



Ketenanalyse Waterlijn

Ketenanalyse van CO₂-uitstoot binnen de activiteit
afvalwaterzuivering

Opdrachtgever: Iv-Groep b.v.

Referentie:

Versie: 0

Datum: 25 Januari 2018

Iv-Water b.v.

Ingenieursbureau met Passie voor Techniek



Titel document: Ketenganalyse Waterlijn

Ondertitel document: Ketenganalyse van CO₂-uitstoot binnen de activiteit afvalwaterzuivering

Referentie: xxxx

Versie: 0

Datum: 23 Januari 2018

Opdrachtgever: Iv-Groep b.v.

Projectnummer opdrachtgever: xxxx

Project: xxxx

Projectnummer: xxxxx

Opgesteld door: SMJ, BdV

Paraaf:

Gecontroleerd door: RFa, SB

Paraaf:

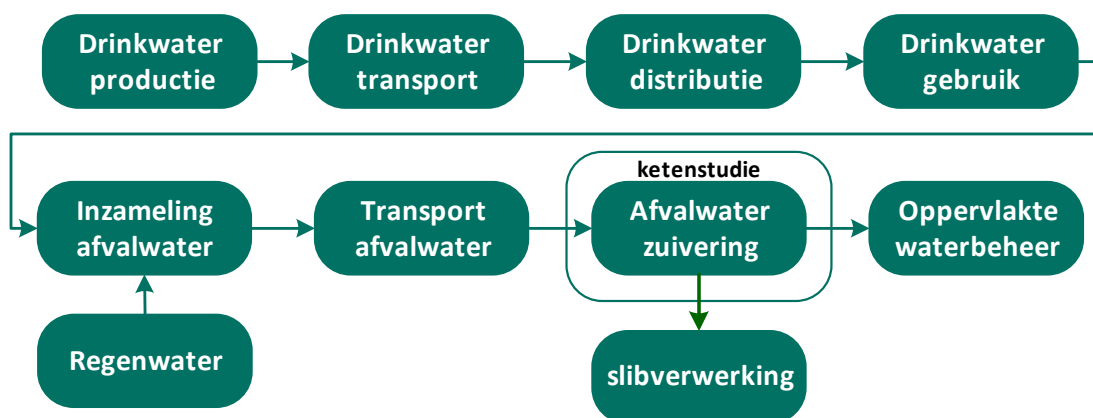
Goedgekeurd door: EV

Paraaf:



Samenvatting

In het kader van de CO₂-prestatieladder heeft Iv-Groep de scope 3 emissies binnen de activiteit afvalwaterzuivering berekend. Afvalwaterzuivering is een onderdeel van een gehele keten vanaf drinkwaterproductie tot en met het beheer van het oppervlaktewater. De gehele keten, met daarin opgenomen de ketenstap “afvalwaterzuivering” is weergegeven in figuur I. De ketenanalyse is uitgevoerd voor de waterlijn van een communale rioolwaterzuivering met een capaciteit van 80.000 i.e. à 150 g TZV. Uit de resultaten blijkt dat het energieverbruik verantwoordelijk is voor het grootste deel van de totale uitstoot (66%). Daarna volgen de directe emissies methaan en lachgas (respectievelijk 28% + 4%) en tenslotte de uitstoot voor de productie van verbruikte chemicaliën (2%). Binnen het energieverbruik komt 85% voor rekening van de biologische zuivering (voornamelijk het beluchtingsproces). Op basis van de ketenanalyse is een reductiedoelstelling geformuleerd. Deze houdt in dat Iv-Groep een reductie van 10% CO₂-emissie beoogd binnen projecten die betrekking hebben op de waterlijn communale waterzuiveringen en waarvan de projecten voldoen aan bepaalde criteria ten aanzien van (financiële) omvang.



Figuur I: Afvalwaterzuivering als onderdeel van de waterketen.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1.	Leeswijzer	6
1.2.	Afkorting	7
2	Doelstelling van het opstellen van de ketenanalyse	8
2.1.	Onderwerp van de analyse	8
2.1.1.	Voorzuivering	9
2.1.2.	Biologische zuivering	10
2.1.3.	Slibvoorbehandeling	10
3	Scope van de ketenanalyse	11
4	Vastellen systeemgrenzen en identificeren van ketenpartners	12
4.1.	Levenscyclus	12
4.2.	Ketenpartners	13
5	Ketenstappen binnen de afvalwaterzuivering	14
5.1.	Voorzuivering	15
5.1.1.	Roostergoedverwijdering	15
5.1.2.	Zandverwijdering	15
5.1.3.	Voorbezinking	15
5.2.	Biologische zuivering	15
5.2.1.	Procesbeschrijving	15
5.2.2.	Afbraak van organisch materiaal	16
5.2.3.	Stikstofverwijdering	16
5.2.4.	Fosfaatverwijdering	16
5.2.5.	Luchtbehandeling	17
5.2.6.	Biologische ruimtes	17
5.2.7.	Nabezinking	18
5.3.	Slibvoorbehandeling	18
5.3.1.	Indikking	18
6	Kwantificeren van emissies	19
6.1.	Algemeen	19
6.2.	Uitgangspunten	20
6.3.	Energieverbruik	20
6.4.	Directe emissies	22
6.5.	Chemicaliën	22
6.6.	Verdeling van emissies	23



7	Resultaten en discussie	24
7.1.	CO ₂ -emissie afvalwaterzuivering totaal	24
7.1.1.	Emissie biologische zuivering	25
7.1.2.	Directe emissies	27
7.2.	Indirecte CO ₂ -emissie per ketenstap	27
7.3.	CO ₂ emissies per scope	28
7.4.	Verdeling energieverbruik	29
Op basis van de ketenanalyse is inzicht ontstaan in de CO ₂ -emissie van dit deel van de waterketen. Op basis hiervan zijn reductiemogelijkheden bepaald en op basis daarvan zijn vervolgens doelstellingen voor Iv-Groep afgeleid.. Deze zijn in dit hoofdstuk nader toegelicht.		
8.1.	Reductiemogelijkheden	32
8.1.1.	Inkoop / opwekking duurzame energie	32
8.1.2.	Procesontwerp	32
8.1.3.	Detailontwerp	33
8.2.	Reductiedoelstelling	33
Bijlagen		35
A.	CO ₂ emissie realisatie	35
B.	PFD rwzi	36



1 Inleiding

Een cluster bedrijven binnen Iv-Groep, bestaande uit Iv-Infra, Iv-Water, Iv-Bouw, Iv-Consult en Iv-Industrie (hierna: 'Iv-Groep') is gecertificeerd voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder. Door het behalen van niveau 5 werkt Iv-Groep actief mee aan het reduceren van de CO₂-uitstoot in de keten en van de sector.

Een belangrijk onderdeel van niveau 5 van de CO₂-prestatieladder is het verkrijgen van inzicht in de Scope 3 emissies van de organisatie. Dit is de uitstoot tijdens de levenscyclus van een product, voordat een bedrijf het inkoopt, vervaardigd of verkoopt. In het Strategisch plan heeft Iv-Groep de belangrijkste Scope 3 emissiecategorieën in kaart gebracht volgens de stappen van de Corporate Value Chain (Scope 3) standaard van het GHG-protocol. Om inzicht te verkrijgen in de belangrijkste scope 3 emissies is er een kwalitatieve en kwantitatieve dominantie analyse uitgevoerd. Op basis van de inventarisatie zijn ketenanalyses uitgevoerd van de meest materiële scope 3 emissies. Iv-Groep heeft twee ketenanalyses uitgevoerd:

1. CO₂-reductie in ontwerp van bruggen
2. CO₂-reductie in ontwerp sliblijn

Omdat in de afgelopen periode is gebleken dat er weinig projecten vielen binnen de gestelde doelstelling, welke was opgesteld in relatie tot het "ontwerp sliblijn", is besloten om een nieuwe ketenanalyse op te stellen. Op basis hiervan kan vervolgens een nieuwe doelstelling worden bepaald.

1.1. Leeswijzer

Tabel 1 toont de leeswijzer voor dit document.

Hoofdstuk		Inhoud
2	Doelstellingen	Beschrijving van het doel van de ketenanalyse
3	Scope	Onderwerp van de ketenanalyse
4	Systeemgrenzen	Reikwijdte van de ketenanalyse
5	Processtappen	Overzicht van de processtappen binnen de afvalwaterzuivering.
6	Kwantificeren van CO ₂ -emissies en resultaten	Berekening en analyse van de CO ₂ -uitstoot in de keten
7	Resultaten	Uitkomsten van de ketenanalyse
8	Reductiemogelijkheden	Kansen om CO ₂ -emissie te reduceren die voortkomt uit de ketenanalyse en de reductiedoelstelling die op basis hiervan is bepaald.
9	Bronvermelding	Gebruikte bronnen

Tabel 1: Leeswijzer



1.2. Afkortingen

BZV	Biologisch zuurstof verbruik
CH ₄	Methaan
CO ₂ -eq	Carbon dioxide equivalenten
CZV	Chemisch zuurstof verbruik
DWA	Droogweeraanvoer
H ₂ S	Waterstofsulfide
i.e	inwoner equivalent
Kj-N	Kjeldahl stikstof
N ₂ O	Nitrous oxide / lachgas
O ₂	Zuurstof
PAO	Fosfaataccumulerende organismen
PE	Poly-elektrolyt
RWA	Regenweeraanvoer
TZV	Totaal zuurstof verbruik



2 Doelstelling van het opstellen van de ketenanalyse

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is het identificeren van CO₂-reductiekansen, het definiëren van reductiedoelstellingen op basis waarvan vervolgens de voortgang gemonitord en gerapporteerd kan worden. Daarnaast biedt de analyse handvaten voor Iv-Groep om haar opdrachtgevers te adviseren over CO₂-besparing in de te realiseren projecten.

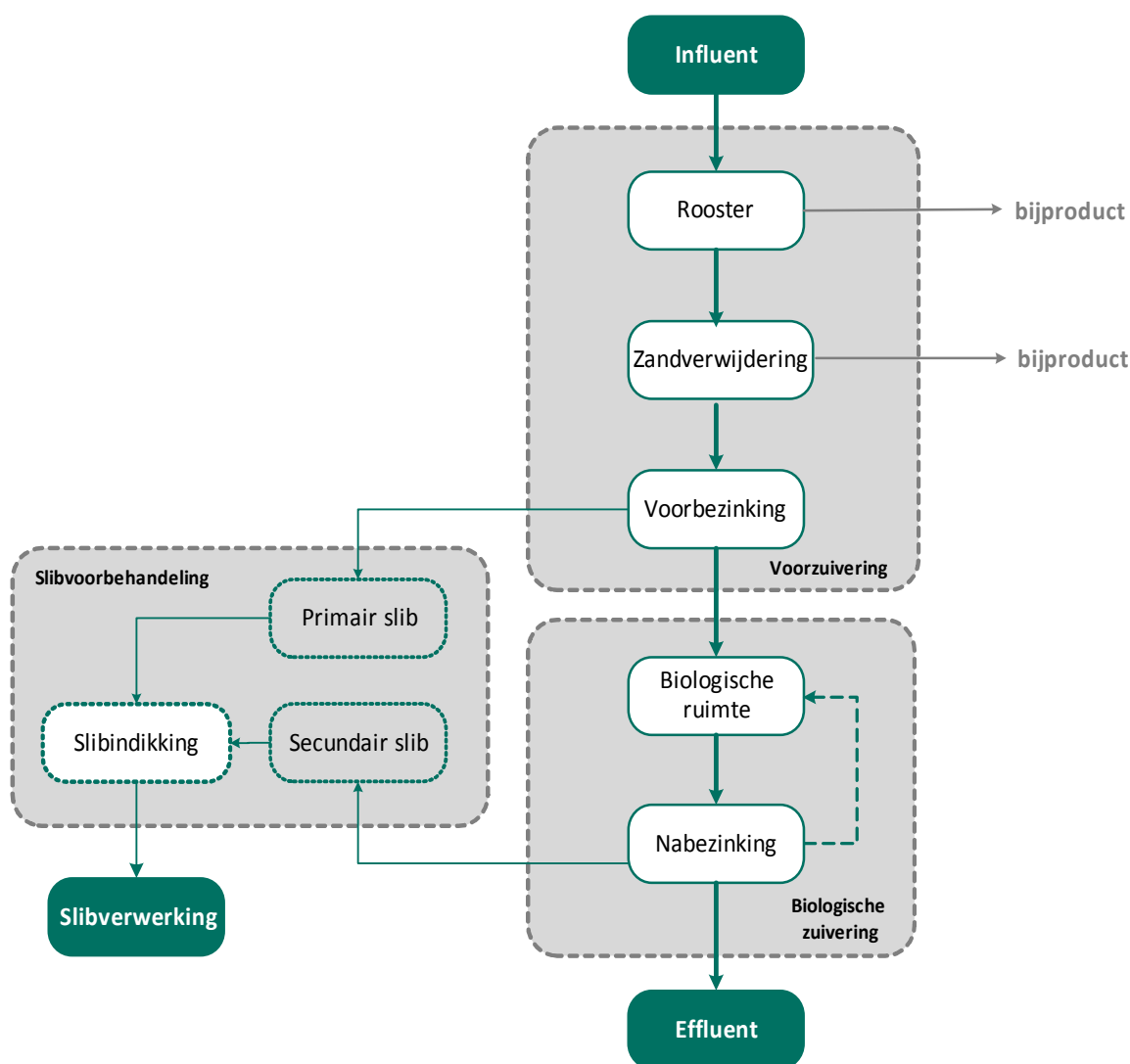
Op basis van het inzicht in de Scope 3 emissies en de uitgevoerde ketenanalyse wordt een reductiedoelstelling geformuleerd. Binnen het kwaliteitsmanagementsysteem CO₂ dat is ingevoerd wordt actief gestuurd op het reduceren van de Scope 3 emissies.

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. Iv-Groep zal op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om betrokken partijen binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

2.1. Onderwerp van de analyse

Iv-Groep ontwerpt en adviseert op het gebied van waterzuivering, slibbehandeling, energievoorziening, energieopwekking en -terugwinning bij slibverwerking. Binnen de sectoren waarin Iv-Groep werkzaam is, wordt vuil water als een van de belangrijkste type projecten van de orderportefeuille beschouwd. Het belang van CO₂-uitstoot bij deze typen projecten is groot voor wat betreft het gebruik van de afvalwaterzuivering installatie. Om die reden is ervoor gekozen om de analyse te richten op het zuiveringsproces van afvalwater als onderdeel van de gehele waterketen.

De onderstaande paragrafen geven een korte beschrijving van het zuiveringsproces voor de communale rwzi van deze ketenanalyse. Het proces bestaat uit drie delen, voorzuivering, biologische zuivering en slibvoorbehandeling. Deze drie delen zijn vervolgens onderverdeeld in ketenstappen. Een overzicht van het zuiveringsproces is weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1: Processchema afvalwaterzuivering

2.1.1. Voorzuivering

Tijdens de voorzuivering worden grove bestanddelen en zand uit het water verwijderd. Deze stoffen kunnen ernstige problemen veroorzaken in het behandelingsproces door pompen te beschadigen of verstoppingen in proceseenheden te veroorzaken. De voorbezinking helpt om een deel van de bestanddelen uit het influent te verwijderen. Ook heeft dit onderdeel een functie in het opvangen van pieken in de aanvoer.



2.1.2. Biologische zuivering

Het doel van de aërobe zuivering is het verwijderen van biologisch afbreekbare organische stoffen door verschillende groepen bacteriën die in het systeem groeien. Het concept van de behandeling is eenvoudig, bacteriën (actief slib) verbruiken het organische materiaal en transformeren het door middel van aëroob metabolisme, deels in nieuwe microbiële biomassa en deels in CO_2 , water en mineralen.

2.1.3. Slibvoorbehandeling

Primair slib is het bezinksel uit de voorbezinking. Het bestaat uit bezinkbare en zwevende stoffen die met het influent zijn aangevoerd.

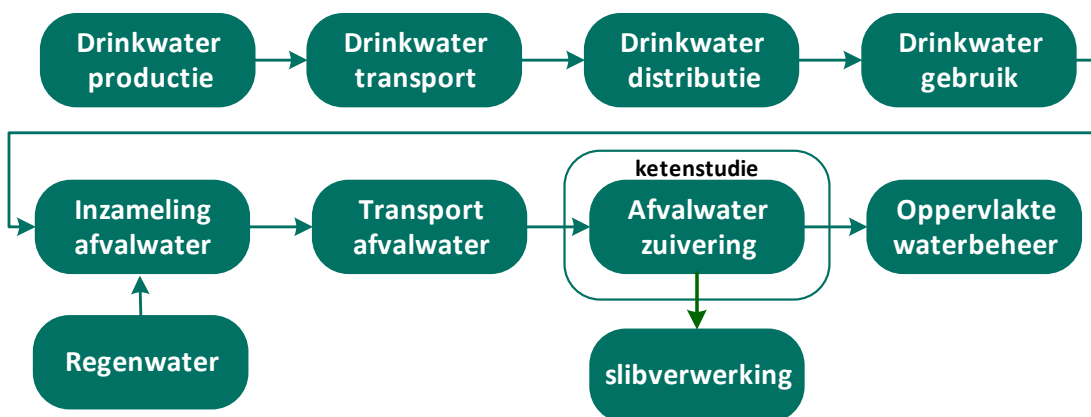
Secundair slib wordt gevormd in het biologische proces. Primair slib en secundair slib worden beiden (in afzonderlijke processen) ingedikt, waarbij water wordt afgescheiden en het droge stofgehalte wordt verhoogd. Dit zorgt voor een reductie van het volume en maakt het slib beter hanteerbaar bij verdere verwerking.



3 Scope van de ketenanalyse

De keuze om reductiemogelijkheden van Scope 3 emissies te onderzoeken in onder andere de sector 'water' is gemaakt omdat Iv-Groep veel activiteiten in deze sector heeft. Iv-Groep kan veel invloed uitoefenen bij het reduceren van CO₂-emissie binnen projecten in deze sector.

Figuur 3.1 toont de waterketen en het deel waarop deze ketenstudie betrekking heeft. Via de verwerking van slib is er sprake van een koppeling met energiewinning en de winning van grondstoffen. Daarop is ingegaan in het document 'Ketenanalyse Slibverwerking met energieopwekking'.



Figuur 3.1: Waterketen Iv-Groep en ketenstudie

Als onderdeel van deze ketenanalyse identificeert Iv-Groep mogelijkheden om CO₂-uitstoot in dit deel van de waterketen te verminderen. Iv-Groep zal die mogelijkheden in haar advies richting de opdrachtgever meenemen.



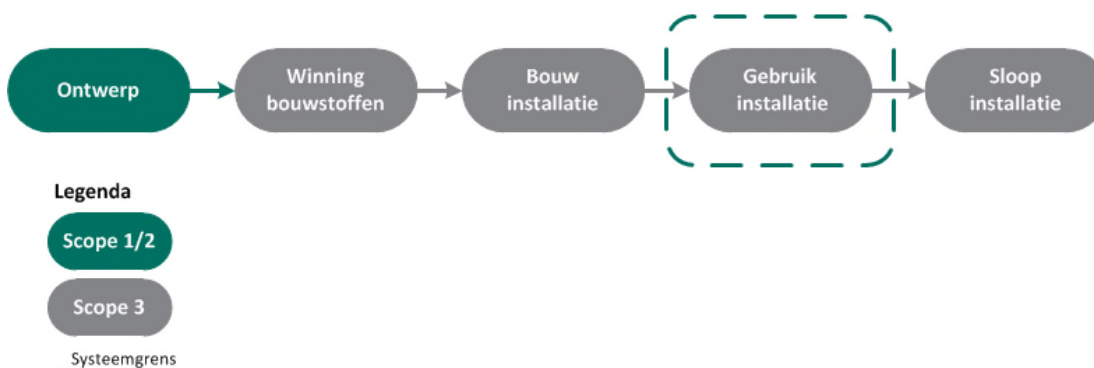
4 Vastellen systeemgrenzen en identificeren van ketenpartners

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke uitstoot van de afvalwaterzuivering binnen het domein van deze studie wordt gerekend.

4.1. Levenscyclus

Bij een studie naar Scope 3 emissies wordt de uitstoot voorafgaand aan de activiteiten van de eigen organisatie geïnventariseerd (upstream) en eveneens de uitstoot nadat een product de organisatie heeft verlaten (downstream). Deze studie richt zich uitsluitend op de downstream emissies. Daarop heeft Iv-Groep door haar ontwerpen en adviezen de meeste invloed. De invloed op upstream emissies is doorgaans gering en daarom buiten beschouwing gelaten.

Het product betreft in dit geval het ontwerp van een rioolwaterzuiveringsinstallatie. De downstream ketenstappen van dat product zijn chronologisch in grijs weergegeven in figuur 4.1 als scope 3. Emissies gerelateerd aan de uitstoot om het product te maken, zoals elektriciteitsverbruik voor verlichting en computers, gasverbruik voor het verwarmen van gebouwen en reiskilometers om een locatie te bezoeken behoren tot de scope 1 en scope 2 emissies van Iv-Groep. Deze emissies (1 en 2) worden los van deze ketenanalyse halfjaarlijks gerapporteerd.



Figuur 4.1: Ketenstappen afvalwaterzuivering.

Voor rwzi's wordt door Iv-Groep het ontwerp gemaakt. Vervolgens wordt de installatie gebouwd, waarvoor eerst de materialen gewonnen en geproduceerd moeten worden. Als de bouw is afgerond, wordt de installatie in gebruik genomen. Tijdens de levensduur van de installatie wordt CO₂ uitgestoten. Op een gegeven moment zal de installatie niet meer nodig of bruikbaar zijn. Op dat moment zal de installatie afgebroken worden.



De systeemgrens is beperkt tot de emissies tijdens het gebruik van de installatie. Hierbij wordt op vele plaatsen in het zuiveringsproces energie verbruikt wat een significante invloed heeft op de CO₂-uitstoot. Het gebruik van de installatie betreft namelijk het grootste gedeelte van de totale uitstoot. De bouw en de sloop zijn op grond van eerdere ketenanalyses buiten beschouwing gelaten. De uitstoot, als gevolg van de winning van bouwstoffen wordt als verwaarloosbaar beschouwd. De onderbouwing hiervan is in bijlage A opgenomen.

4.2. Ketenpartners

Ketenpartners zijn organisaties die actief zijn binnen de keten afvalwaterzuivering zoals weergegeven in Figuur 4.1. De ketenpartners, en hun invloed op de scope 3 emissies, van Iv-Groep zijn onderstaand genoemd en toegelicht.

Waterschappen

De Waterschappen zijn de eindgebruikers van rwzi's. De uitstoot van rwzi's tijdens de gebruiksfase betreft hun scope 1 en scope 2 emissie. Waterschappen hebben invloed op de uitstoot in de keten als gevolg van de projecten die zij initiëren, het programma van eisen dat zij (laten) opstellen en het gewicht dat zij aan duurzaamheid toekennen bij het aanbesteden van projecten. Iv-Groep heeft hier in algemene zin invloed op met haar adviezen op het gebied van exploitatie, onderhoud, asset management, gunningscriteria voor aanbestedingen, en kan het initiatief nemen bij het opstellen van het programma van eisen.

Overheid

De Rijksoverheid is een ketenpartner omdat zij betrokken is bij het bepalen van de klimaatdoelstellingen voor de waterschappen en de stimuleringsmaatregelen daarvoor.

Aannemers

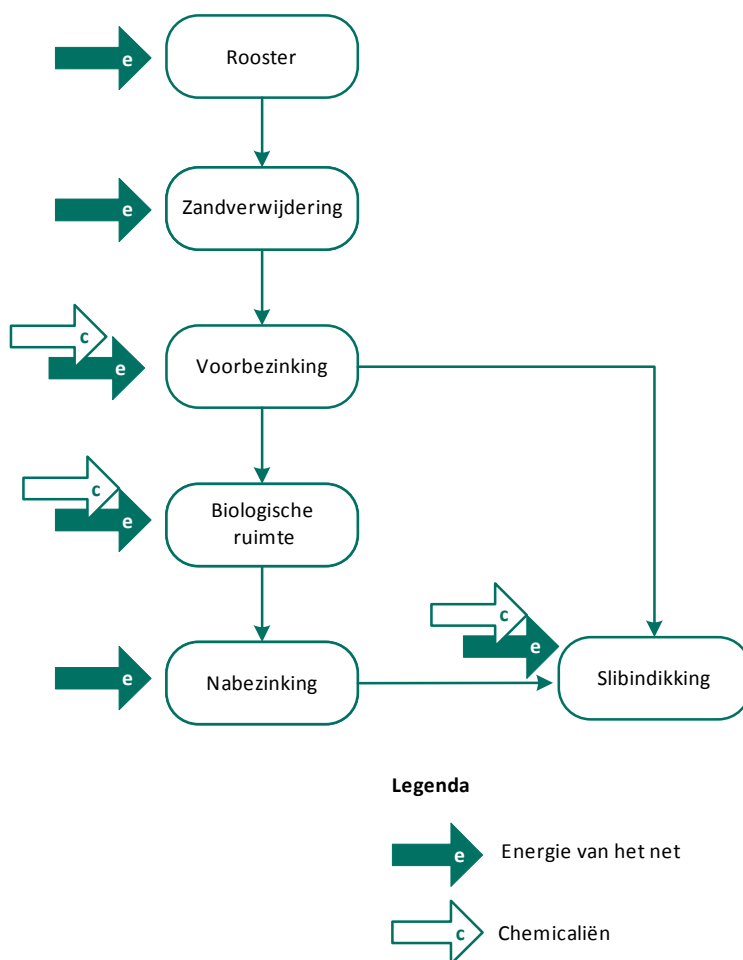
De aannemers zijn in veel gevallen de afnemers van het product van Iv-Groep (het rwzi ontwerp). Als ketenpartner hebben zij invloed op de keuze voor een duurzaam ontwerp tijdens de aanbesteding en realisatie van het project. De aannemers bepalen in grote mate de uitstoot tijdens de realisatie en de sloop. Ook beïnvloeden zij de uitstoot in de keten als gevolg van bepaalde keuzes in het uitvoeringsontwerp (bijvoorbeeld materiaalkeuze).



5 Ketenstappen binnen de afvalwaterzuivering

In de volgende paragrafen worden de procesonderdelen (voorzuivering, biologische zuivering en slibvoorbehandeling) verder in ketenstappen verdeeld. De ketenstappen van het zuiveringsproces van afvalwater worden toegelicht en daarnaast wordt de specifieke in- en output per ketenstap gegeven.

Het systeem dat wordt beschouwd binnen deze analyse begint met het voorbehandelen van het influent in het rooster en eindigt bij de lozing van het effluent op het oppervlaktewater. Het transport van water naar of vanaf de afvalwaterzuivering wordt niet meegerekend. De afvalwaterzuivering is afgebakend tot en met de slibindikking. Ketenstappen na de slibindikker worden toegerekend aan de slibverwerking. De specifieke in- en output per stap van het proces is in figuur 5.1 weergegeven.



Figuur 5.1: In- en output per ketenstap.



5.1. Voorzuivering

5.1.1. Roostergoedverwijdering

De roostergoedverwijdering dient voor het verwijderen van grove vaste bestanddelen die met het water worden meegevoerd, zoals bijvoorbeeld stukken kunststof, hout en overige vaste materialen.. Deze verontreinigingen blijven voor het rooster hangen. Het rooster wordt regelmatig automatisch gereinigd door een roosterhark die tussen de roosterstaven door beweegt. Daarmee wordt het tegengehouden vuil afgevoerd naar een pers en vervolgens opgeslagen in een container. De verwijdering van grove bestanddelen is van belang voor het beschermen van procesonderdelen zoals pompen.

5.1.2. Zandverwijdering

De zandverwijdering bestaat uit een bak die gelijkmatig wordt doorstroomd door het afvalwater. Zand bezinkt in deze zandvanger en wordt door middel van een schraper verzameld en uit het systeem verwijderd. Na de zandvanger bevindt zich een zandwasser. Het zand wordt met effluent gewassen waardoor organisch materiaal wordt afgespoeld en teruggevoerd naar de waterlijn. Het gewassen zand wordt opgeslagen en afgevoerd.

5.1.3. Voorbezinking

Vanuit de zandvanger stroomt het influent naar de voorbezinktank. Het doel van de voorbezinktank is het afscheiden van bezinkbare onopgeloste deeltjes ofwel primair slib dat in het afvalwater aanwezig is. Het primair slib dat bezonken is op de bodem van de voorbezinktank wordt door het primairslibgemaal verpompt naar een een gravitaire indikker. Ook heeft de voorbezinking een egaliserend effect op de piekbelasting. Soms worden hier ook chemicaliën gedoseerd ten behoeve van chemische fosfaatverwijdering of als vlokhelpmiddel.

5.2. Biologische zuivering

5.2.1. Procesbeschrijving

Er zijn veel vormen van actiefslib slibprocessen, waaronder variaties in de beluchtingsmethode en de manier waarop het slib wordt teruggegeven aan het proces. De belangrijkste reacties die zich in het actiefslib slibproces voordoen kunnen als volgt worden samengevat:

1. Adsorptie van opgeloste, colloïdale en gesuspendeerde organische stoffen op de slibvlokken.
2. Biologische afbraak van de organische stoffen die resulteren in eindproducten (CO_2 , H_2O , mineralen) en synthese van nieuwe microbiële biomassa.
3. Oxidatie van ammonium tot nitriet en vervolgens nitraat door nitrificerende bacteriën (nitrificatie).
4. Oxidatie van cellenreserve (intern en ook extern) resulterend in mineralisatie en lysis.
5. Reductie van nitraat tot stikstof gas (denitrificatie).
6. Sedimentatie van grote slibvlokken.



De biologische ruimte bestaat uit verschillende delen waarin specifieke condities worden aangehouden afhankelijk van de reactie die daar plaats vindt. De aërobe afbraakprocessen behoeven zuurstof waarvoor met behulp van een beluchtingssysteem lucht wordt toegevoerd. Het beluchtingssysteem zorgt er ook voor dat het afvalwater goed in contact met het slib blijft.

5.2.2. Afbraak van organisch materiaal

Het organisch afbreekbaar materiaal aanwezig in het afvalwater wordt met behulp van bacteriën voor ongeveer de helft omgezet in celmateriaal (nieuwe microbiële biomassa). Het overige deel wordt met zuurstof geoxideerd tot kooldioxide (CO₂).

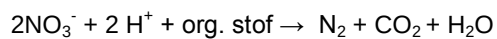
5.2.3. Stikstofverwijdering

Stikstof kan in verschillende vormen in het afvalwater voorkomen, namelijk als organisch gebonden stikstof en als anorganisch stikstof. Tijdens de aërobe behandeling worden de organische stikstofverbindingen afgebroken waarbij ammonium ontstaat. In actiefslibsystemen wordt ammonium via twee opeenvolgende processen verwijderd:

1. Nitrificatie, waarbij ammonium (NH₄⁺) wordt geoxideerd tot nitraat (NO₃⁻). De nitrificatie wordt uitgevoerd onder aërobe omstandigheden. Opgelost zuurstof dient te worden toegevoegd.



2. Denitrificatie, waarbij gevormd nitraat wordt omgezet in stikstofgas (N₂).



De stoichiometrische zuurstofbehoefte voor nitrificatie is 4,57 kg O₂/kg N. In het denitrificatieproces wordt over het algemeen 2,86 kg O₂ per kg gedenitrificeerd NO₃⁻ teruggewonnen.

5.2.4. Fosfaatverwijdering

Fosfaat kan op twee verschillende manieren uit het afvalwater verwijderd worden, namelijk chemisch of biologisch. Bij chemische fosfaatverwijdering wordt fosfaat gebonden met metaalionen tot een onoplosbare fosfaatverbinding. Hiervoor worden metaalzouten gedoseerd waarbij voornamelijk gebruik wordt gemaakt van ijzer- (Fe³⁺) of aluminiumionen (Al³⁺). Voor de molaire verhouding tussen de metaalionen die gedoseerd worden en de hoeveelheid fosfor wordt meestal 1,5 aangehouden.

Bij aërobe zuivering wordt, onder normale omstandigheden, fosfaat in de cel biomassa opgenomen. De concentratie van fosfaat in het slib ligt rond circa 2%. Bij biologische fosfaatverwijdering wordt fosfaat verwijderd met behulp van fosfaat accumulerende bacteriën (PAO). Deze bacteriën zijn in staat om naast de



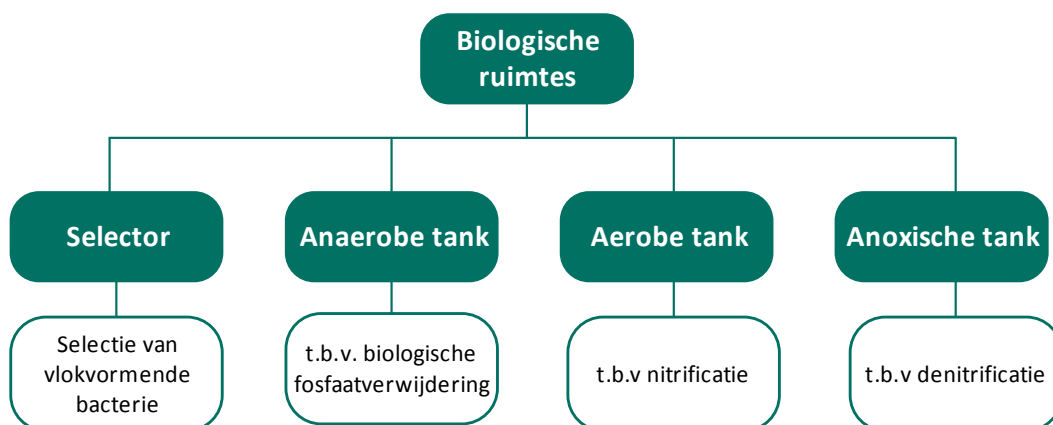
normale opname van fosfor voor celgroei, extra fosfor in de vorm van polyfosfaat op te nemen. Dit biologisch proces vereist dat afwisselend een aërobe en anaërobe zone wordt aangelegd. In de anaërobe zone vindt de selectie van fosfaat accumulerende bacteriën en het vormen van vetzuren plaats. De fosfaat opname uit het afvalwater vindt plaats tijdens de aërobe zone. Het fosfaatgehalte in het actief slib kan hiermee oplopen tot 4-5%. Het fosfaat wordt met de reguliere spuislibstroom uit het systeem verwijderd.

5.2.5. Luchtbehandeling

Zwavelverbindingen zoals sulfaat (SO_4^{-2}) in het afvalwater kunnen met behulp van anaërobe bacteriën gereduceerd worden tot waterstofsulfide (H_2S). Waterstofsulfide wordt beschouwd als een bepalende factor met betrekking tot geuroverlast en veiligheid. Om geuroverlast te voorkomen worden verschillende procesonderdelen afgedekt en voorzien van afzuiging. Hierbij ontstaat een luchtstroom die vervolgens dient te worden behandeld. Ventilatielucht kan gezuiverd worden door H_2S biologisch te oxideren tot zwavelzuur. Daarvoor worden meestal lava- en/of compostfilters gebruikt.

5.2.6. Biologische ruimtes

Biologische zuivering heeft verschillende uitvoeringsvormen. Het creëren van optimale procesomstandigheden is essentieel en zorgt ervoor dat de benodigde biologische processen plaats kunnen vinden. De indeling en compartimentering van de installatie is afhankelijk van onder andere het type project, vuilbelasting en de beschikbare ruimte. Figuur 5-2 geeft een overzicht van de biologische ruimtes die op een rwzi kunnen voorkomen en de functie daarvan.



Figuur 5.2. Ruimteverdeling voor biologische afvalwaterzuivering.



5.2.7. Nabezinking

Bij het beluchten van het afvalwater worden de organische bestanddelen geabsorbeerd en in belangrijke mate gemetaboliseerd. De volgende fase in de zuivering is de scheiding van gesuspendeerde vaste stoffen uit het water. Deze scheiding wordt gerealiseerd door bezinking. Tijdens dit proces smelten kleinere vlokken samen tot grotere vlokken zodat een deeltjesgrootte ontstaat die voldoende is om te sedimenteren. Op deze manier wordt het gezuiverd water en het actief-slib gescheiden. Een deel van het actief-slib dat is bezonken wordt teruggestuurd naar de aërobe tank (retourslib). Dit is nodig om de juiste concentratie aan biomassa in het systeem te kunnen handhaven. Het overige deel van het actief-slib wordt uit het systeem verwijderd (spuislib). Het gezuiverde water wordt op het oppervlaktewater geloosd.

5.3. Slibvoorbehandeling

5.3.1. Indikking

Indikking wordt gebruikt om het drogestofgehalte van slib te verhogen door een gedeelte van de vloeibare fractie te verwijderen. Hierbij wordt het volume van het slib verminderd. In het zuiveringsproces zijn er twee slibstromen gekend, primair slib afkomstig uit de voorbezinktank (indien aanwezig) en secundair slib afkomstig uit de nabezinktank.

Het primairslib wordt meestal gravitair ingedikt. Het secundairslib wordt meestal mechanisch ingedikt waarvoor veelal chemicaliën benodigd zijn.



6 Kwantificeren van emissies

Aan de hand van de in hoofdstuk 5 beschreven processen is de CO₂-emissie per ketenstap bepaald. De onderstaande emissies kunnen worden geassocieerd met rioolwaterzuiveringsinstallaties, het type afvalwaterzuivering waarin Iv-Groep met name actief is.

6.1. Algemeen

Energieverbruik

Op veel plaatsen in de keten vraagt het zuiveringsproces mechanische energie. Dit gaat om pompen om het water door de procesonderdelen te leiden, mengers en voorstuwers om de stroming binnen procesonderdelen te beïnvloeden en compressoren voor de toevoer van zuurstof. Ook mechanische ventilatie voor de afvoer van warmte of tegen de verspreiding van geur in de omgeving worden binnen deze analyse meegerekend. Dit betreft allemaal elektrisch aangedreven apparaten. Het vermogen van deze onderdelen is bekend binnen de projecten die Iv-Groep uitvoert en aan de hand hiervan is het energieverbruik en daarmee de CO₂-emissie bepaald.

Zuiveringsproces

Het afvalwater dat op de waterzuivering wordt aangevoerd is verontreinigd met organisch materiaal. Ongeveer de helft van het aangevoerde organisch materiaal wordt als slib afgevoerd. De andere helft reageert in het biologische proces met zuurstof waarbij CO₂ ontstaat die in de atmosfeer terechtkomt. De CO₂ emissie afkomstig van de afbraak van organische stof is niet meegerekend in de emissieberekening. De reden hiervoor is dat deze CO₂ onderdeel is van een kringloop en netto geen extra CO₂ in de lucht oplevert.

Directe emissies

Bij de biologische zuivering van afvalwater ontstaat naast CO₂ ook andere broeikasgassen zoals methaan en lachgas. In deze ketenanalyse zijn deze directe emissies meegerekend. Hiervoor zijn omrekenfactoren gebruikt om deze broeikasgassen uit te drukken in CO₂-equivalent.

Chemicaliën

Om het zuiveringsproces te optimaliseren worden mogelijk chemicaliën toegevoegd aan het te behandelen afvalwater. De dosering en type chemicaliën is bij Iv-Groep berekend tijdens het ontwerpproces. Dit zijn metaalzouten en/of polymeren ter bevordering van bezinking of optimalisatie van de fosfaatverwijdering en ten behoeve van de slibindikking. De CO₂-uitstoot afkomstig van de productie van deze chemicaliën is meegerekend in deze analyse.



6.2. Uitgangspunten

Deze ketenanalyse is uitgevoerd voor een communale rwzi met de volgende kenmerken:

- Biologische capaciteit van 80.000 i.e's à 150 g TZV
- Hydraulische capaciteit:
 - dwa: 1.243 : 3.600 m³/h
 - rwa: 3.600 m³/h
- Aanvoerpatroon dwa: 16 h/d

De dagelijkse vuilbelasting voor een inwonerequivalent (i.e) bedraagt:

- 109 g CZV
- 39 g BZV
- 9,1 g Kj-N
- 1,9 g totaal P
- 55 g droge stof
- 249 liter afvalwater

Beschrijving van het zuiveringsproces:

De rwzi in deze ketenanalyse bestaat uit de volgende procesonderdelen:

1. Roostergoedverwijdering
2. Zandvanger en zandwasser
3. Voorbezinking
4. Selector
5. Anaërobe tank
6. Aërobe en anoxische ruimte
7. Slibindikking primair slib
8. Slibindikking secundair slib

De installatie draait 80% van de tijd op dwa debiet en de resterende 20% op rwa debiet. Fosfaat wordt grotendeels biologisch verwijderd. Indien nodig wordt een metaalzout (FeCl_3) gedoseerd op een verhouding van 1,5 mol Fe/mol P. Tenslotte wordt het primair slib gravitair ingedikt en het secundair slib mechanisch ingedikt. Bij de indikking van secundair slib wordt polymeer gedoseerd met een doseerverhouding van 4 g PE actief/kg ds.

6.3. Energieverbruik

De emissie door energieverbruik wordt veroorzaakt door de elektrische onderdelen binnen de waterzuivering. De uitstoot vindt plaats tijdens de productie van de elektriciteit. De vermogens van de elektrische onderdelen zijn afkomstig uit de Verbruikerslijst, een document waarin de technische gegevens van de elektriciteitsverbruikers zijn vermeld. Dit document wordt tijdens een project door Iv-Groep opgesteld.



De getallen in kW uit deze lijst zijn vermenigvuldigd met 85% voor de conversie van geïnstalleerd vermogen naar opgenomen vermogen.

De jaarlijkse uitstoot wordt per onderdeel berekend door opgenomen vermogen te vermenigvuldigen met het aantal draaiuren per jaar en de specifieke emissie van de elektriciteitsbron:

$$\text{emissie (kg CO}_2\text{-eq./jaar)} = P_{\text{opgenomen}}(\text{kW}) * \text{draaiuren (h/jaar)} * \text{specifieke emissie (kg CO}_2\text{-eq./kWh)}$$

Indien het opgenomen vermogen niet bekend is, kan deze berekend worden aan de hand van het debiet, de opvoerhoogte, de dichtheid van het medium en het rendement van de pomp.

$$P_{\text{opgenomen}}(\text{kW}) = \frac{\text{debiet (m}^3\text{/s)} * \text{opvoerhoogte (m)} * \text{dichtheid medium (kg/m}^3\text{)} * 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}}{\text{rendement pomp (\%)} * 1000}$$

Het aantal draaiuren volgt uit de bedrijfstijd van de rwzi (bijvoorbeeld 5.840 uur per jaar bij 16 uur per dag en 8.760 uur per jaar bij 24/7). Voor onderdelen die continu beschikbaar zijn is dit het aantal draaiuren. Op basis van de ervaring binnen Iv-Groep is per onderdeel het werkelijk aantal draaiuren bepaald. Zo nemen een roostergoedreiniger en roostergoedtransportschroef niet continu vermogen af maar alleen op de momenten dat roostergoed van het rooster verwijderd wordt. Voor tracing is het aantal uren bepaald aan de hand van het aantal vorstdagen per jaar op de locatie.

De verschillende elektriciteitsbronnen hebben een eigen CO₂-emissie. Deze verschillende emissiefactoren zijn weergegeven in tabel 6.1.

Type stroom	Emissiefactor (kg CO ₂ -eq./kWh)	Referentie
'Grijze' stroom	0,526	www.co2emissiefactoren.nl/ SKAO CO2-prestatieladder versie 3.0
Windkracht	0,012	www.co2emissiefactoren.nl/ SKAO CO2-prestatieladder versie 3.0
Waterkracht	0,004	www.co2emissiefactoren.nl/ SKAO CO2-prestatieladder versie 3.0
Zonne-energie	0,070	www.co2emissiefactoren.nl/ SKAO CO2-prestatieladder versie 3.0
Biomassa	0,189	www.co2emissiefactoren.nl/ SKAO CO2-prestatieladder versie 3.0
Stroom (onbekend)	0,355	www.co2emissiefactoren.nl/ SKAO CO2-prestatieladder versie 3.0
Eigen WKK (Biogas)	0	-

Tabel 6.1: Specifieke emissie per stroomtype.



De emissiefactoren voor de energiebronnen waterkracht, zonne-energie en biomassa zijn inclusief de uitstoot ten gevolge van de bouw van de windmolens, waterkrachtcentrale en zonnepanelen. Voor grijze energie is de uitstoot voor de bouw van de centrale verwaarloosd. De omrekeningsfactor voor 'grijze' stroom komt hiermee op een waarde van 0,526 kg CO₂-eq./kWh..

Beluchting

Het gemiddelde energieverbruik van een beluchtingssysteem bedraagt in het algemeen rond ca. 60% van het totale energieverbruik van een rwzi. De efficiëntie van het beluchtingssysteem en het daaraan gerelateerde energieverbruik is afhankelijk van verschillende factoren zoals bijvoorbeeld het type beluchtingssysteem, de technische staat van het systeem, de waterdiepte en de afvalstoffen in het afvalwater die zuurstofoverdracht belemmeren.

Om het energieverbruik van het beluchtingssysteem te bepalen zijn het zuurstofinbrengend vermogen (kg O₂/uur) en de beluchtingsefficiëntie (kg O₂/kWh) van groot belang. Veelal wordt voor de beluchting een garantie afgegeven voor de minimale efficiëntie onder verschillende omstandigheden (mate van belasting). Deze gegevens worden als input gebruikt voor het bepalen van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik en de bijbehorende uitstoot.

6.4. Directe emissies

Directe emissies bij rwzi's zijn gerelateerd aan broeikasgassen die vrijkomen tijdens het zuiveringsproces. Dit zijn met name methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). Methaan wordt voornamelijk in de riolering gevormd onder anaërobe omstandigheden. De emissie in de rwzi kan plaatsvinden bij het ontvangwerk, voorbezinking, anaërobe of anoxische tanks en tot een beperkte mate in de beluchtingstanks als gevolg van het strippen van eerder gevormd methaan. Voor de bijdrage van methaan is een emissiefactor van 0,007 kg CH₄/kg CZV_{inflow} gehanteerd¹.

Lachgas is daarentegen een nevenproduct bij stikstofverwijdering. Dit broeikasgas kan gevormd worden in de aanwezigheid van nitraat of ammonium onder aërobe of anoxische omstandigheden. Voor de uitstoot van lachgas is de emissiefactor van 3,2 g N₂O/i.e. jaar gebruikt². In deze analyse wordt voor lachgas alleen de emissie binnen de rwzi meegerekend. De lachgasemissie als gevolg van het lozen van het effluent op het oppervlaktewater is niet meegerekend.

6.5. Chemicaliën

De benodigde hoeveelheid en het type chemicaliën worden bij het ontwerp door Iv-Groep bepaald. Op een rwzi worden mogelijk chemicaliën gebruikt, waaronder metaalzouten en polymeren. Bij chemische fosfaatverwijdering wordt fosfaat gebonden met metaalionen tot een onoplosbare verbinding. Hiervoor

¹ STOWA Rapport 2010-08 Emissie van broeikasgassen van rwzi's. VROM (2008). Protocol 8136 Afvalwater t.b.v. NIR 2008, 6B CH₄ en N₂O uit afvalwater.

² STOWA Rapport 2010-08 Emissie van broeikasgassen van rwzi's. (IPCC, 2006a). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.



worden meestal ijzer of aluminiumzouten gebruikt. Poly-elektrolyt wordt als conditioneringsmiddel gebruikt bij mechanische indikking. De bijbehorende uitstoot wordt per component bepaald door te vermenigvuldigen met de emissiefactor. De emissiefactoren zijn in tabel 6.2 weergegeven.

Type stroom	Emissiefactor (kg CO ₂ -eq./kg)	Referentie
Aluminiumchloride (AlCl ₃)	0,836	Klimaatmonitor Waterschappen 2014
Aluminiumsulfaat [Al ₂ (SO ₄) ₃]	0,527	Klimaatmonitor Waterschappen 2014
Aluminiumchlorosulfaat AlClSO ₄	1,13	STOWA 2008-17
Ijzerchloride (FeCl ₃)	1,13	STOWA 2008-17
Ijzerchloridesulfaat (FeClSO ₄)	0,69	Klimaatmonitor Waterschappen 2014
Ijzersulfaat (FeSO ₄)	1,13	STOWA 2008-17
Poly-electrolyt (PE)	1,15	STOWA 2008-17
Poly-electrolyt, emulsie 50% wt.	3,616	Klimaatmonitor Waterschappen 2014
Poly-electrolyt, poeder 99% zuiver	4,516	Klimaatmonitor Waterschappen 2014

Tabel 6.2: Emissie van chemicaliën gebruikt bij afvalwaterzuivering.

6.6. Verdeling van emissies

Op basis van het GHG-protocol is de CO₂-emissie in twee categorieën verdeeld: directe en indirecte emissies. Directe emissies zijn emissies van bronnen die in het bezit zijn van het bedrijf. Indirecte emissies zijn een gevolg van de activiteiten van de onderneming. Emissies zijn verder onderverdeeld in drie scopes, deze zijn in tabel 6.3 toegelicht.

Scope	Emissie	Toelichting	Emissiebron rwzi
1	Directe emissies	Emissies uit de bedrijfsprocessen en emissies uit bedrijfsmiddelen die eigendom zijn of beheerd worden door de organisatie	Koolstofdioxide (CO ₂) Lachgas (N ₂ O) Methaan (CH ₄)
2	Indirecte emissies	Emissies als gevolg van de inkoop van energie.	Elektriciteit Warmte
3	Andere indirecte emissies	Emissies buiten de eigen inrichting die niet afkomstig zijn uit energieproductie	Metaalzouten Polymeer Diesel (i.v.m vrachttransport)

Tabel 6.3: Overzicht van de emissies per scope.



7 Resultaten en discussie

In dit hoofdstuk wordt allereerst de totale uitstoot weergegeven per procesdeel en per ketenstap. Dit is volgens dezelfde indeling gedaan als gegeven in hoofdstuk 2 en 5. Daarna wordt de ketenstap met de grootste emissie geïdentificeerd en nader geanalyseerd. Dit hoofdstuk sluit af met een onderverdeling per scope en een onderverdeling van het elektriciteitsverbruik per (type) gebruiker.

7.1. CO₂-emissie afvalwaterzuivering totaal

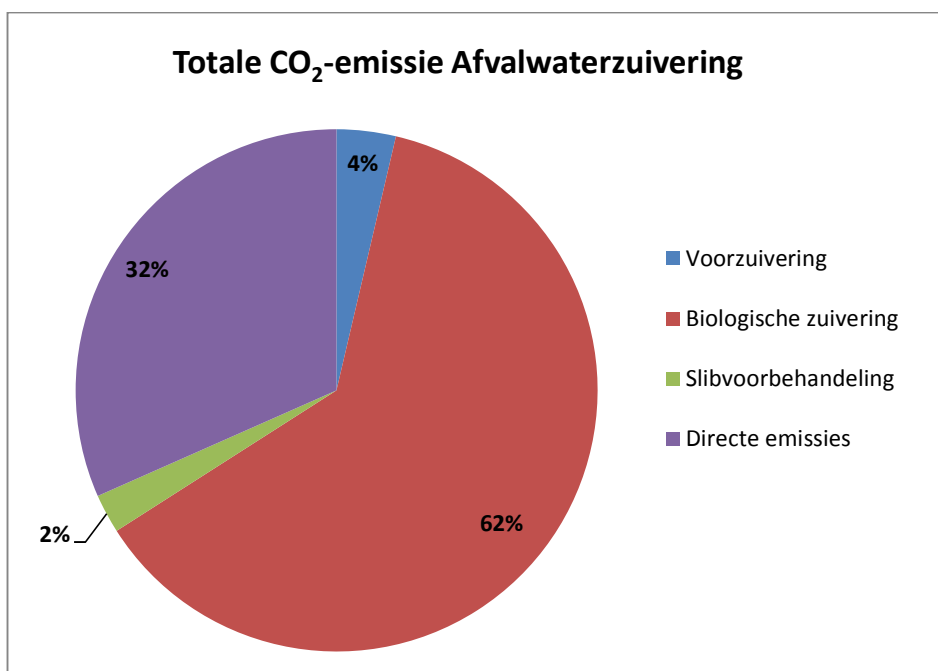
De CO₂ emissie voor de waterketen “afvalwaterzuivering” wordt bepaald op basis van de in hoofdstuk 5 genoemde ketenstappen en de in hoofdstuk 6 aangegeven uitgangspunten. De totaal emissie uitgedrukt in CO₂ equivalenten (CO₂-eq) per jaar, is in tabel 7.1 weergegeven.

CO ₂ - emissie waterlijn					
		Directe emissies (Scope 1)	Energie (Scope 2)	Chemicaliën (Scope3)	Totaal
<u>Indirecte Emissies:</u>					
Voorzuivering					73
Roostergoedverwijdering	ton CO ₂ -eq.		6		6
Zandverwijdering (zandvanger + zandwasser)	ton CO ₂ -eq..		55		55
Voorbezinken	ton CO ₂ -eq..		13		13
Biologische zuivering					1.245
Selector/anaërobe tank	ton CO ₂ -eq.		94		94
Stikstofverwijdering	ton CO ₂ -eq.		1.011		1.011
Fosfaatverwijdering	ton CO ₂ -eq.			29	29
Nabezinking	ton CO ₂ -eq.		83		83
Transport Effluent	ton CO ₂ -eq.		0,05		0,05
Luchtbehandeling	ton CO ₂ -eq.		27		27
Slibvoorbehandeling					48
Slibindikking – primair slib	ton CO ₂ -eq.		18		18
Slibindikking – secundair slib	ton CO ₂ -eq.		18	12	30
<u>Directe emissies:</u>					
Methaan	ton CO ₂ -eq.	556			
Lachgas	ton CO ₂ -eq.	76			
Totaal	ton CO₂- eq	632	1.325	41	1.998

Tabel 7.1: Totaal CO₂ emissie afvalwaterzuivering.



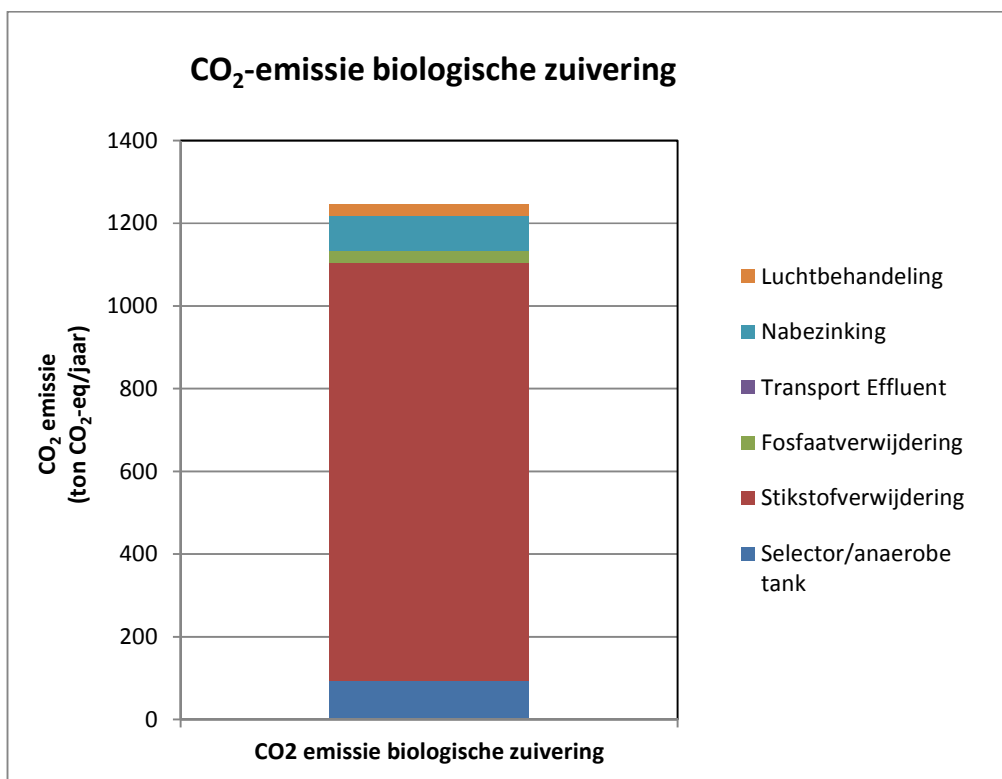
Het zuiveringsproces is in drie delen verdeeld: voorzuivering, biologisch zuivering en slibvoorbehandeling. De resultaten per procesonderdeel inclusief de directe emissie zijn in figuur 7.2 weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat de CO₂ uitstoot grotendeels door de biologische zuivering (1.245 ton CO₂-eq) wordt bepaald. Deze komt overeen met 62% van het totaal. De op één na grootste bijdrage is de directe emissie (632 ton CO₂-eq), dit komt overeen met 32% van het totaal. De emissie voor het deel voorzuivering bedraagt 73 ton CO₂-eq, wat overeenkomt met 4% van de totale emissie. Tenslotte is het aandeel van de slibvoorbehandeling klein met 48 ton CO₂-eq, welke slechts 2% bijdraagt aan de totale uitstoot.



Figuur 7.2: Totaal CO₂-emissie afvalwaterzuivering

7.1.1. Emissie biologische zuivering

Het procesonderdeel 'biologische zuivering' heeft een emissie van 1.245 ton CO₂-eq/jaar. Dit komt overeen met 62% van de totale emissie van de waterlijn. Vanwege het grote aandeel hiervan is een nadere analyse gemaakt. Onder de biologische zuivering vallen de volgende ketenstappen: selector tank, anaërobe tank, nitrificatie en denitrificatie ruimte, chemische fosfaatverwijdering, nabezinking, transport van effluent en luchtbehandeling. De CO₂-emissie van de verschillende ketenstappen is in figuur 7.3 grafisch weergegeven.



Figuur 7.3: CO₂-emissie procesonderdeel "biologische zuivering".

Uit figuur 7.3 blijkt dat, van de processtap biologische zuivering, de ketenstap 'stikstofverwijdering' het grootste aandeel heeft. In totaal 1.011 ton CO₂-eq/jaar wat overeenkomt met 81% van de totale emissie voor dit procesonderdeel. Deze emissie wordt in §7.2 nader toegelicht.

Op de tweede plaats, met een emissie van 94 ton CO₂-eq/jaar, staat de selector/anaërobe tank. De emissie hiervan wordt veroorzaakt door de mengers. In de anaërobe tank wordt het afvalwater gemengd met een deel van het retourslib. Dit zorgt ervoor dat een hoge substraatconcentratie aanwezig is wat de groei van vlokvormende bacteriën bevordert. Ook is het mengen van het afvalwater/slib mengsel een belangrijke procesconditie voor het biologisch fosfaatverwijderingsproces. Onder deze omstandigheden kunnen de PAO's substraat in de vorm van vetzuren opnemen in de cel als reservemateriaal.

Het nabezinkingsproces is verantwoordelijk voor 7% van de emissie van het procesonderdeel biologische zuivering met 83 ton CO₂-eq/jaar. Hier is met name het energieverbruik ten gevolge van retour- en surplusslib pompen van belang. Tenslotte dragen de emissies als gevolg van de luchtbehandeling, in dit geval lavafilters, en het gebruik van chemicaliën voor aanvullende fosfaatverwijdering, elk 2% bij.



7.1.2. Directe emissies

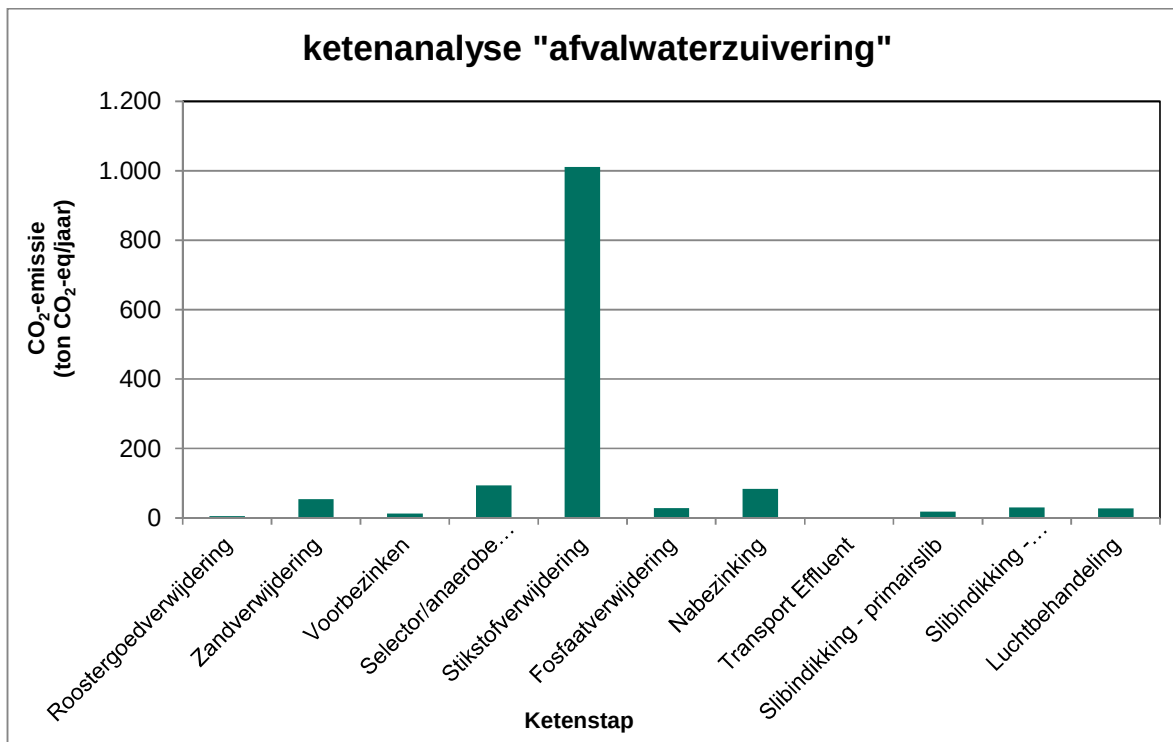
Directe emissies dragen met 32% eveneens een groot deel bij aan de totale uitstoot. Daarom wordt in deze paragraaf ingegaan op wat bekend is over het ontstaan van deze directe emissies.

Methaan wordt voornamelijk gevormd tijdens het transport van het afvalwater. Binnen de waterlijn van de rwzi kan methaan voornamelijk vrij komen in het ontvangwerk, voorbezinktank, anaërobe tank of de aeratietank. Daarentegen is lachgas een nevenproduct van denitrificatie. Dat betekent dat deze emissie voornamelijk bij de ketenstap stikstofverwijdering van het onderdeel biologische zuivering hoort en daar dan ook aan toegerekend zou kunnen worden.

Directe emissies zijn in hoofdstuk 2 niet geïdentificeerd als ketenstap omdat deze voor de gehele zuivering zijn berekend (zie paragraaf 6.4) en niet voor de afzonderlijke ketenstappen zijn bepaald. De directe emissie is gescheiden in methaanemissie en lachgasemissie, welke respectievelijk 28% en 4% van het totaal vertegenwoordigen.

7.2. Indirecte CO₂-emissie per ketenstap

De indirecte CO₂-emissie van de waterketen "afvalwaterzuivering" is 1.366 ton CO₂/jaar. De verdeling hiervan naar de verschillende ketenstappen is weergegeven in figuur 7.4



Figuur 7.4: Ketenanalyse afvalwaterzuivering, indirecte CO₂-emissie per ketenstap.



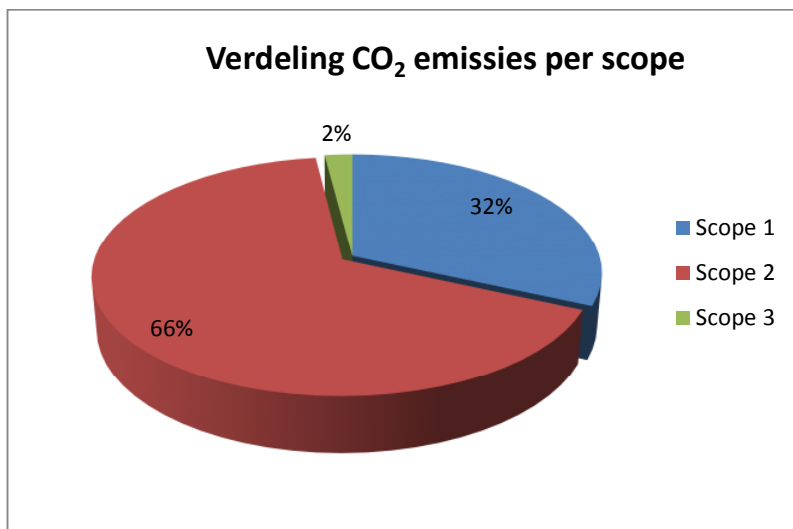
De grafiek laat zien dat de ketenstap “stikstofverwijdering” het hoogste aandeel hierin heeft. Deze ketenstap alleen bedraagt 81% van de totale emissie van het procesonderdeel ‘biologische zuivering.

De ketenstap stikstofverwijdering bestaat uit de biologische processen nitrificatie en denitrificatie. In dit geval is nitrificatie overheersend. Nitrificatie vereist zuurstof voor de omzetting van ammonium naar nitriet en vervolgens naar nitraat. Zuurstof is toegevoegd via het beluchtingssysteem welke veel energie vraagt. In dit deel zijn ook voorstuwers gebruikt om het afvalwater en slib in suspensie te houden. Daarnaast vormen recirculatiepompen ook een deel van deze ketenstap. Deze zijn noodzakelijk om nitraathoudend water te recirculeren naar de anoxische ruimte. De emissie van de ketenstap stikstofverwijdering is te verdelen in: beluchten (67%), voortstuwers (17%), en recirculatie (16%).

De emissie van de ketenstap fosfaatverwijdering is gerelateerd aan het gebruik van ijzerchloride om extra fosfor te verwijderen, indien nodig. Bij nabezinking is de emissie gerelateerd aan het energieverbruik. Bij slibverwerking secundair slib is de emissie gerelateerd aan energieverbruik én aan het polymeergebruik. De emissie van de overige ketenstappen is alleen bepaald door het energieverbruik. Deze worden later in hoofdstuk 7.4 verder toegelicht.

7.3. CO₂ emissies per scope

De emissie per scope, zoals aangegeven in het GHG-protocol, is weergegeven in figuur 7.5.



Figuur 7.5: Totale emissie per scope.

De emissies onder scope 1 betreffen de directe emissies uit bedrijfsmiddelen die in eigendom zijn of onder controle staan van het waterschap zelf. Ook worden onder scope 1 beschouwd de directe emissies die



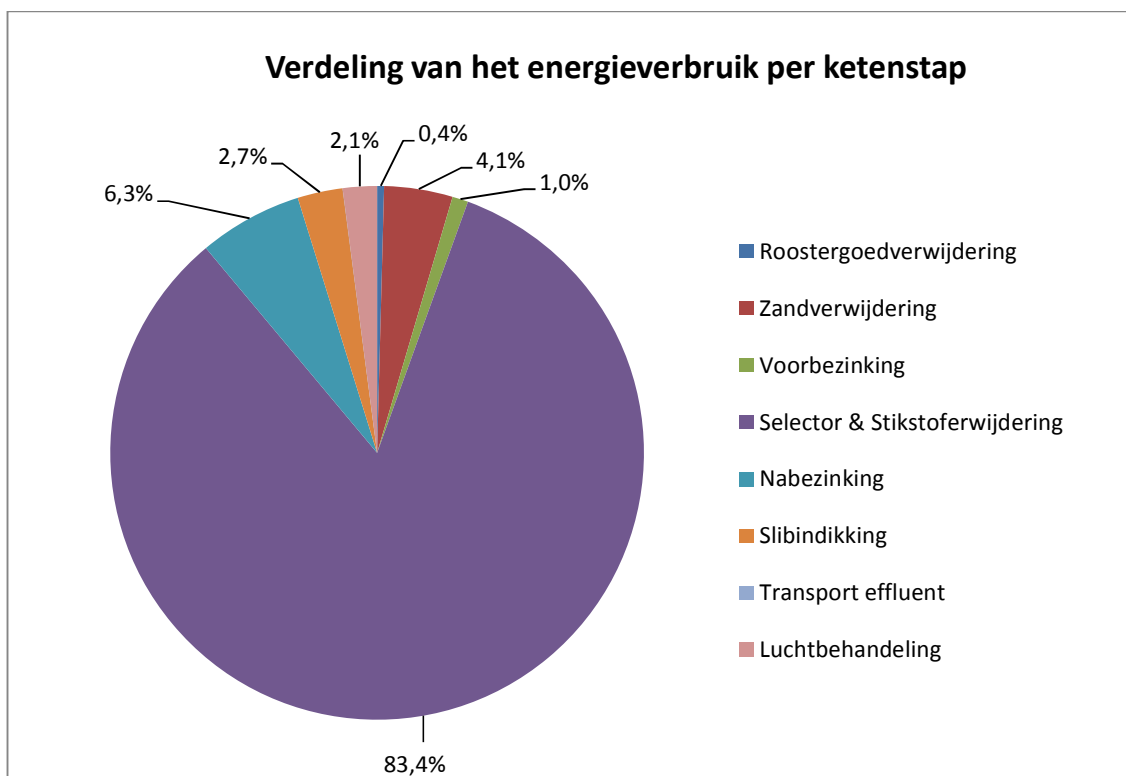
uitgestoten worden door uitgevoerde processen, in dit geval de emissies van methaan en lachgas. Scope 1 emissie bedraagt 363 ton CO₂-eq/jaar en komt overeen met 32% van de totale emissie.

Onder scope 2 vallen de indirecte emissies als gevolg van de inkoop van energie. Het gaat hierbij specifiek om de emissies die vrijkomen bij de productie van elektriciteit die het waterschap inkoop voor het zuiveringsproces. Deze vertegenwoordigen 1.325 ton CO₂-eq/jaar, ongeveer 66% van het totaal.

Ten opzichte van scope 1 en 2, zijn Scope 3 emissies in deze specifieke ketenanalyse verwaarloosbaar. Deze omvatten alle indirecte emissies die niet afkomstig zijn uit energieproductie. In deze analyse zijn de scope 3 emissies gegeven door het gebruik van chemicaliën. Het gebruik van chemicaliën, in dit geval ijzerchloride en poly-elektrolyt, draagt met 2% bij aan de totale emissie (41 ton CO₂-eq/jaar).

7.4. Verdeling energieverbruik

Uit de resultaten van deze ketenanalyse blijkt dat 66% van de totale emissie door het energieverbruik wordt bepaald. In figuur 7.6 is ten behoeve van verdere analyse het energieverbruik per ketenstap weergegeven.



Figuur 7.6: Verdeling van het energieverbruik per ketenstap.



Van het energieverbruik is 83,4% ten behoeve van selector & stikstofverwijdering. Zoals eerder toegelicht wordt deze met name veroorzaakt door de energie voor het beluchtingsproces.. Deze twee ketenstappen zijn hier samen gepresenteerd omdat beide fysiek zich in dezelfde tank bevinden en onderling aan elkaar zijn gerelateerd. Het energieverbruik voor de beluchtingscompressoren is 61 % van het totaal voor deze twee ketenstappen. Het overige deel wordt verdeeld tussen voortstuwers & mixers (24%) en de recirculatiepompen binnen de verschillende biologische ruimtes (15%).

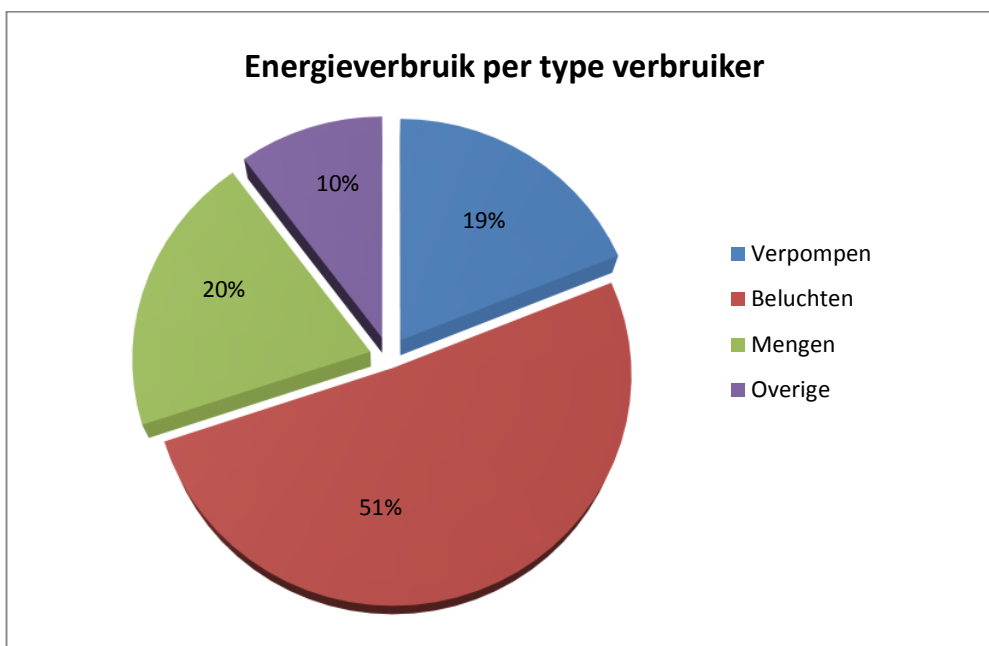
Na de selector & stikstofverwijdering volgt het energieverbruik van de nabezinking. Deze is 6,3% van het totaal. Hierin wordt (elektrische) energie vooral gebruikt voor het verpompen van slib, zowel retourslib als spuislib. De bijdrage hieraan wordt door de benodigde opvoerhoogte, pompendement en debieten bepaald.

Daarna volgt de ketenstap zandverwijdering met een energieverbruik van 4,1% van het totaal. Ten opzichte van de overige ketenstappen is het gemiddelde verbruik van de zandverwijderingsinstallatie lager. Dit wordt veroorzaakt door het aantal draai-uren van deze ketenstap welke afhankelijk is van het aanvoerpatroon. Voor deze specifieke situatie geldt dat de installatie slechts 20% van de tijd continu in bedrijf is.

De ketenstap slibindikking draagt met 2,7% bij aan het energieverbruik. Slibindikking betreft de gravitatie indikking van primairslib en de mechanische indikking (met behulp van een bandindikker) van secundairslib in. Bij het indikken van secundairslib wordt poly-elektrolyt als conditioneringsmiddel gebruikt. Hiervoor is er een polymeer-aanmaakinstallatie nodig die ook elektrisch aangedreven is.

Het resterende deel van het totale energieverbruik komt voor rekening van de luchtbehandeling (2,1%) wat met name wordt veroorzaakt door de afzuigventilatoren. Uiteindelijk resteert een klein aandeel voor de voorbezinking, roostergoedverwijdering en voor transport van het effluent.

In het algemeen is binnen een rwzi energie nodig voor het verpompen van afvalwater en slib, beluchting, menging en voor de overige elektrisch aangedreven apparaten. Figuur 7.6 toont de verdeling van het energieverbruik over de verschillende type gebruikers. Het energieverbruik voor het beluchten van de aërobe ruimte komt overeen met 51% van het totaal. Het energieverbruik om het slib te verpompen (retour-, recirculatie en spuislib) en het mengen in de selector tank en in de aërobe tank, is bijna gelijk verdeeld met 20 en 19% respectievelijk. Ten laatste vertegenwoordigt het energieverbruik van de overige apparaten met elektrisch aangedreven motoren 10%.



Figuur 7.6: Onderverdeling van het energieverbruik per procesverbruiker.



8 Reductiemogelijkheden

Op basis van de ketenanalyse is inzicht ontstaan in de CO₂-emissie van dit deel van de waterketen. Op basis hiervan zijn reductiemogelijkheden bepaald en op basis daarvan zijn vervolgens doelstellingen voor Iv-Groep afgeleid.. Deze zijn in dit hoofdstuk nader toegelicht.

8.1. Reductiemogelijkheden

8.1.1. Inkoop / opwekking duurzame energie

De uitstoot, ten gevolge van energieverbruik, is een grote factor in de totale uitstoot van een rwzi. Overschakelen op duurzame energiebronnen is een effectieve maatregel om deze uitstoot terug te dringen, zoals blijkt uit het verschil in emissiefactoren in Tabel 6.1. De invloed van Iv-Groep ligt met name bij het inventariseren van mogelijkheden voor duurzame energieopwekking binnen het terrein van de rwzi, en bij de realisatie daarvan. Het kan hierbij gaan om bijvoorbeeld de plaatsing van windmolens, zonnepanelen en het opwekken van energie met biogas. Het laatstgenoemde is het meest verweven met het waterzuiveringsproces. Ook de inkoop van groene stroom door het waterschap is een effectieve reductiemaatregel, maar dit is een activiteit waar Iv-Groep niet direct bij betrokken is waardoor de invloed laag is.

8.1.2. Procesontwerp

Voor het ontwerp van een waterzuivering kan gekozen worden uit verschillende processen en daarbinnen kunnen weer meerdere typen procesapparatuur worden geselecteerd. Iv-Groep beschikt over een standaard rekentool waarmee de emissies van een bepaald ontwerp kunnen worden berekend. Vergelijkingsstudies die Iv-Groep heeft uitgevoerd hebben laten zien dat hiermee een aanzienlijke reductie van het energieverbruik kan worden gerealiseerd, bijvoorbeeld op het gebied van de beluchters, voortstuwers en de bijbehorende regeling [7]. Voor fosfaatverwijdering kan worden gekozen tussen een chemisch proces of een biologisch proces met consequenties voor de CO₂-uitstoot. Door dit soort studies uit te voeren kan Iv-Groep de opdrachtgever informeren over de mogelijkheden voor CO₂-emissiereductie. De studie heeft in dat geval betrekking op dat deel waar het desbetreffende project over gaat. Een voorwaarde voor het uitvoeren van een vergelijkingsstudie is wel dat het project zich in de conceptuele fase bevindt en dergelijke keuzes nog niet gemaakt zijn.

Ook voor de uitstoot van methaan en lachgas zijn er mogelijkheden om deze door keuzes in het procesontwerp te reduceren. Bijvoorbeeld door aanpassingen in het ontvangwerk [1] of in de luchtbehandeling (die nu vooral gericht is op geurbestrijding) [3]. Dit moet eventueel worden gecombineerd met inspanning om de uitstoot beter in kaart te brengen, omdat voor de directe uitstoot nog niet in detail bekend is welke invloed het ontwerp op de uitstoot heeft [4] [5].



8.1.3. Detailontwerp

Een juist detailontwerp is een voorwaarde voor de bouw van een efficiënte rwzi. Voorbeelden van keuzes binnen het detailontwerp zijn de opstelling van de procesonderdelen (lay-out), dimensionering van pompen en leidingen en regelingen waarmee de inzet van elektrisch aangedreven onderdelen optimaal wordt afgestemd op de behoefte. Deze keuzes zijn primair de verantwoordelijkheid van Iv-Groep. In de specificaties zijn deze niet (volledig) vastgelegd en voor de aannemers vormen deze een randvoorwaarde voor realisatie. In sommige gevallen zijn optimalisaties mogelijk buiten de standaard werkzaamheden. Iv-Groep kan de opdrachtgever hierover informeren en een vergelijkingsstudie/variantenstudie doen. In deze studies worden verschillende varianten vergeleken op basis van bijvoorbeeld de CO₂-emissie, terugverdientijd, initiële investering en de invloed op het project (planning).

8.2. Reductiedoelstelling

Iv-Groep beoogt gemiddeld 10% CO₂ te reduceren ten opzichte van de bestaande situatie bij opdrachten die voldoen aan de volgende criteria:

- Het project heeft betrekking op de waterlijn van een communale zuivering;
- De opdrachtsom is groter dan € 50.000,--;
- De opdrachtgever staat open voor duurzame opties en wil deze ook nader verkennen.

De invloed die Iv-Groep kan uitoefenen op de CO₂-emissie is het grootst op het moment dat:

- er nog geen definitieve keuze is gemaakt voor een specifiek verwerkingsproces;
- er geen definitief (technisch) ontwerp is vastgelegd.

Deze reductie zal worden behaald door:

- Het uitvoeren van projecten waarmee waterschappen invulling geven aan hun doelstellingen op het gebied van duurzaamheid.
- Duurzame ambities van de waterschappen uit te werken tot een ontwerp.
- De opdrachtgever te adviseren om te kiezen op basis van duurzaamheid en hiervoor mogelijkheden te bieden.
- De opdrachtgever te adviseren bij de keuze van zuiveringssystemen en procesapparatuur
- Advies te geven over een energie-zuinige bedrijfsvoering van nieuw te leveren installaties en huidige systemen die daarmee samenhangen.
- Bewezen duurzaamheidsoplossingen onder de aandacht brengen in acquisitiesprekken en marketing.
- Realisatie van duurzame energieopwekking rondom de rwzi, gecombineerd met onverminderde aandacht voor efficiënt gebruik en minimale afname van energie.



9 Bronvermelding

- 1]. Afvalwaterketensymposium STOWA - Methaanemissie: Onderschat het niet (2017)
- 2]. Afvalwaterketensymposium STOWA - Emissie van broeikasgassen vanuit rwzi's (2010)
- 3]. STOWA 2010-08 Emissies van broeikasgassen van rwzi's
- 4]. STOWA 2012-08 Handleiding model milieu-impact en energiebehoefte van rwzi's
- 5]. STOWA 2014-09 Luchtgerelateerde emissies vanuit rwzi's in het kader van de i-Prtr
- 6]. Milieujaarverslagen waterschappen (energieverbruik/ chemicaliënverbruik)
- 7]. IPCC, 2006a. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Wastewater treatment and discharge.
- 8]. CO₂-emissie factoren: www.CO2emissiefactoren.nl
- 9]. Iv-Groep duurzame projecten 2013
- 10]. Energie en grondstoffenfabriek (www.efgf.nl)
- 11]. Coenen, T. (2014). De CO₂-footprint van modulair rioolwaterzuiveringsinstallaties



Bijlagen

A. CO₂ emissie realisatie

De emissie van CO₂ die ontstaat bij de bouw van een rwzi is berekend om deze nader te beoordelen in relatie tot de gebruiksfase van een dergelijke installatie. Het deel bouw bestaat uit de volgende onderdelen: het materiaalgebruik, transport, materieel (werktuigen die gebruikt worden tijdens de bouw van de installatie) en arbeid. Uit eerder onderzoek³ blijkt dat de CO₂-emissie, als gevolg van het materiaalgebruik, meer dan de helft van de totale emissie van het onderdeel bouwen bedraagt.

De emissie is bepaald op basis van de gebruikte materialen. In deze ketenstudie is deze gebaseerd op basis van:

- Hoeveelheid beton
- Hoeveelheid materiaal voor leuningen en trappen

De totale hoeveelheid beton is bepaald aan de hand van de ontwerptekeningen. Vervolgens is deze vermenigvuldigd met de emissiefactor voor beton. Uitgangspunt hierbij is een verwachte levensduur van 30 jaar. Voor de specifieke situatie ontstaat hierbij een emissie van **13 ton CO₂-eq./jaar**.

De hoeveelheid materiaal voor leuningen en trappen is bepaald op basis van de lengte van deze onderdelen. Uitgangspunt is het gebruik van aluminium waarvoor een emissiefactor is gehanteerd van 8,14 kg CO₂-eq per kg en een verwachte levensduur van 15 jaar. Voor de specifieke situatie ontstaat een emissie van **0,7 ton CO₂-eq/jaar**.

Voor de bouwphase is een totale emissie berekend van 13,7 ton CO₂.eq/jaar. In de gebruiksfase is een CO₂-emissie berekend van 1.998 ton CO₂.eq/jaar. Hieruit blijkt dat de emissie ten gevolge van de bouw beperkt is ten opzichte van de emissie in de gebruiksfase. Op basis hiervan is dan ook de keuze gemaakt om de bouwphase geen onderdeel te laten zijn van deze ketenanalyse.

³ Coenen, T. (2014). De CO₂-footprint van modulair rioolwaterzuiveringsinstallaties



B. PFD rwzi



Iv-Water b.v.

Trapezium 322
3364 DL Sliedrecht

Postbus 135
3360 AC Sliedrecht
Nederland

Telefoon +31 88 943 3900
www.iv-water.nl

