

KETENANALYSE

Stadswarmte Installatie Hoofdkantoor Amersfoort

Ketenanalyse voor de CO2 Prestatieladder

Status: S0/P01.01

Datum: 29 mei 2024



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
global.royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Stadswarmte Installatie Hoofdkantoor Amersfoort

Sub titel: Ketenganalyse voor de CO2 Prestatieladder
Referentie: BC1049
Status: P01.01/S0
Datum: 29 mei 2024
Auteur(s): Jasper Roosendaal

Opgesteld door: Jasper Roosendaal
(Royal HaskoningDHV)

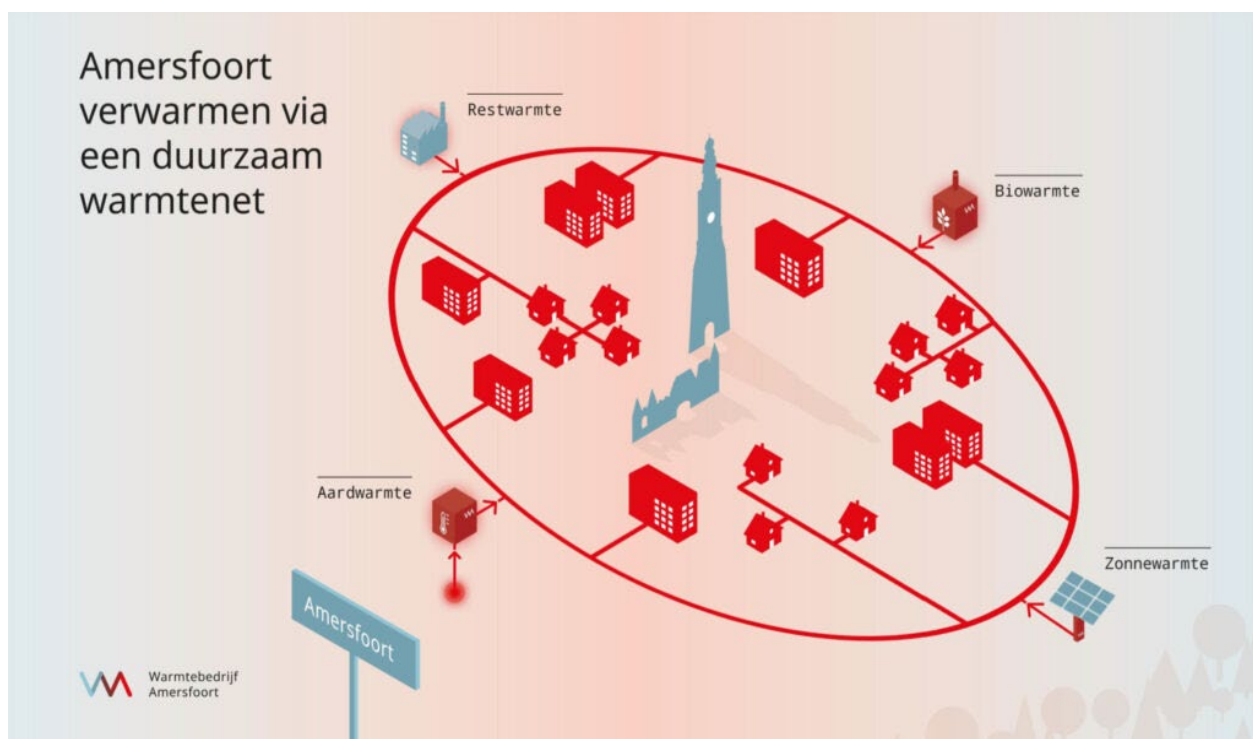
Inhoud

1	Inleiding	1
2	Methode	2
2.1	Functionele eenheid en scope	2
2.2	Ketenomschrijving en systeemgrenzen	2
2.3	Ketenpartners	3
2.4	CO ₂ -emissieberekening	3
3	Levenscyclusinventarisatie (LCI)	4
3.1	Productiefase (A1-A3)	5
3.2	Transport naar de bouwplaats (A4)	7
3.3	Constructiefase: aanleg, bouw- en installatieproces (A5)	7
3.4	Gebruiksfase (B1)	7
4	Levenscyclusanalyse (LCA)	1
4.1	Resultaten	1
5	Discussie resultaten	3
6	Referenties	4

1 Inleiding

Als onderdeel van het behalen van de Parijs Klimaatdoelstellingen heeft Rijksoverheid nationaal beleid en doelen opgesteld voor een warmtetransitie van aardgas naar duurzamere niet fossiele bronnen van warmte. In 2050 moet Nederland een klimaatneutrale samenleving realiseren, het aardgasvrij maken van gebouwen zoals woningen en kantoren staat daarin centraal. Een warmtenet is een van de mogelijkheden om onze gebouwen aardgasvrij te verwarmen. Ook in Amersfoort, waar het hoofdkantoor van Royal HaskoningDHV (RHDHV) is gevestigd, krijgen inwoners en belanghebbenden de optie om aan te sluiten op het warmtenet.

Het warmtebedrijf van Amersfoort heeft de ambitie om de warmte uit diverse duurzame bronnen op te wekken, namelijk uit restwarmte van industrie, biomassa (biowarmte), aardwarmte wat al in de grond is opgeslagen en zonnewarmte opgewekt met zonnecollectoren.



Figuur 1. Warmtenet Amersfoort

In het kader van de CO₂ prestatieladder heeft RHDHV een ketenanalyse opgesteld waarbij de totale CO₂ uitstoot wordt berekend van het aanleggen van een warmtenet aansluiting voor het hoofdkantoor van RHDHV te Amersfoort. In de ketenanalyse wordt een vergelijking gemaakt tussen het gebruikelijke scenario, namelijk het blijven verbruiken van aardgas, en het alternatief, namelijk het aansluiten van kantoor Amersfoort op het warmtenet (inclusief installaties) en het voortgezette verbruik van stadswarmte.

In de ketenanalyse wordt gerekend met een aansluiting vanaf het dichtstbijzijnde punt waar het warmtenet van Amersfoort strekt, waarbij gerekend wordt met het materiaal en het materieel dat nodig is om een aansluiting te realiseren. Denk daarbij aan warmtebuizen, graafmachines en afleversets, alsmede de opwekking en het verbruik van de warmte zelf.

In de opvolgende hoofdstukken wordt in detail beschreven hoe de ketenanalyse is opgesteld en aan welke standaarden wordt geconformeerd om een zo transparante en concrete CO₂ berekening uit te voeren. Ook wordt toegelicht welke aannames en uitgangspunten zijn getroffen.

2 Methode

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke stappen zijn uitgevoerd om de ketenanalyse op te stellen.

2.1 Functionele eenheid en scope

De functionele eenheid is een eenduidige referentie-eenheid waarin de CO₂-emissie wordt uitgedrukt. In deze studie wordt met meerdere functionele eenheden gerekend. Voor de jaarlijkse en cumulatieve CO₂ uitstoot is gerekend **per jaar warmteverbruik**. Voor de onderliggende installatie van de aansluiting vanaf de weg naar het kantoor wordt gerekend **per meter (m1) warmtenet** en voor de installaties in het gebouw is gekeken naar **stuks en m2 GBO** voor de afleversets en respectievelijk de aanpassing van tapwaterleidingen waar nodig.

2.2 Ketenomschrijving en systeemgrenzen

In deze ketenanalyse worden CO₂-emissies berekend die in principe geen onderdeel uitmaken van één van de drie traditionele scopes van het Greenhouse Gas Protocol. Het gaat hier om de broeikasgasemissies over een totale levenscyclus. Zo is het verbruik van gas scope 1, het verbruik van stadswarmte een scope 2 emissie en betreft de installatie van het warmtenet scope 3 emissies. In de ketenanalyse worden deze emissies niet gesplitst maar in totaal vergeleken voor twee scenario's.

Voor het vastleggen van de keten en systeemgrenzen van de installatie van het warmtenet en de gehele CO₂ berekeningen hanteren we de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken van de Nationale Milieu Database (NEN-EN15804) (1.1, maart 2022) voor ketenanalyses in de GWW en B&U sector. Daarbij worden de volgende levenscyclusfasen van het warmtenet berekend (zie tabel 1).

Tabel 1: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen; O: Module niet meegenomen)

Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productiesysteem
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
Winning van grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling
X	X	X	X	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O

In het business as usual scenario wordt enkel gekeken naar het *gebruik* van gas. In het nieuwe scenario 'stadswarmte' wordt gekeken naar zowel gebruik als de productie en bouw van het warmtenet en de gebouw gebonden installaties die nodig zijn voor kantoor Amersfoort om gebruik te kunnen maken van de stadswarmte geleverd door het nieuwe warmtenet.

2.3 Ketenpartners

Naast Royal HaskoningDHV zijn de volgende ketenpartners relevant binnen de context van deze ketenanalyse:

- Gemeente Amersfoort
- Warmtebedrijf Amersfoort
- Aannemers
- Vastgoedbeheerder kantoor Amersfoort

2.4 CO₂-emissieberekening

Voor het berekenen van de CO₂-emissies wordt een inventaris gemaakt van de benodigde processen en hoeveelheden, deze worden vervolgens vermenigvuldigd met de juiste CO₂-emissiefactoren. De berekeningen uitgevoerd in de ketenanalyse houden de volgende basisformule aan:

$$\rightarrow \text{Hoeveelheid materiaal/energie} \times \text{emissiefactor} = \text{CO}_2\text{-uitstoot}$$

Database en tooling

De emissiefactoren worden bepaald met behulp van de processendatabase van de Nationale Milieu Database (versie 3.7), uitgedraaid via Simapro 9.4. De NMD processendatabase is gebouwd op de Ecoinvent database (Ecoinvent 3.6). Vanuit deze processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden als specifieke gegevens niet beschikbaar zijn. Het betreft hierbij voornamelijk de processen voor energieopwekking en transport. Voor de emissiefactor van aardgas is uitgegaan van de nationale waarden zoals gedeeld op de site www.CO2emissiefactoren.nl. Voor de klimaatinstallaties is de NMD B&U database geraadpleegd via GPR gebouw en GPR materiaal, een gevalideerd rekeninstrument conform de NMD.

CO₂-equivalenten

Voor de CO₂ emissiefactoren wordt per definitie uitgegaan van CO₂-equivalenten. Dit is een manier van het uitdrukken van CO₂-uitstoot waarbij alle broeikasgassen van het Kyoto-protocol worden meegenomen. De eenheidsnotering betreft 'kg CO₂-eq'.

Dataverzameling

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is gebruik gemaakt van ontwerp- en praktijkkennis van deskundigen van Royal HaskoningDHV. Voor het berekenen van de levenscyclusanalyse zijn gegevens verzameld van de verschillende productieprocessen die binnen de systeemgrenzen van deze LCA-studie vallen. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de precisie, compleetheid, representativiteit, consistentie en reproduceerbaarheid van de gegevens.

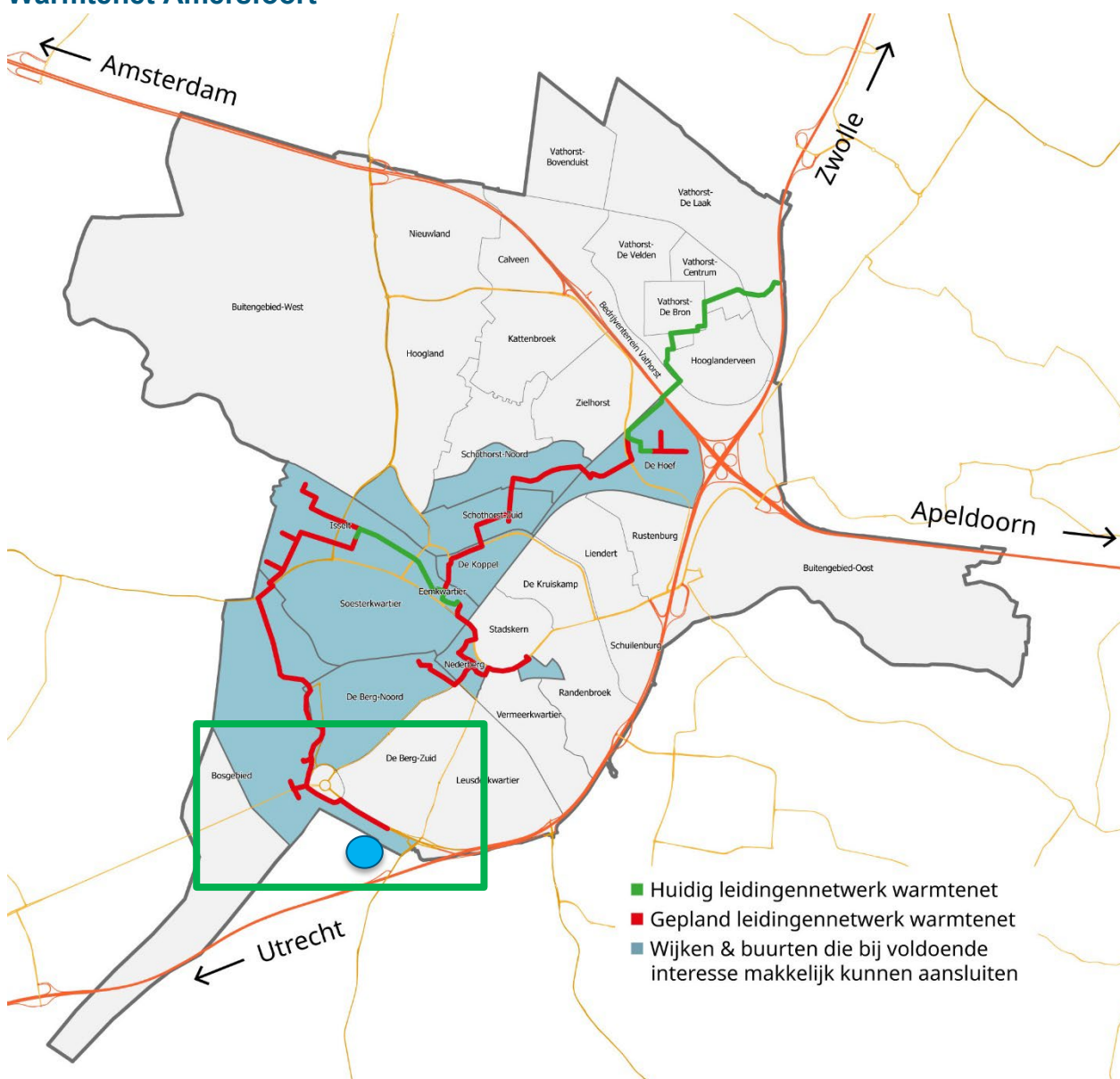


Figuur 2. Warmtebuizen voor een warmtenet. Voorgeïsoleerde buizen, twee richtingen, warm en koud.

3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In deze paragraaf wordt beschreven welke uitgangspunten zijn gehanteerd voor de benodigde materialen, processen en referenties per levenscyclusfase van de ketenanalyse. Ter onderbouwing van de uitgangspunten van de berekening wordt de geografische context van het warmtenet toegelicht.

Warmtenet Amersfoort



Figuur 3. Overzicht Warmtenet Amersfoort

In bovenstaande figuur wordt een overzicht gedeeld van het leiding netwerk van het warmtenet in Amersfoort. Aan de hand van het figuur wordt duidelijk inzichtelijk tot waar het huidige en geplande leidingennetwerk strekt. Kantoor Amersfoort wordt gemarkeerd met de blauwe stip en ligt in de buurt/wijk 'Bosgebied'. Een buurt die bij voldoende interesse makkelijk kan aansluiten aan het warmtenet. Op de volgende pagina wordt het groen gemarkeerde vierkant uitvergroot zodat meer inzicht is op de ligging van hoofdkantoor Amersfoort.



Figuur 4. Aansluiting warmtenet naar hoofdkantoor Royal HaskoningDHV: 200 m1.

Voor de aansluiting vanaf het leidingennetwerk is 200m1 warmtenet nodig. Dit betreft 200m1 warmtebuis voor aanvoer van verwarmd water en 200m1 afvoer van koud water nadat de warmte is geleverd. In totaal wordt uitgegaan van 400 m1 aan warmtebuis die geproduceerd, geleverd en in de grond geïnstalleerd moet worden.

Klimaatinstallaties

Voor de warmteopwekking in kantoor Amersfoort wordt uitgegaan van offerteaanvragen van het facilitair management van RHDHV. Uitgegaan wordt van een scenario waarbij 3 stuks afleversets aangeschaft moeten worden. Mogelijkerwijs kan een deel van de bestaande installatie gebruikt worden, echter wordt hier uitgegaan van het worst-case scenario. Daarbij wordt tevens uitgegaan van individueel warmtapwater leidingen verdeeld over het bruto vloeroppervlak van Kantoor Amersfoort: 26.000 m². De klimaatinstallaties betreffen Categorie 3 productkaarten afkomstig uit de Nationale Milieu Database, geraadpleegd via GPR Gebouw en GPR materiaal:

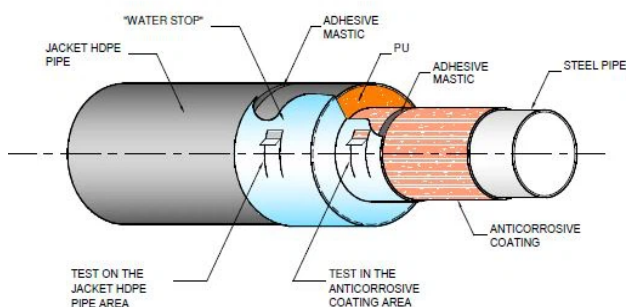
- Warmteopwekkingsinstallaties, Externe warmtelevering, afleverset: 3 stuks
- Warmteopwekkingsinstallaties, Warmtelevering derden, afleverset ITW: 26000 m2gbo.

Voor beide systemen zijn de volgende levenscyclusfasen meegenomen: productie, transport, installatie en gebruik.

3.1 Productiefase (A1-A3)

Voor de productie van de warmtebuizen is uitgegaan van beschikbare leveranciersdata. Uitgegaan is van LINKUN¹ voorgeïsoleerde buizen die voldoen aan de Europese normen (EN253, EN448, EN488 en EN489). De buisformaten, diktes van de verschillende lagen zijn geschaald naar een gemiddeld formaat warmtebuis waarbij rekening is gehouden met bekende kengetallen en parameters vergelijkbaar met andere leidingen beschikbaar in de Nationale Milieudatabase. Tabel 2 op de volgende pagina geeft een overzicht van de paramaters en uitgangspunten voor de warmtebuizen.

¹ *Warmtenet buizen – voorbeeld leveranciersdata*



Figuur 5. Schematische weergave warmtebuis

Tabel 2. Afmetingen, parameters en uitgangspunten van warmtenet Amersfoort

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Onderbouwing
Compositie			
• RVS gecoat Staal (roestvrijstaal)	86,3	Kg/m1	Berekend op basis van de dichtheid, volumes en diktes van materialen in combinatie met de leveranciersdata en forfaitaire waarden uit de Nationale Milieu Database en categorie 3 LCA rapporten voor leidingen en buizen.
• PU schuimlaag hard (polyurethaan)	30	Kg/m1	
• Epoxy kleeflagen (2x)	0,339	Kg/m1	
• HDPE huls (hoge dichtheid polyethyleen)	2,5	Kg/m1	
Buitendiameter	500	mm	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Binnendiameter	400	mm	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Dikte staal	8,8	mm	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Dikte RVS laag	85	Micron	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Dikte PU schuimlaag hard	100	mm	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Dikte HDPE huls	12	mm	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Dikte kleeflaag	85	Micron	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Oppervlakte buis	2,51	m2/m1	Berekening
Gewicht buis totaal	119,139	Kg/m1	Berekening
Dichtheid Epoxy coating	1500	Kg/m3	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten
Levensduur buizen	30	Jaar	O.b.v. leveranciersdata en standaardformaten

Tabel 3. Samenstelling warmtebuizen en gekoppelde referentieprocessen uit de NMD processendatabase (NMD3.7).

Samenstelling	Referentieproces NMD processendatabase (A1)	GWP	Eenheid
RVS gecoat staal, hooggelegeerd	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO}) market for Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair)	4,39	Kg CO ₂ /kg
PU hardschuim, gefoamd	0032-fab&PUR, hardschuim (o.b.v. Polyurethane, rigid foam {RER}) market for polyurethane, rigid foam	6,52	Kg CO ₂ /kg
HDPE huls, geëxtrudeerd	0185-fab&Polyetheen, HDPE, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}) market for Cut-off, U	2,75	Kg CO ₂ /kg
Epoxy coating kleeflaag	0064-fab&Lijm, epoxy 2 componenten [VLK]	3,86	Kg CO ₂ /kg

3.2 Transport naar de bouwplaats (A4)

De in totaal 400m¹ strekkende meter warmtebuis wordt vervoerd met niet gespecificeerde trucks (aanname) over een forfaitaire afstand (NMD) van 150 km van productieplaats naar werkplaats (kantoor Amersfoort. Het totale gewicht getransporteerd is gelijk aan 400 x 118 kg = 47.200 kg of 47,2 ton. Over een afstand van 150 km bedraagt de inzet van de Euro 5 trucks in totaal 47,2 ton x 150 km = 7.080 tonkilometer.

- 0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}| market group for transport, freight, lorry, unspecified | Cut-off, U) (of project Template); **0,1338 kg CO₂-eq/tkm**

3.3 Constructiefase: aanleg, bouw- en installatieproces (A5)

Voor het aanbrengen, het verplaatsen en ingraven van de warmtebuizen wordt gerekend met typisch materieel voor het aanleggen van buizen en leidingen. Gerekend wordt met een hydraulische graafmachine en een mobiele wiellader die een productienorm van 16 m¹ per uur hebben. De productienorm is gebaseerd op eerder opgestelde ketenanalyses door RHDHV van leidingwerken en zijn afkomstig van de kostenexperts van RHDHV die hun expertise inzetten voor het opstellen van de SSK ramingen voor GWW werken. Het materiaal gebruikt standaard diesel en gaat uit van gemiddelde verbruiken per uur zoals ingesteld in de NMD processendatabase voor dit type materieel.

- pro&Graafmachine, per uur; **51,9 kg CO₂ / uur**
- pro&Wiellader, per uur; **42,9 kg CO₂ / uur**

3.4 Gebruiksphase (B1)

Voor de berekening wordt gekeken naar een periode van 2024 tot en met 2030 wanneer scope 1 en 2 emissies van RHDHV globaal met 95% gereduceerd moeten zijn vanaf een 2019 basisjaar. De levensduur van de warmtebuizen betreft 30 jaar, van de afleversets 15 jaar.

Voor de warmtebronnen van het warmtenet Amersfoort wordt de volgende verdeling aangenomen.

• Biomassawarmte	35%	15,3 kg CO ₂ -eq/GJ
• Restwarmte	7,5%	7,9 kg CO ₂ -eq/GJ
• Aardwarmte	50%	6,9 kg CO ₂ -eq/GJ
• Zonnewarmte	7,5%	0 kg CO ₂ -eq/GJ
• Warmtenet Amersfoort	100%	9,39 kg CO₂-eq/GJ

Biomassa en aardwarmte krijgen een grotere allocatie op basis van de verwachte beschikbaarheid daarvan in de toekomst waarbij zonnewarmte en restwarmte als minder beschikbaar worden ingeschat. Aangezien het warmtenet nog in ontwikkeling is en de bronnen nu per wijk verschillen is deze verdeling aangenomen op basis van expert judgement.

- Royal Haskoning gebruikt per jaar 75.417 m³ aardgas (op basis van 2023,). Dit kan omgerekend worden naar verhoudingsgewijs 2.652 Gigajoule aan stadswarmte (35,17 mj / m³ aardgas).
- Aardgas

100%

1,78 kg CO₂-eq /m³

Bron: CO₂ emissiefactoren.nl, Tank-To-Wheel emissies

4 Levenscyclusanalyse (LCA)

Op basis van de geïntervieweerde profielen is een berekening gemaakt van de totale CO₂-uitstoot van het business as usual scenario – aardgas - tegenover het voorgestelde alternatief: Stadswarmte, inclusief installaties. De resultaten worden hieronder gepresenteerd

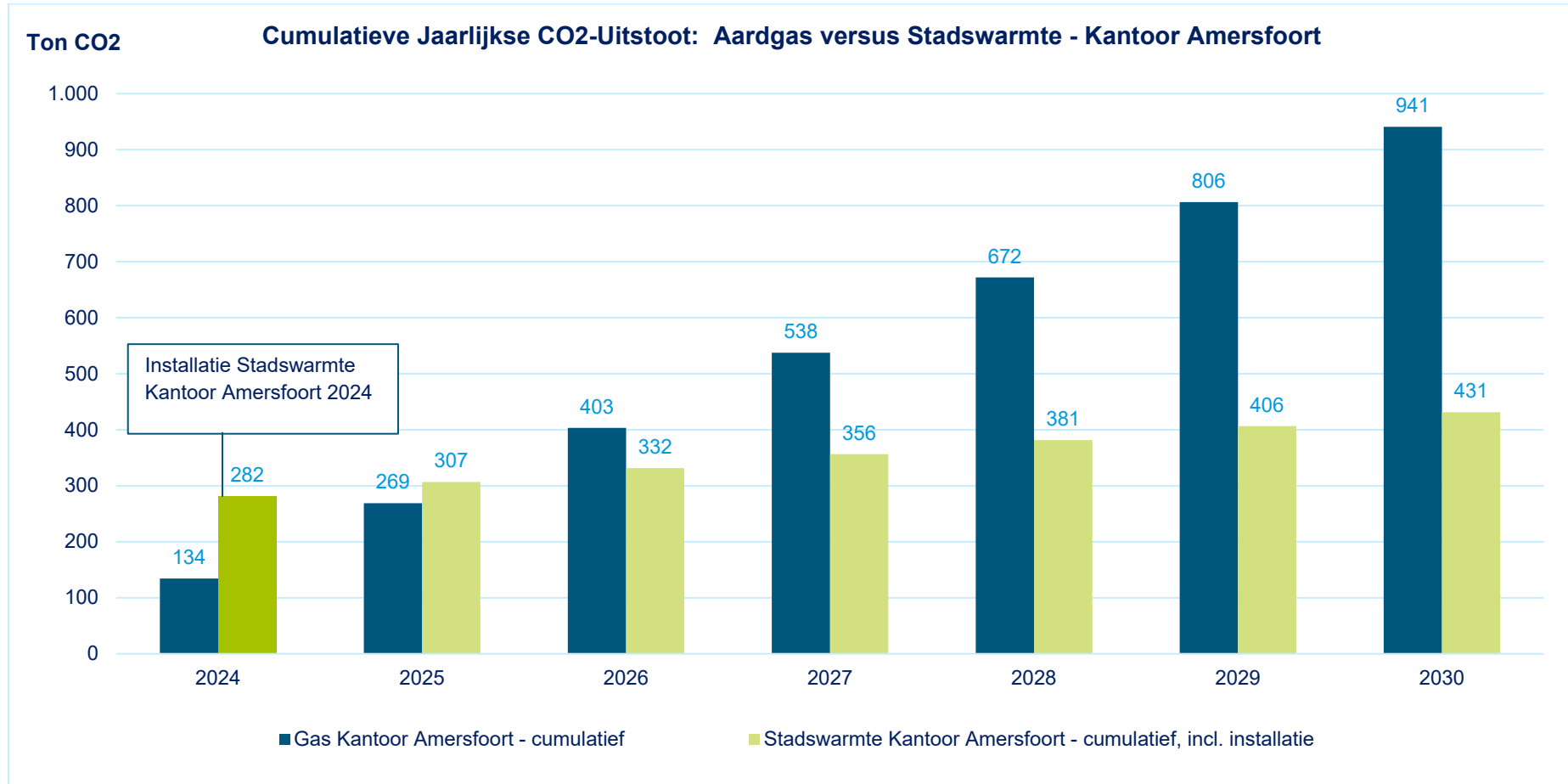
4.1 Resultaten

Tabel 4 weergeeft de totale CO₂ uitstoot van beide scenario's berekend volgens de uitgangspunten gesteld in hoofdstuk 3.

Tabel 4. Ketenanalyse stadswarmte Amersfoort

Ketenanalyse Stadswarmte Amersfoort					
Business as Usual – 2024 (1 jaar) - Aardgas					
B1-B7 verbruik	Gasverbruik per jaar	75.417 m3	134	ton CO2eq	Jaarlijks
Alternatief - 2024 (1 jaar) – Stadswarmte inclusief installatie en aansluiting					
A1-A3 Productie	Warmtenet	400 m1	233,27	ton CO2eq	Eenmalig
A1-A3 Productie	Warmtelevering derden, installaties afleversets en waterleidingen	3 stuks, 26.000 m2	20,20	ton CO2eq	Eenmalig
A4 Transport	Aanvoer buizen naar locatie voor ingraven	7.080 tkm	0,95	ton CO2eq	Eenmalig
A5 Installatie	Hydraulische graafmachine (mobiel)	25 uur	1,30	ton CO2eq	Eenmalig
A5 Installatie	Wiellader (mobiel)	25 uur	1,07	ton CO2eq	Eenmalig
B1-B7 verbruik	Stadswarmte verbruik per jaar (theoretisch nodig)	2.652 Gigajoule	24,93	ton CO2eq	Jaarlijks

In figuur 6 wordt de jaarlijkse cumulatieve CO₂ uitstoot van beide scenario's gepresenteerd. De eenmalige installatie en aansluiting op het warmtenet wordt meegenomen.



Figuur 6. Totale ton CO₂ uitstoot jaarlijks, cumulatief, inclusief installaties en aansluiting van kantoor Amersfoort op het stadswarmtenet.

5 Discussie resultaten

Uit figuur 6 worden de volgende inzichten opgedaan:

- De eenmalige uitstoot van de warmtenet installatie en gebouwaansluiting bedraagt in totaal 282-25 ton CO₂ = 257 ton CO₂
- De jaarlijkse besparing van CO₂ uitstoot van het opwekken van warmte bedraagt 81% voor aardgas versus stadswarmte Amersfoort, namelijk 134 ton CO₂-eq per jaar versus 25 ton CO₂-eq per jaar.
- Over een periode van 2 jaar is de productie, installatie en aansluiting van het warmtenet terugverdien op ton CO₂ uitstoot. Vanaf 2026 is er sprake van een netto besparing.
- Over de jaren heen (in dit geval gerekend tot 2030) is de totale CO₂ besparing significant hoog. Tot en met 2030 zou 510 ton CO₂-eq bespaard kunnen worden.
- De totale scope 1 CO₂ emissies van RHDHV bedragen in 2023 483 ton CO₂-eq. Door over te stappen op stadswarmte kan RHDHV 28% van haar globale scope 1 emissies sparen. Op de totale scope 1, 2 en 3 CO₂ footprint is dat 2%. (134 ton op 8027 ton CO₂^{-eq}).

Op basis van de inzichtelijke gemaakte besparingen kan concreet aanbevolen worden voor het hoofdkantoor Amersfoort om de overstap te maken naar stadswarmte zodra deze beschikbaar wordt. Uit vroegtijdige financiële analyses kan door het facilitair management geconcludeerd worden dat de overstap naar stadswarmte ook dit ook gunstig is voor de jaarlijkse kosten voor kantoor Amersfoort.



6 Referenties

- Categorie 3 LCA rapport, Leidingswerken, Nationale Milieu Database (geraadpleegd in mei, 2024)
- CO2 emissiefactoren.nl (geraadpleegd in mei, 2024)
- Google Maps + PDF Xchange editor (meting warmtenet aansluiting)
- GPR Gebouw, GPR materiaal
- Leveranciersdata publiek beschikbaar.
- NMD, Nationale Milieu Database. Bepalingsmethode versie 1.1 maart 2022. NMD processendatabase 3.7 (Ecoinvent 3.6).
- Offertes warmteaansluiting, Facilitair Management, Royal HaskoningDHV (aansluiting warmtenet, 2023)
- Website Gemeente Amersfoort. (geraadpleegd in mei, 2024)
- Website Warmtebedrijf Amersfoort. (geraadpleegd in mei, 2024)