

› **BANEN IN BEELD**

Werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen in
de energietransitie in Rotterdam

TNO innovation
for life

Datum ›
3 september 2021

› Rapportage voor
Gemeente Rotterdam

BANEN IN BEELD

Werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen in de energietransitie in Rotterdam

Rapportage voor: Gemeente Rotterdam
Karen Janssen
André de Groot

Auteurs Thijmen van Bree
Goedele Geuskens
Peter Mulder

Datum 3 september 2021

Projectnummer 060.46945
Rapportnummer TNO 2021 P11614

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

Inhoudsopgave

1	Management summary	2
2	Inleiding	8
2.1	Aanleiding.....	8
2.2	Samenwerking	9
3	Doelstelling	10
4	Methode.....	11
4.1	Kwantitatieve analyse: aantal banen	11
4.2	Skills.....	24
5	Resultaten	27
5.1	Aantal banen	27
5.2	Skills.....	42
6	Aandachtpunten en doorontwikkeling aanpak	55
7	Conclusies	57
Bijlage A.	Kengetallen Employment Factor model	60
Bijlage B.	Kengetallen Input-output model.....	64

1 Management summary

CONTEXT

Met de energietransitie wordt ingezet op een forse daling van CO₂-emissies door het stimuleren van energiebesparing, versneld in fasen van duurzame energie en versneld uit fasen 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 energiebesparing en duurzame energie, zoals isolatie van woningen, het plaatsen zonnepanelen en laadpalen voor elektrische voertuigen. 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 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 zonnepanelen, isolatie van woningen, en laadpalen? En welke skills vragen deze banen?

AFBAKENING

Om deze vragen te beantwoorden kijken we in dit onderzoek naar de aantallen zonnepanelen en laadpalen die naar verwachting worden geplaatst in de stad Rotterdam in de periode 2021-2025 en vervolgens tot aan 2030. Voor de isolatie van woningen kijken we, voor dezelfde periode, met name naar de isolatie opgave in de bestaande woningvoorraad. De data laten zien dat het zwaartepunt ligt bij het isoleren van corporatiewoningen en dat de isolatie-opgave het grootst is in de woningvoorraad met energie labels C en lager uit de bouwperiode tot 1975. Hierbinnen betreft een groot deel van de woningvoorraad hoogbouw (flat- en portiekwoningen). De benodigde isolatiemaatregelen bestaan dan vooral uit het isoleren van gevel (spouwmuur), dak en vloer, plus het plaatsen van nieuwe kozijnen met isolatieglas. Gevelisolatie bij woningen zonder spouwmuur vereist meer en ingewikkelder werk dan spouwmuur isolatie, en is overwegend een issue bij vooroorlogse woningen inclusief monumenten en woningen met beschermd stadsgezicht. Omdat deze categorie woningen geen grote rol speelt in de isolatie-opgave in Rotterdam de komende jaren, laten we dit goeddeels buiten beschouwing.

Omdat wij kijken naar lokale werkgelegenheidseffecten, richten we ons onderzoek voor alle drie de technologieën (laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie) primair op de arbeidsinzet die is gemoeid met het plaatsen, installeren, beheer en onderhoud van de technologie, inclusief het administratieve en organisatorische proces daaromheen. Eerdere schakels in de productieketen, zoals het fabriceren van laadpalen, zonnepanelen, isolatiemateriaal, kozijnen 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: administratie, organisatie, plaatsen, installeren, beheer en onderhoud van laadpalen, zonnepanelen en het isoleren van woningen. 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

Onze aanpak voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen 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.

De niet-monetaire bottom-up rekenmethode is, een zogenoemde Employment Factors benadering. Hierbij berekenen we op basis van een inschatting van het vereiste aantal uren werk per eenheid technologie het aantal banen per geïnstalleerd volume of vermogen (aantallen zonnepanelen / laadpalen / geïsoleerde huizen). Om het Employment Factor model op te stellen voor laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie hebben we:

- Desk research uitgevoerd naar plannen en ambities (zoals onder meer verwoord in het Rotterdams Klimaatakkoord, Laadstrategie Rotterdam, Programmaplan Zonenergie, Prestatieafspraken van Rotterdamse woningcorporaties etc.);
- Interviews gehouden met experts van de gemeente Rotterdam, leveranciers van zonnepanelen en EV-laadtechnologieën, installatie- en aannemingsbedrijven, vastgoedzorg ondernemingen, woningbouwcorporaties en TNO;
- Data gebruikt van de gemeente Rotterdam, CBS en TNO.

Dit resulteerde in informatie over de activiteiten die worden uitgevoerd in de voorbereiding, installatie en het onderhoud van een eenheid technologie (laadpaal, zonnepaneel, geïsoleerde woning), het aantal uren werk per activiteit (rekening houdend met impact van schaalgrootte en toekomstige (sociale) innovaties) en de verwachte aantallen zonnepanelen, laadpalen en woningen die tussen 2021 en 2030 in Rotterdam worden bijgeplaatst/verduurzaamd.

Tabel 1.1 vat voor 2021 en 2015 onze inschatting van het aantal uur werk per eenheid technologie samen, voor de drie technologieën die we hebben bestudeerd. De getallen gelden voor het Midden scenario. Per technologie maken we onderscheid in verschillende categorieën (bijv. publieke versus private laadpalen), op basis van onderscheid in benodigde werkzaamheden. Voor elke technologie varieert het aantal uren over de tijd vanwege de impact van schaalgrootte en toekomstige (sociale) innovaties.

Tabel 1.1 Aantal uren werk benodigd per technologie, scenario Midden.

Per laadpaal			Per 10 zonnepanelen		Isolatie per woning	
2021	Publiek – straat	22,8	Hoogbouw	12,3	Tot label B	265,4
2025		14,6		12,0		238,9
2021	Publiek – laadpleinen & parking	25,3	Laagbouw	12,2	Van label B naar A	27,2
2025		15,3		12,0		24,5
2021	Privaat – huis & bedrijfslocatie	9,3				
2025		6,4				
2021	Publiek - snelladers	26,8				
2025		17,0				

De tabel laat zien dat met name woningisolatie arbeidsintensief is, terwijl het grootste relatieve effect van innovatie op werkgelegenheid de komende jaren te vinden is bij laadpalen. Dit laatste komt door voorziene veranderingen in het administratieve proces rond de aanvraag van laadpalen. Het innovatie effect bij zonnepanelen is de komende jaren naar verwachting zeer beperkt. De bulk van het werk in

zonnepanelen in Rotterdam betreft de komende jaren het plaatsen en installeren van zonnepanelen op bestaande daken; daar speelt innovatie geen grote rol. De snelle technologische ontwikkeling naar goedkopere en meer geavanceerde zonnepanelen die geïntegreerd zijn in bouwmaterialen speelt op de iets langere termijn en primair in nieuwbouw en heeft daarmee op de korte termijn in Rotterdam relatief weinig invloed op de werkgelegenheid.

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 zonnepanelen / laadpalen / te isoleren 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. In tegenstelling tot de Employment Factor methode, houdt een IO-analyse ook rekening met de indirecte effecten van een investering; d.w.z. het feit dat de stijgende productie in een bepaalde sector als gevolg van duurzaamheidsinvesteringen) op haar beurt weer voor productie in andere sectoren zorgt. Om deze berekening mogelijk te maken op het niveau van Rotterdam, heeft het CBS op ons verzoek de toegevoegde waarde, productie en het aantal werknemers op sectorniveau in de gemeente Rotterdam in beeld gebracht op basis van bestaande micro-data bronnen.

De Employment Factor methode is *technology-driven*, en bovendien transparant, niet zo data-intensief, flexibel en zinvol voor korte termijn en lokaal niveau. Een ander voordeel is dat we geen vertaling hoeven te maken van investeringen naar aantallen banen via aannames over de verdeling van de totale investeringen in arbeids- en materiaalkosten, loonniveaus en arbeidsproductiviteit. Daarnaast kan met deze methode rekening gehouden worden met de te verwachten impact van technologische en sociale innovatie. Een beperking is dat we met deze methode alleen directe werkgelegenheidseffecten (bij installateurs, aannemers, isolatiebedrijven 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.

Een IO-analyse is 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-outputtabel (IO-tabel) maakt het mogelijk om in de berekening het multiplier effect te verwerken: de mate waarin een investering in een sector (directe effect) op de rest van de economie (indirecte effect). Een IO-analyse heeft echter ook nadelen. De analyse is bijvoorbeeld afhankelijk van een aantal aannames over de structuur van de Rotterdamse economie; omdat het CBS jaarlijks alleen een nationale IO-tabel maakt, moeten we de productie-samenhang in Rotterdam o.b.v. verschillende aannames afleiden uit de nationale IO-tabel. Ook kan een IO analyse de gevolgen van innovatie op werkgelegenheid niet goed meenemen. 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.

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 103 skills beschreven in O*NET: vaardigheden, mentale vermogens, fysieke vermogens en werkstijlen.

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 investeringen in zonnepanelen, isolatie van woningen, en laadpalen? Onze belangrijkste bevindingen met betrekking tot die vraag zijn als volgt:

- Naar schatting bedraagt de totale werkgelegenheid voor de drie technologieën samen 800 voltijdsbanen in 2025 en 1.000 voltijdsbanen in 2030 (Employment Factor methode, midden scenario). Ten opzichte van 2020 is dit een toename van ongeveer 160 extra (nieuwe) banen in 2025 en 490 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 340 banen in 2025 en ruim 1.000 extra banen in 2030 (ten opzichte van 2020), terwijl in het pessimistische scenario Laag er slechts 130 banen bij komen tot 2030.
- Het overgrote deel van de werkgelegenheid wordt gegenereerd door investeringen in woningisolatie, een klein deel door investeringen in zonnepanelen. Investerings in laadpaal infrastructuur genereren lokaal nauwelijks extra werkgelegenheid.
- De orde van grootte van de totale toekomstige werkgelegenheid, geschat door middel van de Employment Factor (EF) methode en de Input-Output (IO) methode, is goed vergelijkbaar. Dit ondersteunt de betrouwbaarheid van de resultaten. Wel zijn er verschillen in aantallen per technologie.

In Tabel 1.2 presenteren we voor onze beide rekenmethoden een samenvatting van het geschatte aantal voltijdsbanen door (verwachte) investering in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie in Rotterdam. We doen dit voor de jaren 2025 en 2030, het Midden scenario en we maken daarbij onderscheid tussen het totaal aantal banen en de extra banen die er bij komen ten opzichte van 2020.

Tabel 1.2 Werkgelegenheidseffecten volgens Employment Factor (EF) en Input-Output (IO) methode

Totaal aantal banen						
Midden scenario	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
Zonnepanelen	84	213	61	144	332	105
Laadpalen	11	37	31	19	78	66
Woningisolatie	706	464	382	901	592	487
TOTAAL	802	714	474	1.064	1.003	659

Extra banen (cumulatief t.o.v. van 2020)						
Midden scenario	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
Zonnepanelen	37	80	29	97	200	73
Laadpalen	3	22	19	11	64	55
Woningisolatie	121	101	83	316	230	189
TOTAAL	161	204	131	424	493	316

Tabel 1.2 toont dat de orde van grootte van de schattingen van de totale werkgelegenheid (voor de drie technologieën samen) middels de twee verschillende methoden zeer vergelijkbaar is. Voor de berekening van werkgelegenheidseffecten volgens de IO-methode hanteren we twee varianten. In de eerste variant veronderstellen we dat alle goederen en diensten voor de duurzaamheidsmaatregelen in Rotterdam ook in Rotterdam worden ingekocht ('alles in R'dam'). Als gevolg hiervan komen de werkgelegenheidseffecten van duurzaamheidsmaatregelen in Rotterdam alleen in Rotterdam terecht en niet daarbuiten. Ten opzichte van de EF-methode zien we dan ook dat het totaal aantal extra banen in deze variant per 2025 27% hoger is (204 versus 161) en per 2030 16% hoger ligt. In de tweede, meer realistische, variant van de IO-methode ('Niet alles in R'dam') nemen we aan dat een deel van de werkzaamheden – met name de productie van laadpalen, zonnepanelen en isolatiemateriaal – buiten Rotterdam zal vallen. Ten opzichte van de EF-methode schat de IO-methode in deze variant 18% minder extra banen per 2025 en 25% minder extra banen per 2030. In het rapport specificeren we dit nader. Tenslotte laat de vergelijking van de twee rekenmethoden zien dat de EF-methode tot een relatief laag aantal (extra) banen leidt door investeringen in laadpalen en zonnepanelen, terwijl het juist tot relatief veel extra banen leidt door woningisolatie.

SKILLS

In totaal identificeerden we 21 verschillende beroepen die nodig zijn om laadpalen, zonnepanelen en geïsoleerde woningen te realiseren (voorbereiding, uitvoering, management). Ongeveer 70% van de werkgelegenheid zit in de uitvoering van werkzaamheden, bijvoorbeeld door installateurs van zonnepanelen, isolatie medewerkers (muren, vloeren), dakdekkers en schilders (zogenaamde 'blue collar' werkgelegenheid). Voorbereidende werkzaamheden worden bijvoorbeeld uitgevoerd door administratief medewerkers en werkvoorbereiders, bij het management van de activiteiten zijn uitvoerders en projectmanagers betrokken.

Voor 18 van de 21 geïdentificeerde beroepen konden de skills worden geanalyseerd. Rekening houdend met het aantal personen per beroep, blijken in 2025 uiteenlopende skills van belang om zonnepanelen, laadpalen en geïsoleerde woningen te realiseren:

- Vaardigheden: o.a. coördineren, actief luisteren, kritisch denken en monitoren;
- Mentale vermogens: o.a. herkennen van problemen, luisteren, informatie sorteren, spreken en inbeelden;
- Fysieke vermogens: o.a. dichtbij zien, spreken begrijpen, duidelijk spreken, ver zien en spierkracht van de romp;
- Werkstijlen: o.a. nauwkeurig, betrouwbaar en eerlijk zijn en samenwerken.

In de gemiddelde belangrijkheidsscores van deze skills komen duidelijk zowel cruciale skills voor het uitvoerende werk als voor de aansturing en het management van de activiteiten terug.

Het *algemene* toekomstige skills beeld biedt weinig handelingsperspectief, aangezien geen enkel beroep deze gemiddelde skills vraagt. Om die reden is een verdiepende analyse uitgevoerd waarin we onderzochten welke beroepen vergelijkbare skills vragen. Op basis van de 103 onderzochte skills identificeerden we twee duidelijke clusters van op skills gebaseerde verwantschapsbanen:

- Het eerste cluster omvat de beroepen installateur zonnepanelen (zonnepanelen), elektromonteur (zonnepanelen, laadpalen), onderhoudsmonteur (laadpalen) en installateur van ventilatiesystemen (isolatie).
- Het tweede cluster omvat verschillende uitvoerende beroepen betrokken bij het isoleren van woningen: Dakdekkers, medewerkers isolatie muren en vloeren, schilders en timmerlieden.

Voor het eerste cluster zijn meer skills van (groot) belang dan voor het tweede cluster, met name wat betreft de vaardigheden en mentale vermogens. Er zijn duidelijke verschillen in het belang van vaardigheden (bijv. 'oplossen van storingen' belangrijker in cluster 1), mentale vermogens (bijv.

'herkennen van problemen' in beide clusters van belang, maar meer in cluster 1) en fysieke vermogens (bijv. 'spierkracht van de romp' belangrijker in cluster 2). De werkstijlen komen echter goed overeen.

Op deze wijze biedt onze skills-analyse een handelingsperspectief voor zowel het breed werven en opleiden van (zij-)instromers als voor het faciliteren van overstapmogelijkheden en de doorontwikkeling van de huidige vakmensen. In het rapport gaan we (beperkt) verder in op overstapmogelijkheden.

CONCLUSIE

Samenvattend vinden we dat in het meest realistische scenario de voorgenomen investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie in Rotterdam, ten opzichte van 2020, leiden tot extra werkgelegenheid ter omvang van ongeveer 130-200 voltijdsbanen per 2025 en 315-500 voltijdsbanen per 2030. In het rapport laten we zien dat dit in het optimistische Hoog scenario kan oplopen tot ongeveer 600-1.000 voltijdsbanen per 2030. Het overgrote deel van deze toename in werkgelegenheid wordt gegenereerd door investeringen in woningisolatie, een klein deel door investeringen in zonnepanelen terwijl investeringen in laadpaalinfrastructuur lokaal slechts een heel klein werkgelegenheidseffect sorteert.

In onze analyse maken we voor elk van de drie duurzame technologieën ook een inschatting van de mogelijke impact van technologische en sociale innovatie op de groei van de werkgelegenheid. Volgens onze inschatting leidt met name sociale innovatie in werkprocessen tot een totale besparing van 67-172 voltijdsbanen. Dat komt overeen met ongeveer 10% van het totaal aantal banen dat er zou zijn zonder innovatie en, afhankelijk van het scenario, met 14-53% van het aantal nieuwe banen dat er bij zou zijn gekomen als er geen innovatie was. De meeste innovatie in werkprocessen is de komende jaren te verwachten bij laadpalen.

Onze aanpak biedt de mogelijkheid om het aantal banen te verbinden aan de skills die de banen vragen, zowel voor individuele beroepen als voor groepen van beroepen en de werkgelegenheid in het totaal. Doordat in de huidige analyse veel verschillende beroepen zijn betrokken bij het uitvoeren van de werkzaamheden, zijn voor de totale werkgelegenheid, nu en in de toekomst, uiteenlopende skills van belang. Naast een algemeen beeld van de belangrijkste skills voor de totale werkgelegenheid, hebben we daarom ook clusters van op skills gebaseerde verwantschapsbanen geïdentificeerd. De clusters verschillen ten aanzien van het aantal vereiste skills, met name wat betreft de vaardigheden en mentale vermogens.

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 de huidige vakmensen en toekomstige instromers in beroepen gerelateerd aan de energietransitie. En hiermee mogelijk voor beleid gericht op de beschikbaarheid van voldoende personeel voor het realiseren van de energietransitie en voor beleid dat leven lang 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 (zie paragraaf 5.1). 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).¹ Daarnaast geven 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. 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 en het installeren van zonnepanelen. 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 er voor zorgen dat zo veel mogelijk Rotterdammers profiteren van de nieuwe werkgelegenheid.

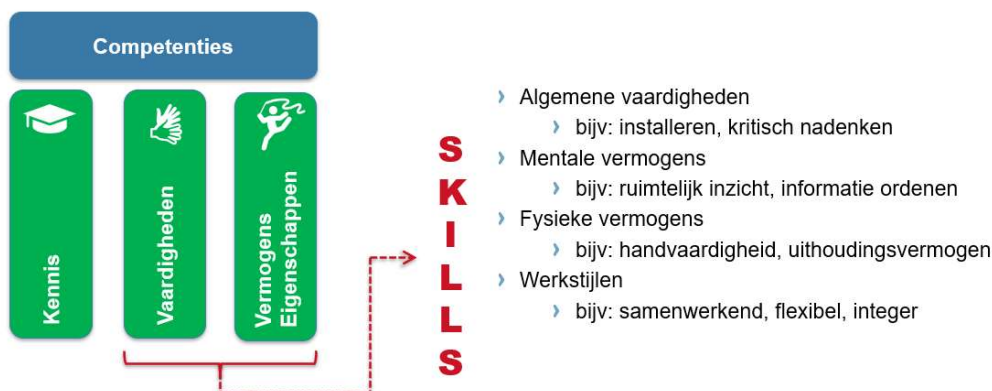
Inzicht in de werkgelegenheid die lokaal door de energietransitie ontstaat, vormt voor de gemeente Rotterdam, het bedrijfsleven en het onderwijs een belangrijke stap bij het realiseren van de energietransitie (voldoende mensen met de juiste skills op de juiste plaats) en het betrekken van zowel wendbare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

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

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. We noemen dit de skills die het werk vraagt (zie onderstaande figuur)

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 (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.



2.2 Samenwerking

Voor dit onderzoek naar de impact op de werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen in de energietransitie in Rotterdam, zijn TNO en de gemeente Rotterdam gezamenlijk opgetrokken. De samenwerking vond plaats conform de Samenwerkingsovereenkomst Rotterdam - TNO (getekend op 25 juni 2019), met als doel dat beide Partijen samen kennis ontwikkelen en innovatie in zetten ten behoeve van de continue verbetering van processen gericht op duurzaamheid/energietransitie, in integrale samenhang, met verbetering van de leefomgeving en aantrekkelijkheid van de stedelijke omgeving.

De vragen die Rotterdam heeft over veranderingen in de lokale werkgelegenheid als gevolg van de energietransitie en de verdelingseffecten (wie wint en wie verliest op de arbeidsmarkt?), sluiten nauw aan bij de kennisontwikkeling van TNO. Als onderdeel van TNO's Ideation Challenge 2021, beoogt TNO hier een nieuwe methodiek voor te ontwikkelen. Innovatief is dat niet alleen het aantal banen, maar ook de skills die deze banen vragen in kaart worden gebracht.

3 Doelstelling

Onderliggend onderzoek geeft antwoord op de volgende vragen:

1. Hoeveel banen ontstaan lokaal, in Rotterdam, ten gevolge van investeringen in zonnepanelen, woningisolatie, en laadpalen?
2. Welke skills vragen deze banen?

Een belangrijk doel van dit project was ook om bij het beantwoorden van die vragen een nieuwe methodiek te ontwikkelen die verschillende onderzoekstechnieken combineert en vergelijkt. Voor de kwantitatieve analyse (vraag 1) combineren we een niet-monetaire bottom-up benadering (de Employment Factor methode) en een monetaire top-down benadering (input-output analyse). Voor het beantwoorden van vraag 2 koppelen we de uitkomsten van de kwantitatieve analyse aan een skills-analyse die gebruik maakt van de Amerikaanse skills taal O*NET.

We bakenen de onderzoeksvragen als volgt af:

- Periode: We bepalen de werkgelegenheidseffecten in de komende 3-5 jaar (tot 2025), met een vooruitblik tot maximaal 10 jaar (2030).
- Keten: Aangezien onze focus ligt op de lokale werkgelegenheidseffecten, beperken we ons tot werk dertig gemoeid is met de installatie van een technologie en het onderhoud. Productie van de technologie (die in geval van de door ons onderzochte technologieën buiten Rotterdam plaats vindt) laten we dus buiten beschouwing.
- Skills: We beperken de analyse tot algemene vaardigheden, fysieke en mentale vermogens, en werkstijlen.

4 Methode

4.1 Kwantitatieve analyse: aantal banen

We berekenen het verwachte aantal banen per technologie (woningisolatie, zonnepanelen, laadpalen) middels twee rekenmethoden. De eerste methode is een zogenoemde ‘employment factors’ benadering: een bottom-up, niet-monetaire rekenmethode waarbij we de arbeidsinzet per geïnstalleerd volume of vermogen (aantallen zonnepanelen / laadpalen / geïsoleerde huizen etc.) berekenen. 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 (de installatie van één laadpaal) 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.

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.² 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 een bijdrage te leveren aan het bottom-up verzamelen en gebruiken van die primaire gegevens. Dat levert ons inziens waardevolle informatie op in aanvulling op de veelgebruikte economische top-down methoden. Maar er zijn natuurlijk ook beperkingen. Met de employment factor methode kunnen bijvoorbeeld alleen directe werkgelegenheidseffecten berekend worden. Het gaat dan om de extra werkgelegenheid als direct gevolg van *lokale* investeringen in de energietransitie – en nadrukkelijk niet om de indirecte werkgelegenheidseffecten die ontstaan bij de toeleveranciers en afnemers van de sectoren die betrokken zijn bij de uitvoering van de genoemde investeringen. Dit laatste is wel mogelijk met een input-output analyse.

Voor deze studie hebben we een nieuw employment factor model ontwikkeld voor installatie van laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie in Rotterdam. Daartoe hebben we voor elk van deze technologieën in detail bepaald welke activiteiten uitgevoerd moeten worden voor de installatie en het onderhoud van een eenheid van de technologie. Vervolgens hebben we in kaart gebracht hoeveel uur

² Zie Cameron en van der Zwaan (2015).

werk elke activiteit kost per eenheid technologie, rekening houdend met impact van schaalgrootte en toekomstige (sociale) innovaties.

Deze informatie hebben we verkregen via desk research en interviews met experts uit de praktijk, o.a. werkzaam bij de gemeente Rotterdam, leveranciers van zonnepanelen en EV-laadtechnologieën, installatie- en aannemingsbedrijven, vastgoedzorg ondernemingen en woningbouwcorporaties. 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 te verwachten investeringen in volume of vermogen: aantallen zonnepanelen, laadpalen en te isoleren woningen. Onze bronnen bestonden voornamelijk uit diverse beleidsdocumenten (waaronder het Rotterdams Klimaatakkoord, Laadstrategie Rotterdam, Programmaplan Zonenergie etc.), prestatieafspraken van Rotterdamse woningcorporaties, aangevuld met expertinterviews binnen en buiten de gemeente Rotterdam en data van de gemeente Rotterdam, CBS en TNO.

Tenslotte berekenen we het verwachte aantal voltijdsbanen dat is gemoeid met de investeringen in de verschillende technologieën als product van het aantal uur werk dat is vereist voor de installatie en het onderhoud van een eenheid van de technologie en de investeringsomvang. 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.

We hanteren in onze berekeningen 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 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, zowel in uren als in investeringsvolumes.

Tabel 4.1 Aantal uren werk benodigd per technologie, scenario Midden.

Per laadpaal			Per 10 zonnepanelen		Isolatie per woning	
2021	Publiek – straat	22,8	Hoogbouw	12,3	Tot label B	265,4
2025		14,6		12,0		238,9
2021	Publiek – laadpleinen & parking	25,3	Laagbouw	12,2	Van label B naar A	27,2
2025		15,3		12,0		24,5
2021	Privaat – huis & bedrijfslocatie	9,3				
2025		6,4				
2021	Publiek - snelladers	26,8				
2025		17,0				

Tabel 4.1 vat voor 2021 en 2015 onze inschatting van het aantal uur werk per eenheid technologie samen voor de drie technologieën die we hebben bestudeerd. De getallen gelden voor het Midden scenario. Per technologie maken we onderscheid in verschillende categorieën, op basis van onderscheid in benodigde werkzaamheden. Voor laadpalen maken we onderscheid tussen publieke en private laadpalen. Laatstgenoemde categorie betreft laadpalen op eigen terrein (huis & bedrijfslocatie) terwijl publieke laadinfrastructuur nader is onderverdeeld in laadpalen op straat, laadpleinen & parkings en snelladers. Voor het aanleggen van zonnepanelen maken we onderscheid tussen hoog- en laagbouw. Voor woningisolatie maken we onderscheid tussen twee klassen verduurzaming: i) verbetering van woningen met energielabel C of lager naar energielabel B en ii) opwaarderen van

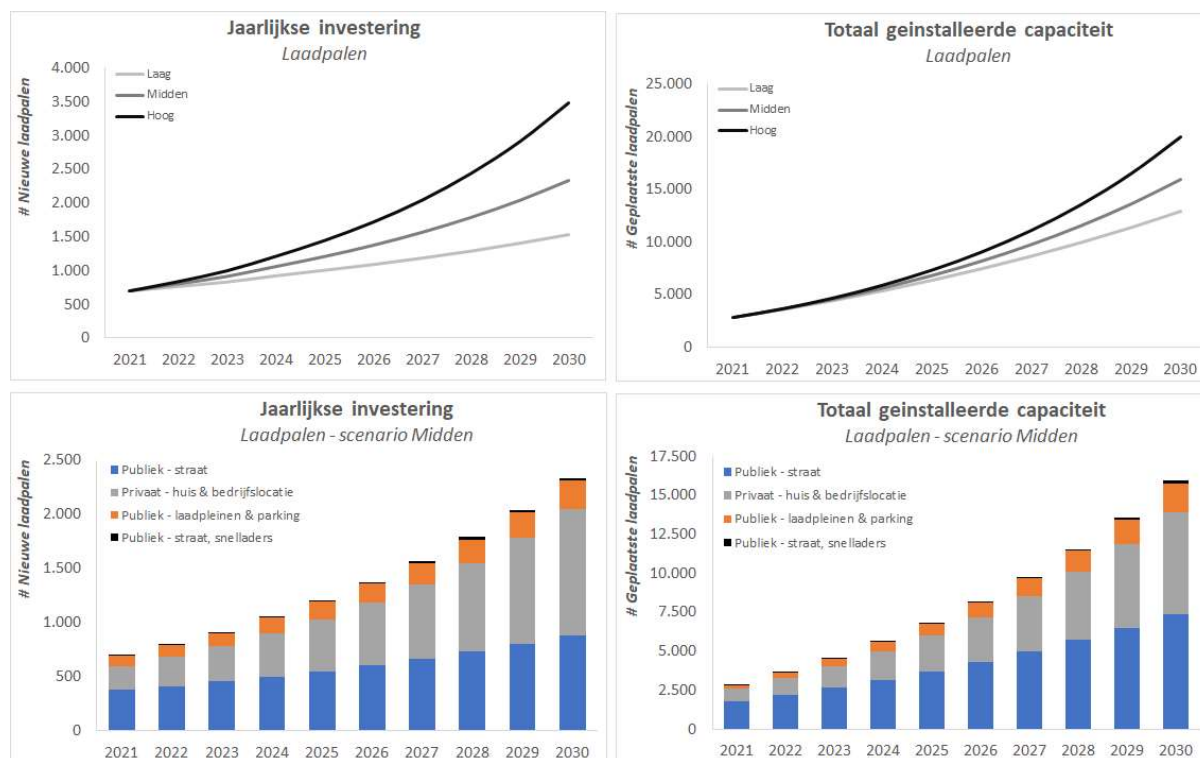
woningen met energielabel B naar energielabel A. Voor elke technologie varieert het aantal uren over de tijd vanwege de impact van schaalgrootte en toekomstige (sociale) innovaties.

In de volgende sub-paragrafen lichten we per technologie nader toe welke informatie en aannames ten grondslag liggen aan de cijfers zoals gepresenteerd in Tabel 4.1, en daarmee aan de berekening van de verwachte arbeidsinzet per technologie (die we presenteren in Hoofdstuk 5).

4.1.1.1 Laadpalen

Zoals gezegd maken we voor laadpalen onderscheid tussen publieke en private laadpalen. Laatstgenoemde categorie betreft laadpalen op eigen terrein (huis en bedrijfslocatie) terwijl publieke laadinfrastructuur nader is onderverdeeld in laadpalen op straat, laadpleinen & parkings en snelladers. Dit onderscheid is gebaseerd op verschillen in benodigde werkzaamheden.

Voor elke categorie laadpaal hanteren we een serie startwaarden en aannames die het model voeden. Dit betreft startwaarden aangaande het aantal nieuwe laadpalen dat is geplaatst in de periode 2020-2021 en aannames over de groei van het jaarlijkse aantal nieuw te plaatsen laadpalen in de periode 2022-2030. Ook doen we aannames over de verhouding publieke/private laadpalen bij de nieuw te plaatsen laadpalen en het aantal laadpalen per laadplein. Deze kengetallen zijn ontwikkeld door middel van een combinatie van desk research en expert interviews, en vormen de basis voor het berekenen van de investeringsvolumes over de tijd en de geïnstalleerde (cumulatieve) capaciteit van de diverse laadpalen in startjaar 2020. Voor elke aanname definiëren we kengetallen in termen van de drie scenario's: Midden, Laag en Hoog. In Tabel A.1 in de Bijlage vatten we al deze kengetallen samen.



Figuur 4.1 Jaarlijkse investeringsvolumes laadpalen; nieuwe en geplaatste laadpalen per jaar.

In Figuur 4.1 presenteren we de ontwikkeling van de investeringsvolumes en cumulatieve capaciteit van laadpalen over de tijd, zoals die volgen uit onze berekening o.b.v. de door ons verzamelde informatie en ontwikkelde kengetallen. Het linker bovendeel van de figuur laat zien dat, afhankelijk van het scenario, het aantal nieuwe laadpalen in Rotterdam stijgt van ongeveer 700 in 2021 naar ongeveer

1.500-3.500 in 2030. Voor het Midden scenario geldt een aantal van ongeveer 2.300 nieuwe laadpalen in 2030 (voor de exacte aantallen zie Tabel A.1 in de Bijlage). Het rechter bovendeel van Figuur 4.1 laat zien dat, afhankelijk van het scenario, hiermee het totaal aantal geplaatste laadpalen groeit van ongeveer 2.800 in 2021 naar ongeveer 13.000-20.000 in 2030. Voor het Midden scenario geldt een aantal van ongeveer 16.000 geplaatste laadpalen in 2030 (voor de exacte aantallen zie Tabel A.1 in de Bijlage). Het onderste deel van de figuur laat zien dat voor het Midden scenario het grootste deel van de nieuw te plaatsen laadpalen bestaat uit publieke laadpalen op straat en private laadpalen aan huis en op bedrijfslocaties. Dit laatste is mede te danken aan de voorgenomen investeringen door grote bedrijven zoals RET en PostNL.

In het werkproces voor laadpalen onderscheiden we de volgende stappen:

- 1) Aanvraag & vergunning: administratieve werkzaamheden rondom aanvraag, inspectie en ontwerp van de locatie (in geval van publieke laadpalen), verlening vergunning, organiseren verkeer-/parkeerregeling, aanvraag netwerkaansluiting;
- 2) Plaatsing: uitgraven, plaatsen, aansluiten, parkeervak inrichten;
- 3) Onderhoud: reguliere inspectie, verhelpen storingen, schoonmaken;
- 4) Verwerken laadtransacties: datamanagement;
- 5) Project management: organisatie, planning, beheer in het kader van verleende concessie.

Het werk in stap 1 en 2 betreft uiteraard alleen nieuwe laadpalen; stap 3 t/m 5 geldt voor alle geplaatste laadpalen. Tabel 4.2 toont voor 2021 en 2025 onze inschatting in het Midden scenario van het aantal uur werk per stap in het werkproces. Tabel 4.2 geeft daarmee een nadere uitwerking van het totaal aantal uren werk per laadpaal zoals eerder gepresenteerd in Tabel 4.1. De Δ geeft de procentuele verandering weer van het aantal benodigde uren weer in 2025 ten opzichte van 2021 en is daarmee een indicatie van de verwachte impact van schaafeffecten en productiviteitseffecten (bijv. door technologische en sociale innovatie).

Tabel 4.2 *Inschatting benodigde uren voor laadpalen, scenario Midden.*

	Publiek; straat			Publiek; laadpleinen & parking		
	2021	2025	Δ	2021	2025	Δ
Aanvraag & Vergunning	10,0	5,0	-50%	15,0	7,5	-50%
Plaatsing	10,0	7,0	-30%	7,5	5,3	-30%
Onderhoud	1,0	0,9	-10%	1,0	0,9	-10%
Verwerken laadtransacties	0,4	0,3	-10%	0,4	0,3	-10%
Project management	1,5	1,3	-10%	1,5	1,3	-10%
TOTAAL	22,8	14,6	-36%	25,3	15,3	-40%

	Publiek; snelladers			Privaat; huis & bedrijfslocatie		
	2021	2025	Δ	2021	2025	Δ
Aanvraag & Vergunning	12,0	6,0	-50%	3,0	1,5	-50%
Plaatsing	12,0	8,4	-30%	4,0	2,8	-30%
Onderhoud	1,0	0,9	-10%	0,5	0,5	-10%
Verwerken laadtransacties	0,4	0,3	-10%	0,4	0,3	-10%
Project management	1,5	1,3	-10%	1,5	1,3	-10%
TOTAAL	26,8	17,0	-37%	9,3	6,4	-31%

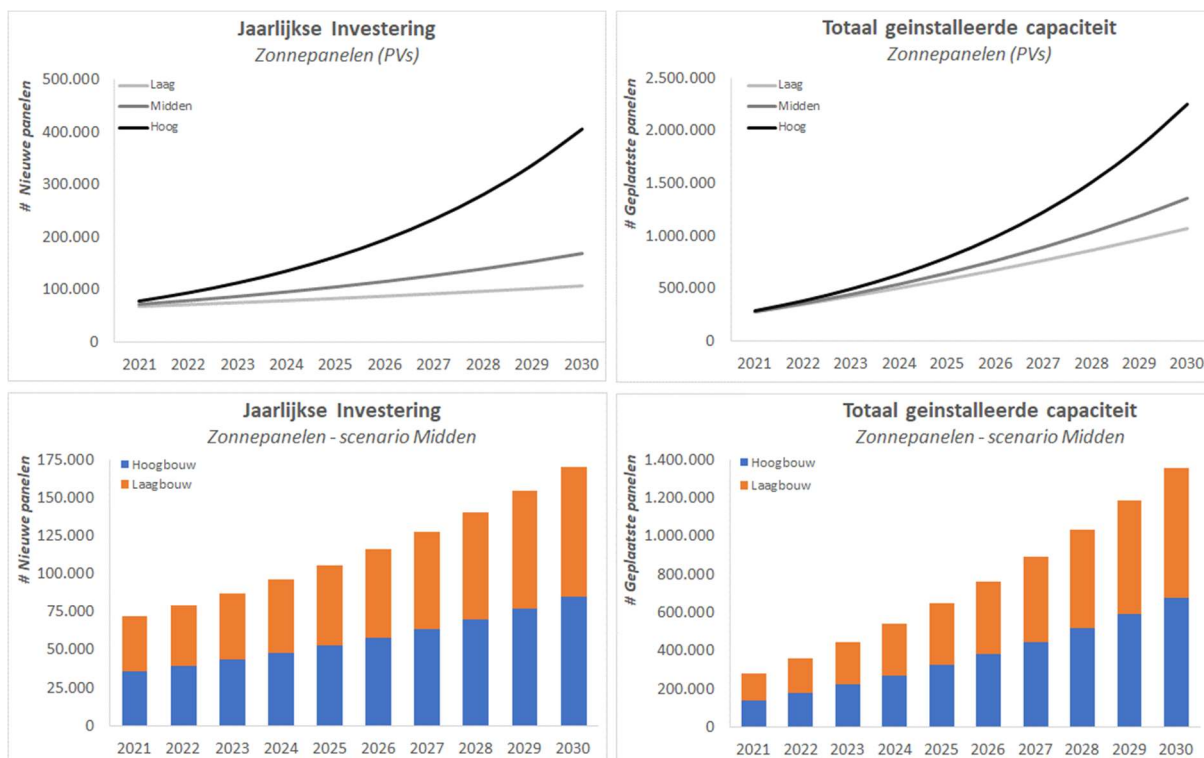
De belangrijkste aannames bij het inschatten van de uren zoals weergegeven in Tabel 4.2 zijn gebaseerd op deskresearch, beleidsdocumenten en interviews met betrokkenen in de uitvoering. Deze aannames zijn als volgt:

- ❖ Voor het plaatsen van een (publieke) laadpaal nemen we aan dat 2 à 3 man gemiddeld 2 à 3 laadpalen per dag kunnen plaatsen.
- ❖ Voor het verwerken van laadtransacties nemen we aan dat bedrijven per drie concessies 1 fte dataspecialist in dienst hebben.
- ❖ Voor project management nemen we aan dat per concessie 1 à 1,5 fte projectleider nodig is.
- ❖ Voor publieke laadpalen op laadpleinen nemen we aan dat het proces van aanvraag & vergunning 50% extra tijd vergt in vergelijking met individuele publieke laadpalen, terwijl voor de plaatsing 25% minder tijd nodig is in vergelijking met individuele publieke laadpalen.
- ❖ Voor snelladers nemen we aan dat het proces van aanvraag & vergunning 10% extra tijd vergt in vergelijking met individuele publieke laadpalen, terwijl voor de plaatsing 25% extra tijd nodig is in vergelijking met individuele publieke laadpalen.

4.1.1.2 Zonnepanelen

Voor zonnepanelen maken we onderscheid tussen het plaatsen van panelen op hoogbouw en laagbouw, vanwege de verschillen in werkzaamheden voor deze twee categorieën gebouwen, met name rond transport en het gebruik van steigers en liften.

Voor het berekenen van de investeringsvolumes over de tijd ontwikkelden we ook voor zonnepanelen een serie startwaarden en aannames die het model voeden. Dit betreft startwaarden voor het aantal zonnepanelen dat is geplaatst in de periode 2020-2021 en aannames over de groei van het jaarlijkse aantal nieuw te plaatsen zonnepanelen in de periode 2022-2030. Daarbij maken we aannames over het totaal opgestelde vermogen en het gemiddelde vermogen per zonnepaneel. Op basis van informatie verkregen via een combinatie van desk research en expert interviews, rekenen we in het Midden scenario met een groei naar ~500 MWp in 2030; het scenario Laag is gebaseerd op een autonome groei richting 350 MWp in 2030, terwijl de groei in het scenario Hoog zich richt op een doel van 750 MWp in 2030, oftewel ~2 maal de autonome groei. In Tabel A.2 in de bijlage vatten we al deze kengetallen samen.



Figuur 4.2 Jaarlijkse investeringsvolumes zonnepanelen; nieuwe en geplaatste panelen per jaar

In Figuur 4.2 presenteren we de ontwikkeling van de investeringsvolumes en cumulatieve capaciteit van zonnepanelen over de tijd, zoals die volgen uit onze berekeningen. Het linker bovendeele van de figuur laat zien dat, afhankelijk van het scenario, het aantal nieuwe zonnepanelen stijgt van ongeveer 70.000 in 2021 naar ongeveer 107.000 - 405.000 in 2030. Voor het Midden scenario geldt een aantal van ongeveer 170.000 nieuwe zonnepanelen in 2030 (voor de exacte aantallen zie Tabel A.2 in de bijlage). Het rechter bovendeele van Figuur 4.2 laat zien dat, afhankelijk van het scenario, hiermee het totaal aantal geplaatste zonnepanelen groeit van ongeveer 275.000 in 2021 naar ongeveer 1 – 2,25 miljoen in 2030. Voor het Midden scenario geldt een aantal van ongeveer 1,3 miljoen geplaatste zonnepanelen in 2030 (voor de exacte aantallen zie Tabel A.2 in de bijlage). Bij gebrek aan goede data hanteren we een evenredige verdeling van panelen over hoog- en laagbouw, zoals te zien is in het onderste deel van de figuur.

In het werkproces voor zonnepanelen onderscheiden we de volgende stappen:

- 1) Voorbereiding & administratie: administratieve werkzaamheden rondom de aankoop, eventuele inspectie van het dak;
- 2) Transport: bij hoogbouw vraagt dit om steigers en liften;
- 3) Installatie: plaatsen van de panelen;
- 4) Aansluiten van panelen op het netwerk;
- 5) Onderhoud;
- 6) Project management: met name bij grotere projecten belang.

Het werk in stap 1 t/m 4 en 6 betreft uiteraard alleen nieuwe zonnepanelen; stap 5 geldt voor alle geplaatste zonnepanelen. Tabel 4.3 toont voor 2021 en 2025 onze inschatting in het Midden scenario van het aantal uur werk per zonnepaneel, per stap in het werkproces. Tabel 4.3 is daarmee een nadere uitwerking van het totaal aantal uren werk per 10 zonnepanelen, zoals eerder gepresenteerd in Tabel 4.1. De Δ geeft de procentuele verandering weer van het aantal benodigde uren weer in 2025 ten

opzichte van 2021 en is daarmee een indicatie van de verwachte impact van schaafeffecten en productiviteitseffecten (bijv. door technologische en sociale innovatie).

Tabel 4.3 *Inschatting benodigde uren voor zonnepanelen, scenario Midden.*

	Hoogbouw			Laagbouw		
	2021	2025	Δ	2021	2025	Δ
Vorbereiding & administratie	1,2	1,1	-10%	1,2	1,1	-10%
Transport	0,1	0,1	0%	0,0	0,0	
Installatie	7,5	7,5	0%	7,5	7,5	0%
Aansluiten	2,0	2,0	0%	2,0	2,0	0%
Onderhoud	0,5	0,5	0%	0,5	0,5	0%
Project management	1,0	0,9	-10%	1,0	0,9	-10%
TOTAAL	12,3	12,0	-2%	12,2	12,0	-2%

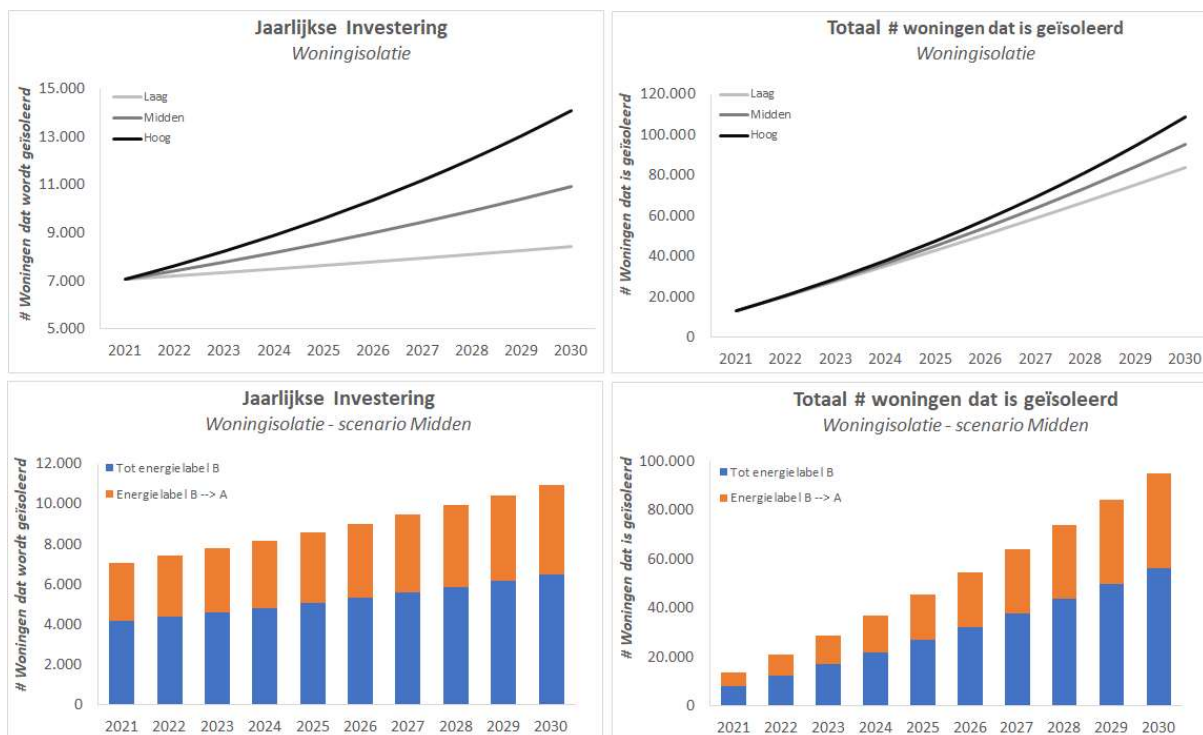
De belangrijkste aannames bij het inschatten van de uren, zoals weergegeven in Tabel 4.3, zijn gebaseerd op deskresearch, beleidsdocumenten en interviews met betrokkenen in de uitvoering. Deze aannames zijn als volgt:

- ❖ Voor transport rekenen we bij hoogbouw projecten een halve dag werk voor het installeren en gebruiken van een lift, per 50 woningen en 10 panelen per woning.
- ❖ Voor onderhoud rekenen we eens per 2 jaar 1 uur onderhoud per 10 panelen.
- ❖ Voor projectmanagement rekenen we 10 procent van uitvoerend werk voor nieuwe panelen.

4.1.1.3 Woningisolatie

Voor woningisolatie maken we onderscheid tussen twee categorieën: i) verduurzaming van woningen met energielabel C of lager naar energielabel B; ii) verduurzaming van woningen met energielabel B naar energielabel A.

In lijn met de berekeningen voor laadpalen en zonnepanelen ontwikkelden we ook voor het berekenen van de investeringsvolumes van woningisolatie over de tijd een serie startwaarden en aannames die het model voeden. Dit betreft startwaarden voor het aantal geïsoleerde woningen in de periode 2020-2021 en aannames over de groei van het jaarlijkse aantal te isoleren woningen in de periode 2022-2030. Deze kengetallen hebben we berekend op basis van informatie verkregen via deskresearch, data analyse en expert interviews. Belangrijke bronnen waren databestanden van TNO Bouw, Infra en Maritiem in Delft, met gedetailleerde gegevens over bouwperiode, type woning en energielabel van alle woningen in Rotterdam en de raming van de ontwikkeling van de energie-index corporatiewoningen 2019-2025 uit de Prestatieafspraken 2020-2021 van woningcorporaties in Rotterdam. Deze raming bevat de verwachte ontwikkeling van aantallen woningen per type energielabel in de periode 2019-2025. Bij het inschatten van de benodigde hoeveelheid werk voor het isoleren van woningen in Roteerdam leggen we de nadruk op corporatiewoningen. We nemen aan dat van het totaal geschatte te isoleren woningen 15% woningen in particulier eigendom betreft en 85% corporatiewoningen. Ook hier definiëren we de kengetallen in termen van de drie scenario's: Midden, Laag en Hoog. In Tabel A.3 in de Bijlage vatten we al deze kengetallen samen.



Figuur 4.3 Jaarlijkse investeringsvolumes zonnepanelen; nieuwe en geplaatste panelen per jaar.

In Figuur 4.3 presenteren we de ontwikkeling van de aantallen nieuwe en gerealiseerde woningisolatieprojecten over de tijd, zoals die volgen uit onze berekeningen. Het linker bovendeel van de figuur laat zien dat, afhankelijk van het scenario, het aantal woningen dat wordt verduurzaamd stijgt van ongeveer 7.000 in 2021 naar ongeveer 8.500 - 14.000 in 2030. Voor het Midden scenario geldt een aantal van ongeveer 11.000 te verduurzamen woningen in 2030 (voor de exacte aantallen zie Tabel A.3 in de Bijlage). Het rechter bovendeel van Figuur 4.3 laat zien dat, afhankelijk van het scenario, hiermee het totaal aantal geïsoleerde woningen groeit van ongeveer 13.000 in 2021 naar ongeveer 83.000 - 108.000 in 2030. Voor het Midden scenario geldt een aantal van ongeveer 95.000 geïsoleerde woningen in 2030 (voor de exacte aantallen zie Tabel A.3 in de bijlage). Op basis van onze data schatten we in dat bijna 60% van de woningen die worden verduurzaamd, woningen zijn met energielabel C of lager, die daarmee een upgrade krijgen naar energielabel B. Ruim 40% betreft het opwaarderen van woningen met energielabel B naar energielabel A.

In het werkproces voor de verduurzaming van woningen met energielabel C of lager naar energielabel B onderscheiden we de volgende activiteiten:

- 1) Isoleren (vervangen) dak;
- 2) Isoleren vloeren;
- 3) Isoleren muren;
- 4) Vervangen ramen door nieuwe kozijnen met HR++ glas;
- 5) Schilderen kozijnen;
- 6) Werkvoorbereiding;
- 7) Werk van uitvoerder op bouwplaats;
- 8) Project management.

Het werkproces voor verduurzaming van woningen met energielabel B naar energielabel A is minder omvattend, en kent de volgende activiteiten:

- 1) Aanbrengen mechanische ventilatie;
- 2) Aanbrengen zonnepanelen (PV);

Tabel 4.4 bevat voor 2021 en 2025 onze inschatting in het Midden scenario van het aantal uur werk per woning, per activiteit in het werkproces. Tabel 4.4 is daarmee een nadere uitwerking van het totaal aantal uren werk per woning, zoals eerder gepresenteerd in Tabel 4.1. De Δ geeft opnieuw de procentuele verandering weer van het aantal benodigde uren weer in 2025 ten opzichte van 2021 en is daarmee een indicatie van de verwachte impact van schaafeffecten en productiviteitseffecten (bijv. door technologische en sociale innovatie).

Tabel 4.4 *Inschatting benodigde uren voor woningisolatie, scenario Midden.*

	Tot energielabel B			Van energielabel B naar A		
	2021	2025	Δ	2021	2025	Δ
Dak	45,4	40,9	-10%	--	--	
Vloer	64,0	57,6	-10%	--	--	
Muren	4,0	3,6	-10%	--	--	
Ramen	32,0	28,8	-10%	--	--	
Schilderen	32,0	28,8	-10%	--	--	
Mechanische ventilatie	--	--		16,0	14,4	-10%
PV installatie	--	--		8,7	7,8	-10%
Werkvoorbereiding	16,0	14,4	-10%	--	--	
Uitvoering	68,0	61,2	-10%	--	--	
Project management	4,0	3,6	-10%	2,5	2,2	-10%
TOTAAL	265,4	238,9	-10%	27,2	24,5	-10%

De belangrijkste aannames bij het inschatten van de uren voor verduurzaming van woningen met energielabel C of lager naar energielabel B, zoals weergegeven in Tabel 4.4, zijn gebaseerd op deskresearch, beleidsdocumenten en interviews met betrokkenen in de uitvoering. Deze aannames zijn als volgt:

- ❖ Dak: een ploeg van 6 man is ca. 2 dagen bezig met vervangen van een dak, dus in totaal 96 uur. We nemen aan dat 79% van woningen een portiek/flat betreft waar gemiddeld 3 huizen het dak delen; dus in 79% van de woningen kost het 32 dak vervangen gemiddeld 32 uur per woningen.
- ❖ Vloer: een ploeg van 4 man is ca. 3 dagen bezig om een houten vloer door een vloer (bv Compofloor) te vervangen, dus in totaal 64 uur.
- ❖ Muren: we rekenen vooralsnog alleen met spouwmuur isolatie. Hiervoor is 1 man ca. een halve dag bezig met vullen van spouwmuur, dus in totaal 4 uur. Isolatie van enkelsteenmuur gebeurt meestal via plaatsen van voorzetwanden, is meer tijdsintensief dan spouwmuurisolatie maar gebeurt momenteel nog niet op grote schaal in Rotterdam.
- ❖ Glas vervangen naar HR++: een ploeg van 2 man is ca. 2 dagen bezig, dus in totaal 32 uur.
- ❖ Schilderen: een ploeg van 2 man is ca. 2 dagen bezig, dus in totaal 32 uur.

Voor bovenstaande werkzaamheden zijn de volgende procestaken nodig:

- ❖ Uitvoerder: 8,5 dagen dus in totaal 68 uur.
- ❖ Werkvoorbereider: 2 dagen dus in totaal 16 uur.
- ❖ Projectleider: 0,5 dagen dus in totaal 4 uur.

De belangrijkste aannames bij het inschatten van de uren voor het opwaarderen van woningen van energielabel B naar energielabel A, zoals weergegeven in Tabel 4.4, zijn als volgt:

- ❖ Mechanische ventilatie: een ploeg van 2 man is ca. 1 dag bezig, dus in totaal 16 uur.
- ❖ PV installatie: uitgangspunt is dat er 14,1 uren nodig zijn per 10 panelen (zie tabel met aannames uren PV). Verder: gemiddeld worden er 15 panelen per huis geplaatst. Tenslotte: 79% van de

woningen betreft portiek/flat waar gemiddeld 3 huizen het dak delen, dus in 79% van de woningen worden gemiddeld 5 panelen per woning geplaatst.

4.1.2 Top-down: input-output methode

Een input-output analyse is een veelgebruikte monetaire macro-economische rekenmethode, gebaseerd op een tabel die economische structuur van een land of regio beschrijft in termen van vraag-aanbod relaties tussen sectoren. Deze zogeheten input-outputtabel (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). Op basis hiervan wordt in een IO-analyse een multiplier berekend die aangeeft hoeveel extra euro er om gaat 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 duurzaamheidsinvesteringen) 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, heeft het CBS op ons verzoek daarom 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 verkoop relaties tussen 56 sectoren in kaart te brengen; dit betreft zowel bedrijven als overheden en huishoudens. Op basis hiervan kan voor ieder product dat 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 dat alle goederen en diensten die gemoeid zijn met de duurzaamheidsmaatregelen 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 duurzaamheidsmaatregelen 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 w l buiten Rotterdam plaats vindt. Voor de maatregel ‘laadpalen’ gaan we er daartoe vanuit dat de materiaalkosten buiten Rotterdam vallen (oftewel, de laadpalen worden elders geproduceerd) en nemen we aan dat installatie en jaarlijkse

onderhoud door Rotterdamse ondernemers opgepakt worden. Bij de installatie van zonnepanelen nemen we aan dat de productie van zonnepanelen plaatsvindt bij bedrijven buiten Rotterdam, maar dat installatie en het onderhoud wordt uitgevoerd door bedrijven uit Rotterdam. Tot slot, bij het isoleren en verder verduurzamen van woningen nemen we aan dat de investeringen in groot materieel terechtkomen bij bedrijven buiten Rotterdam, maar uitvoeringskosten (zoals vloer- en gevelisolatie, het vervangen van kozijnen, de omschakeling naar elektrisch koken en werkzaamheden aan de mechanische installatie) terechtkomen bij ondernemers in Rotterdam.

Een belangrijk voordeel van de IO-methode ten opzichte van de employment factor benadering is dat we het multiplier-effect van een investering kunnen meenemen. Hiermee worden indirecte effecten meegenomen: investeren in duurzaamheidsmaatregelen leidt via het multiplier-effect tot productie en dus werkgelegenheid in andere sectoren. 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) 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.³

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 diensten die gemoeid zijn met de duurzaamheidsmaatregelen in Rotterdam ook in Rotterdam worden ingekocht. Een ander nadeel van de IO-methode, in vergelijking met de employment factor methode, is dat zowel de investeringsambities (bijvoorbeeld een bepaald opgesteld vermogen zonnepanelen in 2025) 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.

In de volgende deelparagrafen beschrijven we per technologie de specifieke aannames die we maken om de werkgelegenheid middels IO-analyse te berekenen. Per scenario, investeringstype en investeringsonderdeel 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.

³ 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.

4.1.2.1 Laadpalen

Voor het bepalen van de totale investeringskosten die gemoeid zijn met de toename van het aantal laadpalen 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.

Tabel 4.5 *Inschatting investeringskosten per laadpaal.*

Type kosten	Bedrag (€)	Beschrijving
Materiaalkosten	€ 1.100	Levering laadpaal
Installatie	€ 1.270	Locatie bepalen Inrichting parkeervak Plaatsingskosten aannemer
Jaarlijkse kosten	€ 285	Communicatiekosten Onderhoud/ reparatie Service bij gebruikersproblemen

Bron: SEO/CE Delft (2020), Tabel 2.20.

Deze bestedingen kunnen worden toegekend aan verschillende sectoren. Materiaalkosten van de laadpaal worden toegekend aan de 'Elektrische apparatenindustrie' (sector 22), de installatie en jaarlijkse onderhoudskosten worden toegerekend aan sector 'Reparatie en installatie' (sector 28). De totale jaarlijkse kosten per sector in de drie scenario's hebben we vervolgens berekend door de kosten per laadpaal te vermenigvuldigen met het totaal aantal laadpalen dat jaarlijks zal worden geplaatst. De totale investeringskosten per jaar worden weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Jaarlijkse investeringskosten voor plaatsing laadpalen in Rotterdam, 2021-2030.*

	Sector 22: Elektrische apparatenindustrie			Sector 28: Reparatie en installatie		
	Laag	Midden	Hoog	Laag	Midden	Hoog
2021	€ 766,150	€ 766,150	€ 766,150	€ 1,694,169	€ 1,694,169	€ 1,694,169
2022	€ 850,300	€ 882,200	€ 913,000	€ 2,011,629	€ 2,056,724	€ 2,100,264
2023	€ 931,700	€ 1,004,300	€ 1,079,100	€ 2,347,004	€ 2,457,899	€ 2,571,619
2024	€ 1,045,000	€ 1,166,000	€ 1,302,400	€ 2,748,564	€ 2,946,689	€ 3,166,869
2025	€ 1,149,500	€ 1,328,800	€ 1,543,300	€ 3,167,039	€ 3,478,929	€ 3,844,854
2026	€ 1,259,500	€ 1,513,600	€ 1,822,700	€ 3,620,364	€ 4,084,449	€ 4,639,679
2027	€ 1,384,900	€ 1,724,800	€ 2,154,900	€ 4,123,959	€ 4,775,169	€ 5,581,534
2028	€ 1,523,500	€ 1,967,900	€ 2,554,200	€ 4,678,704	€ 5,565,704	€ 6,704,314
2029	€ 1,681,900	€ 2,246,200	€ 3,031,600	€ 5,297,349	€ 6,468,984	€ 8,040,954
2030	€ 1,856,800	€ 2,569,600	€ 3,608,000	€ 5,980,359	€ 7,508,124	€ 9,641,234

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

4.1.2.2 Zonnepanelen

Voor het bepalen van de totale investeringskosten die gemoeid zijn met de toename van het aantal zonnepanelen in Rotterdam, maken we gebruik van de kostenschatting per Watt piekvermogen van SEO/CE Delft (2020), zie Tabel 4.7. Voor onze analyse gaan we er vanuit dat er geen grootschalige grondgebonden projecten plaats zullen vinden in Rotterdam. Alle PV-projecten zullen ofwel kleinschalig (<15kWp) of grootschalig gebouw gebonden (>15 kWp) zijn. We nemen hierbij aan dat grootschalig gebouw gebonden projecten voornamelijk plaats zullen vinden op utiliteitsbouw. Voor investeringsjaren tussen 2020 en 2030 is ervan uitgegaan dat investeringskosten per Watt piek lineair toe,- of afnemen.

Tabel 4.7 *Inschatting investeringskosten zonnepanelen per Wp.*

Categorie	Investeringskosten (€/Wp)		Operationele kosten (€/Wp/jaar)	
	2020	2030	2020	2030
Kleinschalig	1.6	1.4	0.00	0.00
Grootschalig gebouw gebonden	0.7	0.6	0.02	0.02

Bron: SEO/CE Delft (2020), Tabel 2.13.

Investeringskosten zijn eenmalig, maar operationele kosten worden berekend over het totaal aantal opgestelde panelen in dat jaar. Tot slot, nemen we aan dat 50,3% van de panelen via kleinschalige projecten worden geplaatst en 49,7% via grootschalige gebouw gebonden projecten. Voor deze schatting is gebruik gemaakt van externe data van het CBS en TKI Urban Energy (2021).⁴

Voor de analyse gaan we er vanuit dat zonnepanelen worden geproduceerd in de sector 'Elektrotechnische industrie' (sector 21). We nemen aan dat 85%⁵ van de investeringskosten toevallen aan deze sector. De operationele kosten en de overige 15% van de investeringskosten rekenen we toe aan de sector 'Reparatie en installatie' (sector 28). De totale bestedingen per sector voor het plaatsen van zonnepanelen in Rotterdam zijn te vinden in Tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Verwachte jaarlijkse investeringskosten voor plaatsing zonnepanelen in Rotterdam, 2021-2030.*

	Sector 21: Elektrotechnische industrie			Sector 28: Reparatie en installatie		
	Laag	Midden	Hoog	Laag	Midden	Hoog
2021	€ 21,539,256	€ 23,228,609	€ 25,340,301	€ 3,973,759	€ 4,268,569	€ 4,637,081
2022	€ 21,679,784	€ 25,213,897	€ 30,006,621	€ 4,220,470	€ 4,854,886	€ 5,713,413
2023	€ 21,817,317	€ 27,363,956	€ 35,525,857	€ 4,471,162	€ 5,494,288	€ 6,991,808
2024	€ 21,951,680	€ 29,691,888	€ 42,052,523	€ 4,725,894	€ 6,191,528	€ 8,510,037
2025	€ 22,082,690	€ 32,211,766	€ 49,768,820	€ 4,984,729	€ 6,951,779	€ 10,312,898
2026	€ 22,210,160	€ 34,938,702	€ 58,889,536	€ 5,247,727	€ 7,780,672	€ 12,453,516
2027	€ 22,333,895	€ 37,888,907	€ 69,667,784	€ 5,514,954	€ 8,684,332	€ 14,994,878
2028	€ 22,453,697	€ 41,079,766	€ 82,401,752	€ 5,786,471	€ 9,669,425	€ 18,011,658
2029	€ 22,569,356	€ 44,529,907	€ 97,442,594	€ 6,062,345	€ 10,743,198	€ 21,592,367
2030	€ 22,680,661	€ 48,259,279	€ 115,203,704	€ 6,342,640	€ 11,913,539	€ 25,841,906

4.1.2.3 Woningisolatie

Voor het bepalen van de totale investeringskosten die gemoeid zijn met woningisolatie in Rotterdam gaan we, net als in de employment factor methode, in onze IO-analyse uit van het onderscheid tussen

⁴ De berekening achter deze schatting is te vinden in bijlage B.

⁵ [De prijs van zonnepanelen - Nederlandse Zonnepanelen Unie \(nzu.nl\)](https://www.nzu.nl/de-prijs-van-zonnepanelen)

i) het verduurzamen van woningen tot energielabel B en ii) het opwaarderen van woningen met energielabel B tot energielabel A. Vervolgens maken we gebruik van de analyse van Geldhof et al. (2020) die voor zes representatieve woningtypes de geschatte kosten per verduurzamingsmaatregel geeft. Voor onze analyse hebben we woningen met bouwjaar 1950-1975 als referentie genomen voor de kosten. Geschatte kosten voor zonnepanelen (bij opwaarderen van woningen met label B naar label A) zijn overgenomen van SEO/CE Delft (2020), zie Tabel 4.9.

Tabel 4.10 *Inschatting investeringskosten per woning.*

Type duurzame renovatie	Type kosten	Bedrag (€)
Tot energielabel B	Isoleren begane grond	€ 1.050
	Vervangen kozijnen/ glas	€ 4.700
	Isoleren gevel	€ 1.575
	Isoleren dak	€ 2.250
	E-koken en aanpassen meterkast	€ 2.200
Van energielabel B naar A	Extra zonnepanelen	€ 5.000
	Aanbrengen mechanische ventilatie	€ 2.800

Bron: SEO/CE Delft (2020) en Geldhof et al. (2020), Bijlage 5, tabel 11.

We nemen aan dat zonnepanelen worden geproduceerd in de sector 'Elektrotechnische industrie' (sector 21) en dat de isolatiematerialen e.d. worden aangeschaft via de sector 'Algemene bouw en projectontwikkeling' (sector 32). De totale bestedingen per sector voor woningisolatie in Rotterdam zijn weergegeven in Tabel 4.10.

Tabel 4.10 *Verwachte jaarlijkse investeringskosten voor renovaties aan woningen in Rotterdam, 2021-2030.*

	Sector 21: Elektrotechnische industrie			Sector 32: Algemene bouw en projectontwikkeling		
	Laag	Midden	Hoog	Laag	Midden	Hoog
2021	€ 14,438,250	€ 14,438,250	€ 14,438,250	€ 57,165,681	€ 57,165,681	€ 57,165,681
2022	€ 14,727,015	€ 15,160,163	€ 15,593,310	€ 58,308,994	€ 60,023,965	€ 61,738,935
2023	€ 15,021,555	€ 15,918,171	€ 16,840,775	€ 59,475,174	€ 63,025,163	€ 66,678,050
2024	€ 15,321,986	€ 16,714,079	€ 18,188,037	€ 60,664,678	€ 66,176,421	€ 72,012,294
2025	€ 15,628,426	€ 17,549,783	€ 19,643,080	€ 61,877,971	€ 69,485,242	€ 77,773,277
2026	€ 15,940,995	€ 18,427,272	€ 21,214,526	€ 63,115,531	€ 72,959,504	€ 83,995,140
2027	€ 16,259,815	€ 19,348,636	€ 22,911,688	€ 64,377,841	€ 76,607,479	€ 90,714,751
2028	€ 16,585,011	€ 20,316,068	€ 24,744,623	€ 65,665,398	€ 80,437,853	€ 97,971,931
2029	€ 16,916,711	€ 21,331,871	€ 26,724,193	€ 66,978,706	€ 84,459,746	€ 105,809,685
2030	€ 17,255,045	€ 22,398,465	€ 28,862,129	€ 68,318,280	€ 88,682,733	€ 114,274,460

4.2 Skills

Tijdens de interviews is aan experts gevraagd wat de functie is van mensen die betrokken zijn bij het voorbereiden, plaatsen en onderhouden van zonnepanelen en laadpalen en het isoleren van woningen. 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 werkeverers en werkenden in de VS. Een belangrijk kenmerk van O*NET is dat het (ook) transversale skills beschrijft. Dit zijn beroep 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 de 35 algemene vaardigheden (*skills*), 52 fysieke en mentale vermogens (*abilities*) en 16 werkstijlen (*work styles*) en 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. In dit algoritme worden de 35 vaardigheden, 52 vermogens en 16 werkstijlen meegenomen tezamen met de belangrijkheidsscore van de skills voor de functies. 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 lage score betekent dat er veel overeenkomsten zijn tussen de functies, een hoge score dat er weinig overeenkomsten zijn. Aangezien de cosinus scores erg laag zijn, zijn deze voor de interpreteerbaarheid vermenigvuldigd met 100. De scores zijn vervolgens weergegeven in een matrix waarin alle mogelijke combinaties tussen de geselecteerde beroepen staan weergegeven. De analyse is uitgevoerd met behulp van Python.

- *Stap 3: Belangrijkste skills.*

In de eerste analyse hebben we gekeken naar alle functies die betrekking hebben op het plaatsen en onderhouden van zonnepanelen en laadpalen en het isoleren van woningen. Uiteraard zijn niet in ieder beroep even veel mensen nodig. Om die reden hebben we het gemiddelde belang van de 103 skills berekend, rekening houdend met het aantal mensen dat de verschillende functies zal gaan uitoefenen. De berekeningswijze is als volgt: $((\text{gemiddelde belang skill } X = (\text{score skill } X \text{ in functie } 1 * \text{aantal banen in functie } 1 + \text{score skill } X \text{ in functie } 2 * \text{aantal banen in functie } 2 \dots / \text{totaal aantal banen}))$. Om een algemeen beeld te geven is de analyse uitgevoerd voor de totale groep werkenden die nodig zijn in 2025 (in het Midden scenario) en voor de functies die tussen 2021 en 2025 nieuw zullen ontstaan (in het Midden scenario).

Hoewel de eerste analyse een algemeen beeld geeft van de skills die belangrijk zijn wanneer in zonnepanelen, laadpalen en woningisolatie wordt geïnvesteerd, biedt het nog weinig handelingsperspectief. Geen enkel beroep vraagt immers deze gemiddelde skills. Om die reden is een verdiepende analyse uitgevoerd. Gebruik makend van de matrix die in stap 2 is opgesteld, konden twee duidelijke groepen van functies worden geïdentificeerd. In beide groepen neemt de werkgelegenheid toe. Voor deze twee groepen functies is berekend wat het gemiddelde belang van de 103 vaardigheden, vermogens en werkstijlen is. Hierbij woog ieder beroep even sterk mee. De belangrijkste skills zijn beschreven.

- *Stap 4. Eerste schets: Op skills gebaseerde verwantschapsbanen.*

Om een eerste schets te geven van de ontwikkelroutes die op basis van skills mogelijk zijn, hebben we twee analyses uitgevoerd. De eerste analyse focust op overstapmogelijkheden en

ontwikkelroutes binnen de functies die nodig zijn voor het realiseren van zonnepanelen, laadpalen en woningisolatie. De matrix opgesteld in stap 2 vormde hierbij het uitgangspunt.

De tweede analyse focuste op intersectorale mobiliteit. Met behulp van [de Paskamer](#), ontwikkeld binnen House of Skills, is een eerste analyse gedaan van de beroepen waar vanuit mensen, op basis van hun skills, over zouden kunnen stappen naar twee beroepen die nodig zijn voor het realiseren van zonnepanelen en woningisolatie. Om dit te doen zijn de algemene skills, fysieke en mentale vaardigheden, en werkstijlen van een selectie van beroepen ingevoerd in de Paskamer. Vervolgens is gekeken met welk beroep de skills beschrijving overeen komt. Bij de selectie van mogelijke uitstroomberoepen zijn de volgende criteria gehanteerd: het is een andere functie in een andere sector, het opleidingsniveau is vergelijkbaar, en het uitstroomberoep is een krimp beroep of een stabiel beroep (geen groei functie).

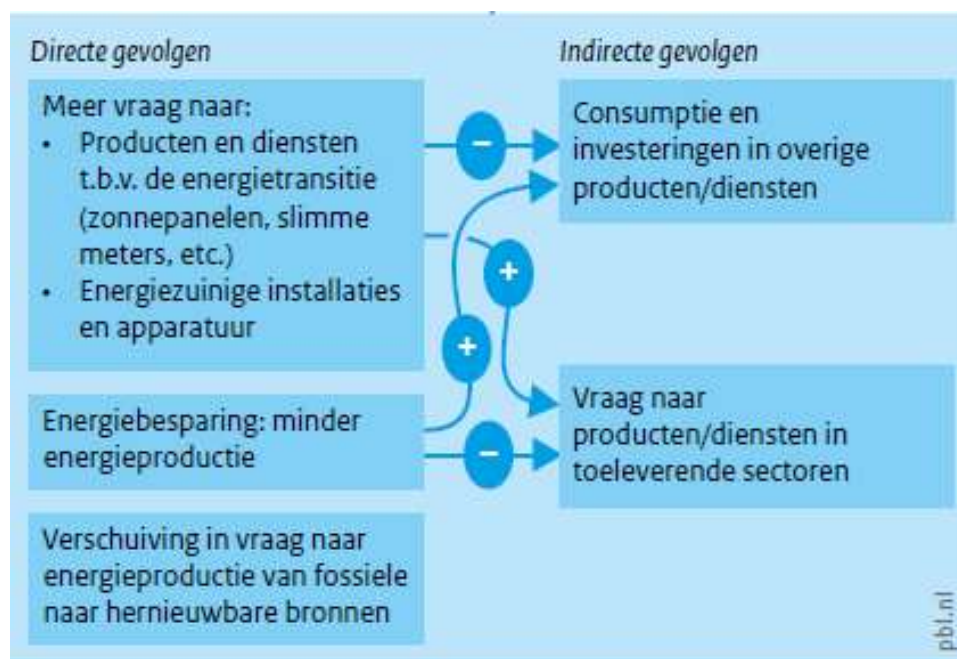
5 Resultaten

5.1 Aantal banen

Naast de onderzoeksvragen over het aantal banen dat in Rotterdam ontstaat als gevolg van investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie, wil de gemeente graag weten hoe het ontstaan van deze nieuwe banen zich verhoudt tot het verdwijnen van werkgelegenheid in de fossiele energie sector. In paragraaf 5.1 gaan we hier kort op in, alvorens we in paragrafen 5.1.2 en 5.1.3 de resultaten van onze kwantitatieve analyse volgens de bottom-up benadering (employment factor methode) en top-down benadering (input-output analyse) beschrijven.

5.1.1 Algemeen beeld: werkgelegenheid in de fossiele energie sector versus duurzame energie sector

De verwachting is dat als gevolg van de energietransitie de productie in Nederland verschuift naar meer arbeidsintensieve sectoren. Per saldo neemt de arbeidsvraag in Nederland vermoedelijk toe. Niet elke economische sector zal hierbij dezelfde ontwikkeling van de arbeidsvraag kennen, in sommige sectoren zullen extra vacatures ontstaan terwijl in andere sectoren de vraag naar arbeid daalt (PBL, 2018; 2020).

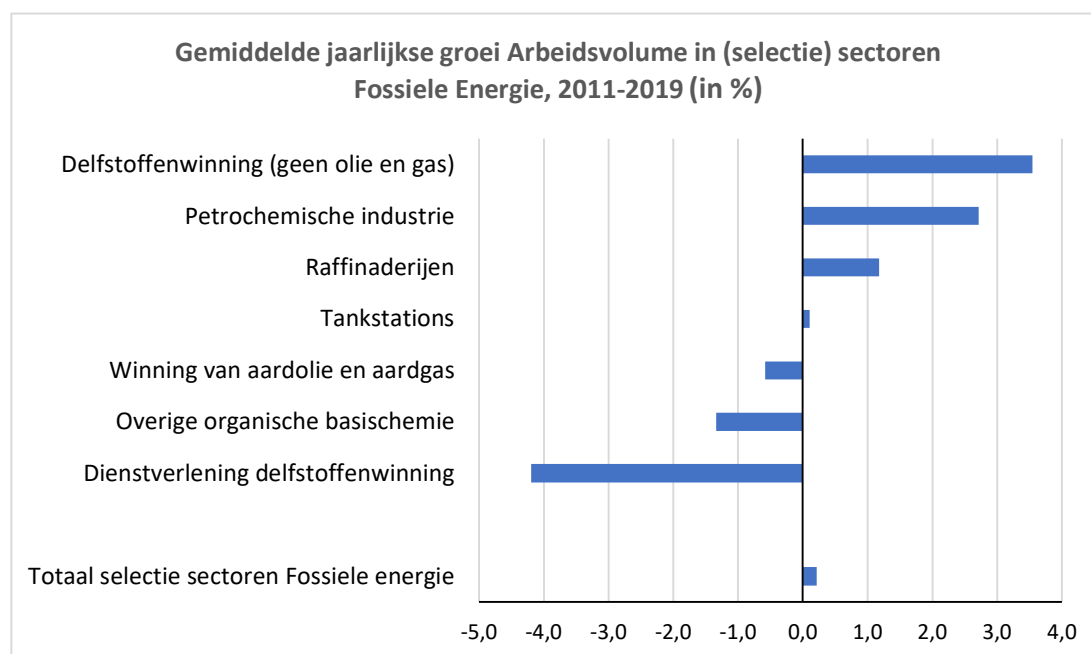


Figuur 5.1 Veranderingen in productie als gevolg van de energietransitie. Bron: PBL (2018)

In ieder geval zullen de veranderingen in energieproductie en -gebruik zorgen voor verschuivingen in de arbeidsvraag binnen de energiesector. Deze veranderingen worden gevoed door de combinatie van energiebesparing, de verschuiving naar opwekking via hernieuwbare bronnen en toenemende vraag naar elektriciteit in plaats van fossiele brandstoffen (in mobiliteit, industrie en gebouwde omgeving). Daarnaast zal er naar verwachting extra arbeidsvraag ontstaan in sectoren die producten en diensten leveren die nodig zijn om de energietransitie te realiseren: bijvoorbeeld zonnepanelen, windmolens, elektrische voertuigen, of energiezuinige installaties. Figuur 5.1 geeft het schematische overzicht weer dat PBL (2018) heeft gebruikt in hun input-outputanalyse om de effecten van de energietransitie op de regionale arbeidsmarkt inzichtelijk te maken.

De productie van energie op basis van fossiele brandstoffen is verantwoordelijk voor een groot deel van de CO₂-uitstoot. Het verminderen van het energiegebruik en het vervangen van fossiele brandstoffen door energie verkregen uit hernieuwbare bronnen is daarom een belangrijk deel van de energietransitie. De vraag naar en de productie, winning en distributie van fossiele brandstoffen en energie zal afnemen en op termijn wellicht geheel verdwijnen (PBL, 2020). Het PBL (2020) heeft berekend dat als richting 2030 fossiele brandstoffen worden vervangen door hernieuwbare bronnen, de absolute vraag naar arbeid binnen Nederland het sterkst daalt in Groot-Rijnmond.

Maar neemt de arbeidsvraag in de fossiele energie sectoren nu al af en kan krapte op de arbeidsmarkt daarmee op korte termijn al deels opgevangen worden met mensen die vanuit die sectoren op zoek moeten naar een andere baan? Op basis van landelijke cijfers, recent onderzoek van SEOR (2021) en eigen analyses van de afdeling duurzaamheid binnen de gemeente Rotterdam (in de context van de Climate Control monitor), kunnen we zeggen dat dit niet waarschijnlijk is. Figuur 5.2 toont de gemiddelde jaarlijkse groei van het arbeidsvolume in de belangrijkste fossiele energie sectoren. De winning van olie en gas neemt weliswaar af en daarmee is er ook al enige jaren sprake van een dalende werkgelegenheidstrend, maar in de petrochemische industrie en raffinaderijen is vooralsnog sprake van een gemiddelde jaarlijkse toename van de werkgelegenheid. Deze laatste activiteiten zijn ruimschoots vertegenwoordigd in het Rotterdamse havengebied (zie ook het onderzoek van SEOR, 2021).

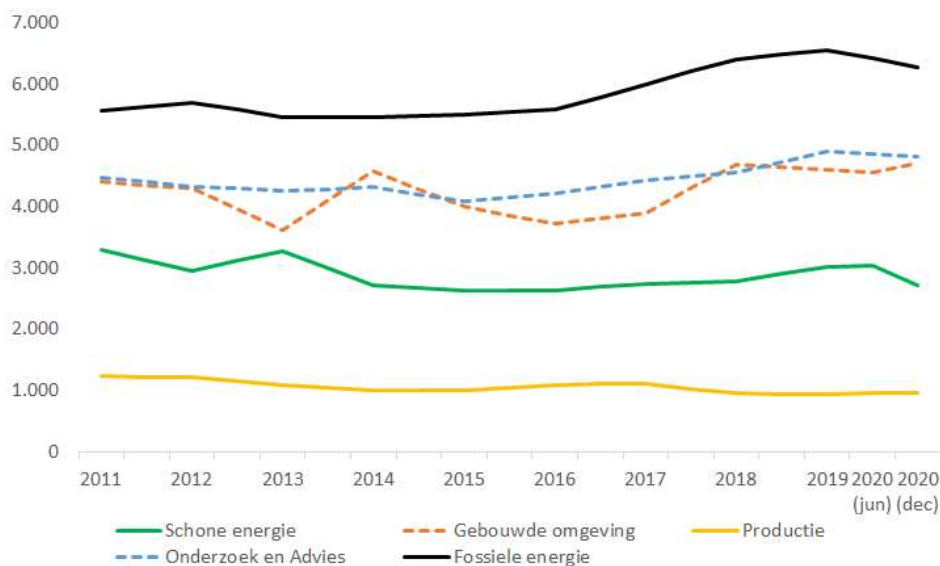


Figuur 5.2 Gemiddelde jaarlijkse groei Arbeidsvolume in sectoren Fossiele Energie, 2011-2019.
Bron: CBS, bewerking TNO

Op korte termijn zijn er nog geen grootschalige substituten voorhanden, en zal de vraag naar dergelijke op olie gebaseerde producten niet plotseling verdwijnen. Waarschijnlijk blijft de werkgelegenheid in de fossiele energie sector daarom nog enige tijd op peil, tezamen met een toenemende arbeidsvraag in (toeleverende) sectoren die de energietransitie mogelijk maken. Een scenario waarin de krapte op de arbeidsmarkt op korte termijn (verder) toeneemt ligt daarmee meer voor de hand dan grootschalige arbeidsmobiliteit van de fossiele energiesectoren naar activiteiten die de energietransitie ondersteunen.

Cijfers over de werkgelegenheidsontwikkeling in Rotterdam, waarin de fossiele energie sector is afgezet naast verschillende onderdelen van de productieketen van duurzame energie, bevestigen dit beeld. In Figuur 5.3 is te zien dat de werkgelegenheid in de Rotterdamse fossiele energie sector (met

name raffinaderijen, opslag van aardolie en aardolieproducten en groothandel in fossiele brandstoffen) vanaf 2011 nog voornamelijk toenam, tegelijk met een geleidelijke toename van werkgelegenheid in de meest arbeidsintensieve onderdelen van de duurzame energie keten (toepassingen in de gebouwde omgeving en onderzoek en advies).



Figuur 5.3 Aantal vervulde banen in Rotterdam. Bron: CBS, SSB (bewerking OBI gemeente Rotterdam)

5.1.2 Employment factor methode

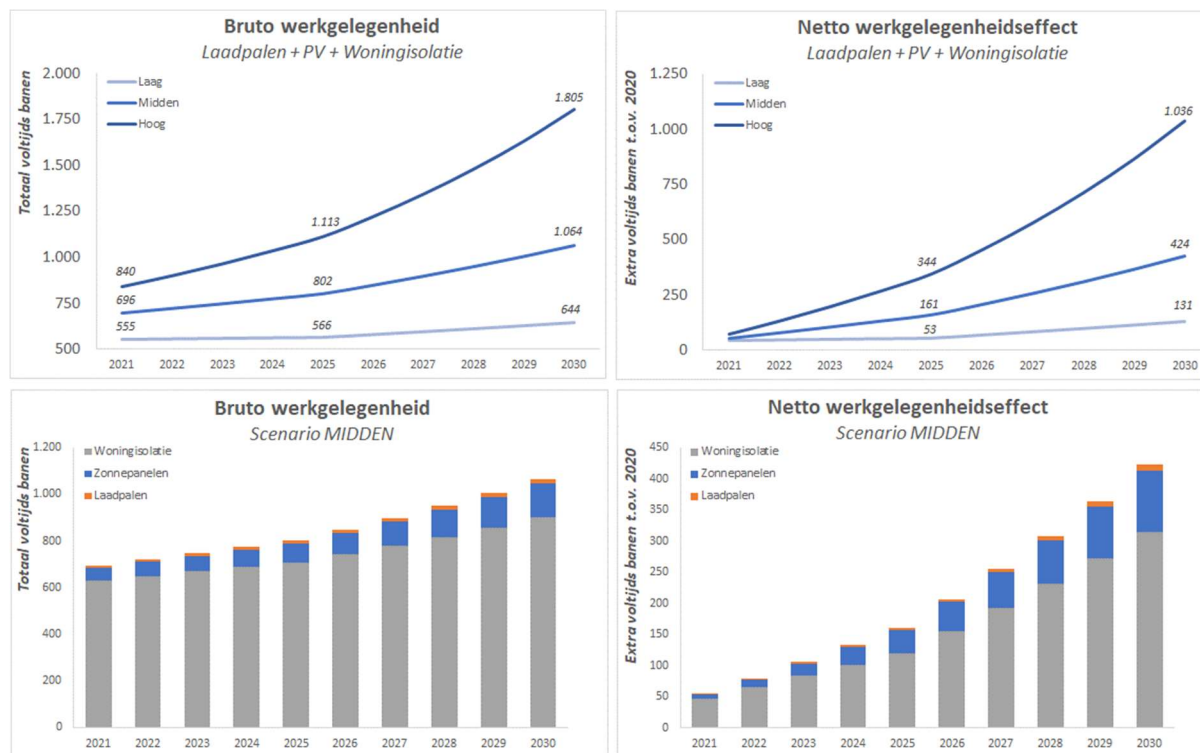
In Hoofdstuk 4 hebben we het aantal uur werk dat is vereist voor de installatie en het onderhoud van laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie berekend, evenals de geschatte investeringsomvang per technologie. In dit hoofdstuk berekenen we vervolgens het verwachte aantal voltijdsbanen dat is gemoeid met de investeringen. Hiertoe vermenigvuldigen we het benodigde aantal uren per eenheid technologie met de totale investeringsomvang. 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 overeenkomt met 1.836 uur per jaar..

In Figuur 5.4 presenteren we een samenvatting van het totaal aantal banen dat volgens onze berekening gemoeid is met de verwachte investering in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie in Rotterdam in de periode 2021-2030. 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 bij komen ten opzichte van 2020.⁶ Met andere woorden, de netto werkgelegenheidseffecten zijn cumulatief: het gaat om het totaal aantal extra banen dat wordt gecreëerd, met 2020 als referentiejaar.

De figuur linksboven laat zien dat voor het Midden scenario het totaal aantal voltijdsbanen voor de drie technologieën samen naar verwachting groeit van ongeveer 700 in 2021 tot ruim 1.000 in 2030. Ten opzichte van 2020 betekent dat een toename van ruim 400 voltijdsbanen (zie de figuur rechtsboven). In het pessimistische Laag scenario komt onze berekening uit op een toename van ongeveer 130 voltijdsbanen per 2030 tot in totaal ongeveer 650 banen. In het optimistische Hoog scenario komt onze

⁶ De verschillen in bruto werkgelegenheid in 2021 tussen de verschillende scenario's komen voort uit de verschillen in het geschatte aantal uren werk per eenheid technologie (zie Tabellen 4.1-4.4) per scenario; voor 2020 is het investeringsvolume uiteraard identiek tussen de verschillende scenario's.

berekening uit op een toename van ruim 1.000 banen per 2030 tot een totaal van ongeveer 1.800 voltijdsbanen. Het aantal voltijdsbanen dat er naar onze inschatting bijkomt per 2025 varieert van ongeveer 50 in het Laag scenario tot ongeveer 350 in het Hoog scenario, hetgeen leidt tot een totaal aantal voltijds banen dat varieert tussen respectievelijk ongeveer 560 en 1.100 banen.



Figuur 5.4 Totaal aantal banen (links) en extra cq nieuwe banen (rechts) dat is gemoeid met de verwachte Rotterdamse investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie.

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 installatie en het onderhoud van laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie. 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 laadpalen 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. Bovendien, uit interviews met experts (zie Hoofdstuk 4) is bijvoorbeeld gebleken dat bij het isoleren van woningen in Rotterdam bedrijven en werknemers uit andere regio's van Nederland zijn betrokken. Oftewel, de duurzame investeringen in Rotterdam genereren ook banen voor mensen buiten Rotterdam.

Het onderste deel van Figuur 5.4 laat zien dat het overgrote deel van de werkgelegenheid wordt gegenereerd door investeringen in woningisolatie, een klein deel door investeringen in zonnepanelen, terwijl investeringen in laadpaalinfrastructuur lokaal slechts een heel klein werkgelegenheidseffect sorteert. In Tabel 5.5 werken we deze getallen in meer detail uit voor de verschillende technologieën en scenario's. Het linkerdeel van de tabel geeft per technologie en scenario de precieze aantallen

banen weer, zowel het totaal aantal banen als de extra banen t.o.v. 2020. Deze getallen liggen ten grondslag aan Figuur 5.4.

Het rechterdeel van Tabel 5.1 specificeert hoeveel banen uitgespaard of niet gerealiseerd worden als gevolg van schaalgrootte en toekomstige (sociale) innovaties. Zoals genoemd in Hoofdstuk 4 hebben we op basis van deskresearch en expert interviews een inschatting gemaakt met welke factor het aantal uren werk per activiteit in het werkproces naar verwachting gaat veranderen in de komende jaren (zie Tabel 4.2-4.4). In Tabel 5.1 vertalen we dit innovatie-effect naar het aantal banen dat hiermee wordt uitgespaard cq niet gerealiseerd, en drukken we dit ook uit als percentage van het totaal aantal banen en extra banen die wel worden gerealiseerd. De cijfers in het rechterdeel van Tabel 5.1 laten zien dat dit innovatie-effect naar onze inschatting 67-172 voltijdsbanen scheelt. In het meest realistische Midden scenario gaat het om 109 voltijds banen. Dit komt overeen met ongeveer 10% van het totaal aantal banen en, afhankelijk van het scenario, met 14-53% van het aantal nieuwe banen.

Het grootste absolute effect is te vinden bij woningisolatie, omdat hier veruit de meeste banen worden gerealiseerd. Naar onze inschatting is het grootste relatieve effect van innovatie op werkgelegenheid de komende jaren echter te vinden bij laadpalen. Verderop in dit hoofdstuk laten we zien dat te voorziene veranderingen in het administratieve proces rond de aanvraag van laadpalen hier met name verantwoordelijk voor zijn. Tenslotte laat Tabel 5.1 zien dat het innovatie-effect bij zonnepanelen de komende jaren vrijwel nihil is. De bulk van het werk in Rotterdam betreft de komende jaren immers het plaatsen en installeren van zonnepanelen op bestaande daken en daar speelt innovatie geen grote rol. De snelle technologische ontwikkeling naar meer goedkopere en meer geavanceerde zonnepanelen die geïntegreerd zijn in bouwmaterialen speelt op de iets langere termijn en primair in nieuwbouw. Daarmee heeft deze ontwikkeling op de korte termijn in Rotterdam relatief weinig invloed op de werkgelegenheid.

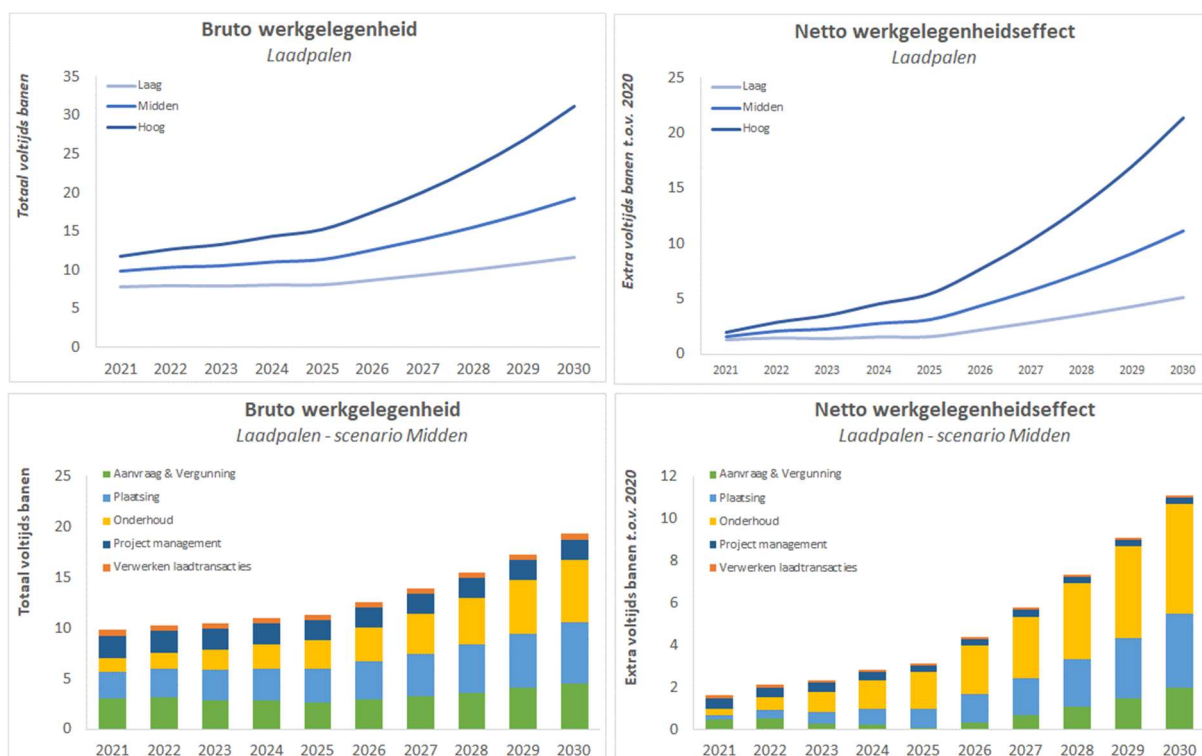
Tabel 5.1 Werkgelegenheidseffect van duurzame investeringen, inclusief impact schaal- en leereffecten.

		Verwachte banen				Uitgespaarde banen als gevolg van innovatie					
		Banen totaal		Extra banen t.o.v. 2020		Aantal banen		Als % van totaal aantal banen		Als % van extra banen	
		2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030
<i>Midden</i>	Zonnepanelen	84	144	37	97	1	1	-1%	-1%	-2%	-1%
	Laadpalen	11	19	3	11	5	8	-29%	-29%	-60%	-42%
	Woningisolatie	706	901	121	316	78	100	-10%	-10%	-39%	-24%
	TOTAAL	802	1064	161	424	84	109	-9%	-9%	-34%	-21%
<i>Laag</i>	Zonnepanelen	55	77	17	39	0	1	-1%	-1%	-3%	-1%
	Laadpalen	8	12	2	5	3	4	-28%	-27%	-67%	-46%
	Woningisolatie	503	555	35	87	56	62	-10%	-10%	-62%	-41%
	TOTAAL	566	644	53	131	59	67	-10%	-9%	-53%	-34%
<i>Hoog</i>	Zonnepanelen	149	381	92	324	1	3	-1%	-1%	-1%	-1%
	Laadpalen	15	31	5	21	7	14	-30%	-31%	-55%	-40%
	Woningisolatie	948	1393	246	691	105	155	-10%	-10%	-30%	-18%
	TOTAAL	1113	1805	344	1036	113	172	-9%	-9%	-25%	-14%

5.1.2.1 Laadpalen

In deze paragraaf schetsen we in meer detail de werkgelegenheidseffecten van de voorgenomen investeringen in laadpaalinfrastructuur in Rotterdam. We vatten de belangrijkste bevindingen samen in Figuur 5.5. Zoals eerder genoteerd, is het aantal lokale banen dat is gemoeid met de voorziene snelle uitbreiding van het aantal laadpalen in Rotterdam zeer beperkt. In het optimistische Hoog scenario komen we in onze berekening uit op een totaal van 31 voltijds banen in 2030, waarvan 21 extra banen zijn t.o.v. 2020 (zie ook Tabel 5.1). In het pessimistische Laag scenario komen we uit op slechts 5 nieuwe voltijdsbanen en in het Midden scenario op 11 nieuwe voltijdsbanen. De reden voor deze geringe hoeveelheid banen is tweeledig. Enerzijds vergt het relatief weinig werk om een laadpaal te installeren en anderzijds leiden, zoals eerder opgemerkt, te verwachte innovaties in met name het administratieve deel van het werkproces tot een relatief sterke besparing van benodigde uren.

Voor wat betreft het aantal uren dat nodig is voor het installeren van laadpalen, hebben we eerder in Tabel 4.2 laten zien dat een nieuwe publieke laadpaal op straat slechts ongeveer 23 uur werk vereist, terwijl een private laadpaal thuis of op een bedrijfslocatie slechts ongeveer 9 uur werk vereist. Samen vormen deze twee typen laadpalen de meerderheid van het totaal te plaatsen laadpalen in Rotterdam de komende periode. Gegeven dat een voltijdsbaan overeenkomt met 1.836 uur per jaar, resulteert dit in relatief weinig banen ondanks de aanzienlijke aantallen nieuwe laadpalen die voorzien zijn (zie eerder in Figuur 4.1).



Figuur 5.5 Werkgelegenheidseffecten voor laadpaal infrastructuur.

Voor wat betreft innovaties in het werkproces, verwachten we dat er relatief veel efficiëntiewinst te behalen is in het voorbereidende administratieve proces. In Rotterdam wordt de plaatsing van laadpalen op dit moment nog voornamelijk gedreven door individuele

aanvragen voor nieuwe laadpalen, hetgeen relatief veel werk met zich meebrengt. Het gaat dan o.a. om de afhandeling van de aanvraag, inspectie van de locatie, vergunningverlening, en het organiseren en inrichten van parkeervakken. Op korte termijn zal het systeem van individuele aanvragen voor publieke laadpalen echter worden vervangen door een voorspellend model dat op basis van geo-specifieke informatie over laadtransacties en huishoudkenmerken aangeeft waar en wanneer er nieuwe laadpalen moeten worden geplaatst om in de groeiende vraag naar laadpalen te voorzien. In combinatie met het verder digitaliseren van het administratief proces leidt dit tot een relatief forse besparing op het aantal benodigde uren: volgens onze inschatting gaat het om een reductie van 50% in het aantal uren (zie eerder in Tabel 4.2).

Verder verwachten we als gevolg van schaal- en leereffecten 30% efficiëntiewinst in het werkproces omtrent het plaatsen van laadpalen. Waar nu doorgaans een ploeg van 3 man alles gezamenlijk doet rondom het plaatsen van een laadpaal, zal in de nabije toekomst bij grotere investeringsaantallen verdergaande arbeidsspecialisatie worden gerealiseerd met een scherper onderscheid tussen mensen die graven, de laadpaal aansluiten en het parkeervak inrichten.

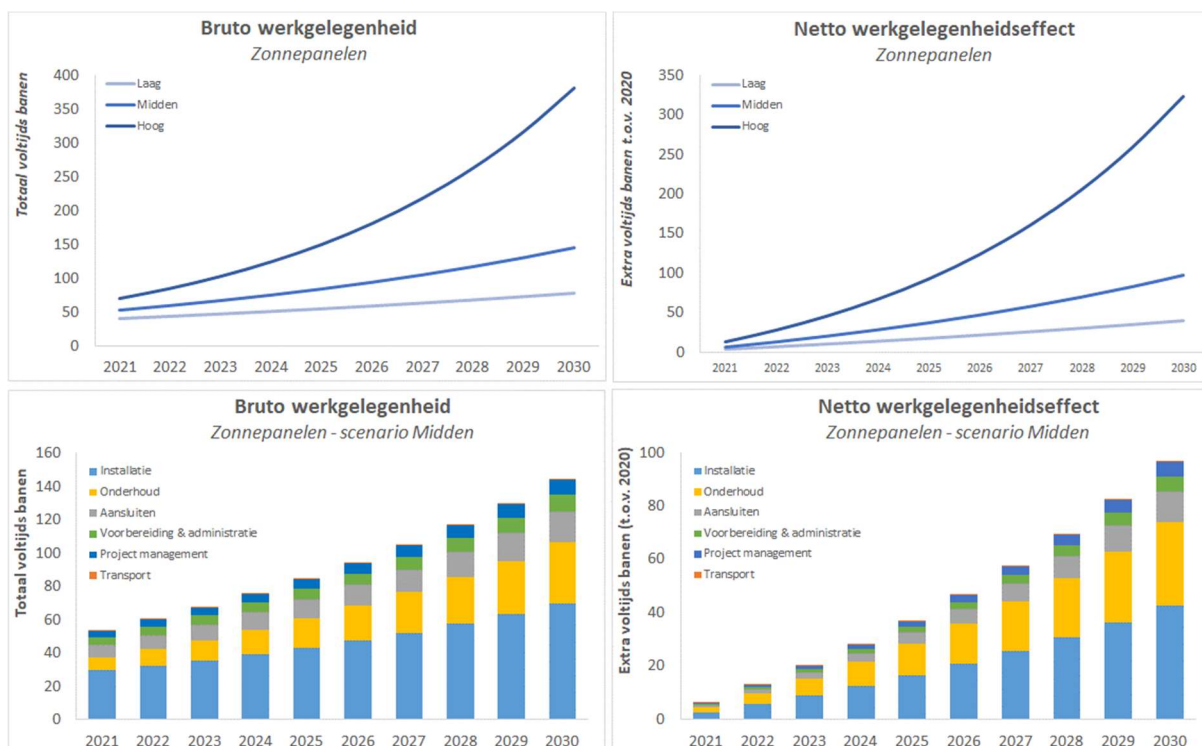
Deze sociale innovaties in het werkproces betekenen dat de groei van het aantal banen in laadpaalinfrastructuur (zie Figuur 5.5) met name tot 2025 achterblijft bij de groei van het aantal te plaatsen laadpalen (zie eerder in Figuur 4.1). Het onderste deel van Figuur 5.5 laat ook zien dat tot 2025 het netto werkgelegenheidseffect voor banen in het administratieve proces ('Aanvraag & vergunning') marginaal is, terwijl het aandeel banen in plaatsing en onderhoud van laadpalen logischerwijs relatief sterk groeit en verantwoordelijk is voor veruit het grootste deel van de werkgelegenheid die gemoeid is met het plaatsen van laadpalen.

5.1.2.2 Zonnepanelen

In deze paragraaf schetsen we in meer detail de werkgelegenheidseffecten van de voorgenomen investeringen in zonnepanelen in Rotterdam. We vatten de belangrijkste bevindingen samen in Figuur 5.6.

In het optimistische Hoog scenario komen we in onze berekening uit op een totaal van 381 voltijdsbanen in 2030, waarvan 324 extra banen zijn t.o.v. 2020 (zie ook Tabel 5.1). In het pessimistische Laag scenario komen we uit op 39 nieuwe voltijdsbanen en in het Midden scenario op 97 nieuwe voltijdsbanen. We verwachten dat er met name door schaaleardeffecten reductie van benodigde werktijd optreedt in projectmanagement en het administratieve proces. Voor wat betreft het plaatsen en aansluiten van de zonnepanelen verwachten we geen substantiële innovaties de komende jaren. Dit betekent dat het aantal banen met een beperkte correctie meegroeit met het aantal te installeren zonnepanelen (zie Figuur 5.6).

Het onderste deel van Figuur 5.6 laat conform de verwachting zien dat veruit de meeste werkgelegenheid voortkomt uit werkzaamheden voor installatie, aansluiten en onderhoud van de zonnepanelen. Projectmanagement en administratieve werkzaamheden spelen slechts een kleine rol in de werkgelegenheidsontwikkeling.

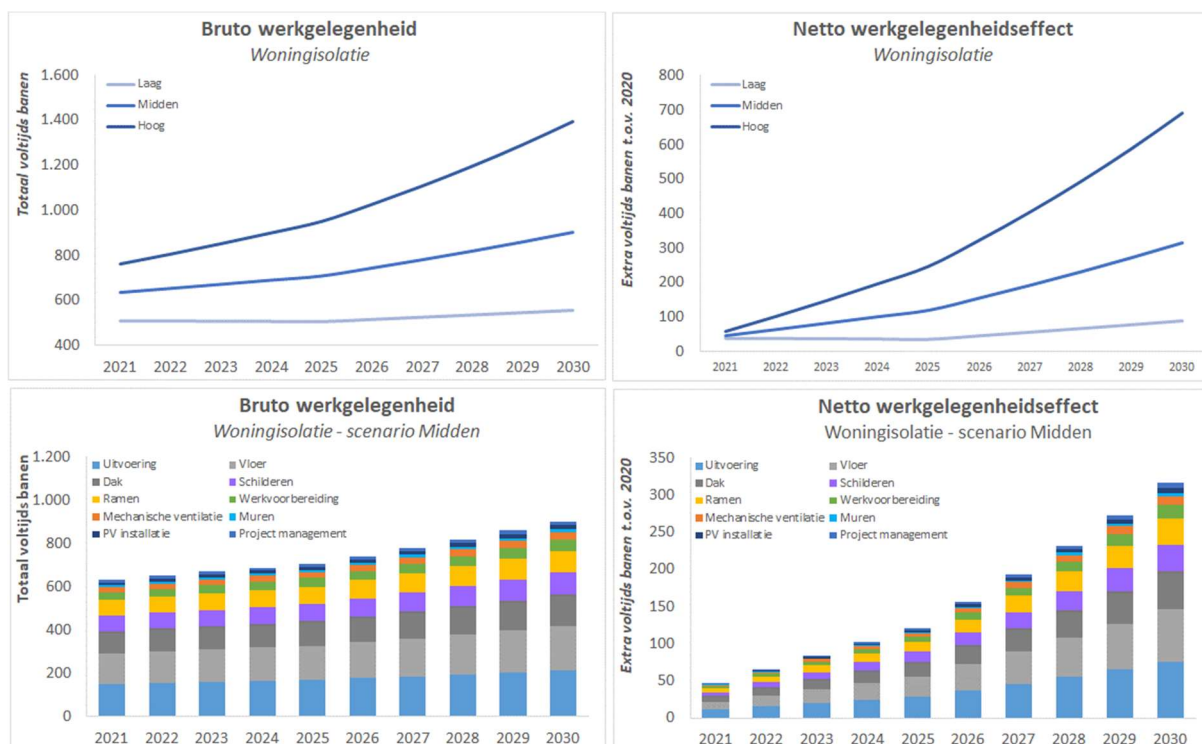


Figuur 5.6 Werkgelegenheidseffecten voor zonnepanelen.

5.1.2.3 Woningisolatie

In deze paragraaf schetsen we in meer detail de werkgelegenheidseffecten van de voorgenomen investeringen in woningisolatie in Rotterdam. We vatten de belangrijkste bevindingen samen in Figuur 5.7.

In het optimistische Hoog scenario komen we in onze berekening uit op een totaal van 1.393 voltijdsbanen in 2030, waarvan ongeveer de helft (691) extra banen zijn t.o.v. 2020 (zie ook Tabel 5.1). In het pessimistische Laag scenario komen we uit op 555 voltijdsbanen en in het Midden scenario op 901 nieuwe voltijdsbanen per 2030. Dit correspondeert met 87 nieuwe voltijdsbanen in het pessimistische Laag scenario en 316 nieuwe voltijdsbanen in het Midden scenario, per 2030. We verwachten dat er door schaal- en leereffecten over de hele linie van activiteiten een 10% reductie in werktijd optreedt. Dit betekent dat het aantal banen met een beperkte correctie meegroeit met het aantal te isoleren woningen (zie Figuur 5.7). Het onderste deel van Figuur 5.7 laat zien dat isolatie van dak en vloer plus taken van werkuitleverders samen verantwoordelijk zijn voor ongeveer twee-derde van alle werkgelegenheid.



Figuur 5.7 Werkgelegenheidseffecten voor woningisolatie.

5.1.3 Input-output methode

In de top-down input-outputanalyse berekenen we de werkgelegenheidseffecten van de investeringen in de drie duurzame technologieën 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 5.2 presenteren we die multipliers voor verschillende relevante sectoren. De tabel laat zien dat iedere miljoen euro die extra wordt uitgegeven in de sector 'Vervaardiging van elektrische apparatuur en voertuigen' (sector 26-29), zal resulteren in 4,70 extra fulltime banen in Rotterdam.

De tabel laat ook zien dat de extra bestedingen in deze sector onder andere kunnen komen vanuit materiaalkosten voor laadpalen of investeringen in zonnepanelen. De sector 'Vervaardiging van overige goederen en reparatie en installatie van machines' (Sector 32-33) heeft een grotere werkgelegenheid multiplier. Hier worden 8,84 fulltime banen gecreëerd bij iedere miljoen euro extra productie.

Tabel 5.2 Toewijzing investeringen aan sectoren, met bijbehorende multiplier.

Investering	Kostentype	Kosten liggen in sector (CBS IO-sector definitie)	Geaggregeerde sector (SBI-level)	Multiplier Werkgelegenheid
Laadpalen	Materiaalkosten	Elektrische apparaten industrie	26-29 Vervaardiging van elektrische apparatuur en voertuigen	4,70
	Installatie	Reparatie en installatie	32-33 Vervaardiging van overige goederen en reparatie en installatie van machines	8,84
	Jaarlijkse kosten	Reparatie en installatie	32-33 Vervaardiging van overige goederen en reparatie en installatie van machines	8,84
Zonnepanelen	Investering	Elektrotechnische industrie	26-29 Vervaardiging van elektrische apparatuur en voertuigen	4,70
	Operationele kosten	Reparatie en installatie	32-33 Vervaardiging van overige goederen en reparatie en installatie van machines	8,84
Woningisolatie	Extra zonnepanelen	Elektrotechnische industrie	26-29 Vervaardiging van elektrische apparatuur en voertuigen	4,70
	Isoleren begane grond Vervangen kozijnen/ glas Isoleren gevel Isoleren dak Elektrisch koken en aanpassen meterkast Aanbrengen mechanische ventilatie	Algemene bouw en projectontwikkeling	41-42 Utiliteitsbouw, projectontwikkeling, grond-, water-, en wegebouw	5,49

We presenteren het resultaat van de werkgelegenheidsberekeningen o.b.v. de IO-analyse in Figuur 5.8 en 5.9 voor de periode 2021-2030. Ook hier maken we 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 bij komen ten opzichte van 2020. In Figuur 5.8 nemen we aan dat alle productie plaatsvindt in Rotterdam, terwijl we in Figuur 5.9 die aanname loslaten – zoals in hoofdstuk 4 is toegelicht.

De grafiek linksboven in Figuur 5.8 laat – onder de aanname dat alle productie in Rotterdam plaatsvindt – zien dat voor het Midden scenario het totaal aantal voltijdsbanen voor de drie technologieën samen naar verwachting groeit van ongeveer 550 in 2021 tot ruim 1.000 in 2030. Ten opzichte van 2020 betekent dat een toename van bijna 500 voltijdsbanen (zie de figuur rechtsboven). In het pessimistische Laag scenario komt onze berekening uit op een cumulatieve toename van ongeveer 150 voltijds banen per 2030 tot in totaal bijna 700 banen. In het optimistische Hoog scenario komt onze berekening uit op een cumulatieve toename van ruim 1.100 banen per 2030 tot een totaal van ongeveer 1.600 banen. Het aantal voltijdsbanen dat er volgens de IO-berekening in totaal bijkomt per 2025 varieert van ongeveer 70 in het Laag scenario tot bijna 400 in het Hoog scenario. Dit maakt dat het totaal aantal voltijdsbanen in 2025 varieert tussen respectievelijk ongeveer 600 en 900 banen.

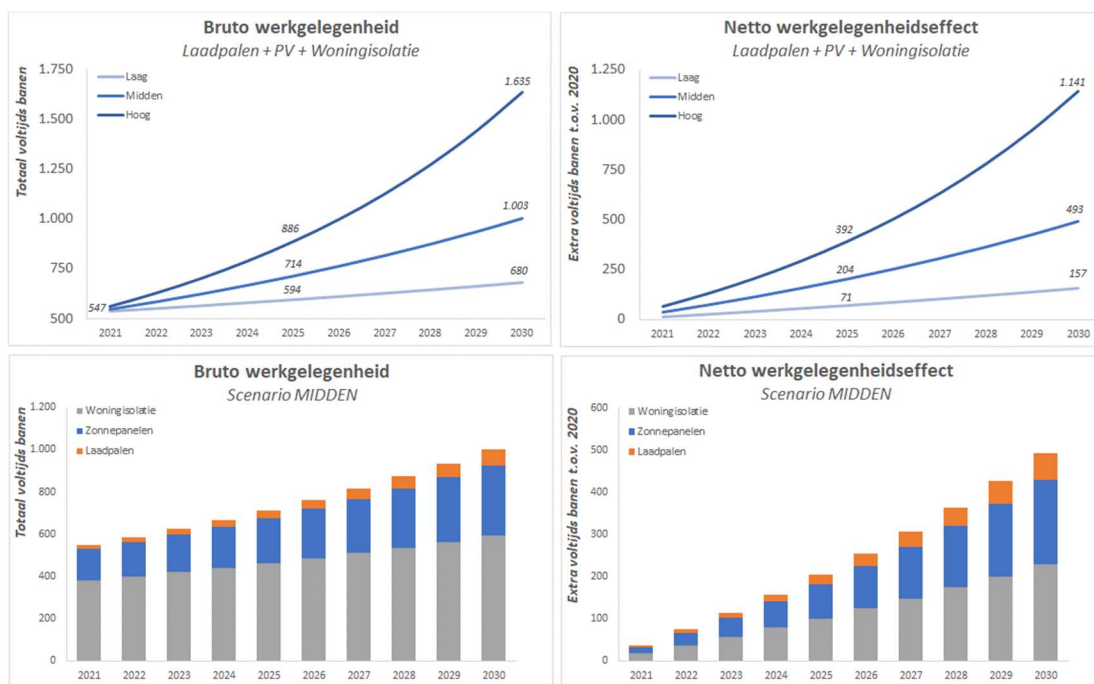
De grafiek linksboven in Figuur 5.9 laat – onder de aanname dat er ook productie buiten Rotterdam plaatsvindt – zien dat voor het Midden scenario in dit geval het totaal aantal voltijdsbanen voor de drie technologieën samen naar verwachting groeit van ongeveer 370 in 2021 tot ruim 659 in 2030. Ten opzichte van 2020 betekent dat een toename van ruim 300 voltijds banen (zie de figuur rechtsboven). In het pessimistische Laag scenario komt onze berekening uit op een cumulatieve toename van ongeveer 130 voltijds banen per 2030 tot in totaal bijna 500 banen, in het optimistische scenario Hoog komt onze berekening uit op een cumulatieve toename van ruim 600 banen in 2030 tot een totaal van ongeveer 940 banen. Het totaal aantal voltijdsbanen dat er volgens de IO-berekening bijkomt per 2025 varieert van ongeveer 60 in het Laag scenario tot bijna 220 in het Hoog scenario. Dit maakt dat het totaal aantal voltijdsbanen in 2025 varieert tussen respectievelijk ongeveer 400 en 550 banen.

Het onderste deel van Figuur 5.8 en 5.9 laat zien dat ook volgens de IO-methode het overgrote deel van de werkgelegenheid wordt gegenereerd door investeringen in woningisolatie, hoewel het aandeel banen dat gemoeid is met investeringen in zonnepanelen relatief groot is in vergelijking met de uitkomst van de employment factor methode (zie Figuur 5.4).

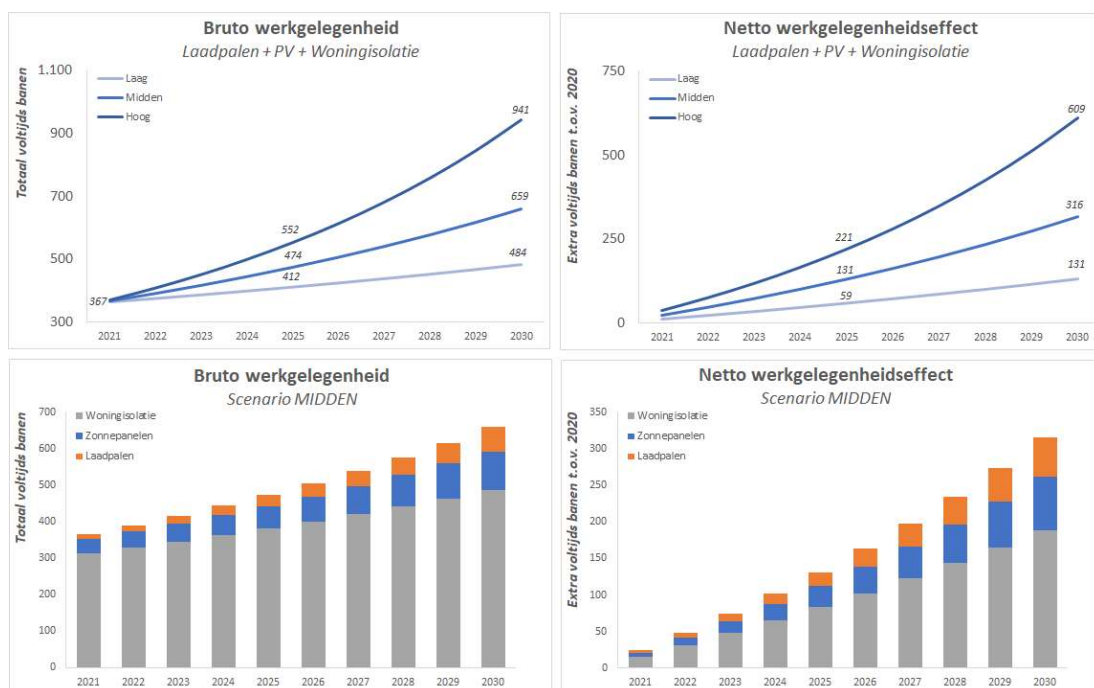
In Tabel 5.3 geven we tenslotte een vergelijking van de werkgelegenheidseffecten volgens de IO-methode en de Employment Factor (EF) methode. De Tabel laat zien dat in vergelijking met de EF-methode voor het Midden scenario het totaal aantal extra banen in de eerste variant van de IO-analyse 27% hoger is in 2025 en 16% in 2030; voor de tweede variant van IO-analyse geldt het omgekeerde, met respectievelijk 18% minder extra banen in 2025 en 25% minder in 2030. Ook laat de vergelijking zien dat de EF-methode leidt tot een relatief laag aantal (extra) banen voor investeringen in laadpalen en zonnepanelen, terwijl het omgekeerde geldt voor woningisolatie. Dit laatste wordt mede veroorzaakt door het feit dat in de IO-analyse de waarde van laadpalen en zonnepanelen equipment meegenomen wordt in het investeringsbedrag terwijl dit in de Employment Factor methode wordt genegeerd omdat daarin alleen gekeken wordt naar het aantal uren werk en niet naar het investeringsbedrag.

Tenslotte, de onderliggende CBS data laten zien dat voor laadpalen en zonnepanelen 42% van de extra banen die ontstaan, banen zijn met een laag opleidingsniveau; 43% betreft banen met een midden opleidingsniveau, en 15% banen met een hoog opleidingsniveau.⁷ Voor woningisolatie zijn percentages, respectievelijk, 27%, 49% en 25%. In het volgende hoofdstuk gaan we dieper in op het typeren van banen, maar dan op basis van vaardigheden in plaats van op basis van opleidingsniveau.

⁷ Het CBS definieert de opleidingsniveaus als volgt. Laag: basisonderwijs, leerjaar 1-3 havo/vwo, vmbo of mbo-1; Midden: mbo 2-4, bovenbouw havo/vwo; Hoog: hbo en wo.



Figuur 5.8 Totaal aantal banen (links) en extra cq nieuwe banen (rechts) dat volgens de IO-methode is gemoeid met de verwachte Rotterdamse investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie; onder de aanname dat alle productie plaatsvindt in Rotterdam.



Figuur 5.9 Totaal aantal banen (links) en extra cq nieuwe banen (rechts) dat volgens de IO-methode is gemoeid met de verwachte Rotterdamse investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie; onder de aanname dat er ook productie plaatsvindt buiten Rotterdam.

Tabel 5.3a 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>Midden</i>	Zonnepanelen	84	213	61	144	332	105	153%	-27%	130%	-27%
	Laadpalen	11	37	31	19	78	66	227%	172%	307%	244%
	Woningisolatie	706	464	381	901	592	487	-34%	-46%	-34%	-46%
	TOTAAL	802	714	474	1064	1003	659	-11%	-41%	-6%	-38%
<i>Laag</i>	Zonnepanelen	55	148	44	77	163	56	169%	-20%	111%	-27%
	Laadpalen	8	33	28	12	62	53	312%	245%	429%	354%
	Woningisolatie	503	413	340	555	456	375	-18%	-32%	-18%	-32%
	TOTAAL	566	594	412	644	680	484	5%	-27%	6%	-25%
<i>Hoog</i>	Zonnepanelen	149	325	91	381	770	228	118%	-39%	102%	-40%
	Laadpalen	15	41	34	31	102	85	171%	123%	227%	173%
	Woningisolatie	948	519	427	1393	763	627	-45%	-55%	-45%	-55%
	TOTAAL	1113	886	552	1805	1635	941	-20%	-50%	-9%	-48%

Tabel 5.3b Vergelijking werkgelegenheidseffecten volgens Employment Factor (EF) methode en Input-Output (IO) methode – extra banen t.o.v. 2021.

		Extra banen t.o.v. 2020						% 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>Midden</i>	Zonnepanelen	37	80	29	97	200	73	119%	-21%	107%	-25%
	Laadpalen	3	22	19	11	64	55	608%	506%	472%	391%
	Woningisolatie	121	101	83	316	230	189	-16%	-31%	-27%	-40%
	TOTAAL	161	204	131	424	493	316	27%	-18%	16%	-25%
<i>Laag</i>	Zonnepanelen	17	14	11	39	29	23	-16%	-35%	-26%	-41%
	Laadpalen	2	18	16	5	46	41	1050%	910%	805%	697%
	Woningisolatie	35	39	32	87	82	68	13%	-7%	-6%	-22%
	TOTAAL	53	71	59	131	157	131	34%	11%	20%	0%
<i>Hoog</i>	Zonnepanelen	92	196	60	324	641	197	113%	-35%	98%	-39%
	Laadpalen	5	27	23	21	88	74	398%	318%	311%	245%
	Woningisolatie	246	168	138	691	412	339	-32%	-44%	-40%	-51%
	TOTAAL	344	392	221	1036	1141	609	14%	-36%	10%	-41%

5.2 Skills

5.2.1 Beschrijving van skills per beroep

5.2.1.1 *Benodigde functies en koppeling met O*NET*

Tabel 5.4, 5.5 en 5.6 geven 21 verschillende functies weer die betrokken zijn bij het plaatsen en onderhouden van laadpalen, zonnepanelen en het isoleren van woningen. Dit overzicht geeft de hoofdlijnen weer en is niet uitputtend (focus op belangrijkste beroepen). In de toekomst zal dit overzicht verder worden getoetst, aangevuld en verfijnd.

De 21 functies zijn van belang voor de voorbereiding van werkzaamheden, het uitvoerende werk en het management van de activiteiten. In 2021 zitten ongeveer 7 op de 10 banen in het uitvoerende werk ('blue collar'): Installateurs zonnepanelen, elektromonteurs, sjouwers, onderhoudsmonteurs, grondwerkers, dakwerkers, isolatiemedewerkers, schilders, timmermannen en ventilatie monteurs.

Voor 18 van de 21 functies was een (redelijk) passende beschrijving in O*NET beschikbaar. Voor één functie was geen beschrijving beschikbaar (werkvoorbereider), voor één functie was een passende beschrijving nog niet volledig in O*NET (data scientist) en voor één functie komt in de toekomst een (betere) beschrijving beschikbaar (projectleider). Aangezien het aantal personen werkzaam in deze beroepen relatief beperkt is, denken we dat het weglaten van deze 3 beroepen een beperkte invloed heeft op de resultaten van het onderzoek. Daarnaast merken we op dat voor verschillende beroepen de beschrijving in O*NET redelijk passend leek. We hebben de aanname gedaan dat dit klopt, maar in toekomstig onderzoek dient dit verder te worden onderzocht (bijv. werkvoorbereider isolatie, uitvoerder isolatie).

Tabel 5.4 Beroepen betrokken bij het voorbereiden, plaatsen en onderhouden van laadpalen

Fase	Beroep	Beschrijving O*NET	Beschikbaar voor analyse
Voorbereiding	Administratief medewerker	43-6014.00 - Secretaries and Administrative Assistants, Except Legal, Medical, and Executive	✓
Voorbereiding	Werkvoorbereider		✗ Noot: O*NET bevat geen beschrijving van de werkvoorbereider
Plaatsing	Grondwerker	47-2073.00 - Operating Engineers and Other Construction Equipment Operators	✓
Onderhoud	Electromonteur	47-2111.00 – Electricians	✓
	Onderhoudsmonteur	49-2094.00 - Electrical and Electronics Repairers, Commercial and Industrial Equipment	✓
Oa verwerken transacties	Data scientist	15-2051.00 – Data Scientist	✗ Toelichting: beschrijving in O*NET nog niet voltooid
Project management	Project manager	11-9041.00 - Architectural and Engineering Managers	✗ Toelichting: O*NET beschrijving te specifiek, generiekere beschrijving van project manager niet beschikbaar. De volgende beschrijving wordt in O*NET gemaakt en kan in de toekomst mogelijk worden meegenomen: 13-1082.00 - Project Management Specialists

Tabel 5.5 Beroepen betrokken bij het voorbereiden, plaatsen en onderhouden van zonnepanelen

Fase	Beroep	Beschrijving O*NET	Beschikbaar voor analyse
Voorbereiding	Administratief medewerker	43-6014.00 - Secretaries and Administrative Assistants, Except Legal, Medical, and Executive	✓
	Bouwtechnisch expert	17-2051.00 - civil engineer	✓ Noot: functie wordt regelmatig anders ingevuld
Plaatsing	Sjouwer	53-7062.00 - Laborers and Freight, Stock, and Material Movers, Hand	✓
	Installateur zonnepanelen	47-2231.00 - Solar Photovoltaic Installers	✓
	Elektromonteur	47-2111.00 – Electricians	✓
Onderhoud	Onderhoudsmonteur	47-2231.00 - Solar Photovoltaic Installers	✓ Noot: soms ook elektromonteur
Project management	Projectmanager	47-10011.03 - Solar energy installation managers	✓ Noot: de volgende beschrijving wordt in O*NET gemaakt en kan in de toekomst mogelijk worden meegenomen: 13-1082.00 - Project Management Specialists

Tabel 5.6. Beroepen betrokken bij het isoleren van woningen

Fase	Beroep	Beschrijving O*NET	Beschikbaar voor analyse
Voorbereiding	Werkvoorbereider	47-1011.00 - First-Line Supervisors of Construction Trades and Extraction Workers	✓ Noot: O*NET bevat geen beschrijving van de werkvoorbereider, dit lijkt meest passend voor isolatie woningen
Uitvoering	Dakwerker	47-2181.00 – Roofers	✓
	Isoleren muren	47-2131.00 - Insulation workers, floor, ceiling, wall	✓
	Isoleren vloer en plafond	47-2131.00 - Insulation workers, floor, ceiling, wall	✓
	Ramen vervangen	47-2141.00 - Painters, Construction and Maintenance 47-2031.00 - carpenter	✓
	Ventilatie	49-9021.00 - Heating, Air Conditioning, and Refrigeration Mechanics and Installers	✓ Toelichting: Deze beschrijving in O*NET lijkt meest passend
	Schilder	47-2141.00 - Painters, Construction and Maintenance	✓
	Zonnepanelen	Zie Tabel 5.5	✓
Project management	Uitvoerder	11-9021.00 - Construction Managers	✓ Toelichting: Deze beschrijving in O*NET lijkt meest passend, first-line supervisor (zie boven) zou ook kunnen.
	Project manager	11-9021.00 - Construction Managers	✓ Toelichting: O*NET bevat geen beschrijving voor project manager. Deze beschrijving lijkt meest passend. De volgende beschrijving wordt in O*NET gemaakt en kan in de toekomst mogelijk worden meegenomen: 13-1082.00 - Project Management Specialists

5.2.1.2 Skills per beroep

O*NET stelt de beschrijving van de skills vrij toegankelijk beschikbaar. Door op de linken te klikken in Tabel 5.4, 5.5 en 5.6 komt u bij de gedetailleerde beschrijvingen. Ter illustratie zijn de 5 belangrijkste skills van 3 verschillende beroepen in Tabel 5.7 uitgewerkt. Indien minder skills als belangrijk zijn geclassificeerd zijn minder skills weergegeven.

Tabel 5.7 Skills van elektromonteurs, isolatie medewerkers muren en vloeren, project managers (top 5)

	1. Elektromonteur	2. Isoleren muren, vloeren	3. Project manager (isolatie)
Vaardigheden	• Storingen oplossen • Repareren • Actief luisteren • Kritisch denken • Oordelen en keuzes maken	• Actief luisteren • Kritisch denken • Bedienen en beheren van apparaten • Spreekvaardigheid	• Coördineren • Omgaan met personeel • Actief luisteren • Volgen wat er gebeurt • Spreekvaardigheid
Fysieke vermogens	• Dichtbij zien • Herkennen van kleuren • Een vaste hand/arm hebben • Precieze bewegingen met handen en vingers • Snelle bewegingen met hand en arm	• Lichamelijk soepel zijn • Snelle bewegingen met hand en arm • Grote bewegingen • Evenwicht • Spierkracht van de romp	• Dichtbij zien • Duidelijk spreken • Spreken begrijpen • Ver zien
Mentale vermogens	• Problemen herkennen • Deductief redeneren (toepassen algemene regels in de praktijk) • Inductief redeneren (van de praktijk algemene regels maken) • Luisteren • Informatie sorteren	• Inbeelden (visualiseren) • Spreken • Aandacht erbij houden	• Informatie sorteren • Problemen herkennen • Deductief redeneren (toepassen algemene regels in de praktijk) • Inductief redeneren (van de praktijk algemene regels maken) • Luisteren
Werkstijlen	• Betrouwbaar • Nauwkeurig • Eerlijk • Nadenken over informatie (analytisch) • Verantwoordelijk	• Nauwkeurig • Betrouwbaar • Samenwerken • Zelfstandig • Eerlijk	• Eerlijk • Betrouwbaar • Nauwkeurig • Leiderschap • Verantwoordelijk

Tabel 5.7 laat zien dat er verschillen en overeenkomsten in de top 5 skills bestaan. Zo zijn er bijvoorbeeld duidelijke overeenkomsten in de mentale vermogens die het werk van

elektromonteurs en projectmanagers vragen (problemen herkennen, inductief en deductief redeneren, informatie sorteren, luisteren). De belangrijkste algemene vaardigheden verschillen echter deels (storingen oplossen en repareren versus coördineren en omgaan met personeel), net als de benodigde fysieke vermogens.

5.2.2 Zonnepanelen, laadpalen en isoleren: Belangrijkste skills

5.2.2.1 Algemeen beeld van belangrijkste skills

Welke skills zijn van belang om de toekomstige werkgelegenheid in te vullen die ontstaat door investeringen in laadpalen, zonnepanelen en de isolatie van woningen? Om een algemeen beeld te geven, is het gemiddelde belang van de 103 vaardigheden, vermogens, en werkstijlen berekend. Het uitgangspunt bij deze analyse is het jaar 2025. Naast het belang van skills in de verschillende functies is het aantal personen dat nodig is in de functie meegenomen.

Tabel 5.8 *Schatting van aantal fte per functie betrokken bij het realiseren en onderhouden van laadpalen en zonnepanelen en het isoleren van woningen (totaal en groei in fte, medium scenario).*

Beroep	Totaal aantal fte in 2025	Toename tussen 2021 en 2025
Installateur zonnepanelen (zonnepanelen)	73	25
Elektromonteur (zonnepanelen, laadpalen, isolatie)	16	4
Onderhoudsmonteur (laadpalen)	3	1
Ventilatie installateur (isolatie)	28	3
Grondwerker (laadpalen)	2	0
Sjouw (zonnepanelen)	0	0
Dakdekker (isolatie)	113	12
Isolatie muur, vloer (isolatie)	169	18
Timmerman (isolatie)	24	2
Schilder (isolatie)	135	14
Werkvoorbereider (isolatie)	40	4
Uitvoerder, project manager (isolatie)	183	19
Project manager (zonnepanelen)	5	2
Bouwtechnisch expert (zonnepanelen)	2	0
Administratief medewerker (zonnepanelen, laadpalen)	7	1

Tabel 5.8 presenteert de schatting van het totale aantal werkenden dat in 2025 nodig is, en de schatting van het aantal nieuwe banen (medium scenario). In 2025 worden de meeste banen ingevuld door uitvoerders isolatie, isolatie medewerkers muren en vloeren, schilders, dakdekkers en installateurs van zonnepanelen (samen 84% van de banen). Tussen 2021 en 2025 zien we met name een relatief grote toename van het benodigde aantal installateurs van zonnepanelen, maar ook een toename van uitvoerders isolatie, isolatie medewerkers voor muren en vloeren, dakdekkers en schilders (82% van de nieuwe werkgelegenheid).

Tabel 5.9 Belangrijkste skills in alle functies (zonnepanelen, laadpalen, isolatie) in 2025 (gemiddelde score op belang skill > 3 op een schaal van 1 tot 5, voor werkstijlen > 4)

Vaardigheden • Coördineren • Actief luisteren • Kritisch denken • Volgen wat er gebeurt (monitoren) • Omgaan met tijd (time management) • Spreken • Leesvaardigheid • Beoordelen en keuzes maken	Mentale vermogens • Problemen herkennen • Luisteren • Informatie sorteren • Inbeelden • Spreken • Toepassen algemene regels in de praktijk (deductief redeneren) • Van praktijk algemene regels maken (inductief redeneren) • Begrijpend lezen • Aandacht erbij houden
Fysieke vermogens • Dichtbij zien • Spreken begrijpen • Duidelijk spreken • Ver zien • Spierkracht van de romp	Werkstijlen • Nauwkeurig • Betrouwbaar • Eerlijk • Samenwerken • Controle over jezelf

Tabel 5.10 Belangrijkst skills die samenhangen met de toename in werkgelegenheid, 2021-2025

Vaardigheden • Actief luisteren • Kritisch denken • Coördineren • Volgen wat er gebeurt (monitoring) • Omgaan met tijd (time management) • Spreken • Leesvaardigheid • Beoordelen en keuzes maken	Mentale vermogens • Problemen herkennen • Luisteren • Informatie sorteren • Inbeelden • Spreken • Toepassen algemene regels in de praktijk (deductief redeneren) • Van praktijk algemene regels maken (inductief redeneren) • Begrijpend lezen • Aandacht erbij houden
Fysieke vermogens • Dichtbij zien • Spreken begrijpen • Duidelijk spreken • Ver zien • Spierkracht van de romp	Werkstijlen • Nauwkeurig • Betrouwbaar • Eerlijk • Samenwerken

Tabel 5.9 en 5.10 laten zien dat de skills die alle banen samen vragen in 2025 zeer vergelijkbaar zijn aan de skills die de banen vragen die tussen 2021 en 2025 ontstaan.

In beide tabellen komen zowel skills die van groot belang zijn voor installateurs van zonnepanelen, isolatie medewerkers, dakdekkers en schilders als voor uitvoerders/project managers isolatie duidelijk naar voren. Voorbeelden van de eerste groep banen zijn actief luisteren, kritisch nadenken, problemen herkennen, spierkracht van de romp, en dichtbij zien. Voorbeelden van uitvoerders en project managers isolatie zijn coördineren, actief luisteren, informatie sorteren, problemen herkennen en dichtbij zien (zie ook Tabel 5.7).

5.2.2.2 *Belangrijkste skills in verwante functies*

Hoewel de bovenstaande analyse een algemeen beeld geeft van de skills die belangrijk zijn wanneer in zonnepanelen, laadpalen en isolatie wordt geïnvesteerd, biedt het nog weinig handelingsperspectief. Geen enkel beroep vraagt immers deze 'gemiddelde' skills. Om zij instromers, niet-werkenden en studenten te werven en op te leiden voor een beroep in de energietransitie, kan het interessant zijn om inzicht te hebben in groepen beroepen die vergelijkbare skills vragen (op skills gebaseerde verwantschapsbanen).

Figuur 5.10 toont de op skills gebaseerde relatie tussen verschillende functies. In de analyse zijn de 103 vaardigheden, vermogens en werkstijlen meegenomen. Het volgende valt op:

- Er zijn 2 duidelijke clusters van beroepen die wat betreft skills op elkaar lijken (score laag, onder de 1). Het eerste cluster betreft de beroepen installateur zonnepanelen (PV), elektromonteur (PV, laadpalen, isolatie), onderhoudsmonteur (laadpalen) en ventilatie installateur (isolatie). Het tweede cluster bevat de beroepen dakdekker (isolatie), isolatie medewerker muren en vloeren, timmerman (isolatie) en schilder (isolatie). In beide clusters verwachten we relatief veel werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen in zonnepanelen, laadpalen en isolatie in 2025 (cluster 1: 15% van de banen, cluster 2: 55% van de banen).
- De skills van timmermannen hangen ook relatief sterk samen met die van elektromonteurs en installateurs zonnepanelen. Het beroep valt daardoor eigenlijk tussen de twee clusters in.
- Daarnaast vragen de beroepen installateur zonnepanelen en het isoleren van muren en vloeren relatief veel overeenkomstige skills.
- De skills die functies gerelateerd aan de voorbereiding van werkzaamheden (administratie, werkvoorbereider) en het management van werkzaamheden (uitvoerder, project manager) vereisen, wijken duidelijk af van de skills die de twee clusters vragen. De scores liggen meestal (ver) boven de waarde 1.

Figuur 5.10 Op skills gebaseerde samenhang tussen beroepen (lage waarde geeft aan dat skills voor 2 beroepen sterk overeenkomen, hogere waarde dat skills minder goed overeenkomen)

	Installateur zonnepanelen	Elektromonteur	Onderhoudsmonteur (PV)	Ventilatie installateur	Grondwerker	Sjouwvers	Dakdekker	Isolatie muur, vloer	Timmerman	Schilder	Werkvoorbereider (isolatie)	Uitvoerder, project manager (isolatie)	Project manager (PV)	Bouwtechnisch expert (PV)	Administratief medewerker
Installateur zonnepanelen (PV)	0														
Elektromonteur (PV, laadpalen, isolatie)	0,4	0													
Onderhoudsmonteur (laadpalen)	0,8	0,5	0												
Ventilatie installateur (isolatie)	0,5	0,4	0,42	0											
Grondwerker (laadpalen)	1,6	1,7	1,7	1,6	0										
Sjouwvers (zonnepanelen)	1,3	1,7	2,1	1,8	1,3	0									
Dakdekker (isolatie)	1,2	1,5	2,3	1,8	1,4	1,1	0								
Isolatie muur, vloer (isolatie)	1,0	1,3	1,9	1,4	1,2	1,0	0,5	0							
Timmerman (isolatie)	0,5	0,7	1,2	1,0	1,2	0,8	0,6	0,4	0						
Schilder (isolatie)	1,3	1,6	2,3	2,0	1,8	1,3	0,8	0,9	0,7	0					
Werkvoorbereider (isolatie)	1,4	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,1	1,8	1,2	1,5	0				
Uitvoerder, project manager (isolatie)	4,0	4,0	4,4	4,7	5,9	5,6	5,5	5,2	4,2	4,5	1,9	0			
Project manager (PV)	1,1	1,2	1,4	1,5	2,4	2,3	2,1	1,8	1,2	6,4	0,6	1,8	0		
Bouwtechnisch expert (PV)	5,2	4,8	4,7	5,6	7,1	7,5	7,5	7,0	5,7	6,4	3,0	1,1	3,0	0	
Administratief medewerker (PV, laadpalen)	5,4	5,8	5,6	6,1	6,8	6,2	6,4	6,6	5,4	5,0	2,7	2,2	3,2	3,2	0

Tabel 5.11 en 5.12 zoomen in op de twee clusters van op skills gebaseerde verwantschapsbanen. Voor het eerste cluster zijn volgens werkgevers en werkenden verschillende vaardigheden en mentale vermogens vaker van (groot) belang dan voor het tweede cluster. Ook zijn er duidelijke verschillen en overeenkomsten zichtbaar. Verschillen zijn bijvoorbeeld dat het eerste cluster (elektromonteur, installateur, etc.) meer skills vereist met betrekking tot het oplossen van uitdagingen (storingen oplossen, repareren, kritisch denken, deductief redeneren, informatie ordenen). Voor het tweede cluster (isolatie medewerker, dakdekker, etc.) zijn fysieke vermogens zoals grove motoriek meer van belang. De werkstijlen die de clusters vragen komen goed overeen.

Tabel 5.11 Belangrijkste skills voor het op skills gebaseerde cluster van de volgende beroepen:
Installateurs zonnepanelen, elektromonteurs, onderhoudsmonteurs laadpalen en monteurs ventilatiesystemen

Vaardigheden • Storingen oplossen • Repareren • Controleren van de kwaliteit • Kritisch denken • Gegevens bijhouden van apparaten • Installeren • Actief luisteren • Apparaten onderhouden • Beoordelen en keuzes maken • Volgen wat er gebeurt (monitoring) • Leesvaardigheid • Complexe problemen oplossen • Spreken • Actief leren • Bedienen en beheren van apparaten • Omgaan met tijd (time management) • Kiezen van materiaal en gereedschap • Coördineren	Mentale vermogens • Problemen herkennen • Toepassen algemene regels in de praktijk (deductief redeneren) • Informatie sorteren • Inbeelden • Luisteren • Van praktijk algemene regels maken (inductief redeneren) • Spreken • Snel dingen herkennen • Leesvaardigheid • Manier van denken aanpassen • Aandacht erbij houden • Herkennen en ordenen
Fysieke vermogens • Dichtbij zien • Precieze bewegingen met handen en vingers • Snelle bewegingen met hand en arm • Een vaste hand/arm hebben • Pols-vinger snelheid • Herkennen van kleuren • Spreken begrijpen • Nauwkeurig bedienen • Lenig zijn • Duidelijk spreken • Grote grove bewegingen	Werkstijlen • Nauwkeurig • Betrouwbaar • Eerlijk • Samenwerken • Verantwoordelijk • Controle over jezelf • Nadenken over informatie (analytisch)

Tabel 5.12 Belangrijkste skills voor het op skills gebaseerde cluster van de volgende beroepen:
Dakdekker, isolatie medewerker muren en vloeren, schilder, timmerman

Vaardigheden • Coördineren • Kritisch denken	Mentale vermogens • Problemen herkennen • Luisteren • Inbeelden • Spreken
Fysieke vermogens • Lenigheid • Spierkracht van de romp • Pos-vinger snelheid • Vaste hand/arm hebben • Evenwicht • Grote grove bewegingen • Dichtbij zien • Nauwkeurig bedienen • Spierkracht zonder beweging • Uithoudingsvermogen • Lichamelijk soepel zijn • Precieze bewegingen van handen en vingers • Ver zien	Werkstijlen • Nauwkeurig • Betrouwbaar • Eerlijk • Samenwerken

5.2.3 Op skills gebaseerde loopbaanpaden

5.2.3.1 Ontwikkelroutes tussen banen waarmee zonnepanelen, laadpalen en geïsoleerde woningen worden gerealiseerd

Binnen de beroepen die betrokken zijn bij het realiseren en onderhouden van laadpalen en zonnepanelen en het isoleren van woningen, zijn verschillende ontwikkelroutes mogelijk. Dit biedt perspectief aan mensen die instromen en voor de vakmensen die al werkzaam zijn in deze functies.

Zoals Figuur 5.10 aangeeft, zijn verschillende ontwikkelroutes mogelijk binnen de twee op skills gebaseerde clusters van beroepen. Een installateur zonnepanelen kan zich, uitgaande van de skills, bijvoorbeeld relatief gemakkelijk door ontwikkelen tot ventilatie installateur of elektromonteur (cluster 1). Uiteraard is er naast het verder ontwikkelen van (aanwezige) skills ook aanvullende kennis nodig. Iemand die muren en vloeren isoleert, kan zich bijvoorbeeld relatief gemakkelijk ontwikkelen tot dakdekker of timmerman (cluster 2).

Ook buiten de twee skills clusters zijn er verschillende overstapmogelijkheden. Voorbeelden zijn de ontwikkelroute installateur zonnepanelen – timmerman en werkvoorbereider – projectmanager. Uiteraard zijn ook andere routes mogelijk die een sterkere ontwikkeling van benodigde skills vragen, zoals de stap naar werkvoorbereider of uitvoerder vanuit verschillende beroepen.

5.2.3.2 Overstapmogelijkheden naar banen waarmee zonnepanelen en geïsoleerde woningen worden gerealiseerd

Het denken vanuit skills ondersteunt intersectorale mobiliteit. Het maakt immers duidelijk dat heel verschillende functies vergelijkbare onderliggende skills kunnen vragen. Om de mogelijkheden die dit biedt te illustreren, is voor 2 functies met relatief veel werkgelegenheid een eerste analyse uitgevoerd.

Eerst hebben we, gebruik makend van de Paskamer, functies in kaart gebracht van waaruit mensen relatief gemakkelijk kunnen overstappen naar het isoleren van muren en vloeren. Zoals Figuur 5.11 toont, komen bijvoorbeeld de skills van afwassers, slachters en vleesverwerkers en werknemers in de was- en stomerij sterk overeen met de skills die de functie isolatiemedewerker muren en vloeren vraagt.



Figuur 5.11 Beroepen die vergelijkbare skills vragen als het beroep isolatiemedewerker muren en vloeren

Om in te stromen in de functie van installateur zonnepanelen, beschikken onder andere postbezorger en sorteemedewerker landbouwproducten over passende skills (Figuur 5.12).



Figuur 5.12 Beroepen die vergelijkbare skills vragen als het beroep installateur zonnepanelen

De bovenstaande analyse is uiteraard een eerste verkenning, die in de toekomst verder kan worden uitgebreid en verdiept. Hierbij kan onder andere worden meegenomen welke skills verder moeten worden ontwikkeld, wat de financiële consequenties van de overstap zijn, en welke kennis moet worden opgedaan door middel van scholing en/of leren op de werkplek.

6 Aandachtpunten en doorontwikkeling aanpak

Bij het interpreteren van onze 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 aantallen banen in kaart te brengen merken we het volgende op:

- Onze berekeningen zijn gebaseerd op de huidige ambities met betrekking tot investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie in Rotterdam. Dit zijn dus niet de investeringen die nodig zijn om lange-termijn klimaatdoelen te halen, daarvoor is waarschijnlijk meer nodig. Het is dus goed denkbaar dat de investeringsambities in Rotterdam de komende jaar omhoog gaan, en daarmee het werkgelegenheidseffect ook groter wordt.
- Onze analyse omvat niet alle voorgenomen investeringen in de energietransitie in Rotterdam, en geeft dus ook in dat opzicht niet een integraal beeld van de werkgelegenheidseffecten van investeren in een duurzame stad. In de toekomst willen we onze analyse uitbreiden naar andere activiteiten binnen de energietransitie, zoals investeringen in het warmtenet, waterstof productie en windenergie. Daarmee ontstaat een completer beeld, met hogere werkgelegenheidseffecten.
- Onze analyse van de impact van (sociale) innovatie op werkgelegenheid is gebaseerd op informatie verkregen uit een serie interviews; het biedt daarmee een eerste inzicht maar dit onderwerp verdient in de toekomst nader onderzoek.
- De inschatting van de hoeveelheid werk aangaande woningisolatie werd gehinderd door gebrek aan gedetailleerde data over de energetische kwaliteit van de woningvoorraad en de gerealiseerde en voorgenomen investeringen door particuliere woningeigenaren. Noodzakelijkerwijs hebben we daarom een aantal aannames moeten maken (bijv. over de verdeling laag- versus hoogbouw), hetgeen maakt dat onze analyse op dit punt nog aan precisie kan winnen. In mindere mate geldt dit ook voor zonnepanelen, waar we de analyse nog verder zouden kunnen differentiëren als we betere data zouden hebben over bijvoorbeeld het type dak per gebouw en de mogelijke toepassing van zonnepanelen in gevels op termijn.
- Niet alle banen in onze berekening worden vervuld door Rotterdammers; ons model is niet geschikt om dit te specificeren. Uit onze interviews met experts is gebleken dat met name bij het isoleren van woningen in Rotterdam, bedrijven en werknemers uit andere regio's van Nederland zijn betrokken. Oftewel, de duurzame investeringen in Rotterdam genereren ook banen voor mensen buiten Rotterdam.

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 (profiel beschrijvingen), interviews en informatie in vacatures. De verwachting is daarnaast dat in de toekomst de Nederlandse skills taal Competent-NL, die op dit moment wordt ontwikkeld, kan worden gebruikt.

- Niet alle beroepen zijn beschreven in O*NET. Daarnaast moesten we voor verschillende beroepen aannames maken over het best passende O*NET profiel. De werkgelegenheid in de functies die niet door O*NET worden beschreven was relatief beperkt. 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.
- In toekomstig zouden we graag een efficiënte aanpak voor het toetsen en aanvullen van (ontbrekende) skills beschrijvingen ontwikkelen, evenals een methodologie om de verandering in skills in grote groepen beroepen mee te nemen.
- 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.

7 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 lokale investeringen in energiebesparing en duurzame energie. We hebben ons gericht op investeringen in zonnepanelen, woningisolatie, en laadpalen.

Onze aanpak is 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 eenheid technologie het aantal banen per geïnstalleerd volume of vermogen (aantallen zonnepanelen / laadpalen / geïsoleerde huizen) berekenen. De tweede methode is een Input-Output analyse waarbij de investeringen in zonnepanelen / laadpalen / geïsoleerde huizen 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 in het meest realistische scenario de voorgenomen investeringen in laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie in Rotterdam, ten opzichte van 2020, leiden tot extra werkgelegenheid ter omvang van ongeveer 130-200 voltijdsbanen per 2025 en 315-500 voltijdsbanen per 2030. In het rapport laten we zien dat dit in het optimistische Hoog scenario kan oplopen tot ongeveer 600-1.000 voltijdsbanen per 2030. Het overgrote deel van deze toename in werkgelegenheid wordt gegenereerd door investeringen in woningisolatie, een klein deel door investeringen in zonnepanelen terwijl investeringen in laadpaalinfrastructuur lokaal slechts een heel klein werkgelegenheidseffect sorteert.

Deze aantallen lopen uiteraard verder op als we in toekomstig onderzoek ook zouden kijken naar andere activiteiten binnen de energietransitie, zoals investeringen in het warmtenet, waterstofproductie en windenergie. Daarnaast is het goed denkbaar dat de investeringsambities in Rotterdam aangaande duurzame energie de komende jaren omhoog gaan, en daarmee het werkgelegenheidseffect ook groter wordt.

In onze analyse maken we voor elk van de drie duurzame technologieën ook een inschatting van de mogelijke impact van technologische en sociale innovatie op de groei van de werkgelegenheid. Volgens onze inschatting leidt met name sociale innovatie in werkprocessen tot een totale besparing van 67-172 voltijdsbanen. Dat komt overeen met ongeveer 10% van het totaal aantal banen dat er zou zijn zonder innovatie en, afhankelijk van het scenario, met 14-53% van het aantal nieuwe banen dat er bij zou zijn gekomen als er geen innovatie was. De meeste innovatie in werkprocessen is de komende jaren te verwachten bij laadpalen.

Onze aanpak biedt de mogelijkheid om het aantal banen te verbinden aan de skills die de banen vragen, zowel voor individuele beroepen als voor groepen van beroepen en de

werkgelegenheid in het totaal. Doordat in de huidige analyse veel verschillende beroepen zijn betrokken bij het uitvoeren van de werkzaamheden, zijn voor de totale werkgelegenheid, nu en in de toekomst, uiteenlopende skills van belang. Naast een algemeen beeld van de belangrijkste skills voor de totale werkgelegenheid, hebben we daarom ook clusters van op skills gebaseerde verwantschapsbanen geïdentificeerd. De clusters verschillen ten aanzien van het aantal vereiste skills, met name wat betreft de vaardigheden en mentale vermogens.

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 de huidige vakmensen en toekomstige instromers in beroepen gerelateerd aan de energietransitie. En hiermee mogelijk voor beleid gericht op de beschikbaarheid van voldoende personeel voor het realiseren van de energietransitie en voor beleid dat leven lang ontwikkelen faciliteert.

Daarmee sluit onze analyse aan op een aantal observaties die de Sociaal Economische Raad maakt in haar advies over de rol van de arbeidsmarkt in het vormgeven van de energietransitie (SER 2018). Daarin wordt onder meer geconstateerd dat de nieuwe banen die ontstaan door investeringen in de energietransitie vaak niet naadloos aansluiten op het werk dat mensen nu doen, en dat wellicht verdwijnt. De SER ziet het als een nadrukkelijke opgave aan sociale partners en overheid samen om dat wél passend te maken. Volgens de SER dienen de kansen op de arbeidsmarkt regionaal te worden bekeken en benut, omdat mensen veelal zoeken naar werk en scholing in de regio waarin ze wonen. Samenwerking tussen werkgevers- en werknemersorganisaties, overheden en regionale organisaties cruciaal voor het succes.

De resultaten van deze studie bevestigen dat de energietransitie inderdaad leidt tot nieuwe banen op lokaal niveau, maar laten ook zien dat we ons niet te snel rijk moeten rekenen op de lokale arbeidsmarkt in Rotterdam. Enerzijds omdat het aantal extra banen relatief beperkt is; voor laadpalen, zonnepanelen en woningisolatie samen gaat het in Rotterdam eerder om honderden dan om duizenden banen. Anderzijds omdat 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

- 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).
- 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).

Bijlage A. Kengetallen Employment Factor model

A.1. Laadpalen

Tabel A.1 Kengetallen laadpalen

	Scenario		
	MIDDEN	LAAG	HOOG
Publieke laadpalen op straat (1 laadpaal = 2 laadpunten)			
▪ # Nieuwe laadpalen p/j in 2020-21	342 (2020); 375 (2021)	Idem	Idem
▪ Groei # nieuwe laadpalen p/j (2022-2030)	10%; equivalent aan 1500 extra laadpalen tussen 2021-mid 2024	5%	15%
▪ # Nieuwe laadpalen p/j in 2030	883	583	1.319
▪ Cumulatieve capaciteit in 2020	1.425 laadpalen (=2.850 laadpunten)	Idem	Idem
▪ Cumulatieve capaciteit in 2030	7.399	6.151	9.037
▪ Publieke/Private laadpalen (nieuwe laadpalen)	70/30 in 2020, tendeert naar 50/50 in 2030 omdat bedrijven als RET, PostNL etc. gaan opschalen	idem	idem
Private laadpalen			
▪ # Nieuwe laadpalen p/j (2020-21); startwaarde	179 (2020); 223 (2021)	Idem	Idem
▪ Groei # nieuwe laadpalen p/j (2022-2030)	~20%; afgeleid van verhouding publiek/ privaat, zie hierboven.	~16%; afgeleid van verhouding publiek/ privaat, zie hierboven	~25%; afgeleid van verhouding publiek/ privaat, zie hierboven
▪ # Nieuwe laadpalen p/j (2030)	1.168	844	1.640
▪ Cumulatieve capaciteit (2020); startwaarde	569	Idem	Idem
▪ Cumulatieve capaciteit (2030)	6.519	5.389	8.027
Snelladers			
▪ Nieuwe laadpalen p/j (2021) - startwaarde	2 (2021)	Idem	Idem
▪ Nieuwe laadpalen p/j (2022-2030) als % van totaal # nieuwe publieke laadpalen	Oplopend van 0,5% in 2020 tot 3% in 2030	idem	idem
▪ Cumulatieve capaciteit (2020) - startwaarde	14	Idem	Idem
▪ Cumulatieve capaciteit (2030)	171	221	136

Tabel A.1 (vervolg) Kengetallen laadpalen

	Scenario		
	MIDDEN	LAAG	HOOG
Laadpleinen			
(1 laadpaal = 2 laadpunten)			
Nieuwe laadpalen p/j (2022-2030) als % van totaal # nieuwe publieke laadpalen	1% in 2021; 2,5% in 2022 en 2023; naar 5% in 2024-2030.	idem	idem
Aantal laadpalen per laadplein	3 (2020); 10 (2030)	idem	idem
Cumulatieve capaciteit (2020) - startwaarde	16 palen, 5 pleinen	Idem	Idem
Cumulatieve capaciteit (2030)	277 palen, 28 pleinen	217 palen, 22 pleinen	359 palen, 36 pleinen
Openbare parkeergarage en P&R terreinen			
(1 laadpaal = 2 laadpunten)			
▪ # Nieuwe laadpalen p/j in 2020-21	45 (2020); 91 (2021)	Idem	Idem
▪ Groei # nieuwe laadpalen p/j (2022-2030)	10%;	5%	15%
▪ # Nieuwe laadpalen p/j in 2030	215	141	320
▪ Cumulatieve capaciteit in 2020	121 laadpalen (=242 laadpunten)	Idem	Idem
▪ Cumulatieve capaciteit in 2030	1.569	1.262	1.965

Bronnen laadpalen:

- Gemeente Rotterdam (2020). Feiten en cijfers Elektrisch rijden Rotterdam (2020). Verkregen via [Elektrisch rijden | Rotterdam.nl](#)
- Informatie aantal snelladers in en aantal laadpleinen in Rotterdam op [Elektrisch rijden | Rotterdam.nl](#)
- Gemeente Rotterdam (2021). Laadstrategie Rotterdam (conceptversie v0.941 d.d. 4 maart 2021). Later gepubliceerd als: *Strategie Laadinfrastructuur 2021-2030 Positief geladen*; te raadplegen via [Elektrisch rijden | Rotterdam.nl](#)
- Gemeente Rotterdam (2020). Kader voor de plaatsing van laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen. Verkregen via [Elektrisch rijden | Rotterdam.nl](#)
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019). Prognose Laadinfrastructuur. Den Haag, RVO.

A.2. Zonnepanelen

Tabel A.2 Kengetallen zonnepanelen.

	Scenario		
	MIDDEN	LAAG	HOOG
Totaal zonnepanelen Rotterdam			
▪ # zonnepanelen (2020); startwaarde	207.500*	Idem	Idem
▪ Opgesteld vermogen (MWp; 2020); startwaarde	63**	Idem	Idem
▪ Groei opgesteld vermogen p/j (2021-2030)	10% extra MWp	5% extra MWp	20% extra MWp
▪ Gem. vermogen (Wp) per zonnepaneel (2018-2030)	330 Wp	Idem	Idem
▪ # Nieuwe zonnepanelen p/j in 2030	169.890	106.693	405.559
▪ Nieuw opgesteld vermogen p/j (MWp) in 2030	56	26	134
▪ Cumulatief # geïnstalleerde zonnepanelen (2030)	1.355.791	1.072.545	2.247.852
▪ Cumulatief opgesteld vermogen (MWp; 2030)	442	349	737
▪ Werktitel scenario	Groei naar ~500 MWp in 2030	Autonome groei richting 350 MWp in 2030***	Groei richting doel van 750 MWp in 2030 [~2 x autonome groei]

* Bron: [Zonne-energie | Rotterdam.nl](https://www.rotterdam.nl/zonne-energie) (mei 2020)

** Bron: Berekening TNO o.b.v. Startnota versnelling Zonne-energie; 102.000 zonnepanelen in 2018 met een gemiddeld vermogen van 280 Wp + (207.500 – 102.000 zonnepanelen) met een gemiddeld vermogen van 330 Wp.

*** Bron: Berekening TNO o.b.v. Startnota versnelling Zonne-energie (gemeente Rotterdam, 2019)

Bronnen investeringsplannen zonnepanelen:

- Gemeente Rotterdam (2020). Programmaplan Zonenergie 2021-2024. De zon is voor iedereen. (Conceptversie d.d. 20 oktober 2020).
- Gemeente Rotterdam (2020). Rotterdams Duurzaamheidskompas.
- Sobolt BV (2020). Zon op daken 2020
- Sobolt BV (2019). Netto potentie zonne-energie in Rotterdam.
- Gemeente Rotterdam (2019). Rotterdams Klimaatakkoord.
- Gemeente Rotterdam (2019). Startnota versnelling zonne-energie.
- DNE Research (2021). Dutch Solar trend report 2021.

A.3. Woningisolatie

Tabel A.3 Kengetallen woningisolatie.

	Scenario		
	MIDDEN	LAAG	HOOG
Verduurzaming van label C of lager naar label B			
▪ # renovaties van label C of lager naar label B in 2020	3.781	Idem	Idem
▪ Groei # renovaties p/j; % extra renovaties (2021-30)	5%	2%	8%
▪ # renovaties van label C of lager naar label B in 2030	6.466	4.981	8.332
▪ Cumulatief # renovaties (2030)	56.208	49.421	64.163
▪ # woningen label C of lager in 2030	44.843	51.629	36.887
▪ Aandeel renovaties particulier eigendom	15% van totaal	Idem	Idem
Verduurzaming van label B naar label A			
▪ # renovaties van label C of lager naar label B in 2020	2.619	Idem	Idem
▪ Groei # renovaties p/j; % extra renovaties (2021-30)	5%	2%	8%
▪ # renovaties naar label A in 2030	4.480	3.451	5.772
▪ Cumulatief # renovaties (2030)	38.940	34.238	44.451
▪ # woningen label A in 2030	65.224	60.523	70.736
▪ Aandeel renovaties particulier eigendom	15% van totaal	Idem	Idem

Genoemde cijfers betreffen totaal aantal geschatte renovaties, waarvan 15% huizen in particulier eigendom en 85% corporatiewoningen.

Bijlage B. Kengetallen Input-output model

We nemen we aan dat 50,3% van de panelen via kleinschalige projecten worden geplaatst en 49,7% via grootschalige gebouw gebonden projecten. Om tot deze getallen te komen maken we gebruik van data van het CBS en TKI Urban Energy (2021)

Het CBS geeft voor gemeente Rotterdam en voor Nederland in 2020 het aantal gebouwen per gebouw type. TKI Urban Energy (2021) geeft per gebouw type het totaal aantal km² dak oppervlakte in Nederland. In combinatie met gegevens van het CBS kan per gebouw type in Nederland het gemiddeld aantal km² dakoppervlakte berekend worden. Via deze kengetallen is het totaal aantal km² dakoppervlakte per gebouw type in Rotterdam berekend (zie Tabel B.1).

Tabel B.1 Berekening van totaal aantal km² dakoppervlakte per gebouwtype in Rotterdam, gebruik makend van externe data.

Type gebouw	Aantal gebouwen in Rotterdam	Aantal gebouwen in Nederland	Totaal km ² dakoppervlakte per gebouw type in Nederland	Gemiddeld km ² dakoppervlakte voor 1 gebouw per gebouw type	Totaal km ² dakoppervlakte per gebouw type in Rotterdam
	<i>Bron: CBS</i>	<i>Bron: CBS</i>	<i>Bron: TKI Urban Energy</i>	<i>Bron: Eigen berekening</i>	<i>Bron: Eigen berekening</i>
Woning	315,565	7,891,786	500.50	0.00006	20.01
Commerciële utiliteit	11,368	360,277	145.50	0.00040	4.59
Publieke utiliteit	1,145	36,742	31.00	0.00084	0.97
Industrie	9,164	198,966	174.00	0.00087	8.01
Overig	11,471	551,574	299.00	0.00054	6.22

Wanneer percentages over het km² dakoppervlakte in Rotterdam worden berekend, komt dit neer op 50.3% via kleinschalige projecten (woningen) en 49,7% via grootschalige gebouw gebonden projecten (Commerciële utiliteit, Publieke utiliteit, Industrie en overig).

Tot slot, merk op dat de classificatie van woningtypes in de twee bronnen verschilt. In Tabel B.2 is aangegeven hoe de verschillende classificaties zijn geaggregeerd tot de classificatie zoals gebruikt in Tabel B.1.

Tabel B.2 Koppeling tussen de verschillende woningtype classificaties gebruikt in externe bronnen en eigen berekening.

Woningtype classificatie voor eigen berekening	Woningtype classificatie CBS	Woningtype classificatie TKI Urban Energy (2021)
Woning	Woningen	Grondgebonden woningen + 50% van gestapelde bouw
Commerciële utiliteit	Kantoor, Logies, Sport, Winkel	50% van gestapelde bouw + Commerciële utiliteit
Publieke utiliteit	Cel, Gezondheidszorg, Onderwijs	Publieke utiliteit
Industrie	Industrie	Industrie gebouwen
Overig	Bijeenkomst, Overig gebruik, Meerdere functies	Grote bijgebouwen, Kleine bijgebouwen, Overige daken

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