0	0	0	0	0	0	0



Buurtnaam	Totaal-score	Vervanging riolering	Vervanging gasnetwerk	Aandeel langetermijn-renovatie	Aandeel nieuwbouw	Aandeel corporatie-bezit	Kostenafstand individuele vs. collectieve optie
De Paauw	0	0	0	0	0	0	0
Zijlwatering en haven	1	0	0	0	0	1	0
Verspr.h. Raaphorst en in poldergebied	1	0	0	0	0	0	1
De Deijl	0,5	0,5	0	0	0	0	0
Drie Papegaaien	1	0	1	0	0	0	0
Klingenbosch	0	0	0	0	0	0	0
Weteringpark	1	0	0	0	0	1	0

Kansrijke buurten

Er zijn een beperkt aantal buurten in Wassenaar waarvoor meerdere kansen gelden. Met drie kansen komt de buurt Verspreide huizen Meijndel als meest kansrijk naar voren. Daarnaast zijn er nog een aantal buurten waar zich meerdere kansen voordoen. Allereerst bespreken we de kansen voor Verspreide huizen Meijndel, en vervolgens gaan we in op de andere buurten.

In de buurt Verspreide huizen Meijndel is het gasnet aan vervanging toe. Bovendien zijn de nationale kosten van een collectief warmtenet in deze buurt meer dan 30% hoger dan de nationale kosten van een individuele elektrische warmtepomp. Dit geeft zekerheid over de aardgasvrije warmtevoorziening. Tot slot zijn er renovatieplannen voor meer dan 10% van de gebouwen in de buurt.

In de andere buurten komt het totaal aantal kansen niet hoger dan twee uit. Dit betekent dat deze buurten in twee categorieën een kans maken, maar in de andere categorieën niet. Het biedt dus geen zekerheid dat deze buurten per sé de beste locatie zijn om te starten, maar het biedt wel waardevolle informatie om in deze buurten te kijken wat de mogelijkheden zijn. Het gaat hierbij om de volgende buurten:

- Dorp Wassenaar en Kerkehout (aandeel corporatiebezit en renovatieplannen);
- Oostdorp (vervanging riolering en aandeel corporatiebezit);
- Groot Deijlroord en Ter Weer (vervanging gasnetwerk en riolering);
- Duindigt met Groenendaal (kostenafstand individuele vs. collectieve optie en aandeel nieuwbouw);
- Rijksdorp met De Pan (kostenafstand individuele vs. collectieve optie en vervanging gasnetwerk).

Het doel van de kansentabel in Tabel 35 is dan ook met elkaar in gesprek te gaan. Wat zien de gemeente en de stakeholders als kans? Wanneer staan de vervangingen en renovaties gepland? Zijn deze te combineren, of staan deze elkaar juist in de weg? Spelen er nog andere kansen in deze gemeente die nu niet in de tabel staan, of zouden bepaalde zaken toch niet als kans aangemerkt moeten worden?

Bovendien is het van belang om samen na te denken welke kansen de gemeente en stakeholders als meest 'kansrijk' zien. Tabel 35 geeft aan elke kans dezelfde waarde, maar in werkelijkheid zullen de betrokken partijen de ene kans belangrijker vinden dan de

andere. Het is een uitdaging om samen na te denken over welke buurten het meest kansrijk zijn om de warmtetransitie te starten. Ook andere factoren, zoals het draagvlak voor de warmtetransitie van bewoners, zijn momenteel nog niet in de tabel opgenomen, maar bij het selecteren van startbuurten is het nuttig om hier ook bij stil te staan.

Het is bovendien belangrijk om na te denken of de kansen aansluiten op het tijdspad en de techniekeuze in een buurt. Dit kan bepalen of vervangingswerkzaamheden als kans kunnen worden benut. Bovendien is het van belang dat het tijdspad van de verschillende werkzaamheden op elkaar wordt afgestemd.

7.3 Fasering in de tijd

Op basis van de kansanalyse kijken we wat logische buurten zijn om te starten met de overstap naar een aardgasvrij alternatief. De volgorde van de overstap naar een aardgasvrij alternatief noemen we de fasering in de tijd. Op basis van de technisch-economische²² kansanalyse kunnen we de buurten in Wassenaar opdelen in drie groepen:

- Startbuurten: 2025-2030. In deze buurten kan de gemeente op korte termijn aan de slag. Dit zijn buurten waar op basis van de kansen de eerste stappen kunnen worden gezet in de warmtetransitie.
- Meters maken: 2030-2045. Het grootste deel van de buurten bevindt zich in deze groep. Nadat de gemeente de eerste stappen heeft gezet, is het tijd om meters te maken.
- Afsluitende buurten: 2045-2050. Dit zijn buurten die voorlopig nog niet aardgasvrij worden. Dit kan liggen aan het ontbreken van kansen of omdat de uitdagingen nu nog te groot zijn. Wel kunnen bewoners en pandeigenaren in deze buurten nu al aan de slag met het aanbrengen van isolatie om energie te besparen.

Hieronder volgt een verdere toelichting van de drie fases van overstappen op een aardgasvrij alternatief. Uiteraard betekent het niet dat buurten die pas in de tweede of derde fase aan de beurt komen, nu nog niet aan de slag kunnen. In Hoofdstuk 8 wordt per buurtcluster een handelingsperspectief gegeven wat bewoners nu al kunnen doen om CO₂-uitstoot te verminderen, en zich voor te bereiden op een duurzame warmteoplossing.

Startbuurten (2025-2030)

Op basis van de kansen die we in dit hoofdstuk beschreven, zien wij één buurt als kansrijk om een start te maken met de warmtetransitie: Verspreide huizen Meijndel. Het totaal aantal woningequivalenten in deze buurten is slechts 31. Dit ligt een stuk lager dan de doelstelling op basis van het Klimaatakkoord van circa 3.085 woningequivalenten. Enkel deze wijk voor 2030 volledig oppakken is dus niet erg ambitieus.

Het is aan de gemeente, de woningcorporaties en overige stakeholders om samen te kijken of bovengenoemde buurt wordt aangewezen als startbuurt, en om te onderzoeken of er nog meer startbuurten aangewezen kunnen worden. Wellicht kan worden aangesloten bij de renovatieplannen van de woningcorporaties in Dorp Wassenaar en Kerkehout. Echter, de warmtetransitie vraagt zowel procesmatig als financieel veel van de woningcorporaties. Het is belangrijk hier rekening mee te houden, en eventueel te kiezen om de lasten te verdelen. Daarnaast speelt ook het participatietraject een belangrijke rol in de verdere uitwerking van de transitievisie warmte en de keuze met betrekking tot de startbuurt(en).

²² Zoals eerder toegelicht is de hiergenoemde fasering enkel gebaseerd op technisch-economische factoren.

In het verdere traject van de Transitievisie Warmte zal dit moeten worden aangevuld met sociale factoren en worden afgestemd met bewoners en stakeholders.



Een andere optie is om in te zetten op de buurten Duindigt met Groenendaal en Rijksdorp met De Pan. In deze buurten is de oplossingsrichting duidelijk (de nationale kosten van een individuele warmtepomp zijn namelijk minstens 30% goedkoper dan van een warmtenet). Daarnaast zijn er in deze buurten ook andere kansen aanwezig.

Meters maken (2030-2045)

Na 2030 zal er flink tempo gemaakt moeten worden om de doelen van het Klimaatakkoord te behalen. In deze periode worden dan ook de meeste buurten aardgasvrij gemaakt.

Op basis van de kansanalyse is er een brede groep buurten die op een of twee factoren een kans heeft. In de vorige alinea worden Dorp Wassenaar, Kerkehout, Duindigt met Groenendaal en Rijksdorp met de Pan aangewezen als mogelijke startbuurt. Mocht uit het verdere traject blijken dat deze buurten toch niet worden geselecteerd als startbuurt, dan komen ze in de tweede fase aan de beurt.

Andere buurten die op twee factoren een kans hebben zijn: Groot Deijlroord en Ter Weer, en Oostdorp. Groot Deijlroord en Ter Weer komt naar voren vanwege de vervangingsopgave van zowel het gasnetwerk als de riolering. Ook in Oostdorp moet een deel van de riolering vervangen worden en is er sprake van een hoog corporatiebezit. Het is van belang dat de gemeente verder in gesprek gaat met Liander en de dienst binnen de gemeente die hierover gaat wanneer deze werkzaamheden zullen plaats vinden en of er een meekoppelkans gevonden kan worden met de energietransitie. Deze afstemming is van belang om maatschappelijke desinvesteringen te voorkomen. In de praktijk van de proeftuinen aardgasvrije wijken blijkt het tot op heden echter lastig om deze desinvesteringen daadwerkelijk te voorkomen (Maas, 2021).

Daarnaast heeft het gros van de buurt een kans op één factor. Dit lijken geen buurten om direct mee te starten, maar om de warmtetransitie tot een succes te maken is het van belang dat er een goede planning wordt gemaakt waarin alle buurten aan de beurt komen. Hierbij spelen niet alleen de kansen een rol, maar ook de oplossingsrichting en uiteraard het participatietraject. Het gaat hier om de buurten: Oud-Wassenaar, Maaldrift, Duinrell, Eikenhorst, De Kieviet, Oud-Clingendaal, Zijlwatering en haven, Raaphorst, Drie Papegaaien en Weteringpark.

De aanpak hangt af van een aantal factoren. Allereerst is het van belang om voor de buurten (of clusters) een keuze te maken tussen een individuele of een collectieve aanpak. Voor een aantal buurten komt uit het afwegingskader een duidelijke richting naar voren. Dit zijn met name de breder uitgelegde buurten en het buitengebied. In deze buurten ligt een individuele aanpak voor de hand. Voor deze buurten kan de gemeente een plan opstellen voor de planning en uitvoering. Aangezien voor de breder uitgelegde buurten en het buitengebied de opgave om te isoleren groot is, kan een hybride warmtepomp een goede tussenoplossing bieden, waarbij er ook meer tijd overblijft voor isolerende maatregelen op natuurlijke momenten. Na 2030 is mogelijk meer bekend over alternatieve technieken met behulp van hernieuwbare gassen. De gemeente kan deze ontwikkelingen in het oog houden. In het volgende hoofdstuk gaan we verder in op het handelingsperspectief voor deze buurten.

Daarnaast zijn er ook buurten waar er geen eenduidige oplossingsrichting uitkomt. Dit zijn vooral de buurten in Wassenaar dorp en de dichter bebouwde buurten buiten Wassenaar (Kerkehout en Kligenbosch). Het is van belang dat gemeente in het verdere traject, onder andere door in gesprek te gaan met stakeholders en bewoners, meer inzicht te krijgen in de

oplossingsrichting voor iedere buurt. Indien hier een collectieve oplossing uit naar voren komt, betekent dit dat de gemeente stappen zal moeten ondernemen om dit proces verder in gang te zetten. In de tussentijd zijn er echter ook stappen die ondernomen kunnen worden. In het volgende hoofdstuk gaan we verder in op het handelingsperspectief voor deze buurten.

Afsluitende buurten (2045-2050)

In de buurten die eerder zijn opgepakt liggen waarschijnlijk nog panden die bijzonder uitdagend zijn gebleken om direct aardgasvrij te maken. Mogelijk is hier gekozen om eerst te isoleren, of over te stappen op een hybride warmtepomp. In deze laatste jaren kunnen ook deze panden aangepakt worden, zodat de gebouwde omgeving in Wassenaar volledig aardgasvrij is.

Uit de kansanalyse blijkt dat de buurten Nieuw-Wassenaar, De Paauw en Klingebosch geen kansen hebben in de kansanalyse. Uiteraard hoeft dit niet direct te betekenen dat deze automatisch als laatste aan de beurt komen. Uit het verdere traject zal blijken of er andere (sociale) kansen liggen in deze buurten en hoe de bewoners en stakeholders hierin staan. In de tussentijd zijn er ook voor deze buurten stappen die nu al gedaan kunnen worden. In het volgende hoofdstuk gaan we verder in op het handelingsperspectief voor deze buurten.

8 Handelingsperspectief voor buurtclusters

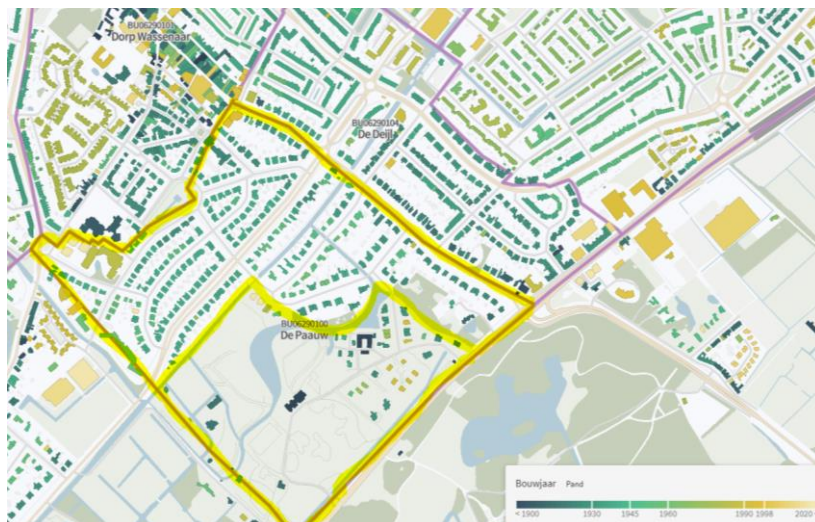
In de vorige hoofdstukken hebben we voor de verschillende Wassenaarse buurten laten zien wat de mogelijke alternatieven zijn voor aardgas, hoe we de verschillende warmtetechnieken met elkaar kunnen afwegen (afwegingskader) en hoe de planning in de tijd eruit kan komen te zien. Deze analyses hebben we telkens op buurtniveau gedaan, en zijn bedoeld als ondersteuning voor het opstellen van de transitievisie warmte voor Wassenaar.

In dit hoofdstuk bieden we een handelingsperspectief voor bewoners en geven we antwoord op vragen als: wat betekenen de oplossingsrichtingen voor bewoners? En welke stappen kunnen bewoners nemen als zij nu al aan de slag willen met het verduurzamen van hun woning? We zoomen uit van het buurtniveau en kijken naar clusters van buurten met soortgelijke kenmerken. We hebben de buurtclusters samengesteld op basis van overeenkomende kenmerken en de oplossingsrichting. Hierbij kijken we bijvoorbeeld naar de bebouwingsdichtheid, het isolatieniveau, het energieverbruik, en de uitkomsten uit het afwegingskader. Op basis van deze kenmerken hebben we vijf buurtclusters samengesteld:

- Wassenaar Centrum;
- Wassenaar Noord;
- Breder uitgelegde buurten;
- Kerkehout en Klingenbosch;
- Wassenaar buitengebied.

We hebben de buurt de Paauw opgedeeld in noord en zuid vanwege het duidelijke onderscheid in bebouwing: de bebouwing in noord komt overeen met de nabijgelegen buurten Dorp Wassenaar en De Deijl, en zuid komt overeen met de nabijgelegen breder uitgelegde wijken. In Figuur 10 staat een potentiële indeling van de buurt de Paauw in de buurtclustering. Het is uiteraard mogelijk deze indeling te herzien als dit gewenst blijkt.

Figuur 10 - Potentiële indeling De Paauw in buurtclustering



Bron: bewerkte screenshot uit VNG DEGO viewer.

In de verschillende handelingsperspectieven spreken we van de Standaard en streefwaarden van de Rijksoverheid. Tekstbox 4 geeft hierover meer informatie.

Tekstbox 4 - Standaard en streefwaarden

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat er een 'Standaard' (in kWh/m²/jaar) met bijbehorende streefwaarden voor individuele bouwdelen (zoals muren, vloer en glas) komt voor het isolatieniveau van woningen. De Standaard moet woningeigenaren, verhuurders en particulieren meer duidelijkheid geven over wat als goede en toekomstbestendige woningisolatie wordt beschouwd. Met isoleren naar de Standaard worden woningen voorbereid op verwarming met lagere temperaturen dan nu gebruikelijk is.

In de kamerbrief over de Standaard voor woningisolatie van 18 maart 2021 (MinBZK, 2019) staat dat wanneer woningen worden geïsoleerd volgens de voorgestelde Standaard, dit betekent dat woningen van na 1945 geschikt zijn voor verwarming met warmte van 50°C. Bij oudere woningen ontbreekt vaak een spouwmuur, waardoor verduurzamen tot dat niveau meer kostbaar en ingrijpend is. Voor woningen van voor 1945 geldt daarom een lagere standaard, namelijk isoleren tot een niveau dat deze woningen kunnen worden verwarmd met warmte van 70°C.

Woningen die gebouwd zijn na 1992 voldoen over het algemeen al aan de Standaard. Voor woningen die gebouwd zijn tussen 1945 en 1992 leidt de Standaard niet bij alle warmtetechnieken tot de meest kostenoptimale oplossing (zowel nationale als eindgebruikerskosten). De Standaard en streefwaarden zijn (nog) niet verplicht. De gemeente kan deze al wel gebruiken bij de voorlichting van woningeigenaren.

Cluster: Wassenaar Centrum

Dit cluster omvat de buurten Dorp Wassenaar, De Deijl en de Pauw (Noord)

Centrum Wassenaar is (vergeleken met andere delen van Wassenaar) relatief dicht bebouwd met veel rijwoningen en appartementen. Het grootste deel van de woningen komt uit de bouwperiode voor/rond 1945, met uitzondering van het woonblok in het zuidwesten van de buurt Dorp Wassenaar. Het isolatieniveau van de woningen loopt uiteen. Veel woningen hebben label E of slechter, maar er zijn ook woningen die al een beter label hebben.

In dit cluster is er geen eenduidige oplossingsrichting. De nationale kosten van de technieken elektrische warmtepomp en MT-warmtenet zijn vergelijkbaar. Een MT-warmtenet heeft in dit cluster de laagste kosten voor de eindgebruiker. Dit geeft echter geen garantie dat een warmtenet haalbaar is. De aanleg van een warmtenet hangt af van veel factoren, bijvoorbeeld of er een geschikte bron is en of het financieel haalbaar is.

Dit cluster bestaat voor ongeveer 30% uit corporatiewoningen. Woningcorporaties zijn verantwoordelijk voor grootschalige renovaties. Huurders kunnen de renovatieplannen opvragen bij hun woningcorporatie. Daarnaast kunnen zij zelf aan de slag met energie besparen door slim met de verwarming om te gaan en door het nemen van kleine energiebesparende maatregelen, zoals tochtstrips en een waterbesparende douchekop.

Woningeigenaren kunnen stappen ondernemen om de woning beter te isoleren, bij voorkeur op natuurlijke momenten zoals een verbouwing of verhuizing. Woningen kunnen worden geïsoleerd volgens de Standaard. Woningeigenaren kunnen voor isolatieadvies terecht bij het Duurzaam Bouwloket. Eigenaren van monumentale panden kunnen daarnaast ook advies inwinnen bij De Groene Grachten over de mogelijkheden. In een slecht geïsoleerde hoekwoning verdienen de meeste isolatiemaatregelen zich binnen 4 (isoleren spouwmuur)

tot 10 (vervangen enkel glas door HR++ glas) jaar terug (MilieuCentraal, lopend-a). In goed geïsoleerde woningen is het belangrijk om actief te ventileren, met bijvoorbeeld balansventilatie of CO₂-gestuurde ventilatie. Andere duurzame stappen zijn eigen opwek van duurzame energie zoals met zonnepanelen of een zonneboiler.

De laatste stap is de overstap naar een duurzame warmtetechniek. De gemeente zal in de transitievisie warmte en later in de buurtplannen meer informatie geven over de oplossingsrichting in de buurt. Als de plannen richting een collectieve oplossing gaan, is het niet nodig om nu al voor een andere verwarmingstechniek te kiezen. Als de plannen richting een individuele oplossing gaan, zijn er een aantal mogelijkheden. Woningeigenaren die nog niet op het juiste isolatieniveau zitten, kunnen kiezen voor een hybride warmtepomp als tussenoplossing. Een hybride warmtepomp bespaart op het gasverbruik en is ook al toe te passen bij woningen die nog niet goed geïsoleerd zijn. De woningeigenaar kan dan op het eigen tempo isoleren naar een LT-niveau (dit betekent dat verwarming mogelijk is op 50 graden). Woningeigenaren die al wel op het juiste isolatieniveau zitten, kunnen in plaats van een hybride warmtepomp kiezen voor een volledig elektrische warmtepomp. In combinatie met elektrisch koken is de woning dan aardgasvrij.

Cluster: Wassenaar Noord

Dit cluster omvat de buurten Zijlwatering en haven, Groot Deijleroord en Ter Weer, Weteringpark en Oostdorp

De cluster Wassenaar Noord is relatief dicht bebouwd met veel rijwoningen en appartementen. Het grootste deel van de woningen is gebouwd na 1945. Gemiddeld genomen is het isolatieniveau redelijk tot goed: de meeste woningen hebben een energielabel tussen A en D. Slechts enkele gebouwen hebben een slechter energielabel. Oostdorp bevat relatief de oudste bebouwing: hier staan ook een paar blokken met vooroorlogse woningen. Verder zijn er in dit cluster veel corporatiewoningen: het corporatiebezit in de buurten ligt tussen de 31 en 63%.

De elektrische warmtepomp is de warmtetechniek met de laagste nationale kosten, al is het verschil in nationale kosten met de andere warmtetechnieken niet groot. Wat betreft de eindgebruikerskosten scoort het warmtenet juist beter. Al met al komt er geen eenduidige oplossingsrichting uit voor dit buurtcluster. Zowel individuele warmtepompen als een MT-warmtenet lijken geschikt. Wel is het zo dat het gemiddelde isolatieniveau in deze buurten hoger ligt dan in de rest van de gemeente.

Dit cluster bestaat voor ongeveer 30% uit corporatiewoningen. Woningcorporaties zijn verantwoordelijk voor grootschalige renovaties. Met name in Zijlwatering en haven en in Oostdorp zijn de woningcorporaties in Wassenaar bezig (geweest) hun bezit te verduurzamen naar label A of B. Huurders kunnen de renovatieplannen opvragen bij hun woningcorporatie. Daarnaast kunnen zij zelf aan de slag met energie besparen door slim met de verwarming om te gaan en door het nemen van kleine energiebesparende maatregelen, zoals tochtstrips en een waterbesparende douchekop.



Woningeigenaren kunnen stappen ondernemen om de woning beter te isoleren, bij voorkeur bij natuurlijke momenten zoals een verbouwing of verhuizing. Woningen kunnen worden geïsoleerd volgens de Standaard. Woningeigenaren kunnen voor isolatieadvies terecht bij het Duurzaam Bouwloket. Eigenaren van monumentale panden kunnen daarnaast ook advies inwinnen bij De Groene Grachten over de mogelijkheden. Ook in woningen die al in enige mate geïsoleerd zijn, valt nog veel te besparen: zo'n € 600 per jaar bij isolatie van dak, vloer, muren en ramen (Milieu Centraal, sd). In goed geïsoleerde woningen is het belangrijk om actief te ventileren, met bijvoorbeeld balansventilatie of CO₂-gestuurde ventilatie. Andere duurzame stappen zijn eigen opwek van duurzame energie zoals met zonnepanelen of een zonneboiler.

De laatste stap is de overstap naar een duurzame warmtetechniek. De gemeente zal in de transitievisie warmte en later in de buurtplannen meer informatie geven over de oplossingsrichting in de buurt. Als de plannen richting een collectieve oplossing gaan, is het niet nodig om nu al voor een andere verwarmingstechniek te kiezen. Als de plannen richting een individuele oplossing gaan, zijn er een aantal mogelijkheden. Woningeigenaren die nog niet op het juiste isolatieniveau zitten, kunnen kiezen voor een hybride warmtepomp als tussenoplossing. Een hybride warmtepomp bespaart op het gasverbruik en is ook al toe te passen bij woningen die nog niet goed geïsoleerd zijn. De woningeigenaar kan dan op het eigen tempo isoleren naar een LT-niveau (dit betekent dat verwarming mogelijk is op 50 graden). Woningeigenaren die al wel op het juiste isolatieniveau zitten, kunnen in plaats van een hybride warmtepomp kiezen voor een volledig elektrische warmtepomp. In combinatie met elektrisch koken is de woning dan aardgasvrij.

Cluster: Breder uitgelegde buurten

Dit cluster omvat de buurten Nieuw Wassenaar, Oud Wassenaar, De Kieviet, De Paauw (zuid), Drie Papegaaien, Oud-Clingendaal, Rijksdorp met de Pan, Duindigt met Groenendaal

Wassenaar Zuid bestaat voornamelijk uit breder uitgelegde buurten met vrijstaande woningen. Een groot deel van de woningen is vooroorlogse bouw, waarbij de meeste woningen slecht geïsoleerd zijn (label E t/m G). Er zijn in dit cluster (nagenoeg) geen corporatiewoningen.

In dit cluster zijn de nationale kosten van collectieve warmtetechnieken veel hoger dan de nationale kosten van individuele warmtetechnieken. De eindgebruikerskosten van een MT-warmtenet zijn echter wel lager dan de eindgebruikerskosten van een elektrische warmtepomp. In de berekeningen van de eindgebruikerskosten zijn de infrastructuurkosten echter niet meegenomen. Deze infrastructuurkosten zijn zo hoog, dat het vanuit het perspectief van een warmteleverancier niet rendabel is om een warmtenet aan te leggen. Dit komt doordat de woningen ver uit elkaar liggen en vaak ook ver van de straat af staan. Dit zorgt ervoor dat de aanleg van een warmtenet zeer kostbaar.

Woningeigenaren kunnen stappen ondernemen om de woning beter te isoleren, bij voorkeur bij natuurlijke momenten zoals een verbouwing of verhuizing. Woningen kunnen worden geïsoleerd volgens de Standaard. Woningeigenaren kunnen voor isolatieadvies terecht bij het Duurzaam Bouwloket. Eigenaren van monumentale panden kunnen daarnaast ook advies inwinnen bij De Groene Grachten over de mogelijkheden. In een slecht geïsoleerde hoekwoning verdienen de meeste isolatiemaatregelen zich binnen 4 (isoleren spouwmuren) tot 10 (vervangen enkel glas door HR++ glas) jaar terug (MilieuCentraal, lopend-a). In goed geïsoleerde woningen is het belangrijk om actief te ventileren, met bijvoorbeeld



balansventilatie of CO₂-gestuurde ventilatie. Andere duurzame stappen zijn eigen opwek van duurzame energie zoals met zonnepanelen of een zonneboiler.

In dit cluster kunnen woningeigenaren aan de slag met individuele warmtetechnieken. Op de korte termijn ligt een hybride warmtepomp het meest voor de hand voor woningen die nog niet goed geïsoleerd zijn. Met een hybride warmtepomp is het mogelijk om al flink op het gasverbruik te besparen. Een hybride warmtepomp verdient zich in een gemiddelde hoekwoning in 7-11 jaar terug.²³ In de tijd dat de hybride warmtepomp meegaat, kunnen woningeigenaren hun woning stapsgewijs isoleren. Dit levert niet alleen een beter isolatieniveau op, maar ook meer comfort in de woning. Woningen die al zeer goed geïsoleerd zijn, kunnen overstappen op een volledig elektrische warmtepomp. De aanschafkosten van een elektrische luchtwarmtepomp liggen tussen de € 6.500 en € 14.000 (Milieucentraal, lopend). Voor verwarmen met een elektrische warmtepomp is een LT-afgiftesysteem nodig, bijvoorbeeld LT-radiatoren of vloerverwarming.

Cluster: Kerkehout en Klingenbosch

Dit cluster omvat de buurten Kerkehout en Klingenbosch

Kerkehout en Klingenbosch zijn beide kleinere (dorps)kernen in Wassenaar Zuid en wat dichter bebouwd dan de omliggende buurten. Een groot deel van Kerkehout bestaat uit corporatiewoningen, namelijk ruim 60%. In Klingenbosch ligt geen corporatiebezit. De woningen bestaan uit een mix van bouwperiodes en energielabels. Er staan vooroorlogse woningen, woningen uit de jaren '50, de jaren '80 en recentere bouw van na 1995. Dit betekent ook dat de energielabels uiteen lopen. De recente woningen hebben goede energielabels. De wat oudere woningen zijn gemixt: sommige woningen hebben waarschijnlijk al renovaties ondergaan waardoor ze rond label C zitten, terwijl andere woningen nog een minder goed label hebben (E-G).

In Kerkehout en Klingenbosch is er geen eenduidige voorkeurstechiek. De nationale kosten en de eindgebruikerskosten van de elektrische warmtepomp en het MT-warmtenet liggen dicht bij elkaar. De nationale kosten zijn wat lager bij een elektrische warmtepomp. In Kerkehout liggen de eindgebruikerskosten van een warmtepomp en een MT-warmtenet dicht bij elkaar; in Klingenbosch zijn de eindgebruikerskosten voor een warmtepomp wel wat hoger.

Een LT-warmtenet is duidelijk duurder dan de andere warmtetechnieken. Wat betreft impact in de woning en de realisatietijd lijkt een MT-net wel wat gunstiger dan een elektrische warmtepomp. Al met al komt er geen duidelijke voorkeurstechiek naar voren.

In Kerkehout liggen veel corporatiewoningen. Dit cluster bestaat voor ongeveer 30% uit corporatiewoningen. Woningcorporaties zijn verantwoordelijk voor grootschalige renovaties. In Kerkehout zijn de woningcorporaties in Wassenaar bezig (geweest) hun bezit te verduurzamen naar label A of B. Huurders kunnen de renovatieplannen opvragen bij hun woningcorporatie. Daarnaast kunnen zij zelf aan de slag met energie besparen door slim met de verwarming om te gaan en door het nemen van kleine energiebesparende maatregelen, zoals tochtstrips en een waterbesparende douchekop.

²³ Aanschafkosten hybride warmtepomp (zonder cv-ketel): € 3.600-4.600. Subsidie: € 1.500-1.800. Gemiddelde jaarlijkse besparing op de energierekening: € 270 (MilieuCentraal, lopend-b). Dit is een grove indicatie en kan voor verschillende woningtypen flink afwijken. De precieze besparing is afhankelijk van meerdere factoren, zoals het woningtype, het isolatieniveau, huishoudensgrootte en stookgedrag.



Woningeigenaren kunnen stappen ondernemen om de woning beter te isoleren, bij voorkeur bij natuurlijke momenten zoals een verbouwing of verhuizing. Woningen kunnen worden geïsoleerd volgens de Standaard. Woningeigenaren kunnen voor isolatieadvies terecht bij het Duurzaam Bouwloket. Eigenaren van monumentale panden kunnen daarnaast ook advies inwinnen bij De Groene Grachten over de mogelijkheden. In een slecht geïsoleerde hoekwoning verdienen de meeste isolatiemaatregelen zich binnen 4 (isoleren spouwmuren) tot 10 (vervangen enkel glas door HR++ glas) jaar terug. Ook in woningen die matig geïsoleerd zijn, valt nog veel te besparen: zo'n € 600 per jaar bij isolatie van dak, vloer, muren en ramen (MilieuCentraal, lopend-a). In goed geïsoleerde woningen is het belangrijk om actief te ventileren, met bijvoorbeeld balansventilatie of CO₂-gestuurde ventilatie. Andere duurzame stappen zijn eigen opwek van duurzame energie zoals met zonnepanelen of een zonneboiler.

De laatste stap is de overstap naar een duurzame warmtetechniek. De gemeente zal in de transitievisie warmte en later in de buurtplannen meer informatie geven over de oplossingsrichting in de buurt. Als de plannen richting een collectieve oplossing gaan, is het niet nodig om nu al voor een andere verwarmingsmethode te kiezen. Als de plannen richting een individuele oplossing gaan, zijn er een aantal mogelijkheden.

Woningeigenaren die nog niet op het juiste isolatieniveau zitten, kunnen kiezen voor een hybride warmtepomp als tussenoplossing. Een hybride warmtepomp bespaart op het gasverbruik en is ook mogelijk bij lagere isolatieniveaus. De woningeigenaar kan dan op het eigen tempo isoleren naar een lagetemperatuurniveau (dit betekent dat verwarming mogelijk is op 50 graden).

Woningeigenaren die al wel op het juiste isolatieniveau zitten, kunnen in plaats van een hybride warmtepomp kiezen voor een volledig elektrische warmtepomp. In combinatie met elektrisch koken is deze woning dan aardgasvrij.

Cluster: Wassenaar buitengebied

Dit cluster omvat de buurten Maaldrift, Meijendel, Eikenhorst, Raaphorst en Poldergebied, Duinrell, Wassenaarse Slag

Wassenaar buitengebied bestaat uit de buurten rondom Wassenaar en Maaldrift. In deze buurten staan weinig woningen en de afstand tussen de woningen is over het algemeen groot (met uitzondering van Maaldrift). Verder bestaat dit cluster vooral uit natuurgebied en poldergebied. De huizen die er staan hebben diverse bouwperiodes en energielabels. Een groot deel van de woningen heeft een laag energielabel (E-G) en heeft een relatief hoge warmtevraag.

Vanwege het lage aantal woningen en de afstand tussen de woningen ligt een individuele oplossing duidelijk het meest voor de hand. Dit zien we terug in de nationale kosten: de nationale kosten van collectieve zijn meer dan 50% hoger dan die van een individuele warmtepomp. Als we enkel naar de eindgebruikerskosten kijken zien we dat individuele warmtepompen wel hogere kosten hebben een warmtenet. Dit komt omdat in de eindgebruikerskosten de kosten van infrastructuur niet zijn meegenomen. In de praktijk betekent dit echter dat een warmtenet niet realistisch is vanwege de zeer hoge kosten voor een warmtenet in het buitengebied.

Woningeigenaren kunnen stappen ondernemen om de woning beter te isoleren, bij voorkeur bij natuurlijke momenten zoals een verbouwing of verhuizing. Woningen kunnen worden

geïsoleerd volgens de Standaard. Woningeigenaren kunnen voor isolatieadvies terecht bij het Duurzaam Bouwloket. Eigenaren van monumentale panden kunnen daarnaast ook advies inwinnen bij De Groene Grachten over de mogelijkheden. In een slecht geïsoleerde hoekwoning verdienen de meeste isolatiemaatregelen zich binnen 4 (isoleren spouwmuren) tot 10 (vervangen enkel glas door HR++ glas) jaar terug (MilieuCentraal, lopend-a). In goed geïsoleerde woningen is het belangrijk is om goed te ventileren, met bijvoorbeeld balansventilatie of CO₂-gestuurde ventilatie. Andere duurzame stappen zijn eigen opwek van duurzame energie zoals met zonnepanelen of een zonneboiler.

In dit cluster kunnen woningeigenaren aan de slag met individuele warmtetechnieken. Op de korte termijn ligt een hybride warmtepomp het meest voor de hand voor woningen die nog niet goed geïsoleerd zijn. Met een hybride warmtepomp is het mogelijk om al flink op het gasverbruik te besparen. Een hybride warmtepomp verdient zich in een gemiddelde hoekwoning in 7-11 jaar terug.²⁴ In de tijd dat de hybride warmtepomp meegaat, kunnen woningeigenaren hun woning stapsgewijs isoleren. Dit levert niet alleen een beter isolatieniveau op, maar ook meer comfort in de woning. Woningen die al zeer goed geïsoleerd zijn, kunnen overstappen op een volledig elektrische warmtepomp. De aanschafkosten van een elektrische luchtwarmtepomp liggen tussen de € 6.500 en 14.000 (MilieuCentraal, lopend-c). Voor verwarmen met een elektrische warmtepomp is een LT-afgiftesysteem nodig, bijvoorbeeld LT-radiatoren of vloerverwarming.

De buurt Meijndel komt naar voren als mogelijke startbuurt. In deze buurt kan de gemeente met betrokkenen aan de slag om buurtplannen op te stellen.

Samenvatting

Tabel 36 vat de bevindingen uit dit hoofdstuk samen.

Tabel 36 - Buurtclusters, hun overeenkomende kenmerken en oplossingsrichting, en daaruit volgend het handelingsperspectief per buurtcluster

Buurtcluster	Overeenkomende kenmerken	Oplossingsrichting/ voorkeurswarmtetechniek	Handelingsperspectief
Wassenaar Centrum: – Dorp Wassenaar – De Deijl – De Pauw (noord)	<ul style="list-style-type: none"> – Hoge dichtheid bebouwing, veel rijwoningen en appartementen – Bouwjaar: grotendeels voor 1945, behalve een aantal woonblokken in Dorp Wassenaar – Woninglabels: hoog aantal E, F, G, klein blok met C – Relatief laag energieverbruik 	Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk. Warmtenet heeft de voorkeur vanuit oogpunt eindgebruikerskosten. Veel vooroorlogs, slecht geïsoleerd. Er valt dus veel CO ₂ -winst te behalen in deze buurten. Het isoleren van vooroorlogse woningen is	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.

²⁴ Aanschafkosten hybride warmtepomp (zonder cv-ketel): € 3.600-4.600. Subsidie: € 1.500-1.800. Gemiddelde jaarlijkse besparing op de energierekening: € 270 (MilieuCentraal, lopend-b). Dit is een grove indicatie en kan voor verschillende woningtypen flink afwijken. De precieze besparing is afhankelijk van meerdere factoren, zoals het woningtype, het isolatieniveau, huishoudensgrootte en stookgedrag.



Buurtcluster	Overeenkomende kenmerken	Oplossingsrichting/ voorkeurswarmtetechniek	Handelingsperspectief
		uitdagender dan andere woningen.	
<p>Wassenaar Noord:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zijlwatering en haven – Groot Deijleroord en Ter Weer – Weteringpark – Oostdorp 	<ul style="list-style-type: none"> – Hoge dichtheid bebouwing, veel rijwoningen en appartementen – Bouwjaar: na 1945 – Woninglabels: hoog aantal A - D – Relatief laag energieverbruik – Veel corporatiebezit 	<p>Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk. Gemiddeld isolatieniveau is beter dan in de meeste andere buurten in Wassenaar.</p> <p>Oostdorp: veel vooroorlogs, maar gemiddeld isolatieniveau niet slecht. Hoog aandeel corporatiebezit. Daarom bij deze cluster.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
<p>Breder uitgelegde buurten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nieuw Wassenaar – Oud Wassenaar – De Kieviet – De Paauw (zuid) – Drie Papegaaien – Oud-Clingendaal – Rijksdorp met de Pan – Duindigt met Groenendaal 	<ul style="list-style-type: none"> – Breder uitgelegde buurten – Bouwjaar: hoog aantal voor 1945 – Woninglabels: hoog aantal E, F, G – Relatief hoog energieverbruik 	<p>Bewoners kunnen aan de slag met individuele warmtetechnieken. Een warmtenet is geen realistische optie in deze buurten, de afstand tussen de gebouwen is namelijk groot waardoor een businesscase voor een warmtenet moeilijk rond te krijgen is.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Hybride warmtepomp als (tussen)oplossing voor woningen met een laag isolatieniveau. – Een elektrische warmtepomp voor woningen met een goed isolatieniveau.
<p>Kerkehout en Klingenbosch</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Hoge dichtheid bebouwing, veel rijwoningen en appartementen – Bouwjaar: na 1945 – Woninglabels: B, F, Snel richting B in verband met grootschalige renovatie – Relatief laag energieverbruik – Veel corporatiebezit 	<p>Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
<p>Wassenaar buitengebied</p> <ul style="list-style-type: none"> – Meijendel – Eikenhorst – Raaphorst en Poldergebied 	<ul style="list-style-type: none"> – Buitengebied – Zeer lage dichtheid – Veel afstand tussen de woningen – Woninglabels: hoog aantal E, F, G 	<p>Bewoners kunnen aan de slag met individuele warmtetechnieken. Een warmtenet is geen realistische optie in deze buurten, de afstand tussen</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De



Buurtcluster	Overeenkomende kenmerken	Oplossingsrichting/ voorkeurswarmtetechniek	Handelingsperspectief
<ul style="list-style-type: none"> – Duinrell en Wassenaarse Slag – Maaldrift 	<ul style="list-style-type: none"> – Relatief hoog energieverbruik 	<p>de gebouwen is namelijk groot waardoor een businesscase voor een warmtenet moeilijk rond te krijgen is.</p>	<p>Groene Grachten voor monumenten.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Hybride warmtepomp als (tussen)oplossing voor woningen met een laag isolatieniveau. – Een elektrische warmtepomp voor woningen met een goed isolatieniveau. – Meijndel is een startbuurt, hier kan de gemeente met betrokkenen een buurtplan gaan opstellen.

9 Conclusies

In deze technisch-economische analyse hebben we onderzocht hoe de gebouwde omgeving in Wassenaar CO₂-neutraal verwarmd kan worden, door aardgasvrij te worden. Hierbij stonden de volgende vragen centraal:

1. Welke warmtebronnen en energiedragers zijn beschikbaar voor de gemeente Wassenaar?
2. Wat zijn de kosten, zowel nationale als eindgebruikerskosten, van de alternatieven voor aardgas?
3. Wat is de impact van aardgasvrije warmtetechnieken op de woningen en gebouwen, en welke gevolgen hebben deze warmtetechnieken op de openbare en ondergrondse ruimte?
4. Welke kansen om te starten zijn er in de warmtetransitie in de gemeente Wassenaar?
5. Welke route (fasering) in de buurtaanpak is mogelijk om in 2050 volledig aardgasvrij te zijn?
6. Welk handelingsperspectief kan de gemeente Wassenaar haar inwoners bieden voor de periode tot 2030?

De technisch-economische analyse vormt de eerste stap richting het opstellen van de TVW en kan gebruikt worden als input voor het participatietraject. In dit hoofdstuk presenteren we per deelvraag onze belangrijkste conclusies.

9.1 Beschikbare warmtebronnen en energiedragers voor de gemeente Wassenaar

De potentie van warmtebronnen in Wassenaar is beperkt

In Wassenaar zijn geen warmtebronnen aanwezig met een temperatuur van meer dan 70° C. De enige warmtebronnen van hogere temperatuur in de regio Wassenaar zijn geothermie en mogelijk warmte vanuit het regionale warmtenet richting Leiden (WarmtelinQ+). De beschikbaarheid van deze warmtebronnen is echter nog onzeker. Hoewel geothermie een goede theoretische potentie heeft, zijn de mogelijkheden voor het plaatsen van een boring beperkt. Dit komt door de grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied in Wassenaar. Verder onderzoek kan uitwijzen of geothermie een kansrijke warmtebron is voor de gemeente Wassenaar.

Er is nog geen definitief besluit genomen over het realiseren van een warmtenet richting Leiden. Deze leiding, WarmtelinQ+, is mogelijk interessant voor Wassenaar. Echter, een MT-warmtenet komt in Wassenaar niet overtuigend als een oplossing naar voren. Nader onderzoek is nodig om deze kansen verder te onderzoeken.

Lagetemperatuur (LT) warmtebronnen die in Wassenaar benut kunnen worden zijn zonthermie en thermische energie uit drinkwater (TED). De inzet van bodemenergie, als eigen warmtebron of voor de opslag van deze warmtebronnen, wordt beperkt door de aanwezige verbods- en aandachtsgebieden voor de ondergrond. Bodemenergie valt in de hele gemeente onder een aandachtsgebied, maar is niet op voorhand verboden in het (zuid)oostelijke deel van Wassenaar. Voor een goedwerkend LT-warmtenet is opslag in een bodemenergiesysteem vaak een belangrijk onderdeel.

Groengas en waterstof voorlopig niet beschikbaar voor verduurzaming gebouwde omgeving

Het Rijk heeft aangegeven dat de energiedragers groengas en waterstof zeker tot 2030 geen significante rol kunnen spelen in de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Ook is de toekomstige beschikbaarheid en prijs van deze gassen zeer onzeker. Het Rijk geeft aan dat zij verwachten dat deze gassen na 2030 voor de gebouwde omgeving waarschijnlijk alleen een logische optie zijn als er geen andere reële warmtealternatieven voorhanden zijn (Ministerie van BZK, 2021). In deze studie zijn bij het bekijken van het handelingsperspectief en de startbuurten daarom de technieken op groengas en waterstof grotendeels buiten beschouwing gelaten. De hybride warmtepomp is wel actief bekeken als tussenoplossing.

9.2 Nationale en eindgebruikerskosten van de aardgasvrije warmte-technieken

In deze studie is gekeken naar de nationale en de eindgebruikerskosten van de aardgasvrije warmtetechnieken.

- Nationale kosten zijn de totale kosten voor de maatschappij van alle maatregelen die nodig zijn om ergens (bijvoorbeeld in een buurt) over te stappen op een aardgasvrije warmtetechniek, ongeacht wie die kosten betaalt. Dit zijn de kosten over de gehele keten: productie, distributie, gebouwmaatregelen en consumptie.
- Eindgebruikerskosten zijn alle kosten die een bewoner of pandeigenaar betaalt voor de omschakeling naar aardgasvrij verwarmen. De eindgebruikerskosten bestaan uit investeringskosten (onder andere aanschaf van installaties en isolatie) en doorlopende kosten (bijvoorbeeld de energierekening).

Deze twee verschillende manieren om naar warmtetechnieken te kijken laten een drietal lessen zien:

Aardgas nog het goedkoopst

Bij zowel de nationale als eindgebruikerskosten blijkt dat het blijven verwarmen op aardgas de goedkoopste oplossing is. Dit komt doordat alle infrastructuur al aanwezig is, en er niets aan woningen aangepast hoeft te worden. Echter, wegens het klimaatprobleem hebben wij in Nederland afgesproken dat we van het aardgas af moeten. Dit kan, op dit moment, nog niet zonder aanvullende investeringen.

Nationale kosten: aanleggen warmtenetten in dunbebouwde gebieden niet haalbaar

We zien dat de dunbebouwde gebieden in Wassenaar vanuit het oogpunt van de nationale kosten een duidelijke voorkeur hebben voor individuele warmtetechnieken. De infrastructuurkosten van een warmtenet zijn in deze buurten namelijk erg hoog omdat de afstand tussen gebouwen groot is. In de dichter bebouwde gebieden lijken nog meerdere opties mogelijk.



Eindgebruikerskosten: middentemperatuurwarmtenet in alle buurten de goedkoopste gasvrije warmtetechniek

Van de gasvrije warmtetechnieken is Strategie 2 (MT-net) voor de meeste buurten de optie met de laagste kosten voor de eindgebruiker. Dit wil echter niet zeggen dat er ook een businesscase te vormen is voor het aanleggen van zo'n warmtenet. Dat zien we ook terug bij de analyse van de nationale kosten, waar duidelijk is dat in veel buurten de kosten voor het aanleggen van de infrastructuur erg hoog zijn.

9.3 Ruimtelijke impact van warmtetechnieken

Impact in het gebouw: laagtemperatuurwarmtetechnieken nemen de meeste ruimte in

Wat betreft impact in de woning of het gebouw, nemen warmtetechnieken op LT-niveau de meeste ruimte in. Het gaat dan bijvoorbeeld om een warmtepomp, boiler en soms ook buffervat. Ook zijn meestal aanpassingen aan het isolatieniveau en warmteafgiftesysteem nodig. MT- en HT-netten nemen juist wat minder ruimte in de woning in dan de cv-ketel, en vereisen bovendien minder aanpassingen.

Met name bij gestapelde bouw waar momenteel met collectieve blokverwarming wordt verwarmd (zonder individuele gasketels), nemen individuele warmtetechnieken veel extra ruimte in. Hier ligt een collectieve warmtepomp dan ook meer voor de hand. Ook kunnen deze gebouwen doorgaans eenvoudig en met relatief lage kosten op een warmtenet worden aangesloten (Rotterdam Engineering, 2019).

Impact op de openbare en ondergrondse ruimte

Impact van het verzwaren van het elektriciteitsnet

In de buurten die overstappen op verwarmen met elektrische warmtepompen, groeit de elektriciteitsvraag. De elektrische warmtepomp wordt niet alleen gebruikt als individuele warmtetechniek, maar ook in combinatie met een laagtemperatuurwarmtenet. Ook zonnepanelen en elektrische laadpalen vragen extra capaciteit op het elektriciteitsnet.

Netverzwaring is dan ook vrijwel altijd nodig in buurten die voor verwarming gebruik gaan maken van een elektrische warmtepomp (individuele elektrische warmtepomp of LT-warmte-net). In dat geval is er ruimte in de boven- en ondergrond nodig.

Impact van het aanleggen van warmtenetten

Voor het aanleggen van warmtenetten is ruimte nodig in de ondergrond. Dit kan met name een uitdaging zijn in dichtbebouwde historische centra. Voor het aanleggen van de leidingen moet de straat opengebrouwen worden.

Smal opgezette, relatief oude buurten zijn minder geschikt voor het aanleggen van warmtenetten. In de buurten De Deijl en Oostdorp zien we relatief veel vooroorlogse woningen. Ook zijn beide buurten niet ruim opgezet, waardoor het aanleggen van warmtenetten problemen op kan leveren.



9.4 Kansen om met de warmtetransitie te starten

We hebben onderzocht welke buurten kansrijk zijn om een start te maken met de warmtetransitie. We schatten dat ten minste vijf jaar nodig zijn voor planvorming, participatietrajecten en voorbereiding voordat de gemeente daadwerkelijk kan beginnen met het van gas halen van gebouwen in Wassenaar. Daarom kunnen we alleen de kansen benutten die plaatsvinden vanaf 2026.

We hebben de volgende kansen onderzocht:

- vervanging riolering;
- vervanging gasnetwerk;
- aandeel langetermijnrenovatie;
- aandeel nieuwbouw;
- aandeel corporatiebezit;
- kostenafstand individuele vs. collectieve optie.

Er zijn een beperkt aantal buurten in Wassenaar waarvoor meerdere kansen gelden. Als meest kansrijk (drie kansen) komt de buurt Verspreide huizen Meijndel naar voren. Daarnaast zijn er nog een aantal buurten waar zich een tweetal kansen samen voordoen.

De buurt Verspreide huizen Meijndel bevat weinig huizen, en hier is het gasnet aan vervanging toe. Uit de analyse komt een duidelijke voorkeur uit voor een individuele elektrische warmtepomp. Ook zijn er renovatieplannen voor meer dan 10% van de gebouwen in de buurt. De betaalbaarheid is nog wel een aandachtspunt: de kosten voor bewoners van verwarmen met een elektrische warmtepomp zijn twee keer hoger dan de kosten van verwarmen met een hr-ketel op aardgas.

9.5 Fasering

Op basis van deze analyse wordt geadviseerd om te kijken naar het aardgasvrij maken van de buurt Verspreide huizen Meijndel. Het totaal aantal woningequivalenten in deze buurten is slechts 31, en enkel deze buurt aanwijzen als startbuurt is mogelijk dus niet voldoende om het gewenste tempo te behalen. Voor andere startbuurten kan mogelijk worden aangesloten bij de renovatieplannen van de woningcorporaties in Dorp Wassenaar en Kerkehout. Een andere optie is om in te zetten op de buurten Duindigt met Groenendaal en Rijksdorp met De Pan.

Mocht uit het verdere traject blijken dat deze buurten toch niet worden geselecteerd als startbuurt, dan komen ze in de tweede fase (na 2030) aan de beurt.

Voor de buurten Nieuw-Wassenaar, De Paauw en Klingbosch zijn geen logische koppelingen gevonden. Het zou daarmee kunnen dat deze pas op de langere termijn (na 2045) aardgasvrij kunnen worden. Echter, de gemeente kan ook kiezen om eerder te starten met deze buurten.

9.6 Handelingsperspectief

Uiteraard betekent het niet dat buurten die pas in de tweede of derde fase aan de beurt komen, nu nog niet aan de slag kunnen. Deze studie geeft een eerste handelingsperspectief voor bewoners om aan de slag te gaan met hun woning. Hiervoor is gekeken naar adviezen voor gelijksoortige clusters van buurten. Deze buurtclusters zijn samengesteld op basis van

de overeenkomende buurtkenmerken en de oplossingsrichting. Op basis van deze kenmerken hebben we vijf buurtclusters samengesteld.

Tabel 37 op de volgende pagina geeft per buurtcluster weer:

- wat de **voorkeurs**techniek voor de betreffende buurt is als we rekening houden met de criteria uit het afwegingskader (nationale kosten, eindgebruikerskosten, ruimtebeslag in de woning, impact op de ondergrondse ruimte, realisatietijd).
- Wat het **handelingsperspectief** is voor de bewoners van de betreffende buurten.

Tabel 37 - buurtclusters, hun oplossingsrichting, en daaruit volgend het handelingsperspectief per buurtcluster

Buurtcluster	Oplossingsrichting/voorkeurs-warmtetechniek	Handelingsperspectief
<p>Wassenaar Centrum:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Dorp Wassenaar – De Deijl – De Pauw (noord) 	<p>Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk. Warmtenet heeft de voorkeur vanuit oogpunt eindgebruikerskosten. Veel vooroorlogs, slecht geïsoleerd. Er valt dus veel CO₂-winst te behalen in deze buurten. Het isoleren van vooroorlogse woningen is uitdagender dan andere woningen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
<p>Wassenaar Noord:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zijlwatering en haven – Groot Deijlroord en Ter Weer – Weteringpark – Oostdorp 	<p>Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk. Gemiddeld isolatieniveau is beter dan in de meeste andere buurten in Wassenaar.</p> <p>Oostdorp: veel vooroorlogs, maar gemiddeld isolatieniveau niet slecht. Hoog aandeel corporatiebezit. Daarom bij deze cluster.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
<p>Breder uitgelegde buurten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nieuw Wassenaar – Oud Wassenaar – De Kieviet – De Paauw (zuid) – Drie Papegaaien – Oud-Clingendaal – Rijksdorp met de Pan – Duindigt met Groenendaal 	<p>Bewoners kunnen aan de slag met individuele warmtetechnieken. Een warmtenet is geen realistische optie in deze buurten, de afstand tussen de gebouwen is namelijk groot waardoor een businesscase voor een warmtenet moeilijk rond te krijgen is.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Hybride warmtepomp als (tussen)oplossing voor woningen met een laag isolatieniveau. – Een elektrische warmtepomp voor woningen met een goed isolatieniveau.
<p>Kerkehout en Klingenbosch</p>	<p>Nationale kosten van een MT-warmtenet en warmtepomp liggen dicht bij elkaar. Er zijn dus nog verschillende opties mogelijk.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten.

Buurtcluster	Oplossingsrichting/voorkeurs-warmtetechniek	Handelingsperspectief
		<ul style="list-style-type: none"> – Wacht TVW en buurtplan af voor meer duidelijkheid over warmtetechniek.
Wassenaar buitengebied <ul style="list-style-type: none"> – Meijndel – Eikenhorst – Raaphorst en Poldergebied – Duinrell en Wassenaarse Slag – Maaldrift 	Bewoners kunnen aan de slag met individuele warmtetechnieken. Een warmtenet is geen realistische optie in deze buurten, de afstand tussen de gebouwen is namelijk groot waardoor een businesscase voor een warmtenet moeilijk rond te krijgen is.	<ul style="list-style-type: none"> – Woning isoleren volgens de Standaard. Voor isolatieadvies kunt u terecht bij Duurzaam Bouwloket of bij De Groene Grachten voor monumenten. – Hybride warmtepomp als (tussen)oplossing voor woningen met een laag isolatieniveau. – Een elektrische warmtepomp voor woningen met een goed isolatieniveau. – Meijndel is een startbuurt, hier kan de gemeente met betrokkenen een buurtplan gaan opstellen.

Literatuur

CE Delft, 2020a. Verkennend onderzoek zonthermie Zuid-Holland. Delft, CE Delft.

CE Delft, 2020b. Warmte in Wassenaar: Technisch-economisch advies t.b.v. Transitievisie Warmte. Delft, CE Delft.

CE Delft. lopend. *Alle warmtetechnieken voor bewoners* [Online]. Available: <https://www.ce.nl/warmtetechnieken> [Accessed 10 februari 2021].

ECW. 2020a. *Geothermie* [Online]. Available: <https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/geothermie+nieuw/default.aspx> [Accessed 7 mei 2021].

ECW, 2020b. Handreiking voor lokale analyse: Verrijking Startanalyse ten behoeve van de transitievisie warmte. Expertisecentrum Warmte (ECW).

EIB, 2021. Proeftuinen aardgasvrije wijken: Een maatschappelijk-economische analyse van de proeftuinen. Amsterdam, Economisch Instituut voor de Bouw (EIB).

Gasunie, 2021. Integraal Ontwerp Warmtetransport Zuid-Holland. Groningen, Gasunie.

IF Technology, 2016. Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem. Arnhem, IF Technology bv.

Itho Daalderop. 2013. *Booster warmtepomp (BWP) : Marktintroductie* [Online]. Schiedam: Itho Daalderop. Available: https://ithodaalderop.compano.com/Data/Environments/000001/Attachment/Bijlage/A02_Warmtepompen/A02_01_Grond/A02_01_03_Booster/A02_01_03_01_Booster/B01_04_PRT/Marktintroductie_BWP_def.pdf [Accessed].

Liander, 2020. Ruimte voor de Energietransitie. Arnhem, Liander NV.

Maas. 2021. Utrechtse woningen krijgen toch een nieuw gasnet. *Binnenlands Bestuur*, 27-05-2021.

MilieuCentraal. lopend-a. *Alles over Isoleren : Kosten en besparingen* [Online]. Available: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/alles-over-isoleren/#Kosten%20en%20besparingen> [Accessed 22-10 2020].

MilieuCentraal. lopend-b. *Hybride warmtepomp* [Online]. Available: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/hybride-warmtepomp/> [Accessed 28 januari 2021].

MilieuCentraal. lopend-c. *Volledige warmtepomp* [Online]. Available: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/> [Accessed 18 maart 2021].

MinBZK, 2019. Kamerbrief d.d. 18 maart 2021 : Standaard voor woningisolatie. Den Haag, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).

Ministerie van BZK, 2021. Stand van zaken Klimaatakkoord Gebouwde omgeving 12 januari 2021. Den Haag, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).

Ministerie van EZK, 2020. Kamerbrief over kabinetsvisie Waterstof. Den Haag, Rijksoverheid.

Netbeheer Nederland, 2019. Basisinformatie over energie-infrastructuur : opgesteld voor de Regionale Energie Strategieën. Den Haag, Netbeheer Nederland.



NPRES, 2020. Factsheet Warmte: Achtergrondinformatie per warmtebron. Nationaal Programma Regionale Energie Strategie (NPRES).

PBL, 2020. Startanalyse aardgasvrije buurten Versie 2020. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

PBL, 2021. Functioneel ontwerp Vesta MAIS 5.0. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Programma Aardgasvrije Wijken. 2021. *Vraag en antwoord* [Online]. Available: [https://www.aardgasvrijewijken.nl/vraag+en+antwoord/faqs/15+in+het+klimaat+akkoord+st+aat+de+doelstelling+van/default.aspx#:~:text=\(Een%20woning%20is%20gelijk%20aan,ander%20gebouwen%20over%20de%20gemeenten](https://www.aardgasvrijewijken.nl/vraag+en+antwoord/faqs/15+in+het+klimaat+akkoord+st+aat+de+doelstelling+van/default.aspx#:~:text=(Een%20woning%20is%20gelijk%20aan,ander%20gebouwen%20over%20de%20gemeenten). [Accessed 23 februari 2021].

Provincie Zuid-Holland. 2019. *Signaleringskaarten Bodem en Ondergrond* [Online]. Available: <http://www.signaleringskaarten.nl/> [Accessed 17 december 2019].

RES Rotterdam Den Haag, 2021a. RES 1.0: Regionale Energiestrategie Rotterdam Den Haag. RES Rotterdam Den Haag.

RES Rotterdam Den Haag, 2021b. Werking van warmtenetten. Barendrecht, RES Rotterdam Den Haag.

Rijkswaterstaat. 2021. *Klimaatmonitor: Gasverbruik Gebouwde Omgeving 2019 - Wassenaar* [Online]. Available: https://klimaatmonitor.databank.nl/Jive?workspace_guid=6bda2633-6400-44f2-96f1-d21e517822c3 [Accessed 7 mei 2021].

Rotterdam Engineering, 2019. Advies open warmtenet. Rotterdam, Rotterdam Engineering.

RVO. 2021a. *ISDE: Isolatiemaatregelen woningeigenaren* [Online]. Available: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/isde/woningeigenaren/voorwaarden-woningeigenaren/isolatiemaatregelen> [Accessed 26 maart 2021].

RVO. 2021b. *Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) voor verhuurders* [Online]. Available: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimuleringsregeling-aardgasvrije-huurwoningen-sah-voor-verhuurders> [Accessed 6 maart 2021].

RVO. lopend-a. *Subsidies & Financiering : Regeling Vermindering Verhuurderheffing - RVV* [Online]. Available: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/rvv> [Accessed 26 maart 2021].

RVO. lopend-b. *Warmteatlas* [Online]. Available: <https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2> [Accessed 7 mei 2021].

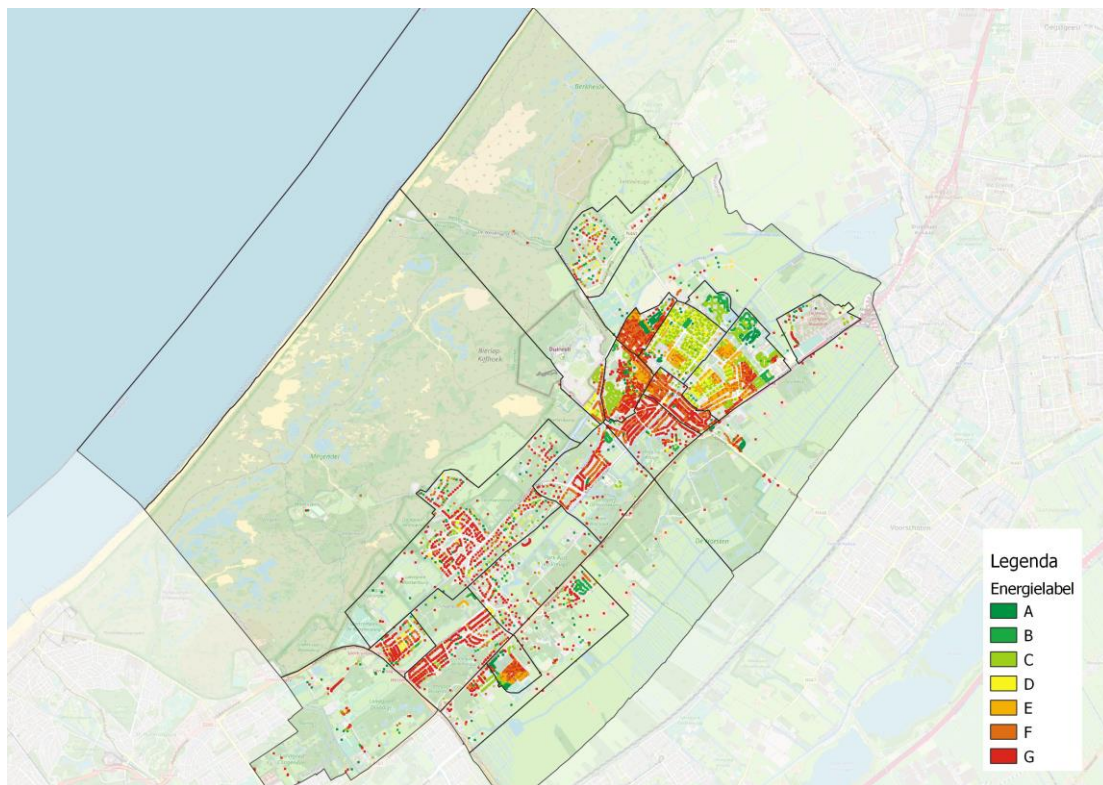
A Buurtindeling van Wassenaar

Figuur 11 - CBS-buurtindeling van de gemeente Wassenaar



B Energielabels van de woningen

Figuur 12 - Energielabels van de woningen in Wassenaar (voorlopig en definitief)



Bron: RVO energielabels verkregen via de DEGO-viewer (VNG).

C Subsidiebedragen eindgebruikerskosten

Hierna geven we de gehanteerde subsidiebedragen in de berekeningen van de eindgebruikerskosten.

C.1 Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) voor verhuurders

De SAH-regeling luidt als volgt. De SAH vergoedt 40% van de aanpassingen in de woning (in pandige woningkosten). U kunt maximaal € 1.200 per woning voor de in pandige woningkosten ontvangen. Dit is ook het maximale bedrag dat de SAH vergoedt voor huurwoningen die al op een warmtenet zijn aangesloten. De SAH vergoedt 30% van de aansluitkosten van een woning op een warmtenet. U kunt maximaal € 3.800 per woning voor de aansluitkosten ontvangen (RVO, 2021b).

Deze regeling is afhankelijk van de kosten van de ingrepen. Aan de hand van onze kentallen voor investeringskosten hebben we rekenwaarden bepaald, zie Tabel 38.

Tabel 38 - Rekenwaarden SAH-subsidie

Warmtenet	SAH-subsidie
LT-net	€ 2.685
MT-net	€ 1.701
HT-net	€ 1.485

C.2 Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE)

ISDE biedt subsidie aan woningeigenaren voor een zonneboiler, een warmtepomp, isolatiemaatregelen en aansluiting op een warmtenet. Deze regeling kan zowel worden aangevraagd door bewoner-eigenaren als door zakelijke gebruikers zoals bedrijven, woningcorporaties en VvE's.

De subsidie op warmtepompen is afhankelijk van het type en model warmtepomp. Op basis van de subsidietabel en Milieu Centraal hebben we rekenwaarden opgesteld (MilieuCentraal, lopend-c), zie Tabel 39.

Tabel 39 - Rekenwaarden ISDE-subsidie warmtepompen, alle bedragen zijn in €

Techniek	Appartement	Tussenwoning	Hoekwoning	2-onder-1-kapwoning	Vrijstaand
WP lucht	1.300	1.900	1.900	1.900	1.900
WP bodem	2.650	3.025	3.025	3.025	3.025
LT-net	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
WP hybride	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
WP hybride + isolatie MT	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
WP hybride + isolatie LT	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300

Tabel 40 - ISDE-subsidiebedragen voor woningisolatie

Isolatiemaatregel	Subsidie per m ²
Spouwmuur	€ 5
Dak	€ 20
Gevel	€ 25
Vloer	€ 7
Hoogrendementsglas	€ 35

Bron: (RVO, 2021a).

Tabel 41 - ISDE-subsidiebedragen voor aansluiting op een warmtenet

Type aanvraag	Subsidiebedrag
Bewoner-eigenaar	€ 3.325
VvE, maximaal 100 kW	€ 2.925
VvE, meer dan 100 kW tot en met 400 kW	€ 12.334
VvE, meer dan 400 kW	€ 21.906

C.3 Regeling Vermindering Verhuurdersheffing (RVV)

Sociale verhuurders met meer dan 50 huurwoningen komen in aanmerking voor de Regeling Vermindering Verhuurdersheffing. Dit betreft een fiscaal voordeel, in plaats van een subsidie. Deze vermindering staat in Tabel 42.

Tabel 42 - Vermindering verhuurdersheffing bij labelsprong

Huidig tabel	Nieuw label: > A++	Nieuw label A++	Nieuw label A+	Nieuw label A	Nieuw label B
A	€ 3.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
B	€ 3.000	€ 3.000	€ 0	€ 0	€ 0
C	€ 5.000	€ 3.000	€ 3.000	€ 0	€ 0
D	€ 5.000	€ 5.000	€ 3.000	€ 3.000	€ 0
E	€ 7.000	€ 5.000	€ 5.000	€ 3.000	€ 3.000
F	€ 7.000	€ 7.000	€ 5.000	€ 5.000	€ 3.000
G	€ 10.000	€ 7.000	€ 7.000	€ 5.000	€ 5.000

Bron: (RVO, lopend-a).

D Resultaten eindgebruikerskosten

De eindgebruikerskosten zijn berekend met het CEKER-model van CE Delft. De resultaten weerspiegelen de gemiddelde eindgebruikerskosten per buurt. Het resultaten doen géén uitspraak voor individuele bewoners. Verdere informatie staat in het rapport beschreven.

In deze bijlage zijn de totale kosten, de investeringen en de doorlopende kosten weergegeven. De investeringen zijn omgerekend naar jaarlijkse kosten met behulp van een afschrijvingstermijn van de specifieke maatregelen.

D.1 Referentie (gasgestookte cv-ketel)

Tabel 43 - Eindgebruikerskosten gasketel

Buurt	Buurtnaam	Jaarlijkse kosten (€/jaar)	Investerings exclusief subsidie (€)	Doorlopende kosten (€/jaar)
BU06290001	Oud-Wassenaar	€ 1.485	€ 2.284	€ 1.345
BU06290006	Kerkehout	€ 1.493	€ 2.001	€ 1.371
BU06290107	Maaldrift	€ 1.994	€ 2.284	€ 1.854
BU06290105	Groot Deijlroord en Ter Weer	€ 1.493	€ 2.170	€ 1.360
BU06290002	Nieuw-Wassenaar	€ 1.832	€ 2.284	€ 1.692
BU06290102	Oostdorp	€ 1.599	€ 1.996	€ 1.477
BU06290003	Duindigt met Groenendaal	€ 1.909	€ 2.284	€ 1.769
BU06290101	Dorp Wassenaar	€ 1.480	€ 2.135	€ 1.349
BU06290009	Verspreide huizen Meijndel	€ 2.030	€ 2.284	€ 1.891
BU06290109	Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	€ 1.803	€ 2.284	€ 1.663
BU06290008	Verspreide huizen Eikenhorst	€ 2.008	€ 2.284	€ 1.869
BU06290005	De Kieviet	€ 2.037	€ 2.284	€ 1.898
BU06290106	Rijksdorp met De Pan	€ 2.010	€ 2.284	€ 1.871
BU06290004	Oud-Clingendaal	€ 1.703	€ 2.284	€ 1.563
BU06290100	De Paauw	€ 1.940	€ 2.256	€ 1.802
BU06290103	Zijlwatering en haven	€ 1.441	€ 2.090	€ 1.313
BU06290108	Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	€ 1.801	€ 2.284	€ 1.662
BU06290104	De Deijl	€ 1.672	€ 2.220	€ 1.537
BU06290000	Drie Papegaaien	€ 1.791	€ 2.284	€ 1.652
BU06290007	Klingenbosch	€ 2.025	€ 2.284	€ 1.886
BU06290110	Weteringpark	€ 1.437	€ 2.055	€ 1.311

D.2 Elektrische warmtepomp

Tabel 44 - Eindgebruikerskosten elektrische luchtwarmtepomp

Buurt	Buurtnaam	Jaarlijkse kosten (€/jaar)	Investerings exclusief subsidie (€)	Doorlopende kosten (€/jaar)
BU06290001	Oud-Wassenaar	€ 2.423	€ 31.005	€ 681
BU06290006	Kerkehout	€ 2.260	€ 28.699	€ 720
BU06290107	Maaldrift	€ 3.598	€ 49.078	€ 943
BU06290105	Groot Deijleroord en Ter Weer	€ 2.420	€ 30.660	€ 741
BU06290002	Nieuw-Wassenaar	€ 3.329	€ 46.121	€ 839
BU06290102	Oostdorp	€ 2.472	€ 31.392	€ 767
BU06290003	Duindigt met Groenendaal	€ 3.593	€ 49.366	€ 881
BU06290101	Dorp Wassenaar	€ 2.448	€ 31.470	€ 726
BU06290009	Verspreide huizen Meijndel	€ 4.032	€ 56.893	€ 979
BU06290109	Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	€ 3.359	€ 45.640	€ 860
BU06290008	Verspreide huizen Eikenhorst	€ 4.157	€ 56.204	€ 929
BU06290005	De Kieviet	€ 4.012	€ 56.784	€ 941
BU06290106	Rijksdorp met De Pan	€ 3.693	€ 50.552	€ 938
BU06290004	Oud-Clingendaal	€ 2.854	€ 36.952	€ 794
BU06290100	De Paauw	€ 3.571	€ 49.732	€ 881
BU06290103	Zijlwatering en haven	€ 2.229	€ 27.401	€ 719
BU06290108	Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	€ 3.176	€ 42.512	€ 847
BU06290104	De Deijl	€ 2.899	€ 39.310	€ 779
BU06290000	Drie Papegaaien	€ 3.216	€ 43.477	€ 825
BU06290007	Klingenbosch	€ 3.878	€ 54.857	€ 925
BU06290110	Weteringpark	€ 1.901	€ 21.480	€ 717

D.3 Middentemperatuurwarmtenet

Tabel 45 - Eindgebruikerskosten middentemperatuurwarmtenet

Buurt	Buurtnaam	Jaarlijkse kosten (€/jaar)	Investerings exclusief subsidie (€)	Doorlopende kosten (€/jaar)
BU06290001	Oud-Wassenaar	€ 2.236	€ 18.876	€ 1.271
BU06290006	Kerkehout	€ 2.194	€ 17.094	€ 1.303
BU06290107	Maaldrift	€ 2.892	€ 25.466	€ 1.633
BU06290105	Groot Deijleroord en Ter Weer	€ 2.119	€ 16.251	€ 1.321
BU06290002	Nieuw-Wassenaar	€ 2.802	€ 27.598	€ 1.429
BU06290102	Oostdorp	€ 2.291	€ 17.181	€ 1.397
BU06290003	Duindigt met Groenendaal	€ 3.010	€ 29.352	€ 1.495
BU06290101	Dorp Wassenaar	€ 2.141	€ 16.936	€ 1.287
BU06290009	Verspreide huizen Meijndel	€ 2.829	€ 22.345	€ 1.762
BU06290109	Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	€ 2.788	€ 25.970	€ 1.475



Buurt	Buurtnaam	Jaarlijkse kosten (€/jaar)	Investerings exclusief subsidie (€)	Doorlopende kosten (€/jaar)
BU06290008	Verspreide huizen Eikenhorst	€ 3.373	€ 32.521	€ 1.574
BU06290005	De Kieviet	€ 3.254	€ 32.748	€ 1.596
BU06290106	Rijksdorp met De Pan	€ 3.106	€ 29.716	€ 1.613
BU06290004	Oud-Clingendaal	€ 2.509	€ 20.709	€ 1.450
BU06290100	De Paauw	€ 3.021	€ 30.446	€ 1.469
BU06290103	Zijlwatering en haven	€ 2.029	€ 14.642	€ 1.294
BU06290108	Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	€ 2.771	€ 25.830	€ 1.467
BU06290104	De Deijl	€ 2.588	€ 24.611	€ 1.345
BU06290000	Drie Papegaaien	€ 2.757	€ 26.296	€ 1.420
BU06290007	Klingenbosch	€ 3.234	€ 33.465	€ 1.549
BU06290110	Weteringpark	€ 1.852	€ 10.366	€ 1.370

D.4 Lagetemperatuurwarmtenet

Tabel 46 - Eindgebruikerskosten lagetemperatuurwarmtenet

Buurt	Buurtnaam	Jaarlijkse kosten (€/jaar)	Investerings exclusief subsidie (€)	Doorlopende kosten (€/jaar)
BU06290001	Oud-Wassenaar	€ 3.021	€ 33.807	€ 1.280
BU06290006	Kerkehout	€ 2.872	€ 31.398	€ 1.314
BU06290107	Maaldrift	€ 4.225	€ 51.777	€ 1.569
BU06290105	Groot Deijlroord en Ter Weer	€ 3.017	€ 33.388	€ 1.334
BU06290002	Nieuw-Wassenaar	€ 3.920	€ 48.850	€ 1.434
BU06290102	Oostdorp	€ 3.097	€ 34.074	€ 1.372
BU06290003	Duindigt met Groenendaal	€ 4.205	€ 52.067	€ 1.485
BU06290101	Dorp Wassenaar	€ 3.040	€ 34.209	€ 1.312
BU06290009	Verspreide huizen Meijndel	€ 4.650	€ 59.584	€ 1.599
BU06290109	Verspreide huizen Duinrell Wassenaarse Slag	€ 3.959	€ 48.331	€ 1.454
BU06290008	Verspreide huizen Eikenhorst	€ 4.787	€ 58.915	€ 1.537
BU06290005	De Kieviet	€ 4.632	€ 59.477	€ 1.557
BU06290106	Rijksdorp met De Pan	€ 4.322	€ 53.245	€ 1.564
BU06290004	Oud-Clingendaal	€ 3.483	€ 39.696	€ 1.416
BU06290100	De Paauw	€ 4.170	€ 52.439	€ 1.475
BU06290103	Zijlwatering en haven	€ 2.828	€ 30.144	€ 1.310
BU06290108	Verspreide huizen Raaphorst en in poldergebied	€ 3.796	€ 45.227	€ 1.464
BU06290104	De Deijl	€ 3.492	€ 42.029	€ 1.368
BU06290000	Drie Papegaaien	€ 3.816	€ 46.217	€ 1.425
BU06290007	Klingenbosch	€ 4.487	€ 57.548	€ 1.532
BU06290110	Weteringpark	€ 2.541	€ 24.195	€ 1.348



E Ruimtelijke impact in de woning

In deze bijlage geven we per strategie uit de Startanalyse de ruimtelijke impact van de warmtetechnieken in de woning weer. Hierbij maken we de volgende kanttekeningen:

- De transitie naar aardgasvrij verwarmen geldt uiteraard niet alleen voor woningen maar ook voor utiliteitsgebouwen. Utiliteitsbouw is een verzamelterm voor alle gebouwen in de commerciële en publieke dienstverlening, variërend van kantoorgebouwen, zwembaden tot gezondheidszorg. Binnen de utiliteitsbouw bestaat een grote diversiteit aan panden, zowel in oppervlak, gebouwkenmerken, gebruiksfunctie, als warmtevraag. De ruimtelijke impact van de warmtetechnieken variëren hiermee behoorlijk tussen gebouwen. Het is daarom niet mogelijk om één waarde te presenteren die representatief is voor alle gebouwen.
- Onder Strategie 3 vallen niet enkel LT-warmtenetten, maar ook MT-warmtenetten gevoed door LT-warmtebronnen waarvan de temperatuur met een collectieve warmtepomp naar MT-niveau is gebracht (S3-MT). De ruimtelijke impact in de woning van dit type warmtenet is gelijk aan de impact van MT-warmtenetten in Paragraaf E.2.
- Voor alle warmtetechnieken geldt dat de bewoner ook gaat koken zonder aardgas: inductie koken is de meest zuinige vorm van elektrisch koken. Hiervoor zijn enkele aanpassingen aan de woning nodig, waaronder eventueel een perilex-aansluiting in de keuken. Vaak zijn twee vrije groepen nodig in de meterkast, en een 3x25 ampère-aansluiting op het elektriciteitsnet.
- In dit hoofdstuk laten we technieken die gebruikmaken van groengas en waterstof buiten beschouwing, omdat deze gassen voorlopig (in ieder geval tot 2030) niet beschikbaar zullen zijn en dus geen rol zullen spelen bij het opstellen van de TVW (zie ook Paragraaf 2.2).

E.1 Impact in de woning van de individuele elektrische warmtepomp (S1)

Voor verwarmen met een elektrische (lucht-/bodem-/PVT-)warmtepomp dient er heel wat aangepast te worden aan de woning. Bovendien is er extra ruimte nodig voor de warmte-installatie.

De gasketel wordt vervangen en daarvoor in de plaats komt de warmtepomp, bestaande uit:

- binneneenheid;
- buitenenheid (in het geval van de luchtwarmtepomp);
- boiler (warmtapwater);
- eventueel een buffervat (ruimteverwarming).

Voor de buitenenheid van een luchtwarmtepomp is buitenruimte nodig (circa 1 m²). Een ander aandachtspunt hierbij is dat de buitenenheid geluid produceert. Sinds dit jaar geldt dat de buitenenheid van warmtepompen overdag maximaal 45 dB mogen produceren, en 's nachts 40 dB.²⁵ Om eventueel geluidsoverlast te beperken, kan een geluiddempende kast over de buitenenheid worden geplaatst. In het geval dat een bodemwarmtepomp wordt toegepast, is geen buitenenheid nodig maar een bodemlus (bodemwarmtewisselaar). Dit betekent dat een tuin nodig is, en dat de woning zich niet in een boringsvrijzone bevindt. In Wassenaar zijn het grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied aangemerkt als boringsvrijzone (zie Figuur 7 op pagina 25). Hier zijn open wko-systemen dus niet toegestaan. De bodemlussen van een gesloten systeem zouden ondiep (horizontaal of in korven) moeten worden

²⁵ Bron: [Consumentenbond : Geluid warmtepomp](#). De eisen gaan over de geluidsterkte op de erfgrans.

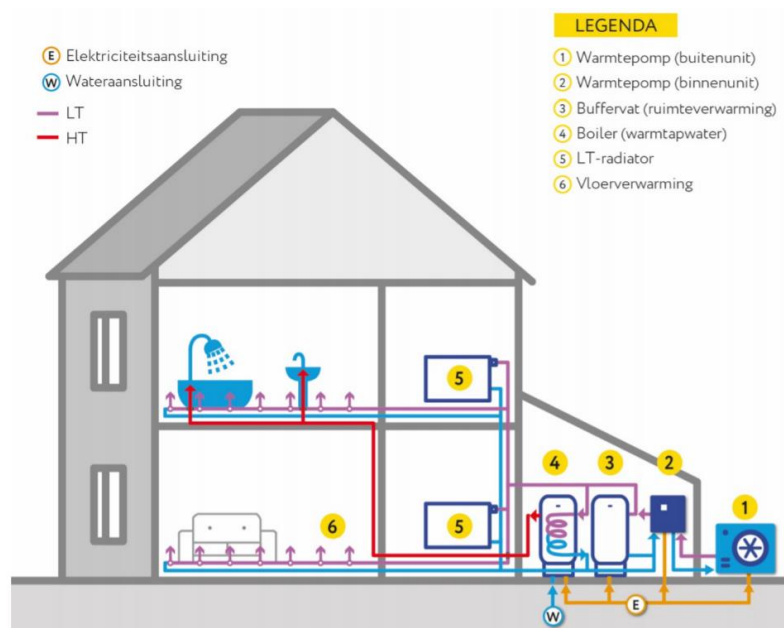
toegepast²⁶. Na het plaatsen van de bodemlus moet de tuin opnieuw worden ingericht. Voor verwarmen met een PVT-warmtepomp zijn in plaats van een buitenunit PVT-panelen (en omvormer) nodig.

Voor appartementen ligt een collectieve warmtepomp per complex meer voor de hand. Dat scheelt ruimtebeslag in de individuele woningen. Wel is er een leidingnetwerk in het appartementencomplex nodig om de warmte naar de woningen te brengen en moeten er warmtemeters en mogelijk warmtewisselaars in de appartementen geplaatst worden.

Verwarmen met een elektrische warmtepomp vereist een goed isolatieniveau van de woning, namelijk minimaal label B. Ook moeten de radiatoren worden aangepast of vervangen om te functioneren op lage temperaturen (bijvoorbeeld wand- of vloerverwarming of LT-radiatoren). Mogelijk is een zwaardere elektriciteitsaansluiting nodig (minimaal 3x25A). Een luchtwarmtepomp kan behalve warmte, ook koude leveren. LT-verwarming in combinatie met goede isolatie (inclusief kierdichting) zorgt voor een hoger wooncomfort. De woning wordt gelijkmatiger warm (comfortabel binnenklimaat) en de lucht is gezonder. Er is namelijk minder stofschroei doordat er minder luchtstromen (convectie) zijn, waardoor er minder stof rondzweeft.

Figuur 13 en Tabel 47 geven respectievelijk de impact en het ruimtebeslag in de woning van de luchtwarmtepomp weer.

Figuur 13 - Impact in de woning van de luchtwarmtepomp



Bron: (CE Delft, Iopend).

²⁶ Zie [Signaleringskaarten Bodem en Ondergrond](#). Het overgrote deel van de rest van de gemeente Wassenaar is aangemerkt als 'risicogebied aantasting zoetwatervoorraden'. Dit gebied is beperkt geschikt voor open bodemenergiesystemen (wko). Voor voorbeelden van horizontale systemen, zie [RVO: Bodemwarmtewisselaars](#)

Tabel 47 - Ruimtebeslag van de luchtwarmtepomp in en om de woning

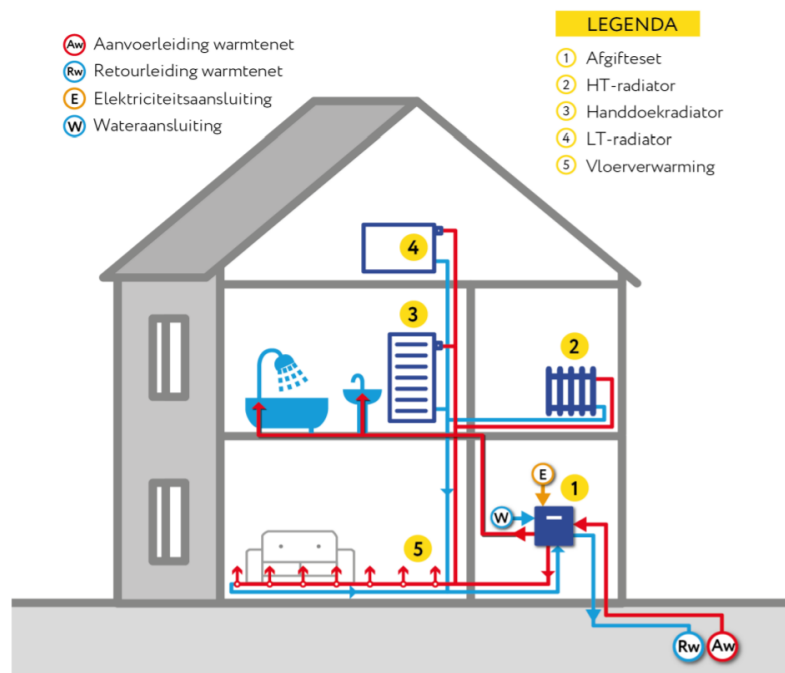
	Afmeting (m) ²⁷
Binnenunit (zonder inwendige boiler)	1,0 x 0,6 x 0,4
Buitenunit	0,8 x 0,8 x 0,4
Boiler (warmtapwater)	1,0 x 1,0 x 2,0
Buffervat (eventueel voor ruimteverwarming)	1,0 x 1,0 x 2,0

Bron: (CE Delft, lopend).

E.2 Impact in de woning van warmtenetten op midden- en hogetemperatuur (S2)

Voor verwarmen met een HT- of MT-warmtenet zijn geen grote installaties of ingrijpende aanpassingen aan de woning nodig. De gasketel wordt vervangen door een afleverzet. De afleverzet wordt in de meterkast geplaatst als de ruimte dat toelaat. Voor een goede inpassing van de afleverzet in de woning, zijn meestal inpanidige wijzigingen van de bestaande leidingen nodig. Het verwarmingssysteem (radiatoren) hoeft niet aangepast te worden. Figuur 14 en Tabel 48 geven respectievelijk de impact en het ruimtebeslag in de woning van een HT-warmtenet weer. Buiten de woning moet er een aansluitleiding aangelegd worden tussen de warmteleiding in de straat en de woning.

Figuur 14 - Impact in de woning van een HT-warmtenet



Bron: (CE Delft, lopend).

²⁷ Gemiddelde afmeting hr-ketel: 0,7 m x 0,4 m x 0,3 m.

Tabel 48 - Ruimtebeslag van een HT-warmtenet in de woning

	Afmetingen (m)
Afleverzet	0,6 x 0,2 x 0,4
Extra meterkast (bij hoogbouw)	0,8 x 0,4

Bron: (CE Delft, lopend).

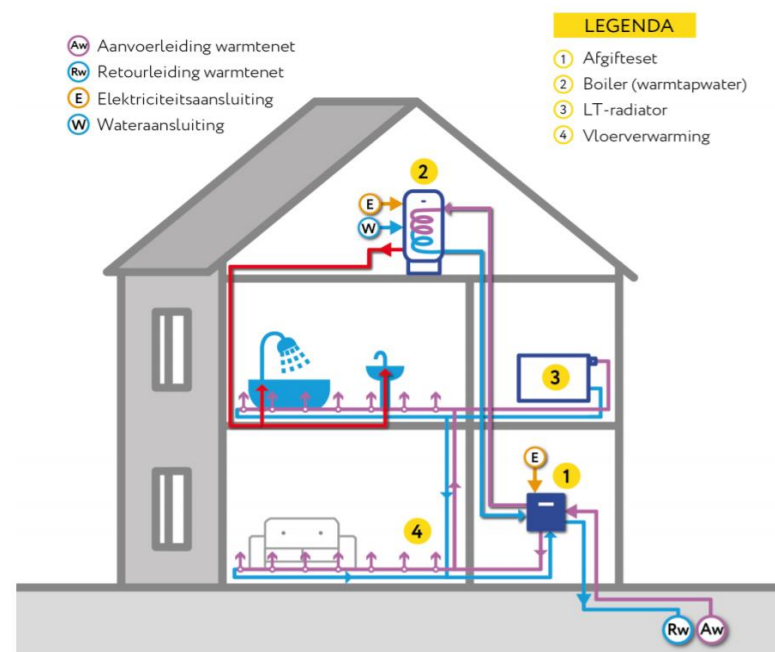
E.3 Impact in de woning van warmtenetten op (zeer)lagetemperatuur (S3-LT)

Verwarmen met een (Z)LT-warmtenet vereist veel aanpassingen en ruimte in de woning. De gasketel wordt vervangen door een afleverzet. De afleverzet wordt in de meterkast geplaatst als de ruimte dat toelaat. Voor een koppeling van de afleverzet met de radiatoren of vloerverwarming in de woning, zijn meestal inpanidige wijzigingen van de bestaande leidingen nodig. Voor de warmtapwatervoorziening zijn een elektrische booster-warmtepomp en boiler nodig. Bij warmtepompen met een vermogen van meer dan 6 kW is een verzwaarde elektriciteitsaansluiting nodig.

Verwarmen op met een (Z)LT-warmtenet vereist een goed isolatieniveau van de woning, namelijk minimaal label B. Ook moeten de radiatoren worden aangepast of vervangen om te functioneren op lage temperaturen (bijvoorbeeld wand- of vloerverwarming of LT-radiatoren). Een ZLT-warmtenet (of bronnet) kan behalve warmte, ook koude leveren. LT-verwarming in combinatie met goede isolatie (inclusief kierdichting) zorgt voor een hoger wooncomfort. De woning wordt gelijkmatiger warm (comfortabel binnenklimaat) en de lucht is gezonder. Er is namelijk minder stofschroei doordat er minder luchtstromen (convectie) zijn, waardoor er minder stof rondzweeft.

Figuur 15 en Tabel 49 geven respectievelijk de impact en het ruimtebeslag in de woning van een LT-warmtenet weer. Buiten de woning moet er een aansluitleiding aangelegd worden tussen de warmteleiding in de straat en de woning.

Figuur 15 - Impact in de woning van een LT-warmtenet



Bron: (CE Delft, lopend).

Tabel 49 - Ruimtebeslag van een LT-warmtenet in de woning ²⁸

	Afmetingen (m)
Afleverset	0,6 x 0,2 x 0,4
Extra meterkast (bij hoogbouw)	0,8 x 0,4
Boosterwarmtepomp of boiler	0,6 x 0,4 x 0,4
Boilervat (eventueel)	1,0 x 1,0 x 2,0

Bron: (CE Delft, lopend).

²⁸ Bron [afmetingen boosterwarmtepomp](#) (Itho Daalderop, 2013).

F Impact op de openbare en ondergrondse ruimte

F.1 Impact van het verzwaren van het elektriciteitsnet

In de buurten die overstappen op verwarmen met elektrische warmtepompen, groeit de elektriciteitsvraag. De elektrische warmtepomp wordt niet alleen gebruikt als individuele warmtetechniek, maar ook in combinatie met een (Z)LT-warmtenet. Ook zonnepanelen en elektrische laadpalen vragen extra capaciteit op het elektriciteitsnet. Zonnepanelen en elektrische laadpalen vallen buiten de warmtetransitie, maar de opgaven zijn met elkaar verweven. De hogere capaciteitsvraag vraagt aanpassingen aan de infrastructuur.

Laagspanningsnet

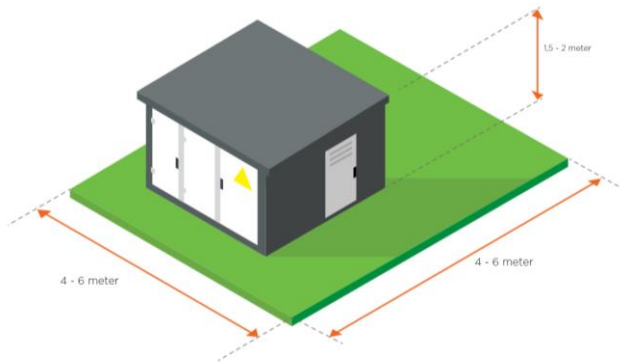
Elektrisch verwarmen zorgt voor een groei in de capaciteitsvraag van het elektriciteitsnet op laagspanning (LS)-niveau. In de meeste buurten moet het laagspanningsnet daardoor verzwared worden. Daarvoor moet de straat opengebroken worden. Er kan gekozen worden om de bestaande kabels te vervangen door zwaardere, of om extra kabels te leggen. De zwaardere kabels hebben dezelfde reserveringsruimte in de ondergrond, extra kabels vragen om extra ruimte.

Middenspanningsruimtes

De hogere capaciteitsvraag op laagspanningsniveau zorgt ook voor een hogere capaciteitsvraag op middenspanning (MS)-niveau. Middenspanningsruimtes zetten elektriciteit van een hoog voltage om naar een lager voltage voor gebruik in gebouwen (en andersom, van laag naar hoog, bij opwekken van elektriciteit). Verzwaring van het elektriciteitsnet betekent meestal dat er middenspanningsruimtes moeten worden bijgeplaatst of uitgebreid.

De middenspanningsruimtes nemen bovengrondse ruimte in beslag in de openbare ruimte, ter grootte van een schuur (zie Figuur 16). Echter moet ook rekening gehouden worden met een veiligheidsmarge richting bebouwing. Hiermee nemen deze stations circa 5x5 meter openbare ruimte in beslag.

Figuur 16 - Benodigde ruimte middenspanningsstation



Bron: (Liander, 2020).

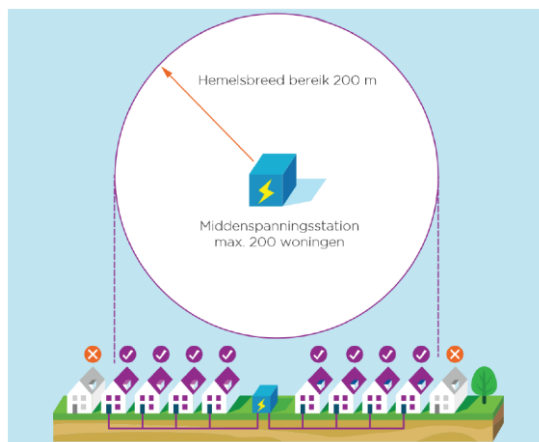
In de toekomst zullen er meer middenspanningsruimtes nodig zijn, afhankelijk van de ontwikkelingen van onder andere de warmtetechniek en elektrische mobiliteit.

Liander houdt de volgende grove regels aan:

- 1 kW: huidige benodigde capaciteit voor een woning;
- 3 kW: benodigde capaciteit die nodig is voor elektrisch verwarmen (gemiddeld genomen, er bestaan uiteraard grote verschillen afhankelijk van de warmtevraag);
- 5 kW: benodigde capaciteit voor elektrisch verwarmen en elektrisch laden.

Dit komt er grofweg op neer dat er bij de overstap naar elektrisch verwarmen, voor elke bestaande middenspanningsruimte, twee additionele ruimtes nodig zijn. Verder speelt mee dat een middenspanningsruimte op maximaal 200 meter van een woning kan leveren. De extra benodigde ruimtes moeten dus binnen een straal van 200 meter van de woningen worden geplaatst die extra capaciteit nodig hebben (zie. Naast de plaatsing van extra ruimtes moeten ook kabels vanuit deze ruimtes verzwaard worden. Er is dus impact in de openbare ruimte in de vorm van extra ruimtes als in de ondergrond in de vorm van verzwaring van kabels.

Figuur 17 - Bereik van een middenspanningsstation



Bron: (Liander, 2020).

Onderstations in gemeente en regio

Mogelijk heeft de groeiende elektriciteitsvraag ook op hoger schaalniveau gevolgen, waardoor er ook een groter onderstation nodig is of bijgeplaatst moet worden. Een onderstation zet hoogspanning om naar middenspanning. Onderstations hebben een grote omvang (van twee tot zes voetbalvelden). Figuur 18 geeft verschillende typen elektriciteitsstations weer, en Tabel 50 het ruimtebeslag van deze verschillende stations.

Figuur 18 - Typen elektriciteitsstations: onderstations (l) en middenspanningsruimtes (r)

HS-MS station (van 110-150 naar 3-23 kV)



MS-MS station (3-23kV)



TS-MS station (van 25-66 naar 3-23 kV)



MS-LS station (van 3-23 naar 0.4 kV)



gemiddeld aantal stations in een doorsnee stad van 100.000 inwoners

Bron: Netbeheer Nederland (2019).

Tabel 50 - Ruimtebeslag en van de verschillende elektriciteitsstations

Type elektriciteitsstation	Ruimtebeslag (m ²)
HS/MS station	15.000-40.000
TS/MS station	2.000-10.000
MS station	200-4.000
MS/LS station	10-35

Bron: Netbeheer Nederland (2019).

Meer informatie?

Netbeheer Nederland heeft veel informatie over de energie-infrastructuur, de kosten en de ruimtelijke impact gebundeld in een handig document. Dit document kunt u [hier](#) terugvinden.

Capaciteit van het elektriciteitsnet in Wassenaar

Netverzwaring is vrijwel altijd nodig in buurten die voor verwarming gebruik gaan maken van een elektrische warmtepomp (individuele elektrische warmtepomp of LT-warmtenet). Voordat deze aanpassingen starten, is het goed om ook te kijken naar de verwachte toename van elektrisch laden en zonnepanelen in de buurt. Zo heeft de netbeheerder de toekomstige vraag beter in beeld en kan hierop anticiperen bij de werkzaamheden.

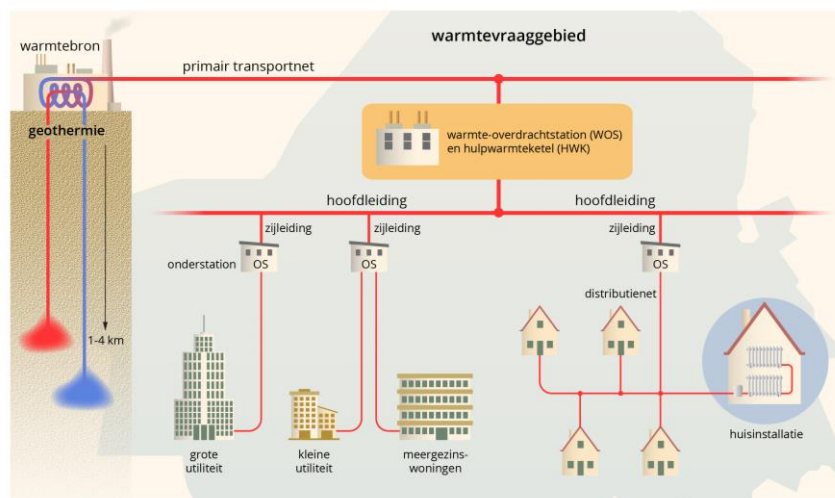
F.2 Impact van de aanleg van warmtenetten

Voor het aanleggen van warmtenetten is ruimte nodig in de ondergrond. Dit kan met name een uitdaging zijn in dichtbebouwde historische centra. Voor het aanleggen van de leidingen moet de straat opengebroken worden.

Onderdelen van een warmtenet

Figuur 19 laat zien hoe een MT/HT-warmtenet er schematisch uitziet.

Figuur 19 - Opzet van een MT/HT-warmtenet (RES Rotterdam Den Haag, 2021b)



Figuur 19 toont de volgende onderdelen:

- **Warmtebron:**
De warmtebron geeft warmte af aan het water in de transportleiding.
- **Primair transportnet:**
De transportleiding transporteert warm water naar het warmte-overdrachtstation.
- **Warmte-overdrachtstation (wos):**
Het warmte-overdrachtstation geeft warmte af aan de hoofdleiding.
- **Hulpwarmteketel (hwk):**
De hulpwarmteketel (hwk) zorgt ervoor dat er extra warmte wordt geproduceerd bij een piekvraag. Dit gebeurt meestal met gasketels. De hwk geeft ook warmte af aan de hoofdleiding.
- **Zijleiding:**
De hoofdleiding wordt vertakt in zijleidingen die uitkomen op een os (onderstation).
- **Onderstation (os):**
Het onderstation verdeelt per woningblok of straat de warmtenet naar het distributienet. Bij grote appartementencomplexen kan dit onderstation ook onderin het complex zitten. In dat geval is er geen sprake van een distributienet.
- **Distributienet:**
Vanuit het distributienet wordt de warmte geleverd tot aan de aansluiting in de woning.
- **Aansluiting:**
Per woning of gebouw wordt met behulp van een afleverset de warmte uit het distributienet gehaald. Het afgekoelde water gaat via de retourleiding weer terug naar het onderstation waar het water opnieuw wordt verwarmd.

De bronnen die een MT-warmtenet van warmte voorzien, zijn meestal aangesloten ter hoogte van het wos. Een MT-warmtenet is dan ook kleinschaliger dan een HT-warmtenet. Een MT-warmtenet kan worden gevoed met LT-warmtebronnen in combinatie met een collectieve warmtepomp. De warmtepomp zorgt er dan voor dat de temperatuur van het water dat bij de gebouwen aankomt hoger is dan bij een LT-warmtenet.

De warmtebronnen die een LT-warmtenet voeden zijn aangesloten ter hoogte van het wos of zelfs het os. Gebouwen die zijn aangesloten op een LT-warmtenet moeten goed geïsoleerd zijn of moeten met behulp van een warmtepomp de temperatuur van het water voor de ruimteverwarming zelf verder verhogen.

Impact van een warmtenet op de ondergrondse ruimte

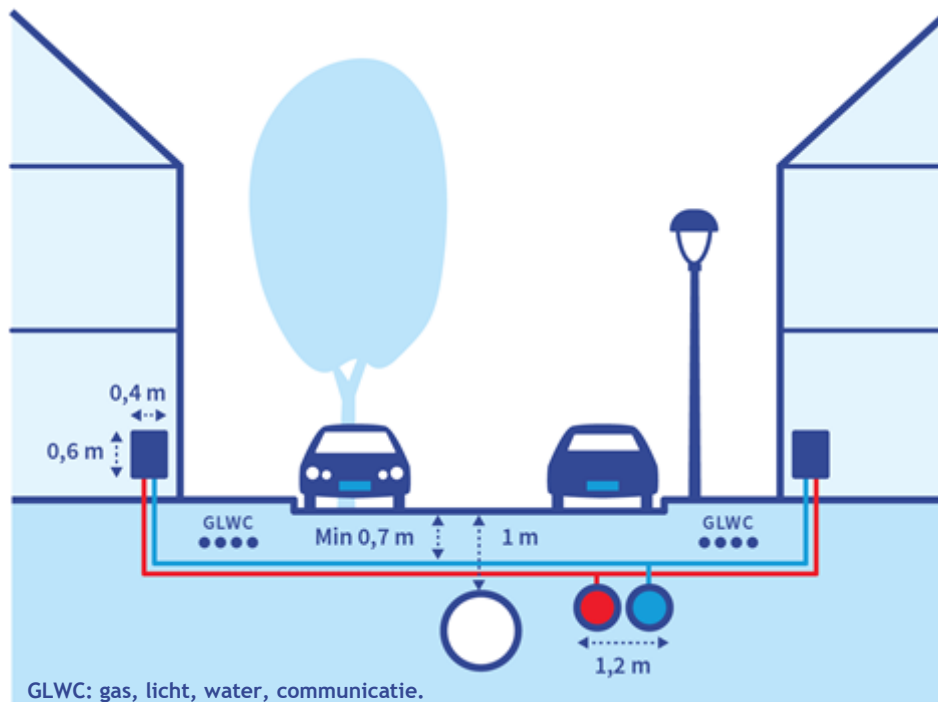
Leidingen

Wanneer een warmtenet wordt aangelegd heeft dit een impact op de ondergrond. Er moeten nieuwe leidingen worden getrokken door de straten. In een straat wordt een aan- en een afvoerleiding geplaatst. Om te voorkomen dat warmte vanuit deze leidingen het water en elektranet nadelig beïnvloedt, is extra ruimte rondom de leidingen nodig. De gemiddelde totale breedte (de ruimte die nodig is voor de aanvoer- en retourbuis samen, inclusief de tussenruimte) zijn als volgt:

- transportleiding circa 2,5-3,5 m;
- hoofdleiding circa 1,7-2,2 m;
- zijleiding circa 1,3-1,7 m;
- distributieleiding circa 1,0-1,3 m.

Figuur 20 geeft de ruimtelijke impact van een warmtenet in een straat weer.

Figuur 20 - Schematische weergave van de ruimtelijke impact van een warmtenet

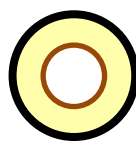


Bron: CE Delft, Factsheet Ruimtelijke impact warmtenetten, 2019.

De benodigde diameter van de leidingen van een warmtenet hangt samen met het benodigde vermogen en de temperatuur van het water. Hoe meer vermogen, hoe groter de diameter van de leidingen. Daarnaast geldt dat de leidingen van een LT-net een grotere diameter hebben omdat het vermogen van het water in de buiten lager is dan bij een HT-net. Daarentegen is er minder isolatie rondom de buizen nodig, omdat de warmteverliezen kleiner zijn door het geringere temperatuurverschil met de grond eromheen. De totale dikte van de buizen van een HT- en LT-warmtenet verschillen daarom niet zo veel.

Een leiding van een warmtenet bestaat uit:

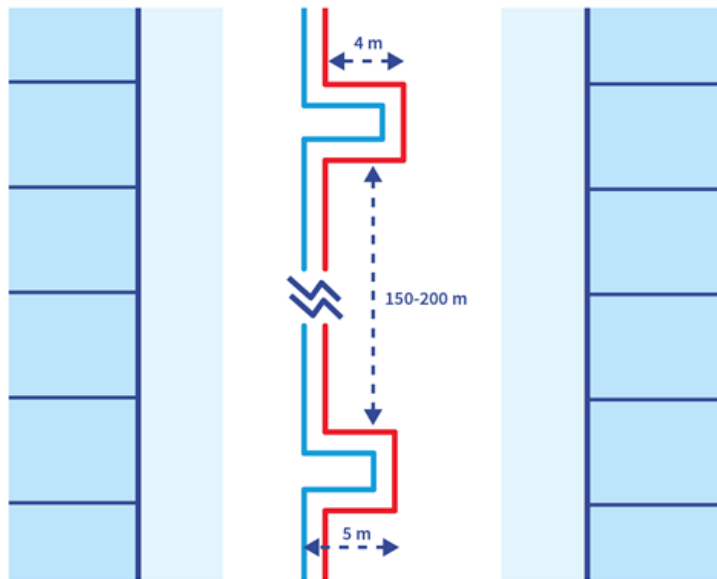
- stalen mediumvoerende leiding;
- isolatiemateriaal (PUR);
- PE-mantelbuis.



Expansielussen

Bij een distributienet zijn om de 150 m à 200 m expansielussen nodig om uitzetting van de leidingen op te vangen (zie Figuur 21). Deze 'loops' zijn circa 5 m breed (in hoofdnet oplopend tot 8 m). Deze kunnen bijvoorbeeld worden geplaatst op kruispunten van wegen, maar moeten soms ook in de straat worden ingepast. Bij lagere temperaturnetten zijn er minder van deze expansielussen nodig.

Figuur 21 - Expansielussen



Bron: CE Delft, Factsheet Ruimtelijke impact warmtenetten, 2019.

Ruimtelijke impact van de warmtebron

Naast het distributienet heeft de warmtebron ook een ruimtelijke impact op de omgeving. Hoeveel ruimte nodig is, verschilt per type warmtebron. Over het algemeen is de ruimtelijke impact van een warmtebron beperkt. Voor het gebruik van de meeste vormen van restwarmte is in de buurt van de warmtebron een plek nodig voor een warmtewisselaar.

Geothermie vormt hierop een uitzondering. Voor het boren naar aardwarmte is een werkterrein nodig van circa 0,5 tot 1 hectare (ongeveer één voetbalveld) en een tijdelijke toren van circa 50 meter hoog. Een aardwarmteboring neemt enkele maanden in beslag. Na het verwijderen van de boorinstallatie moet er bij de productie- en injectieput een klein gebouw (van circa 100 m²) worden geplaatst waarin de warmtewisselaars voor het warmtenet staan.

Overige aandachtspunten bij het aanleggen van een warmtenet

- Een leiding van het warmtenet is niet te combineren met een waterleiding in de nabijheid. Het warmtenet zou dan namelijk het drinkwater kunnen opwarmen tot boven de 25 °C, waardoor Legionella kan groeien. De warmteleidingen moeten goed geïsoleerd zijn en voldoende afstand hebben van de waterleidingen om dit te voorkomen. Bovendien kan door aanleg of uitbreiding van warmte- en elektriciteitsinfrastructuur ruimtedruk in de ondergrond ontstaan. Dit beïnvloedt bestaande en toekomstige drinkwatertracés en kan dure aanpassingen en gebruik aan ruimte voor toekomstige uitbreidingen tot gevolg hebben. Daarom is het van belang om Dunea tijdig te betrekken bij verdere planvorming in de energietransitie.
- Een leiding van het warmtenet is doorgaans ook niet te combineren met elektrakabels. Als de tracés parallel aan elkaar liggen zullen elektrakabels opwarmen. Door de opwarming van de elektrakabels neemt de elektrische capaciteit af.
- Warmteverliezen in de leidingen zijn afhankelijk van:
 - lengte van het transport: hoe groter de afstand, hoe groter de verliezen;

- temperatuur warmtenet: hoe hoger de temperatuur, hoe groter de verliezen;
 - isolatie van de leidingen: hoe meer isolatie, hoe lager de verliezen.
- Bomen kunnen het aanleggen van een warmtenet bemoeilijken.
 - Uit de evaluatie van de Proeftuinen aardgasvrije wijken van het Economisch Instituut voor de Bouw blijkt dat de aanpak met warmtenetten veel complexiteit kent. Drukke in de ondergrond is een risico bij het aanleggen van warmtenetten, maar vaak is er onzekerheid over wat onder de grond is aan te treffen. Als er al veel kabels in de grond liggen, is er weinig ruimte voor de aanleg van een warmtenet. Om deze kabels heen werken kost veel tijd en leidt daarmee tot hogere kosten (EIB, 2021).

Beschikbare ruimte voor warmtenetten in Wassenaar

Smal opgezette, relatief oude wijken zijn minder geschikt voor het aanleggen van warmtenetten. Wassenaar telt verschillende buurten met een relatief hoog aandeel vooroorlogse woningen. Tabel 51 geeft de buurten weer waar het aandeel woningen van voor 1945 50% of hoger is. De buurten De Deijl en Oostdorp zijn beide niet ruim opgezet, waardoor het aanleggen van warmtenetten problemen op kan leveren. Aangezien bomen het aanleggen van een warmtenet kunnen bemoeilijken, is dit ook een belangrijk aandachtspunt in het zuidelijk deel van Wassenaar.

Tabel 51 - Wassenaaarse buurten met aandeel vooroorlogse woningen vanaf 50%

Buurtnaam	Aandeel vooroorlogse woningen
De Deijl	77%
Duindigt met Groenendaal	74%
Oostdorp	71%
De Paauw	70%
Nieuw-Wassenaar	65%
De Kieviet	58%
Klingenbosch	57%
Maaldrift	53%
Verspreide huizen Eikenhorst	50%

G Benodigde realisatietijd

Om een aardgasvrije warmtevoorziening in een buurt te realiseren, zijn twee aspecten belangrijk, namelijk de infrastructuur en het aanpassen en isoleren van gebouwen. In deze bijlage gaan we allereerst in op de tijd die nodig is om de benodigde infrastructuur te realiseren (verzwaren van het elektriciteitsnet en aanleggen van een warmtenet), waarna we ingaan op de realisatietijd van het aanpassen en isoleren van gebouwen.

G.1 Benodigde tijd voor het verzwaren van het elektriciteitsnet

Volgens Liander variëren de doorlooptijden van netverzwaring sterk.. Als meerdere gemeenten aan de slag gaan met de warmtetransitie, kan deze doorlooptijd oplopen. Dit komt door het tekort aan technisch personeel in de energiesector. Ook de aansluitingen van inwoners moeten worden verzwaard. Netbeheer Nederland heeft ook een inschatting gemaakt van de benodigde tijd voor het realiseren van de verschillende elektriciteitsstations, zie Tabel 52.

Tabel 52 - Doorlooptijd voor het realiseren van de verschillende elektriciteitsstations²⁹

Type elektriciteitsstation	Doorlooptijd
HS/MS station	5-7 jaar
TS/MS station	2,5-5 jaar
MS station	2,5-3 jaar
MS/LS station	0,5-1 jaar

Bron: Netbeheer Nederland (2019).

Gemeenten leggen in uitvoeringsplannen (Wassenaar noemt dit buurtplannen) vast wanneer de toelevering van aardgas voor een bepaalde wijk of buurt wordt beëindigd. Liander kan pas beginnen met netverzwaring wanneer plannen concreet zijn of als er een officiële aanvraag binnenkomt. Bij het verzwaren van het elektriciteitsnet houdt Liander rekening met het toekomstbestendig maken van het net. Hiervoor is een integrale blik op de wijk of buurt nodig waarbij gekeken wordt naar zowel de alternatieve warmte, opwek en mobiliteit.

G.2 Benodigde tijd voor het aanleggen van een warmtenet

Uiterlijk eind 2021 hebben alle gemeenten de transitievisie warmte vastgesteld. Vervolgens moeten zij uitvoeringsplannen³⁰ opstellen voor de startwijken of -buurten. Als dit plan is vastgesteld, geldt er een termijn van maximaal acht jaar voordat het gas wordt afgesloten.³¹ Dit is een maximumtermijn, dit kan ook eerder gebeuren als de bewoners en vastgoedeigenaren daarmee akkoord gaan. We schatten in dat de realisatie van een warmtenet tenminste vijf jaar duurt. Voor het realiseren van het warmtenet moeten

²⁹ Voor nieuwe MS-stations heeft de netbeheerder een vergunning nodig van de gemeente. Het realiseren van een nieuw onderstation is een groot project dat een bestemmingsplanprocedure dient te doorlopen.

³⁰ Wassenaar noemt dit buurtplannen.

³¹ [Programma Aardgasvrije Wijken \(PAW\) : vraag en antwoord 13. Wat betekent de termijn van 8 jaar na het uitvoeringsplan op wijkniveau?](#)

leidingen in alle straten worden ingegraven en aangesloten op de woningen. De doorlooptijd hiervan loopt erg uiteen. De exacte duur is afhankelijk van vele factoren. Gemiddeld genomen nemen projecten om nieuwe warmtenetten naar woningen aan te leggen tussen de zes en acht jaar in beslag. In Ede bijvoorbeeld is een warmtenet aangelegd voor de woningen (circa 14.000 woningequivalenten) van woningcorporatie Woonstede (zowel bestaande als nieuwbouwwoningen). De doorlooptijd tot realisatie van dit net van circa 20 km lengte bedroeg vijf jaar. Voor buurten met veel particulier bezit zal de doorlooptijd naar verwachting langer zijn, omdat er meer tijd nodig is om tot een overeenkomst tussen bewoners, warmteleverancier en gemeente te komen.

De gemiddelde duur van de aanleg voor zijleidingen en distributieleidingen in een woonwijk is ongeveer 3-6 weken per straat. Dit komt doordat er tijdens de aanleg ook rekening gehouden moet worden met bestaande leidingen en de woningen altijd bereikbaar gehouden moeten worden.

Een groot deel van de realisatietijd zit in de voorbereiding. Voordat er daadwerkelijk wordt gestart met de aanleg van het warmtenet, gaat er eerst een besluitvormings- en planningsfase aan vooraf. Hierin zitten onder andere vergunningsaanvragen, maar ook andere voorbereidingen zoals de planning en een participatietraject. Woningcorporaties hebben 70% instemming nodig van de huurders, voordat ze een wijziging kunnen doorvoeren. Bij particulier bezit speelt participatie ook een rol: de aanleg van een warmtenet heeft enkel zin als het merendeel van de bewoners aan wil sluiten op een beoogd warmtenet.

Liander geeft aan dat het belangrijk is om een goede structuur te hebben in de plannen, zodat inwoners nooit zonder warmte komen te zitten. Eerst moeten de woningen worden aangesloten op het warmtenet en de radiatoren worden gevoed met de warmte uit het warmtenet. Ook moet worden overgeschakeld op elektrisch koken. Tot slot kunnen de gasnetten worden verwijderd.

G.3 Benodigde tijd voor het aanpassen en isoleren van gebouwen

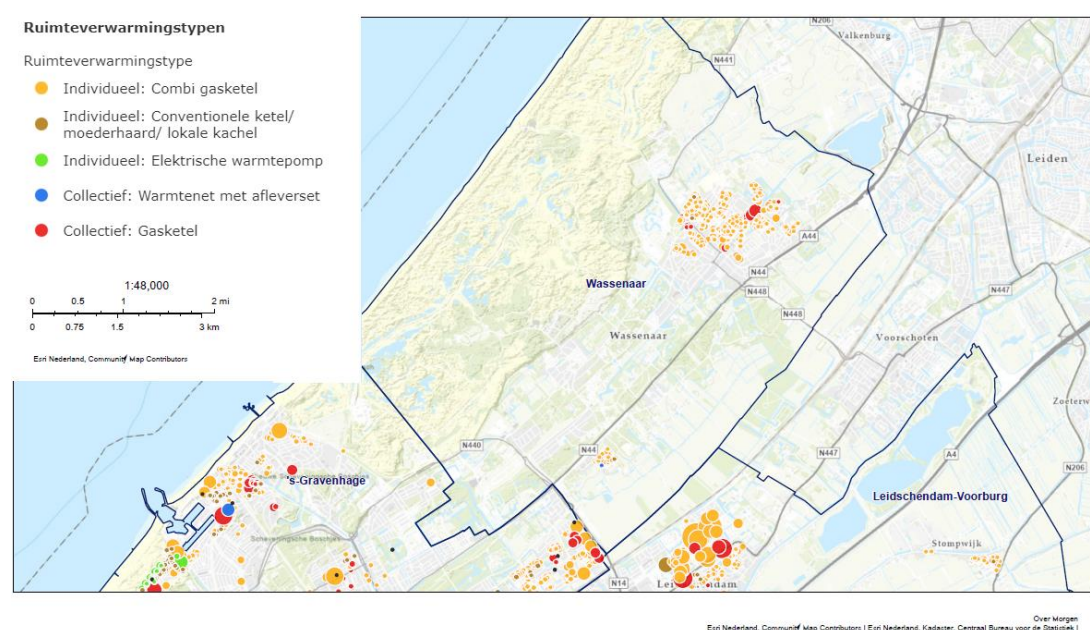
De doorlooptijd van het isoleren van gebouwen en aanpassen van de warmtetechniek wordt beïnvloed door de natuurlijke momenten van renovatie en de doorlooptijd van de handelingen zelf. De handelingen zelf zijn van korte duur (enkele maanden). De momenten van renovatie zijn dus bepalend voor de doorlooptijd.

Het tempo van isoleren en aanpassen van gebouwen is in grote mate afhankelijk van de eigendomssituatie. Eengezinswoningen hebben allen een ander moment van renovatie. De persoonlijke situatie van de woningeigenaren zal in grote mate het moment van renovatie bepalen: verhuizingen, verbouwing, gezinssituatie, et cetera. Een hr-ketel is na vijftien jaar aan vervanging toe. Dit is een moment waarop de woningeigenaar een alternatieve warmtetechniek kan overwegen. Hierbij is het belangrijk dat de gemeente handelingsperspectief geeft aan haar inwoners. Gaat de buurt uiteindelijk over op een elektrische warmtepomp? Als de woning al voldoende is geïsoleerd (maximale warmtevraag van 50 kWh/m²), dan kan de woningeigenaar de gasketel vervangen door een volledig elektrische warmtepomp. Een tussenoplossing, wanneer de woning slechts enigszins is geïsoleerd, is overstappen op een hybride warmtepomp. In de tijd dat de hybride warmtepomp meegaat (vijftien jaar) kan de woningeigenaar de woning stapsgewijs isoleren. Hoofdstuk 8 geeft voor verschillende clusters van buurten met vergelijkbare bebouwingskenmerken een handelingsperspectief: met welke maatregelen kunnen pandeigenaren tot 2030 aan de slag?

Wanneer woningen in eigendom zijn van één gebouweigenaar (bijvoorbeeld een woningcorporatie) kunnen vele woningen in een keer worden aangepakt, wat de doorlooptijd aanzienlijk versnelt. Het tempo is dan afhankelijk van de investeringsplannen van de gebouweigenaar. Daarnaast geldt voor woningcorporaties dat zij 70% instemming van hun huurders nodig hebben om grootschalige werkzaamheden uit te kunnen voeren. Om dit percentage instemming te behalen, is een participatietraject nodig, wat ook tijd kost.

Figuur 22 geeft de complexen met blokverwarming weer in de gemeente Wassenaar. Complexen waar nu al een blokverwarmingsinstallatie aanwezig is, kunnen relatief gemakkelijk en snel overschakelen naar aardgasvrij verwarmen. Hier hoeft namelijk maar één installatie worden vervangen, waarmee een groot aantal woningen in één keer over kan stappen op een andere warmtetechniek. Dit kan met een aansluiting op een warmtenet of een collectieve warmtepomp. Voor verwarmen met een warmtepomp is wel een minimaal isolatieniveau nodig en een LT-warmteafgiftesysteem.

Figuur 22 - Locaties met blokverwarmingsinstallaties in Wassenaar (in rood)



Bron: Vastgoedatlas SVH, Overmorgen, 2019.

G.4 Samenvatting

Aangezien bij oplossingen die vragen om individuele aanpassing alle woningeigenaren zelfstandig keuzen moeten maken, kan hierdoor de doorlooptijd flink oplopen. Bij het ontwikkelen van een HT- of MT-warmtenet heeft de gemeente meer regie over het moment waarop gebouweigenaren de keuze maken om aardgasvrij te worden. Bovendien vereist een HT- of MT-warmtenet geen verregaande isolatiemaatregelen. Als het niet mogelijk is een gehele buurt in één keer aan te sluiten op een warmtenet met duurzame warmtebron, is een gefaseerde aanpak ook mogelijk. In dat geval kunnen clusters gebouwen op een tijdelijke (aardgasgestookte) warmtecentrale aangesloten worden totdat de duurzame bron(nen) beschikbaar zijn.

Complexen waar nu al blokverwarming is, zijn gemakkelijker op het warmtenet aan te sluiten, omdat de inpandige werkzaamheden beperkt zijn. Wel is 70% instemming van de

huurders nodig voordat corporaties grootschalige werkzaamheden uit kunnen voeren.
Bij particulieren is per woning toestemming nodig en bovendien is het meer werk om alle
woningaansluitingen apart te realiseren.



H Prioriteringscriteria van het Expertise Centrum Warmte

Het volgende kader beschrijft de zeven zogenoemde prioriteringscriteria die eraan bijdragen dat een buurt kansrijk is om met de warmtetransitie aan de slag te gaan. De informatie komt uit de Handreiking voor lokale analyse (ECW, 2020b).

Technisch-economische factoren

“De technisch-economische afweging laat zien welke buurten het meest kosteneffectief van aardgas afgehaald kunnen worden en bij welke buurten die kosteneffectiviteit van strategieën het meest duidelijk is. Daarbij kan ook in beeld komen wat de onzekerheid is qua kosteneffectiviteit in de toekomst (innovatie) en of er voldoende beschikbaarheid van warmtebronnen en energiedragers is. Ook kunnen de verzamelde technisch-economische gegevens worden aangevuld met ‘meekoppelkansen’. Hierdoor kunnen de kosten voor bepaalde maatregelen (bijvoorbeeld isolatie) lager uitvallen, omdat ze gecombineerd worden met andere al geplande ingrepen (zoals renovatieplannen bij woningcorporaties).”

Investeringsagenda infrastructuur

“In de buurten liggen diverse vormen van infrastructuur die maar eens in de 40 jaar of langer vervangen worden. Denk daarbij aan de riolering, de drinkwaterleidingen, het elektriciteitsnet en het gasnet. Het combineren van de aanleg van nieuwe infrastructuur met de uitbreiding of vervanging van bestaande infrastructuren levert vaak kostenbesparing op en beperkt ook de overlast in de openbare ruimte. Deze “meekoppelkansen” zijn dus relevant voor zowel de vraag in welk jaar het slim is de wijk aardgasvrij te maken als voor de keuze van de technisch-economische oplossing in een wijk. Meekoppelkansen kunnen namelijk ook de omvang van de investeringen beïnvloeden. Andersom werkt dit overigens ook: als er een nieuwe warmteinfrastructuur wordt aangelegd, biedt dit een kans om de bestaande infrastructuren kostenefficiënt te vervangen. Het drinkwaterbedrijf en de netbeheerder (elektriciteit en gas) hebben informatie over hun investerings- en vervangingsplanning. Daarnaast is binnen gemeenten informatie beschikbaar over de planning van vervanging van de riolering. Door deze informatie voor alle buurten inzichtelijk te krijgen, kunnen buurten worden geïdentificeerd waar (de meest optimale) meekoppelkansen zijn. Lokaal wordt vaak al samengewerkt door infrastructuurbedrijven om plannen met elkaar te delen.”

Investeringsagenda vastgoedeigenaren

“Het combineren van de warmtetransitie met grootschalige renovatie en sloop of nieuwbouw van vastgoed brengt kostenvoordelen met zich mee. De kosten van het aardgasvrij maken van buurten worden zo veel mogelijk beperkt als wordt aangesloten bij natuurlijke renovatiemomenten. Daarnaast wordt door verduurzaming te koppelen aan renovatie natuurlijk ook de overlast beperkt voor bewoners.”

Lokaal buurtinitiatief

“In sommige gemeenten nemen buurtbewoners het initiatief om gezamenlijk van het aardgas af te gaan. De gemeente kan ervoor kiezen om juist in die buurten te starten waar het lokale initiatief groot is. Deze burgerinitiatieven kunnen dan het vliegwiel worden voor de warmtetransitie in de gemeente.”

Sociale karakteristieken van de buurt

“De manier waarop buurtbewoners tegenover de warmtetransitie staan verschilt binnen een buurt, maar verschilt zeker ook van buurt tot buurt. Een mogelijke invalshoek is te starten in die buurten waar de warmtetransitie bij inwoners het meest leeft en het meest gemotiveerd zijn. Andersom kan een gemeente ook besluiten om, aansluitend bij sociaal-economisch beleid, juist zwakkere buurten als eerste aardgasvrij te

maken. Ook kan gekeken worden naar verschillen in de mate van zelfredzaamheid en bereidheid van bewoners (specifiek particuliere huiseigenaren) om te investeren. Er kan dus begonnen worden in buurten met de sterkste of juist de zwakste schouders.”

Contracteerbaarheid

“Contracteerbaarheid gaat over de mate waarin het vastgoed in een wijk in bezit is van een grote of juist relatief beperkte hoeveelheid eigenaren. Met andere woorden: zijn alle woningen individueel (privé)bezit of zijn veel huizen eigendom van één of enkele woningcorporaties? Vanuit contracteerbaarheid is het wenselijk dat het vastgoed in eigendom is van een beperkte hoeveelheid eigenaren. Dit versnelt potentieel het proces en beperkt voor gemeenten en warmteleveranciers mogelijk de transactiekosten voor het contracteren van de warmtevraag. Contracteerbaarheid is vooral van belang bij een collectieve oplossing door middel van een warmtenet (Strategie 2 en 3).”

Waarde van het gasnet

“In sommige delen van buurten liggen relatief nieuwe gasnetten vanwege recent uitgevoerde vervangingen van bijvoorbeeld gasleidingen van grijs gietijzer. In andere buurten zijn de gasnetten al sinds lange tijd in gebruik. Als de warmtetransitie wordt gestart in buurten waar de gasnetten al relatief oud zijn, wordt er zo min mogelijk waarde vernietigd. De gemiddelde leeftijd van het gasnet in de buurt geeft een goede indicatie van de waarde van het gasnet. De netbeheerder gas beschikt over deze informatie.”