



CO₂-effecten klimaatbeleid 's-Hertogenbosch

Achtergrondrapport



CE Delft

Committed to the Environment

CO₂-effecten klimaatbeleid 's-Hertogenbosch

Dit rapport is geschreven door: Jasper Schilling, Florian Hesselink, Fenneke van de Poll en Sander Raphaël

Delft, CE Delft, augustus 2023

Publicatienummer: 23.220453.122a

Opdrachtgever: Gemeente 's-Hertogenbosch

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

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

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

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

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Methode	5
	2.1 Over het CEGEM-model	5
	2.2 Huidige emissies	6
3	CO ₂ -prognose zonder gemeentelijk beleid	9
	3.1 Alle sectoren	10
	3.2 Gebouwde omgeving	11
	3.3 Industrie	14
	3.4 Mobiliteit	14
	3.5 Landbouw	16
4	Bijdrage gemeentelijk beleid	17
5	Aanvullende beleidsmaatregelen	18
	Referenties	30



1 Inleiding

Dit achtergrondrapport is een bijlage bij de werkzaamheden die CE Delft voor de gemeente 's-Hertogenbosch heeft uitgevoerd. Deze werkzaamheden hebben geleid tot het rapport 's-Hertogenbosch klimaatneutraal'.

In dit rapport geven we extra achtergrondinformatie behorende bij de rapportage:

- Hoofdstuk 2 beschrijft de methode en werkwijze op hoofdlijnen waarmee we tot de resultaten zijn gekomen.
- Hoofdstuk 3 beschrijft de achtergrondinformatie en aannames van de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid.
- Hoofdstuk 4 beschrijft hoe de bijdrage van het huidige gemeentelijk beleid is meegenomen op basis een eerder uitgevoerde studie van Arcadis.
- Hoofdstuk 5 beschrijft de achtergrondinformatie en aannames van de potentiële aanvullende beleidsmaatregelen.

2 Methode

Dit hoofdstuk gaat in op de methode die we hebben gebruikt om tot de resultaten te komen. We gaan allereerst in op het CEGEM-model. Vervolgens bespreken we hoe we de huidige emissies hebben bepaald en welke bronnen we hiervoor hebben gebruikt.

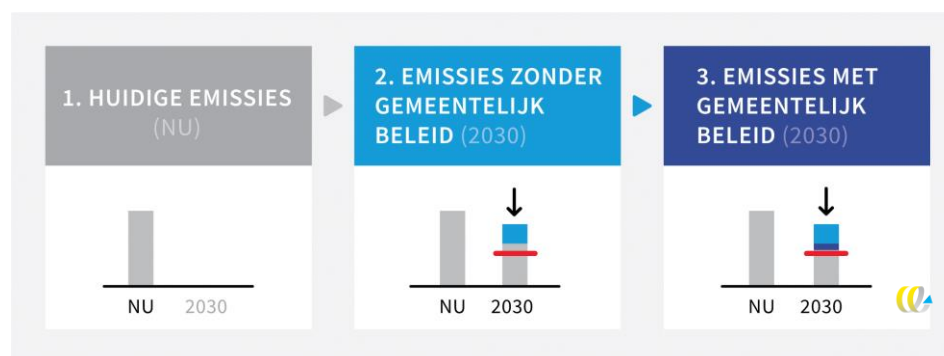
2.1 Over het CEGEM-model

CE Delft heeft het [Gemeentelijk Emissiereductie Model \(CEGEM\)](#) ontwikkeld om gemeentelijk klimaatbeleid te monitoren. Met het model kunnen we het klimaatbeleid van gemeenten doorrekenen en een prognose maken van de broeikasgasemissies in de toekomst. Het CEGEM-model sluit aan bij de landelijke monitoring door het PBL in de Klimaat en Energieverkenning (KEV).

Een onderzoek in drie stappen

Het CEGEM-model is opgebouwd aan de hand van drie stappen, zie Figuur 1. De eerste stap is het in kaart brengen van de huidige emissies, zodat we weten wat het startpunt is. Ook bepalen we de emissies in 1990, omdat de klimaatdoelstelling van het Rijk zijn geformuleerd ten opzichte van de emissies in het jaar 1990. Vervolgens bepalen we de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid. Dit geeft inzicht in wat de emissies in 2030 zullen zijn als de gemeente geen beleidsmaatregelen zou nemen. In de derde stap bekijken we wat het effect is van beleidsmaatregelen die de gemeente heeft genomen of van plan is om te nemen.

Figuur 1 - Overzicht van de gemaakte stappen in de doorrekening



Sectoren

In dit onderzoek presenteren de CO₂-emissies voor verschillende sectoren. Voor wat betreft de sectorindeling sluiten we aan bij de [Regionale klimaatmonitor](#). De Regionale Klimaatmonitor presenteert in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat cijfers en trends in de energietransitie.

Het gaat om de volgende vier sectoren:

1. Gebouwde omgeving, bestaande uit:
 - diensten;
 - huishoudens.
2. Industrie.
3. Mobiliteit.
4. Landbouw.

De KEV van het PBL presenteert naast deze vier sectoren ook emissies voor de sectoren ‘Elektriciteit’ en ‘Landgebruik’. In tegenstelling tot de KEV (en het nationale Klimaat-akkoord) presenteren wij ‘Elektriciteit’ niet als aparte sector, maar nemen we de emissies mee in de sectoren die deze elektriciteit verbruiken. De emissies van ‘Landgebruik’ waren voorheen geen onderdeel van het oorspronkelijke nationale streefdoel van 49% CO₂-reductie in 2030. Met de aanscherping in het coalitieakkoord van het nationale streefdoel naar 55% reductie, zijn deze emissies wel een integraal onderdeel geworden van het nationale streefdoel (PBL, 2022b). CO₂-emissies gerelateerd aan landgebruik zijn echter niet op gemeentenniveau beschikbaar. Daarom laten we deze emissies in dit onderzoek buiten beschouwing.

Broeikasgasemissies uit bunkerbrandstoffen voor de internationale lucht- en scheepvaart worden beleidsmatig niet aan Nederland toegerekend en tellen niet mee voor de Nederlandse emissiedoelen (PBL, 2022b). Deze emissies laten we in dit onderzoek (net zoals in de KEV) dan ook buiten beschouwing.

2.2 Huidige emissies

In deze paragraaf beschrijven we hoe we de huidige emissies en de emissies in 1990 bepalen.

Keuze van het basisjaar

De meest recent beschikbare emissiecijfers tijdens de uitvoering van dit onderzoek zijn die van 2020. De CO₂-emissies in 2030 zijn altijd berekend op basis van de emissiereductie ten opzichte van 2020.

Daarnaast laten we in de prognose ook de historische cijfers van de jaren 1990, 2015 en 2019 zien om zo meer inzicht te geven in de historische en recente ontwikkeling van de emissies van de gemeente.

CO₂-emissies: Verbruiksbenadering

Om de CO₂-emissies van de gemeente te bepalen, hebben we de gegevens over het energiegebruik (gas, elektriciteit, warmte en voertuigbrandstoffen) van de verschillende sectoren gebruikt uit de Regionale Klimaatmonitor.

In lijn met de Regionale Klimaatmonitor zijn wij voor het berekenen van CO₂-emissies uitgegaan van de ‘verbruiksbenadering’. De verbruiksbenadering, in tegenstelling tot de bronbenadering, wijst de emissies toe aan de locatie waar energie wordt gebruikt, in plaats van waar deze wordt geproduceerd. De verbruiksbenadering neemt dus de emissies van warmte en elektriciteit die in de gemeente verbruikt wordt mee, en laat eventuele CO₂-emissies van elektriciteits- en warmteproductie op grondgebied van de gemeente (de zogenaamde ‘puntbronemissies’) buiten beschouwing (Rijksoverheid, lopend-b).

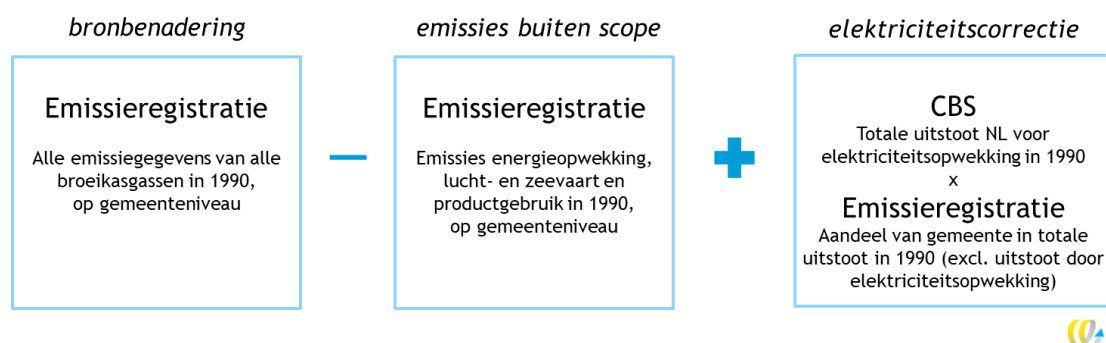
Met behulp van CO₂-emissiefactoren (verkregen uit de Regionale Klimaatmonitor) hebben we het verbruik van gas, elektriciteit, warmte en voertuigbrandstoffen omgerekend naar CO₂-emissies.

Emissies in 1990

De [Emissieregistratie](#) geeft inzicht in gemeentelijke emissies van 1990 op een dataportaal (Rijksoverheid, lopend-a). Echter volgt de rapportagemethode van de Emissieregistratie de bronbenadering. Omdat we de verbruiksbenadering hanteren bij het bepalen van de gemeentelijke emissies, is een bewerkingstap nodig.

Een correctie is met name nodig voor de emissies van elektriciteitsproductie. Zonder correctie is de uitstoot van gemeenten met een elektriciteitscentrale op het grondgebied namelijk onevenredig hoog. Daarom bepalen we eerst hoeveel procent van de Nederlandse emissies in 1990 in de gemeente werd uitgestoten, exclusief emissies gerelateerd aan de productie van elektriciteit. Dit aandeel gebruiken we als verdeelsleutel voor de totale Nederlandse emissies voor elektriciteitsverbruik in 1990. Deze uitstoot tellen we weer op bij de uitstoot in de gemeente. In Figuur 2 geven we de methode weer.

Figuur 2 - Methode bepalen gemeentelijke emissies in 1990



Naast de elektriciteitsbewerking filteren we enkele categorieën zoals landgebruik, zee-scheepvaart en luchtvaart uit de data van de Emissieregistratie. Omdat hiervoor op nationaal en internationaal niveau andere boekhoudings- en emissiereductieafspraken zijn gemaakt, rekenen we dit niet toe aan de gemeente zelf.

Databronnen

Tabel 1 geeft de uitgangspunten en de informatiebronnen per sector weer. In het geval dat bepaalde data niet bekend waren, hebben we geïnterpoleerd op basis van de jaren waarover de data wel beschikbaar waren.

Tabel 1 - Uitgangspunten en informatiebronnen per sector voor het bepalen van de huidige emissies

Sector	CO ₂	
	Categorie uit de Regionale klimaatmonitor	Opmerkingen/correcties
Gebouwde omgeving	<ul style="list-style-type: none"> – Woningen 	Gecorrigeerd met CO ₂ -emissies van elektrisch vervoer ¹ : <ul style="list-style-type: none"> – personenauto's; – tweewielers en brommobielen.
	<ul style="list-style-type: none"> – Commerciële dienstverlening: <ul style="list-style-type: none"> • handel (SBI G); • vervoer en opslag (SBI H); • horeca (SBI I); • informatie en communicatie (J); • financiële dienstverlening (K); • verhuur en handel van onroerend goed (SBI L); • specialistische zakelijke diensten (SBI M); • verhuur en overige zakelijke diensten (SBI N). 	Gecorrigeerd met CO ₂ -emissies van elektrisch vervoer: <ul style="list-style-type: none"> – autobussen; – bestelauto's; – zware bedrijfsvoertuigen, excl. bestelbussen; – binnenvaart; – recreatievaart; – spoorvervoer; – mobiele werktuigen.
	<ul style="list-style-type: none"> – Publieke dienstverlening: <ul style="list-style-type: none"> • openbaar bestuur en overheidsdiensten (SBI O); • onderwijs (SBI P); • gezondheids- en welzijnszorg (SBI Q); • cultuur, sport en recreatie (SBI R); • overige dienstverlening (SBI S); • extraterritoriale organisaties (SBI U). 	
Mobiliteit	<ul style="list-style-type: none"> – Wegverkeer: <ul style="list-style-type: none"> • personenauto's; • bestelauto's; • zware bedrijfsvoertuigen, excl. autobussen; • autobussen; • tweewielers en brommobielen. – Mobiele werktuigen. – Binnenvaart. – Recreatievaart. – Railverkeer. 	Aangevuld met CO ₂ -emissies van elektrisch vervoer (berekend op basis van Klimaat- en Energieverkenning 2021).
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> – Delfstoffenwinning (SBI B). – Industrie (SBI C). – Energievoorziening (SBI D). – Waterbedrijven en afvalbeheer (SBI E). – Bouwnijverheid (SBI F). 	
Landbouw	<ul style="list-style-type: none"> – Landbouw, bosbouw en visserij (SBI A). 	

¹ Deze correctie hebben we gedaan om dubbel telling met de sector 'Mobiliteit' te voorkomen.

3 CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid

Ook zonder gemeentelijk beleid blijven de emissies in 's-Hertogenbosch niet constant. Nationaal beleid en autonome ontwikkelingen zorgen voor een afname van de jaarlijkse emissies, terwijl groei van het aantal inwoners en gebouwen zorgt voor een toename. In deze paragraaf laten we zien hoe de emissies in 's-Hertogenbosch richting 2030 ontwikkelen zonder gemeentelijke inspanningen. Dit noemen we de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid. De gemeente heeft geen of zeer beperkt invloed op de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid. In de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid onderscheiden we drie typen oorzaken: nationaal beleid, autonome ontwikkelingen en bevolkingsontwikkeling van de gemeente. Een overzicht van de ontwikkelingen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid staat in Tabel 2.

Tabel 2 - Overzicht van ontwikkelingen die worden meegenomen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid

Sector	Nationaal beleid	Autonome ontwikkelingen	Bevolkingsontwikkeling
Alle sectoren	<ul style="list-style-type: none"> – Daling emissiefactor elektriciteit. 		
Gebouwde omgeving	<ul style="list-style-type: none"> – Energiebesparingsplicht bedrijven en instellingen. – Label C-verplichting kantoren. 	<ul style="list-style-type: none"> – Afname aantal graad-dagen. – Elektriciteitsverbruik huishoudens. 	<ul style="list-style-type: none"> – Nieuwbouwwoningen en dienstensector.
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> – KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik. 		
Mobiliteit	<p>Al het nationale en Europese mobiliteitsbeleid dat in de KEV als 'vastgesteld' of 'voorgenomen' was bestempeld, nemen wij mee. Bijvoorbeeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> – subsidies elektrisch rijden; – Europese voertuig-normeringen; – ZE-zones stadslogistiek. 	<p>Autonome ontwikkelingen conform de aannames van de KEV maken onderdeel uit van de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid. Dit houdt bijvoorbeeld in:</p> <ul style="list-style-type: none"> – veranderende verkeersvolumes door demografische en sociaaleconomische ontwikkelingen; – verjonging wagenpark. 	<ul style="list-style-type: none"> – Bevolkingsontwikkeling.
Landbouw	<ul style="list-style-type: none"> – KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik. 		

Tekstbox 1 - Nationaal beleid gebaseerd op Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022

Om de CO₂-effecten van nationaal beleid en autonome ontwikkelingen op de toekomstige emissies in 's-Hertogenbosch in te schatten, baseren we ons primair op de [Klimaat- en Energieverkenning 2022](#) (PBL, 2022b). De KEV geeft inzicht in de ontwikkelingen van de broeikasgasemissies in Nederland en de bijdrage van het nationale klimaat- en energiebeleid hieraan. De KEV 2022 is in november 2022 gepubliceerd. Hierin is het vastgestelde en voorgenomen beleid meegenomen, dat op 1 mei 2022 beschikbaar was, officieel was medegedeeld en concreet genoeg uitgewerkt. Dit zijn bijvoorbeeld de BENG-bouweisen, de SDE++-subsidieregeling, de uitfasering van alle E-, F- en G-labels van sociale huurwoningen en CO₂-minimumprijzen in de industrie en elektriciteitssector. Twee landelijke aangekondigde maatregelen voor de gebouwde omgeving zijn niet meegenomen, omdat de uitwerking ervan volgens het PBL nog niet concreet genoeg was. Dit zijn de normering van hybride warmtepompen vanaf 2026 en de bijmenging van groengas. Deze maatregelen zijn dus nog niet meegenomen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid.

Het PBL geeft de KEV één keer per jaar een update. Het is niet mogelijk om nieuwe beleidsontwikkelingen sinds 1 mei 2022 mee te nemen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid.

In de volgende paragrafen beschrijven we per sector welke ontwikkelingen meegenomen worden in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid.

3.1 Alle sectoren

Een ontwikkeling die voor alle sectoren van belang is, is de daling van de emissiefactor van elektriciteit. Dat lichten we hierna toe.

Daling emissiefactor elektriciteit

De nationale CO₂-emissiefactor van elektriciteit is aan het dalen door onder meer de afspraken in het Klimaatakkoord. In de KEV heeft het PBL berekend wat de emissiefactor zal zijn in 2030 (zie Tabel 3).

Tabel 3 - Emissiefactor elektriciteit (kg/kWh)

Jaar	Emissiefactor (kg CO ₂ /kWh)	Bron
2020	0,29	(CBS, 2022a)
2030	0,07	(PBL, 2022b)

We vermenigvuldigen deze emissiefactor met de prognose van de elektriciteitsvraag in 2030, waarbij we rekening hebben gehouden met autonome besparing. In 2030 leiden de ontwikkelingen op de elektriciteitsvraag en de daling van de emissiefactor van elektriciteit tot een CO₂-besparing van 148 kton ten opzichte van 2020. Dit komt overeen met een reductie van 20% van de totale emissies van de gemeente 's-Hertogenbosch.

Het terugdringen van de emissiefactor van het elektriciteitsnet is een nationale ontwikkeling, waar de gemeente 's-Hertogenbosch ook een verantwoordelijkheid in heeft. Met gemeentelijke of regionale inspanningen (bijvoorbeeld de Regionale Energiestrategie) draagt 's-Hertogenbosch bij aan het CO₂-neutraal maken van elektriciteit.



3.2 Gebouwde omgeving

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we voor de sector ‘Gebouwde omgeving’ meenemen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid.

Energiebesparingsplicht bedrijven en instellingen uit de Wet milieubeheer

Het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) verplicht bedrijven en instellingen om alle energiebesparende maatregelen te nemen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder: de energiebesparingsplicht. De energiebesparingsplicht geldt voor locaties van bedrijven en instellingen met een jaarlijks verbruik vanaf 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m³ aardgas (of een equivalent daarvan) (RVO, 2023b).

(TNO, 2021b) heeft de verwachte effecten van de energiebesparingsplicht in beeld gebracht. Uit deze studie blijkt dat 89% van de dienstensector behoort tot de doelgroep van de energiebesparingsplicht. Het gemiddelde besparingspotentieel voor gas bedraagt 14% en het gemiddelde besparingspotentieel voor elektriciteit bedraagt 6% in 2030 ten opzichte van 2020.

Sinds 1 juli 2023 is de energiebesparingsplicht uitgebreid en valt een bredere groep bedrijven hieronder. De verplichting heet nu ‘Verduurzaming van het energiegebruik’ en geldt nu ook voor vergunningsplichtige inrichtingen, bedrijven die meedoen met CO₂-emissiehandel (EU ETS) en glastuinbouw inrichtingen (deze waren voorheen uitgezonderd van verplichtingen).² Er zijn echter nog geen studies gedaan naar het effect hiervan op het energiegebruik of de CO₂-emissies.

Label C-verplichting kantoren

In het Bouwbesluit 2012 staat dat kantoorgebouwen per 1 januari 2023 minimaal energie-label C (oftewel een primair energiegebruik van maximaal 225 kWh/m²/jaar) moeten hebben. Als een gebouw dan niet aan de eisen voldoet, mag het niet meer als kantoor worden gebruikt (RVO, lopend).

In de gemeente 's-Hertogenbosch zijn 1/207 kantoren, waarvan vermoedelijk of zeer waarschijnlijk 815 labelplichtig zijn. Van deze labelplichtige kantoren hebben er 432 nog geen label of een energielabel lager dan C, zie Tabel 4. Dat is 36% van alle kantoren in de gemeente.

² www.zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2023-111.html

Tabel 4 - Labelverdeling van de labelplichtige kantoren in 's-Hertogenbosch

Energielabel	Aantal 'zeer waarschijnlijk' of 'vermoedelijk' labelplichtige kantoren in 's-Hertogenbosch
Label A of hoger	171
Label B	113
Label C	99
Label D	31
Label E	14
Label F	12
Label G	48
Nog geen label/label onbekend	327
Totaal	815

Bron gegevens: (RVO, 2023a).

Bij de 327 kantoren schatten we het label in aan de hand van het bouwjaar, waarbij alle kantoren gebouwd voor 1991 Label D zijn of lager. Van de kantoren zonder label, die gebouwd zijn in 1992 of later, gaan we ervan uit dat deze de kwaliteit van minimaal Label C of beter hebben.

We berekenen de energiebesparing op basis van dit oppervlakte en energieverbruikscijfers van kantoren per schillabel van een studie van TNO (Sipma, 2022). Daarbij gaan we ervan uit dat het niveau na renovatie Label C is. Dit is een pessimistische aanname, aangezien de renovatie ook tot Label B of A kan gaan.

Als alle kantoren die 'zeer waarschijnlijk' of 'vermoedelijk' labelplichtig zijn en (naar schatting) Label C of lager hebben, kan er ongeveer 2,6 miljoen m³ gas en 8,0 miljoen kWh elektriciteit bespaard worden. Dit levert een besparing op van respectievelijk 33 en 16% van het oorspronkelijke verbruik.

Afname aantal graaddagen

Het wordt steeds warmer in Nederland. Gemiddeld zijn de winters in de periode 1906-2020 1,8°C warmer geworden. Deze temperatuurstijging heeft een effect op de warmtebehoefte. De warmtebehoefte kan beschreven worden aan de hand van het aantal graaddagen³. Het gemiddeld aantal graaddagen daalde in de periode 2000-2020 met 6% en deze trend zal zich voortzetten. Alleen al hierdoor is in Nederland het energiegebruik voor ruimteverwarming in 2030 9% lager dan in 2000, oplopend naar 15% in 2050 (PBL, 2022a).

Een afname in het aantal graaddagen zorgt voor een afname van de warmtebehoefte voor ruimteverwarming, niet voor een afname van de warmtebehoefte voor warm tapwater.

³ Het aantal graaddagen is een maat voor uren dat gestookt moet worden. Het aantal graaddagen is de som per jaar van de daggemiddelde buitentemperatuur beneden de stookgrens van 18 graden. Een daggemiddelde temperatuur van 10 graden levert dus 18-10 = 8 graaddagen op voor die ene dag PBL. (2022a). *Herziening weerscorrectie voor ruimteverwarming* (Nieuwe methodiek om energieverbruik voor ruimteverwarming te corrigeren voor weer en klimaat in de Klimaat- en Energieverkenning, Issue. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2022-herziening-weerscorrectie-voor-ruimteverwarming_4902.pdf.



Gemiddeld wordt 79% van de warmtevraag van woningen gebruikt voor ruimteverwarming, de overige 21% gaat naar warm tapwater. We doen de aanname dat deze verhouding in de dienstensector gelijk is. We hebben berekend dat de warmtevraag van gebouwen ten behoeve van ruimteverwarming in 2030 afneemt met 3,3% ten opzichte van 2020.

Elektriciteitsverbruik apparaten huishoudens

Door Europese Ecodesign-wetgeving worden elektrische apparaten steeds zuiniger. We verwachten daarom dat door natuurlijke vervanging van apparaten de elektriciteitsvraag van huishoudens jaar-op-jaar daalt. Aan de andere kant zien we dat door het stijgen van de welvaart huishoudens gemiddeld meer apparaten hebben, en dus meer verbruiken. De besparing in de periode 2016-2020 is 1,5% per jaar. Daarna is de besparing 0%.

De Ecodesign-wetgeving zorgt niet alleen voor energiebesparing bij huishoudens, maar ook bij diensten. Echter, doordat deze besparing overlapt met de besparing door de energiebesparingsplicht, laten we diensten hier buiten beschouwing.

Nieuwbouwwoningen en dienstensector

In 2020 bedroeg het aantal inwoners van 's-Hertogenbosch 155.111 (CBS, lopend-b). Het inwoneraantal zal in 2030 naar verwachting zijn toegenomen tot 164.900 (PBL & CBS, 2022).

Als gevolg van de bevolkingsgroei komen er de komende jaren in de gemeente nieuwbouwwoningen bij. Bevolkingsgroei en uitbreiding van de woningvoorraad zorgen voor een stijging van het energiegebruik, en daarmee van de emissies in de gemeente. Deze uitstoot is beperkt, vanwege nationale energieprestatie-eisen (sinds 2021 de BENG-norm en daarvoor de EPC-norm). Tabel 5 geeft de verwachte ontwikkeling van de woningvoorraad in 's-Hertogenbosch weer.

Tabel 5 - Aantal inwoners en woningvoorraad in 's-Hertogenbosch in 2019, 2030 en 2045

Jaar	Aantal inwoners	Woningvoorraad
2020	155.111	72.991
2030	164.900	82.100

Bron aantal inwoners in 2020: (CBS, lopend-b).

Bron woningvoorraad in 2020: (Regionale klimaatmonitor, 2022).

Bron aantal inwoners en woningvoorraad in 2030: (PBL & CBS, 2022).

Naast de groei in de woningvoorraad verwachten we ook een toename in de oppervlakte van gebouwen die worden gebruikt voor utiliteitsfuncties. Omdat de relatie tussen bevolking en diensten niet één-op-één is, kunnen we echter geen goede inschatting maken van dit effect.

De nieuwe gebouwen zorgen voor groei in de energievraag en veroorzaken daarmee CO₂-uitstoot. Sinds 2018 wordt nieuwbouw aardgasvrij gebouwd. In onze berekening doen we de aanname dat de nieuw te bouwen gebouwen met een elektrische warmtepomp worden verwarmd. We gebruiken nationale bouwnormen om de elektriciteits- en warmtevraag te bepalen, zie Tabel 6.

Tabel 6 - Kentallen voor het berekenen van de elektriciteits- en warmtevraag van nieuwbouw

		Gebruikte gegevens		Bron	
Woningen					
Maximale warmtebehoefte nieuwbouwwoning		65	kWh/m ² /jaar	(Ministerie van BZK, 2022)	
Gemiddeld oppervlakte van woningen in 's-Hertogenbosch, bouwjaarklasse vanaf 2015		109	m ²	(CBS, 2022c)	
Gemiddelde warmtapwatervraag		856	kWh/persoon/jaar	(ECW, 2022)	
Aantal personen per woning		2,00	# in 2030	Berekend op basis van gegevens van (PBL & CBS, 2022)	
Gemiddelde elektriciteitsvraag woningen in 's-Hertogenbosch in 2020		2.830	kWh/jaar	(Regionale klimaatmonitor, lopend)	
Utiliteitsgebouwen					
Maximale warmtebehoefte nieuwbouw	Kantoren	90	kWh/m ² /jaar	(Ministerie van BZK, 2022)	
	Onderwijs	190			
	Gezondheidszorg	350			
	Overige utiliteit	50			
Gemiddelde warmtapwatervraag	Kantoren	1,0		kWh/m ² /jaar	(PBL, 2021)
	Onderwijs	1,3			
	Gezondheidszorg	10,6			
	Overige utiliteit	1,0			
Gemiddelde elektriciteitsvraag apparaten	Kantoren	126	kWh/m ² /jaar		(PBL, 2021)
	Onderwijs	42			
	Gezondheidszorg	64			
	Overige utiliteit	36			

3.3 Industrie

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we meenemen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid in de sector 'Industrie'.

KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik

We passen de ontwikkeling van het elektriciteits- en gasverbruik in de industrie uit de KEV 2022 toe op 's-Hertogenbosch. Daarin maken we in het gasverbruik onderscheid in de trends voor industriële installaties die onder het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS) vallen, en overige industrie. Op basis van gegevens uit de KEV 2022 hebben we berekend dat het totale energiegebruik van de sector 'Industrie' met 3% stijgt in de periode van 2020 tot 2030. Het elektriciteitsverbruik stijgt in die periode met 17%, terwijl verbruik van brandstoffen voor warmte juist daalt. De uitstoot daalt echter met 47%, onder andere doordat de elektriciteit duurzamer wordt opgewekt, de CO₂-heffing op de industrie en de energiebesparingsplicht. In 2040 ligt het totale energiegebruik volgens de KEV weer hoger dan in 2020.

3.4 Mobiliteit

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we meenemen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid in de sector 'Mobiliteit'.

KEV-trend emissies van verkeer

De emissies voor de sector 'Mobiliteit' zijn gebaseerd op het [CEREM-model](#) (CE Delft, lopend). In het CEREM-model baseren wij de nationale trends tot 2040 grotendeels op de KEV. De nationale ontwikkelingen tot 2050 hebben wij ingeschat door extrapolatie. Deze nationale ontwikkelingen passen we, gecorrigeerd voor lokale verschillen in bevolkingsgroei en werkgelegenheid, als groeivoeten toe op de lokale cijfers uit de Regionale Klimaatmonitor.

De KEV-raming houdt rekening met verschillende autonome trends en Europees en nationaal bestaand en voorgenomen beleid. Hieronder beschrijven we enkele van de belangrijkste trends binnen de verduurzaming van mobiliteit:

- **Verschoning wagenpark:** door Europese emissienormen voor het wegverkeer stoten nieuwe auto's gemiddeld steeds minder broeikasgassen uit. Door het proces van wagenparkvernieuwing zullen de emissies per gereden kilometer tot 2030 dus vanzelf afnemen.
- **Elektrisch vervoer:** de verkoop van elektrische personenauto's stijgt snel. Dit is voor een groot deel een gevolg van de landelijke subsidieregeling voor nul-emissiepersoneelauto's. Deze toename in elektrische auto's zet naar verwachting door richting 2030. Het aandeel elektrische bestel- en vrachtauto's is nog beperkt, vergeleken met de personenauto's, maar de KEV geeft aan dat dit de komende jaren waarschijnlijk snel zal stijgen. Vooral door de invoering van zero-emissiezones (ZE-zones) voor stadslogistiek, is de verwachting dat ook het aantal elektrische bestelauto's de komende jaren flink zal stijgen. Elektrisch vervoer zorgt voor CO₂-reductie door minder brandstofverbruik, maar hier komt elektriciteitsverbruik voor in de plaats. Doordat de landelijke CO₂-emissiefactor van elektriciteit daalt, nemen ook de emissies van elektrisch vervoer steeds verder af.
- **Bijmenging biobrandstoffen:** het kabinet heeft in 2021 een wetsvoorstel ingediend om de minimale inzet van geavanceerde biobrandstoffen te verhogen naar 7% in 2030. Hiermee geeft de Nederlandse overheid invulling aan de EU-verplichtingen voor hernieuwbare energie. Het verduurzamen van de brandstofmix zorgt voor een CO₂-reductie in de hele mobiliteitssector.
- **Nul-emissiebussen (ZE-bussen) en -doelgroepenvervoer:** in het 'Bestuursakkoord Zero-Emissie Regionaal Openbaar Vervoer per Bus' is afgesproken dat in 2030 alle bussen die voor het stedelijk en regionale openbaar vervoer worden ingezet, zonder emissies zijn. In het bestuursakkoord 'Zero-Emissie Doelgroepenvervoer' is afgesproken dat in 2025 al het doelgroepenverkeer emissievrij is. De KEV neemt echter geen effect mee voor de maatregel ZE-doelgroepenvervoer.
- **Groei van verkeersvolumes:** volgens de KEV neemt het aantal gereden kilometers van personenauto's licht toe. Ook de vervoersvolumes in de binnenvaart nemen tot 2030 naar verwachting toe. De emissie van broeikasgassen ligt daarom volgens de KEV naar verwachting iets hoger dan in 2019, ondanks de verwachting dat de vloot efficiënter wordt en er meer biobrandstoffen worden ingezet.

Correctie verkeersvolumes op basis van bevolkingsgroei

De bevolking van de gemeente 's-Hertogenbosch neemt toe van 155.111 in 2020 tot 164.900 in 2030 en 177.300 in 2045 (PBL & CBS, 2022). Het CBS verwacht dat de Nederlandse bevolking als geheel toeneemt tot 18,5 miljoen in de periode 2020-2030 (+6%) (CBS, lopend-a). De groei in 's-Hertogenbosch, +14,3%, is naar verwachting ongeveer 8% hoger dan het Nederlandse gemiddelde. Daarom hebben we de KEV-prognose voor verkeersvolume hierop gecorrigeerd.



3.5 Landbouw

In deze paragraaf beschrijven we welke ontwikkelingen we meenemen in de CO₂-prognose zonder gemeentelijk beleid in de landbouwsector.

KEV-trend ontwikkeling elektriciteits- en gasverbruik

In de KEV 2022 staat dat het gasverbruik in de landbouw naar verwachting zal dalen met 26% richting 2030 en het elektriciteitsverbruik zal dalen met 9% richting 2030. De uitstoot van overige broeikasgassen (methaan, lachgas), die vrijkomen bij onder andere de veeteelt, daalt naar verwachting met 8% in 2030. Recente beleidsontwikkelingen rond het stikstof-dossier en het Landbouwakkoord, waaronder de aangekondigde uitkoopregelingen van piekbelasters, neemt het PBL in deze trend niet mee.

4 Bijdrage gemeentelijk beleid

Arcadis heeft in 2022 een studie uitgevoerd naar de effecten van grote beleidsmaatregelen in de gemeente 's-Hertogenbosch. In deze studie hebben we deze berekende effecten overgenomen voor het bepalen van de bijdrage van het gemeentelijk beleid op dit moment. Niet alle maatregelen uit deze studie zijn echter overgenomen. In Tabel 7 is aangegeven welke maatregelen zijn meegenomen, en is onderbouwd waarom bepaalde maatregelen niet zijn meegenomen in deze studie.

Tabel 7 - Overzicht projecten vanuit doorrekening Arcadis en hoe deze zijn meegenomen in deze studie

Naam project	Omschrijving	Meegenomen ja/nee	Toelichting waarom niet meegenomen
4 Windmolens Rietvelden	Plaatsing van 4 windmolens van 3,6 MW in Rietvelden.	Nee	Betreft energieopwekking, CO ₂ -effect wordt meegenomen via landelijke emissiekental elektriciteit.
Duurzame Polder	Wind en zon in de duurzame polder.	Nee	
Zonnepanelen op land	Behalen RES-doelstelling van 100 ha zonnepanelen met in totaal 85,5 MW vermogen.	Nee	
Zon op grote daken	Behalen RES-doelstelling van 0,35 TWh zon op grote daken in 2030.	Nee	
Aardgasvrij: 't Zand	LT-warmtenet voor 332 woningen in 2030.	Ja	
Aardgasvrij: Hintham Zuid	LT-warmtenet voor 1835 woningen in 2030.	Nee	Aanpak is gestopt.
Reductie gemeentelijke organisatie	Combinatie van <ul style="list-style-type: none"> – verduurzaming vervoer Afvalstoffendienst; – verduurzaming vervoer WeenerXL; – verduurzaming openbare verlichting. 	Ja	
Energiebesparing corporatie	Lineaire verduurzaming richting energieneutraal corporatiebezit in 2050.	Nee	Doorrekening betreft het lineair doortrekken van de ambitie 'energie-neutraal', en is dus geen doorrekening van de effecten van het handelen van de corporatie.
Energiehandhaving bij bedrijven	Inschatting effecten van bedrijfsbezoeken binnen de handhaving van de Wet milieubeheer.	Ja	
Onderzoeksbuurtten aardgasvrij	Onderzoeksbuurtten zijn Aawijk Noord, Aawijk Zuid, Buitenpepers, Sparrenburg Grevelingen en Zuid. Aanname: 20% van de woningen in onderzoeksbuurtten in 2030 aardgasvrij.	Nee	In overleg met gemeente is besloten deze niet nu al mee te nemen, effecten van startbuurtten komen in losse maatregelennotitie naar voren.

CE Delft heeft geen controle uitgevoerd op de berekeningen van Arcadis, maar de cijfers van de overige maatregelen één-op-één overgenomen, om een indicatie te geven van de effecten van het huidige klimaatbeleid van de gemeente.

5 Aanvullende beleidsmaatregelen

In deze paragraaf beschrijven we per sector hoe we zijn gekomen tot een indicatie van de beleidseffecten van de aanvullende gemeentelijke beleidsmaatregelen.

Tabel 8 - Overzicht van de doorgerekende maatregelen per sector

Sector		Maatregelen
Gebouwde omgeving	Huishoudens	<ul style="list-style-type: none">– buurtuitvoeringsplan;– collectieve inkoop;– Maatwerkenpak Energiearmoede.
	Bedrijven	<ul style="list-style-type: none">– aanpak kleine kantoren Label C;– aanpak bedrijventerreinen;– overige utiliteit naar Label C.
Mobiliteit		<ul style="list-style-type: none">– zero-emissie stadsdistributie.
Industrie		<ul style="list-style-type: none">– aanpak bedrijventerreinen (industriële warmte).
Eigen organisatie		<ul style="list-style-type: none">– aardgasvrij maken van het eigen vastgoed;– verduurzamen van mobiele werktuigen via inkoop.

5.1.1 Gebouwde omgeving

Buurtuitvoeringsplan

Een buurtuitvoeringsplan (BUP) - ook wel 'uitvoeringsplan' of UP genoemd - is een collectieve aanpak, waarin - na het doorlopen van een (participatie)proces - een buurt gezamenlijk of in stappen van het aardgas af gaat. Het opstellen van een buurtuitvoeringsplan zelf levert geen klimaateffect op. Enkel wanneer over wordt gegaan op de uitvoering, en woningen daadwerkelijk overstappen op een aardgasvrije warmtetechniek, levert dit CO₂-winst op. Isolatie kan ook onderdeel zijn van een BUP. Om het onderscheid duidelijk te maken met de andere maatregelen, kijken we hier enkel naar het effect van het overstappen naar een aardgasvrije warmtetechniek.

De klimaatimpact van een BUP wordt bepaald door een aantal factoren:

- het aantal gebouwen dat wordt meegenomen;
- het huidige aardgasverbruik in een buurt;
- de toekomstige warmtetechniek.

De buurten in 's-Hertogenbosch variëren in samenstelling en huidig gasverbruik. Zo bestaat de binnenstad uit ruim 4.000 woningen, terwijl er ook buurten zijn waar maar enkele woningen staan. Bovendien zijn er buurten waarvan een deel van de woningen nu al met stadswarmte wordt verwarmd.

Om toch op een uniforme manier de klimaatimpact te kunnen bepalen, kijken we voor deze maatregel naar wat het mogelijk kan opleveren als dit voor 500 woningen wordt uitgevoerd. We kijken hierbij naar het gemiddelde gasverbruik per woning per buurt. Dit is ongeveer 1.300 m³ gas (temperatuurgecorrigeerd, wat betekent dat rekening is gehouden met de temperatuurverschillen tussen jaren), wat is berekend op basis van data van data van Klimaatmonitor uit 2019. Op basis van dit gasverbruik hebben we de warmtevraag naar

ruimteverwarming en tapwater bepaald. Gemiddeld komt dit neer op 48 GJ/woning/jaar in 's-Hertogenbosch.

Daarom laten we de klimaatimpact van twee technieken zien: een elektrische lucht-water-warmtepomp en een middentemperatuurwarmtenet op basis van restwarmte uit een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Voor de emissiefactor van elektriciteit gaan we uit van de prognoses van de landelijke Klimaat- en Energieverkenning. Voor de emissiefactor van warmte gebruiken we de emissiefactor voor thermische energie uit afvalwater (TEA) zoals berekend in de studie 'Verduurzaming bronnen voor warmtenetten' (CE Delft, 2023b). De emissies van het warmtenet worden veroorzaakt doordat de benodigde elektriciteit die nodig is voor de opwaardering en het rondpompen van de warmte net als bij individuele elektrische warmtepompen nog niet volledig duurzaam is in 2030. Verder houden we rekening met een warmteverlies van ongeveer 30 procent en een bijstook op basis van biogas van ongeveer 30 procent - hierbij baseren we ons op een werkzaam warmtenet op basis van restwarmte uit een afvalwaterzuiveringsinstallatie: Harnaschpolder in Delft (Eneco, 2022).

Het klimaateffect is bepaald voor 500 woningen. Hoe meer buurtuitvoeringsplannen worden uitgevoerd, hoe groter het effect wordt. De besparing van de gasvraag voor 500 woningen is 650.000 m³, wat neerkomt op 1,2 kton CO₂. Echter, de aardgasvrije warmtetechnieken hebben ook nog CO₂-emissies in 2030, aangezien zowel elektriciteit als warmte nog niet CO₂-neutraal worden geproduceerd in 2030. Het klimaateffect (dus de netto 'winst') van het overstappen van 500 woningen naar een elektrische warmtepomp is 1 kton CO₂ in 2030. Voor een warmtenet op basis van restwarmte uit een afval- of rioolwaterzuiveringsinstallatie is dit 1 kton CO₂. Gemiddeld is het klimaateffect (als nog niet bekend is wat de voorziene techniek is) dus 1 kton CO₂ in 2030.

De emissiereductie bij elektrische warmtepompen en een warmtenet op basis van restwarmte uit een rioolwaterzuiveringsinstallatie zijn dus vergelijkbaar. De verklaring hiervoor is dat de benutting van restwarmte zorgt voor een hogere aanlevertemperatuur dan warmte uit de buitenlucht, maar deze warmte vervolgens nog verder worden 'opgewaardeerd' naar middentemperatuurwarmte met behulp van een collectieve elektrische warmtepomp. Bij de individuele elektrisch lucht-water-warmtepompen wordt ook elektriciteit gebruikt voor de verwarming van de woning.

Hoewel de CO₂-uitstoot van de technieken redelijk gelijk is hebben de technieken wel andere voor- en nadelen. Bij een middentemperatuurwarmtenet volstaat voor woningen een isolatieniveau van ongeveer energielabel D. Voor individuele elektrisch lucht-water-warmtepompen is een isolatieniveau van minimaal energielabel B nodig. Daarnaast moet ook het afgiftesysteem geschikt zijn voor lagetemperatuurverwarming. Hiernaast hebben individuele warmtepompen een groter risico dat deze lastiger zijn in te passen in het volle elektriciteitsnet, waardoor er mogelijk netverzwaring moet plaats vinden (afhankelijk van de lokale situatie) (CE Delft, 2023a).

Collectieve inkoop

Collectieve inkoop is een verzamelterm voor het collectief regelen van de aanschaf van isolatiemaatregelen. De rijksoverheid heeft in het Nationaal Isolatieprogramma een actielijn opgesteld - de Lokale Aanpak Isolatie - waarbij gemeenten budget kunnen aanvragen om isolatiemaatregelen aan te bieden aan slecht geïsoleerde koopwoningen van Label D of slechter (Actielijn 1, met de zogenaamde SpUK-gelden).

Het ministerie van BZK heeft CBS gevraagd om een verdeelsleutel te maken voor Actielijn 1 (CBS, 2022b). Uit deze inschatting komt naar voren dat in de gemeente 's-Hertogenbosch ongeveer 4.200 woningen in aanmerking zouden kunnen komen voor de subsidieregeling in de periode tot 2030.

Om een inschatting te kunnen maken van de klimaatimpact hebben we gekeken naar de huidige regeling voor woningisolatie voor woningeigenaren: de Subsidie Energiebesparing Eigen Huis (SEEH). Deze subsidieregeling is over de periode 2016-2020 geëvalueerd door TNO (TNO, 2021a). Een voorwaarde voor de regeling was dat er minimaal twee isolatiemaatregelen moeten worden genomen. Deze voorwaarde wordt echter losgelaten in het Nationaal Isolatieprogramma.

Uit de evaluatie komt naar voren dat de volgende vijf maatregelen het meest zijn aangevraagd:

1. Dakisolatie.
2. Gevelisolatie.
3. HR++-glas.
4. Spouwmuurisolatie.
5. Vloerisolatie.

Het is op dit moment nog niet bekend hoeveel maatregelen er genomen worden en door wie. Daarom hebben we op basis van het aantal genomen maatregelen berekend wat de gemiddelde besparing is per maatregel. Dit is te zien in Tabel 9. Vervolgens hebben we op basis van het aantal genomen maatregelen en de gemiddelde besparing per maatregel een gewogen gemiddelde genomen wat uitkomt op ruim 300 m³ gasverbruik: dit is een indicator van de besparing per maatregel.

Tabel 9 - Genomen maatregelen in de SEEH

Maatregel	Aantal	Gemiddelde besparing (m ³ gas) per maatregel
Dakisolatie Rd >= 3,5 [m ² K/W]	22.861	374
Gevelisolatie Rd >= 3,5 [m ² K/W]	8.693	545
HR ++ U <= 1,2 [W/m ² K]	29.036	225
Spouwisolatie Rd >= 1,1 [m ² K/W]	38.223	407
Vloerisolatie Rd >= 3,5 [m ² K/W]	29.290	159

Aangezien de voorwaarde om minimaal twee maatregelen te nemen wordt losgelaten, is het niet bekend hoeveel maatregelen er genomen worden per woning. Voor sommige woningen zal één maatregel haalbaar zijn, andere woningen zullen meer maatregelen willen nemen. We gaan er in deze berekening van uit dat een woning gemiddeld 1,5 maatregel neemt.

Uitgaande van een doelgroep van 4.200 woningen, zou deze maatregel een potentiële besparing opleveren van bijna 2 miljoen m³ aardgas per jaar, wat neerkomt op besparing van 3,5 kton CO₂. Let op: deze besparing overlapt met de besparing uit de maatregel Maatwerkpaak energiearmoede.

Maatwerkeraanpak Energiearmoede

Aanvullend op bestaande energiearmoedeaanpakken zoals de klusbus en het Bossche bespaarteam, denkt de gemeente na om via een maatwerkeraanpak woningeigenaren gericht te ontzorgen bij de aanschaf van (collectieve inkoop) isolatiemaatregelen. Het doel is om het energieverbruik voor deze huishoudens omlaag te brengen en tegelijkertijd de financiële draagkracht van deze groep te verbeteren.

De maatwerkeraanpak richt zich op de doelgroep van woningeigenaren met energiearmoede. De gemeente schat op dit moment in dat er (minimaal) 500 huishoudens zijn die de energietoeslag hebben aangevraagd en in een koopwoning wonen. De aanpak zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit een ontzorgingsteam, waarbij er een aanspreekpunt is voor procesmatige aspecten en een aanspreekpunt voor technische aspecten, over bijvoorbeeld welke isolatie nodig is.

De gemeente 's-Hertogenbosch heeft op dit moment een focus op de buurten met de hoogste percentages energiearmoede. De top 10-buurten met het hoogste percentage energiearmoede zijn weergegeven in Tabel 10. We hebben de gegevens over energiearmoede gecombineerd met de gegevens over energielabels uit (PBL, 2023). In de tabel wordt weergegeven hoeveel koopwoningen er die buurten zitten, wat het aantal geregistreerde koopwoningen met slechte labels is, en hoeveel koopwoningen nog geen energielabel hebben.

Het gemiddelde aandeel D-, E-, F-, G-labels onder koopwoningen is 9%, en het aandeel onbekende labels onder koopwoningen gemiddeld 52%. In deze tabel zien we dat in sommige buurten met een hoog aandeel energiearmoede het aandeel D-, E-, F-, G-koopwoningen ook hoger ligt, bijvoorbeeld in de Haren, De Gestelse Buurt, de Muziekinstrumentenbuurt, de Hambaken en Hintham-Zuid. Verder is het opvallend dat in sommige buurten het aandeel koopwoningen zonder geldig label erg hoog ligt, in de buurt de Moerputten is dit zelfs 90%. Dit zou een indicatie kunnen zijn dat veel koopwoningen met een slecht energielabel en/of een hoge energierekening nog buiten de radar blijven als het gaat om het uitfaseren van slechte energielabels.

Tabel 10 - Top 10-buurten met energiearmoede - Aantal koopwoningen per buurt + een verdeling van het percentage koopwoningen met een slecht en/of onbekend energielabel.

Buurt	Energiearmoede	Totaal	Koop	Verdeling energielabels onder koopwoningen		
				% D-, E-, F-, G-labels van koopwoningen	% energie-label onbekend van koopwoningen	% D-, E-, F-, G- + onbekend energielabel van koopwoningen
	% EA 2020 (li-he/lek) ⁴	Totaal aantal woningen buurt	Aantal koopwoningen			
De Haren	32,3%	494	81	16%	36%	52%
De Moerputten	30,8%	111	69	6%	90%	96%
Grevelingen	22,5%	478	0	0	0	0

⁴ Er bestaan verschillende dimensies van energiearmoede, zoals de betaalbaarheid van energie, de kwaliteit van een woning en de mogelijkheid om te investeren in verduurzaming. Dit betekent ook dat energiearmoede niet in één indicator te vangen valt. Echter, een veel gebruikte indicator is dat een huishouden te maken heeft met een hoge energierekening (laag inkomen, hoge energierekening) of een laag inkomen in combinatie met een woning met een lage energetische kwaliteit. Deze indicator wordt weergegeven in deze kolom.

De Donk	20,5%	852	283	2%	49%	51%
De Gestelse Buurt	20%	532	80	13%	49%	61%
De Muziekinstrumentenbuurt	18,8%	472	118	11%	62%	73%
De Sprookjesbuurt	16,9%	768	36	0%	33%	33%
De Hambaken	14,3%	554	157	13%	64%	78%
De Edelstenenbuurt	14%	449	209	7%	66%	73%
Hintham-Zuid	12,3%	1890	951	14%	58%	72%

Bron: CBS en PBL.

De klimaatimpact van deze maatregel is op dezelfde manier bepaald als de klimaatimpact van de maatregel 'collectieve inkoop'. Het uitgangspunt hierbij is dat de maatwerk aanpak energiearmoede huishoudens ondersteunt om de klimaatimpact te realiseren die dit anders niet zouden kunnen.

Aangezien het om 500 huishoudens gaat en de besparing gelijk is aan de maatregel 'collectieve inkoop' (469 m³ aardgas per woning), is de totale besparing ongeveer 230.000 m³ aardgas per jaar. Dit komt neer op ongeveer 0,4 kton CO₂-besparing. Let op: deze besparing overlapt met de besparing uit de maatregel 'collectieve inkoop', aangezien deze maatwerk aanpak de ondersteuning geeft om huishoudens mee te kunnen laten doen aan die maatregel bij wie het anders naar verwachting niet zou lukken de maatregel uit te voeren en de besparing te realiseren.

5.1.2 Bedrijven

Aanpak bedrijventerreinen

Op bedrijventerreinen wordt veel energie gebruikt, waardoor er met gerichte bedrijven-terreinen aanpakken relatief veel kan worden bespaard. We schatten daarom deze potentie in. We hanteren voor de selectie van bedrijventerreinen de IBIS-classificaties⁵. Volgens deze classificatie zijn er 24 bedrijventerreinen in de gemeente (zie Tabel 11). CE Delft heeft in een studie voor TKI Urban Energy een typologie ontwikkeld en toegekend aan alle Nederlandse bedrijventerreinen, en daarbij inschattingen gedaan voor het huidige gasverbruik voor verwarmen & processen, en het elektriciteitsverbruik (CE Delft, 2023c). Deze gegevens staan ook in de tabel.

Tabel 11 - Overzicht bedrijventerreinen 's-Hertogenbosch

Naam bedrijventerrein (IBIS)	RIN-nr. (IBIS)	Typologie bedrijventerrein	Geschat gasverbruik voor verwarming (m ³)	Geschat gasverbruik voor processen (m ³)	Geschat elektriciteitsverbruik (kWh)
De Rietvelden	3181	Procesindustrie met hoge warmtevraag & elektriciteitsintensieve industrie	4.443.408	11.064.592	100.052.000
Bp De Herven	3185	Elektriciteitsintensieve industrie	2.582.000	0	26.534.000
De Brand	3074	Elektriciteitsintensieve industrie	1.452.298	41.702	22.715.000
Maaspoort	3198	Elektriciteitsintensieve industrie	1.047.000	0	20.032.000

⁵ www.data.overheid.nl/dataset/ibis-bedrijventerreinen



Naam bedrijventerrein (IBIS)	RIN-nr. (IBIS)	Typologie bedrijventerrein	Geschat gasverbruik voor verwarming (m ³)	Geschat gasverbruik voor processen (m ³)	Geschat elektriciteitsverbruik (kWh)
Kruisstraat	3316	Elektriciteitsintensieve industrie	625.000	0	6.807.000
De Vutter	3182	Elektriciteitsintensieve industrie	769.308	1.224.692	10.087.000
High Tech Park	3197	Elektriciteitsintensieve industrie	481.077	108.923	5.628.000
De Vliert	4648	Mkb/middelgroot gemengd	228.000	0	1.334.000
Maasakkers	190150	Mkb/middelgroot gemengd	182.000	0	1.128.000
Orthenpoort	4336	Mkb/middelgroot gemengd	349.000	0	3.565.000
Knooppunt Hintham (Heymans)	190183	Mkb/middelgroot gemengd	142.890	0	2.698.000
De Terp (Bt Nuland)	3246	Mkb/middelgroot gemengd	81.000	0	418.000
De Overlaet	3317	Mkb/middelgroot gemengd	118.000	0	694.000
Zuid Willemsvaart	3187	Mkb/middelgroot gemengd	138.686	0	1.250.695
Brabantpoort	3315	Kantorenpark	341.000	0	3.296.000
Ertveld	3184	Retail meubelboulevard	151.000	0	1.475.000
Boschveld	4335	Mkb/middelgroot gemengd	262.000	0	1.168.888
De Kruithoorn	190001	Mkb/middelgroot gemengd	115.442	0	1.041.079
Treurenburg	190185	Mkb/middelgroot gemengd	119.194	0	1.003.000
Van Herpensweide (Weenergroep)	190187	Mkb/middelgroot gemengd	92.645	0	835.492
Rosmalense Plas	190257	Bedrijvenparken in ontwikkeling	13.290	0	118.331
Empel-Zuid	302009 02	Retail meubelboulevard	57.920	0	800.502
De Groote Vliet Fase I	190186	Mkb/middelgroot gemengd	93.430	0	842.571
Kloosterstraat	190188	Mkb/klein gemengd	30.745	0	226.602

Op 7 van de 24 terreinen in 's-Hertogenbosch is er overwegend energie-intensieve industrie aanwezig, op het merendeel van de overige terreinen is voornamelijk mkb aanwezig. We beperken de scope van de maatregel tot deze zeven overwegend industriële bedrijventerreinen. Daarmee beperken we de overlap tussen deze maatregel en de verderop beschreven maatregel, waarbij een Label C-verplichting voor utiliteitsbouw wordt onderzocht.

Voor het verduurzamen van de bedrijventerreinen gaan we uit van twee strategieën, één waarbij alles elektrificeert en één waarbij warmtenetten en duurzame gassen de fossiele energie vervangen. We gaan in deze inschatting niet uit van significante energiebesparing. Omdat de emissiefactor van elektriciteit in 2030 veel lager is dan de aangenomen factor voor warmte, zal elektrificatie een groter effect hebben. Voor de algemene effect-inschatting pakken we het gemiddelde van deze twee strategieën. Hoewel we effect-inschattingen voor 2030 laten zien, is het niet een reële aanname dat de verduurzaming in 2030 overal geheel gereed is. We laten het effect daarom ook zien in 2045, waarin we aannemen dat de emissiefactor van zowel elektriciteit als warmte 0 is.

In Tabel 12 geven we de klimaatimpact weer van het verduurzamen van de warmtevraag langs de twee routes. Voor de emissiefactoren gebruiken we aannames uit de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2022b).

Tabel 12 - Klimateffect verduurzaming warmtevraag industriële bedrijventerreinen

Maatreeffect	Verduurzaming door elektrificatie (kg CO ₂ /jaar)	Verduurzaming door warmtenet (kg CO ₂ /jaar)	Gemiddelde effect (kg CO ₂ /jaar)
Huidige emissies (gas)	20.670.000		
Vermindering in 2030	-18.640.000	-11.510.000	-15.070.000
Geschatte emissies in 2030	2.040.000	9.160.000	5.600.000
Additionele vermindering in 2045	-2.040.000	-9.160.000	-5.600.000
Geschatte emissies in 2045	0	0	0

De verduurzaming van de warmtevraag evalueren we grofweg op twee manieren:

1. Elektrificatie (op basis van luchtwarmtepomp).
2. Middentemperatuur (circa 70°C) warmte uit een warmtenet. Voor de warmtebron van dit net gaan we uit van de slechtste emissiefactor die vanaf 2030 wettelijk is toegestaan onder de aangekondigde duurzaamheidsnorm: 25 kg CO₂ per geleverde GJ. In 2045 nemen we aan dat de warmte zonder emissies worden geproduceerd.

Daarbij maakt de manier waarop de waterstof is opgewekt veel uit voor de klimaatimpact. Wij nemen voor deze effectinschatting een mix van 75% groene waterstof en 25% grijze waterstof aan in 2030, 100% groene waterstof in 2045. Ook deze verhouding in 2030 is hoogst onzeker. In 2027 komt naar verwachting de Nederlandse waterstofbackbone online. Het Nederlandse beleid sorteert voor op snel en veel productie van groene waterstof, waardoor wij kiezen voor de verhouding 75/25. Grijze waterstof, gevormd uit aardgas, heeft door efficiëntieverliezen een hogere emissiefactor dan aardgas. De CO₂ die hierbij vrijkomt, kan worden afgevangen, waardoor het waterstof 'blauw' wordt. Blauwe waterstof heeft een veel lagere emissiefactor dan grijze waterstof (al is deze niet nul). Het is dus mogelijk dat huidige grijze productie in 2030 blauw is, en de emissiefactor veel lager ligt. Nederlandse waterstofbeleidsdoelen richten zich op productie van groene waterstof en beperkt op afvang, dus gaan wij uit van grijze in plaats van blauwe waterstof.

Aanpak kantoren Label C

Er geldt een energielabelplicht op kantoren. Kantoren moeten vanaf 1 januari 2023 minimaal zijn voorzien van energielabel C. Op deze verplichting gelden een aantal uitzonderingen, de belangrijkste waarvan:

- het kantoor is minder dan de helft van het totale gebruiksoppervlakte van een gebouw;
- het kantoor is kleiner dan 100 m²;
- het kantoor is een monument.

De maatregelen die nodig zijn om tot energielabel C te komen hebben een terugverdientijd van meer dan tien jaar.

Op dit moment zijn er volgens de RVO-database ongeveer 1.200 kantoren in 's-Hertogenbosch. Grofweg de helft hiervan is zeer waarschijnlijk labelplichtig, 20% vermoedelijk labelplichtig en 30% is niet labelplichtig vanwege één of meerdere uitzonderingen. We kijken dus naar deze laatste groep, bestaande uit 400 kantoren. Deze hebben bij elkaar een oppervlakte van 876.000 m².

In Tabel 13 laten we de geschatte veranderingen in energieverbruik zien door de uitgezonderde kantoren te verduurzamen naar energielabel C. Omgerekend naar kg CO₂ bespaart deze maatregel in 2030 tot 4.960 kton CO₂ per jaar.

Tabel 13 - Verandering energieverbruik verduurzamen uitgezonderde kantoren energielabel C

Maatreegeffect	Gasverbruik (m ³ /jaar)
Geschat huidig verbruik relevante kantoren	7.740.000
Besparing gasverbruik	-2.780.000 (-35,9%)
Geschat verbruik na isoleren tot Label C	4.960.000

Proactief handelen

Binnen deze maatregel is gekeken wat het effect zijn om een energielabelplicht voor de utiliteitsbouw in te voeren.

Op basis van de DEGO-database⁶ van de VNG zijn er op dit moment circa 2.200 adressen geregistreerd in 's-Hertogenbosch met een utiliteitsfunctie anders dan kantoor. Industriepanden laten we buiten beschouwing. We onderscheiden de zeven verschillende functies in Tabel 14 en laten zien hoe vaak ze voorkomen.

Tabel 14 - Aantal adressen per utiliteitsfunctie, exclusief kantoren en industrie

Utiliteitsfunctie	Aantal label D/E/F/G of geen label	Aantal label A(++++)/B/C	Totaal aantal adressen
Winkel	571 (58%)	417 (42%)	988
Bijeenkomst	316 (64%)	162 (34%)	478
Gezondheidszorg	226 (65%)	120 (35%)	346
Onderwijs	61 (46%)	72 (54%)	133
Sport	42 (41%)	61 (59%)	103
Logies	43 (73%)	16 (27%)	59
Overig	48 (41%)	69 (59%)	117
Totaal	1.307 (59%)	917 (41%)	2.224

Ongeveer de helft (53%) van de adressen heeft nog geen geregistreerd energielabel, wat betekent dat slechts 6% van de adressen een Label D, E, F of G heeft. Bij het ontbreken van een energielabel kan een gebouw in werkelijkheid goed zijn geïsoleerd, maar meestal is dit niet het geval. Gebouwen die nu nog geen energielabel hebben, hebben - tenzij ze in de afgelopen 25 jaar zijn gebouwd - na keuring vaak Label D of lager.

In Tabel 15 laten we de geschatte veranderingen in energieverbruik zien door overige utiliteitsbouw te verduurzamen naar minimaal Label C. We schatten de energieverbruiken in op basis van kengetallen uit de TNO-studie 'Het werkelijk energiegebruik van kantoren in het jaar 2019' (Sipma, 2022). Omgerekend naar kg CO₂ bespaart deze maatregel in 2030 circa 6.530 kton CO₂ per jaar. Daarbij gaan we er wel van uit dat geen gebouwen zijn uitgezonderd, zoals dat wel het geval is in de huidige verplichting op kantoren.

Tabel 15 - Verandering energieverbruik verduurzamen utiliteiten energielabel C

Maatreegeffect	Gasverbruik (m ³ /jaar)
Geschat huidig verbruik kantoren	13.100.000
Geschat verbruik na isoleren tot Label C	9.440.000
Besparing gasverbruik	-3.660.000 (-27,9%)

⁶ <https://dego.vng.nl>

5.1.3 Mobiliteit

Binnen de sector 'Mobiliteit' is een inschatting gemaakt van de CO₂-effecten van een lijst met voor 's-Hertogenbosch relevante mobiliteitsmaatregelen. In Tabel 16 staan de maatregelen benoemd en opgedeeld per voornaamste categorie binnen de Trias Mobilica.

Tabel 16 - Maatregelen die zijn opgenomen per Trias Mobilica-categorie

Trias Mobilica	Maatregelen
Verminderen	<ul style="list-style-type: none">– logistieke hubs en slimme logistiek;– betaald parkeren uitbreiden;– lagere parkeernormen;– autoluwe zones.
Veranderen	<ul style="list-style-type: none">– werkgeversaankpak en onderwijsaankpak;– stimuleren actieve mobiliteit;– verhogen ov-capaciteit en aantrekkelijk maken ov-gebruik;– modal shift logistiek;– knooppuntbeleid.
Verschoneren	<ul style="list-style-type: none">– ITS: Intelligent transport systems en verkeerscirculatie;– duurzaam personenvervoer over water;– ZE-zones logistiek;– snelheidsverlaging;– deelmobiliteit en MaaS.

Het is heel belangrijk om te beseffen dat de weergegeven percentages geen rekening houden met de specifieke situatie in 's-Hertogenbosch. Er is namelijk geen specifieke doorrekening gemaakt voor 's-Hertogenbosch, maar er is een inventarisatie gemaakt van de te verwachten effecten per maatregel op basis van een eerdere studie die CE Delft heeft uitgevoerd voor de RMP regio Noord-Holland-Flevoland (CE Delft, n.d.). De precieze definities en bijbehorende ambitieniveaus van de maatregelen zijn overgenomen uit deze studie. Hierin is voor elke gebiedstypologie binnen het onderzoeksgebied een inschatting gemaakt van het effect van een lijst met maatregelen, waar de maatregelen in Tabel 16 ook onderdeel van uitmaken. Omdat 's-Hertogenbosch bestaat uit meerdere gebiedstypologieën, namelijk landelijk en stedelijk gebied, is voor elke maatregel het percentage berekend voor beide gebiedstypologieën. Aan de hand van deze percentages kan de gemeente inzichtelijk krijgen wat het effect is van het invoeren van een maatregel in het stedelijke deel van 's-Hertogenbosch of in het buitengebied. Het effect van de maatregelen die in de gehele gemeente worden ingevoerd, zullen naar verwachting tussen de percentages voor stedelijk en landelijk gebied in liggen.

Dubbeltellingscorrectie

Bij het optellen van de procentuele klimaateffecten voor de verschillende sets aan maatregelen is gebruik gemaakt van een dubbeltellingscorrectie. Verschillende maatregelen werken namelijk aan hetzelfde doel. Zo hebben de maatregelen ‘lagere parkeernormen’ en ‘betaald parkeren uitbreiden’ beide als doel autoverbruik te verminderen. Een ander voorbeeld is dat ‘logistieke hubs/slimme logistiek’ en ‘ZE-zones stadslogistiek’ beide het aantal stedelijke logistieke bewegingen proberen te verminderen. Tabel 17 toont de dubbeltellingen tussen de maatregelen. Een groen vlak geeft aan dat de maatregelen binnen een transportmodus overlap hebben.

Tabel 17 - Maatregelen en onderliggende dubbeltellingen

Maatregelen	Personenauto	Bestelauto	Vrachtwagen
Logistieke hubs en slimme logistiek		Ritkm	Ritkm
Betaald parkeren uitbreiden	Ritkm		
Lagere parkeernormen	Ritkm		
Autoluwe zones	Ritkm		
Werkgeversaankpak en onderwijsaankpak	Ritkm en elektrificatie		
Stimuleren actieve mobiliteit	Ritkm		
Verhogen ov-capaciteit en aantrekkelijk maken ov-gebruik	Ritkm		
Modal shift logistiek			Ritkm
Knooppuntbeleid	Ritkm		
ITS: Intelligent transport systems en verkeerscirculatie		Uitstoot	Uitstoot
Duurzaam personenvervoer over water			
ZE-zones		Elektrificatie	Elektrificatie
Snelheidsverlaging	Uitstoot		
Deelmobiliteit en MaaS	Ritkm		

Binnen de dubbeltellingscorrectie is in kaart gebracht welke maatregelen impact uitoefenen op elkaar. Er zijn losse dubbeltellingscorrecties uitgevoerd voor personenauto's, bestelauto's en vrachtwagens.

5.1.4 Gemeentelijke organisatie

Verduurzaming gemeentelijk vastgoed

De gemeente is ook bezig met het verduurzamen van haar eigen vastgoed. In die verduurzamingsstrategie worden onder andere objecten geïsoleerd, van het gas afgehaald en/of duurzame opwek geplaatst. Ook zal in de toekomst een deel van de huidige objecten in de toekomst worden afgestoten of gesloopt, en wordt de portefeuille aangevuld met nieuwe objecten. Voor deze effectinschatting beschouwen we de huidige portefeuille zoals ons bekend uit de van de gemeente ontvangen gegevensbestanden. In Tabel 18 staat een overzicht van het aantal objecten per vastgoedfunctie, en relevante aandachtspunten voor de berekening.

Tabel 18 - Overzichtstabel gemeentelijke vastgoedobjecten 's-Hertogenbosch

Vastgoedfunctie	Aantal	Aandachtspunt voor berekening
Woonfunctie	75	Overlapt met aanpakken voor huishoudens. We laten woningen verder buiten beschouwing.
Onderwijsfunctie	63	–
Sportfunctie	62	–
Bijeenkomstfunctie	44	–
Kantoorfunctie	31	Overlapt deels met labelplicht kantoren.
Functie onbekend	21	Geen bekende functie, oppervlakte en/of energiegebruik.
Parkeerfunctie	18	Geen bekend oppervlakte en/of energiegebruik.
Industriefunctie	17	Specifieke processen waarvan het energieverbruik onbekend is.
Winkel	15	–
Bouwwerk geen gebouw	8	Geen bekende oppervlakte en/of energiegebruik.
Multifunctioneel	1	Geen bekende oppervlakte en/of energiegebruik.
Gezondheidszorg	1	Geen bekende oppervlakte en/of energiegebruik.

In de berekening beschouwen we dus alleen de potentie van het verduurzamen van vastgoed met functie onderwijs, sport, bijeenkomst, kantoor en winkel. Onder de verduurzaming van het vastgoed verstaan we isolatie en verduurzamen van het verwarmingsstelsel.

We gaan uit van isolatie tot minstens Label B en verwarming met een warmtepomp. In de praktijk zullen de verduurzamingsmaatregelen anders zijn. Zo kan er bijvoorbeeld worden gedacht aan sloop- en nieuwbouw, verdergaand isoleren, wko-systemen of aansluiten op een warmtenet. Daarnaast hoort ook het toepassen van energiebesparende maatregelen en het opwekken van hernieuwbare energie bij de verduurzaming.

Voor 56 gebouwen is het huidig gasverbruik bekend, van 70 gebouwen het elektriciteitsverbruik. Voor de overige gebouwen hebben wij verbruiken ingeschat met kengetallen van het PBL, op basis van functie, bouwjaar, eventueel het bekende label en oppervlakte (PBL, 2021).

Van de 215 gebouwen die we beschouwen, hebben er 59 Label B of hoger, 34 panden een label slechter dan B en 122 nog geen energielabel. Het isoleren van de overige gebouwen tot Label B bespaart op jaarbasis circa 800.000 m³ gas voor ruimteverwarming. Daarmee wordt 1,4 kton CO₂-uitstoot vermeden.

Wanneer we de geïsoleerde gebouwen uitrusten met een warmtepomp (ervan uitgaande dat deze in de huidige situatie een cv-ketel gebruiken), dan bespaart dat op jaarbasis nog eens 2,4 kton CO₂. In plaats van de 1.500.000 m³ gas die nog nodig is voor verwarming, wordt 3.500.000 kWh elektriciteit gebruikt.

Als we bij de overige gebouwen (met Label B of beter) aannemen dat ze nog een cv-ketel gebruiken, en deze ook met een warmtepomp zouden verwarmen, dan zou dit nog eens bijna 1 kton CO₂-uitstoot per jaar verminderen (reductie van 600.000 m³ aardgas, toename 1.500.000 kWh elektriciteit). Deze reductie is waarschijnlijk relatief hoog ingeschat, omdat gebouwen met een goed energielabel al vaker over fossielvrije (of fossielarme) installaties beschikken.

Verduurzamen mobiele werktuigen via inkoop

De impact van verduurzaming mobiele werktuigen via inkoop is op dezelfde wijze bepaald als de overige mobiliteitsmaatregelen (zie Paragraaf 5.1.3). De procentuele CO₂ reductie is bepaald op basis van de uitkomsten van een eerdere studie van CE Delft voor de RMP-regio Noord-Holland-Flevoland (CE Delft, n.d.). Dit effect is bepaald voor zowel landelijk als stedelijk gebied.

Voor deze maatregel is geen dubbeltellingscorrectie toegepast, omdat dit de enige maatregel betreft ter verduurzaming van voertuigkilometers van mobiele werktuigen.

Referenties

- CBS. (2022a, 31 januari 2022). *Statline: Rendementen, CO2-emissie elektriciteitsproductie, 2020*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/05/rendementen-co2-emissie-elektriciteitsproductie-2020>
- CBS. (2022b, September 2022). *Verdeelsleutel Nationaal Isolatieprogramma, 2020*. CBS, Centrum voor Beleidsstatistiek. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/39/verdeelsleutel-nationaal-isolatieprogramma-2020#:~:text=Het%20Ministerie%20van%20BZK%20heeft,Isolatieprogramma%20zijn%20er%20meerdere%20actielijnen>
- CBS. (2022c). Voorraad woningen; gemiddeld oppervlak; woningtype; bouwjaarklasse; regio. In: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).
- CBS. (lopend-a). Bevolkingsteller: Hoeveel mensen wonen nu in Nederland? In: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS. (lopend-b). *Statline: Inwoners per gemeente*. CBS. <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-bevolking/regionaal/inwoners>
- CE Delft. (2023a). *Impact van de warmtetransitie op het lokale elektriciteitsnet*. <https://ce.nl/publicaties/impact-van-de-warmtetransitie-op-het-lokale-elektriciteitsnet/>
- CE Delft. (2023b). *Verduurzaming bronnen voor warmtenetten*.
- CE Delft. (2023c). *Verduurzaming van bedrijventerreinen. Typering, barrières en oplossingen*. <https://ce.nl/publicaties/verduurzaming-van-bedrijventerreinen/>
- CE Delft. (lopend). CEREM (CE - Regionale Effectenberekening Mobiliteit). In: CE Delft.
- CE Delft. (n.d.). *Noord-Holland en Flevoland website monitoring RMP*.
- ECW. (2022, 30 mei 2022). *Uniforme Maatlat 5.02*. Expertise Centrum Warmte (ECW). <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.expertisecentrumwarmte.nl%2Fdocumenten%2Funiforme%2Bmaatlat%2Bdocumenten%2Fhandl erdownloadfiles.ashx%3Fidnv%3D1960157&wdOrigin=BROWSELINK>
- Eneco. (2022). *Warmte-etiket 2022*. Eneco. Retrieved 11 februari from <https://www.eneco.nl/warmte-etiket/>
- Ministerie van BZK. (2022). *Bouwbesluit 2012, Versie 16 september 2022*. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0030461/2022-09-16>
- PBL. (2021). *Functioneel Ontwerp Vesta MAIS 5.0*. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-functioneel-ontwerp-vesta-mais-5.0-4583.pdf>
- PBL. (2022a). *Herziening weerscorrectie voor ruimteverwarming* (Nieuwe methodiek om energieverbruik voor ruimteverwarming te corrigeren voor weer en klimaat in de Klimaat- en Energieverkenning, Issue. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2022-herziening-weerscorrectie-voor-ruimteverwarming_4902.pdf
- PBL. (2022b). *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022*. <https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2022>
- PBL. (2023). *Referentieverbruik warmte woningen*. <https://www.pbl.nl/publicaties/referentieverbruik-warmte-woningen>
- PBL, & CBS. (2022). *Regionale bevolkings- en huishoudensprognose*. <https://themasites.pbl.nl/o/regionale-bevolkingsprognose/>
- Regionale klimaatmonitor. (2022). Regionale klimaatmonitor. In. <https://klimaatmonitor.databank.nl/>; Rijksoverheid.
- Regionale klimaatmonitor. (lopend). Gemiddeld elektriciteitsverbruik alle woningen - 2019 - Almere. In.



- Rijksoverheid. (lopend-a). *Emissieregistratie : Dataportaal*.
<https://www.emissieregistratie.nl/data>
- Rijksoverheid. (lopend-b). Rapportage CO2-uitstoot. In:
RVO. (2023a, 31-01-2023). *55% van kantoorgebouwen voldoet aan verplicht energielabel C*
RVO. <https://www.rvo.nl/nieuws/ruim-helpt-van-kantoren-voldoet-aan-energielabel-c>
- RVO. (2023b). *Wat is de energiebesparingsplicht? (vanaf 2023)*. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
<https://www.rvo.nl/onderwerpen/energiebesparingsplicht-2023/energiebesparingsplicht>
- RVO. (lopend). *Energielabel C kantoren*. In: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- Sipma, J. M. (2022). *Het werkelijk energiegebruik van kantoren in het jaar 2019, opgedeeld naar EPA labelklassen, als input voor de ontwikkeling van een EnergieKompas door Innax, TVVL en DGBC*.
<https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3A972c65d7-a9fe-4ddb-9e95-71796edc7f51>
- TNO. (2021a). *Evaluatie van de Subsidieregeling Energiebesparing Eigen Huis 2016-2020*.
- TNO. (2021b). *Verwachte effecten van de energiebesparingsplicht uit de Wet Milieubeheer*.
<http://resolver.tudelft.nl/uuid:56c43fe8-23ec-4a06-8c63-81623b184550>

