



Investeringsopgave warmte infrastructuur

Rapportage



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

GREENVIS

ONDERDEEL VAN DE WARMTE TRANSITIEMAKERS

Wij maken duurzame warmte beschikbaar voor iedereen

GREENVIS
ENERGY SOLUTIONS

Greenvis is onderdeel van
De WarmteTransitieMakers B.V.



Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
T.a.v. Ruben van de Belt

Auteur	Joachim Kooijinga Johan Verheij
Datum	25-07-2022
Gecontroleerd	Paul Valk
Kenmerk	GV22022-EZK-R01

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Methode	5
2.1 Scope	6
2.2 Stap 1 – Geografische verdeling van warmtenetten	7
2.3 Stap 2a – Investeringskosten uit de Startanalyse	7
2.4 Stap 2b – Investeringskosten o.b.v. Greenvis analyse	11
3 Gevoeligheidsanalyse	14
4 Houtige biobrandstof	15
4.1 Literatuur studie.	15
4.2 Uitvraag partijen warmtesector	16
4.3 Inschatting groei warmtenetaansluitingen tot 2030	17
5 Resultaten en synthese	19

1 Inleiding

In het klimaatakkoord is afgesproken dat in 2050 alle woningen en gebouwen in Nederland worden verwarmd zonder aardgas. Warmte-infrastructuur (warmtenetten) wordt in veel wijken een belangrijke nieuwe vorm van energie infrastructuur. Warmteleidingen zijn zeer efficiënt in gebruik, maar kennen een grote initiële investering.

Er wordt op dit moment een nieuw wettelijk kader ontwikkeld (Wet Collectieve Warmtevoorziening) voor de opschaling en regulering van de warmtemarkt. De nieuwe warmtewet biedt de mogelijkheid om een Warmte joint-venture aan te wijzen als integraal verantwoordelijk warmtebedrijf, bestaande uit een warmteleveringsbedrijf en een warmtenetbedrijf (infrastructuur). Daarnaast is er het voornemen om publiek eigendom van warmte-infrastructuur te verplichten. Dat vergt voldoende realisatiekracht bij publieke bedrijven die (in potentie) deze rol kunnen vervullen binnen warmtebedrijven.

Om de beoogde opschaling in de bestaande bouw naar 500.000 nieuwe aansluitingen in 2030 en 2,6 mln. nieuwe aansluitingen in 2050 te kunnen realiseren, heeft de warmtesector voldoende daadkracht nodig. Het voornemen is in de Wet Collectieve Warmtevoorziening publiek eigendom van de infrastructuur te verplichten. Dat vergt voldoende realisatiekracht bij publieke bedrijven die (in potentie) deze rol kunnen vervullen binnen warmtebedrijven. Er is daarom behoefte aan inzicht in de hoogte van deze investeringsopgave.

In het klimaatakkoord is afgesproken dat de duurzame warmteoplossing met de laagste nationale kosten de preferente oplossing is voor de gebouwde omgeving in Nederland. De Startanalyse heeft voor elke buurt in Nederland doorgerekend wat de strategie met de laagste nationale kosten is. Alle buurten waarvoor een warmtenet de beste oplossing is tellen afgerond op tot 2,6 miljoen woningen. In dit rapport gaan we uit van dat dit aantal gehaald wordt in 2050.

Onderzoeksbureau Ecorys heeft in opdracht van het Uitvoeringsoverleg klimaatakkoord Gebouwde Omgeving ingeschat dat 500.000 nieuwe aansluitingen voor de sector haalbaar zijn t.e.m. 2030. TNO heeft vervolgens een onderzoek gedaan naar de mogelijke beleidsinstrumenten waarmee de overheid de ontwikkeling van warmtenetten financieel kan ondersteunen.

Recent heeft het kabinet bekend gemaakt dat er geen nieuwe subsidies op houtige houtige biobrandstof grondstoffen voor lage temperatuur warmte worden uitgegeven. In dit onderzoek worden twee scenario's gepresenteerd die de mogelijke invloed van dit besluit op het aantal nieuwe warmtenetaansluitingen tot 2030 laten zien.

Doelstelling onderzoek

Wat is de investeringsopgave om de benodigde warmte-infrastructuur voor de doelen in 2030 en 2050 te realiseren. Daarbij wordt er voor 2030 extra inzicht gegeven met 2 scenario's voor het aantal nieuwe warmtenetaansluitingen (en dus de investeringsopgave) door de stop op subsidies voor houtige biobrandstof voor lage temperatuur warmte.

2 Methode

In dit hoofdstuk wordt de methode beschreven die gehanteerd is bij het uitvoeren van de analyse. Hieronder volgt een korte kwalitatieve beschrijving van de methode, in paragraaf 2.2 t/m 2.3 wordt de methode in meer detail uitgewerkt, nadat in paragraaf 2.1 de scope is gedefinieerd.

De gehanteerde methode bestaat uit onderstaande stappen.



Figuur 1. Schematisch overzicht methode.

Stap 1 - Geografische verdeling van warmtenetten

Een inschatting is gemaakt van de geografische verdeling van warmtenetten in 2050. Dit is gedaan door de grootste nationale baten uit de Startanalyse te halen voor warmtenetten. Nationale baten zijn daarbij gedefinieerd als de kostenafstand tussen warmtenetten en het beste aardgasvrije alternatief zonder warmtenetten.

Nadat de geografische verdeling is gemaakt, zijn de investeringskosten van de warmte infrastructuur voor de netten die tot 2030 worden aangelegd, en voor de netten die tussen 2030 en 2050 worden aangelegd. Dit is gedaan aan de hand van twee verschillende rekenmodellen: de Startanalyse (Vesta MAIS) en de Greenvis engineering tools.

Stap 2a – Investeringskosten uit de Startanalyse

De Startanalyse, met Vesta MAIS als achterliggend rekenmodel, geeft per CBS buurt de kosten voor warmtenetten weer. Het niveau van uitsplitsing in deze resultaten is niet voldoende gedetailleerd om de kosten voor infrastructuur direct uit te lezen. De uitkomst van de Startanalyse is gecorrigeerd voor de kosten die niet binnen de scope van dit project vallen (piekopwek, afleversets, zie ook paragraaf 2.1).

Stap 2b – Investeringskosten o.b.v. Greenvis analyse

Greenvis heeft in-house ontwikkelde tools voor het ontwerpen, dimensioneren en begroten van warmtenetten. Deze tools zijn gebruikt om een kostenraming te maken voor de geselecteerde buurten in stap 1. De leidingen zijn hierbij ook gedimensioneerd.

Stap 3 – Interpretatie en synthese resultaten

De investeringskosten die op 2 manieren zijn berekend. De uitkomsten van de 2 analyses zijn vergeleken in Hoofdstuk 5 Vergelijken. Verklaringen voor de verschillen tussen de modellen wordt uiteengezet, waardoor meer begrip ontstaat voor de onzekerheden als gevolg van de gekozen uitgangspunten. Het resultaat van deze exercitie zijn twee waarden voor de investeringsopgave voor warmte-infra in 2030 en in 2050.

2.1 Scope

De scope van deze studie is het deel infrastructuur van het warmtesysteem. In Figuur 2 is een overzicht weergegeven van een volledig warmtesysteem en de scope van deze analyse. Hieronder volgt een overzicht van de onderdelen die wel mee zijn genomen en de onderdelen die niet mee zijn genomen.

Onderdelen van het warmtesysteem die **wel meegenomen** zijn in deze analyse:

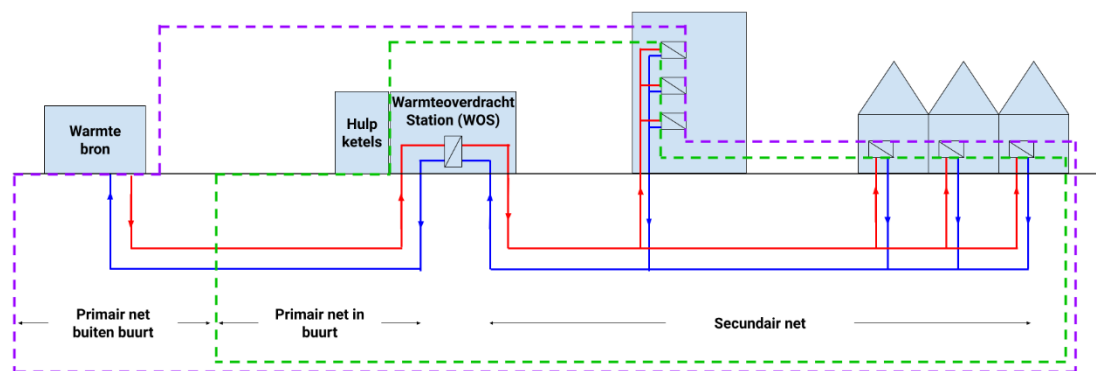
- Primair net in de buurt
- Warmteoverdrachtstation (WOS)
- Distributieleidingen
- Aansluitleidingen
- Inpandig leidingwerk tot aan de afleverset

Onderdelen van het warmtesysteem die **niet meegenomen** zijn in deze analyse:

- Warmtebron
- Primair net buiten de buurt¹
- Piek- en back-upinstallatie
- Afleversets
- Inpandige aanpassingen in de binneninstallatie na de afleverset

Onderdelen die geen deel uitmaken van het warmtesysteem en daarom ook **niet meegenomen** zijn in deze analyse:

- Verwijderen van de gasmeter, gasleidingen en bestaande ketel
- Ander gebouwaanpassingen zoals isolatie
- Kosten van het overnemen van bestaande private warmtenetten²



Figuur 2. Systeemoverzichtsdiagram collectief warmtesysteem. In paars de scope van de kostenberekening K04 + K05 + K06 uit de Startanalyse. In groen de scope van deze studie en de Greenvis analyse. Merk op dat het primaire net buiten de buurt, de hulpketels en de afleversets bij de aansluitingen buiten de scope van deze studie vallen.

¹ Zie Stap 2a – Investeringskosten uit de Startanalyse

² Deze kosten zijn in fase 2 wel berekend, dit is uitgevoerd door PwC in opdracht van EZK.

2.2 Stap 1 – Geografische verdeling van warmtenetten

Een inschatting is gemaakt van de geografische verdeling van warmtenetten in 2050. Deze selectie is uitgevoerd op buurtniveau en o.b.v. laagste nationale kosten (in lijn met afspraken uit klimaatakkoord).

In deze studie hebben we per buurt de baten van een collectief warmtenet berekend. **De baten** zijn het verschil in kosten tussen een warmtenet strategie en de goedkoopste strategie zonder warmtenet. De baten zijn positief als een warmtenet de goedkoopste strategie is; in dit geval heeft een warmtenet dus de laagste nationale kosten. De hoogte van de baten geeft aan hoe groot het kostenvoordeel is ten opzichte van de andere strategieën. De baten zijn negatief wanneer een warmtenet niet de goedkoopste strategie is.

Vervolgens zijn er de buurten geselecteerd voor de verdere analyse o.b.v. de hoogste baten uit de Startanalyse. In de buurtselectie is een ondergrens gehanteerd voor het minimale aantal aansluitingen van het buurtnet voordat deze in onze analyse is meegenomen. De ondergrens is op 200 aansluitingen gezet. In Hoofdstuk 3 is een toelichting te vinden op deze keuze. Met behulp van deze criteria zijn buurten geselecteerd tot aan de 2,6 mln aansluitingen. Deze buurten vormen de basis voor de verdere analyse.

Om tot het aantal van 500.000 te komen zijn op 2 verschillende manieren buurten geselecteerd; van beide selecties zullen de resultaten worden getoond in Hoofdstuk 5. De twee verschillende manieren waarmee de investeringsopgave voor de 500.000 aansluitingen is berekend zijn:

- De gemiddelde kosten voor de 2,6 mln teruggerekend naar 500.000 aansluitingen.
- Met de aanname dat de buurten met de hoogste baten uit de Startanalyse als eerst worden aangesloten.

2.3 Stap 2a – Investeringskosten uit de Startanalyse

In deze stap worden de investeringskosten voor de warmte infrastructuur uit de Startanalyse afgeleid. Hieronder volgt eerst een beschrijving van welke panden binnen een buurt worden aangesloten in de Startanalyse. Vervolgens welke kostenposten uit de Startanalyse zijn overgenomen en hoe deze zijn omgerekend naar initiële investeringen. Tenslotte worden er nog een aantal aandachtspunten bij de Startanalyse gegeven.

In de Startanalyse wordt per buurt bepaald welk deel van de panden wordt aangesloten. Welk deel van de buurt wordt aangesloten hangt af van de situatie. Hieronder zijn alle verschillende opties benoemd.

- In de startanalyse wordt aangenomen dat buurten met een warmtenet strategie met MT of HT bron (strategie S2) voor 100% worden aangesloten. Deze aanname hebben wij overgenomen.
- In de startanalyse wordt voor buurten met een warmtenet strategie met LT bron (strategie S3) bepaald welke panden wel en niet worden aangesloten. Deze afweging wordt gemaakt o.b.v. van de kosten van de alternatieven voor het pand en het beschikbare bronvermogen. Dit resulteert bijna altijd in een deelname van minder dan 100% voor buurten met strategie S3 als goedkoopste oplossing.
- Op verschillende plaatsen in Nederland is al een bestaand warmtenet. Voor de buurten waar al een bestaand warmtenet ligt wordt in de Startanalyse berekend welke kosten gemaakt moeten worden om dit net in stand te houden en uit te breiden. De kosten van de uitbreiding worden alleen berekend voor het deel van de buurt dat nog moet worden aangesloten.

In de Startanalyse worden alle kosten berekend van het warmtesysteem voor de verschillende strategieën. Deze kosten zijn opgedeeld in een aantal hoofdposten. Voor het bepalen van de investeringskosten in warmte infrastructuur o.b.v. van de Startanalyse hebben we de volgende hoofdposten uit de Startanalyse resultaten overgenomen:

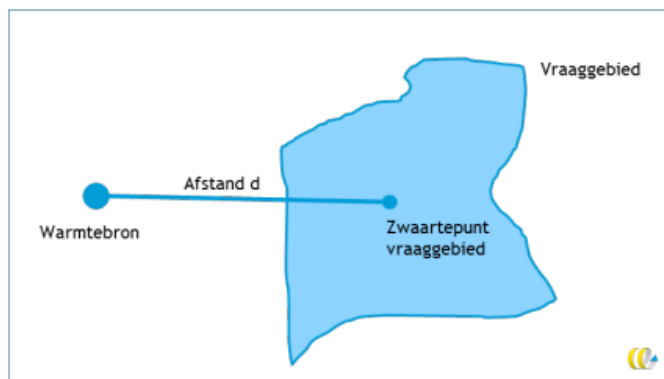
- K04_Wnet_buurt, K05_Wnet_pand, K06_Wnet_transport

In de Startanalyse zijn alle investeringskosten als afschrijvingen in de tijd gezet en met een discontovoet teruggerekend naar gemiddelde verdisconteerde kosten per jaar. Om van dit getal weer initiële investeringen te maken, zijn de relevante kostenposten met een aantal stappen omgerekend. Hieronder de stappen die zijn gevolgd voor het omrekenen van deze kostenposten naar initiële investeringen in warmte infrastructuur. Deze stappen en de gebruikte correctiefactoren zijn afgestemd met modellen van PBL.

1. De posten hebben we omgerekend van verdisconteerde kosten per jaar naar initiële investeringen door de posten te delen door de volgende correctiefactoren:
 - K04: 0,053293
 - K05: 0,053293
 - K06: 0,056238
2. Vervolgens hebben we een correctie gedaan voor de kostenreductie door leereffecten die in de Startanalyse is meegenomen. De kostenposten zijn hiervoor gedeeld door de leercurves uit de Startanalyse:
 - K04: 79%
 - K05: 80%
 - K06: 75%
3. Ten slotte zijn de volgende kosten afgetrokken van de kostenposten omdat deze buiten de scope van ons onderzoek vallen:
 - K04: kosten van hulpketels à 133 €/kW
 - K05: kosten van afleversets à 1.300 €/stuk

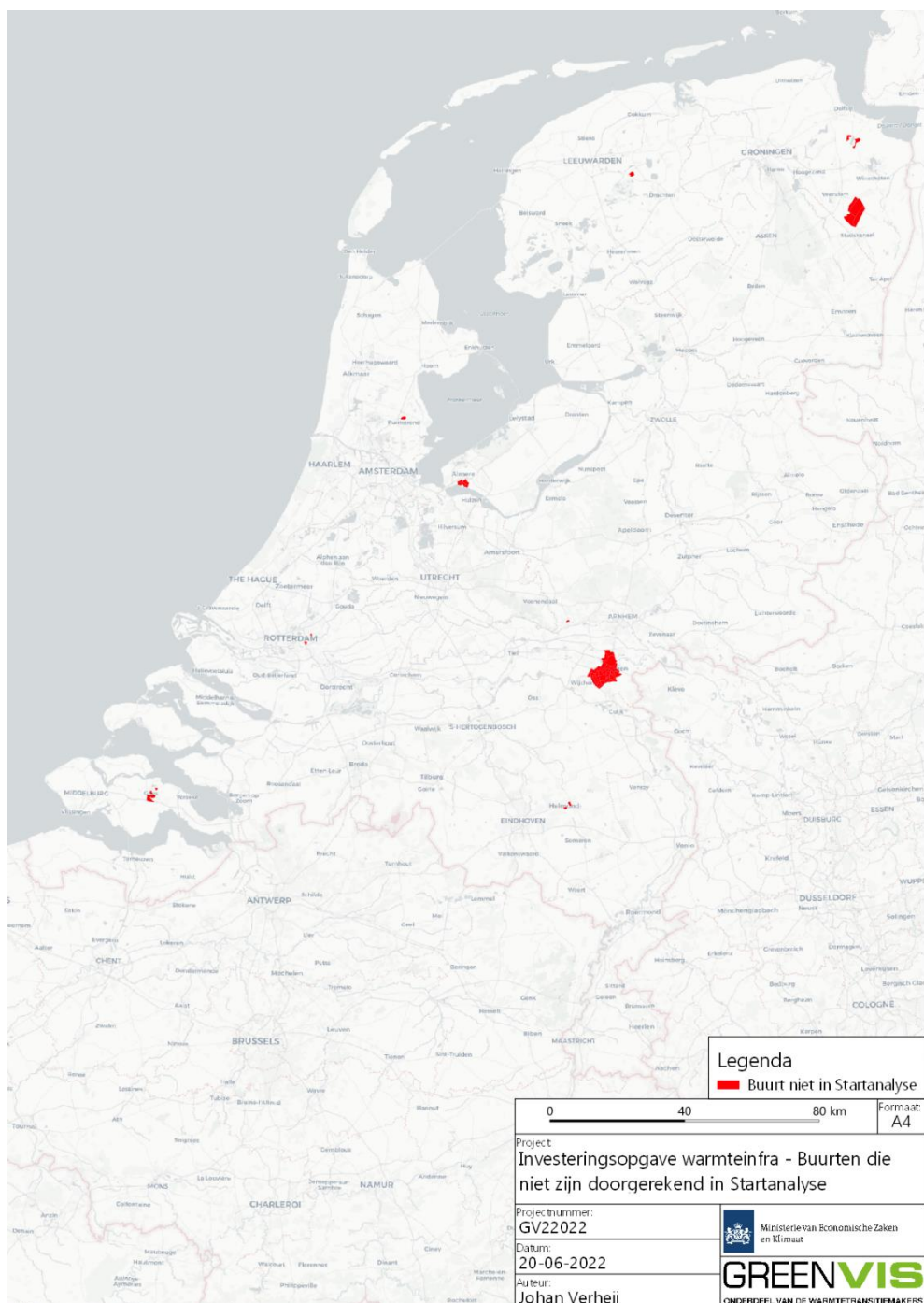
Aandachtspunten bij de Startanalyse

1. In de Startanalyse zijn de kosten van primaire transportleidingen bepaald (kostenpost K06). In de berekening is uitgegaan van een dataset met locatiegebonden warmtebronnen (Startanalyse inputdata). Wanneer een warmtebron buiten de doorgerekende buurt ligt is de afstand van de warmtebron tot de buurt ingeschat (zie ook Figuur 3). De lengte van deze leiding is vervolgens gebruikt om een kostenraming te maken voor de post K06.
 - **Let op:** deze scope wijkt af van de scope van de Greenvis berekening (zie ook Figuur 2)
 - Wanneer een warmtebron binnen de buurtgrenzen ligt worden er geen kosten meegenomen voor de primaire leidingen. Voor de S3 strategieën worden altijd alleen warmtebronnen binnen de buurtgrenzen genomen, dus voor deze strategie zijn er nooit kosten voor de primaire leidingen meegenomen.
 - In de vergelijking tussen de Startanalyse en de Greenvis analyse zullen we daarom de kostenpost K06 apart vermelden.



Figuur 3. Schematische weergave van de bronleiding (met lengte d) vanaf een bron buiten de buurt naar het vraaggebied waar deze bron aan gekoppeld is. De warmtebronnen die in de Startanalyse worden meegenomen als inputdata zijn vastgesteld door ECW en ook te vinden op <https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2>. (bron: CE Delft)

2. Een aantal buurten in Nederland zijn niet doorgerekend in de Startanalyse. Gemeenten mochten aangeven bij PBL wanneer zij een buurt niet doorgerekend wilden hebben indien dit was geaccordeerd door B&W. Voor een aantal buurten in Nederland is hier gebruik van gemaakt. Almere haven en gemeente Nijmegen zijn de grootste gebieden die hierdoor niet zijn doorgerekend. Zoals op de kaart in Figuur 4 te zien is betreft dit slechts enkele gebieden in Nederland. Voor de analyse hebben we gekozen om deze gebieden daarom ook niet mee te nemen in de berekening.



Figuur 4. Overzichtkaart Nederland met buurten die niet zijn doorgerekend in de Startanalyse.

2.4 Stap 2b – Investeringskosten o.b.v. Greenvis analyse

In deze stap zijn de investeringskosten voor de warmte infrastructuur berekend met Greenvis tools. Hieronder wordt stapsgewijs beschreven hoe het warmtenetontwerp en de kostenraming tot stand zijn gekomen.

Bepaling benodigd vermogen

Voor het bepalen van de warmtevraag en het vermogen per pand heeft Greenvis zelf een tool ontwikkeld. Deze tool berekent op basis van de BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen)³ voor ieder pand de warmtevraag en het benodigd vermogen. Voor deze berekening worden kengetallen gebruikt die afhankelijk zijn van het type pand, bouwjaar, energielabel en oppervlakte; de kengetallen zijn gebaseerd op Vesta Mais⁴, onderzoek van ECN⁵ en daadwerkelijk gasverbruik⁶. Het resultaat is een verrijkte versie van de BAG.

Ontwerp warmtenet

Greenvis heeft een eigen tool gebouwd waarmee automatisch leidingnetten ontworpen kunnen worden. De input voor deze tool bestaat uit de verrijkte versie van de BAG en een dataset van alle wegen in Nederland⁷. De output van de tool is een (secundair) warmtenet van een centraal punt in de buurt (locatie WOS) naar alle afnemers.

Bij het bepalen van de route van het warmtenet van de WOS naar alle afnemers optimaliseert de tool de totale lengte van het net te zonder de opvoerdruk te hoog op te laten lopen. Daarbij maakt de tool gebruik van een aangepaste versie van het Dijkstra algoritme. Dit is een algoritme dat vaak wordt gebruikt voor het zoeken van het kortste pad. Ook wordt aan iedere leiding toegevoegd of deze onder open of gesloten verharding⁸ ligt o.b.v. data uit de dataset van alle wegen.

Wanneer de route van het warmtenet is bepaald wordt het warmtenet gedimensioneerd. Iedere buurt wordt hierbij met dezelfde gemiddelde technische uitgangspunten doorgerekend. De belangrijkste technische uitgangspunten die zijn gehanteerd:

- Delta T tussen aanvoer en retour: 20 °C
- Drukval: maximaal 150 Pa/m
- Gelijktijdigheid volgens ISSO7
- Minimale diameter aansluitleiding: DN25

Met bovenstaande methode en tools wordt de lengte en diameter van het secundaire net bepaald (Zie Figuur 5 voor een voorbeeld). Vervolgens wordt aangenomen dat voor het primaire net nog 5% van de lengte van de distributieleidingen van het secundair net bijkomt; er wordt geen ontwerp gemaakt van het

³ De BAG bevat gegevens van alle adressen en gebouwen in Nederland, zoals bouwjaar, oppervlakte, gebruiksdoel en locatie op de kaart. De BAG is onderdeel van het overheidsstelsel van basisregistraties; gemeenten zijn bronhouders van de BAG en het kadaster beheert deze data.

⁴ Schepers, B., Naber, N., et al. (2019). Functioneel ontwerp Vesta 4.0. Delft: CE Delft.

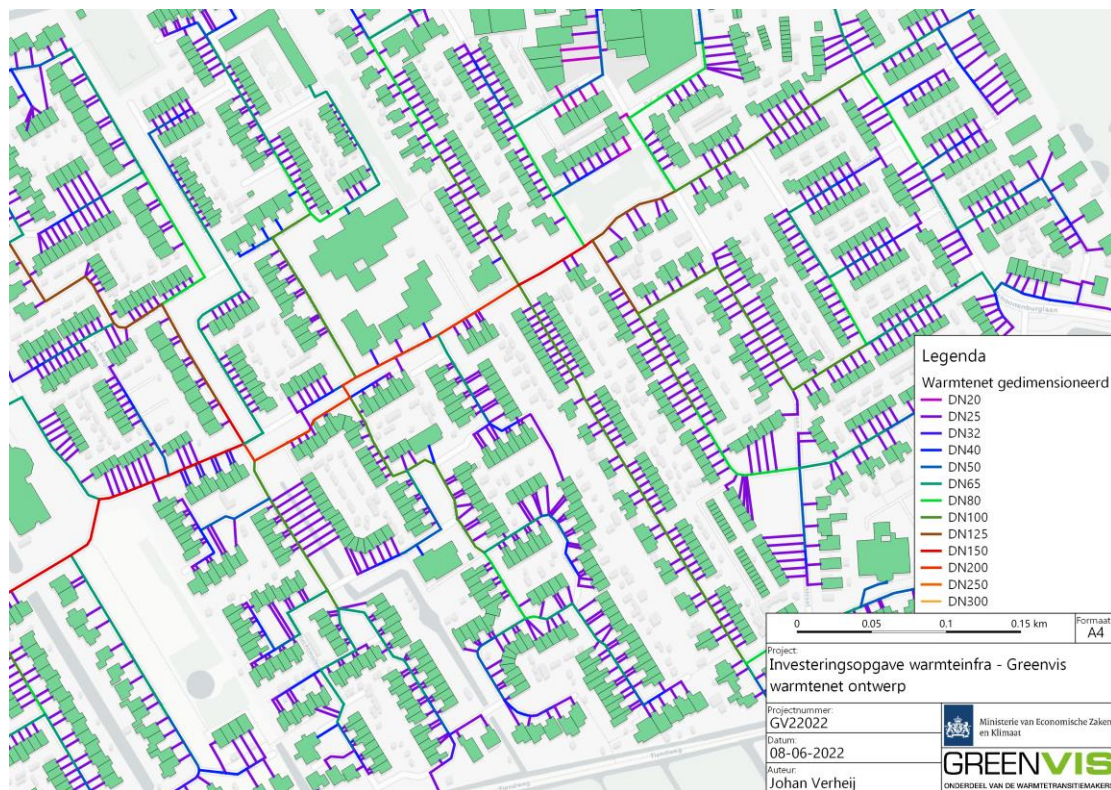
⁵ Sipma, J.M. & Rietkerk, M.D.A. (2016). Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen. Petten: ECN.

⁶ Via CBS Statline

⁷ Deze dataset is gebaseerd op de wegendata van OSM (OpenStreetMap) en verrijkt met data uit de BGT (Basisregistratie Grootchalige Topografie).

⁸ Gesloten verharding betreft asfalt of beton, alle andere typen verharding vallen onder open verharding.

primaire net. Aanname is dat de verhouding open en gesloten verharding hetzelfde is als voor het secundaire net. De diameter van de primaire leiding is gelijk aan de grootste leiding in het secundaire net.



Figuur 5. Voorbeeld automatisch ontworpen leidingnet Greenvis.

Begroting

Na het tekenen en dimensioneren van de leidingen wordt per buurt een overzicht opgesteld. In dit overzicht staan de volgende zaken:

- Aantal aansluitingen; opgesplitst in de volgende typen: grondgebonden woningen, gestapelde woningen, utiliteiten.
- Vermogen; opgesplitst in dezelfde typen als het aantal aansluitingen.
- Lengtes warmtenet; opgesplitst per diameter en type verharding.

Met dit overzicht en de Greenvis kengetallen wordt vervolgens een kostenraming opgesteld van de totale kosten van de warmte infrastructuur.

In de Greenvis analyse wordt het warmtenet ontwerp altijd gemaakt voor 100% van de buurt, achteraf wordt een correctie gedaan voor het deel dat wordt aangesloten. Hieronder wordt per situatie beschreven of en hoe deze correctie wordt gedaan. Alle aansluitpercentages zijn overgenomen uit de Startanalyse, zoals beschreven in paragraaf 2.3.

- Voor buurten met een S2 strategie volgens de Startanalyse en nog geen bestaande warmtenet aansluitingen is aangenomen dat 100% van de buurt wordt aangesloten.
- Voor buurten met een S2 strategie volgens de Startanalyse en al bestaande warmtenet aansluitingen is aangenomen dat het resterende deel wordt aangesloten. Voor de kosten van het aansluiten van de resterende aansluitingen worden de volgende formules gebruikt:

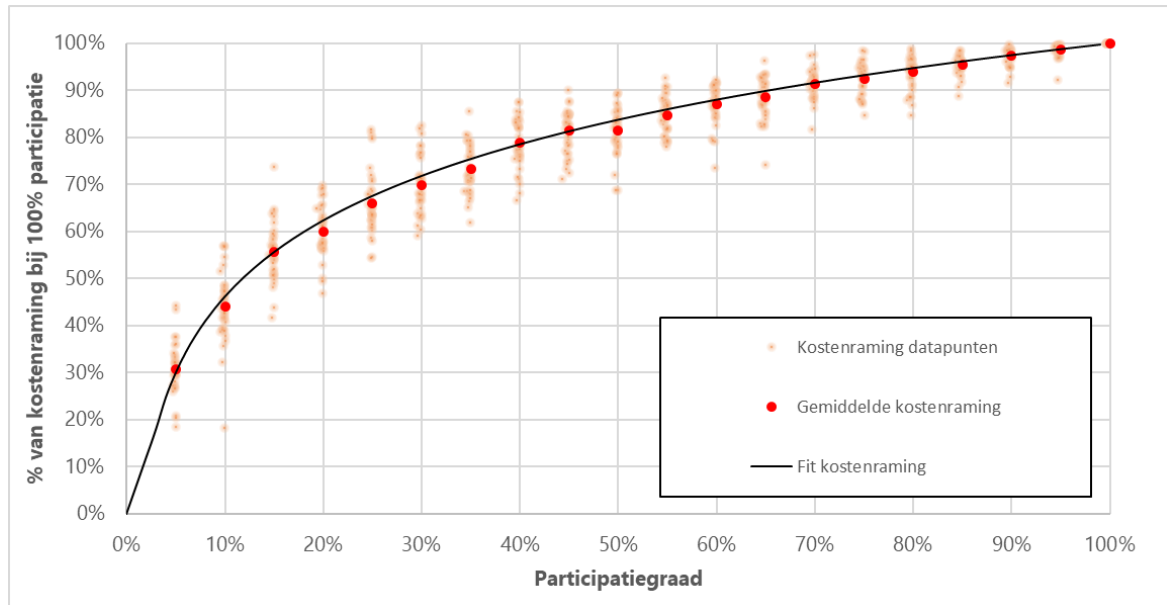
$$\begin{aligned}
K_{Prim} &= 0 \\
K_{Sec} &= \begin{cases} (1 - 6 \cdot (1 - x)) \cdot K_{Sec,100\%} & \text{voor } x < 5\% \\ (1 - (0,2337 \cdot \ln(1 - x) + 1)) \cdot K_{Sec,100\%} & \text{voor } x \geq 5\% \end{cases} \\
K_{WOS} &= K_{WOS,100\%} \cdot x \\
K_{Aansl} &= K_{Aansl,100\%} \cdot x \\
K_{Inp} &= K_{Inp,100\%} \cdot x
\end{aligned}$$

Met x de participatiegraad.

Met K_{Prim} de kosten voor het primaire tracé; de aanname is dat er geen nieuwe primaire leidingen aangelegd hoeven worden wanneer al bestaande warmtenet aansluitingen in de buurt aanwezig zijn.

Met K_{Sec} de kosten voor het secundaire tracé; deze formule is gebaseerd op een analyse uitgevoerd door Greenvis (zie ook *Figuur 6*).

Met K_{WOS} , K_{Aansl} en K_{Inp} de kosten voor respectievelijk de WOS, de aansluitleidingen en de inpandige leidingen; de aanname is dat deze kostenposten alle drie lineair schalen met het percentage aansluitingen in de buurt.



Figuur 6. Resultaten van Greenvis analyse naar de kosten die gemaakt moeten worden voor distributieleidingen bij het aansluiten van minder dan 100% van de buurt. Op de y-as de kosten voor distributieleidingen als percentage van de kosten bij 100% van de buurt aansluiten. Deze analyse is uitgevoerd op 38 willekeurig geselecteerde buurten uit deze studie; welke panden worden aangesloten is willekeurig bepaald.

- Voor buurten met een S3 strategie volgens de Startanalyse is het aansluitpercentage overgenomen uit de Startanalyse. Vervolgens zijn voor de kosten van het aansluiten van dit percentage aansluitingen dezelfde formules gebruikt als hierboven beschreven. Een uitzondering hierop is de formule voor de kosten van het secundaire tracé. Voor de kosten hiervan is de volgende formule gebruikt:

$$K_{Sec} = \begin{cases} (6 \cdot x) \cdot K_{Sec,100\%} & \text{voor } x < 5\% \\ (0,2337 \cdot \ln(x) + 1) \cdot K_{Sec,100\%} & \text{voor } x \geq 5\% \end{cases}$$

Met x de participatiegraad en K_{Sec} de kosten voor het secundaire tracé.

3 Gevoeligheidsanalyse

In de buurtselectie is een ondergrens gehanteerd van 200 aansluitingen in de buurt voordat deze in de analyse is meegenomen (zie ook paragraaf 2.2). Om het effect hiervan inzichtelijk te maken zijn ook de ondergrenzen 0 en 100 doorgerekend. Wanneer de ondergrens op 100 of 0 wordt gezet dan zijn de totale kosten respectievelijk 1% of 3% hoger. Dit effect is voor deze fase niet significant.

De analyse is uitgevoerd op buurniveau met een minimum van 200 aansluitingen. We hebben ook inzichtelijk gemaakt wat de verdeling is van aansluitingen in kleine en grote collectieve warmtesystemen. De definitie van een groot collectief warmtesysteem is een systeem met ten minste 1.500 aansluitingen. Om dit inzicht te verkrijgen zijn er warmtenetclusters gevormd van alle doorgerekende buurten. Een warmtenetcluster bestaat uit alle buurten die in het eindbeeld van 2,6 mln aansluitingen aan elkaar grenzen. Uit deze analyse volgt dat 95% van de 2,6 mln aansluitingen in een groot collectief warmtesysteem komt; 5% komt in een klein collectief systeem.

Van de 2,6 mln aansluitingen die is doorgerekend krijgt 93% een S2 strategie, 7% krijgt een S3 strategie in de Startanalyse. Ruim het grootste deel van de 2,6 mln aansluitingen krijgt dus een warmtenet met een MT of HT warmtebron volgens de Startanalyse.

4 Houtige biobrandstof

In de kamerbrief van april van dit jaar heeft het kabinet bekend gemaakt dat vanaf dat moment geen nieuwe subsidies zullen worden afgegeven voor houtige biograndstoffen voor lage temperatuur toepassingen zoals warmte voor een warmtenet⁹. Deze houtige biograndstoffen zullen vanaf nu worden ingezet voor 'hoogwaardige toepassingen in sectoren zoals de bouw, chemie en grond-, weg- en waterbouw'. Het kabinet geeft in dezelfde brief aan dat het gekozen afbouwpad het halen van de reductieopgave in de gebouwde omgeving lastiger zal maken.

Onderzoeksbureau Ecorys heeft in opdracht van het Uitvoeringsoverleg Klimaat akkoord Gebouwde Omgeving ingeschat, dat de capaciteit van de warmtesector om nieuwe warmtenetaansluitingen (in de bestaande bouw) te realiseren tot 2030 rond de 500.000 is¹⁰. Het onderzoek plaatst daarbij de kanttekening dat of dat daadwerkelijk zou lukken, afhankelijk is van factoren zoals: "Lukt het om voldoende warmtebronnen te vinden en te ontsluiten? Zijn daar ook warmteproductie subsidies voor beschikbaar? Is er draagvlak voor zoveel inzet op warmtenetten in de desbetreffende regio's? Lukt het om organisatorisch de partijen bij elkaar te brengen? Zijn er ook voldoende technisch geschoolde mensen beschikbaar om het werk uit te voeren?". In hoeverre de beschikbaarheid van nieuwe houtige biobrandstofcentrales invloed heeft op deze inschatting is niet af te leiden. De inschatting van Ecorys sluit aan bij de ambitie die in het klimaatakkoord is geformuleerd voor de uitbreiding van het aantal warmtenetaansluitingen in 2030.

Om een inschatting te maken van de invloed van het wegvallen van subsidies op houtige biobrandstof voor lage temperatuur warmte op het aantal nieuwe warmteaansluitingen tot 2030 is in dit onderzoek de beschikbare literatuur bestudeerd én is er een uitvraag gedaan naar partijen in de warmtesector.

4.1 Literatuur studie.

Het Plan Bureau voor de Leefomgeving heeft in het rapport 'Uitfasering houtige biograndstoffen voor warmtetoepassingen' inzicht gegeven in de mogelijkheden voor, en consequenties van, het uitfasen van subsidiebeschikkingen van houtige biograndstoffen voor lage temperatuurwarmte¹¹. Ondanks dat er geen kwantitatieve invloed op het aantal warmteaansluitingen wordt gegeven, stelt het onderzoek dat de uitfasering negatieve invloed kan hebben op de gestelde doelen in het klimaatakkoord. Het wordt niet aannemelijk geacht dat andere warmtebronnen, zoals geothermie, industriële restwarmte en aquathermie snel genoeg kunnen opschalen om te compenseren voor het wegvallen van houtige biobrandstof als introduceerbare warmtebron.

TNO heeft in opdracht van het ministerie van EZK een onderzoek uitgevoerd naar de kosten (betaalbaarheid) van alternatieve technologieën bij een uitfasering van lage temperatuur warmteproductie met houtige biograndstoffen¹². In dat onderzoek geeft TNO aan dat het behalen van de ambities in het

⁹ Minister voor Klimaat en Energie (april 2022) - Beleidsinzet biograndstoffen.

¹⁰ Ecorys (juli 2021) - Inzicht in aanvullende beleidspakketten voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving

¹¹ PBL (2020) - Uitfasering houtige biograndstoffen voor warmtetoepassingen

¹² TNO (mei 2021) - Alternatieven voor warmtelevering in de gebouwde omgeving en glastuinbouw bij uitfasering houtige van biograndstoffen - Inzicht in de kosten

klimaatakkoord onzeker zijn door de uitdagingen die de grootschalig implementatie van alternatieve warmtebronnen met zich mee brengt.

De Klimaat en Energieverkenning 2021 (KEV21) voorziet in 2030 28 PJ aan warmtelevering door middel van warmtenetten aan woningen en diensten¹³. Dat is 12 PJ minder dan de 40 PJ ambitie in het klimaatakkoord. Daarnaast wordt er in de KEV21 aangegeven dat de gemaakte ramingen onzeker zijn door de uitfasering van subsidies op houtige biobrandstof op lage temperatuur warmte. Bij uitfasering (zoals nu het geval is) van de subsidies moet er naar alternatieve duurzame warmtebronnen worden uitgeweken. De KEV stelt dat verduurzaming daardoor mogelijk duurder en/of kost meer tijd dan in de huidige KEV raming wordt geschat.

Samenvattend, konden de volgende conclusies hieruit getrokken worden;

- Het PBL, de KEV21, TNO en het kabinet stellen in bovenstaande rapporten dat zonder de subsidie op houtige biobrandstof het moeilijker wordt om de gestelde doelen in het klimaatakkoord voor de gebouwde omgeving te halen.
- De meeste rapporten achten de kans klein dat andere technieken zoals geothermie, aquathermie en restwarmte, zo snel ontwikkelen dat ze de volledige vraag (ambitie klimaatakkoord) kunnen dekken.
- Geen van de partijen geeft echter een inschatting hoeveel minder aansluitingen gerealiseerd zullen worden door de afschaffing van nieuwe houtige biobrandstof subsidies.

4.2 Uitvraag partijen warmtesector

Voor dit onderzoek is er een uitvraag aan drie brancheorganisaties van de warmtesector en twee onderzoeksinstituten gedaan. Er is aan de partijen gevraagd een inschatting te doen, van het effect op het aantal nieuwe warmteaansluitingen tot 2030, door het besluit van het kabinet om geen nieuwe subsidies voor houtige biobrandstoffen uit te geven. Samenvattend, konden de volgende conclusies hieruit getrokken worden;

- De ambitie van het klimaatakkoord moet gehaald worden. Daarmee kan de 40 PJ warmtelevering niet worden losgelaten, ook al is er geen inhoudelijke duiding over de invulling er van.
- De Minister heeft in de Kamerbrief al aangekondigd dat het Kabinet extra inzet zal plegen op het versneld opschalen van duurzame warmtebronnen als geothermie, restwarmte en aquathermie. Daardoor komen andere duurzame warmtebronnen eerder in beeld.
- In de reeds afgegeven subsidiebeschikkingen voor houtige biobrandstofcentrales zit nog ruimte voor groei van warmtenetaansluitingen.
- In het huidige coalitieakkoord akkoord is de reductiedoelstelling voor de gebouwde omgeving verhoogd van 3,4 naar pakweg 10 Mton CO₂. Deze reductiedoelstellingen zullen moeten worden gerealiseerd in de gebouwde omgeving.
- Nu de houtige biograndstof wegvalt zal dat impact hebben op de kosten, aangezien dit gevuld dient te worden door andere bronnen met hogere nationale kosten.

¹³ PBL (2021) – Klimaat en energieverkenning 2021

4.3 Inschatting groei warmtenetaansluitingen tot 2030

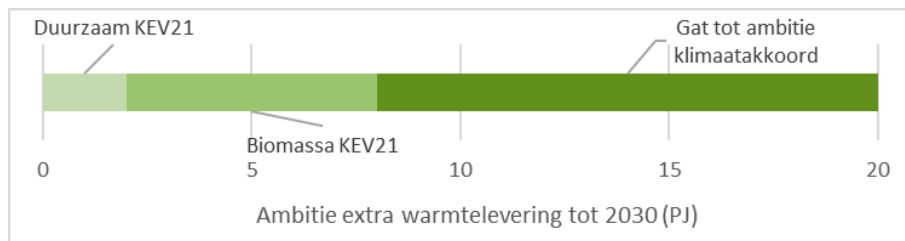
Met de input uit de literatuur studie en de uitvraag bij partijen in de warmtesector zijn er twee scenario's bepaald. Het **100% substitutie scenario** (zie Figuur 7) deze is in lijn met de feedback die er is gekregen uit de marktvraag. Daarnaast is er het **50% substitutie scenario** (Figuur 8) deze is mee genomen ter indicatie wat een 50% substitutie zou betekenen.

De basis is het klimaat akkoord. Om te voldoen aan de ambitie in het klimaatakkoord moet de warmtelevering door warmtenetten verdubbelen van zo'n 20 PJ naar 40 PJ in 2030. Op dit moment voorziet de KEV21 een groei van 8 PJ tot 2030, waarvan 2 PJ duurzaam (anders dan houtige biobrandstoffen) en 6 PJ (midden-groen) houtige biobrandstoffen. Het gat tot de ambitie van het klimaatakkoord en de KEV21 raming is daarmee nog 12 PJ (donker-groen)

In deze studie maken we voor 2 scenario's de investeringsopgave inzichtelijk:

100% substitutie scenario (Figuur 7): **Geen negatief effect; 500.000 nieuwe aansluitingen**

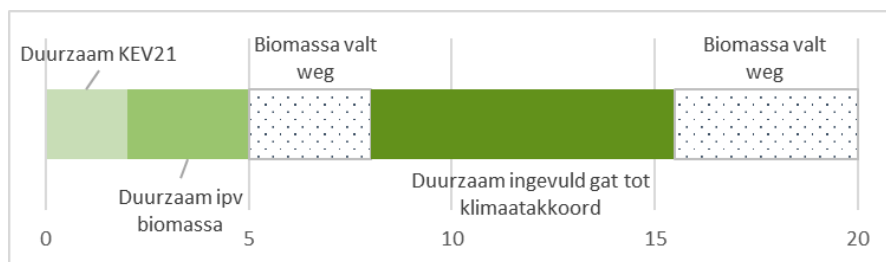
Geen negatief effect op het aantal warmtenetaansluitingen door het wegvallen van nieuwe subsidies voor houtige biobrandstof voor lage temperatuurwarmte. In lijn met het klimaatakkoord zullen er tot 2030, **500.000** nieuwe warmtenetaansluitingen worden gerealiseerd.



Figuur 7. Overzicht ambitie extra warmtelevering tot 2030.

50% substitutie scenario (Figuur 8): **50% van de voorziene houtige biobrandstoflevering valt weg; 300.000 nieuwe aansluitingen**

Van de 6 PJ (midden-groen) die ingevuld zou worden met houtige biobrandstof (KEV21) wordt aangenomen dat 50% wordt ingevuld met andere duurzame bronnen, de andere 50% valt weg. Van het gat van 12 PJ (donker-groen) tussen de KEV21 en de ambitie in het klimaatakkoord wordt aangenomen dat deze met dezelfde verdeling zou zijn ingevuld met houtige biobrandstof en andere duurzame bronnen en dat ook 50% hiervan wegvalt. Daarmee is er in 2030 in totaal zo'n 12 PJ extra warmtelevering. Dit komt neer op **300.000** nieuwe warmtenetaansluitingen in 2030.



Figuur 8. Scenario '50% van de voorziene houtige biobrandstoflevering valt weg'.

Het **100% substitutie scenario** sluit aan bij de ambitie en de gemaakte afspraken van het klimaatakkoord. Partijen in de warmtesector gaan ervan uit dat deze doelstellingen gehandhaafd blijven en dat het beleid vanuit het Rijk hier op wordt gebaseerd. Uit meerdere onderzoeken blijkt dat dit een ambitieus streven is, zeker nu de subsidie op houtige biobrandstof is weggefallen. Desondanks is dit het 100% substitutie scenario waarvoor we de investeringsopgave inzichtelijk maken.

Het **50% substitutie scenario** laat een mogelijke invloed op het aantal nieuwe warmtenetaansluitingen zien door de afschaffing van subsidies op houtige biobrandstof. Op basis van de KEV21, de ambities van het klimaatakkoord en de voorziene inzet van houtige biobrandstof is er een ruwe inschatting gemaakt wat de mogelijk invloed kan zijn. De werkelijke invloed echter sterk afwijken. Het scenario is bedoeld om inzicht te geven in de mogelijke verlaging van de investeringsopgave.

De marktuivraag geeft de verwachting dat het 100% substitutie scenario het meest voor de hand liggend is.

5 Resultaten en synthese

Als eerste stap in de synthese zijn de resultaten van stap 2a en stap 2b met elkaar vergeleken (zie ook Figuur 1). In de tabel hieronder zijn de resultaten uit beide analysestappen weergegeven. De scope van het primaire net is niet gelijk in beide analyses (zie ook Figuur 2 en paragraaf 2.1). Daarom is de vergelijking tussen de resultaten van de analyses exclusief het primaire net de meest eerlijke vergelijking. Wanneer de *“Investeringskosten per aansluiting exclusief primair net”* in onderstaande tabel wordt vergeleken is er een acceptabel verschil van 6%.

Tabel 1. Investeringskosten warmte infrastructuur voor 2,6 mln aansluiting o.b.v. Startanalyse en Greenvis analyse; prijspeil 2018.

	Greenvis (prijspeil 2018)	Startanalyse (prijspeil 2018)
Totale investering inclusief primair net	€ 28,4 mrd	€ 31,7 mrd
Investering per aansluiting	€ 10.900	€ 12.200
Investering primair net	€ 1,05 mrd	€ 2,55 mrd
Totale investering exclusief primair net	€ 27,4 mrd	€ 29,2 mrd
Investering per aansluiting exclusief primair net	€ 10.500	€ 11.200

Voor de kosten van het totale primaire net is de inschatting van de Startanalyse realistischer omdat daarin het hele tracé van bron naar WOS is meegenomen.

Rekenkundig wordt er teruggewerkt van 2050 naar 2030.

Voor de vergelijking tussen Startanalyse en de Greenvis tool is de totale investering in bovenstaande tabel is gedaan o.b.v. prijspeil 2018. Daarnaast is ook een investeringsraming gemaakt o.b.v. prijspeil 2022¹⁴. De getallen voor prijspeil 2022 zijn weergegeven in Tabel 2. Merk op dat veel prijzen de laatste 2 jaar extreme stijgingen zijn ondergaan door de Corona pandemie en geopolitieke onrust in de wereld. De prijsontwikkeling de komende jaren is erg onzeker en geen onderdeel van deze studie, maar wel relevant voor de uiteindelijk investeringsopgave.

Tabel 2. Investeringskosten warmte infrastructuur voor 2,6 mln aansluiting o.b.v. Greenvis analyse; prijspeil 2022.

	Greenvis (prijspeil 2022)
Totale investering inclusief primair net	€ 35,5 mrd
Investering per aansluiting	€ 13.600
Investering primair net	€ 1,54 mrd
Totale investering exclusief primair net	€ 33,9 mrd
Investering per aansluiting exclusief primair net	€ 13.000

¹⁴ Prijspeil 2022 betekent hier januari 2022; vanaf januari 2022 tot de publicatiedatum van deze rapportage zijn de prijzen nog significant hoger geworden o.a. door de oorlog in Oekraïne.

In deze volgende stap wordt ingaan op de investeringen die tot en met 2030 zijn voorzien. Zoals beschreven in paragraaf 4.3 zijn er in deze studie 2 mogelijke scenario's opgesteld voor de ontwikkeling van het aantal warmte aansluiting tot 2030. In het 100% substitutie scenario komen er tot 2030 in totaal 500.000 nieuwe aansluitingen bij, in het 50% substitutie scenario zijn dat er 300.000. In Tabel 3 zijn de investeringen voor beide scenario's weergegeven voor de gemiddelde buurtselectie. In Tabel 4 zijn de investeringen voor beide scenario's weergegeven voor de buurtselectie o.b.v. hoogste baten uit de Startanalyse. Zie voor een toelichting op de buurtselectie paragraaf 2.2.

Tabel 3. Investeringskosten warmte infrastructuur voor 2030 o.b.v. Greenvis analyse voor 2 geschetste scenario's; prijspeil 2022. Uitgaande van de gemiddelde buurtselectie.

	Greenvis (prijspeil 2022) 100% substitutie scenario: 500.000 aansl.	Greenvis (prijspeil 2022) 50% substitutie scenario: 300.000 aansl.
Totale investering inclusief primair net	€ 6,82 mrd	€ 4,09 mrd
Investering per aansluiting	€ 13.600	€ 13.600
Investering primair net	€ 0,30 mrd	€ 0,18 mrd
Totale investering exclusief primair net	€ 6,52 mrd	€ 3,91 mrd
Investering per aansluiting exclusief primair net	€ 13.000	€ 13.000

Tabel 4. Investeringskosten warmte infrastructuur voor 2030 o.b.v. Greenvis analyse voor 2 geschetste scenario's; prijspeil 2022. Uitgaande van de buurtselectie o.b.v. hoogste baten uit de Startanalyse.

	Greenvis (prijspeil 2022) 100% substitutie scenario: 500.000 aansl.	Greenvis (prijspeil 2022) 50% substitutie scenario: 300.000 aansl.
Totale investering inclusief primair net	€ 4,81 mrd	€ 2,75 mrd
Investering per aansluiting	€ 9.600	€ 9.200
Investering primair net	€ 0,18 mrd	€ 0,10 mrd
Totale investering exclusief primair net	€ 4,63 mrd	€ 2,65 mrd
Investering per aansluiting exclusief primair net	€ 9.300	€ 8.800

In de uitgevoerde analyse is geen rekening gehouden met de lokale situatie in de ondergrond. De kosten van de warmte infrastructuur zijn geraamd met gemiddelde kengetallen. Voor een hoger detailniveau is het nuttig om onderscheid te maken o.b.v. de lokale situatie. Zeker wanneer gekeken wordt naar het pad naar het eindbeeld van 2,6 mln aansluitingen.¹⁵

¹⁵ Dit is verder uitgewerkt in: GV22022-EZK-M01-Investeringsopgave warmte infrastructuur aanvullende analyse