

Ketenanalyse productie duurzame energie
CO₂-Prestatieladder



Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1 Vaststellen onderwerpen ketenanalyses	3
1.2 Leeswijzer	3
2. Doelstelling van het opstellen van de ketenanalyse	4
3. Vaststellen van de scope van de ketenanalyse	5
4. Systeemgrenzen en identificeren van ketenpartners	6
4.1 Beschrijving ketenproces duurzame energieproductie	6
4.1.1 Aanvoer Brandstof	6
4.1.2 Energieproductie	6
4.1.3 Transport duurzame energie naar eindgebruiker	9
4.2 Ketenpartners.....	11
4.3 Systeemgrenzen	12
5. Datacollectie en datakwaliteit	13
6. Kwantificeren van emissies	14
6.1 Vermeden CO ₂ -emissies	14
6.2 CO ₂ -emissie-factor	16
6.2.1 CO ₂ -aanvoer brandstof	16
6.2.2 CO ₂ -verbranding brandstof	16
6.2.3 Totaal geproduceerde energie.....	18
6.2.4 CO ₂ -factor AVR	21
7. Onzekerheden	22
8. Reductiemogelijkheden	23
8.1 Reductiemogelijkheden.....	23
8.2 Reductiedoelstellingen.....	24
8.2.1 Reductiemaatregelen	24
8.2.2 Meting en monitoring.....	24
9. Bronvermelding	25

1. Inleiding

Reductie van de CO₂-uitstoot bij haar eigen activiteiten en in de keten is een belangrijke ambitie voor AVR nu en in de toekomst. Zo draagt AVR al vele jaren bij aan een vermindering van de CO₂-uitstoot door de vrijgekomen energie uit afval nuttig om te zetten in elektriciteit, stoom- en warmteprojecten. Om deze positieve ontwikkeling intern en extern te vergroten, te stimuleren en zichtbaar te maken, streeft AVR naar een niveau 4 certificering volgens de CO₂-prestatieladder. Een belangrijk onderdeel van het behalen van niveau 4 van de CO₂-prestatieladder is het verkrijgen van inzicht in de Scope 3 emissies van de organisatie. In het document 'Memo meest materiële emissies' zijn de meest materiële Scope 3 emissiecategorieën reeds in kaart gebracht, volgens de stappen zoals beschreven in de Corporate Value Chain (Scope 3) standaard van het GHG-protocol, en zijn twee onderwerpen bepaald om een ketenanalyse op uit te voeren.

1.1 Vaststellen onderwerpen ketenanalyses

Op basis van de Memo Meest materiële emissies is uit een kwalitatieve inventarisatie van de CO₂-uitstoot van activiteiten en aan de hand van andere criteria van materialiteit, invloed, belang stakeholders etc. de rangorde van meest materiële emissies bepaald.

Er is gekozen voor het uitvoeren van twee ketenanalyses:

- *Transport*
- *Productie duurzame energie*

Dit document beschrijft de ketenanalyse van de productie van duurzame energie.

1.2 Leeswijzer

Dit document maakt samen met de Ketenanalyse 'Transport' en de Memo Meest Materiële Emissies deel uit van de implementatie van de CO₂-Prestatieladder.

Hoofdstuk		Inhoud
2	Doelstellingen	Beschrijving van het doel van de ketenanalyse
3	Scope	Onderwerp van de ketenanalyse
4	Systeemgrenzen	Reikwijdte van de ketenanalyse
5	Datacollectie	Methode van dataverzameling en bronnen van informatie
6	Kwantificeren van CO ₂ -emissies en resultaten	Berekening en analyse van de CO ₂ -uitstoot in de keten
7	Onzekerheden	Onzekerheden en verbetermogelijkheden voor de analyse
8	Reductiemogelijkheden	Kansen om CO ₂ te reduceren die voortkomen uit de ketenanalyse en reductiedoelstellingen die vastgesteld zijn
9	Bronvermelding	Gebruikte bronnen

2. Doelstelling van het opstellen van de ketenanalyse

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is het identificeren van GHG-reductiekansen, het definiëren van reductiedoelstellingen en het monitoren van de voortgang.

Op basis van het inzicht in de Scope 3 emissies en de twee ketenanalyses wordt een reductiedoelstelling geformuleerd. Binnen het energiemanagementsysteem dat is ingevoerd wordt actief gestuurd op het reduceren van de Scope 3 emissies.

Het verstrekken van informatie aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten is hier nadrukkelijk onderdeel van. AVR zal op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

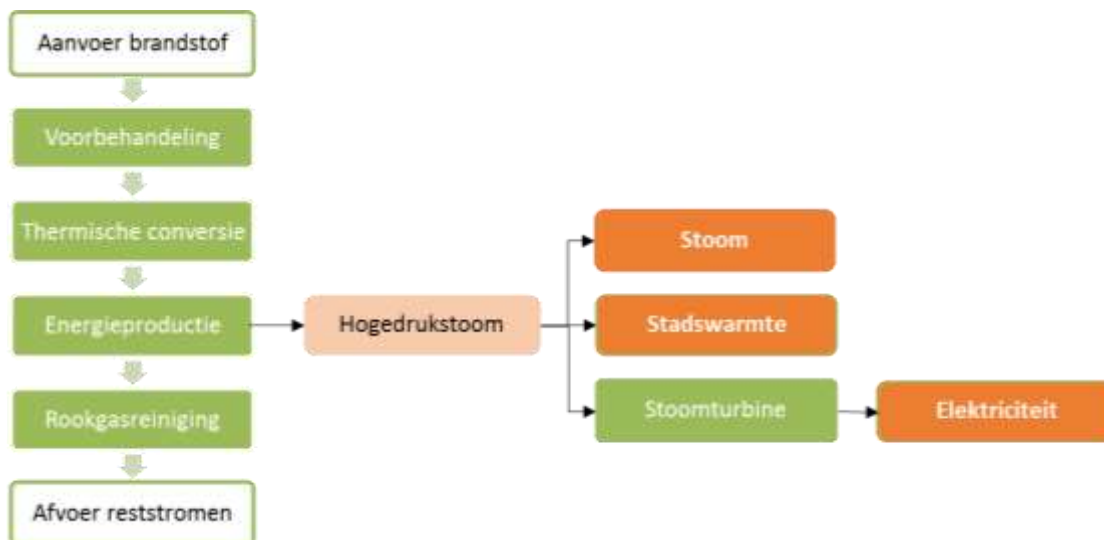
3. Vaststellen van de scope van de ketenanalyse

Deze ketenanalyse zal dieper ingaan op de CO₂-uitstoot van de geleverde energie van AVR, ofwel van de verkochte producten stoom, warmte en elektriciteit. Hierbij zullen twee verschillende zaken in kaart worden gebracht:

1. De CO₂-uitstoot die vermeden wordt door het leveren van stoom, warmte en elektriciteit vanuit AVR. Hierbij wordt de geproduceerde energie afgezet tegen een voor Nederland representatief referentiescenario.
2. De CO₂-uitstoot per eenheid energie (kg CO₂/GJ of kg CO₂/kWh). Dit is de zogenaamde CO₂-emissiefactor van de door AVR geleverde energie. Afnemers van de energie van AVR kunnen met deze informatie een betere afweging maken tussen de verschillende energiebronnen.

Hierbij moet worden aangemerkt dat bij het gebruik van een brandstof met biogene componenten, de CO₂-emissies door verbranding niet meegenomen worden (want onderdeel van een kortcyclische koolstofketen). Wel zijn de emissies van het produceren, inzamelen, voorbehandelen en vervoeren van de biomassa van belang. Bij AVR is het percentage biogeen verschillend per installatie, dus hier zal rekening mee worden gehouden bij de uiteindelijke bepaling van de CO₂-emissiefactor.

De ketenstappen van de installaties/centrales zijn weergegeven in onderstaande grafiek. De groene ingekleurde blokken vinden plaats in het eigen bedrijfsproces van AVR, de witte processtappen worden uitgevoerd door derde partijen, de oranje gekleurde blokken zijn producten.



Van elke installatie wordt de CO₂ gemeten 'aan de schoorsteen', en per installatie wordt de hoeveelheid geleverde product (stoom/warmte/elektriciteit) bijgehouden. Dit betekent dat niet *per productstap* bekend is hoeveel energie wordt verbruikt en hoeveel CO₂ wordt uitgestoten. Ook is het gehele proces van energielevering integraal onderdeel van het afvalverbrandingsproces. Om die reden wordt het proces van energielevering als één geheel gezien.

4. Systeemgrenzen en identificeren van ketenpartners

4.1 Beschrijving ketenproces duurzame energieproductie

4.1.1 Aanvoer Brandstof

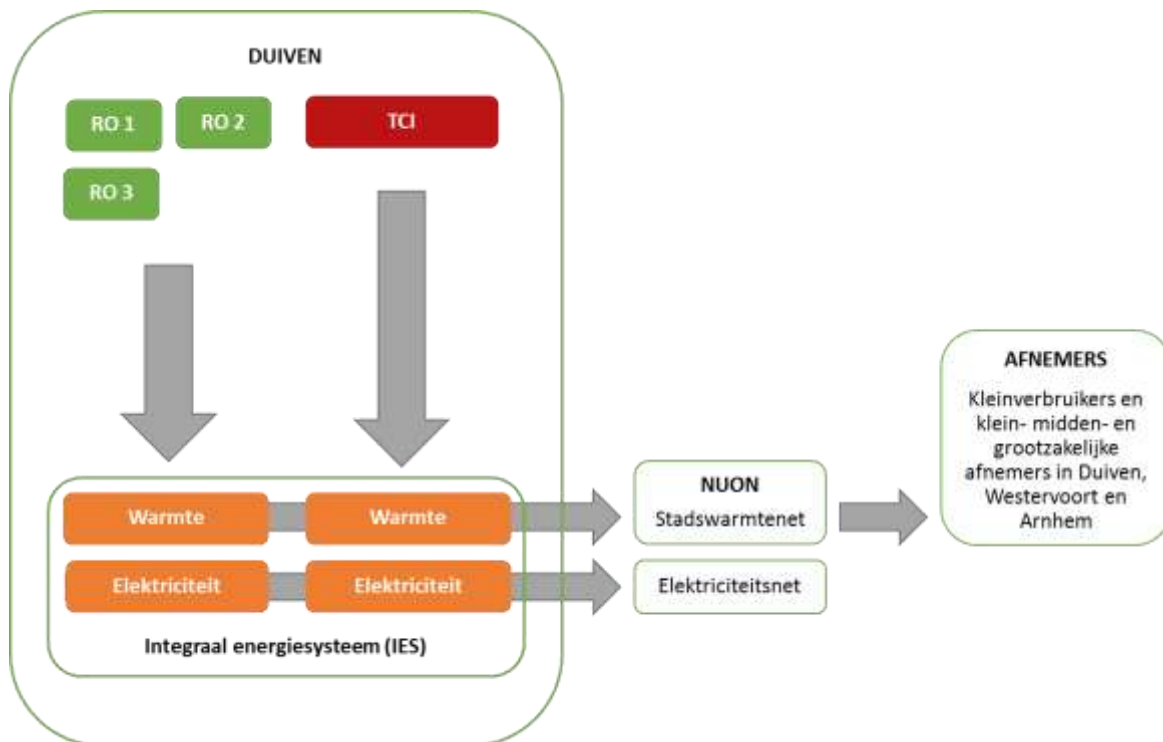
De aanvoer van de brandstof is een integraal onderdeel van het ketenproces van duurzame energieproductie, aangezien het de CO₂-emissiefactor van het geleverde eindproduct bepaalt. De aanvoer van de brandstof wordt beschreven in de ketenanalyse 'Transport'.

4.1.2 Energieproductie

De energie komt vrij in de verbrandingsovens waar het 900 tot 1100 °C is. Door de oven lopen leidingen met water, dat door de hitte wordt omgezet in hogedrukstoom. Door die stoom door een turbine te leiden, wordt elektriciteit opgewekt. De stoom wordt ook direct gebruikt door omliggende stadsverwarming en/of industrie. De afvalenergiecentrales van AVR weten hun afvalwarmte steeds beter te benutten en hierdoor is het energetisch rendement veel groter.

Op de twee locaties van AVR, Duiven en Rozenburg, zijn verschillende installaties aanwezig die verschillende duurzame energie in verschillende energiedragers produceren. Hieronder wordt per locatie het ketenproces van duurzame energieproductie verder toegelicht.

AVR locatie Duiven



Binnen AVR Duiven, gevestigd aan de Rivierweg te Duiven, bevinden zich de volgende installaties (deze lijst beschrijft alleen de grotere installaties relevant voor deze ketenanalyse):

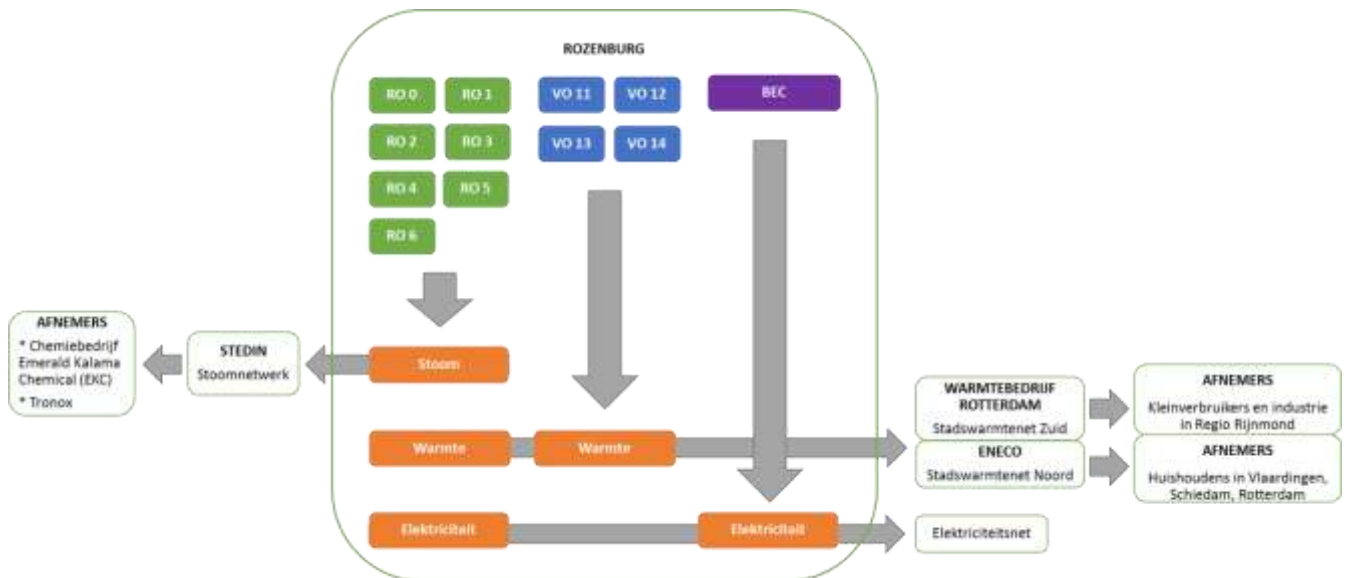
1. Drie roosterovens (RO's) voor de verbranding van huishoudelijk afval en bedrijfsafval (incl. rookgasreiniging en afvalwaterbehandeling) + elektriciteitscentrale

2. Een Thermische Conversie Installatie (TCI) + elektriciteitscentrale. In deze installatie wordt papierpulpresidu uit o.a. Nederland en Duitsland (product dat overblijft nadat oud papier is hergebruikt) omgezet in hoogwaardig cement TopCrete®. De bij het omzetten vrijgekomen warmte wordt benut voor de productie van elektriciteit en warmte. Deze energie is aangemerkt als 100% groene energie.
3. Warmte-afdrachtstation: In het warmte-afdrachtstation wordt de warmte, afkomstig uit de verbrandingsprocessen en beschikbaar als heet water en stoom, overgebracht op het water van het stadsverwarmingsnetten van Duiven, Westervoort en Arnhem. De maximum capaciteit van het warmte-afdrachtstation is $70 \text{ MW}_{\text{th}}$ en wordt nog verder uitgebreid. Daarnaast staat er bij AVR een druk warmtebuffer met een inhoud van $70 \text{ MWh}_{\text{th}}$ en een capaciteit van $20 \text{ MW}_{\text{th}}$, welke voor piekwarmte en commerciële doeleinden (flexibele levering) wordt ingezet.

Om de warmte die bij de verbranding van afval wordt geproduceerd terug te winnen zijn de ovens uitgerust met ketels. In deze ketels wordt de verbrandingswarmte omgezet in stoom en heet water. Dit wordt toegevoerd aan het integraal energiesysteem (IES). Het IES zet de geproduceerde stoom en heet water om in elektrische energie en warmte t.b.v. het stadsverwarmingsnet.

Lijn 1, lijn 2 en de TCI zijn uitgerust met een stoomketel. Lijn 1 en 2 produceren ieder ± 45 ton stoom/uur en de TCI ± 20 ton stoom/uur met een druk van 40 bar en een temperatuur van $400 \text{ }^\circ\text{C}$. De stoom wordt geleverd aan drie stoomturbines, resp. TG1 (elektrisch vermogen $15,1 \text{ MW}_e$), TG2 (10 MW_e) en TG3 ($6,4 \text{ MW}_e$). De warmte uit lagedruk-aftapstoom van de turbines wordt middels warmtewisselaars toegevoerd aan het stadsverwarmingsnet. AVR produceert voldoende elektriciteit om in eigen behoefte te voorzien en levert daarnaast ook nog een substantiële hoeveelheid elektriciteit aan het net.

Lijn 3 is uitgerust met een ketel die heet water levert met een druk van 14 bar en een uitlaattemperatuur van $180 \text{ }^\circ\text{C}$. De warmte van dit water wordt via een warmtewisselaar benut voor de stadsverwarming en gedeeltelijk voor stoomproductie.

AVR locatie Rozenburg

Binnen AVR Rozenburg, gevestigd aan de Professor Gerbrandyweg te Rotterdam-Botlek, bevinden zich de volgende installaties (deze lijst beschrijft alleen de grotere installaties relevant voor deze ketenanalyse):

1. 7 roosterovens (RO's) voor de verbranding van maximaal 1,3 miljoen ton huishoudelijk- en bedrijfsafval per jaar en maximaal 85.000 ton/jaar gevaarlijk afval (incl. rookgasreiniging en de afvalwaterbehandeling) + elektriciteitscentrale en stoomlevering.

Bij de verbranding van het afval in de roosterovens komt warmte vrij. De warmte wordt gebruikt om stoom te maken in de waterpijpketels. De ontstane stoom wordt via drie turbines (A, C en D) geleid voor de opwekking van elektriciteit. Turbine A is een tegendrukturbine, turbine C en D zijn condenserende turbines. In turbine D wordt hogedrukstoom van roosteroven RO-0 (40 bar) verwerkt en hogedrukstoom (27 bar) van RO-1 t/m 6. Turbines A, C en D worden gebruikt voor de verwerking van hogedrukstoom (27 bar) uit roosterovens RO-1 t/m 6. Turbine C wordt ook, middels een aftap ingezet voor de productie van lagedrukstoom. AVR produceert voldoende elektriciteit om in eigen behoefte te voorzien en levert daarnaast ook nog een substantiële hoeveelheid elektriciteit aan het net.

In de tegendrukturbine wordt de stoom slechts gedeeltelijk geëxpandeerd waarbij de overblijvende lagedrukstoom voor proceswarmte en stadswarmte wordt ingezet. In de condenserende turbines wordt de stoom volledig afgewerkt waarna deze wordt gecondenseerd. Voor proceswarmte en stadswarmte wordt een deel van de in de turbine expanderende stoom afgetapt. Het condensaat wordt na behandeling (ontgassing) weer ingezet als ketelvoedingswater.

Een deel van de hogedrukstoom van roosteroven 0 wordt direct geleverd aan derden. In geval roosteroven 0 uit bedrijf is, wordt stoom van roosterovens 1 t/m 6 als back-up ingezet. Een deel van het condensaat komt retour.

Omdat een gedeelte van de stoom in contact komt met een "foodgrade" productieproces hebben de hulpstoffen van de roosterovens die gebruikt worden voor de bescherming van het stoom/water systeem, een "foodgrade" classificatie.

2. Caustic Water Treatment: 4 vortexovens (VO's), voor de verbranding van maximaal 470.000 m³/jaar waterige gevaarlijke afvalstoffen en 95.000 ton hoogcalorisch afval per jaar afkomstig van de petrochemie. Hiertoe behoort ook een afvalwaterbehandeling. Alle verbrandingslijnen zijn voorzien van een warmteterugwinningssysteem (Heat Recovery Systeem). In dit systeem wordt na de dompelquench warmte uit de rookgassen teruggewonnen. De rookgassen worden hierbij afgekoeld tot ca. 80 °C. Het condensaat wordt hergebruikt als waswater in de dompelquench.

Elke Heat Recovery Unit levert ca. 20 MW_{th} (max. 25 MW_{th}). Vortexoven-11 levert warmte aan Stadswarmte – Zuid, terwijl vortexovens-12 t/m -14 warmte leveren aan Stadswarmte Noord (situatie 2015).

De wanden van de vortexovens worden gekoeld met water (membraankoeling), hierbij wordt stoom opgewekt (15 bar stoom). Deze stoom wordt gebruikt in:

- a. het LD stoomnet;
- b. de luchtvoorverwarmers.

3. Een Biomassa Energie Centrale (BEC) met een maximale thermische capaciteit van 74 MW_{th}, circa 170.000 ton biomassa, voor de verbranding van biomassa voor de productie van groene stroom (incl. rookgasreiniging en de afvalwaterbehandeling) + elektriciteitscentrale.

De BEC is ingericht op het verbranden van biomassa voor de productie van groene stroom. De BEC is vergund tot het verwerken van circa 170.000 ton biomassa per jaar waarmee ca. 200.000 MWh aan groene stroom kan worden opgewekt. De hoeveelheid geproduceerde elektriciteit is afhankelijk van de kwaliteit van de biomassa. De biomassastromen die op de BEC worden verwerkt, moeten voldoen aan de specifieke acceptatievoorwaarden zoals beschreven in procedure AVR 43.000 AV-AO/IC AVR Afvalverwerking.

De in de stoomketel geproduceerde stoom wordt naar een turbine geleid waar elektriciteit wordt opgewekt. Na de expansie wordt de afgewerkte stoom uit de turbine (35 °C, 0,05 bar) naar de condensor gevoerd, waar de stoom condenseert. Bij een eventuele uitval van de turbine wordt de stoom via een condensor weer als voedingswater het systeem ingestuurd.

4. Warmte-afdrachtstations: In twee warmte-afdrachtstations wordt de warmte, afkomstig uit de verbrandingsprocessen en beschikbaar als stoom en heet water, overgebracht op het water van de stadverwarmingskringloop van Warmtebedrijf Rotterdam.

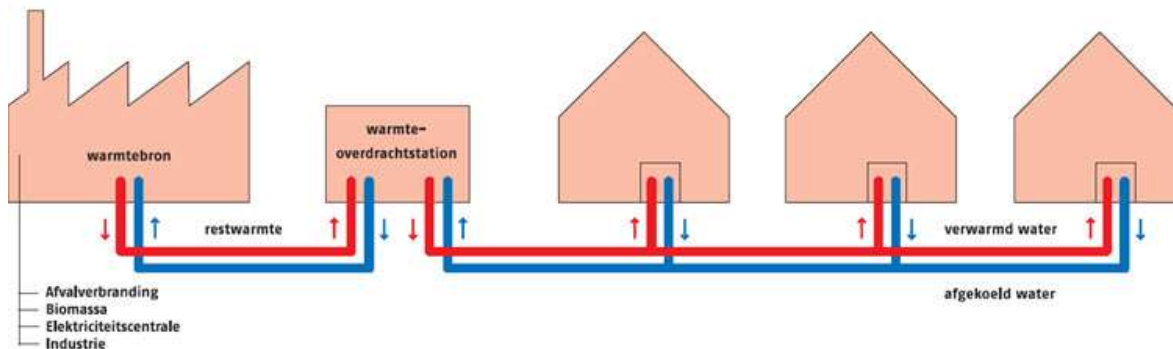
Op het terrein zijn twee warmte-afdrachtstations aanwezig: één voor Stadsverwarming Rotterdam-Zuid en één voor Stadsverwarming Rotterdam-Noord. Elk warmte-afdrachtstation bestaat uit een aantal warmtewisselaars, waarin warmte vanuit de vortexovens en/of de roosterovens wordt overgedragen aan het water van de stadsverwarming. Vanuit de warmte-afdrachtstations lopen aanvoer- en retourwarm-waterleidingen naar de in/uittredepunten bij de terreingrens langs de Prof. Gerbrandyweg. Tevens is een warmtebuffertank (T-901E) gerealiseerd met een inhoud van 270 MW_{th} en een capaciteit van 30 MW_{th}.

4.1.3 Transport duurzame energie naar eindgebruiker

Vanuit de verschillende afvalverwerkingsinstallaties wordt de duurzame energie naar de eindgebruiker getransporteerd.

Het elektriciteitssysteem in Nederland bestaat uit verschillende onderdelen: elektriciteitscentrales, het transportnet en het distributienet. Vanuit de afvalverwerkingsinstallaties wordt de elektriciteit direct via het distributienet naar de afnemers getransporteerd.

Bij stadsverwarming gaat er warm water door een ondergronds leidingnet naar overdrachtstations in woonwijken en industrieterreinen (zie plaatje onder). Van de overdrachtstations gaat het warme water naar de warmte-afleverzet in de meterkast van de eindgebruikers. De warmte-afleverzet verdeelt de warmte binnen het woonhuis over waterleidingen en radiatoren. De warmtewisselaar verwarmt het koude kraanwater. Nadat de woning is verwarmd, stroomt het afgekoelde water terug naar het overdrachtsstation. Het water wordt dan opnieuw verwarmd.



Een stoomnetwerk verbindt industrieën die stoom in hun bedrijfsproces produceren met omliggende bedrijven die juist stoom nodig hebben. Energie wordt zo efficiënter gebruikt en de luchtkwaliteit in de nabije omgeving verbeterd. Het in mei 2013 in de Rotterdamse Botlek in gebruik genomen stoomnetwerk, geëxploiteerd en beheerd door Stedin Stoomnetwerken B.V., gaat jaarlijks circa 275.000 uit afval opgewekte stoom transporteren van AVR naar EKC (producent van conserveringsmiddelen, grondstoffen voor smaakstoffen, geurstoffen en weekmakers). Daarnaast is al sinds 2003 het bedrijf Tronox, een producent en verkoper van titaandioxide (TiO₂)-pigment en mineraal zand, als afnemer aangesloten.

4.2 Ketenpartners

Bij de productie van duurzame energie zijn verschillende ketenpartners te onderscheiden. De ketenpartners die horen bij de ketenstappen aan de 'voorkant' van het proces (aanvoer brandstof) zijn beschreven in de ketenanalyse 'Transport'.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de verschillende ketenpartners voor de productie van duurzame energie, wat hun rol is in het proces en welke invloed AVR kan uitoefenen op de ketenpartners.

Ketenstap	Ketenpartner	Invloed AVR op ketenpartner
Aanvoer brandstof	Wordt beschreven in ketenanalyse 'Transport'.	Wordt beschreven in ketenanalyse 'Transport'.
Energie-productie	N.v.t.	N.v.t. Valt binnen eigen processen AVR.
Transport energie	<p>Netbeheerders:</p> <p><u>Duiven:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektriciteitsnet: Liander • Warmtenet: Nuon <p><u>Rozenburg:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektriciteitsnet: Stedin • Warmtenet: Warmtebedrijf Rotterdam (warmtenet Zuid) + Eneco (warmtenet Noord) • Stoomnet: Stedin (leiding naar EKC), AVR zelf (leiding naar Tronox) 	<p>In zowel elektriciteits- als warmtenetten vinden transportverliezen plaats. Afname vindt relatief dichtbij plaats, daardoor zullen de transportverliezen meevallen (<<5%). AVR kan zeer beperkt invloed uitoefenen op het verminderen van de netverliezen in netten die ze niet in eigen beheer heeft; wel kan AVR meewerken aan onderzoek naar effectieve beperking van netverliezen.</p> <p>Daarnaast kan AVR invloed uitoefenen op de transportketenpartners door continue productie te garanderen en op termijn productie te verhogen. Dit zorgt ervoor dat de netbeheerders relatief veilig kunnen investeren in uitbreiden/verzwaren van de netten, en dat resulteert erin dat meer afnemers toegang hebben tot duurzame energie van AVR.</p>
Afnemen energie	<p>Afnemers energie:</p> <p><u>Duiven:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektriciteit: APX • Warmte: Nuon <p><u>Rozenburg:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektriciteit: APX + Tronox • Warmte: Warmtebedrijf Rotterdam + Eneco • Stoom: EKC + Tronox 	<p>Voor elektriciteit wordt de afname verhandeld aan afnemers via APX. Daarnaast levert AVR contractueel ook aan de overslagstations en is er een rechtstreeks contract met Tronox voor elektriciteitslevering. In Duiven verkoopt Nuon de afgenomen warmte aan kleinverbruikers en kleinmidden- en grootzakelijke afnemers in Duiven, Westervoort en Arnhem. In Rozenburg nemen Warmtebedrijf Rotterdam / Eneco warmte af. Zij leveren weer door aan andere afnemers (o.a. E-on), die het vervolgens levert aan eindafnemers in Regio Rijnmond, Vlaardingen, Schiedam en Rotterdam. Stoomcontracten zijn rechtstreeks afgesloten met afnemers EKC en Tronox.</p> <p>AVR kan invloed uitoefenen op (eind)afnemers door transparant te communiceren over (duurzaam) productieproces en de energieprijzen marktconform te houden. Ook kan AVR op eigen initiatief gesprekken voeren met potentiële nieuwe afnemers, vooral met grote afnemers van hoogwaardige warmte en stoom, om zo de CO₂-factor van de productie te verlagen en de afname uit te breiden.</p>

4.3 Systeemgrenzen

Om de primaire activiteit van AVR, afvalverwerking, op een milieu verantwoorde manier te kunnen uitvoeren zijn rookgasreiniging en energierecuperatie vereist. De laatste stap die in de keten wordt meegenomen is het leveren van de energie aan de eindafnemers. Bij het vervoeren van de stoom, warmte en elektriciteit vanaf het terrein naar de eindafnemer van de producten vinden kleine verliezen plaats in de leiding.

Hier wordt een beknopt overzicht gegeven van de verliezen waar het om gaat:

- Voor warmtetransport hanteert het CBS 15% transportverlies als gemiddelde voor Nederland. Dit is een inschatting; de exacte verliezen zijn niet bekend (hangt uiteraard ook af van de lengte van de leiding). ECN gaat uit van 35% verlies bij warmtelevering aan huishoudens en 10% bij levering aan andere sectoren zoals de industrie, glastuinbouw of utiliteitsbouw. Gemiddeld komt ook dit voor Nederland op een verlies van 15% uit. AVR heeft in de zomer van 2015 een berekening laten doen voor de transportverliezen voor de leiding van Warmtebedrijf Rotterdam. Hierbij werd duidelijk dat het warmteverlies op transportleiding <<5% is.
- Voor elektriciteitstransport wordt uitgegaan van een gemiddelde aandeel netverliezen van 4,6% van de getransporteerde elektriciteit in regionale elektriciteitsnetten in Nederland. Dit cijfer is gebaseerd op de gegevens die de regionale netbeheerders aan de Autoriteit Consument & Markt hebben verstrekt in het kader van de jaarlijkse informatieverzoeken en de tweejaarlijkse Kwaliteits- en Capaciteitsdocumenten.
- Voor stoomtransport zijn de netverliezen niet bekend. Navraag bij Stedin, beheerder van het stoomnetwerk in de Botlek, heeft vooralsnog niks opgeleverd. Gezien de hogere temperaturen in het stoomnetwerk zullen de verliezen echter minstens zo groot en waarschijnlijk groter zijn dan bij warmtetransport.

Voor deze ketenanalyse is gekozen voor een cradle-to-gate analyse, waarbij de systeemgrens wordt gedefinieerd als het moment dat de producten stoom, warmte en elektriciteit het terrein van AVR verlaten en bij de beheerders van de netten zijn afgeleverd. Netverlies in de verschillende netten is al lang een thema voor de verschillende netbeheerders. AVR heeft echter zeer beperkt invloed op het terugdringen van de netverliezen. Daarom is ervoor gekozen om de systeemgrens voor deze analyse bij de 'gate' van het terrein van AVR te laten lopen.

5. Datacollectie en datakwaliteit

De sterke voorkeur bij de datacollectie ligt bij het gebruik van primaire data. Secundaire (proxy) data wordt alleen gebruikt als er geen andere gegevens aanwezig zijn. De volgorde waarin de datacollectie is uitgevoerd staat in de volgende lijst weergegeven:

1. Primaire data op basis van gemeten CO₂-uitstoot gegevens, over het jaar 2014.
2. Primaire data op basis van gebruikte brandstoffen/energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
3. Secundaire data op basis van gemeten CO₂-uitstoot gegevens.
4. Secundaire data op basis van brandstof/energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
5. Secundaire data over CO₂-uitstoot uit algemene (sector)databases.

Een uitgangspunt bij elke ketenanalyse is dat de CO₂-uitstoot, binnen de ketenstappen die uitgevoerd zijn door het bedrijf dat de ketenanalyse maakt, gebaseerd moet zijn op primaire data. Aangezien niet alle ketenstappen zijn uitgevoerd door AVR zelf was het binnen deze analyse niet altijd mogelijk om primaire data te verzamelen. Om deze reden is soms gebruik gemaakt van secundaire data in de vorm van brandstof/energieverbruik van vergelijkbare activiteiten en/of (sector)databases.

Binnen deze ketenanalyse is gebruikgemaakt van de Ecolnvent 2.0 database. Deze database bevat veel CO₂-uitstoot gegevens, voornamelijk over de winning van grondstoffen, productie en transport naar de gebruikslocatie van vele materiaalsoorten. Om een beeld te krijgen van de onzekerheid door het gebruik van deze database is deze getoetst op de criteria zoals genoemd in het GHG-protocol Product Accounting and Reporting Standard:

1. Technologisch representatief; De Ecolnvent database bevat gegevens over verschillende productiemethodes, waardoor meestal gegevens te vinden zijn die representatief zijn.
2. Temporaal representatief; De Ecolnvent database maakt gebruik van gegevens van meestal minder dan 10 jaar oud.
3. Geografisch representatief; Waar mogelijk is gekozen voor productiemethodes representatief voor West-Europa.
4. Compleetheid; De CO₂-uitstoot gegevens in de database zijn zeer compleet in het aantal processen dat is meegenomen.
5. Precisie; De CO₂-uitstoot gegevens in de database zijn gebaseerd op literatuur met veelal een onzekerheid van <5%.

Daarnaast is gebruikgemaakt van de CO₂-emissiefactorenlijst die is opgesteld door SKAO, Stimular, Connekt, Milieu Centraal en het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Deze lijst bestaat sinds 2014. Met alle betrokken stakeholders is één breed gedragen en wetenschappelijk verantwoorde lijst van CO₂-emissiefactoren opgesteld, op basis van algemeen geaccepteerde uitgangspunten.¹

Waar andere bronnen gebruikt zijn, wordt aangegeven welke bronnen dat zijn.

¹ Deze lijst CO₂-emissiefactoren is een actualisatie van de reeds bestaande lijst die gebruikt wordt door onder meer het instrument de CO₂-Prestatieladder. Zie <http://co2emissiefactoren.nl>.

6. Kwantificeren van emissies

6.1 Vermeden CO₂-emissies

Zoals uitgelegd in eerdere paragrafen komt bij de verbranding van afval hogedrukstoom vrij. Deze stoom wordt ofwel direct geleverd aan omliggende bedrijven (als hoogwaardige stoom of als warmte via het stadswarmtenet) of via een stoomturbine omgezet in elektriciteit. Kenmerkend voor deze centrales is dat zowel de elektriciteit als de stoom- en warmte 'producten' zijn die opgewekt worden met het verbranden van afval en biomassa. De installatie staat bij het huidige aanbod van afval en biomassa volcontinu aan.

In onderstaande tabellen wordt weergegeven wat de geproduceerde stoom, elektriciteit en warmte is van de verschillende installaties/centrales in Rozenburg en Duiven, voor het jaar 2014.

	Stoom (GJ)	Warmte (GJ)	Elektriciteit (MWh)
EfW (RO's)	1198817,7	1282712,9	359608,1
BEC (bio energie centrale)			163637,2
WT (water treatment / vortex ovens)		657520,8	
Totaal Rozenburg 2014	1198817,7	1940233,8	523245,3
AVI (RO's)		473152,3	118432,1
TCI (thermal conversion unit)		56468,5	26260,3
Totaal Duiven 2014		529620,8	144692,4
TOTAAL AVR 2014	1198817,7	2469854,6	667937,7

Om de energiebesparing als gevolg van duurzame energie productie van AVR te kunnen bepalen is een referentie nodig voor de opwekking van stoom, warmte en elektriciteit. Om de CO₂-reductie (of vermeden CO₂-emissie) te kunnen bepalen is een vermenigvuldiging van de primaire brandstof met de bijbehorende CO₂-emissiefactor nodig. De emissiefactor van een brandstof wordt bepaald door de hoeveelheid koolstof die zich hierin bevinden. Dit is een fysisch gegeven en daarom een constante waarde. In onderstaande tabel worden de CO₂-factoren weergegeven van een voor Nederland representatieve referentie:

	CO ₂ -factor	Uitleg / referentie	Bron
Stoom (kg CO₂/GJ)	56,4	Voor stoom wordt als referentie uitgegaan van de verbranding van aardgas. In 2006 is door TNO voor aardgas een onderzoek uitgevoerd naar vaststellingsmethodieken voor CO ₂ -emissiefactoren voor aardgas. Vanaf 2007 wordt de CO ₂ -emissiefactor voor aardgas jaarlijks vastgesteld.	Agentschap NL, i.o.v. Ministerie I&M, 2014. <i>Berekening van de standaard CO₂-emissiefactor aardgas t.b.v. nationale monitoring 2014 en emissiehandel 2014.</i>
Warmte (kg CO₂/GJ)	64,0	Voor warmte wordt uitgegaan van de HR-gasketel als referentie voor de warmteopwekking. Het gemiddeld omzettingsrendement van centrale verwarming (gemiddeld rendement HR-ketels in Nederland) is 85%. Uitgaande van 56,4 kg CO ₂ /GJ voor de primaire verbranding van aardgas * 85% HR-ketelrendement geeft 64,0 kg CO ₂ /GJ voor de referentieproductie van warmte.	ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland, 2014. <i>Energietrends 2014.</i>

Elektriciteit (kg CO₂/kWh)	0,355	Voor elektriciteit wordt meestal uitgegaan voor een standaard elektriciteitscentrale in solo elektrisch bedrijf voor de elektriciteitsopwekking. Voor deze ketenanalyse is de herkomst van de referentiestroom niet bekend. Daarom wordt als referentie gerekend met kengetallen van niet-geormerkte stroom die een (administratief) gemiddelde vormen van grijze en groene stroom. Dit is een representatief gemiddelde van de verschillende soorten opwekcentrales in Nederland en is gebaseerd op de zogenaamde 'stroom-etiketten', die door alle energieleveranciers verplicht gepubliceerd moeten worden (zie www.co2-emissiefactoren.nl). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de kentallen van niet-geormerkte stroom lager uitvallen dan van grijze stroom.	Otten M. & Afman M., 2015. <i>Emissiekengetallen elektriciteit - Kentallen inclusief upstream emissies.</i> CE Delft
--	-------	---	---

Om het berekeningsmodel nog verfijnder te maken kan ook het elektriciteitsverbruik van de pomp (in het warmtenet, maar ook bij de ketels) meegenomen worden. Gezien de complexiteit van de situatie en de hoge productietellingen van AVR is aangenomen dat dit elektriciteitsverbruik verwaarloosbaar is t.o.v. het totaal en is dit achterwege gelaten.

Uitgaande van deze cijfers gelden de volgende cijfers voor de vermeden CO₂-emissies in 2014:

	Geproduceerde energie AVR	CO₂-factor	Vermeden CO₂ (kg)
Stoom (GJ)	1198817,7	56,4 kg/GJ	67613318,28
Warmte (GJ)	2469854,6	64 kg/GJ	158070694,4
Elektriciteit (MWh)	667937,7	0,355 kg/kWh	237117883,5
TOTAAL AVR 2014			462801896,2

6.2 CO₂-emissie-factor

Bij AVI's is de primaire functie het verbranden van afval, daarnaast wordt stoom, elektriciteit en warmte opgewekt. Op dit moment is er geen geaccepteerde methode beschikbaar om de fossiele CO₂-emissies die vrijkomen bij AVI's te verdelen over deze 4 functies (zie voor uitgebreide discussie over mogelijk opties Harmelink et al., 2009).

In de totstandkoming van de lijst CO₂-emissiefactoren van SKAO, Stimular, Connexx, Milieu Centraal en het ministerie van Infrastructuur en Milieu wordt als uitgangspunt gehanteerd dat een kortcyclische koolstofketen geen versterkend effect heeft op het broeikas-effect. Dit betekent dat ervan uit wordt gegaan dat bij het gebruik van een brandstof met biogene componenten, de CO₂-emissies door verbranding niet worden meegenomen (want onderdeel van een kortcyclische koolstofketen).

Wel zijn de emissies van het produceren, verzamelen, voorbehandelen en vervoeren van de biomassa van belang. Daarnaast geldt voor afvalverbranding natuurlijk dat het niet-biogene gedeelte van het afval wel moet worden meegenomen bij het bepalen van de CO₂-emissiefactor. Voor AVR vindt nagenoeg geen voorbehandeling plaats van de biogene fracties, dus dit wordt niet meegenomen.

6.2.1 CO₂ aanvoer brandstof

Afval is een restproduct en daardoor geldt dat er geen CO₂ wordt toegekend aan de productie van afval. Vanuit de ketenanalyse 'Transport' is gebleken dat bij het transport (inzamelen en vervoeren) van het afval voor de 2 locaties Rozenburg en Duiven 23.008 ton CO₂ wordt uitgestoten.

6.2.2 CO₂ verbranding brandstof

In onderstaande tabellen wordt weergegeven wat de gemeten CO₂-emissies in kton per maand zijn van de verschillende installaties in Rozenburg en in Duiven, voor het jaar 2014.

ROZENBURG														
	afvalverbrandinginstallatie/roosterovens								water treatment/vortex ovens					bio energie centrale
	RO 0	RO 1	RO 2	RO 3	RO 4	RO 5	RO 6	Totaal RO's	VO 11	VO 12	VO 13	VO 14	Totaal VO's	BEC
jan-14	16,2	15,0	12,4	9,4	13,9	11,4	10,7	89,0	3,5	0,0	2,9	3,9	10,3	22,7
feb-14	13,6	13,2	10,5	0,2	12,6	10,6	11,5	72,2	4,2	2,0	2,3	2,6	11,1	16,8
mrt-14	19,7	13,4	13,8	18,3	15,1	13,6	12,6	106,5	3,8	4,4	3,0	3,3	14,5	23,5
apr-14	15,5	9,5	13,0	15,7	15,2	12,4	9,8	91,1	2,4	1,5	1,9	3,0	8,8	22,0
mei-14	19,1	12,9	9,5	19,1	15,4	13,6	12,4	102,0	2,9	3,0	1,2	3,0	10,1	23,9
jun-14	18,0	12,2	13,4	18,7	11,7	11,2	13,1	98,3	2,4	3,3	1,2	0,0	6,9	22,0
jul-14	19,9	12,5	13,5	18,5	15,7	14,5	12,7	107,3	2,3	2,4	1,9	0,0	6,6	22,5
aug-14	3,1	12,6	14,6	18,8	15,8	14,4	12,9	92,2	1,8	3,8	1,2	0,2	7,0	23,2
sep-14	2,3	11,8	12,6	18,4	15,5	13,6	11,7	85,9	2,7	2,5	1,6	0,4	7,2	22,6
okt-14	17,9	12,4	13,7	17,8	15,9	14,0	11,9	103,6	2,9	4,3	0,8	0,1	8,1	10,1
nov-14	17,2	12,5	13,2	17,8	15,3	13,9	11,3	101,2	2,5	1,0	1,7	0,0	5,2	24,5
dec-14	19,3	13,1	14,4	17,7	13,2	14,3	13,2	105,2	2,4	2,2	2,4	0,5	7,5	21,2
Totaal	181,8	151,1	154,6	190,4	175,3	157,5	143,8	1154,5	33,8	30,4	22,1	17,0	103,3	255,0

DUIVEN

	Afvalverbrandinginstallatie / roosterovens				thermal conversion unit
	RO 1	RO 2	RO 3	Totaal RO's	TCI
jan-14					
feb-14	10,5	9,0	12,4	31,9	7,9
mrt-14	10,9	9,4	11,1	31,4	7,1
apr-14	11,4	10,1	12,4	33,9	7,7
mei-14	11,6	1,0	12,1	24,6	4,4
jun-14	12,2	12,2	12,1	36,5	7,7
jul-14	11,4	11,7	11,7	34,8	7,1
aug-14	5,4	12,0	11,6	28,9	7,1
sep-14	12,0	11,4	12,0	35,4	6,8
okt-14	11,6	11,6	3,7	26,9	5,4
nov-14	11,9	11,5	12,4	35,9	7,0
dec-14	11,9	7,8	12,5	32,1	5,8
Totaal	12,7	12,4	12,7	37,7	6,5
	133,4	120,0	136,7	390,1	80,3

De CO₂ die wordt uitgestoten door de verbranding van 100% biomassa valt onder de kort-cyclische koolstofketen en mag dus worden gezien als 0. Dit geldt voor de CO₂ uit de TCI en BEC. In de vortexovens worden voornamelijk fossiele brandstoffen (gas) ingezet.

Voor het overige afval (uit de RO's) geldt een biogeen-factor. Dit wil zeggen dat de totale energieproductie wordt vermenigvuldigd met het aandeel biogeen op energiebasis van de brandstofinzet van de installaties. Door RVO wordt in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie² weergegeven welke uitgangspunten worden gehanteerd bij het bepalen van het aandeel hernieuwbare energie in Nederland. In 2015 is er een nieuwe update uitgekomen van dit protocol.

De bijdrage van AVI's aan de hernieuwbare energievoorziening wordt gecorrigeerd voor de fractie niet-hernieuwbaar materiaal in het afval en de gebruikte fossiele hulpbrandstoffen. De hernieuwbare fractie van het afval wordt overgenomen van RWS die deze vaststelt in het kader van de monitoring voor de IPCC. De in 2014 bepaalde waarde voor de biogene fractie van het afval is 56%.³

Voor de CO₂-emissies van de overige installaties van AVR (de roosterovens) mag dus uitgegaan worden van een CO₂-emissie van (100% - 56% =) 44% van de gemeten waarden.

In onderstaande tabel wordt de CO₂ van de verbranding van het niet-biogene afval weergegeven, voor het jaar 2014:

² Bron: <http://www.rvo.nl/sites/default/files/Protocol%20Monitoring%20Hernieuwbare%20Energie%202015.pdf>

³ In het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, update 2010 (de laatste update vóór die van 2015) wordt op blz. 60 als voetnoot onder tabel 2.B van energiedragers aangegeven dat het percentage biogeen in de stookwaarde van afval 49% is. Het percentage biogeen in de CO₂-emissiefactor wordt daar gezet op 63% (gebaseerd op 2008). In het Protocol update 2015 wordt hier echter geen melding van gemaakt. Voor de vereenvoudiging is daarom hier uitgegaan van de voor 2014 forfaitair vastgestelde 56% biogeen, ook voor de CO₂-emissiefactor.

	CO ₂ -emissie		Biogeen-factor	CO ₂ -niet biogeen afval
	<i>kton</i>	<i>kg</i>	%	<i>kg</i>
Duiven				
Totaal RO's	390,1	390111000	56%	171648840
Totaal TCI	80,3	80332000	100%	0
Totaal Duiven	470,4	470443000		171648840
Rozenburg				
Totaal RO's	1154,5	1154500000	56%	507980000
Totaal BEC	255,0	255000000	100%	0
Totaal VO's (WT)	103,3	103300000	0%	103300000
Totaal Rozenburg	1512,8	1512800000		611280000
Totaal AVR 2014	1983,2	1983243000	0	782928840

6.2.3 Totaal geproduceerde energie

Er zijn verschillende manieren om de totale hoeveelheid geproduceerde energie van AVR te bepalen; van de primaire stoom die geproduceerd wordt tijdens het proces, wordt naast de verkochte producten (stoom, warmte, elektriciteit) ook een deel als stoom en als warmte niet verkocht en teruggeleid in het proces, of gebruikt om de eigen kantoorgebouwen van elektriciteit en warmte te voorzien.

Het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie gaat ervan uit dat het bruto eindverbruik uit afvalverbrandingsinstallaties gelijk is aan de bruto elektriciteitsproductie, plus de verkochte warmte plus het deel van de brandstofinzet dat wordt gealloceerd aan de nuttig gebruikte warmte die niet wordt verkocht. In het geval van AVR komt daar nog de verkochte stoom bij.

Bij het bepalen van de bruto elektriciteitsproductie is ervan uit gegaan dat de stoomturbine voor elektriciteitsproductie een efficiëntie heeft van 30%. Voor de BEC wordt alle geproduceerde primaire stoom omgezet in elektriciteit, en de turbine van de BEC heeft een iets hogere efficiëntie (34%)⁴. Voor stoom- en warmte wordt uitgegaan van 100% efficiëntie (van primaire stoom naar eindproduct waar het de leiding in gaat).

In onderstaande tabel is te zien welke ratio er in Duiven en Rozenburg is tussen de primaire stoomproductie enerzijds en de geleverde energie anderzijds:

⁴ Bron: AVR.

Ketenanalyse productie duurzame energie

		PRIMAIRE STOOM OUTPUT					OUTPUT DUURZAME ENERGIE								
		Voedingswater	Stoom	Primaire stoom		Stoom	Warmte	Elektriciteit_ geleverd	Elektriciteit_ input turbine (eff = 30%)	Eigen verbruik binnen AVI	Eigen verbruik buiten AVI	Totaal bruto	Totaal netto	Ratio t.o.v. primaire stoom	
		<i>kJ/kg</i>	<i>kJ/kg</i>	<i>ton</i>	<i>MWh(th)</i>	<i>GJ</i>	<i>GJ</i>	<i>GJ</i>	<i>GJ</i>	<i>GJ</i>	<i>GJ</i>	<i>GJ</i>	<i>GJ</i>	<i>ratio</i>	
Duiven	RO 1&2	589	3214	769925	561470	2021293	0	473152	426355	1421185		1894337		0,63	
	RO 3	589	763	5557935	268698	967313									
	TCI	589	3214	156329	114003	410412	0	56468	94537	315124		371592		0,91	
	Totaal			944172	3399018		0	529621	520893	1736309	71173	89727	2426829	1211413	0,71
Rozenburg	RO 0	525	3214	621128	464017	1670461	1198818	1282713	1294589	4315297		6796828		0,72	
	RO 1-6	525	3146	2957574	2153003	7750810									
	BEC	525	3333	630318	491550	1769581	0	0	589094	1732629		1732629		0,98	
	VO's (WT)				182645	657522	0	657521	0	0		657521		1,00	
	Totaal				3291215	11848374	1198818	1940234	1883683	6047926	715967	0	9902945	5738702	0,84
Totaal AVR					4235386	15247391	1198818	2469855	2404576	7784235	787140	89727	12329774	6950115	0,81

* Van deze energieproductie mogen overigens alleen de producten die geleverd worden door de 100% biogeen aangedreven TCI en BEC en voor 56% van de RO's duurzaam genoemd worden. Het inzetten van industriële restwarmte, in plaats van deze warmte ongebruikt te laten vervliegen, lijkt duurzaam. Zo mag het volgens de Reclame Code Commissie (RCC) echter niet heten.⁵

⁵ De reclamewaakhond RCC tikte Energiebedrijf Eneco hierover recent op de vingers. Het verweer van Eneco dat het benutten van warmte die 'anders in het milieu zou zijn geloosd' duurzaam is, werd door de RCC niet geaccepteerd. Eneco mag daarom in uitingen over het warmtenet in kwestie niet meer spreken over duurzame warmte.

Het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie geeft aan dat het bij de productie van niet-verkochte warmte in de praktijk vooral gaat om warmte geleverd aan de rookgasreinigingsinstallatie. Belangrijk bij het bepalen van de hoeveelheid geproduceerde niet-verkochte warmte is dat warmte niet dubbel mag tellen. Het opwarmen van voedingswater telt daarom niet mee. Ook warmte voor ontgassing van voedingswater telt niet mee, omdat dit (ter wille van de eenvoud) in niet-hernieuwbare installaties (zoals kolencentrales) ook niet wordt meegenomen in de energiestatistiek. De allocatie van de brandstofinzet aan niet-verkochte warmte bij wkk wordt gedaan op basis van het aandeel op energiebasis van de niet-verkochte warmte in de totale warmteproductie van de wkk-installatie. Deze methode volgt de suggestie uit de handleiding voor energiestatistieken (IEA en EUROSTAT, 2004) en past het CBS ook toe voor wkk-installaties op fossiele brandstoffen.

Voor AVR is voor de cijfers van de niet-verkochte warmte uitgegaan van de cijfers die over 2014 gerapporteerd zijn voor de R1 bepaling. Hierin is meegenomen de eigen nuttig ingezette warmte binnen de AVI (alleen opwarmen rookgassen t.b.v. rookgasreiniging, warmte t.b.v. ontgassing en andere inzet zijn niet meegenomen) en eigen nuttig ingezette warmte buiten de AVI.

6.2.4 CO₂-factor AVR

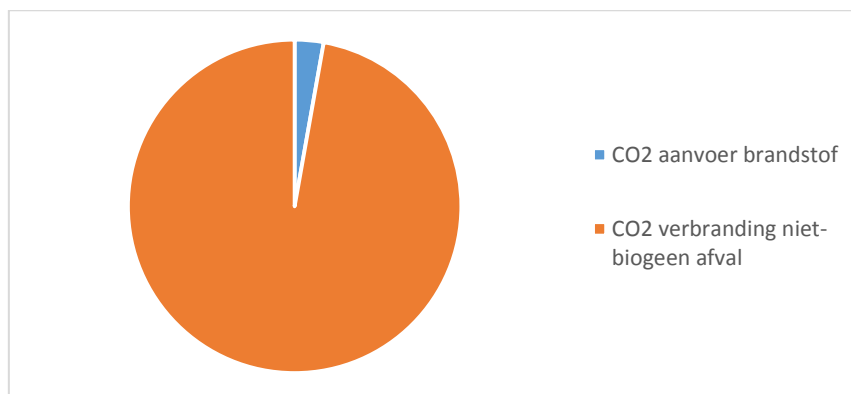
In onderstaande tabel is de CO₂-factor voor 2014 op 3 manieren weergegeven:

1. De CO₂ van de aanvoer van de brandstof + de CO₂ van de verbranding van de niet-biogene fractie van het afval, als fractie van de 'primaire stoom'.
2. De CO₂ van de aanvoer van de brandstof + de CO₂ van de verbranding van de niet-biogene fractie van het afval, als fractie van de output energie met bruto elektriciteitsproductie (stoom + warmte + elektriciteit voor deze de stoomturbine in gaat + eigen nuttig ingezette warmte).
3. De CO₂ van de aanvoer van de brandstof + de CO₂ van de verbranding van de niet-biogene fractie van het afval, als fractie van de output energie met de netto elektriciteitsproductie (stoom + warmte + elektriciteit nadat de stoomturbine deze met 30% rendement heeft omgezet + eigen nuttig ingezette warmte).

Er is voor gekozen om de CO₂-factor in kg CO₂/kWh weer te geven, aangezien dit gangbaar is voor stroometiketten.

TOTAAL AVR 2014		
CO ₂ aanvoer brandstof	kg	23.008.000
CO ₂ verbranding niet-biogene afval	kg	798.374.950
Primaire stoom	GJ	15.247.391
Primaire stoom	kWh	4.235.386.488
CO₂-factor primaire stoom	kg CO₂/kWh	0,190
Totaal output energie (met bruto elektriciteitsproductie)	GJ	12.329.774
Totaal output energie (met bruto elektriciteitsproductie)	kWh	3.424.937.347
CO₂-factor output energie (met bruto elektriciteitsproductie)	kg CO₂/kWh	0,235
Totaal output energie (met netto elektriciteitsproductie)	GJ	6.950.115
Totaal output energie (met netto elektriciteitsproductie)	kWh	1.930.587.501
CO₂-factor output energie (met netto elektriciteitsproductie)	kg CO₂/kWh	0,417

Hoewel wat betreft het verbrandingsproces alleen de CO₂ van de niet-biogene fractie van het afval wordt meegenomen, is het verbrandings-gedeelte van de CO₂-uitstoot nog steeds significant groter dan de CO₂-uitstoot van het transport (zie figuur).



7. Onzekerheden

- Er zijn verschillende methodes voor het vaststellen van de CO₂-emissiefactor en het beoordelen van de duurzame energieproductie uit afvalverbrandingsinstallaties. De Vereniging Afvalbedrijven is hierover in gesprek met o.a. de SKAO. De geproduceerde energie moet op de juiste manier weergegeven worden, waardoor afvalbedrijven gestimuleerd worden om zoveel mogelijk duurzame energie te produceren en hiervoor beloond worden in instrumentaria als de CO₂-Prestatieladder. Hier is nu nog onvoldoende zicht op.
- De cijfers over de niet-verkochte warmte zijn overgenomen uit de R1 rapportages. Over de bepaling daarvan wordt momenteel overleg gevoerd met Rijkswaterstaat, Planbureau voor de Leefomgeving en de afvalverbrandingsbedrijven. AVR kan onderzoek doen naar methodes om deze informatie op consistente wijze te verzamelen.
- Een aantal cijfers is gebaseerd op uitgangspunten en deze staan altijd ter discussie. Waar nodig is dat aangegeven in dit document. Het zou goed zijn om zoveel mogelijk cijfers te baseren op primaire metingen en daardoor de onzekerheden van de cijfers zoveel mogelijk te reduceren.
- Een aantal (keten)stappen zijn nu buiten beschouwing gelaten, zoals eventuele voorbehandelingsstappen en het vervoer van de producten naar de eindafnemer. Dit is gedaan, aangezien verwacht wordt dat de CO₂-uitstoot die met die stappen gepaard gaat verwaarloosbaar is t.o.v. de verbranding. In de toekomst zouden deze cijfers inzichtelijk gemaakt kunnen worden.
- De netverliezen in de leidingen (van terrein AVR naar de eindafnemers) zijn nu niet meegenomen, omdat AVR weinig invloed heeft op deze verliezen. Er zou samen met de netbeheerders gekeken kunnen worden naar de netverliezen om bijv. middels het 'spelen' met de temperatuur en druk in de leidingen de netverliezen te reduceren.

8. Reductiemogelijkheden

8.1 Reductiemogelijkheden

Aan het verschil tussen de CO₂-factor van primaire stoom (0,190) met die van de CO₂-factor output energie (met bruto elektriciteitsproductie) (0,235) is te zien dat lang niet alle primaire stoom nuttig wordt ingezet. Ofwel, als alle primaire stoom omgezet zou worden in 'nuttige' producten (ofwel verkochte stoom, warmte of elektriciteit ofwel niet-verkochte nuttig in het proces aangewende warmte), dan zou de CO₂-factor lager en dus gunstiger uitvallen. Hierdoor wordt meer duurzame energie nuttig ingezet en daardoor hoeft elders minder fossiele energie te worden opgewekt. Dat leidt dan weer tot CO₂-reductie elders.

Het nuttig inzetten van zoveel mogelijk primaire energie kan via verschillende wegen worden gedaan:

1. Een deel van de geproduceerde elektriciteit wordt weer ingezet voor de installaties en kantoren van AVR zelf. De hoeveelheid verkochte elektriciteit die door de afvalverbranding (RO's) op het net is geleverd, is de elektriciteitsproductie van de RO's minus het elektriciteitsverbruik van de gehele installatie (RO's, BEC etc). In het Energie Audit verslag wordt aangegeven dat het totale jaarverbruik elektriciteit voor AVR op 195.252 MWh komt. Hiervan wordt de meeste elektriciteit verbruikt in de installaties (99% van het totaal). Teruggerekend met een rendement van 30% voor de stoomturbine komt dat op 650.840 MWh aan elektriciteitsverbruik van AVR zelf. Als AVR haar eigen elektriciteitsverbruik verlaagt, kan meer primaire stoom worden ingezet voor de levering van stoom, warmte of elektriciteit voor afnemers.
2. De ratio tussen de levering van nuttige producten en de primaire stoom is per installatie heel verschillend (zie tabel in paragraaf 6.2.3). Voor de RO's ligt de ratio op gemiddeld 0,68; de TCI komt op 0,91; de VO's (WT) op 1,00 en de BEC op 0,98. Het ligt voor de hand om bij de installaties met een lagere ratio te starten met het onderzoeken van mogelijkheden om deze ratio te verhogen. Voornamelijk bij de RO's lijken nog kansen liggen.
3. Bij de omzetting van primaire stoom in elektriciteit wordt een rendement van 30% gehaald in de stoomturbine. De CO₂-factor output energie met netto elektriciteitsproductie komt dan ook op 0,417 – substantieel hoger dan de CO₂-factor output energie met bruto elektriciteitsproductie (0,235). Bij het omzetten van primaire stoom in hoogwaardige stoom en laagwaardige warmte voor stadsverwarming gaat geen of een verwaarloosbaar deel van de primaire energie verloren. Het leveren van stoom en warmte heeft dus energetisch voordeel t.o.v. het leveren van elektriciteit. AVR zou kunnen sturen op het zoveel mogelijk inzetten van de primaire stoom in te leveren stoom en warmte, en pas daarna van elektriciteit.
4. Ook kan er nog substantieel terrein gewonnen worden door het uitbreiden van de afzetmogelijkheden. AVR kan in samenwerking met (potentiële) afnemers en netbeheerders initiatiefnemer zijn in het (blijven) zoeken naar nieuwe afzetmogelijkheden. Hier lopen al verschillende initiatieven:
 - o Vanaf 2020 zal het Warmtebedrijf Rotterdam warmte leveren aan het warmtenet van Nuon in de gemeente Leiden. Zo ontstaat in Zuid-Holland een warmterotonde. Restwarmte uit de Rotterdamse haven zal straks 13.000 huishoudens en 200 bedrijven in Leiden van warmte voorzien. De gemeentes Rotterdam en Leiden ondersteunen de gezamenlijke plannen van Nuon Warmte en het Warmtebedrijf Rotterdam.

- Het stoomnetwerk van Stedin in de Botlek kan flink uitbreiden met het aansluiten van meerdere grote bedrijven. Hierdoor kan op termijn tot wel 400.000 ton CO₂ in Rotterdam worden gereduceerd. Aangezien het stoomnetwerk een belangrijke bijdrage aan de Rotterdamse klimaatdoelstelling (50% CO₂-reductie in 2025) levert en daarnaast ook lokaal de luchtkwaliteit verbetert zijn veel partijen bereid om hierin te investeren. Niet alleen de deelnemende partijen, maar ook de tussenliggende bedrijven die het stoomnetwerk over hun terrein laten gaan en de gemeente Rotterdam kan hier een rol in spelen.

8.2 Reductiedoelstellingen

Om het nuttig inzetten van zoveel mogelijk primaire energie te vergroten wordt de volgende reductiedoelstellingen geformuleerd:

- Meer inzicht krijgen in het eigen energieverbruik zodat in 2016 een ambitieuze en realistische reductiedoelstelling kan worden geformuleerd op het energieverbruik van de eigen installaties tot 2020.
- In 2018 de afzet van stoom en warmte met 3% laten toenemen ten opzicht van de afzet van elektriciteit.

8.2.1 Reductiemaatregelen

Om de doelstelling te realiseren worden de volgende maatregelen genomen

- Plan maken om afzet te verhogen van stoom en warmte ten opzichte van elektriciteit (plan gereed Q3 2016).
- Diverse maatregelen voor verlagen eigen energiegebruik op de locaties Duiven en Rozenburg.

8.2.2 Meting en monitoring

Jaarlijks wordt op basis van de in- en output stromen vastgesteld wat de CO₂-factor is volgens de rekenmethodiek die in deze ketenanalyse is gebruikt.

De voortgang op de Scope 3 doelstelling wordt gerapporteerd in de CO₂ footprint rapportage.

9. Bronvermelding

Bron / Document	Kenmerk
Handboek CO ₂ -prestatieladder 3.0	Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen
Corporate Accounting & Reporting standard	GHG-protocol, 2004
Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard	GHG-protocol, 2010a
Product Accounting & Reporting Standard	GHG-protocol, 2010b
Nederlandse norm Environmental management – Life Cycle assessment – Requirements and guidelines	NEN-EN-ISO 14044
www.ecoinvent.org	Ecoinvent v2

Daarnaast is veel gebruikgemaakt van primaire metingen door AVR zelf, en van enkele wetenschappelijke publicaties en publicaties van de overheid. Waar deze gebruikt zijn is dat aangegeven in het document.