

› **BANEN IN BEELD**

Werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen in
warmtenet in Rotterdam

TNO innovation
for life

Datum ›
22 november 2022

› **Rapportage voor**
Gemeente Rotterdam

BANEN IN BEELD

Werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen in warmtenet in Rotterdam

Rapportage voor: Gemeente Rotterdam
André de Groot
Karen Janssen
Bert Vos

Auteurs Peter Mulder
Helen Verhoef
Thijmen van Bree
Goedeke Geuskens

Datum 22 november 2022

Projectnummer 060.52595
Rapportnummer TNO 2022 P12298

Contact TNO Peter Mulder
Telefoon 06 251 20 867
E-mail p.mulder@tno.nl

Inhoudsopgave

1	Management summary	2
2	Inleiding	7
2.1	Aanleiding.....	7
3	Doelstelling en afbakening	9
4	Methode.....	10
4.1	Kwantitatieve analyse: aantal banen	10
4.2	Kwalitatieve analyse: skills.....	15
5	Investeringsvolumes.....	17
5.1	Aantallen woningen, meters tracé en warmtestations	17
5.2	Monetaire investeringen t.b.v. IO analyse.....	22
6	Werkgelegenheidseffecten: aantal banen	24
6.1	Aantal banen	24
7	Werkgelegenheidseffecten: skills	34
7.1	Beschrijving van skills per beroep.....	34
7.2	Op skills gebaseerde loopbaanpaden.....	48
8	Aandachtpunten en doorontwikkeling aanpak	49
9	Conclusies	51

1 Management summary

CONTEXT

Met de energietransitie wordt ingezet op een forse daling van CO₂-emissies door het stimuleren van energiebesparing, versneld infaseren van duurzame energie en versneld uitfasen van fossiele energie. Deze transitie vereist grote technologische en maatschappelijke omwentelingen. Dit heeft gevolgen voor de werkgelegenheid.

De gemeente Rotterdam wil inzicht in het aantal en type banen dat de komende jaren in Rotterdam ontstaat door investeringen in de warmtetransitie. Ten eerste is kennis over de werkgelegenheid, gerelateerd aan de beoogde warmtenetten, nodig om te borgen dat de ambities van de gemeente, zowel in relatie tot de energietransitie als daarbuiten, in lijn zijn met het aantal mensen dat beschikbaar is om het werk uit te voeren. Ten tweede helpt deze kennis de gemeente Rotterdam in het streven naar haar doel dat zo veel mogelijk Rotterdammers profiteren van de nieuwe werkgelegenheid.

DOEL

De centrale vragen in dit rapport zijn: Hoeveel banen ontstaan lokaal, in Rotterdam, ten gevolge van investeringen in het warmtenet? En welke skills vragen deze banen?

AFBAKENING

Om deze vragen te beantwoorden kijken we in dit onderzoek naar de gebiedsaanpakken aardgasvrij, zoals weergegeven op de WANNEER-kaart. Deze kaart, die fungeert als voorwaardelijke planning, is onderdeel van de Rotterdamse Transitievisie Warmte van juni 2021. Er zijn in Rotterdam vijf gebieden waar is begonnen met de voorbereidingen of daadwerkelijke aanleg van het warmtenet en het aansluiten van woningen op het warmtenet: i) Bospolder-Tussendijken; ii) Groot-IJsselmonde (Heindijk, Reyeroord); iii) Pendrecht Zuid; iv) Prinsenland-Het Lage Land; v) Rozenburg. Hoewel de WANNEER-kaart gebieden benoemt die kansrijk zijn om vóór 2025 te starten met een gebiedsaanpak, zijn hier nog geen concrete plannen over bekend. Deze gebieden vallen daarom buiten de scope van de in dit rapport beschreven analyse. We beperken ons in de analyse tot de eerder genoemde vijf gebieden in de lopende gebiedsaanpakken.

Omdat wij kijken naar lokale werkgelegenheidseffecten richten we ons onderzoek primair op de arbeidsinzet die is gemoeid met het aanleggen van het warmtenet, inclusief het administratieve en organisatorische proces daaromheen. Eerdere schakels in de productieketen, zoals het fabriceren van leidingen en warmte afleversets e.d., vinden grotendeels buiten de stad Rotterdam plaats en nemen wij niet mee in onze berekeningen.

Voor de inschatting van de werkgelegenheidsomvang brengen wij de hoeveelheid arbeid in beeld die benodigd is voor elk van de verschillende stappen in het werkproces: ontwerp, communicatie, graafwerkzaamheden, aanleggen van leidingen, plaatsen van de warmte afleverset en het inregelen van de installatie, afwerking in de woning en projectmanagement. Door het hele rapport heen drukken we alle gewerkte uren (door werknemers en zelfstandigen) uit in voltijdbanen, ook wel voltijdequivalenten (vte of fte) of arbeidsjaren genoemd.

AANPAK

Voor het onderzoek naar de werkgelegenheidseffecten van de aanleg van warmtenetten in Rotterdam hanteren we dezelfde aanpak als in onze 'Banen in beeld' studie 2021 (TNO 2021). In die studie maakten we een analyse van de lokale werkgelegenheidseffecten van het isoleren van woningen, de aanleg van zonnepanelen en laadinfrastructuur voor elektrische auto's. De aanpak voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen die we in die studie ontwikkelden is op twee punten vernieuwend. Ten eerste koppelen we een kwantitatieve berekening van het aantal lokale banen aan de skills die deze banen vereisen. Ten tweede gebruiken en vergelijken we twee verschillende methoden om het aantal banen te berekenen: een niet-monetaire bottom-up rekenmethode en een top-down monetaire rekenmethode. In deze studie gebruiken we dezelfde aanpak. In deze studie vergelijken we de uitkomsten van beide rekenmethoden – dit geeft ons inziens het meest betrouwbare beeld van het aantal te verwachten banen. De vergelijking tussen beide rekenmethoden heft tot op zekere hoogte de tekortkomingen van beide methoden op.

De niet-monetaire bottom-up rekenmethode is een zogenoemde Employment Factors benadering. Hierbij maken we – op basis van desk research, data en expert interviews – een inschatting van het vereiste aantal uren werk per stap in het proces om een warmtenet te realiseren, en vervolgens berekenen we op basis hiervan het aantal banen per geïnstalleerd volume (aantal meter warmteleiding, aantal aangesloten woningen). De tweede methode die we gebruiken om het aantal banen te berekenen is een Input-Output analyse. Dit is een door economen veel gebruikte monetaire rekenmethode waarbij de aantallen meters warmteleiding en het aantal aan te sluiten woningen eerst worden vertaald naar totale investeringsbedragen die vervolgens worden toegewezen aan sectoren op basis van een veronderstelde verdeling van de totale investeringen in arbeids- en materiaalkosten. Vervolgens wordt met behulp van een inschatting van de loonkosten, en rekening houdend met de structuur van de lokale economie, het aantal banen geschat.

Om het aantal banen te verbinden met de skills die deze banen vragen, hebben we tijdens de interviews aan experts gevraagd welke beroepen betrokken zijn bij het uitvoeren van de activiteiten. Om de skills van de geïdentificeerde beroepen te beschrijven is gebruik gemaakt van [O*NET](#). Dit is een open access Amerikaanse skills taal en database die bijna 1.000 beroepen gedetailleerd beschrijft. We hebben gebruik gemaakt van 136 skills beschreven in O*NET: vaardigheden (35), mentale en fysieke vermogens (52), werkstijlen (16) en kennisdomeinen (33).

We hanteren in onze analyse voor elke technologie drie scenario's: Laag, Midden en Hoog. Het Midden scenario is het meest realistische scenario, gebaseerd op het gemiddelde van de inschattingen die experts gaven en de informatie afkomstig uit desk research. De scenario's Laag en Hoog zijn vervolgens gedefinieerd als een 20% marge ten opzichte van het Midden scenario, zowel in uren als in investeringsvolumes.

AANTAL BANEN

Hoeveel voltijdsbanen ontstaan in Rotterdam ten gevolge van de aanleg van warmtenetten in de zes wijken/buurtten in de lopende gebiedsaanpakken? Onze belangrijkste bevindingen met betrekking tot die vraag zijn als volgt:

- Naar schatting bedraagt de totale werkgelegenheid voor investeringen in warmtenet in de wijken Bospolder-Tussendijken, Groot-IJsselmonde, Pendrecht Zuid, Prinsenland-Het Lage Land en Rozenburg samen ongeveer 300 voltijdsbanen in 2025 en 360 voltijdsbanen in 2030 (Employment Factor methode, midden scenario). Ten opzichte van 2022 is dit een toename van ongeveer 220 extra (nieuwe) banen in 2025 en 275 extra banen in 2030 (de cumulatieve netto werkgelegenheid). In het rapport laten we zien dat we in het optimistische Hoog scenario uitkomen op een toename van ongeveer 430 banen in 2025 en 515 banen in 2030, terwijl we in het pessimistische scenario Laag uitkomen op 232 banen in 2030.
- Als we alle werkzaamheden (inclusief werk aan tracés en warmtestations) toerekenen naar banen per woning, dan komen we in onze berekeningen voor het Midden scenario uit op een kengetal van ongeveer 10 banen per 100 hoogbouw woningen en 15 banen per 100 laagbouw woningen. In het Laag scenario zijn deze kengetallen 7,6 en 12 banen voor respectievelijk hoog- en laagbouw woningen, terwijl we in het Hoog scenario uitkomen op 11,5 en 18 banen voor respectievelijk hoog- en laagbouw woningen.
- Als we alle werkzaamheden (inclusief werk aan tracés en warmtestations) toerekenen naar uren werk per woning, dan komen we in onze berekeningen uit op een bandbreedte van 122 à 183 uur werk voor een hoogbouwwoning, terwijl dit voor een laagbouwwoning 191 à 287 uur is. Deze bandbreedte in benodigde uren valt samen met onze respectievelijke scenario's Laag en Hoog en komt voort uit het feit dat het aantal benodigde uren per woning afhangt van de exacte woning- en wijkkenmerken. Voor het Midden scenario komen we dan uit op een gemiddeld kengetal van ongeveer 153 uur per hoogbouw woning en 239 uur per laagbouw woning.
- Voor een laagbouwwoning zijn aanzienlijk meer uren nodig dan voor een hoogbouw-woning omdat een hoogbouwwoning kan profiteren van schaalvoordelen bij de aanleg van het warmtedistributienet buiten de woning en de installatiewerkzaamheden binnen in de woning. Een laagbouwwoning heeft immers een eigen aansluiting op het distributienet in de straat, terwijl alle woningen in een flat of appartementencomplex de aansluiting op de straat delen. Daarnaast heeft een laagbouwwoning zijn eigen afleverset en installatie, terwijl hoogbouwwoningen meestal een gemeenschappelijke installatie hebben. Daarentegen geldt dat voor een hoogbouwwoning relatief veel uren nodig zijn voor het leidingwerk binnen; vanaf het centrale afgiftepunt op de grens van het gebouw is er immers meer leidingwerk naar woningen nodig (denk aan stijgleidingen).
- Het grootste deel van de werkgelegenheid komt voort uit werkzaamheden voor werkvoorbereiding plus werkzaamheden binnen in de woning: aanleg leidingen binnen, plaatsen warmte afleversets en afwerking. Daarnaast is er een substantiële hoeveelheid werk gemoeid met aanleggen leidingen buiten, inclusief graaf- en herstelwerkzaamheden. Projectmanagement en communicatie is per wijk op zich veel werk, maar uitgedrukt per woning gaat het in vergelijking met andere werkzaamheden om relatief weinig banen.

SKILLS

In totaal identificeerden we 33 verschillende beroepen die nodig zijn om warmtenetten te realiseren. Bij hoogbouw is ongeveer 64% van het werk te classificeren als 'blue collar' work en bij laagbouw 69%. Dit omvat bijvoorbeeld het graven van sleuven, leggen van leidingen buiten en in huis, plaatsen van de afleverset en installatie, en de afwerking van de woning. De

overige werkgelegenheid betreft voorbereidende werkzaamheden, projectmanagement, aansturing en inspectie. Uit de huidige analyse blijkt dat relatief veel werkvoorbereiders, grondwerkers (met graafmachine) en installateurs/monteurs nodig zijn.

Op basis van skills zijn drie clusters van verwantschapsbanen geïdentificeerd. Het eerste cluster betreft 8 beroepen gerelateerd aan voorbereidende werkzaamheden en management, zoals projectleider, uitvoerder, tekenaar, calculator, en veiligheidskundige. Het tweede cluster bevat 14 uitvoerende beroepen, zoals grondwerker, bouwvakker, fitter, lasser, elektriciens, installateur, timmerman en sjouwer. Het derde cluster betreft 4 beroepen betrokken bij de werkvoorbereiding en aansturing van de werkzaamheden. Dit derde cluster valt wat betreft skills tussen het eerste en tweede cluster in.

Wanneer we inzoomen op de benodigde skills per cluster, valt op dat voor de uitvoerende beroepen in cluster 2 minder skills van (groot) belang zijn dan voor de andere clusters. De uitzondering hierop vormen uiteraard de fysieke vermogens, die belangrijker zijn voor de uitvoerende beroepen. Ook zien we overeenkomsten in vaardigheden die de clusters vragen. Actief luisteren en kritisch nadenken is, vanuit de eigen rol, in alle drie de clusters van belang. In cluster 1 wordt dit gecombineerd met skills die nodig zijn voor het oplossen van uitdagingen, zoals het oplossen van complexe problemen, oordeel en besluitvorming, en systeemanalyse. In cluster 3 zijn deze skills ook van belang, maar is coördineren, personeelsmanagement, monitoring en tijdsmanagement (iets) belangrijker. Tenslotte zijn in alle drie de clusters luisteren, spreken en probleemgevoeligheid belangrijke mentale vermogens. In cluster 2 gaat dit samen met informatie ordenen, deductief redeneren (van algemene regels naar situatie in de praktijk) en visualiseren, terwijl in cluster 1 en 3 analytische vermogens en schrijven belangrijker zijn.

Op basis van skills zijn diverse loopbaanpaden uit te tekenen tussen de beroepen die nodig zijn voor het realiseren van warmtenetten, zowel tussen clusters (bijvoorbeeld van monteur of elektriciens in cluster 2 naar werkvoorbereider in cluster 3, als binnen clusters (bijvoorbeeld van lasser naar installateur). Een beroep in de warmtetransitie biedt daardoor, op basis van skills, alleen al binnen deze transitie uiteenlopende carrière mogelijkheden.

Conclusie

We berekenen dat de investeringen in het warmtenet in Rotterdam naar verwachting een aanzienlijke hoeveelheid werk met zich meebrengt. Als we alle werkzaamheden (inclusief werk aan tracés en warmtestations) toerekenen naar banen per woning, komen we uit op een aantal van 7,5 à 11,5 banen per 100 hoogbouw woningen, en 12 à 18 banen per 100 laagbouw woningen (afhankelijk van de aannames). Gegeven de aantallen woningen die in de lopende gebiedsaanpakken in Rotterdam de komende jaren naar verwachting worden aangesloten op het warmtenet, vertaalt zich dit naar een totaal werkgelegenheidseffect van ongeveer 200 à 430 voltijdsbanen per 2025 en 230 à 515 voltijdsbanen per 2030 (afhankelijk van de aannames).

Het grootste deel van de werkgelegenheid komt voort uit werkzaamheden voor werkvoorbereiding plus werkzaamheden binnen in de woning: aanleg leidingen binnen, plaatsen warmte afleversets en afwerking. Daarnaast is er een substantiële hoeveelheid werk gemoeid met het aanleggen van leidingen buiten, inclusief graaf- en herstelwerkzaamheden. Projectmanagement en communicatie is per wijk op zich veel werk, maar uitgedrukt per woning gaat het in vergelijking met andere werkzaamheden om relatief weinig banen.

Onze aanpak biedt de mogelijkheid om het aantal banen te verbinden aan de skills die deze banen vragen. Op basis van skills konden we 3 clusters van verwantschapsberoepen identificeren binnen de 33 beroepen betrokken bij het realiseren van warmtenetten. Deze clusters verschillen ten aanzien van het aantal skills dat nodig is en het type skills. Het identificeren van groepen op skills gebaseerde verwantschapsbanen is niet alleen zinvol voor het breed werven en opleiden van (zij-)instromers. Het biedt ook inzicht in de overstapmogelijkheden en potentiële ontwikkelroutes voor (toekomstige) vakmensen. En hiermee mogelijk voor beleid gericht op de beschikbaarheid van voldoende personeel voor het realiseren van de warmte-transitie en voor beleid dat levenslang ontwikkelen faciliteert.

Tenslotte worden in de rapportage verschillende kanttekeningen met betrekking tot de analyses uitgewerkt. Ook doen we aanbevelingen voor toekomstig onderzoek en de doorontwikkeling van de gebruikte methodologie.

2 Inleiding

2.1 Aanleiding

Met de energietransitie wordt ingezet op een forse daling van CO₂-emissies door het stimuleren van energiebesparing, versneld in-faseren van duurzame energie en versneld uit-faseren van fossiele energie. Deze transitie vereist grote technologische en maatschappelijke omwentelingen. Dit heeft gevolgen voor de werkgelegenheid.

De verwachting is dat werkgelegenheid in de conventionele (fossiele) energiesectoren voorlopig nog op peil blijft en zal bestaan naast de ontwikkeling van nieuwe werkgelegenheid in activiteiten gerelateerd aan duurzame energie. Dit blijkt onder andere uit een recent rapport van SEOR (mei 2021) over de arbeidsmarkt in het Haven Industrieel Complex in Rotterdam, CBS-cijfers en een eigen analyse van de gemeente Rotterdam (2021). Hoeveel banen de overstap naar schone energie lokaal per saldo zal opleveren, is niet bekend. De huidige cijfers richten zich voornamelijk op landelijke en regionale trends (zie bijv. Bulavskaya en Reynès 2018; Van Dril 2019; PBL 2018, 2019, 2020, 2022).¹ Daarnaast geven vrijwel alle bestaande onderzoeken een schatting van het aantal banen, maar niet van de skills die nodig zijn om het werk in de toekomst uit te voeren.² Met skills bedoelen we de kennis, vaardigheden, fysieke en mentale vermogens en werkstijlen die de functies vragen. Box 2.1 geeft een korte toelichting op skills.

De gemeente Rotterdam wil inzicht in het aantal en type banen dat de komende jaren in Rotterdam ontstaat door investeringen in energiebesparing en duurzame energie, zoals woningisolatie, het plaatsen van laadpalen voor elektrische voertuigen, het installeren van zonnepanelen en het aanleggen van warmtenetten. Ten eerste is deze kennis nodig om te borgen dat de ambities van de gemeente, zowel in relatie tot de energietransitie als daarbuiten, in lijn zijn met het aantal mensen dat beschikbaar is om het werk uit te voeren. Ten tweede wil de gemeente Rotterdam ervoor zorgen dat zo veel mogelijk Rotterdammers profiteren van de nieuwe werkgelegenheid.

In samenwerking met de gemeente Rotterdam heeft TNO in het eerste half jaar van 2021 een nieuwe methodiek ontwikkeld voor het inschatten van lokale werkgelegenheidseffecten van investeringen in de energietransitie. Innovatief is dat niet alleen het aantal banen, maar ook de skills die deze banen vragen in kaart worden gebracht. De methodiek is in 2021 toegepast op investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie in Rotterdam. De gemeente Rotterdam heeft TNO gevraagd om in een aanvullende studie, gebruik makend van dezelfde methodiek, ook inzicht te geven in de lokale werkgelegenheid die voortvloeit uit investeringen

¹ Een uitzondering is een recent onderzoek van SEO/CE Delft (2020) naar de economische impact van duurzaamheidsmaatregelen op de Amsterdamse economie.

² Een uitzondering is het UWV rapport 'Klimaatbanen in de Gebouwde Omgeving', maar de daarin beschreven skills zijn niet regionaal of lokaal gespecificeerd en gekwantificeerd. De recent verschenen rapportage van PBL en ROA over arbeidsmarktnelpunten voor de uitvoering van het klimaatbeleid (PBL 2022) beschrijft in welke beroepen, opleidingen en regio's arbeidsmarktnelpunten ontstaan, maar biedt geen analyse van skills.

in de warmtetransitie in Rotterdam. De resultaten van dit aanvullende onderzoek beschrijven we in dit rapport.

Inzicht in de werkgelegenheid die lokaal door de energietransitie ontstaat, vormt voor de gemeente Rotterdam, het bedrijfsleven en het onderwijs een belangrijke stap bij het realiseren van de energietransitie (voldoende mensen met de juiste skills op de juiste plaats) en het betrekken van zowel wendbare als kwetsbare groepen bij deze opgave (duurzame arbeidsparticipatie).

Box 2.1. Waarom skills en wat zijn skills?

Om de taken van een baan uit te voeren, heeft iemand kennis, vaardigheden, bepaalde vermogens (fysiek en mentaal) en eigenschappen (werkstijlen) nodig. Gezamenlijk vormen deze elementen de competenties die taken op het werk vragen. Traditioneel ging er (bij werving en selectie) veel aandacht uit naar de kennis die nodig is voor een functie, opgedaan door opleiding, scholing en werkervaring. Werk verandert op dit moment echter snel, onder andere door de digitale transformatie. Beroepen verdwijnen en ontstaan, en taken binnen functies veranderen. Omdat kennis hierdoor snel veroudert, ontstaat er steeds meer aandacht voor het belang van vaardigheden, vermogens en werkstijlen. Overkoepelend noemen we dit de skills die het werk vraagt.

Het beschrijven van skills (naast diploma's) biedt belangrijke voordelen. Ten eerste geven skills beter weer wat iemand op dit moment kan en nog moet ontwikkelen dan alleen (lang geleden behaalde) diploma's en certificaten. Iedereen heeft skills, ook als je geen baan of diploma's hebt. Ten tweede beloont het vastleggen van skills ontwikkelen tijdens het werk (informeel leren). Ten derde maken skills inzichtelijk dat heel verschillende functies vergelijkbare (baanoverstijgende) skills vragen. Dit ondersteunt de intersectorale mobiliteit van krimp naar groeisectoren, zoals de sectoren waarin (nog) meer werkgelegenheid ontstaat door de energietransitie.

3 Doelstelling en afbakening

Onderliggend onderzoek geeft antwoord op de volgende vragen:

1. Hoeveel banen ontstaan lokaal, in Rotterdam, ten gevolge van de verwachte investeringen in warmtenetten?
2. Welke skills vragen deze banen?

We bakenen de onderzoeksvragen als volgt af:

- **Periode:** we schatten de werkgelegenheidseffecten in de periode 2021-2025, met een vooruitblik tot 2030.
- **Scope:** we schatten de werkgelegenheidseffecten voor de 5 lopende gebiedsaanpakken in Rotterdam: Bospolder-Tussendijken, Groot-IJsselmonde, Pendrecht Zuid, Prinsenland-Het Lage Land en Rozenburg. Eventuele andere wijken waar in de (nabije) toekomst gestart wordt met de aanleg van een warmtenet zijn noodzakelijkerwijs nog niet meegenomen in onze analyse; als er voor 2030 meer wijken volgen op de 5 lopende gebiedsaanpakken dan zal het totale werkgelegenheidseffect tot 2030 dus groter zijn dan wij in deze analyse inschatten.
- **Keten:** we richten ons op de berekening van de lokale werkgelegenheid gerelateerd aan de aanleg van het warmtenet en niet op de productie van gebruikte technologie (die grotendeels buiten Rotterdam plaatsvindt).
- **Skills:** we beperken de analyse tot algemene vaardigheden, fysieke en mentale vermogens, werkstijlen en kennisdomeinen.

4 Methode

4.1 Kwantitatieve analyse: aantal banen

We berekenen het verwachte aantal banen die gemoeid zijn met de aanleg van warmtenetten in Rotterdam middels twee rekenmethoden. De eerste methode is een zogenoemde '*employment factors*' benadering: een bottom-up, niet-monetaire rekenmethode waarbij we de arbeidsinzet in iedere stap van het proces van voorbereiding tot realisatie berekenen, per meter warmtedistributienet door de wijken en per aan te sluiten woning. De tweede methode is een Input-Output analyse: een top-down, monetaire rekenmethode die door economen veel gebruikt wordt in studies als deze naar de gevolgen van bepaalde investeringen voor de (lokale) economie. We lichten beide methoden hieronder toe.

4.1.1 Bottom-up: employment factor methode

De *employment factor* methode start bij concrete technologieën en berekent per eenheid technologie of taak (meter warmteleiding; het aansluiten van één woning) de hoeveelheid werk die benodigd is. De methode is daarmee dus technology-driven en bovendien transparant, niet zo data-intensief, flexibel en zinvol voor korte termijn en lokaal niveau. Een ander voordeel is dat we niet, zoals in input-output analyse, een vertaling hoeven te maken van investeringsbedragen naar arbeidsinzet (fte's) via loonkosten. Een beperking is dat we met deze methode alleen directe werkgelegenheidseffecten (bij installateurs, aannemers, e.d.) kunnen berekenen, en dus niet de indirecte effecten bij hun toeleveranciers en afnemers meenemen. Ook kunnen we in deze rekenmethode niet corrigeren voor verdringing en andere langetermijneffecten (zoals loonstijgingen en krapte) op de arbeidsmarkt. Dit laatste is tot op zekere hoogte wel mogelijk met een Input-Output (IO) analyse.

In een enkele jaren geleden verschenen internationaal overzicht van studies naar werkgelegenheidseffecten van investeringen in duurzame energie (technologie), werd geconstateerd dat slechts een klein aantal studies hun eigen gegevens over de arbeidsintensiteit van investeringen verzamelen; de meeste onderzoeken zijn gebaseerd op dezelfde bronnen.³ Verder blijkt uit deze overzichtsstudie dat er veel verschillen zijn in de gerapporteerde werkgelegenheidsfactoren. Een belangrijk aanbeveling is dan ook om meer onderzoek te wijden aan het verzamelen van primaire gegevens over de werkgelegenheidseffecten van investeringen in duurzame energie. Ook voor Nederland geldt dat er geen recente studies zijn die deze primaire gegevens verzamelen; vrijwel alle recente studies over dit onderwerp – zowel voor nationaal als lokaal niveau – maken gebruik van top-down monetaire methoden als IO-analyse of economische evenwichtsmodellen (zie bv Bulavskaya en Reynès 2018 en SEO/Delft 2020).

Tegen deze achtergrond beoogt onze *employment factor* methode een bijdrage te leveren aan het bottom-up verzamelen en gebruiken van die primaire gegevens. Dat levert ons inziens, ondanks de eerder genoemde beperkingen van deze methode, nieuwe en waardevolle informatie op in aanvulling op de veelgebruikte economische top-down methoden zoals een IO-analyse.

³ Zie Cameron en van der Zwaan (2015).

Voor deze studie hebben we het door ons in 2021 ontwikkelde *employment factor model* voor installatie van laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie nu toegepast op de aanleg van warmtenetten in Rotterdam. Daartoe hebben we in detail bepaald welke activiteiten uitgevoerd moeten worden, van de voorbereiding (o.a. communicatie met bewoners, ruimtelijke inpassing en vergunningverlening) tot de werkzaamheden in de straten door de wijken, het aansluiten van de woningen en overige inpassende installatiewerkzaamheden. Vervolgens hebben we in kaart gebracht hoeveel uur werk elke activiteit kost per eenheid technologie of taak.

Deze informatie hebben we verkregen via desk research en interviews met experts uit de praktijk, o.a. werkzaam bij de gemeente Rotterdam, de betrokken warmtebedrijven (Eneco en Vattenfall), en diverse installatie- en aannemingsbedrijven. Tijdens de interviews bespraken we uit welke activiteiten het werkproces bestaat, de verwachte verandering in het werk in de komende jaren, benodigde functies en verwachtingen ten aanzien van de productiviteit (in relatie tot schaalgrootte, innovaties, leerervaringen etc.). Parallel hieraan hebben we informatie verzameld over de stand van zaken en fasering van de aanleg van het warmtenet en het aantal aan te sluiten woningen in lopende gebiedsaanpakken in Rotterdam. Onze voornaamste bron hiervoor betrof de Rotterdamse Transitievisie Warmte met de bijbehorende 'Wanneer-kaart', aangevuld met expertinterviews binnen en buiten de gemeente Rotterdam en data van de gemeente Rotterdam en CBS.

Tenslotte berekenen we het verwachte aantal voltijdsbanen dat is gemoeid met de investeringen in warmtenetten in Rotterdam als product van het aantal uur werk dat is vereist in iedere stap in het gehele proces van voorbereiding, aanleg en inpassende installatiewerkzaamheden, per meter warmteleiding en per aan te sluiten woning. Voor het omrekenen van uren naar voltijdsbanen definiëren we banen in fte's, oftewel fulltime-equivalenten of arbeidsjaren; we nemen aan dat 1 fte overeenkomt met 1.836 uur per jaar en gaan uit van 30 vrije dagen per jaar. Dat betekent dat we rekenen met een netto werktijd van 1.596 uur per fte ($1.836 \text{ uur} - 30 \text{ dagen} \times 8 \text{ uur}$).

We hanteren in onze berekeningen drie scenario's: Laag, Midden en Hoog. Het Midden scenario is het meest realistische scenario, gebaseerd op het gemiddelde van de inschattingen die in interviews zijn gegeven door experts en de informatie afkomstig uit desk research kengetallen. De scenario's Laag en Hoog zijn vervolgens gedefinieerd als een 20% marge t.o.v. het Midden scenario voor wat betreft het aantal woningen dat jaarlijks wordt aangesloten en aantal benodigde uren werk per stap in het proces.

Voor elk van de lopende gebiedsaanpakken hanteren we v.w.b. de investeringsvolumes een serie startwaarden en aannames die het model voeden. Dit betreft de stand van zaken en realisatie van de warmtenetten en reeds aangesloten woningen in de verschillende wijken/buurt in de periode 2020-2021 en de beoogde fasering van de werkzaamheden in de periode 2022-2030. Deze kengetallen zijn ontwikkeld door middel van een combinatie van desk research en interviews met betrokkenen in iedere wijk/buurt. In Hoofdstuk 5 vatten we de belangrijkste aannames samen. Voor alle drie de scenario's geldt dat het maximaal aan te sluiten woningen wordt bepaald door het totaal aantal woningen dat valt binnen de lopende gebiedsaanpakken. In het hoge scenario veronderstellen we dat er sneller wordt toegewerkt naar dit aantal; in het lage scenario verloopt het aansluitproces trager. In Hoofdstuk 5 vatten we de belangrijkste kengetallen ten aanzien van de investeringsvolumes samen.

In het werkproces voor het realiseren van warmtenetten zijn er grofweg drie fasen: Voorbereiding, Werkzaamheden buiten (aanleggen distributienet) en Werkzaamheden binnen in woningen (installatiewerk en bouwkundige afwerking). Daarbinnen onderscheiden we in onze analyse de 10 volgende hoofdstappen:

- 1) **Werkvoorbereiding**, waaronder het ontwerpen van het warmtenet, schouwen van woningen, het uitwerken van tekeningen, doen van berekeningen en het zorgen voor de aanwezigheid van de juiste materialen.
- 2) **Advisering, ruimte en vorming, juridische zaken**. Dit betreft ondersteunende werkzaamheden vanuit de gemeente Rotterdam, waaronder ruimtelijke inpassing, vergunningverlening en contracteren.
- 3) **Communicatie**, waaronder alle inspanningen van de gemeente vallen om wijkbewoners te informeren en hen een besluit te kunnen laten nemen over het wel/niet participeren. Dit betreft een generieke inspanning per wijk, onafhankelijk van het aantal woningen dat uiteindelijk wordt aangesloten.
- 4) **Graaf- en herstelwerkzaamheden buiten**, zoals het graven van sleuven en putten in de straten en het opnieuw bestraten na afloop van de werkzaamheden.
- 5) **Aanleggen en monteren van leidingen buiten**. Dit betreft alle werkzaamheden van monteurs en toezichthouders voor aanleg en inspectie van warmteleidingen.
- 6) **Aanleggen van warmtestations voor overdracht en aflevering, het verbinden van de warmteleiding tot aan de afleverset in de meterkast van woningen en het verwijderen van oude gasleidingen in de straten**. In iedere wijk zijn zogenaamde Warmte Overdracht Stations benodigd. Deze stations koppelen het wijknet aan het primaire warmtetransportnet (hoofdnet). Grootverbruikers hebben daarnaast een Decentraal Warmte Afleverstation (DWAS) nodig. Soms worden (industriële) grootverbruikers rechtstreeks op het primaire warmtenet aangesloten, middels Individuele Warmte Aflever Stations (IWAS).
- 7) **Aanleggen van leidingen binnen**. Dit betreft alle installatiewerkzaamheden binnen de woning, die benodigd zijn om: de oude CV-installatie (ketel en toebehoren) te verwijderen, de gasmeter en gasleidingen in de woning te verwijderen/af te doppen en waar nodig nieuw leidingwerk aan te brengen (inclusief eventuele boorwerkzaamheden).
- 8) **Plaatsen van de warmte afleverset in de woning en het inregelen van de installatie**. Dit betreft de werkzaamheden om de warmte afleverset te plaatsen in de technische ruimte van flatgebouwen of de meterkast van individuele woningen. Daarbij dient de installatie te worden aangesloten op de bestaande installatie (riool, cv en tapwater). Eventueel dient een extra leiding gelegd te worden tussen de meterkast beneden en de positie van de CV-ketel op zolder. Ook dienen radiatorkranen te worden aangepast. Tenslotte kan het systeem worden gevuld, ontluicht en getest.
- 9) **Overige werkzaamheden**, zoals aanpassingen in de elektra ten behoeve van inductie of elektrisch koken, het aftimmeren van leidingschachten e.d., stuken, schilderen. Ook rekenen we onder deze categorie de inzet van verkeersregelaars op straat tijdens werkzaamheden buiten in de wijken.
- 10) **Projectmanagement**. Dit betreft alle projectmanagement werkzaamheden voor de verschillende fasen en betrokken partijen, dus inclusief de coördinatiewerkzaamheden vanuit de gemeente Rotterdam en het projectmanagement bij warmteleveranciers, bouwen en installatiebedrijven.

Een aantal van bovengenoemde werkzaamheden is niet afhankelijk van het aantal woningen dat uiteindelijk wordt aangesloten op het warmtenet. Dit geldt met name voor de wijkgerichte communicatie inspanningen van de gemeente om bewoners te informeren over de komst van

het warmtenet in een bepaalde gebiedsaanpak. Het exact benodigde aantal meters leidingtracé door de wijk en het aantal warmte overdracht- of afleverstations verschilt afhankelijk van de ruimtelijke structuur, de aanwezige bedrijfsactiviteiten, maatschappelijk vastgoed e.d. in de wijk. Daarnaast is er een belangrijk onderscheid in de aard en omvang van de benodigde werkzaamheden in hoogbouw en laagbouw.

De verhouding tussen het aantal uur werk per hoofdtaak in het proces varieert over tijd, afhankelijk van de fase waarin de gebiedsaanpakken verkeren. Zo vindt de bulk van communicatie- en ondersteunende juridische-, ruimtelijke- en andere advieswerkzaamheden van de gemeente vroeg in de fasering van de gebiedsaanpakken plaats: in de jaren 2020-2024. De werkvoorbereiding, graafwerkzaamheden, aanleggen van leidingen (buiten) volgen, waarna ook in pandige aansluit- en installatiewerkzaamheden kunnen starten.

Ter vereenvoudiging van het rekenmodel zijn alle benodigde systeemelementen en generieke werkzaamheden omgerekend naar een kengetal per woning. Zodoende kunnen we voor de inschatting van de benodigde arbeidsinzet rekenen aan de hand van het aantal woningen per fase van de lopende gebiedsaanpakken. Hierbij maken we onderscheid tussen hoogbouw en laagbouw.

4.1.2 Top-down: input-output methode

Een input-output analyse is een veelgebruikte monetaire macro-economische rekenmethode, gebaseerd op een tabel die de economische structuur van een land of regio beschrijft in termen van vraag-aanbod relaties tussen sectoren. Deze zogeheten input-output tabel (IO-tabel) geeft weer hoeveel eenheden producten of diensten een bepaalde sector afneemt van andere sectoren (Input) en hoeveel eenheden producten of diensten deze sector produceert (Output). Een belangrijk voordeel van de IO-methode ten opzichte van de *employment factor* benadering is dat op basis van de IO-tabel we het *multiplier-effect* van een investering kunnen meenemen. De *multiplier* geeft aan hoeveel extra euro er omgaat in de héle economie wanneer er één extra euro wordt geïnvesteerd in een bepaald product of dienst. Bijvoorbeeld, wanneer de Nederlandse outputmultiplier van een sector gelijk is aan 1,2 dan betekent dit dat iedere extra euro besteed aan producten uit deze sector naar verwachting zal resulteren in  1,20 extra output in Nederland. Deze toename in output is verdeeld over alle sectoren in Nederland, inclusief de 'toeleveranciers van de toeleverancier'. Daarmee berekent de IO-analyse, in tegenstelling tot de *employment factor* methode, ook de indirecte effecten van een investering: de stijgende productie in een bepaalde sector (als gevolg van duurzaamheids-investeringen) zorgt immers voor productie in andere sectoren. De werkgelegenheidseffecten worden vervolgens bepaald door de stijging in productie in sectoren te combineren met extra informatie over de arbeidsproductiviteit (de hoeveelheid productie per werknemer) voor iedere sector.

Het CBS maakt jaarlijks een IO-tabel voor de Nederlandse economie. Regionale IO-tabellen op het niveau van de gemeente Rotterdam zijn in Nederland echter niet publiek beschikbaar. Voor het uitvoeren van de IO-analyse van lokale energietransitie investeringen in Rotterdam gebruiken we daarom een door het CBS geconstrueerde dataset voor Rotterdam. Deze tabel heeft het CBS op ons verzoek gemaakt voor de eerdergenoemde TNO analyse voor Rotterdam van werkgelegenheidseffecten ten gevolge van investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie (TNO 2021). CBS heeft daartoe de toegevoegde waarde, productie en het aantal werknemers per opleidingsniveau op sectorniveau in de gemeente

Rotterdam in beeld gebracht op basis van bestaande micro-data bronnen. Met behulp van deze aanvullende data zijn we in staat om voor Rotterdam de aan- en verkooprelaties tussen 56 sectoren in kaart te brengen; dit betreft zowel bedrijven als overheden en huishoudens. Op basis hiervan kan voor ieder product uit een sector in de Rotterdamse economie de multiplier berekend worden. Een werkgelegenheidsmultiplier geeft vervolgens aan hoeveel extra voltijdsbanen gegenereerd worden wanneer er één extra euro wordt geïnvesteerd in een bepaald product of dienst.

Deze vertaling van de nationale IO-tabel naar de lokale context van Rotterdam berust noodzakelijkerwijs op de aanname dat de productiestructuur van Rotterdam identiek is aan de productiestructuur van Nederland. Dat wil bijvoorbeeld zeggen dat de maakindustrie in Rotterdam in het productieproces dezelfde verhouding aan intermediaire producten (grondstoffen en halffabricaten) nodig heeft als de maakindustrie in Nederland. Daarnaast impliceert de wijze waarop de toegevoegde waarde en werkgelegenheid per sector in Rotterdam wordt bepaald noodzakelijkerwijs dat alle goederen en diensten die gemoeid zijn met de realisatie van warmtenetten in Rotterdam ook in Rotterdam worden ingekocht. We laten intermediaire export en import naar regio's buiten Rotterdam buiten beschouwing. Als gevolg betekent dit dat de werkgelegenheidseffecten van de aanleg van warmtenetten in Rotterdam alleen in Rotterdam terecht komen en niet daarbuiten.

Dit is natuurlijk een onrealistische aanname, die opgelegd wordt door databeperkingen. In onze analyse proberen we dit probleem te ondervangen door te kijken naar een tweede situatie, waarbij we bewust veronderstellen dat een deel van de werkzaamheden wél buiten Rotterdam plaatsvindt. Concreet gaan we er daarbij van uit dat de materiaalkosten buiten Rotterdam vallen (oftewel, de materialen nodig voor het warmtenet worden elders geproduceerd).

Ook biedt een IO-analyse de mogelijkheid om, via aannames, rekening te houden met de invloed van bepaalde kenmerken van de arbeidsmarkt op de uiteindelijke werkgelegenheid, zoals de mate van verdringing en stijgende lonen. Een krappe arbeidsmarkt (d.w.z. lage werkloosheid en veel openstaande vacatures in verhouding tot het aantal werkzoekenden) leidt met enige vertraging tot extra loonstijgingen, die op hun beurt een neerwaarts effect hebben op de vraag naar arbeid (elders in de economie). De krapte op de arbeidsmarkt wordt zelf op de langere termijn beïnvloed door o.a. veranderingen in het arbeidsaanbod (door migratie en participatie) en veranderingen in de arbeidsproductiviteit. In onze berekeningen nemen we deze effecten niet mee, hetgeen betekent dat onze IO-analyse de netto werkgelegenheidseffecten enigszins overschat.⁴

Zoals hierboven is beschreven, is een belangrijk nadeel van het gebruiken van de IO-methode op lokaal niveau dat we noodzakelijkerwijs impliciet veronderstellen dat de productiestructuur van Rotterdam identiek is aan de productiestructuur van Nederland en dat alle goederen en

⁴ In een recente studie berekent SEO/CE Delft (2020) met behulp van een IO-analyse de economische impact van duurzaamheidsmaatregelen op de Amsterdamse economie. Daarin wordt dit lange termijn effect wel meegenomen o.b.v. de volgende aannames: i) een werkloosheidspercentage van 6 procent in de periode 2021-2030; bij een werkloosheidspercentage van 8 procent is de impuls voor de netto werkgelegenheid in het eerste jaar ongeveer 75 procent van het aantal bruto banen en een werkloosheidspercentage van 3 procent is deze bijdrage 23 procent van het aantal bruto banen.

diensten die gemoeid zijn met de duurzaamheidsmaatregelen in Rotterdam ook in Rotterdam worden ingekocht. Een ander nadeel van de IO-methode, ten opzichte van de *employment factor* methode, is dat zowel de investeringsambities (bijvoorbeeld het aantal aan te sluiten woningen op het warmtenet) eerst vertaald moeten worden naar monetaire eenheden (een investeringsbedrag) terwijl het afleiden van de werkgelegenheidseffecten uit gegevens over de extra toegevoegde waarde van de investeringen vraagt om aannames over de arbeidsproductiviteit en de loonkosten. Deze beide stappen genereren onvermijdelijk onzekerheid en foutmarges in de berekening. Een IO-analyse houdt bovendien in haar opzet geen rekening met de mogelijke rol van technologische of sociale innovaties en schaal- en leereffecten in de toekomstige ontwikkeling van werkgelegenheid.

4.2 Kwalitatieve analyse: skills

Tijdens de interviews is aan experts gevraagd wat de functie is van mensen die betrokken zijn bij het voorbereiden, aanleggen en onderhouden van warmtenetten. Van deze functies zijn de benodigde skills in kaart gebracht.

Om de skills voor die functies te beschrijven, is gebruik gemaakt van [O*NET](#). O*NET is een open access Amerikaanse skills taal die bijna 1.000 beroepen gedetailleerd beschrijft. O*NET beschrijft onder andere welke taken en activiteiten bij beroepen horen en hoe belangrijk deze zijn. Daarnaast beschrijft O*NET voor ieder beroep de benodigde vaardigheden, vermogens (fysiek en mentaal), kennis en werkstijlen. Ook hiervan beschrijft O*NET het relatieve belang. De beschrijvingen in O*NET zijn gebaseerd op periodiek (vragenlijst)onderzoek onder werkgevers en werkenden in de VS. Een belangrijk kenmerk van O*NET is dat het (ook) transversale skills beschrijft. Dit zijn beroeps overstijgende skills. Door naar transversale skills te kijken, wordt zichtbaar dat functies die verschillende werktaken en competenties vragen, heel vergelijkbare onderliggende skills vereisen.

Om de skills te beschrijven en te analyseren zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- *Stap 1: Skills per functie*
Allereerst is bekeken welke functies die tijdens de interviews zijn benoemd, ook zijn beschreven in O*NET. Indien meerdere O*NET beschrijvingen mogelijk waren, is de best passende omschrijving geselecteerd. Voor deze functies zijn van 35 algemene vaardigheden (*skills*), 52 fysieke en mentale vermogens (*abilities*), 16 werkstijlen (*work styles*) en 32 kennisgebieden (*knowledge*) hun relatieve belang gedownload uit de O*NET database. Het belang van een skill wordt uitgedrukt in range van 1 tot 5 waarbij 1 betekent dat werkgevers en werkenden de skill niet belangrijk vinden voor het werk en 5 dat zij de skills zeer belangrijk vinden.
- *Stap 2: Relatie tussen functies op basis van skills*
Voor het bepalen van de op skills gebaseerde relatie tussen beroepen hebben we gebruik gemaakt van de O*NET classificatie en een algoritme afkomstig uit [de Paskamer](#), welke is ontwikkeld door TNO als onderdeel van House of Skills. Het algoritme berekent de cosinus van de belangrijkheidsscores van twee beroepen. De resulterende waarde geeft de mate van verschil van de belangrijkheidsscores van de twee beroepen weer. Een hogere score betekent dat er veel skills verschillen zijn tussen de functies, een lagere score dat er weinig verschillen zijn. De scores zijn weergegeven in een matrix waarin alle

mogelijke combinaties tussen de geselecteerde beroepen staan weergegeven. De analyse is uitgevoerd met behulp van Python.

- *Stap 3: Op skills gebaseerde clusters van beroepen*

Gebruik makend van de matrix die in stap 2 is opgesteld, zijn drie op skills gebaseerde clusters van beroepen geïdentificeerd. Het tweede cluster omvatte relatief veel beroepen. Om te onderzoeken of er binnen dit cluster op basis van skills subclusters geïdentificeerd konden worden is een factoranalyse uitgevoerd. Het bleek echter niet mogelijk om betekenisvolle subclusters te beschrijven. Voor de drie groepen functies is vervolgens berekend wat het gemiddelde belang van de 136 vaardigheden, vermogens, werkstijlen en kennisdomeinen is. Hierbij woog ieder beroep even sterk mee. De belangrijkste skills zijn beschreven.

- *Stap 4. Op skills gebaseerde ontwikkelroutes*

Om een eerste schets te geven van de ontwikkelroutes die op basis van skills mogelijk zijn, hebben we de overstapmogelijkheden binnen de functies die nodig zijn voor het realiseren van het warmtenet beschreven. De matrix opgesteld in stap 2 vormde hierbij het uitgangspunt.

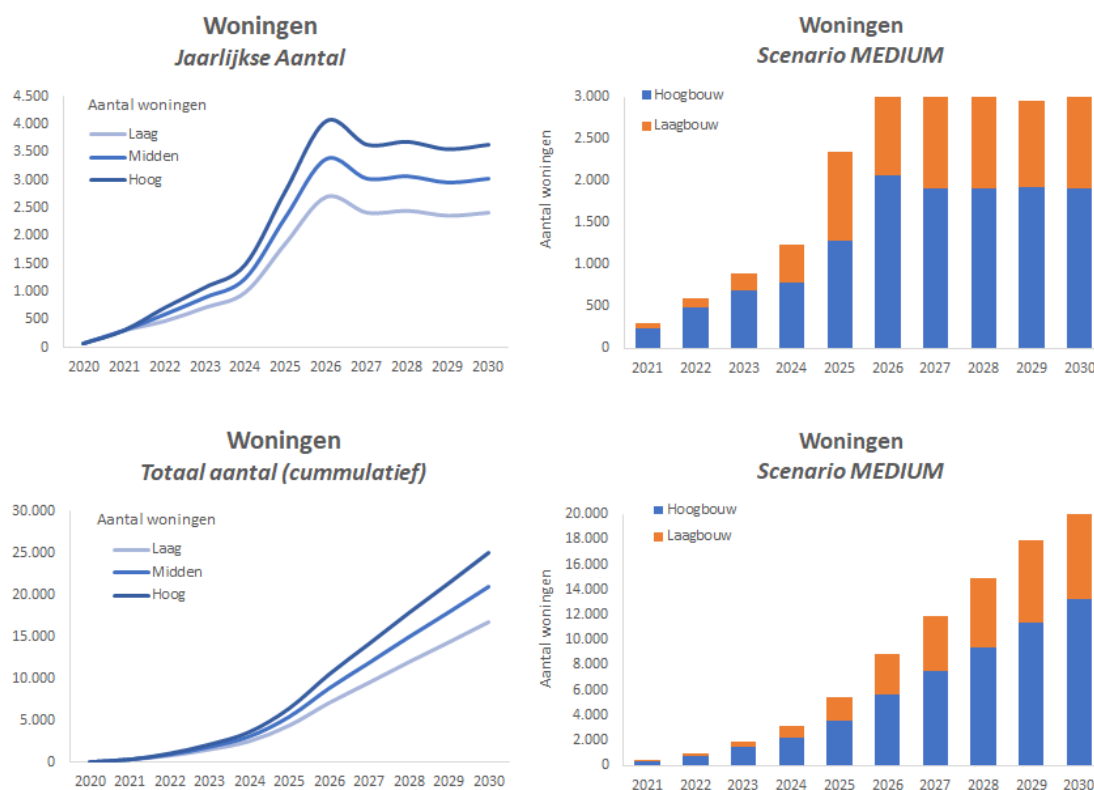
5 Investeringsvolumes

5.1 Aantallen woningen, meters tracé en warmtestations

Er zijn in Rotterdam vijf gebieden waar is begonnen met de voorbereidingen of daadwerkelijke aanleg van het warmtenet en het aansluiten van woningen op het warmtenet: i) Bospolder-Tussendijken; ii) Groot-IJsselmonde (Heindijk, Reyerood); iii) Pendrecht Zuid; iv) Prinsenland-Het Lage Land; v) Rozenburg.

De stand van zaken verschilt per gebied. Zo zijn in Bospolder-Tussendijken in 2021 de eerste flatwoningen aangesloten op het warmtenet en wordt in de planning van deel 1 van de werkzaamheden voorzien om de laatste woningen aan te sluiten in 2026. In Pendrecht Zuid, Rozenburg en Prinsenland-Het Lage land zijn de uitvoerende graaf- en aansluitwerkzaamheden nog niet gestart. Hier lopen de aanbestedingsprocedures nog, of is vertraging ontstaan vanwege onzekerheden rond het Warmtebedrijf Rotterdam en daarmee de warmtelevering in Rotterdam-Zuid. Vanaf 2023 worden in enkele van deze gebieden de eerste uitvoerende werkzaamheden voorzien. Binnen Groot-IJsselmonde zijn in Heindijk de warmteleidingen al grotendeels door de wijk gelegd en kunnen in 2022 de eerste woningen worden aangesloten op het warmtenet. In Reyerood worden de eerste uitvoerende werkzaamheden in 2024 voorzien. Hoewel de WANNEER-kaart ook gebieden benoemt die kansrijk zijn om vóór 2025 te starten met een gebiedsaanpak, zijn hier nog geen concrete plannen bekend. Deze gebieden vallen buiten de scope van de in dit rapport beschreven analyse. We beperken ons in de analyse tot de vijf eerder genoemde gebieden in de lopende gebiedsaanpakken.

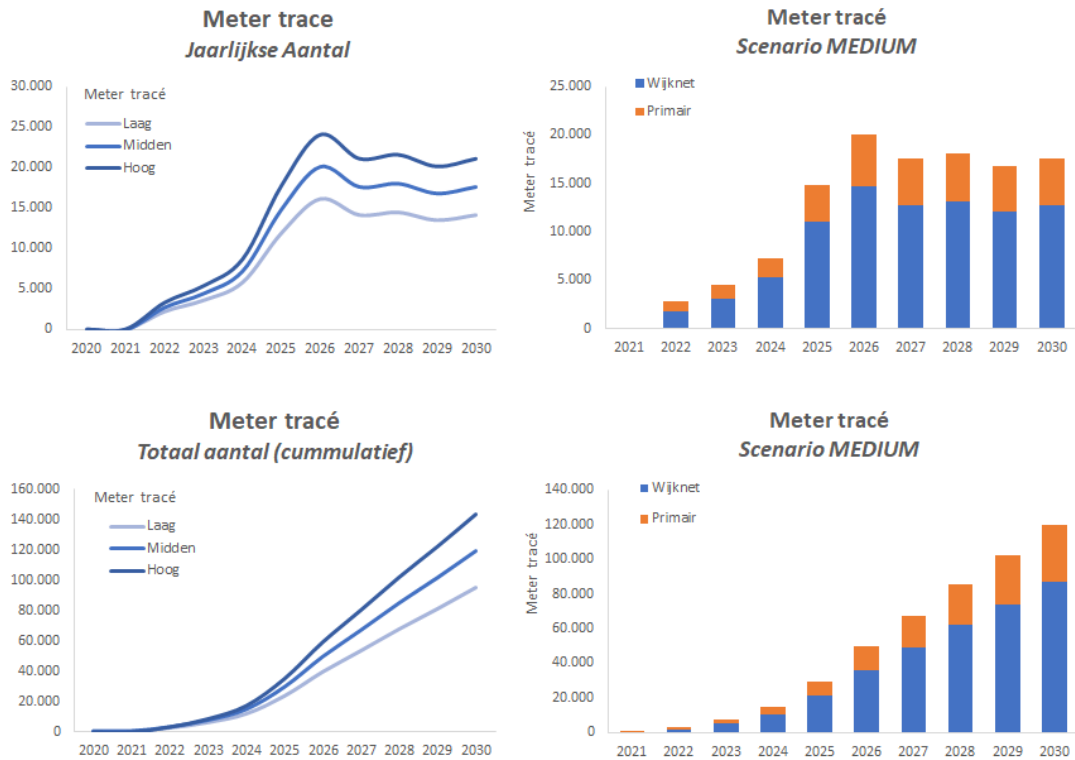
De uitrol van het warmtenet in deze vijf gebiedsaanpakken in Rotterdam vertaalt zich naar aantallen aan te sluiten woningen en meters aan te leggen tracé voor het distributienet. In Figuur 5.1 en 5.2 vatten we dit samen. Figuur 5.1 geeft inzicht in het cumulatieve aantal aangesloten woningen over de tijd, zoals die volgen uit de door ons verzamelde informatie en ontwikkelde kengetallen. In de gebieden Bospolder-Tussendijken en Groot-IJsselmonde zijn de eerste woningen in 2021 en 2022 aangesloten op het warmtenet. Vanaf 2023 zal gestart worden met het aansluiten van de eerste woningen in de andere gebieden. In het Midden scenario is uitgegaan van 897 aangesloten woningen in 2023, 1.241 woningen in 2024 en 2.348 woningen in 2025. Vanaf 2026 komt naar verwachting het aansluiten van woningen op het warmtenet ook in Prinsenland – Het Lage Land op stoom, zodat er vanaf dat moment jaarlijks in totaal ruim drieduizend woningen extra worden aangesloten. De jaarlijkse aantallen in het Laag en Hoog scenario liggen hier respectievelijk 20% boven of onder. Cumulatief bedraagt het totaal aangesloten woningen in de nu lopende gebiedsaanpakken daarmee in 2025 ongeveer 5.500 woningen (of 4.400 woningen in scenario Laag en ongeveer 6.500 woningen in het Hoog scenario). In 2030 zal in de lopende gebiedsaanpakken het totaal aantal woningen dat op het warmtenet is aangesloten, afhankelijk van het scenario, liggen tussen 16.800 en 25.000. Het Midden scenario komt in 2030 uit op zo'n 20.900 aangesloten woningen.



Figuur 5.1 Investeringsvolumes warmtenetten - aantal aangesloten woningen per jaar en cumulatief.

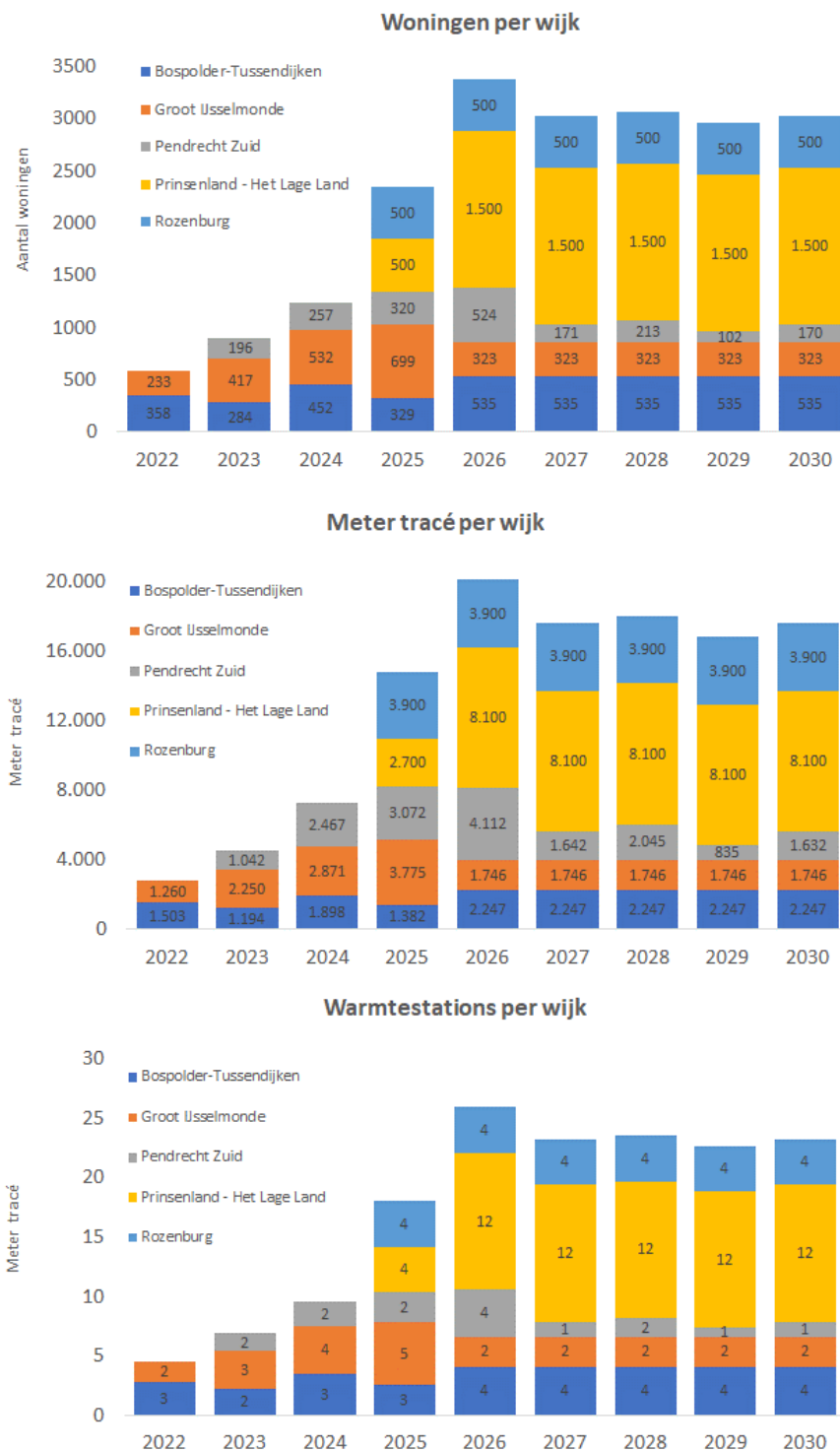
Het aantal benodigde meters warmteleiding in de wijken schaalt mee met het aantal woningen dat wordt aangesloten en kent daardoor een soortgelijk verloop als in Figuur 5.1. Op basis van deskresearch en interviews met betrokkenen in de uitvoering nemen we voor laagbouw aan dat per aansluiting (woning) gemiddeld 8 meter tracé wijknet nodig is, terwijl voor hoogbouw geldt dat per aansluiting (woning) gemiddeld 2 meter tracé wijknet nodig is. Voor zowel laag- als hoogbouw geldt dat per aansluiting (woning) gemiddeld 1,6 meter tracé primair net nodig is. In Figuur 5.2 presenteren we de hieruit volgende aantallen meters tracé, zowel voor de verschillende tracés als gespecificeerd naar wijknet en primair net.

Voor het Midden scenario betekent dit dat in 2023 naar schatting ongeveer 4,5 kilometer tracé wordt aangelegd, oplopend naar ongeveer 15 kilometer in 2025; tussen 2025 en 2030 wordt jaarlijks naar schatting tussen de 14 en 20 kilometer tracé aangelegd. De jaarlijkse aantallen in het Laag en Hoog scenario liggen hier respectievelijk 20% boven of onder. Cumulatief bedraagt het totaal aangelegde tracé in de nu lopende gebiedsaanpakken per 2030 tussen de 96 en 143 kilometer, afhankelijk van het scenario; in het Midden scenario betreft het in totaal ongeveer 120 kilometer per 2030. Het rechterdeel van Figuur 5.2 laat logischerwijs zien dat het grootste deel van de aangelegde meters tracé het wijknet betreft.



Figuur 5.2 Investeringsvolumes warmtenetten – meters tracé warmtenet per jaar en cumulatief.

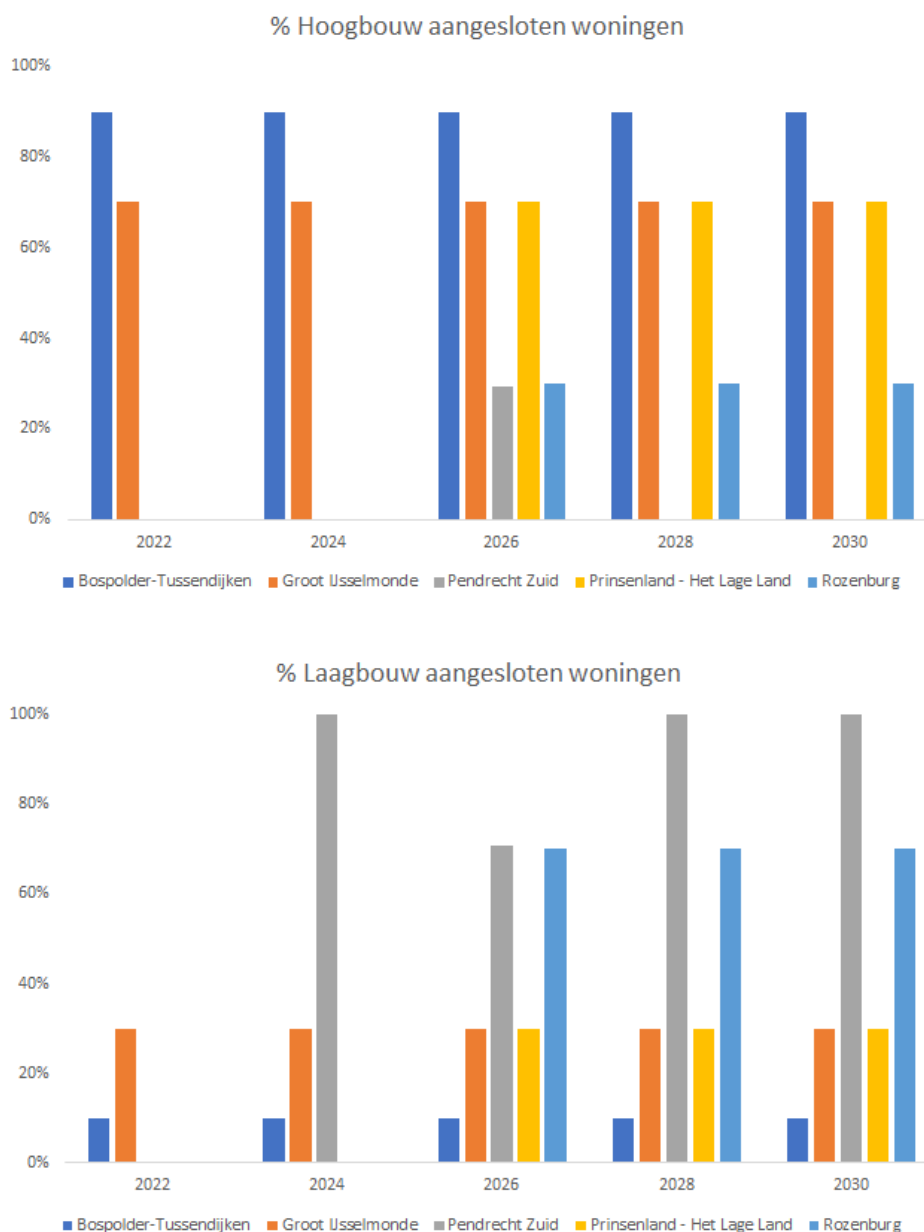
We volgen in onze analyse de fasering van het aantal woningen dat in ieder gebied wordt aangesloten. Figuur 5.3 toont voor het Midden scenario per jaar en per gebied de verdeling van het aantal aan te sluiten woningen (bovenste grafiek), plus de hieruit volgende verdeling van het aantal meters tracé (middelste grafiek) en aantallen warmtestations (onderste grafiek).



Figuur 5.3 Aantallen nieuw aangesloten woningen en aangelegde meters tracé en warmtestations⁵ per wijk per jaar; Scenario Midden.

⁵ Totaal van Warmte Overdracht Stations (WOS) plus Decentrale en Individuele Warmte Afleverstations (DWAS, IWAS)

Voor wat betreft het berekenen van het aantal aan te leggen warmtestations, zoals weergegeven in Figuur 5.3, nemen we (op basis van expert interviews) aan dat er gemiddeld één Warmte Overdracht Station (WOS) benodigd is per 300 woningen die worden aangesloten op het warmtenet. Daarnaast is er gemiddeld één Decentraal Warmte Aflever Station (DWAS) benodigd per 600 woningen die worden aangesloten op het warmtenet, terwijl er gemiddeld één Individueel Warmte Aflever Station (IWAS) wordt aangesloten op het primaire warmtenet (hoofdnet) per 375 woningen die worden aangesloten op een wijknet.



Figuur 5.4 Percentages hoog- en laagbouw van aangesloten woningen per wijk; Scenario Midden

Tenslotte presenteren we in Figuur 5.4 per gebied en per jaar de verdeling van de aan te sluiten woningen in, respectievelijk, het aandeel hoog- en laagbouw. Deze percentages zijn gebaseerd op informatie verkregen uit interviews en CBS wijkdata. De Figuur laat zien dat, met uitzondering van Pendrecht-Zuid en Rozenburg, hoogbouw domineert in de samenstelling van de woningvoorraad in Rotterdam die de komende jaren aangesloten wordt op het warmtenet.

De verdeling tussen hoog- en laagbouw is van belang omdat er substantieel meer uren werk vereist is om een laagbouwwoning (eengezinswoning) aan te sluiten op het warmtenet dan een hoogbouwwoning (meergezinswoning). Dit is met name een gevolg van het feit dat er per laagbouwwoning meer werk nodig is voor leidingen aanleggen buiten en installatiewerk binnen – bij hoogbouw kan er geprofiteerd worden van schaalvoordelen omdat in een flat of appartementencomplex de woningen de benodigde installaties en leidingen tot op zekere hoogte delen c.q. gemeenschappelijk hebben.

5.2 Monetaire investeringen t.b.v. IO analyse

In deze paragraaf beschrijven we de specifieke aannames die we maken om de werkgelegenheid middels IO-analyse te berekenen. Per scenario en investeringstype/-onderdeel wordt aangegeven in welke sector deze besteding valt. Dit is noodzakelijk om te bepalen in welke sectoren in de Rotterdamse economie als gevolg van de investeringen extra toegevoegde waarde wordt gegenereerd. We maken in de IO-analyse gebruik van dezelfde investeringsvolumes en scenario definities zoals in de vorige paragraaf beschreven voor de employment factor methode.

Voor het bepalen van de totale investeringskosten die gemoeid zijn met de aanleg van warmtenetten en het aansluiten van woningen daarop in Rotterdam, maken we gebruik van de kostenschatting per laadpaal zoals berekend door SEO/CE Delft (2020); deze hebben we overgenomen in Tabel 4.5. Van deze kosten bestaat 43% uit arbeidskosten en 57% uit materiaalkosten.⁶

Tabel 4.5 *Inschatting investeringskosten per woning.*

Type kosten	Bedrag (€)	Beschrijving
Aansluiting op het warmtenet	8.000	Investering in tracé warmtedistributienet, inclusief warmtestations, herstelwerkzaamheden straat.
Installatiekosten	10.000	Woninggebonden investeringen tbv aansluiting op warmtenet.

Bron: Tabel 2.6 SEO/CE Delft (2020).

⁶ Ter vergelijking: interne data van de gemeente Rotterdam o.b.v. van een gedetailleerde schouw van een serie woningen, levert de volgende inschatting van woninggebonden investeringskosten op: gemiddeld € 6.519 voor een hoogbouwwoning en € 13.221 voor een laagbouwwoning. Van deze kosten bestaat gemiddeld 51% uit arbeidskosten en 56% uit materiaalkosten.

Deze bestedingen kunnen worden toegekend aan de sector Bouwnijverheid (sector F). Meer specifiek, we nemen aan dat de investeringen in het warmtedistributienet plaatsvinden in de subsector 'Leggen van kabels en buizen' (sector 422) – onderdeel van de sector 'Grond-, water- en wegenbouw' (sector 42) – terwijl de woninggebonden investeringen vallen binnen de sector 'Bouwinstallatie' (sector 432) – onderdeel van de sector 'Gespecialiseerde werkzaamheden in de bouw' (sector 43). De totale jaarlijkse kosten per sector in de drie scenario's hebben we vervolgens berekend door de kosten per woning te vermenigvuldigen met het totaal aantal woningen dat jaarlijks zal worden aangesloten. De totale investeringskosten in Rotterdam per jaar worden weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Jaarlijkse investeringskosten realisatie warmtenetten in Rotterdam, 2022-2030.

	Sector 42: Grond-, water- en wegenbouw			Sector 43: Gespecialiseerde werkzaamheden in de bouw		
	<i>Laag</i>	<i>Midden</i>	<i>Hoog</i>	<i>Laag</i>	<i>Midden</i>	<i>Hoog</i>
2022	€ 3.783.680	€ 4.729.600	€ 5.675.520	€ 4.729.600	€ 5.912.000	€ 7.094.400
2023	€ 5.740.160	€ 7.175.200	€ 8.610.240	€ 7.175.200	€ 8.969.000	€ 10.762.800
2024	€ 7.939.200	€ 9.924.000	€ 11.908.800	€ 9.924.000	€ 12.405.000	€ 14.886.000
2025	€ 15.027.200	€ 18.784.000	€ 22.540.800	€ 18.784.000	€ 23.480.000	€ 28.176.000
2026	€ 21.645.952	€ 27.057.440	€ 32.468.928	€ 27.057.440	€ 33.821.800	€ 40.586.160
2027	€ 19.386.752	€ 24.233.440	€ 29.080.128	€ 24.233.440	€ 30.291.800	€ 36.350.160
2028	€ 19.655.552	€ 24.569.440	€ 29.483.328	€ 24.569.440	€ 30.711.800	€ 36.854.160
2029	€ 18.945.152	€ 23.681.440	€ 28.417.728	€ 23.681.440	€ 29.601.800	€ 35.522.160
2030	€ 19.380.352	€ 24.225.440	€ 29.070.528	€ 24.225.440	€ 30.281.800	€ 36.338.160

Het is niet waarschijnlijk dat deze bestedingen allemaal ten goede komen aan bedrijven in Rotterdam. We nemen aan dat de productie van systeemelementen voor het warmtenet ook plaatsvindt bij bedrijven buiten Rotterdam of zelfs in het buitenland. Daarom gaan we in onze uiteindelijke berekening uit van twee situaties. In de eerste situatie gaan we er – tegen beter weten in – van uit dat alle bestedingen in Rotterdam terecht komen. In de tweede situatie zal slechts een selectie van de bestedingen in Rotterdam terecht komen.

6 Werkgelegenheidseffecten: aantal banen

6.1 Aantal banen

In Paragraaf 5.1.1 beschrijven we de resultaten van onze kwantitatieve analyse volgens de bottom-up benadering (*employment factor* methode). In Paragraaf 5.1.2 beschrijven we de resultaten volgens de top-down benadering (input-output analyse).

6.1.1 Employment factor methode

We berekenen het verwachte aantal voltijdsbanen dat is gemoeid met de investeringen in het warmtenet, zoals beschreven in Hoofdstuk 5. Hiertoe vermenigvuldigen we de totale investeringsomvang met het benodigde aantal uren per eenheid (aantal meter warmteleiding; aantal aan te sluiten woningen). We doen dit opnieuw voor drie scenario's: Laag, Midden en Hoog. Zoals genoemd in Hoofdstuk 4 definiëren we banen in fulltime-equivalenten (fte's); we nemen aan dat 1 fte, na verrekening van vakantiedagen, overeenkomt met 1.596 uur per jaar.

Zoals opgemerkt in Hoofdstuk 5, rekenen we alle benodigde systeemelementen en generieke werkzaamheden om naar een kengetal per woning. Daarbij maken we onderscheid tussen hoogbouw en laagbouw. In Tabel 6.1 en Figuur 6.2 tonen we het totaal aantal uren werk dat voor ieder van de tien hoofdstappen in het proces benodigd is, per woning, in respectievelijk hoogbouw en laagbouw. Daarbij rekenen we alle niet-woninggebonden werkzaamheden – denk aan werk aan tracés en warmtestations plus generieke (communicatie)werkzaamheden per wijk – om naar uren per woning.

Tabel 6.1 Aantal uren werk nodig per aan te sluiten woning*, scenario Midden.

Activiteit	Hoogbouw	Laagbouw
1 Werkvoorbereiding	36,7 – 55,0	46,5 – 69,7
2 Advisering, ruimte en vorming, juridische zaken	0,5 – 0,7	0,5 – 0,7
3 Communicatie	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2
4 Graaf- en herstelwerkzaamheden buiten	4,7 – 7,0	25,2 – 37,9
5 Aanleggen leidingen buiten	9,6 – 14,4	25,0 – 37,5
6 Aanleggen warmtestations (overdracht en afleverstations)	4,0 – 6,0	6,2 – 9,3
7 Aanleggen leidingen binnen (incl. buitengrens woning)	27,5 – 41,3	16,1 – 24,1
8 Plaatsen warmte afleverset, inregelen installatie	14,0 – 21,1	37,6 – 56,4
9 Overig (bouwkundige afwerking, elektra, verkeersregelaar)	21,8 – 32,8	28,7 – 43,0
10 Projectmanagement	2,4 – 3,6	4,7 – 7,1
Totaal (afgerond)	122 – 183	191 – 287

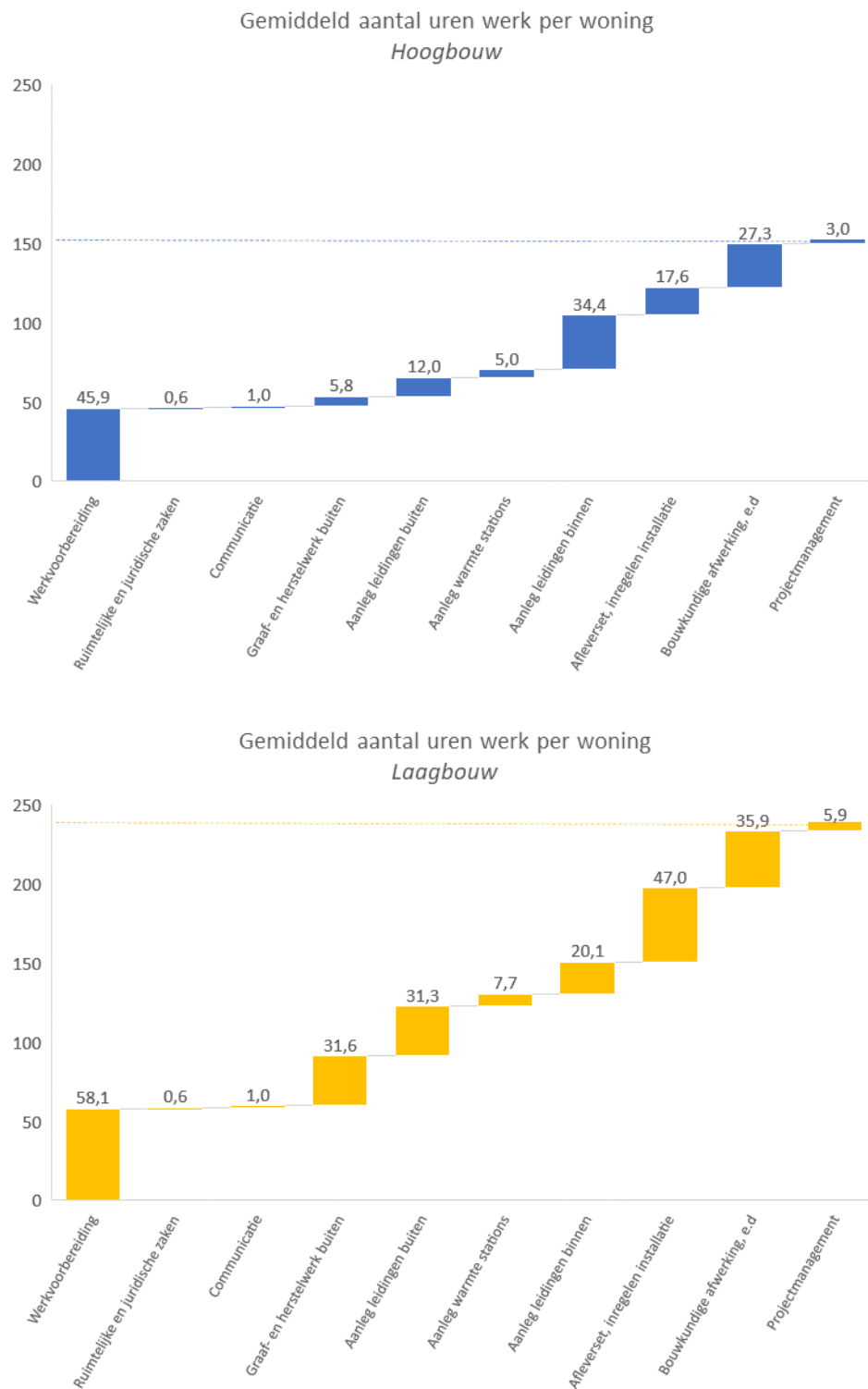
* Alle niet-woninggebonden werkzaamheden aan tracés en warmtestations plus generieke (communicatie)werkzaamheden per wijk zijn omgerekend naar uren per woning.

Tabel 6.1 laat zien dat voor het aansluiten van bestaande woningen op het warmtenet per hoogbouwwooning 122 à 183 uur werk nodig is, terwijl dit voor een laagbouwwooning 191 à 287 uur is. Deze bandbreedte in benodigde uren valt samen met onze respectievelijke scenario's Laag en Hoog en komt voort uit het feit dat het aantal benodigde uren per woning afhangt van de exacte woning- en wijkenmerken. Conform onze scenario's nemen we een bandbreedte van 20% rondom gemiddelde waarden op basis van de expertinterviews.

Het aanzienlijke verschil tussen benodigde uren voor een laagbouw versus hoogbouwwooning in Tabel 6.1 komt voort uit het feit dat een hoogbouwwooning, in tegenstelling tot een laagbouwwooning, kan profiteren van schaalvoordelen bij de aanleg van het warmtedistributienet buiten de woning en de installatiewerkzaamheden binnen in de woning. Een laagbouwwooning heeft immers een eigen aansluiting op het distributienet in de straat, terwijl alle woningen in een flat of appartementencomplex de aansluiting op de straat delen. Daarnaast heeft een laagbouwwooning zijn eigen afleverset en installatie, terwijl voor hoogbouwwooningen geldt dat dit voor een belangrijk deel gemeenschappelijk is (middels de warmte installatie in een techniekruimte). Tabel 6.1 laat daarom zien dat voor laagbouwwooningen meer uren nodig zijn als het gaat om graaf- en herstelwerkzaamheden buiten, aanleggen leidingen buiten en het plaatsen van warmte afleversets en het inregelen van de installatie. Daarentegen laat Tabel 6.1 ook zien dat voor een hoogbouwwooning relatief veel uren nodig zijn voor het leidingwerk binnen; vanaf het centrale afgiftepunt op de grens van het gebouw is er immers meer leidingwerk naar woningen nodig (denk aan stijgleidingen).

We kiezen er hier bewust voor om de bandbreedte van het aantal uren per categorie werk te laten zien. De variatie in getallen komt voort uit variatie in inschattingen door experts, en door verschillen in woningkenmerken; bijvoorbeeld hoogbouw met afleverstation en warmwater circulatienet versus elektrische boilers in de appartementen of laagbouw met individuele afleverset versus regelstation elders in de wijk. Naar onze eigen inschatting zit de grootste onzekerheidsmarge in Tabel 6.1 voor hoogbouw in de genoemde aantallen uren voor het aanleggen van leidingen binnen en voor laagbouw in het plaatsen van de afleverset/inregelen installatie; in beide gevallen is de raming van het aantal uren wellicht aan de hoge kant, en is de genoemde ondergrens (scenario Laag) vermoedelijk de beste inschatting.

In Figuur 6.1 laten we nogmaals de uren zien die nodig zijn voor de verschillende werkzaamheden, uitgesplitst naar hoog- en laagbouw. We nemen daarbij omwille van de visualisatie de uren voor het scenario Midden, oftewel het gemiddelde van de bandbreedte zoals gepresenteerd in Tabel 6.1. Alle niet-woninggebonden werkzaamheden (in de straat en per wijk) zijn daarbij opnieuw omgeslagen naar uren per woning. Het bovenste gedeelte van Figuur 6.1 laat zien dat het gemiddelde totaal aantal uren nodig voor het aansluiten van een hoogbouwwooning (afgerond) 153 uur bedraagt, oftewel het gemiddelde van de bandbreedte van 122 à 183 uur zoals genoemd in Tabel 6.1. Het onderste gedeelte van Figuur 6.1. laat zien dat het gemiddelde totaal aantal uren nodig voor het aansluiten van een laagbouwwooning (afgerond) 239 uur bedraagt, oftewel het gemiddelde van de bandbreedte van 191 à 287 uur zoals genoemd in Tabel 6.1. De figuur laat vervolgens de opbouw van deze aantallen uren zien over de 10 categorieën werk, zoals gespecificeerd in Tabel 6.1.



Figuur 6.1 Gemiddeld aantal uren werk benodigd per woning (Scenario Midden), per categorie werkzaamheden. Boven: hoofdcategorieën werk; onder: detail categorieën werk. Inclusief werk aan tracé en warmtestations, omgerekend naar woning.

Figuur 6.1 laat goed zien dat voor beide woningtypen geldt dat de meeste uren gemoeid zijn met werkvoorbereiding, het aanleggen van leidingen binnen, het plaatsen van warmte afleversets en het inregelen van de installatie, en de bouwkundige afwerking inclusief aanpassing elektra. Daarnaast geldt, zoals genoemd, voor laagbouwoningen dat er ook relatief veel werk gemoeid is met graaf- en herstelwerkzaamheden buiten en het aanleggen van leidingen buiten. Tenslotte laat Figuur 6.1 zien dat het aantal uren dat gemoeid is met ruimtelijke en juridische zaken, communicatie (vanuit de gemeente en warmtebedrijven) plus projectmanagement, per woning erg laag is. De reden daarvoor is eenvoudig: hoewel er in absolute zin de nodige fte's mee gemoeid zijn, betreft dit overwegend generieke werkzaamheden op wijkniveau en daarmee werkzaamheden voor veel woningen tegelijk. Als we die uren vervolgens omslaan naar individuele woningen betreft het per woning een beperkte tijdsinvestering, zeker ten opzichte van de eerder genoemde technische werkzaamheden per woning.

Om het aantal banen te berekenen, vermenigvuldigen we het aantal uren per woning (zie Tabel 6.1) met de aantallen woningen die naar verwachting aangesloten worden op het warmtenet (zie Hoofdstuk 5.1). In Tabel 6.2 vatten we uitkomst van die berekening samen. Tabel 6.2 presenteert het totaal aantal banen dat volgens onze berekening gemoeid is met de verwachte investering in warmtenetten in Rotterdam in de lopende gebiedsaanpakken gedurende de periode 2020-2030. We maken onderscheid tussen Bruto en Netto werkgelegenheid, waarbij we Bruto werkgelegenheid definiëren als het totaal aantal banen en Netto werkgelegenheid als de extra banen die er voor de investering in het warmtenet bij komen ten opzichte van 2022. Met andere woorden, de netto werkgelegenheidseffecten zijn cumulatief: het gaat om het totaal aantal extra banen dat wordt gecreëerd v.w.b. de investeringen in het warmtenet, met 2022 als referentiejaar.⁷

Tabel 6.2 Werkgelegenheidseffect van investeringen in warmtenetten in Rotterdam

	Verwachte banen			
	Banen totaal		Extra banen t.o.v. 2022	
	2025	2030	2025	2030
Laag	197	232	139	174
Midden	302	360	217	275
Hoog	429	515	313	398

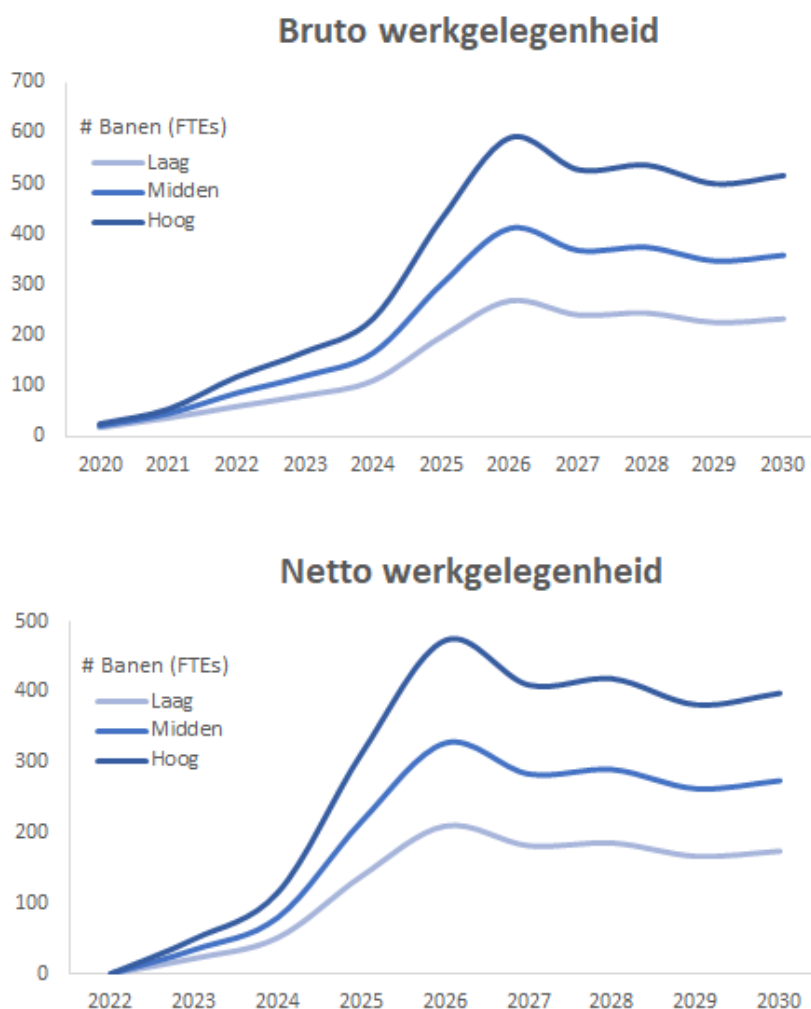
In het optimistische Hoog scenario komen we in onze berekening uit op een totaal van 515 voltijdsbanen in 2030, waarvan 398 extra banen zijn t.o.v. 2022. In het pessimistische Laag scenario komen we uit op 232 voltijdsbanen, waarvan 174 banen nieuw ten opzichte van 2022. In het Midden scenario betreft het naar inschatting 360 voltijdsbanen per 2030, waarvan 275 extra ten opzichte van 2022.

In Figuur 6.2 laten we per jaar de ontwikkeling van het aantal banen zien, zowel in termen van bruto als netto werkgelegenheid (netto betekent hier opnieuw: extra ten opzichte van 2022).

⁷ Merk op: we houden hier geen rekening met krapte op de arbeidsmarkt, waarbij mensen die werken aan warmtenetten eventueel elders een baan achterlaten, waardoor het totaal aantal banen in Rotterdam niet stijgt.

Uit de figuur blijkt dat de werkgelegenheid voor de meegenomen gebiedsaanpakken piekt in 2026, hetgeen voortkomt uit het feit dat in dat jaar de meeste woningen op het warmtenet worden aangesloten (zie Hoofdstuk 5).

Voor de interpretatie van deze getallen is het belangrijk om te beseffen dat wij in deze berekening alleen rekening houden met het lokale werk in Rotterdam, dat gemoeid is met de voorbereiding en realisatie van warmtenetten. Zoals al genoemd in Hoofdstuk 4 gaat het dus alleen om de directe en lokale werkgelegenheidseffecten en niet de indirecte werkgelegenheidseffecten die ontstaan bij de toeleveranciers en afnemers van de sectoren die betrokken zijn bij de uitvoering van de genoemde investeringen. Eventuele werkgelegenheidseffecten buiten de gemeente Rotterdam – bijvoorbeeld bij de productie of assemblage van systeem-elementen elders in Nederland of daarbuiten – zijn niet meegenomen in deze berekening. Wij richten ons doelbewust en conform de scope van deze studie op de lokale werkgelegenheidseffecten. Anderzijds is het niet zo dat alle lokale banen in onze berekening worden vervuld door Rotterdammers; ons model is niet geschikt om dit onderscheid te maken.



Figuur 6.2 Totaal aantal banen (boven) en extra c.q. nieuwe banen t.o.v. 2022 (onder) dat is gemoeid met de verwachte investeringen in warmtenetten in Rotterdam.

Tabel 6.3 Werkgelegenheidseffecten – totaal aantal banen, naar categorie werk; Scenario Midden.

Activiteit	2022		2025		2030	
	#	%	#	%	#	%
1 Werkvoorbereiding	18	21%	76	25%	96	27%
2 Advisering, ruimte en vorming, juridische zaken	5	6%	5	2%	3	1%
3 Communicatie	10	12%	10	3%	6	2%
4 Graaf- en herstelwerkzaamheden buiten	4	5%	26	9%	29	8%
5 Aanleggen leidingen buiten	6	7%	31	10%	36	10%
6 Aanleggen warmtestations (overdracht en afleverstations)	2	2%	9	3%	11	3%
7 Aanleggen leidingen binnen (incl. buitengrens woning)	13	15%	42	14%	56	15%
8 Plaatsen warmte afleverset, inregelen installatie	8	10%	45	15%	54	15%
9 Overig (bouwkundige afwerking, elektra, verkeersregelaar)	11	13%	46	15%	58	16%
10 Projectmanagement	8	9%	12	4%	11	3%
Totaal	85	100%	302	100%	360	100%

Tabel 6.4 Werkgelegenheidseffecten – aantal banen per 100 woningen, naar categorie werk; Scenario Midden.

Activiteit	2022		2025		2030	
	#	%	#	%	#	%
1 Werkvoorbereiding	3,0	21%	3,2	25%	3,2	27%
2 Advisering, ruimte en vorming, juridische zaken	0,9	6%	0,2	2%	0,1	1%
3 Communicatie	1,7	12%	0,4	3%	0,2	2%
4 Graaf- en herstelwerkzaamheden buiten	0,7	5%	1,1	9%	1,0	8%
5 Aanleggen leidingen buiten	1,0	7%	1,3	10%	1,2	10%
6 Aanleggen warmtestations (overdracht en afleverstations)	0,3	2%	0,4	3%	0,4	3%
7 Aanleggen leidingen binnen (incl. buitengrens woning)	2,2	15%	1,8	14%	1,8	15%
8 Plaatsen warmte afleverset, inregelen installatie	1,4	10%	1,9	15%	1,8	15%
9 Overig (bouwkundige afwerking, elektra, verkeersregelaar)	1,8	13%	2,0	15%	1,9	16%
10 Projectmanagement	1,4	9%	0,5	4%	0,3	3%
Totaal	14,4	100%	12,9	100%	11,9	100%

In Tabellen 6.3 en 6.4 schetsen we voor het Midden scenario in meer detail de werkgelegenheidseffecten van de voorgenomen investeringen in het warmtenet in Rotterdam. We splitsen daartoe het aantal banen uit naar de eerder gehanteerde 10 categorieën werkzaamheden, en laten per categorie het aantal banen zien voor de jaren 2022, 2025 en 2030. Hieruit blijkt uiteraard dat de meeste banen gemoeid zijn met de eerder genoemde categorieën werkvoorbereiding, het aanleggen van leidingen binnen, het plaatsen van warmte afleversets en het inregelen van de installatie, plus de bouwkundige afwerking inclusief aanpassing

elektra. Verder laat Tabel 6.3 zien dat het aandeel werk in bijvoorbeeld communicatie relatief afneemt over de tijd, omdat op wijkniveau veel communicatiewerkzaamheden voorafgaan aan de uitvoeringswerkzaamheden.

In Tabel 6.4 vertalen we de aantallen banen uit Tabel 6.3 naar aantallen banen per 100 woningen. Daaruit blijkt een beperkte afname van het benodigde werk per woning, met name omdat het zwaartepunt van voorbereidend werk inclusief communicatie aan het begin van een gebiedsaanpak ligt.

Tenslotte laten we in Tabel 6.5 zien hoe zich dit vertaalt naar het aantal banen per 100 woningen voor de verschillende scenario's. Dit zijn kengetallen, gegeven de veronderstellingen per scenario's. De waarden voor scenario Midden wijken iets af van de waarden in Tabel 6.4 omdat in Tabel 6.4 de samenstelling van de aan te sluiten woningvoorraad meetelt: afhankelijk van de mix van hoog- en laagbouw zijn er per jaar iets minder of meer uren nodig per 100 woningen. Oftewel, de waarden in Tabel 6.4 houden het midden tussen de waarden voor hoog- en laagbouw voor het Midden scenario in Tabel 6.5. Kort samengevat stelt Tabel 6.5 dat voor 100 hoogbouwwooningen per jaar (afgerond) gemiddeld 10 mensen voltijds aan het werk zijn, terwijl per jaar 15 mensen voltijds aan het werk zijn voor 100 laagbouwwooningen.

Tabel 6.5 *Werkgelegenheidseffecten – aantal banen per 100 woningen, naar categorie werk en categorie woning; Scenario Midden.*

Activiteit		Hoogbouw			Laagbouw		
		Laag	Midden	Hoog	Laag	Midden	Hoog
1	Werkvoorbereiding	2,3	2,9	3,4	2,9	3,6	4,4
2	Advisering, ruimte en vorming, juridische zaken	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Communicatie	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4	Graaf- en herstelwerkzaamheden buiten	0,3	0,4	0,4	1,6	2,0	2,4
5	Aanleggen leidingen buiten	0,6	0,8	0,9	1,6	2,0	2,4
6	Aanleggen warmtestations (overdracht en afleverstations)	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
7	Aanleggen leidingen binnen (incl. buitengrens woning)	1,7	2,2	2,6	1,0	1,3	1,5
8	Plaatsen warmte afleverset, inregelen installatie	0,9	1,1	1,3	2,4	2,9	3,5
9	Overig (bouwkundige afwerking, elektra, verkeersregelaar)	1,4	1,7	2,1	1,8	2,2	2,7
10	Projectmanagement	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4
Totaal		7,6	9,6	11,5	12,0	15,0	18,0

6.1.2 Input-output methode

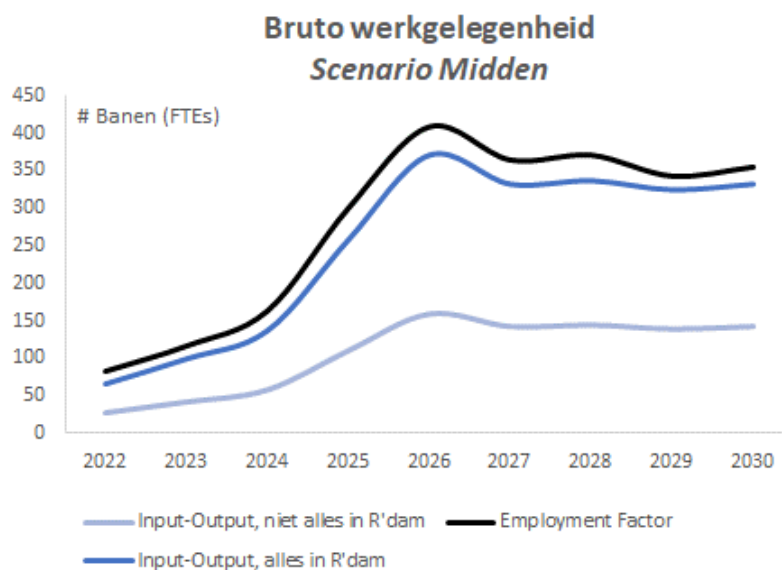
In de top-down input-outputanalyse berekenen we de werkgelegenheidseffecten van de investeringen in warmtenetten in Rotterdam o.b.v. de aan- en verkoop relaties tussen sectoren in Rotterdam, gebaseerd op door het CBS geconstrueerde data over toegevoegde waarde, productie en het aantal werknemers op sectorniveau in de gemeente Rotterdam. Zoals beschreven in Hoofdstuk 4 is een belangrijke stap in deze analyse het afleiden van multipliers, die per sector aangeven welk effect een investering heeft op het productievolume en daarmee

de werkgelegenheid in zowel de eigen als andere (toeleverende en afnemende) sectoren. In Tabel 6.6 presenteren we die multipliers voor verschillende relevante sectoren.

Tabel 6.6 Toewijzing investeringen aan sectoren, met bijbehorende multiplier.

Kosten liggen in sector (CBS IO-sector definitie)	Geaggregeerde sector (SBI-level)	Multiplier Werkgelegenheid			
		Totaal	Laag geschoold	Middelbaar geschoold	Hoog geschoold
422 Leggen van kabels en buizen	42 Grond-, water- en wegenbouw	5,49	1,46	2,67	1,36
432 Bouwinstallatie	43 Gespecialiseerde werkzaamheden in de bouw	6,56	1,93	3,49	1,14

We presenteren het resultaat van de werkgelegenheidsberekeningen o.b.v. de IO-analyse in Figuur 6.3 voor de periode 2022-2030. Ook hier maken we onderscheid tussen de aanname dat alle productie wel/niet plaatsvindt in Rotterdam – zoals in Hoofdstuk 4 is toegelicht.



Figuur 6.3 Totaal aantal banen t.g.v. investeringen warmtenet; resultaten IO-methode afgezet tegen de Employment Factor methode; Scenario Midden

Hieruit blijkt dat de IO-berekening tot een zeer vergelijkbare omvang voor het bruto werkgelegenheidseffect leidt als in de door ons ontwikkelde *Employment Factor* methode, in zover we aannemen dat alle productie plaatsvindt in Rotterdam. Als we die laatste aanname loslaten – hetgeen, zoals eerder betoogd, meer realistisch is – dan leidt de IO-methode tot een substantieel kleiner werkgelegenheidseffect. We specificeren we dit nader in Tabel 6.7.

Een belangrijke verklaring voor het feit dat de IO-methode het werkgelegenheidseffect relatief laag inschat is gelegen in de gehanteerde sectorindeling (zie Tabel 6.6). Deze sectorindeling is vanwege de beschikbare CBS-data nogal breed: de subsector 'grond-, water- en wegenbouw' omvat uiteraard ook heel ander soort werk dan de aanleg van warmtedistributie netwerken. De impliciete aanname in de IO-methode is dat het werk gemoeid met de aanleg van warmtenetten dezelfde intensiteit per eenheid toegevoegde waarde heeft als de gehele sectoren 'grond- water- en wegenbouw' en 'gespecialiseerde werkzaamheden in de bouw'. Het is echter aannemelijk dat dit in werkelijkheid niet zo is, omdat het werk aan het warmtenet arbeidsintensiever is dan veel ander werk in de genoemde sectoren – denk aan wegenbouw waar relatief met veel machines wordt gewerkt.

Een andere mogelijke verklaring ligt in de aannames omtrent het investeringsbedrag, waarmee we de IO-analyse voeden. Als deze bedragen te laag zijn ingeschat, zal de IO-analyse tot een onderschatting van het werkgelegenheidseffect leiden. Zoals uiteengezet in Tabel 5.4, nemen we in navolging van een studie door SEO/CE Delft (2020) aan dat de kosten per woning € 18.000 bedragen, bestaande uit € 10.000 voor woninggebonden investeringen en € 8.000 voor investeringen in het tracé warmtedistributienet, inclusief warmtestations en herstelwerkzaamheden in de straat. Zoals aangegeven in Hoofdstuk 5 komt de aanname van €10.000 voor woninggebonden investeringen vrij goed overeen met eigen cijfers van de gemeente Rotterdam op basis van het schouwen van woningen. Het is echter erg moeilijk om de € 8.000 voor de diverse investeringen in het warmtedistributienet goed te verifiëren met externe bronnen, mede omdat het diverse werkzaamheden betreft die deels wijkspecifiek zijn. Het valt daarom niet te zeggen of deze kosten in de IO-analyse eventueel zijn onderschat.

Tabel 6.7a Vergelijking werkgelegenheidseffecten volgens Employment Factor (EF) methode en Input-Output (IO) methode – totaal aantal banen.

	Totaal aantal banen						% Verschil tov Employment Factor methode			
	2025			2030			2025		2030	
	EF	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam	EF	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam
<i>Laag</i>	197	206	88	232	265	114	10%	-53%	20%	-48%
<i>Midden</i>	302	257	111	360	332	143	-15%	-63%	-7%	-60%
<i>Hoog</i>	429	309	133	515	398	171	-23%	-67%	-17%	-65%

Tabel 6.7b Vergelijking werkgelegenheidseffecten volgens Employment Factor (EF) methode en Input-Output (IO) methode – extra banen t.o.v. 2022.

	Extra banen t.o.v. 2022						% Verschil tov Employment Factor methode			
	2025			2030			2025		2030	
	EF	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam	EF	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam	IO Alles in R'dam	IO Niet alles in R'dam
<i>Laag</i>	139	154	66	174	214	92	11%	-53%	23%	-57%
<i>Midden</i>	217	192	83	275	267	115	-12%	-62%	-3%	-57%
<i>Hoog</i>	313	231	99	398	320	138	-26%	-68%	-20%	-57%

7 Werkgelegenheidseffecten: skills

7.1 Beschrijving van skills per beroep

7.1.1 Benodigde beroepen en koppeling met O*NET

Tabel 7.1 beschrijft, aan de hand van de 10 eerdergenoemde stappen, 33 verschillende functies betrokken bij het realiseren van warmtenetten. Deze 33 functies spelen een rol bij de voorbereiding van werkzaamheden, het uitvoerende werk en het management van de activiteiten. Sommige beroepen spelen een rol in meerdere fasen en bij verschillende partijen. Het overzicht geeft de belangrijkste inzichten uit de interviews weer, maar is niet uitputtend. In de toekomst kan dit overzicht verder worden getoetst, aangevuld en verfijnd. Om de skills analyses uit te voeren hebben we voor deze 33 beroepen een passende skills beschrijving in O*NET gezocht. O*NET stelt de beschrijving van de skills vrij toegankelijk beschikbaar. Door op de links te klikken in Tabel 7.1 komt u bij de gedetailleerde beschrijvingen. We nemen in dit onderzoek aan dat de gekozen O*NET beschrijving' voldoende overeenkomt met het beroep. Voor zeker één functie zal in de toekomst een betere beschrijving beschikbaar komen (projectleider, wordt op dit moment beter uitgewerkt in O*NET) of zou een betere beschrijving van toegevoegde waarde zijn (werkvoorbereider). Voor het beroep omgevingsmanager vonden we geen passende beschrijving in O*NET. In toekomstig onderzoek dienen de skills beschrijvingen verder te worden onderzocht, en kan gebruik worden gemaakt van de Nederlandse skills taal die op dit moment wordt ontwikkeld (CompetentNL).

Tabel 7.1. Beroepen betrokken bij het realiseren van warmtenetten.

Stappen	Beroepen en rol	Beroep in O*NET
1. Werkvoorbereiding. Omvat het ontwerpen van het warmtenet, schouwen van woningen, het uitwerken van tekeningen, doen van berekeningen en het zorgen voor de aanwezigheid van de juiste vakmensen en materialen. Omvat ook contractering.	Bij de werkvoorbereiding zijn vanuit de gemeente en bedrijven verschillende beroepsgroepen betrokken. Vanuit de gemeente coördineren algemeen projectleiders de voorbereiding. De gemeente, het warmtebedrijf en de bedrijven zetten (op hun onderdeel) tekenaars, calculators en een coördinator ontwerp (warmtebedrijf) in om het warmtenet te ontwerpen en door te rekenen. Bij het uitvoeren van de werkzaamheden zetten bedrijven betrokken bij het leggen van de leidingen buiten en de werkzaamheden in de woning werkvoorbereiders in. Werkvoorbereiders borgen met hun voorbereidende werk dat de juiste mensen en materialen beschikbaar zijn.	a. Projectleider: 47-1011.00 – Construction manager b. Tekenaar: 17-3011.00- Architectural and Civil Drafters c. Calculator: 13-1051.00 – Cost Estimators d. Coördinator ontwerp (warmtebedrijf): 11-9041.00 - Architecture and Engineering Managers e. Werkvoorbereider aanleg buiten: 47-1011.00 – First Line Supervisor of Construction trades and Extraction Workers f. .Werkvoorbereider installatiebedrijf : 49-1011.00 – First-Line Supervisors of Mechanics, Installers and Repairers

Stappen	Beroepen en rol	Beroep in O*NET
2. Advisering, ruimte en vorming, juridische zaken. Dit betreft ondersteunende werkzaamheden vanuit de gemeente Rotterdam.	De werkzaamheden gerelateerd aan advisering, ruimte en vorming en juridische zaken worden (hoofdzakelijk) uitgevoerd door een projectleider van het ingenieursbureau en een civiel ingenieur .	a. Projectleider van het ingenieursbureau : 11-9041.00 - Architecture and Engineering Managers b. Civiel ingenieurs: 17-2051.00 - Civil Engineers
3. Communicatie. Omvat activiteiten van de gemeente om wijkbewoners te informeren en hen een besluit te kunnen laten nemen over het wel/niet participeren.	De werkzaamheden worden hoofdzakelijk uitgevoerd door communicatiemedewerkers . Ook de omgevingsmanager speelt een rol bij het meenemen van bewoners.	a. Communicatiemedewerker: 27-3031.00 – Public Relation Specialist b. Omgevingsmanager: geen passende beschrijving in O*NET
4. Graaf- en herstelwerkzaamheden buiten. Omvat het graven van sleuven en putten in de straten en het opnieuw bestraten na afloop van de werkzaamheden.	De graaf- en herstelwerkzaamheden op straat worden uitgevoerd door teams van grondmedewerkers en medewerkers die een graafmachine kunnen bemannen . Een uitvoerder stuurt de werkzaamheden aan.	a. Grondwerkers: 47-2061.00 – Construction Labourers b. Bemanning graafmachine: 47-2073.00 – Operating Engineer and Other Construction Equipment Operators c. Uitvoerder: 47-2073.00 – Operating Engineer and Other Construction Equipment Operators
5. Aanleggen en monteren van leidingen buiten. Dit betreft alle werkzaamheden die buiten nodig zijn voor de aanleg en inspectie van warmteleidingen.	De leidingen op straat worden gelegd door ploegen bestaande uit voorman fitters, fitters, lassers, hulp fitters/lassers en medewerkers isolatie die de leidingen isoleren. Daarnaast borgt een veiligheidskundige dat het werk veilig wordt uitgevoerd. Een uitvoerder stuurt de werkzaamheden aan. Naast inspectie van de werkzaamheden door het bedrijf, monitort een toezichthouder vanuit het warmtebedrijf dat de werkzaamheden juist worden uitgevoerd (mn van belang bij onderaanneming).	a. Voorman fitter: 47-1011.00 – First Line Supervisor of Construction trades and Extraction Workers b. Fitter: 47-2151.00 – Pipelayers c. Lasser; 51-4121.00 – Welders, Cutters, Solderers and Brazers d. Hulp fitter/lasser: 47-3015.00 - Helpers - pipelayers, plumbers, pipefitters, and steamfitters e. Isolatiemedewerker: 47-2132.00 – Insulation Workers, Mechanical f. Veiligheidskundige: 19-5011.00 – Occupational Health and Safety Specialists g. Uitvoerder: 47-2073.00 – Operating Engineer and Other Construction Equipment Operators f. Toezichthouder warmtebedrijf en inspectie: 47-4011.00 – Construction and Building Inspectors

Stappen	Beroepen en rol	Beroep in O*NET
6. Aanleggen van warmtestations, het verbinden van de warmteleiding tot aan de afleverset in de meterkast van woningen en het verwijderen van oude gasleidingen.	De leidingen (stap 5) worden aangesloten op warmtestations die zorgen voor de overdracht van warmte naar het wijknet. De warmtestations worden vaak in prefabricatie ontwikkeld. De plaatsing wordt uitgevoerd door installateurs en elektriciens. Daarnaast moeten de warmteleidingen (stap 5) worden verbonden met de woningen tot aan de afleverset. Dit werk wordt door aannemers uitgevoerd, met inzet van fitters en loodgieters. Het verwijderen van de oude gasleidingen wordt uitgevoerd door grondwerkers, medewerkers die een graafmachine kunnen bemannen en fitters. Naast inspectie van de werkzaamheden door het bedrijf, monitort een toezichthouder vanuit het warmtebedrijf de werkzaamheden.	a. Installateur: 49.9012.00 – Control and Valve Installers and Repairers, Except Mechanical Door b. Electricien: 47-2111.00 - Electricians c. Fitter: 47-2151.00 – Pipelayers d. Loodgieter: 47-2152.00– Plumbers, Pipefitters and Steamfitters e. Grondwerkers: 47-2061.00 – Construction Labourers f. Bemanning graafmachine: 47-2073.00 – Operating Engineer and Other Construction Equipment Operators g. Fitter: 47-2151.00 – Pipelayers h. Toezichthouder warmtebedrijf en inspectie: 47-4011.00 – Construction and Building Inspectors
7. Aanleggen van leidingen binnen. Dit betreft alle installatiewerkzaamheden binnen de woning, die benodigd zijn om: de oude CV-installatie (ketel en toebehoren) te verwijderen, de gasmeter en gasleidingen in de woning te verwijderen/af te doppen en waar nodig nieuw leidingwerk aan te brengen, inclusief eventuele boorwerkzaamheden.	De aansluiting van de oude gasleiding op de woning wordt verwijderd door loodgieters en fitters. (CV) Installateurs verwijderen de cv-ketel en toebehoren, en verwijderen en doppen de gasleiding en meter. Boorwerkzaamheden binnen (plafonds etc.) ten behoeve van nieuw leidingwerk worden uitgevoerd door (gespecialiseerde) bouwwerkers. Het leidingwerk wordt aangelegd door loodgieters, installateurs en hulp-installateurs. De isolatie van de leidingen wordt uitgevoerd door isolatie medewerkers. Bovenstaande activiteiten worden ondersteund door sjouwers die materiaal af- en aanvoeren. Tenslotte worden de werkzaamheden (activiteiten, mensen, materialen) gecoördineerd door de montageleider.	a. Loodgieter: 47-2152.00– Plumbers, Pipefitters and Steamfitters b. Fitter: 47-2151.00 – Pipelayers c. Installateur: 49.9012.00 – Control and Valve Installers and Repairers, Except Mechanical Door d. CV installateur: 49-9021.00 – Heating, Air Conditioning, and Refrigeration Mechanics and Installers e. Bouwwakker: 47-2061.00 – Construction Labourers f. Hulp-installateur: 49-9098.00 – Helpers – Installation, Maintenance and Repair Workers g. Sjouwers: 53-7062.00 - Laborers and Freight, Stock, and Material Movers, Hand h. Montageleider: 49-1011.00 – First-Line Supervisors of Mechanics, Installers and Repairers

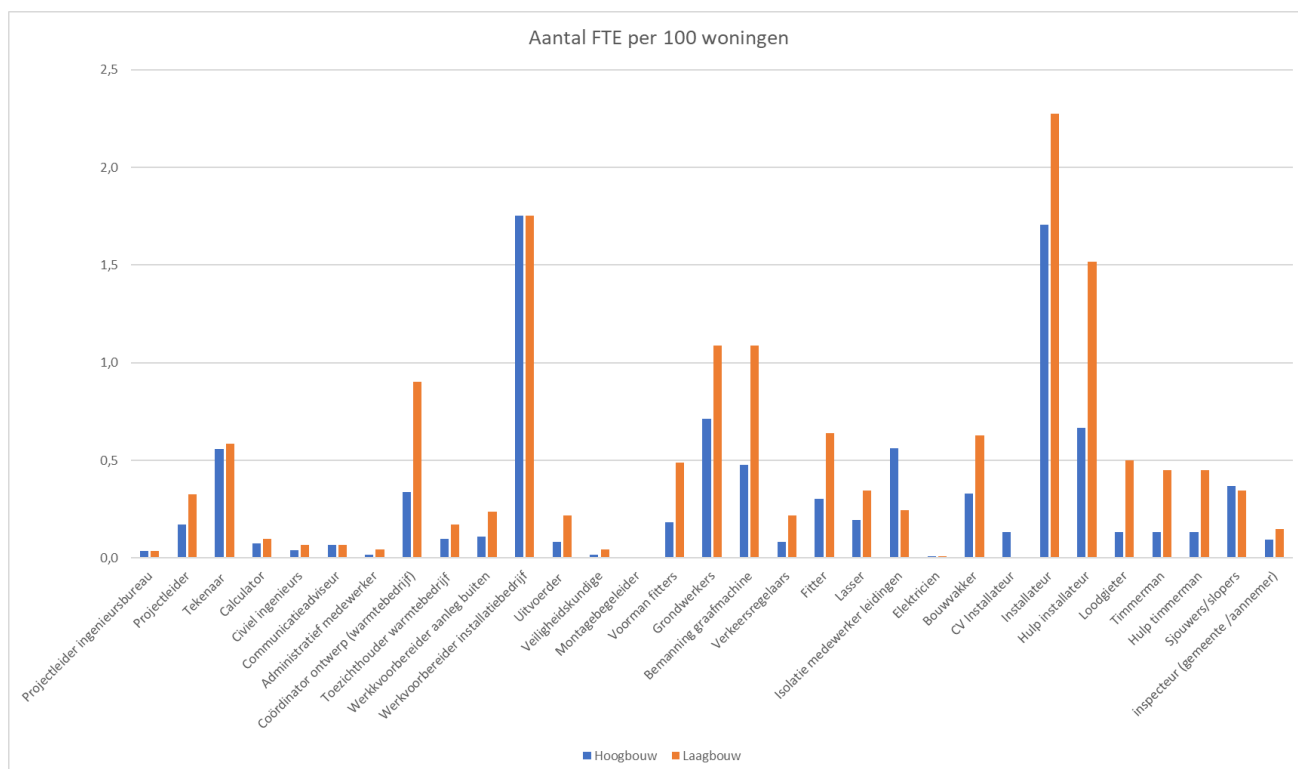
Stappen	Beroepen en rol	Beroep in O*NET
8. Plaatsen van de warmte afleverset in de woning en het inregelen van de installatie. Dit betreft de werkzaamheden om de warmte afleverset te plaatsen in de technische ruimte van flatgebouwen of de meterkast van individuele woningen. Daarbij dient de installatie te worden aangesloten op de bestaande installatie (riool, cv en tapwater). Eventueel dient een extra leiding gelegd te worden tussen de meterkast beneden en de positie van de CV-ketel op zolder. Ook dienen radiatorkranen te worden aangepast. Tenslotte kan het systeem worden gevuld, ontlucht en getest.	Een installateur zorgt dat de afleverset aansluit op de bestaande installatie, past de radiatorkranen aan en stelt deze in bedrijf. De installateur wordt ondersteund door een hulpmonteur en sjouwers in het geval van meerdere verdiepingen. Een inspecteur van de gemeente controleert de werkzaamheden.	a. Installateur: 49.9012.00 – Control and Valve Installers and Repairers, Except Mechanical Door b. Hulp-installateur: 49-9098.00 – Helpers – Installation, Maintenance and Repair Workers c. Sjouwers: 53-7062.00 – Laborers and Freight, Stock, and Material Movers, Hand d. Inspecteur: 47-4011.00 – Construction and Building Inspectors
9. Overige werkzaamheden, zoals aanpassingen in de elektra ten behoeve van inductie of elektrisch koken, het aftimmeren van leidingschachten e.d. Ook rekenen we onder deze categorie de inzet van verkeersregelaars op straat tijdens werkzaamheden buiten in de wijken.	Monteurs en hulpmonteurs maken eventuele aanpassingen ten behoeve van inductie of elektrisch koken. Voor het afwerken van de woning worden timmermannen en hulptimmermannen ingezet. Verkeersregelaars regelen het verkeer in de wijk gedurende de werkzaamheden.	a. Installateur: 49.9012.00 – Control and Valve Installers and Repairers, Except Mechanical Door b. Hulp-installateur: 49-9098.00 – Helpers – Installation, Maintenance and Repair Workers c. Timmerman: 47-2031.00 – Carpenter d. Hulp timmerman: 47-3012.00 – Helpers-Carpenters e. Verkeersregelaar: 33-9091.00 – Crossing Guards and Flaggers
10. Projectmanagement. Dit betreft de coördinatie werkzaamheden.	Vanuit de verschillende organisaties (gemeente, warmtebedrijf, aannemer, installatiebedrijf) managen projectleiders (delen van) de werkzaamheden (inclusief contractering). Zij worden ondersteund door administratief medewerkers.	a. Projectleider: 47-1011.00 – Construction manager b. Administratief medewerker: 43-6014.00 – Secretaries and administrative assistants

7.1.2 Benodigd aantal personen per beroep

Zoals eerder beschreven vraagt het aanleggen van warmtenetten voor 100 hoog- en laagbouw woningen respectievelijk 9,6 en 15 fte. Figuur 7.1 geeft een **schatting** van het aantal fte dat per beroep nodig is voor het realiseren van warmtenetten voor 100 woningen. We presenteren de schatting voor hoog- en laagbouw apart, uitgaande van het midden scenario. Tabel 7.2 geeft de range van deze schatting per beroep weer, conform onze scenario's met een bandbreedte van 20% rondom gemiddelde waarden op basis van de expertinterviews.

Zoals Figuur 7.1 laat zien is relatief veel inzet nodig van tekenaars, coördinator ontwerp (warmtebedrijf), werkvoorbereiders, grondwerkers, bemanning van graafmachines, fitters, bouwvakkers, installateurs/monteurs en hulp installateurs/monteurs. Verschillen in de inzet tussen hoog- en laagbouw hangen samen met de hoeveelheid werk die moet worden verricht. Dat er bijvoorbeeld meer grondwerkers en fitters nodig zijn bij laagbouw hangt onder andere samen met het feit dat er per woning meer meters leiding wordt gelegd. En het feit dat er bij laagbouw in iedere woning een afleverset en installatie nodig is, resulteert in een grotere inzet van installateurs per woning. In totaal is bij hoogbouw ongeveer 64% van het werk te classificeren als 'blue collar' work en bij laagbouw 69%.

Figuur 7.1. Schatting van benodigd aantal banen (fte) naar beroep voor het realiseren van warmtenetten voor 100 woningen (midden scenario)



Tabel 7.2. *Schatting van benodigd aantal banen (fte) naar beroep voor het realiseren van warmtenet in 100 hoog- en laagbouw woningen (range tussen scenario laag en scenario hoog).*

	Beroep	Schatting aantal FTE voor 100 hoogbouw woningen	Schatting aantal FTE voor 100 laagbouw woningen
1	Projectleider ingenieursbureau	0,03 - 0,04	0,03 - 0,04
2	Projectleider	0,14 - 0,21	0,26 - 0,39
3	Tekenaar	0,45 - 0,67	0,47 - 0,70
4	Calculator	0,06 - 0,09	0,08 - 0,12
5	Civil ingenieurs	0,03 - 0,05	0,05 - 0,08
6	Communicatieadviseur	0,05 - 0,08	0,05 - 0,08
7	Administratief medewerker	0,01 - 0,02	0,03 - 0,05
8	Coördinator ontwerp (warmtebedrijf)	0,27 - 0,41	0,72 - 1,08
9	Toeziethouder warmtebedrijf	0,08 - 0,12	0,14 - 0,21
10	Werkvoorbereider aanleg buiten	0,09 - 0,13	0,19 - 0,29
11	Werkvoorbereider installatiebedrijf	1,40 - 2,11	1,40 - 2,11
12	Uitvoerder	0,06 - 0,10	0,17 - 0,26
13	Veiligheidskundige	0,01 - 0,02	0,03 - 0,05
14	Montagebegeleider	0,01 - 0,01	0,01 - 0,01
15	Voorman fitters	0,15 - 0,22	0,39 - 0,58
16	Grondwerkers	0,57 - 0,86	0,87 - 1,31
17	Bemanning graafmachine	0,38 - 0,57	0,87 - 1,31
18	Verkeersregelaars	0,06 - 0,10	0,17 - 0,26
19	Fitter	0,24 - 0,36	0,51 - 0,77
20	Lasser	0,16 - 0,23	0,28 - 0,42
21	Isolatie medewerker leidingen	0,45 - 0,68	0,19 - 0,29
22	Elektricien	0,01 - 0,01	0,01 - 0,01
23	Bouwvakker	0,26 - 0,39	0,50 - 0,75
24	CV Installateur	0,10 - 0,16	0,00 - 0,00
25	Installateur	1,36 - 2,05	1,82 - 2,73
26	Hulp installateur	0,53 - 0,80	1,21 - 1,82
27	Loodgieter	0,10 - 0,16	0,40 - 0,60
28	Timmerman	0,10 - 0,16	0,36 - 0,54
29	Hulp timmerman	0,10 - 0,16	0,36 - 0,54
30	Sjouw/slopers	0,29 - 0,44	0,28 - 0,41
31&32	Inspecteur (gemeente en aannemer)	0,08 - 0,11	0,12 - 0,18
Totaal		7,65 - 11,48	11,99 - 17,98

7.1.3 Skills per beroep

Om een beeld te schetsen van skills naar beroep, en de diversiteit in de beroepen betrokken bij het realiseren van warmtenetten, geeft Tabel 7.3 voor 3 beroepen de skills weer. Getoond zijn de 5 belangrijkste skills voor fitters, leidinggevende uitvoering en de projectleider van het ingenieursbureau van de gemeente. Indien minder skills als belangrijk zijn geclassificeerd, zijn minder skills weergegeven.

Tabel 7.3 Skills van de fitter, leidinggevende in de uitvoering en projectleider ingenieursbureau (gemeente) (top 5).

	1. Fitter	2. Leidinggevende uitvoering	3. Projectleider ingenieursbureau
Vaardigheden	• Bedienen en beheren van apparatuur • Actief luisteren • Data verzamelen • Coördineren • Kritisch nadenken	• Monitoren • Personeelsmanagement • Coördineren • Kritisch nadenken • Oordeel en besluitvorming	• Begrijpend lezen • Actief luisteren • Complexe problemen oplossen • Spreekvaardigheid • Schrijfvaardigheid
Fysieke vermogens	• Een vaste arm/hand hebben • Nauwkeurig bedienen • Dichtbij zien • Lenigheid • Diepte zien	• Dichtbij zien • Spraakhelderheid • Spraakherkenning • Ver weg zien • Een vaste arm/hand hebben	• Spraakhelderheid • Dichtbij zien • Ver weg zien • Kleuren zien • Fijne motoriek
Mentale vermogens	• Luistervermogen • Mondelinge uitdrukkingsvaardigheid • Problemen herkennen • Reactiesnelheid • Categoriseren	• Luistervermogen • Mondelinge uitdrukkingsvaardigheid • Schriftelijke uitdrukkingsvaardigheid • Deductief redeneren • Inductief redeneren	• Begrijpend lezen • Luistervermogen • Mondelinge uitdrukkingsvaardigheid • Deductief redeneren • Inductief redeneren
Werkstijlen	• Nauwkeurig • Betrouwbaar • Verantwoordelijk • Samenwerken • Volhardend	• Betrouwbaar • Nauwkeurig • Stressbestendigheid • Eerlijk • Leiderschap	• Analytisch denken • Integer • Betrouwbaar • Nauwkeurig • Stressbestendigheid
Kennis	• Bouw en constructie • Mechanica • Wiskunde • Publieke veiligheid • Ontwerpen	• Administratie en management • Mechanica • Klantgerichtheid • Administratie • Engels	• Ontwerpen • Engineering en technologie • Wiskunde • Administratie en management • Engels

Tabel 7.3 laat zien dat er duidelijke verschillen en overeenkomsten in skills bestaan. Zo zijn er uiteraard verschillen in fysieke vermogens (vaste hand en nauwkeurig bedienen bij fitters versus spraakhelderheid en dichtbij zien bij de leidinggevende uitvoering en projectleider) en bestaan er verschillen in de kennis die de functies vragen. Ook de algemene vaardigheden verschillen. Waar buizenleggers de skills apparatuur bedienen en informatie verzamelen nodig hebben, zijn belangrijke skills voor leidinggevers het goed volgen wat er gebeurt, coördineren en het managen van personeel. Voor een projectleider is het kunnen oplossen van complexe problemen erg belangrijk. Ten aanzien van mentale vermogens is in alle drie de functies luistervermogen en mondelinge uitdrukkingsvaardigheid van belang. Verschillen in benodigde mentale vermogens zijn er ook. Voor buizenleggers is het herkennen van

problemen en reactiesnelheid relatief belangrijk, terwijl voor projectleiders en leidinggevendenden de analytische skills inductief en deductief redeneren belangrijk zijn.

7.1.3.1 *Verwante functies en hun belangrijkste skills*

Binnen de 33 geïdentificeerde beroepen die een rol spelen bij het realiseren van warmtenetten zijn er beroepen die op elkaar lijken wanneer je kijkt naar de skills die de werkzaamheden vereisen. Om zij- instromers, niet-werkenden en studenten te werven en op te leiden voor een beroep in de realisatie van warmtenetten, is inzicht in groepen beroepen die vergelijkbare skills vragen belangrijk: de op skills gebaseerde verwantschapsbanen.

Figuur 7.2 toont de op skills gebaseerde relatie tussen verschillende functies. Indien voor verschillende functies dezelfde beschrijving uit O*NET is gebruikt zijn deze functies in de tabel samengevoegd (bijv. projectleider en uitvoerder). In de analyse zijn de benodigde algemene vaardigheden, fysieke en mentale vermogens, werkstijlen en kennisgebieden meegenomen. We kunnen drie clusters van beroepen onderscheiden:

- De eerste groep op skills gebaseerde verwantschapsbanen (blauw) omvat 8 beroepen gerelateerd aan voorbereidende werkzaamheden en management, namelijk projectleider, projectleider ingenieurbureau, coördinator ontwerp (warmtebedrijf), tekenaar, calculator, civiel ingenieur, uitvoerder en veiligheidkundige.
- Het tweede cluster betreft 14 uitvoerende beroepen die nodig zijn om de warmtenetten te realiseren (groen). Dit cluster omvat de grondwerker, bouwvakker, bemanning graafmachine, fitter, lasser, isolatiemedewerker, elektricien, installateur, CV-installateur, hulp installateur, loodgieter, timmerman, hulp timmerman en sjouwer. Deze beroepen zijn betrokken bij het aanleggen van warmtenetten buiten (leidingen etc.) en in de woning. Nadere analyse wijst uit dat er, ondanks de verschillen in samenhang tussen beroepen binnen dit cluster, geen verdere onderverdeling in groepen is te maken op basis van de skills. Dit impliceert dat dezelfde skills uitgangspunt kunnen vormen voor werving en opleiding, ondanks het feit dat de werktaken en context (buiten, binnen, etc.) verschillen.
- Het derde cluster betreft 4 beroepen betrokken bij de werkvoorbereiding en aansturing van de werkzaamheden, namelijk werkvoorbereiders buiten, werkvoorbereiders installatiebedrijf, montagebegeleiders en voorman fitters (oranje). Dit cluster valt wat betreft skills tussen het eerste en tweede cluster in. De skills die deze functies vragen zien we zowel bij beroepen uit het eerste cluster (bijv. uitvoerder, tekenaar, veiligheidkundige) als bij beroepen in het tweede cluster (bijv. loodgieter, isolatie medewerker, timmerman).

Figuur 7.2 Op skills gebaseerde samenhang tussen beroepen (lagere waarde geeft aan dat skills voor 2 beroepen meer overeenkomen, lagere waarde dat skills meer verschillen).

	Projectleider ingenieursbureau/coördinator ontwerp	Projectleider/uitvoerder	Tekenaar	Calculator	Civiel ingenieur	Communicatieadviseur	Administratief medewerker	Toezichthouder warmtebedrijf en inspectie	Werkvoorbereider aanleg buiten/voorman fitter	Werkvoorbereider installatiebedrijf/montagebegeleider	Veiligheidskundige	Grondwerker/bouwvakker	Bemanningsgraafmachine	Verkeersregelaar	Fitter	Lasser	Isolatie medewerker leidingen	Electricien	CV installateur	Installateur	Hulp installateur	Loodgieter	Timmerman	Hulp timmerman	Sjouw/sloper
Projectleider ingenieursbureau en coördinator ontwerp	0	0,8	0,6	0,9	0,8	1,5	2	1,7	2,5	2,8	1	8,1	7,1	5,2	6,5	5,6	4,9	4,9	5,6	5	7,3	5,1	5,4	6,1	7,1
Projectleider en Uitvoerder	0,8	0	1,2	1,3	1,1	1,8	2,2	1,2	1,9	2,1	0,9	6,7	5,9	4,1	5,3	4,6	3,9	4	4,7	4,3	6	4,2	4,2	4,9	5,6
Tekenaar	0,6	1,2	0	1,2	1,1	1,7	1,7	1,4	1,8	2,4	0,8	6,5	5,5	4	5	4	3,6	3,8	4,5	3,8	5,7	4	4,1	4,7	5,6
Calculator	0,9	1,3	1,2	0	1,1	1,5	2,2	2,4	3,3	3,9	1,7	9,3	8,4	5,5	7,5	6,7	5,8	6	6,9	6,2	8,6	6,3	6,3	6,8	7,8
Civiel ingenieur	0,8	1,1	1,1	1,1	0	2,2	3,1	1,9	3,2	3,2	1,2	8,7	7,6	6,1	7,2	6,3	5,9	5,1	6	5,5	8	5,6	6	6,8	7,7
Communicatieadviseur	1,5	1,8	1,7	1,5	2,2	0	1,2	2,7	3,4	4,3	2	9,4	8,4	4,7	7,6	7,1	5,6	6,8	7,4	6,4	8,7	6,7	6,8	7	8
Administratief medewerker	2	2,2	1,7	2,2	3,1	1,2	0	2,6	2,7	3,6	2,1	7,4	6,8	3,4	6	5,3	4,4	5,8	6,1	5	6,8	5,5	5,4	5,8	6,2
Toezichthouder warmtebedrijf en inspectie	1,7	1,2	1,4	2,4	1,9	2,7	2,6	0	1,3	1,6	0,6	4,3	3,9	2,6	3,4	2,9	2,4	2,6	3,2	2,6	4,1	2,5	2,5	3,3	3,6
Werkvoorbereider aanleg buiten en voorman fitter	2,5	1,9	1,8	3,3	3,2	3,4	2,7	1,3	0	0,7	1,4	2,7	2	2,2	1,6	1,3	1,2	1,4	1,8	1,4	2,2	1,2	1,2	1,5	2,2
Werkvoorbereider installatiebedrijf en montagebegeleider	2,8	2,1	2,4	3,9	3,2	4,3	3,6	1,6	0,7	0	1,6	2,7	2,2	3,1	1,7	1,6	1,9	1,1	1,2	1,1	2	1,1	1,4	1,8	2,3
Veiligheidskundige	1	0,9	0,8	1,7	1,2	2	2,1	0,6	1,4	1,6	0	5,5	4,7	3,4	4,2	3,5	3	3	3,6	3,1	4,7	3,2	3,3	4	4,7
Grondwerker en bouwvakker	8,1	6,7	6,5	9,3	8,7	9,4	7,4	4,3	2,7	2,7	5,5	0	1,5	3,2	0,9	1,1	1,7	1,7	1,8	1,5	0,8	1,1	0,9	1,2	0,6
Bemanningsgraafmachine	7,1	5,9	5,5	8,4	7,6	8,4	6,8	3,9	2	2,2	4,7	1,5	0	3,2	0,7	0,8	1,7	1,7	1,6	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,3
Verkeersregelaar	5,2	4,1	4	5,5	6,1	4,7	3,4	2,6	2,2	3,1	3,4	3,2	3,2	0	2,8	2,5	1,8	3,5	4	3,1	3,2	3	2,3	2,5	2,7
Fitter	6,5	5,3	5	7,5	7,2	7,6	6	3,4	1,6	1,7	4,2	0,9	0,7	2,8	0	0,5	1	1	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,8
Lasser	5,6	4,6	4	6,7	6,3	7,1	5,3	2,9	1,3	1,6	3,5	1,1	0,8	2,5	0,5	0	0,7	1	1,1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,6	0,9
Isolatie medewerker leidingen	4,9	3,9	3,6	5,8	5,9	5,6	4,4	2,4	1,2	1,9	3	1,7	1,7	1,8	1	0,7	0	1,5	1,8	1,3	1,4	0,9	0,7	0,9	1,3
Electricien	4,9	4	3,8	6	5,1	6,8	5,8	2,6	1,4	1,1	3	1,7	1,7	3,5	1	1	1,5	0	0,4	0,6	0,9	0,4	0,7	1	1,7
CV installateur	5,6	4,7	4,5	6,9	6	7,4	6,1	3,2	1,8	1,2	3,6	1,8	1,6	4	0,9	1,1	1,8	0,4	0	0,5	0,8	0,5	1	1	1,8
Installateur	5	4,3	3,8	6,2	5,5	6,4	5	2,6	1,4	1,1	3,1	1,5	1,3	3,1	0,8	0,8	1,3	0,6	0,5	0	0,7	0,5	0,8	0,9	1,5
Hulp installateur	7,3	6	5,7	8,6	8	8,7	6,8	4,1	2,2	2	4,7	0,8	1,2	3,2	0,6	0,6	1,4	0,9	0,8	0,7	0	0,7	0,7	0,7	0,9
Loodgieter	5,1	4,2	4	6,3	5,6	6,7	5,5	2,5	1,2	1,1	3,2	1,1	1,2	3	0,6	0,5	0,9	0,4	0,5	0,5	0,7	0	0,3	0,6	1,1
Timmerman	5,4	4,2	4,1	6,3	6	6,8	5,4	2,5	1,2	1,4	3,3	0,9	1,2	2,3	0,6	0,4	0,7	0,7	1	0,8	0,7	0,3	0	0,4	0,8
Hulp timmerman	6,1	4,9	4,7	6,8	6,8	7	5,8	3,3	1,5	1,8	4	1,2	1,1	2,5	0,5	0,6	0,9	1	1	0,9	0,7	0,6	0,4	0	1,1
Sjouwers/sloper	7,1	5,6	5,6	7,8	7,7	8	6,2	3,6	2,2	2,3	4,7	0,6	1,3	2,7	0,8	0,9	1,3	1,7	1,8	1,5	0,9	1,1	0,8	1,1	0

Tabel 7.4, 7.5 en 7.6 geven belangrijke skills in de drie clusters van verwantschapsbanen weer. Het volgende valt hierbij op:

- Ten eerste valt op dat voor de uitvoerende beroepen in cluster 2 minder skills van (groot) belang zijn dan voor de beroepen in cluster 1 en 3. De uitzondering hierop vormen de fysieke vermogens, die zoals verwacht belangrijker zijn voor de uitvoerende beroepen in cluster 2.
- Ten tweede zien we overeenkomsten in de vaardigheden die de beroepen in de drie clusters vragen. Actief luisteren en kritisch nadenken is, vanuit de eigen rol, in alle drie de clusters van belang. In cluster 1 wordt dit gecombineerd met skills die nodig zijn voor het oplossen van uitdagingen, zoals het oplossen van complexe problemen, oordeel en besluitvorming, en systeemanalyse. In cluster 3 zijn deze skills ook van belang, maar is coördineren, personeelsmanagement, monitoring en tijdsmanagement (iets) belangrijker. Ook wordt sociale sensitiviteit benoemd als belangrijke vaardigheid in cluster 1 en 3.
- Ten derde zijn in alle drie de clusters luisteren, spreken en probleemgevoeligheid belangrijke mentale vermogens. In cluster 2 gaat dit samen met informatie ordenen, deductief redeneren (van algemene regels naar situatie in de praktijk) en visualiseren, terwijl in cluster 1 en 3 analytische vermogens en schrijven belangrijker zijn.
- Tenslotte komen de (belangrijkste) werkstijlen die alle drie de clusters vragen goed overeen.

Tabel 7.4 Belangrijke skills voor het op skills gebaseerde cluster van de volgende beroepen: Projectleider, projectleider ingenieursbureau, coördinator ontwerp (warmtebedrijf), tekenaar, calculator, civiel ingenieur, uitvoerder en veiligheidkundige (cluster 1).

Vaardigheden • Actief luisteren • Begrijpend lezen • Spreekvaardigheid • Kritisch nadenken • Complexe problemen oplossen • Oordeel en besluitvorming • Rekenvaardigheid • Tijdsmanagement • Monitoren • Actief leren • Schrijfvaardigheid • Coördineren • Sociale sensitiviteit • Systeemanalyse • Systeemevaluatie • Onderhandelen • Personeelsmanagement • Instrueren • Leerstrategieën • Overtuigen	Mentale vermogens • Luisteren • Begrijpend lezen • Spreken • Inductief redeneren • Deductief redeneren • Probleemgevoeligheid • Schrijven • Informatie ordenen • Visualiseren • Wiskundig redeneren • Ordenen • Hoofdrekenen • Filteren • Genereren van ideeën • Originaliteit • Observatie snelheid • Selectieve aandacht
Fysieke vermogens • Dichtbij zien • Spraakhelderheid • Spraakherkenning • Ver weg zien	Werkstijlen • Nauwkeurig • Eerlijk • Betrouwbaar • Analytisch denken • Samenwerken • Stressbestendig • Verantwoordelijk • Controle over jezelf
Kennis • Technologie • Bouw en constructie • Wiskunde • Engels • Ontwerpen • Administratie en management • Klantgerichtheid • Computer en elektronica • Mechanica • Wetgeving	

Tabel 7.5 Belangrijke skills voor het op skills gebaseerde cluster van de volgende beroepen: grondwerker, bouwvakker, bemanning graafmachine, fitter, lasser, isolatie medewerker, elektricien, installateur, CV installateur, hulp installateur, loodgieter, timmerman, hulp timmerman en sjouwer (cluster 2)

Vaardigheden • Bedienen en beheren van apparaten • Actief luisteren • Kritisch nadenken	Mentale vermogens • Luisteren • Probleemgevoeligheid • Spreken • Deductief redeneren • Informatie ordenen • Visualiseren
Fysieke vermogens • Dichtbij zien • Coördinatie van meerdere ledematen • Een vaste hand/arm hebben • Nauwkeurig bedienen • Handvaardigheid • Statische spierkracht • Spierkracht van de romp • Fijne motoriek • Lenigheid • Diepte zien • Ver weg zien • Spraakherkenning	Werkstijlen • Betrouwbaar • Nauwkeurig
Kennis • Mechanica • Bouw en constructie • Wiskunde	

Tabel 7.6 Belangrijke skills voor het op skills gebaseerde cluster van de beroepen
werkvoorbereider (buiten en installatiewerk), voorman fitter en montageleider (cluster 3)

Vaardigheden • Coördineren • Personeelsmanagement • Spreekvaardigheid • Actief luisteren • Kritisch nadenken • Monitoren • Tijdsmanagement • Oordeel- en besluitvorming • Begrijpend lezen • Uitvoeren van kwaliteitscontrole • Actief leren • Data verzamelen • Complexe problemen oplossen • Leerstrategieën • Sociale sensitiviteit • Systeem analyse • Instrueren • Onderhandelen • Overtuigen • Systeemevaluatie • Schrijfvaardigheid	Mentale vermogens • Luisteren • Spreken • Probleemgevoeligheid • Informatie ordenen • Deductief redeneren • Begrijpend lezen • Inductief redeneren • Selectieve aandacht • Schriftelijke uitdrukkingsvaardigheid • Filteren • Ordenen • Observatie snelheid • Visualiseren • Genereren van ideeën
Fysieke vermogens • Dichtbij zien • Spraakhelderheid • Spraakherkenning • Ver zien • Handvaardigheid • Nauwkeurig bedienen • Fijne motoriek	Werkstijlen • Nauwkeurig • Betrouwbaar • Leiderschap • Eerlijk • Zelfbeheersing • Stressbestendig • Initiatief • Samenwerken • Flexibel • Volhouden
Kennis • Administratie en management • Mechanica • Klantgerichtheid • Engels • Wiskunde • Personeelsmanagement • Publieke veiligheid • Administratie • Ontwerpen • Klantgerichtheid • Administratie en management • Engels • Publieke veiligheid	

7.2 Op skills gebaseerde loopbaanpaden

Binnen de beroepen die betrokken zijn bij het realiseren van warmtenetten zijn verschillende ontwikkelroutes mogelijk. Dit biedt perspectief aan mensen die instromen en voor de vakmensen die al werkzaam zijn in deze functies en zich verder willen ontwikkelen.

Allereerst is beweging tussen de clusters van beroepen mogelijk. Op basis van skills kunnen vakmensen in cluster 2 (bijv. fitter, installateur, loodgieter, elektricien) doorgroeien naar een functie in cluster 3 als voorman of werkvoorbereider. Een dergelijke stap vraagt onder andere om het versterken van skills op het gebied van personeelsmanagement, monitoren, probleemgevoeligheid, oordeel en besluitvorming en sociale sensitiviteit. Daarnaast kunnen voormannen en werkvoorbereiders (cluster 2) zich op basis van hun skills doorontwikkelen naar functies in cluster 1, zoals uitvoerder/projectleider, toezichthouder warmtebedrijf en veiligheidskundige. Deze stap vraagt onder andere om het versterken van skills op het gebied van complexe problemen oplossen en rekenen.

Daarnaast is mobiliteit binnen de drie clusters mogelijk. Als we focussen op cluster 2, zien we dat op basis van skills relatief veel transities mogelijk zijn. Mensen werkzaam in, of in opleiding voor, deze beroepen hebben hierdoor een goed perspectief op horizontale en opwaartse mobiliteit. Met name fitters, lassers, hulpinstallateurs, loodgieters en (hulp)timmermannen hebben op basis van hun skills veel verschillende mogelijkheden om over te stappen naar een ander beroep betrokken bij het realiseren van warmtenetten. Het betreft hier zowel beroepen betrokken bij het aanleggen van leidingen buiten als beroepen die in woningen werken aan het warmtenet. Maar ook sjouwers en grondwerkers kunnen zich goed doorontwikkelen wanneer we uitgaan van hun skills, bijvoorbeeld naar het beroep van fitter, hulpinstallateur, of lasser.

De bovenstaande analyse is een eerste verkenning, die in de toekomst verder kan worden uitgebreid en verdiept. Hierbij kan onder andere per transitie worden uitgewerkt welke skills verder moeten worden ontwikkeld, hoe deze skills kunnen worden verworven (scholing, leren tijdens het werk), en wat de financiële consequenties van de overstap zijn.

8 Aandachtpunten en doorontwikkeling aanpak

Bij het interpreteren van deze resultaten is het belangrijk om de methodologische beperkingen van onze analyse helder voor ogen te hebben. We zetten ze hieronder kort op een rij.

Wat betreft de methode om aantallen banen in kaart te brengen merken we het volgende op:

- Onze berekeningen zijn gebaseerd op de huidige ambities met betrekking tot investeringen in warmtenetten in 6 wijken in Rotterdam. Dit zijn dus niet de investeringen die nodig zijn om langetermijn klimaatdoelen te halen, daarvoor is waarschijnlijk meer nodig. Het is dus goed denkbaar dat de investeringsambities in Rotterdam de komende jaren omhoog gaan, en dat daarmee het werkgelegenheidseffect ook groter wordt.
- Niet alle banen in onze berekening worden vervuld door Rotterdammers; ons model is niet geschikt om dit te specificeren. Oftewel, de duurzame investeringen in Rotterdam genereren ook banen voor mensen buiten Rotterdam.
- In vergelijking met de Employment Factor (EF) methode leidt de Input-Output (IO) methode tot een zeer vergelijkbare omvang voor het bruto werkgelegenheidseffect, in zover we aannemen dat alle productie plaatsvindt in Rotterdam. Als we die laatste aanname loslaten, hetgeen meer realistisch is, dan leidt de IO-methode tot een substantieel kleiner werkgelegenheidseffect. Dit kan vermoedelijk deels verklaard worden uit een methodologische beperking van de IO-methode, namelijk dat we in de IO-analyse noodzakelijkerwijs impliciet veronderstellen dat het werk gemoeid met de aanleg van warmtenetten dezelfde intensiteit per eenheid toegevoegde waarde heeft als de gehele sectoren 'grond- water- en wegenbouw' en 'gespecialiseerde werkzaamheden in de bouw'. Het is echter aannemelijk dat dit in werkelijkheid niet zo is, omdat het werk aan het warmtenet arbeidsintensiever is dan veel ander werk in de genoemde sectoren – denk aan wegenbouw, waar relatief met veel machines wordt gewerkt. Dat neemt niet weg dat het verschil tussen de EF- en IO-methode noopt tot voorzichtigheid bij het hanteren van de exacte aantallen banen zoals berekend, met de kanttekening dat het goed mogelijk is dat onze EF-berekening het aantal banen wellicht enigszins overschat. Naar onze eigen inschatting zijn de berekende aantallen uren voor het aanleggen van leidingen binnen in hoogbouw en het installatiewerk binnen in laagbouw omgeven met de grootste onzekerheidsmarge.

Wat betreft de methode voor het in kaart brengen van skills merken we het volgende op:

- De beschreven beroepen zijn gebaseerd op informatie opgehaald tijdens de interviews met experts. Mogelijk zijn niet alle functies tijdens deze interviews benoemd of goed omschreven. We adviseren de beroepen in de toekomst te toetsen bij meer experts.
- Voor het in kaart brengen van skills is gebruik gemaakt van O*NET. O*NET is gebaseerd op de Amerikaanse arbeidsmarkt. Dit wijkt mogelijk (voor sommige beroepen) af van de Nederlandse arbeidsmarkt. In het huidige onderzoek is hier geen rekening mee gehouden. In toekomstig onderzoek kan dat wel, bijvoorbeeld door middel van desk research (profielbeschrijvingen), interviews en informatie in vacatures. Ook kan in de toekomst de Nederlandse skills taal CompetentNL, die op dit moment wordt ontwikkeld, worden gebruikt.
- De werkgelegenheid in de functie die niet door O*NET wordt beschreven was beperkt (omgevingsmanager). Voor verschillende beroepen moesten we echter aannames maken over het best passende O*NET profiel. We weten niet in hoeverre het gebruiken

van (mogelijk) niet helemaal passende skills profielen voor een aantal functies onze resultaten heeft beïnvloedt. We denken dat de kern van onze resultaten ongewijzigd blijft, maar adviseren de gemaakte aannames te toetsen in toekomstig onderzoek.

- De skills beschrijvingen geven een beeld van wat het werk nu vraagt. Mogelijk veranderen de skills in de komende jaren. In toekomstig onderzoek kan dit worden meegenomen.
- Daarnaast lijkt het interessant om te onderzoeken hoe we in de toekomst naast het belang van skills ook het niveau van skills kunnen meenemen in de analyses. Deze informatie is in O*NET beschikbaar.

9 Conclusies

Dit rapport presenteert het verslag van een onderzoek van TNO in samenwerking met de gemeente Rotterdam met als doel om inzicht te krijgen in de omvang en aard van de werkgelegenheid die de komende jaren in Rotterdam ontstaat door het aansluiten van bestaande woningen op het warmtenet.

In navolging van een eerdere studie aangaande lokale werkgelegenheidseffecten van investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie (2021), is onze aanpak op twee punten vernieuwend. In de eerste plaats koppelen we een kwantitatieve berekening van het aantal lokale banen aan de skills die voor dit werk nodig zijn. In de tweede plaats gebruiken en vergelijken we twee verschillende methoden om het aantal banen te berekenen: een niet-monetaire bottom-up rekenmethode en een top-down monetaire rekenmethode. Eerstgenoemde rekenmethode is een zogenoemde Employment Factors benadering waarbij we op basis van een inschatting van het vereiste aantal uren werk per woning, meter tracé en warmtestation het aantal banen per aangesloten woning berekenen. De tweede methode is een Input-Output analyse waarbij de investeringen in het warmtenet en de betreffende woningen eerst worden vertaald naar totale investeringsbedragen, die vervolgens worden toegewezen aan sectoren o.b.v. van een veronderstelde verdeling van de totale investeringen in arbeids- en materiaalkosten, waarna m.b.v. een inschatting van loonkosten en rekening houdend met de structuur van de lokale economie het aantal banen wordt geschat.

Samenvattend vinden we dat de investeringen in het warmtenet in Rotterdam naar verwachting een aanzienlijke hoeveelheid werk met zich meebrengt. Als we alle werkzaamheden (inclusief werk aan tracés en warmtestations) toerekenen naar banen per woning, komen we uit op een aantal van 7,5 à 11,5 banen per 100 hoogbouw woningen, en 12 à 18 banen per 100 laagbouw woningen (afhankelijk van de aannames). Gegeven de aantallen woningen die in de lopende gebiedsaanpakken in Rotterdam de komende jaren naar verwachting worden aangesloten op het warmtenet, vertaalt zich dit naar een totaal werkgelegenheidseffect van ongeveer 200 à 430 voltijdsbanen per 2025 en 230 à 515 voltijdsbanen per 2030 (afhankelijk van de aannames).

Het grootste deel van de werkgelegenheid komt voort uit werkzaamheden voor werkvoorbereiding plus werkzaamheden binnen in de woning: aanleg leidingen binnen, plaatsen warmte afleversets en afwerking. Daarnaast is er een substantiële hoeveelheid werk gemoeid met aanleggen leidingen buiten, inclusief graaf- en herstelwerkzaamheden. Projectmanagement en communicatie is per wijk op zich veel werk, maar uitgedrukt per woning gaat het in vergelijking met andere werkzaamheden om relatief weinig banen.

Onze aanpak biedt de mogelijkheid om het aantal banen te verbinden aan de skills die deze banen vragen. In ons onderzoek hebben we 33 beroepen geïdentificeerd die betrokken zijn bij het realiseren van warmtenetten. Op basis van skills konden 3 clusters van verwantschapsberoepen worden geïdentificeerd. De clusters verschillen ten aanzien van het aantal skills dat van (groot) belang is en het type skills.

Het identificeren van groepen op skills gebaseerde verwantschapsbanen is niet alleen zinvol voor het breed werven en opleiden van (zij-)instromers. Het biedt ook inzicht in de overstap-

mogelijkheden en potentiële ontwikkelroutes voor (toekomstige) vakmensen. Uitvoerende beroepen zoals fitters, lassers, hulpinstallateurs, loodgieters en (hulp)timmermannen blijken veel mogelijkheden te bieden voor een overstap naar een ander beroep nodig voor het realiseren van warmtenetten. Dit onderzoek biedt hierdoor mogelijk handvatten voor beleid gericht op de beschikbaarheid van voldoende personeel voor het realiseren van de warmtetransitie en voor beleid dat levenslang ontwikkelen faciliteert.

De resultaten van deze studie bevestigen dat de energietransitie inderdaad leidt tot nieuwe banen op lokaal niveau. Het gaat daarbij om honderden en niet om duizenden banen. Belangrijker wellicht nog is dat het vervullen van de vacatures vraagt om de juiste skills op de juiste plek, hetgeen, zeker bij de huidige krapte op de arbeidsmarkt, niet vanzelf spreekt.

Wij hopen dat dit rapport inspiratie biedt om deze uitdaging in Rotterdam verder aan te gaan, en de kansen die de energietransitie biedt voor de Rotterdamse arbeidsmarkt te benutten.

Referenties

- Andersson Elffers Felix (2020). Uitvoeringskosten van het Klimaatakkoord voor decentrale overheden in 2022 – 2030. Utrecht, AEF.
- Bulavskaya, Tatyana & Frédéric Reynès (2018). Job creation and economic impact of renewable energy in the Netherlands, *Renewable Energy* 119, pp. 528-538.
- Cameron, L.B. van der Zwaan (2015). Employment factors for wind and solar energy technologies: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 45, pp. 60–172
- Dril, A.W.N. van (2019). *Verkenning werkgelegenheidseffecten van klimaatmaatregelen*. Amsterdam, TNO (rapport nr. P103690).
- Gemeente Rotterdam (2021). Rotterdam aardgasvrij. De Rotterdamse Transitievisie Warmte.
- SEO/CE Delft (2020). Duurzaamheid en economisch herstel Amsterdam; Wat zijn de gevolgen voor de arbeidsmarkt? Amsterdam/Delft, SEO/CE Delft (SEO rapport nr. 2020-72 / CE Delft rapport nr. 20.200243.127).
- SEOR (2021). Arbeidsmarktonderzoek HIC 2021. Ontwikkelingen en Uitdagingen. Rotterdam, SEOR BV/Erasmus School of Economics.
- SER (2018). Energietransitie en werkgelegenheid. Kansen voor een duurzame toekomst. Advies 18/03. Den Haag, Sociaal Economische Raad.
- PBL (2018). *Effecten van de energietransitie op de regionale arbeidsmarkt – een quickscan*. Den Haag, PBL (publicatie nr. 30060).
- PBL (2019), *Frictie op de arbeidsmarkt door de energietransitie*. Den Haag/Maastricht, PBL/ROA (PBL-publicatie nr. 3438).
- PBL (2020). *Regionale arbeidsmarkteffecten van de energietransitie: een scenarioverkenning*. Den Haag, PBL (publicatie nr. 4207).
- PBL (2022). Inzicht in arbeidsmarktknelpunten voor de uitvoering van het klimaatbeleid. Den Haag, PBL (publicatie 4931).
- TNO (2021). Banen in Beeld. Werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen in de energietransitie in Rotterdam. Rapportnummer P11614.

TNO EnergieTransitie
Radarweg 60
1043 NT Amsterdam
www.tno.nl
T +31 88 866 50 10

TNO Gezond Leven
Schipholweg 77-89
2316 ZL Leiden
www.tno.nl
T +31 88 866 61 00

TNO.NL

TNO.NL

TNO EnergieTransitie
Radarweg 60
1043 NT Amsterdam
www.tno.nl
T +31 88 866 50 10

TNO Gezond Leven
Schipholweg 77-89
2316 ZL Leiden
www.tno.nl
T +31 88 866 61 00