



CEGOIA

Gebruikershandleiding



1 Intro

1.1 Korte omschrijving CEGOIA

De Nederlandse warmtevoorziening gaat op de schop. In het Klimaatakkoord is afgesproken dat de gebouwde omgeving klimaatneutraal moet zijn in 2050. De gebouwde omgeving, oftewel woningen en utiliteiten (zoals kantoren, scholen en gezondheidszorg), wordt nu voor het grootste gedeelte verwarmd door aardgas. Voor al deze woningen en utiliteiten moet dus een klimaatneutrale oplossing worden gezocht.

Wat houdt dat eigenlijk in, een ‘klimaatneutrale gebouwde omgeving’? Welke opties zijn er om gebouwen klimaatneutraal te verwarmen (en koelen)? Welke bronnen en technieken zijn er beschikbaar, en wat is de meeste kostenefficiënte oplossing in een buurt?

Het CEGOIA-model is ontwikkeld om deze vragen te beantwoorden. Het model berekent op CBS-buurniveau welke opties een buurt heeft om klimaatneutraal te worden, en hoeveel deze gaan kosten. Het model maakt gebruik van lokale informatie zoals woningtype en bouwjaar, buurteigenschappen en lokale warmtebronnen. De resultaten geven uiteindelijk antwoord op de vraag: Welke warmtevoorziening in welke buurt levert voor uw gebied de laagste maatschappelijke kosten op binnen de doelstelling om klimaatneutraal te worden?

Diverse partijen, waaronder gemeentes, woningcorporaties en netbeheerders, zijn momenteel actief bezig om de energietransitie vorm te geven. De resultaten en het advies rondom het CEGOIA-model bieden een basis om verdere stappen te nemen op weg naar een klimaatneutrale warmtevoorziening.

1.2 Wat kun je ermee?

Het CEGOIA-model berekent op buurniveau wat de kosten zijn voor elke warmtetechniek i.c.m. het meest rendabele isolatieniveau. Dit maakt het mogelijk om de kosten van de verschillende technieken te vergelijken. Daarnaast houdt het model ook rekening met de beschikbare warmtebronnen per buurt. Als een warmtebron en/of energiedrager beperkt beschikbaar is (bijvoorbeeld groengas), dan berekent het model welke verdeling van de warmtebron/energiedrager over de buurten uiteindelijk de laagste kosten oplevert voor het hele gebied (de optelsom van alle buurten). Het resultaat is dat de energiebron op die plek wordt ingezet waar het de grootste kostenbesparing oplevert t.o.v. een (duurder) alternatief.

De uitkomsten kunnen gebruikt worden als input voor diverse vormen van beleid, waaronder de Transitievisie Warmte, de investeringsplanning van woningcorporaties, en als input voor netbeheerders.

1.3 Leeswijzer



2 Uitgangspunten



2.1 Algemene uitgangspunten

De gebouwde omgeving in Nederland heeft een bepaalde vraag naar ruimteverwarming, warm tapwater en in sommige gevallen ook koeling. Omdat de doelstelling voor de gebouwde omgeving in 2050 'klimaatneutraal' is, zal er voor de warmtevoorziening geen gebruik meer gemaakt worden van aardgas. Wel zal er mogelijk nog sprake zijn van het gebruik van duurzame gassen, bijvoorbeeld groengas of waterstof.

Op het gebied van de warmtetransitie zijn er veel innovaties gaande. In het model wordt er gebruik gemaakt van bewezen technieken.¹

Er zijn een aantal verschillende warmtetechnieken beschikbaar. Deze zijn grofweg op te delen in vijf categorieën²:

- Conventionele hr-ketel. Deze oplossing maakt gebruik van gas. Momenteel is dit vooral aardgas, maar om klimaatneutraal te worden moet aardgas worden vervangen door duurzaam gas.
- Hybride warmtepomp. Een hybride warmtepomp gebruikt een combinatie van omgevingswarmte, elektriciteit en gas. Net als bij de hr-ketel is de aanname dat er in de toekomst alleen nog duurzaam gas wordt gebruikt.
- All-electric warmtepomp. Een warmtepomp maakt gebruik van bodemwarmte of buitenlucht en waardeert deze warmte op met elektriciteit om de woning en tapwater te kunnen verwarmen. Dit gebeurt met lage temperatuur (LT) warmte, wat betekent dat een woning voldoende geïsoleerd moet zijn/worden om de woning voldoende te kunnen verwarmen op LT-niveau. Daarnaast zijn lage temperatuur radiatoren³ vereist.
- Collectieve warmtenetten. Warmtenetten zijn er in verschillende varianten. De temperatuur van het net hangt af van de brontemperatuur en eventuele opwaardering. Over het algemeen geldt: hoe lager de temperatuur van het net, hoe beter het gebouw geïsoleerd moet zijn.
- Cv-ketel op vaste biomassa. Dit is een cv-ketel die vaste biomassa, meestal houtpellets, verbrandt met een hoog rendement. Bij de verbranding komen emissies vrij, waaronder fijnstof, wat een negatieve impact heeft op de luchtkwaliteit. Er speelt een maatschappelijke discussie over de wenselijkheid van deze techniek. In CEGOIA wordt deze techniek meestal alleen toegepast in schaars bebouwde gebieden.

Voor elke techniek worden de investeringskosten (CAPEX) en de operationele kosten (OPEX) berekend bij ieder mogelijk isolatieniveau. Een verdere toelichting van deze kosten vindt u in Hoofdstuk 2.43. De investeringen worden met behulp van een rentevoet en de gemiddelde levensduur omgerekend naar jaarlijkse kosten. Dit maakt het mogelijk om alle technieken met elkaar te kunnen vergelijken op buurniveau.

¹ Nieuwe technieken kennen een lange ontwikkeltijd voordat ze daadwerkelijk op grote schaal geïmplementeerd kunnen worden. Wanneer een techniek voldoende bewezen is, kan deze worden opgenomen in het CEGOIA-model.

² Uiteraard zijn er nog meer technieken in de omloop, waaronder zonneboilers en infraroodpanelen. Deze technieken worden vaak als toevoeging gebruikt maar niet als zelfstandige techniek. Vandaar dat ze niet in het model worden weergegeven.

³ Voor meer uitleg over radiatoren, zie deze [factsheet](#) over afgiftesystemen.

De berekeningen van de kosten vinden plaats op CBS-buurniveau. De resultaten voor woningen worden berekend op basis van een gemiddelde in de buurt. Dit geeft inzicht in welke techniek op buurniveau de laagste kosten oplevert. Uiteraard zullen de specifieke kosten per woning of gebouw variëren.

De berekeningen maken gebruik van buurtgegevens van het CBS, gebouwkenmerken en gebruiksfuncties uit de BAG, en de parameters. Hieronder vallen o.a. de rentevoet, investeringskosten en energieprijzen. Alle kentallen en parameters zijn te vinden in de parameterbijlage die wij afzonderlijk per project leveren.

2.2 Energiedragers

Warmtetechnieken zetten energie om in warmte voor de woningen en gebouwen.

De energiedragers die gebruikt worden voor ruimteverwarming zijn:

- **Elektriciteit:** wordt door elke techniek gebruikt, voor de meeste technieken in de vorm van hulpenergie (om water rond te pompen) en voor warmtepompen om de omgevingswarmte op te waarden.
- **Warm water:** Warmte wordt via water dat in een warmtedistributienet stroomt verplaatst van de bron naar de gebruiker. De warmte wordt uit het warme water overgedragen naar de woning door warmtewisselaars.
- **Vaste biomassa (houtpellets):** Deze pellets worden gemaakt uit hernieuwbare grondstoffen (biomassa) en zijn geschikt voor verbranding in een pellet cv-ketel. Duurzame biomassa is zeer beperkt beschikbaar en wordt daarom altijd gelimiteerd ingezet.
- **Groengas:** Groengas is duurzaam gas dat wordt gewonnen uit biogas. Het heeft vergelijkbare eigenschappen als aardgas, en kan dus ook in aardgasgestookte installaties worden ingezet. Groengas is zeer beperkt beschikbaar en wordt daarom altijd gelimiteerd ingezet.
- **Waterstof:** Waterstof is een gas dat op verschillende manieren opgewekt kan worden. 'Groene' waterstof is waterstof opgewekt uit duurzame elektriciteit. Waterstof is momenteel nog niet beschikbaar voor de gebouwde omgeving. In de toekomst is de beschikbaarheid van waterstof voor de gebouwde omgeving nog onbekend.

2.3 Warmtebronnen

Afhankelijk van de beschikbaarheid in de regio zijn er meerdere warmtebronnen mogelijk: warmte uit een stoom en gascentrale (STEG), industriële restwarmte, geothermie, lage-temperatuurrestwarmte, warmte opgewekt in een biomassacentrale, en aquathermie.

CEGOIA maakt gebruik van data uit verschillende bronnen, waaronder het warmtebronnenregister en ThermoGIS, om deze warmtebronnen in kaart te brengen. Per project wordt de beschikbaarheid van de bronnen afgestemd met de opdrachtgever, en is het mogelijk om lokale input toe te voegen of aanpassingen te maken indien gewenst.

2.4 Warmtetechnieken

Het CEGOIA-model berekent de kosten van een aantal warmtetechnieken. Hieronder vindt u een overzicht welke technieken er mogelijk zijn. Per individueel project wordt in samenwerking met de projectgroep afgestemd welke technieken wel en niet meegenomen worden. De meeste technieken bevatten een link naar [factsheets](#) waarop een verdere uitleg over de techniek te vinden is.



Overzicht warmtetechnieken

Pictogram	Naam techniek	Energiedrager ⁴	Benodigd isolatieniveau ⁵
	Hr-ketel	(Groen)gas	Geen
	Hybride warmtepomp - buitenlucht	(Groen)gas en elektriciteit	Geen eisen, maar goede isolatie verbetert het rendement
	Cv-ketel	Vaste biomassapellets	Geen
	Warmtepomp - bodem	Elektriciteit	Goede schilisolatie (Minimaal LT-niveau ⁶)
	Warmtepomp - buitenlucht	Elektriciteit	Goede schilisolatie (Minimaal LT-niveau)
	Hr-ketel [waterstof]	Waterstof	Geen
	Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof]	Waterstof en elektriciteit	Geen
	Warmtenet HT	Warmte van hoge temperatuur (-70 tot 90 °C)	Geen
	Warmtenet MT	Warmte van middelhoge temperatuur (-55 tot 70 °C)	Redelijke schilisolatie (Minimaal MT-niveau ⁷)
	Warmtenet LT	Warmte van lage temperatuur (-30 tot 55 °C)	Goede schilisolatie (Minimaal LT-niveau)
	WKO-net	Lokale bodemwarmte en koude	Goede schilisolatie (Minimaal LT-niveau)
	Warmtenet LT met individuele warmtepomp	Warmte van lage temperatuur	Goede schilisolatie (Minimaal LT-niveau)
	Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp	(Warmte (zeer lage temperatuur (<30 °C))	Goede schilisolatie (Minimaal LT-niveau)

Tabel 1 - Overzicht warmtetechnieken met benodigde energiedrager(s) en isolatieniveau

⁴ Alle technieken maken naast de genoemde energiedrager ook gebruik van elektriciteit voor hulpenergie

⁵ De isolatieniveau 's worden in de webtool weergegeven in een warmtevraag per m². Dit is in de plaats gekomen van zogenoemde (schil)labels, omdat dit meer informatie geeft over de warmtevraag van het gebouw.

⁶ LT-niveau komt overeen met een warmtevraag van maximaal 50 kW/m²

⁷ MT-niveau komt overeen met een warmtevraag van maximaal 70 kW/m²

3 Hoe werkt CEGOIA?



Het CEGOIA-model berekent per buurt voor elke techniek wat de kosten zijn voor de samenleving als geheel. Deze kosten worden ook wel de nationale kosten genoemd. Nationaal betekent hier dus ‘voor de hele samenleving’. Het model houdt rekening met de kosten over de gehele keten van de warmtevoorziening (zie Figuur 1). Alle kosten zijn berekend exclusief belastingen. Belastingen zijn een verschuiving van geld (tussen de overheid en de consument) en zeggen niets over de kosten voor de samenleving. Het is wel mogelijk om de resultaten ook inclusief belastingen te berekenen.

Figuur 1 - Totale keten van de warmtevoorziening



- Onder **bronkosten** vallen de kosten voor het energieverbruik buiten het gebouw en investeringen in de bron. Het gaat hierbij om o.a. warmteverliezen (bij een warmtenet), collectieve opwaardering en de kosten van duurzame warmte.
- Onder **distributie** vallen de kosten voor de energie-infrastructuur: het (verzwaarde) elektriciteitsnet en indien van toepassing gasnet of warmtenet. Het betreft de kosten voor de regionale netten. Ook eventuele amoveringskosten van het gasnet zijn inbegrepen.
- Onder **gebouw** vallen de isolatiemaatregelen.
- Onder **installatie** worden alle kosten bedoeld die te maken hebben met de installatie in het gebouw. Hieronder vallen de systemen voor ruimteverwarming en afgifte, warm tapwater, koeling en ventilatie.
- Onder **energieverbruik** vallen de kosten voor het energieverbruik in het gebouw. Let op: dit zijn de kosten exclusief de belastingen (energiebelasting, ODE en btw).
- Indien gewenst is het wel mogelijk om belastingen apart weer te geven in de webtool.

CEGOIA berekent dus op buurtniveau deze bovenstaande kosten voor elke warmtetechniek en voor ieder isolatieniveau. Uiteindelijk worden in de webtool alleen de kosten weergegeven per warmtetechniek voor het isolatieniveau met de laagste kosten. Dit werkt als volgt: een hoger isolatieniveau betekent hogere kosten voor gebouw maar levert een besparing op voor het energieverbruik. Het model berekent de totale kosten per isolatiestap, en laat het isolatieniveau zien wat de laagste kosten oplevert. Dit kan ook inhouden dat niet extra isoleren de laagste kosten oplevert. Bij bepaalde technieken met een laagtemperatuurverwarming, zoals een all-electric warmtepomp, is een minimaal isolatieniveau vereist, zie tabel Tabel 1.

4 Resultaten



Hoe werkt de webtool?

De CEGOIA-webtool is een online webtool waarin de berekeningen van CEGOIA worden weergegeven. De instellingen en mogelijkheden van de webtool worden afgestemd met de opdrachtgever. De webtool bevat de volgende elementen:

- **Scenario's:** In de webtool kunt u zelf de verschillende scenario's verkennen. Hier kunt u vooraf ingestelde scenario's bekijken. Indien afgesproken in het project is het ook mogelijk om zelf scenario's te wijzigen, door te klikken op de knop 'Geavanceerd'. Hieronder staan de verschillende groepen van instellingen. In elk project wordt specifiek afgesproken welke instellingen er gekozen worden, en welke gewijzigd kunnen worden. U kunt een nieuw scenario door rekenen door een instelling te wijzigen, en vervolgens opnieuw te klikken op 'Toepassen'. Met 'Reset' gaat u terug naar de basis instellingen.
- **Kaartlagen:** Met de -knop kunt u aanklikken welke informatie u wilt weergeven op de kaart. Bovenaan vindt u de 'Collectieve warmtebronnen'. Dit zijn de collectieve warmtebronnen die in het project zijn meegenomen. 'Buurtgrenzen en buurtnamen' geeft de grenzen van de buurten weer. Onder 'Algemeen' staan de resultaten van de berekeningen. Bij een doorrekening staat standaard de kaartlaag 'Woningen' aan. Deze kaartlaag geeft voor elke buurt de warmtetechniek met de laagste kosten weer. U kunt deze wijzigen voor 'Utiliteit' en andere lagen (zoals de relatieve meerprijs t.o.v. hr-ketel). In sommige projecten zijn specifieke modules gebruikt, die worden ook hier weergegeven.
- **Interactieve kaart:** Op deze kaart worden de resultaten van de berekeningen weergegeven. Standaard worden de uitkomsten van de modelberekeningen weergegeven voor 'Woningen'. Met de muis kunt u over het gebied heen bewegen, en in- en uitzoomen. Als u klikt op een buurt, verschijnt er een pop-up met de specifieke buurtinformatie.
- **Buurt pop-up:** Hier worden de buurtspecifieke gegevens weergegeven, op 3 tabbladen. Op het tabblad 'Algemeen' staan de algemene gegevens van de buurt, en welke warmtetechniek is toegewezen in de optimalisatie. Daaronder staat een grafiek met hierin de kosten voor alle technieken. Technieken die goedkoper zijn, maar toch zijn afgefallen, worden grijs weergegeven en er staat een sterretje achter de techniek. Een techniek kan afvallen doordat de energiedrager beperkt beschikbaar is, of als de techniek voor woningen de goedkoopste techniek is maar voor de buurt als geheel (inclusief utiliteitsbouw) duurder is.

Tip! Met de knop 'geavanceerde weergave' ziet u de kosten voor elke techniek uitgesplitst naar de verschillende kostenposten.

Onder het tabblad 'Input' vindt u meer buurtspecifieke kenmerken. Onder het tabblad 'Output' vindt u het energieverbruik en de jaarlijkse kosten van de toegewezen techniek.

Tip! De kosten worden nauwkeurig uitgerekend en nauwkeurig weergegeven. De berekeningen zijn echter afhankelijk van een groot aantal aannames. U moet dus altijd rekening houden met een onzekerheidsmarge, ook al zijn de getallen nauwkeurig weergegeven.

- **Statistieken:** met de knop ‘Toon/verberg statistieken’ kunt u de statistieken laten zien of verbergen. De statistieken geven allerlei informatie weer voor het gekozen gebied.
 - Onder ‘Algemeen’ vindt u het totaal aantal woningen en utiliteiten per techniek in het berekende scenario.
 - Onder ‘Kosten’ vindt u de totale jaarlijkse kosten van de verschillende categorieën, de totale investering, en de gemiddelde investering per woning of 150 m² utiliteit.
 - Onder ‘Labels’ vindt u het totale aantal woningen per isolatieniveau in het huidige jaar en zichtjaar, het aantal woningen dat een isolatiestap maakt, en de isolatiestappen die de utiliteitsbouw maakt. De isolatiegraad van utiliteitsbouw is onderverdeeld in geen verbetering, minimale verbetering en maximale verbetering.
 - Onder ‘Energie’ staat per energiedrager hoeveel er verbruikt wordt. Dit is uitgesplitst naar eindgebruikers (wat er in het gebouw wordt verbruikt), en het totale energiegebruik waar ook verliezen op het net in mee worden genomen. Daarnaast staat er ook een uitsplitsing van het gebruik van de collectieve warmtebronnen. Met ‘water warmtenet’ wordt de energie bedoeld die het warmtenet levert.

- **Downloadknoppen:** De webtool bevat een aantal knoppen waarmee data gedownload kan worden. Er zijn drie soorten knoppen:
 - Download GeoJSON. Hiermee worden alle kaartlagen gedownload in het bestandsformat GeoJSON. Dit is ruimtelijke data die gebruikt kan worden in GIS-programma’s (Geografische Informatie Systemen) zoals QGIS en ArcGIS.
 - Download Excel. Hiermee wordt een Excel gedownload waarin informatie staat over het scenario dat u hebt doorgerekend. Dit komt overeen met de instellingen uit het ‘Scenario’s’ menu waarmee u op ‘Toepassen’ hebt gedrukt. Deze Excel bevat informatie over de gebruikte instellingen, buurteigenschappen, alle kosten van de technieken voor woningen én utiliteiten, en specifieke informatie over de warmtebronnendata.
 - Door de webtool verspreid staat er bij elke grafiek of afbeelding een downloadknop waarmee die desbetreffende afbeelding gedownload kan worden. Dit geldt ook voor de kaartlaag zichtbaar op het scherm.

Tip! Als er in uw regio meerdere scenario’s zijn doorgerekend, of als u zelf meerdere scenario’s hebt samengesteld door middel van de schuifjes, moet u dus voor elk scenario afzonderlijk de Excel-resultaten downloaden.

Nog een tip! Wijzig de naam van het gedownloade bestand meteen, zodat u na afloop gemakkelijk weet welke resultaten u hebt gedownload. Daarmee voorkomt u dat u handmatig de resultaten moet gaan vergelijken.

5 Toepassing



We benadrukken dat het CEGOIA-model **geen blauwdruk** oplevert van hoe het *moet*, maar wel een transparante doorrekening geeft van welke combinatie in een buurt de laagste kosten over de keten heeft. De investeringen in die combinatie leveren daarmee ook het hoogste CO₂-rendement, met daarbij de kanttekening dat in het eindbeeld alle resterende ingezette energiedragers verondersteld worden klimaatneutraal zijn. In het verdere proces waarin de resultaten gebruikt en gedeeld zullen worden, is van het van belang resultaten altijd genuanceerd (zoals hierboven uitgelegd) te gebruiken en te communiceren. Vooral als de uitkomsten verder worden gedeeld met anderen die geen achtergrondkennis hebben van het model.

De resultaten geven inzicht in de kosten en mogelijkheden van de verschillende warmte-technieken per buurt. Daarbij is het van belang om zowel naar de absolute als de relatieve verschillen te kijken

- **Absolute kostenverschillen:** voor elke buurt zijn de kosten anders. Een warmteoptie kan voor een buurt relatief duur uitpakken (vergeleken met andere opties), maar kan alsnog goedkoper zijn dan de goedkoopste oplossing in een andere buurt. Kijk dus niet alleen naar de verschillen tussen de staafjes, maar ook naar de absolute kosten. Dit kan nuttig zijn bij bijvoorbeeld het bepalen welke wijken voor 2030 van het aardgas af gaan.
- **Relatieve kostenverschillen:** niet alleen de absolute kosten, maar ook de relatieve verschillen met andere technieken geven nuttige informatie. Liggen de kosten van verschillende technieken relatief dicht bij elkaar (bijvoorbeeld <10% verschil), dan vallen de verschillen in de onzekerheidsmarge. In zo'n geval kunnen andere redenen doorslaggevend zijn, zoals sociale of politieke overwegingen. Liggen de kosten relatief ver uit elkaar (bijvoorbeeld >30% verschil), dan heeft een buurt kostentechnisch een duidelijke voorkeur voor een techniek (of techniekrichting).

Vergelijking individuele en collectieve technieken: De individuele en collectieve oplossingsrichtingen hebben wezenlijk andere aanpak tot gevolg. Het is nuttig om niet alleen losse technieken met elkaar te vergelijken, maar juist ook oog te hebben voor het algemene beeld in een buurt. Zijn voor een buurt de kosten overwegend lager voor individuele technieken (gas en elektriciteit) of juist voor warmtenetten? Dit beeld is van belang voor de eerste stappen in een buurtaanpak. Als de oplossingsrichting bekend is, kan er vervolgens gekeken worden met welke individuele techniek of warmtebron de vraag ingevuld kan worden.

De **keuze van scenario's** kan een grote rol spelen in de uitkomsten. Sommige parameters hebben grote invloed op de resultaten (bijvoorbeeld de hoeveelheid beschikbaar duurzaam gas), anderen hebben minder invloed (zoals de beschikbaarheid van een warmtebron die toch al relatief hoge kosten heeft).

De webtool is juist bedoeld om hier gevoel voor te krijgen. Door met de verschillende scenario-opties te variëren krijgt u meer gevoel krijgen voor de gevoeligheden van de uitkomsten. In andere woorden: welke factoren hebben invloed op de warmtetransitie en welke niet? Dit biedt ook aanknopingspunten voor het beleid. Als u weet welke variabelen invloed hebben op de kosten en de uitkomsten, biedt dit inzicht in het vormen van beleidsstappen die effect zullen hebben.



Deze gebruikershandleiding is geschreven door:
Marijke Meyer
Fenneke van de Poll

© copyright 25 januari 2021, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

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

