



Ketenanalyse Energie uit Water

projectnummer 0194508
definitief
28 november 2016

Ketenanalyse Energie uit Water

projectnummer 0194508
1^e concept
Revisie 4, oktober 2018
28 november 2016

Auteurs

Piet Ackermans
Jeroen Mijs
Steven Meun

Opdrachtgever

kernteam CO₂ prestatieladder

datum vrijgave	beschrijving revisie	goedkeuring	vrijgave
28-11-2016	Revisie 4, oktober 2018 Revisie 3 – November 2016	SMJM	TvOTvO



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Ketenanalyse Energie uit Water	2
2.1	Ketenanalyse energieproductie met waterturbines	2
2.2	Uitgangspunten ketenanalyse energie uit water	2
3	Ketenpartners	4
4	Onderwaterturbine	5
4.1	Kwantificering CO ₂ -emissies onderwaterturbine	5
5	Gasgestookte generator	6
5.1	Kwantificering CO ₂ -emissie gasgestookte generator	6
6	Conclusie ketenanalyse Energie uit Water	7
7	CO₂ besparingsmogelijkheden	8
7.1	CO ₂ -reductiedoelstelling	8
7.2	Maatregel: initiëren plaatsing van waterturbines	8
7.3	Maatregelen in de keten	9
7.3.1	Adviseren van de opdrachtgever m.b.t. CO ₂ -uitstoot t.g.v. realisatiefase	9
7.3.2	Adviseren van de opdrachtgever m.b.t. CO ₂ -uitstoot t.g.v. sloopfase	10
7.4	Maatregel: vergroten CO ₂ -kennis en bewustwording van Antea Group adviseurs	11
7.5	Emissiegegevens	11
7.6	Plan van aanpak	11

Bijlage 1 Technische gegevens aardgas generator

1 Inleiding

Vanaf 1 december 2009 is de CO₂-prestatieladder in het leven geroepen door ProRail. De CO₂-prestatieladder is een CO₂-managementsysteem dat bedrijven helpt bij het reduceren van CO₂ emissies.

Binnen de bedrijfsvoering, in projecten en in de keten kan nog veel winst worden behaald. Dit kan gebeuren d.m.v. energiebesparing, het efficiënter gebruiken van materialen, en het inzetten van duurzame energie.

Opdrachtgevers hebben door middel van de CO₂-prestatieladder de mogelijkheid om bedrijven te beoordelen op basis van CO₂-reductie. Dit gebeurt op basis van een fictieve korting op de inschrijfprijs. De CO₂-prestatieladder is opgedeeld in 5 verschillende niveaus, waarbij niveau 5 de meeste fictieve korting bij aanbesteding oplevert.

Antea Group bevindt zich momenteel op niveau 5 in deze CO₂-prestatieladder. Om te voldoen aan de nieuwe normering moet onder meer een ketenanalyse worden opgesteld en gepubliceerd worden op de website van de Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO). Een onderdeel hiervan is het opstellen van een tweetal ketenanalyses (levenscyclusanalyse, LCA) op de sectoren waar Antea Group de meeste impact heeft op reductie van CO₂-emissies in de keten.

In het rapport 'Werk bewust -4-A-1' worden de meest materiële emissies beschreven en wordt aangegeven voor welke PMC (Product Markt Combinaties) er een ketenanalyse uitgevoerd zal worden. Dit zijn de sectoren Infrastructuur en Energie uit Water.

De CO₂ prestatieladder schrijft het volgende voor met betrekking tot ketenanalyses (eis 4-A-1):

"Bij het opstellen van de ketenanalyses dienen de scope 3 emissies wel gekwantificeerd te worden. De volgende nadere (rand)voorwaarden worden gesteld aan de ketenanalyses:

- 1. De ketenanalyses dienen betrekking te hebben op de projectenportefeuille.*
- 2. Het bedrijf dient eigen analyses uit te (laten) voeren. Het meeliften bij de uitvoering van een betaalde opdracht van een klant is niet toegestaan.*
- 3. Er dient 1 ketenanalyse te worden gemaakt voor een van de twee meest materiële emissies én 1 andere ketenanalyse voor een van de zes meest materiële emissies uit de rangorde.*
- 4. A Corporate Accounting and Reporting Standard (Hoofdstuk 4 Setting Operational Boundaries) geeft de herkenbare structuur van elke ketenanalyse:*
 - a. Beschrijf de betreffende keten*
 - b. Bepaal welke scope 3 categorieën relevant zijn*
 - c. Identificeer de partners in de keten*
 - d. Kwantificeer de scope 3 emissies*
- 5. Het resultaat van de analyse dient een aanvulling te zijn op de bestaande (gepubliceerde) kennis en inzichten en dient bij te dragen aan het voortschrijdend maatschappelijk inzicht."*

In dit rapport wordt een ketenanalyse voor een project van Energie uit Water uitgewerkt t.b.v. de sector Infrastructuur. Dit betreft de initiële versie van deze ketenanalyse. Er heeft op deze ketenanalyse geen verificatie plaatsgevonden door een extern deskundige.

2 Ketenanalyse Energie uit Water

2.1 Ketenanalyse energieproductie met waterturbines

Binnen de wereld van duurzame energie wordt steeds meer gesproken over het fenomeen van Energie uit Water. Onder deze verzamelterm wordt in Nederland verstaan het opwekken van elektrische energie uit golfstroming, getijdeslag, rivierstroming, osmose technieken en het OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) principe. In het buitenland staat het opwekken van energie uit water bekend als Blue Energy, een vorm van Offshore Energy.

De duurzame energieproductie met Blue Energy producten kan in het kader van de wens naar CO₂ reductie worden vergeleken met de huidige standaard energieopwekking met behulp van kolen en gas centrales. In het kader van de onderhavige ketenanalyse wordt gebruik gemaakt van een concreet project: de SpuiCentrale KornWerderZand (SC KWZ). Bij dit project worden in de spuikokers van de Afsluitdijk bij Kornwerderzand 18 waterturbines geplaatst met een totaal opgesteld vermogen van 1,8 MW.

Aan de hand van de geïnventariseerde keten, benodigde materialen en CO₂-emissie van de te gebruiken materialen wordt inzicht gekregen in de CO₂-emissie van de Energie uit Water centrales. Door vroegtijdig in het proces voor de bouw van een energiecentrale van waterturbines de verschillen in CO₂-emissies mee te nemen ten opzichte van conventionele kolen en gascentrales, wordt het mogelijk een productie methode van elektriciteit te kiezen die een duurzaam (lees lagere CO₂-emissie) karakter heeft.

Aangezien de uiteindelijke keus van een energie centrale een samenspel is tussen overheid/opdrachtgever, adviseur en (water-)turbine bouwer, is de analyse van de ketenpartners een belangrijk element in deze ketenanalyse. Antea Group kan, in de rol van adviseur, de opdrachtgever adviseren over het potentieel van deze duurzame energiebron.

2.2 Uitgangspunten ketenanalyse energie uit water

Voor deze ketenanalyse worden twee verschillende energie opwek systemen met elkaar vergeleken: een gasgestookte generator en een spuicentrale. Voor de locatie is gekozen voor Kornwerderzand, omdat Antea Group daar een project uitvoert (NB: bij deze spuicentrale wordt door turbines energie opgewekt als het overtollige water van het IJsselmeer wordt geloosd in de Waddenzee via de bestaande spuisluizen in Kornwerderzand).

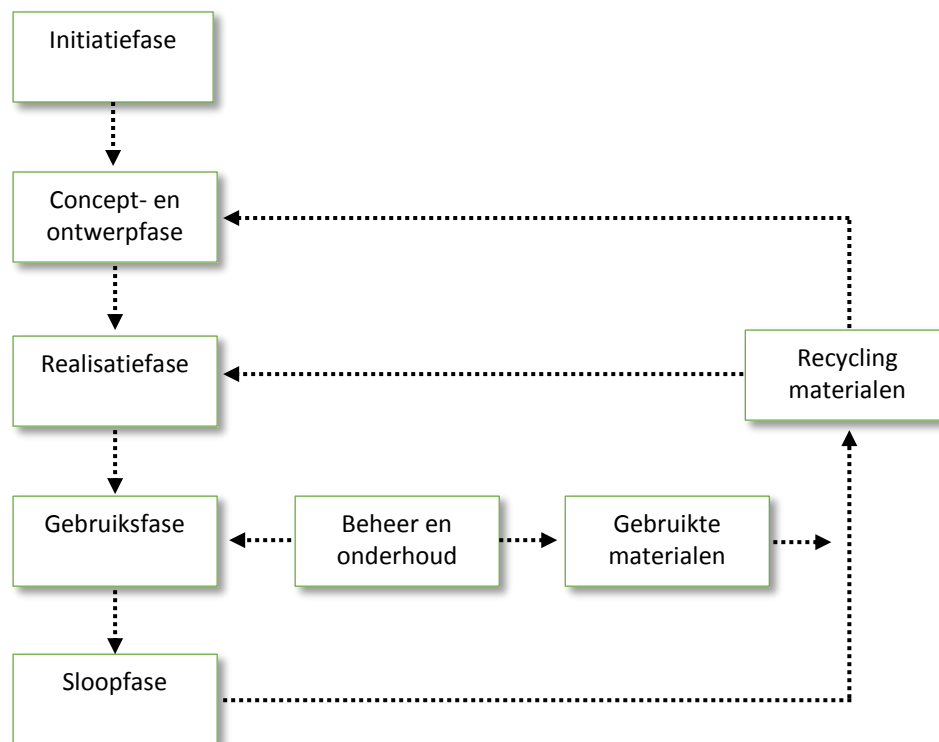
De onderwater turbines van Tocardo, type T 1, hebben een theoretisch vermogen van 100 KW per stuk. Het gewicht is 6.700 kg.

Deze Tocardo T1 turbine wordt vergeleken met een Jenbacher J316 aardgasgestookte generator van General Electric. Deze aardgasgestookte generator heeft een effectief vermogen van 1,875 MW en levert een elektrisch vermogen van 847 kW met een rendement van 39,4%. Het gewicht van deze generator is 11.200 kg.

De turbines bestaan voornamelijk uit staal, zodat voor de productie 0,908 kg CO₂/kg staal wordt aangehouden (zie MRPI steel construction products 9.200011.004).

Het is van belang om de totale keten van de bouw van een energie centrale in kaart te brengen om zo inzicht te creëren in de fasen die doorlopen worden tijdens een project (gedurende de totale levenscyclus). Dit om vervolgens de CO₂-uitstoot per fase te berekenen (in te schatten).

Binnen de keten voor energie productie zijn een aantal fasen te identificeren. Deze verschillende fasen staan in het figuur hieronder weergegeven. (Rijksdienst van Ondernemend Nederland, 2012)



Figuur 2-1: Keten energie centrale

In onderliggende CO₂-emissieberekening treedt het grote verschil op in de gebruik fase: de T1 verbruikt geen grondstoffen, de J316 verbruikt aardgas of biogas.

Er is in de keten rekening gehouden met de CO₂ emissie die gepaard gaat met het transport van de bouwmaterialen. In deze ketenanalyse is geen rekening gehouden met de concept- en ontwerpfasen van de centrales. Deze fasen zullen relatief een zeer geringe impact hebben en zal bovendien niet veel verschillen voor een duurzame of een conventionele centrale. Tevens zijn de downstream emissies voor beide scenario's identiek en daarom ook niet verder uitgewerkt in deze ketenanalyse.

Kenmerkend is dat voor installaties een technische levensduur van ca. 10 tot 15 jaar wordt aangehouden. Overigens zijn het niet de kalenderjaren die tellen, maar de draai uren. Daarom wordt voor de CO₂ berekeningen uitgegaan van een periode van 15 jaar, waarbij in die periode geen componenten worden vervangen.

3 Ketenpartners

Bij de bouw van een energiecentrale zijn verschillende ketenpartners betrokken. Deze ketenpartners hebben allemaal in meer of mindere mate invloed op de uiteindelijke keuze van het type centrale.

- **Eigenaar/opdrachtgever;**
De definitieve keuze voor het type centrale wordt genomen door de eigenaar en/of de opdrachtgever van/voor de energie centrale. Door zo vroeg mogelijk in het traject de verschillende mogelijkheden en de bijbehorende CO₂ emissies bij de eigenaar kenbaar te maken kan deze een overweging maken waarbij ook duurzaamheid (lees CO₂ emissie) een rol speelt. De rol van de eigenaar stopt niet nadat de centrale is gerealiseerd. Het gebruik en onderhoud bepalen mede de CO₂ emissie.
- **Adviseur;**
Bij het ontwerp van een energie centrale zijn verschillende adviseurs betrokken. Met name de adviseur die vanuit het ontwerp is betrokken heeft invloed op de keuze voor het type centrale: duurzaam of traditioneel. Door als adviseur vroegtijdig bij de eigenaar/opdrachtgever de mogelijkheden van verschillende type centrales aan te reiken kan de eigenaar/opdrachtgever een keuze maken waarbij ook CO₂-emissie een rol speelt.
- **Fabrikant;**
De fabrikant gaat uiteindelijk de turbine of generator samenbouwen. De invloed van de fabrikant op de CO₂ productie is eigenlijk nihil, omdat de fabrikant alleen zijn eigen type turbine bouwt. Wel is het gewicht van de turbine (ton/kW vermogen) bepalend. Een fabrikant zal er naar streven deze verhouding continu te verbeteren.
- **Branchevereniging;**
Brancheverenigingen kunnen data voor specifieke materialen aanleveren ten behoeve van Life Cycle Assessments en CO₂ footprints. De invloed die een branchevereniging kan uitoefenen is gericht op voorlichting van de leden als ook op het prioriteren van onderzoek ten behoeve van footprints.
- **Eindgebruiker;**
De eindgebruiker van de centrale is in feite de opdrachtgever. Voor een onderwaterturbine is de plaatsing in de stroming van essentieel belang voor het maximaal opgewekte vermogen. Een slim ontwerp kan een hoger rendement geven. Bij een gasgestookte generator is de plaatsing minder relevant omdat de energieproductie in een gesloten systeem (de motor) plaatsvindt.
- **Overheid;**
De overheid is als ketenpartner op verschillende aspecten betrokken. Vanuit het klimaatakkoord van Parijs en het Nederlands energieakkoord wordt ingezet op het opschalen van hernieuwbare energieopwekking. De (rijks)overheid heeft als taak deze opschaling te faciliteren.
Daarnaast is de overheid als ketenpartner betrokken bij het verlenen van toestemmingen / vergunningen voor energiecentrales. Onbekendheid met hernieuwde energieopwekking kan hierbij leiden tot langere procedures.

4 Onderwaterturbine

Een onderwaterturbine zoals wordt toegepast bij het SC KWZ project heeft een eigen gewicht van 6.700 kg per turbine.

De onderwaterturbine wordt geplaatst in een ophangconstructie die wordt bevestigd aan de bestaande betonnen constructie van de spuisluizen. Voor de 18 turbines van de SC KWZ is gekozen voor een opstelling van 6 maal 3 turbines per spuioker. Het gewicht van de ophangconstructie is totaal circa 50.000 kg, dus ca. 2.750 kg per turbine.

De onderwaterturbines hebben een levensduur van circa 15 jaren. Gedurende de levensduur worden er geen componenten vervangen en wordt er geen fossiele brandstof gebruikt voor het opwekken van energie.

4.1 Kwantificering CO₂-emissies onderwaterturbine

Voor de kwantificering van de CO₂-emissie van de verschillende onderdelen van de onderwaterturbine zijn 2 berekeningen gemaakt: de CO₂ uitstoot van wege de bouw van de turbine en de CO₂ uitstoot vanwege de bouw van de ophangconstructie.

Daarnaast wordt de CO₂ uitstoot van het transport van de turbine en de ophangconstructie van de productie werkplaats naar de locatie van de energie locatie berekend, waarbij de afstand is gesteld op 100 kilometer. In tabel 4.1 is de totale CO₂ emissie per turbine weergegeven.

Tabel 4-1: CO₂-emissieberekening onderwater turbine

Onderdeel	Gewicht	Eenheid	CO ₂ emissie per eenheid	CO ₂ emissie totaal in kg
Turbine T1	6.700	Kg.	0,908	6.084
Ophang systeem	2.778	Kg.	0,908	2.522
Transport	556	ton*km	0,132	73
TOTAAL				8.679

5 Gasgestookte generator

Het eigen gewicht van de J316 generator bedraagt ca. 11.200 kg uitgaande van een elektrisch vermogen van 847 kW (zie bijlage 1 voor de technische gegevens). Om de generator te vergelijken met een onderwaterturbine wordt het gewicht teruggerekend naar een vermogen van 100 kW en is dan 1.322 kg.

In deze ketenanalyse wordt ervan uitgegaan dat de generator wordt geplaatst op een bestaande betonnen fundering en dat er derhalve geen extra materialen nodig zijn voor het plaatsen van de gasgestookte generator.

Ook voor de gasgestookte generator wordt 100 kilometer transport afstand meegenomen in de berekening.

Tijdens de levensduur van 15 jaar wordt de gasgestookte generator gevoed met aardgas voor het opwekken van elektriciteit en warmte. Uitgaande van een elektrisch vermogen van 100 kW levert de gasgestookte turbine 8,76 mln. kWh gedurende zijn levensduur. Bij een efficiëntie van 39,4% is hiervoor circa 3,4 mln. m³ aardgas nodig (9,769 kWh / m³). Voor het transporteren van het gas naar de gasgestookte generator wordt geen CO₂ verbruik toegerekend.

5.1 Kwantificering CO₂-emissie gasgestookte generator

Voor de kwantificering van de CO₂-emissie van het systeem van de gasgestookte generator moet naast de berekening voor de bouw van de generator tevens een berekening worden uitgevoerd voor het aardgasverbruik tijdens het gebruik van de generator. Voor de bouw van de gasgestookte generator wordt ervan uitgegaan dat deze volledig van staal is gemaakt. Daarnaast wordt de CO₂ uitstoot van het transport van de generator van de productie werkplaats naar de locatie van de energiecentrale berekend, waarbij de afstand is gesteld op 100 kilometer.

Naast de CO₂ emissie die vrijkomt tijdens de bouw van de gasgestookte generator moet voor deze generator tevens de CO₂ emissie tijdens het gebruik worden meegenomen. In de gasgestookte generator wordt immers aardgas verbrand wat resulteert in een CO₂ emissie.

In tabel 4-2 is de totale CO₂ emissie die optreedt gedurende de bouw en het gebruik van de gasgestookte generator weergegeven.

Tabel 5-1: CO₂ emissieberekening gasgestookte turbine

Onderdeel				
Generator	1.322	Kg	0,908	1.201
Transport	132,2	Ton*km	0,132	17
Gasverbruik	3.414.653	M ³	1,884	6.433.550
Totaal				6.434.768

6 Conclusie ketenanalyse Energie uit Water

In tabel 6-1 zijn de resultaten weergegeven van de twee uitgevoerde ketenanalyses voor de twee verschillende energie productie systemen. Uit de analyse is gebleken dat de onderwater turbine de laagste CO₂-emissie heeft over een periode van 15 jaar.

Tabel 6-1: Resultaten ketenanalyse energie uit water

Type energie opwekking	Emissie aanlegfase Kg CO ₂	Emissie gebruiksfase Kg CO ₂	Totale emissie Kg CO ₂
Onderwater turbine	8.679	0	8.706
Gasgestookte generator	1.218	6.433.550	6.434.768

Om beide systemen goed met elkaar te kunnen vergelijken moet rekening worden gehouden met de totale hoeveelheid energie die opgewekt wordt met beide installaties gedurende de levensduur. Kenmerkend voor een aardgasgestookte generator is dat deze, behoudens storingen, 24 uur per dag en 7 dagen per week operationeel kan zijn, waarbij een onderwaterturbines afhankelijk zijn van de getijdestroming. Daarnaast wordt met een gasgestookte generator tevens warmte geproduceerd die nuttig toegepast kan worden.

In onderstaande tabel is de totale energieproductie van beide systemen opgenomen, teruggerekend naar het nominaal vermogen van 1 onderwaterturbine á 100 kW, gedurende de levensduur van 15 jaar.

Tabel 6-2: Resultaten ketenanalyse energie uit water

Type energie opwekking	GWh elektriciteit gedurende de levensduur	GWh warmte gedurende de levensduur	Kg. CO ₂ per GWh
Onderwater turbine	1,598	0	5.433
Gasgestookte generator	111	135	26.118

Zoals in bovenstaande tabellen valt af te lezen is de CO₂ emissie tijdens de aanlegfase van een onderwaterturbine hoger dan die van een gasgestookte generator. Echter de emissie tijdens de gebruiksfase van een gasgestookte turbine vele malen hoger. De lage CO₂-emissie van een onderwater turbine is te verklaren doordat deze in de gebruik fase geen gas verbruikt.

Bij de berekening is alleen gekeken naar de CO₂-emissie die vrijkomt bij productie van de materialen en het gebruik van de techniek. Overige (milieu)effecten zoals landgebruik en overige emissies naar lucht en water zijn hierin niet meegenomen. Tevens is geen rekening gehouden met transportverliezen van elektriciteit naar de afnemers, waardoor bovenstaande getallen niet direct vergelijkbaar zijn met de emissie cijfers van conventionele ingekochte elektriciteit.

7 CO₂ besparingsmogelijkheden

Dit hoofdstuk geeft een doorkijk hoe Antea Group kan bijdragen aan CO₂-emissiereductie in haar projecten en diensten m.b.t. waterenergie. Dit gebeurt aan de hand van de resultaten, voortgekomen uit de ketenanalyse. Allereerst wordt een CO₂-reductiedoelstelling geformuleerd, die is uitgedrukt in een absoluut getal ten opzichte van een referentiejaar en binnen een vastgestelde termijn. Aan de reductiedoelstelling zit een plan van aanpak gekoppeld met doeltreffende maatregelen, die Antea Group kan inzetten.

7.1 CO₂-reductiedoelstelling

De CO₂-reductiedoelstelling van Antea Group met betrekking tot duurzame-energie luidt als volgt:

De doelstelling is om tussen 1 januari 2019 en 31 december 2020 in haar project-portefeuille een CO₂-besparing te hebben gerealiseerd van 1 miljoen kg door middel van de toepassing van duurzame energie (energie uit water, wind of zon) voor de opwekking van elektriciteit, ten opzichte van conventionele (grijze) energie. Dit komt neer op een jaarlijkse besparing van 500 ton CO₂.

Antea Group kan op meerdere manieren bijdragen aan de besparing van CO₂-emissie d.m.v. de toepassing van energie uit water:

1. Initiëren van de plaatsing van waterturbines bij klanten
2. Maatregelen treffen/adviseren in de keten tijdens projecten
3. Vergroten CO₂-kennis en bewustwording van Antea Group adviseurs

7.2 Maatregel: initiëren plaatsing van waterturbines

Een waterturbine wordt niet gerealiseerd zonder dat het idee is geïnitieerd. Antea Group heeft in het verleden meerdere waterenergie-gerelateerde projecten uitgevoerd. Het streven is om de opgedane kennis en ervaring in te zetten voor meer CO₂-besparing door het uitrollen van waterturbines op nationaal en internationaal niveau. De nadruk komt in eerste instantie op nationaal niveau te liggen. De ketenanalyse toont aan dat energie uit water een CO₂-reductiepotentieel heeft van 99% ten opzichte van conventionele bronnen. Om 1,0 miljoen kg CO₂ te besparen dient 1,92 GWh door waterturbine(s) te worden opgewekt. In paragraaf 4.1.3. hebben we gezien dat een waterturbine een jaarlijkse opbrengst heeft van 0,107 miljoen GWh (opbrengst levensduur/jaren). Dit betekent dat de plaatsing van 18 waterturbines volstaat om de jaarlijkse besparing van 1,0 miljoen kg CO₂ te realiseren.

Zoals blijkt uit de gegevens van deze ketenanalyse, zorgt een toename van het aandeel waterenergie in de elektriciteitsmix van Nederland voor een verlaging van de CO₂-emissie, die gepaard gaat met het gebruik van elektriciteit. Deze ketenanalyse kan, samen met de ketenanalyse voor energie uit wind en de ketenanalyse voor zonne-energie, worden gebruikt door de adviseurs van Antea Group als onderbouwing hiervoor. Daarnaast zorgt de toename van waterenergie voor een reductie van de scope 2 emissies van afnemers van waterenergie. Door duurzame en innovatieve producten te ontwikkelen met betrekking tot waterenergie, draagt Antea Group bij aan het mogelijk maken van waterenergie en daarmee aan de reductie van de CO₂-emissie in de keten.

Voorbeelden van duurzame en innovatie producten en diensten zijn:

Energietransitie Dashboard

Voor het aanwakken van en begeleiden bij energietransitie-ambities van gemeenten heeft Antea Group het 'Energietransitie Dashboard' ontwikkeld. Het Energietransitie Dashboard is een tool voor het inzichtelijk maken van kansen en de ideale energiemix: zonne-energie, windenergie, biogas, geothermie et cetera. Het dashboard bevat een interactieve kaart van een gemeente. Op deze kaart worden lokale oplossingsrichtingen ingepast en -getekend. Dit biedt de mogelijkheid om te spelen met de wensen en voorkeuren van de gemeente. Zo weten gemeenten hoe zij (ruimtelijke) invulling moeten geven aan de ambitie ten behoeve van de energietransitie.

SustAG

SustAG is een sustainability accounting & management tool, die gebruikt kan worden ter ondersteuning van strategieontwikkeling op gebied van duurzaamheid, het creëren van transparantie en het aantoonbaar maken van duurzaamheid. De tool is gebaseerd op systeemdenken (en dus ook circulair denken) en omvat een methodiek met KPI's en scores ten aanzien van door een organisatie gestelde doelen. SustAG kan op waterenergie projecten worden ingezet om de effecten te monitoren.

7.3 Maatregelen in de keten

Antea Group heeft diverse mogelijkheden om CO₂-besparing te realiseren in de keten. Mogelijkheden voor het vergroten van de CO₂-reductie liggen dus, naast het stimuleren van de plaatsing van waterturbines, ook in het adviseren van partners in de waterenergieketen. Er zijn twee belangrijke invalshoeken om het CO₂-verbruik terug te dringen:

- Markt verbreden. Door andere diensten aan te bieden, zoals het verlenen van CO₂-besparingsadvies op het gebied van circulaire productie voor de fabrikant van waterturbines.
- Klanten met veel energieverbruik selecteren. Bij klanten waar het energieverbruik significant is, weegt het percentage CO₂-besparing zwaarder op de totale CO₂-besparing, waarin Antea Group een aandeel heeft.

Specifiek voor de keten van waterenergie zijn de volgende maatregelen voor Antea Group geïdentificeerd.

Onderstaande tabel is een overzicht van huidige producten en diensten, die Antea Group kan inzetten in een specifieke ketenfase van waterturbines om CO₂ te besparen.

<i>Tool/ maatregel</i>	<i>Impact op fase</i>
<i>Circulair aanbesteden</i>	Concept- en ontwerpfase
<i>Slim aanvragen van vergunningen</i>	Concept- en ontwerpfase, Realisatiefase
<i>Alternatieve materialen</i>	Concept- en ontwerpfase, Realisatiefase
<i>SustAG</i>	Gebruiksfase
<i>Circulaire sloop</i>	Sloofase

7.3.1 Adviseren van de opdrachtgever m.b.t. CO₂-uitstoot t.g.v. realisatiefase

Zoals uit de ketenanalyse is gebleken is de realisatiefase goed voor het grootste deel van de CO₂-emissie bij energie uit water. De voorbereidingsfasen (initiatiefase en concept- en ontwerpfase) hebben invloed op de realisatiefase. De voorbereidingsfasen zijn juist de fasen waarbij Antea Group betrokken is met haar adviezen. Hoewel de uiteindelijke keuze voor een

bepaalde techniek door de opdrachtgever wordt gemaakt, kan Antea Group wel duidelijk in kaart brengen en de opdrachtgever informeren over de gevolgen van bepaalde keuzes op de totale CO₂-emissie van het project gedurende de levensduur. Voorbeelden van maatregelen zijn:

Circulair aanbesteden

Bij circulair aanbesteden wordt aan de voorkant en tijdens contractbeheer nagedacht over de toepassing van materialen en hergebruik en wordt de interactie aangegaan met duurzame ketenpartners, zoals toeleveranciers van duurzame materialen. Tevens kan Antea Group afspraken en richtlijnen vastleggen die de CO₂-emissie in de realisatie- en sloopfase reduceren. Aangezien de voorwaarden voor onderhoud en hergebruik worden bepaald tijdens het ontwerp, is circulair aanbesteden het meest effectief bij geïntegreerde contracten inclusief onderhoud. Circulaire principes worden vertaald naar EMVI-criteria, KPI's worden bepaald om te monitoren in hoeverre invulling wordt gegeven aan de principes van de circulaire economie.

Een belangrijk middel dat Antea Group gebruikt voor circulair aanbesteden is het Circulair Label. Hiermee worden de projecten van Antea Group verdeeld over drie niveaus: Standaard, Deels Circulair en Circulair. Op deze manier wordt duidelijk wat Circulaire Economie inhoudt en hoe hier bij toekomstige projecten op ingespeeld kan worden.

Slim aanvragen van vergunningen

In de vergunningen voor een waterturbines worden middels voorschriften veel uitgangspunten vastgelegd waar een waterturbinepark aan moet voldoen. Deze vergunningen moeten, gezien de lange proceduretermijn, in een vroeg stadium worden aangevraagd. Daarnaast zijn de vergunningen vaak noodzakelijk voor het verkrijgen van een subsidie. Door het slim aanvragen van de vergunningen kan richting de realisatiefase vrijheid worden behouden om alternatieven te implementeren met een lagere CO₂-emissie.

Alternatieve materialen

De materialen in de realisatiefase zorgen voor de ongeveer twee derde van de CO₂-emissie. In de voorbereiding naar de realisatiefase kunnen de materiaaldeskundigen van Antea Group adviseren in de mogelijkheden tot CO₂-reductie bij het gebruik van andere (duurzame)materialen. Specifiek voor waterenergie zijn hiervoor nog geen voorbeelden bekend binnen Antea Group. Echter in andere (infrastructurele)projecten zijn adviseurs van Antea Group reeds betrokken bij materiaalkeuzes, onder andere door het toepassen van DuboCalc en het berekenen van de MKI-waarde. Deze expertise kan ook ingezet worden voor waterenergie.

7.3.2 Adviseren van de opdrachtgever m.b.t. CO₂-uitstoot t.g.v. sloopfase

Circulaire sloop

Aan het eind van de levensduur van infrastructuur en andere objecten kunnen onderdelen worden hergebruikt of gerecycled. Antea Group biedt als dienst het circulaire sloop proces voor te bereiden en begeleiden. Na een uitgevoerde materiaalinventarisatie wordt gebrainstormd over de herbestemming van de materialen. Zodra de herbestemmingsplannen rond zijn, begeleidt Antea Group het ontmantelings- en herbestemmingsproces. Een project waarin circulaire sloop door Antea Group is toegepast is bijvoorbeeld de sloop van een pand aan Steiger 113 te Almere.¹

¹ <https://www.anteagroup.nl/nl/nieuws/circulaire-sloop-gebouwen-gemeente-almere>

7.4 Maatregel: vergroten CO₂-kennis en bewustwording van Antea Group adviseurs

Naast bovengenoemde maatregelen specifiek voor het onderwerp energie uit water geldt voor deze ketenanalyse ook dat het bijdraagt aan bewustwording binnen Antea Group. Aangezien Antea Group wordt vertegenwoordigd door haar medewerkers, adviseurs en ontwerpers, tijdens de uitvoering van projecten, is het belangrijk dat deze medewerkers worden opgeleid en geïnstrueerd betreffende de volgende onderwerpen:

- Ketenanalyses; wat zijn dit en hoe ziet een ketenanalyse er uit, wat zijn de conclusies en wat is de meerwaarde.
- CO₂-emissie: wat houdt dit in en hoe past dit in het werk van de medewerkers. Hoe kunnen emissies berekend worden en hoe kunnen zij dit toepassen in hun werk en advies richting opdrachtgevers;
- CO₂-Prestatieladder: het doel van deze certificatie en het belang van Antea Group om gecertificeerd te zijn volgens deze normen.

Om het opleiden en instrueren van onze medewerkers te bevorderen is een Kernteam WerkBewust opgericht. Dit kernteam heeft onder andere als taak om de activiteiten te ondersteunen die vanuit de businesslijnen worden geïnitieerd en te maken hebben met CO₂-reductie. Hierdoor worden de mogelijkheden om CO₂ te reduceren in projecten (zoals het adviseren rondom energie opwekking) breed binnen de organisatie uitgedragen zodat ervaring uit eerdere projecten meegegeven kan worden aan adviseurs bij nieuwe projecten.

7.5 Emissiegegevens

Het effect van bovenstaande maatregelen in de keten op CO₂-emissies kan pas worden bepaald, zodra een waterturbine is gerealiseerd en een aantal ketenfasen zijn doorlopen. In de literatuur is een gebrek aan specifieke emissiegegevens van verschillende levensfasen van waterturbines. Wereldwijd zijn er weinig gevallen van waterturbines die de gehele levenscyclus hebben doorlopen. Merendeel van de waterturbines bevindt zich op het moment in de gebruiksfase. De sloopfase is om die reden nog niet van toepassing. Voorliggende ketenanalyse gebruikt kengetallen en schattingen om CO₂-emissie te kwantificeren. Dit is een dynamisch document dat periodiek zal worden herzien en geactualiseerd. Het streven is een accuratere kwantificering te maken, door de komende jaren specifieke emissiegegevens over waterparken op te vragen bij betrokken ketenpartners. Dit stelt Antea Group in staat het effect van CO₂-reducerende maatregelen nauwkeuriger te bepalen. De resultaten uit deze ketenanalyse geven een eerste inzicht in de CO₂-uitstoot van een zonnepark over de hele levensduur.

7.6 Plan van aanpak

Om CO₂-reductiedoelstellingen te realiseren, worden deze gekoppeld aan een plan van aanpak voor de komende jaren. De primaire ambitie van Antea Group is het initiëren van de plaatsing van waterturbines, zowel nationaal als internationaal. De secundaire ambitie is om de aankomende twee jaar meer opdrachten te krijgen in verschillende ketenfasen van waterenergie. In 2017 heeft Antea Group in totaal 1 project afgesloten op het gebied van waterenergie, verspreid over verschillende ketenfasen zoals de initiatie- en conceptfase. In 2016 lag het aantal afgesloten projecten t.a.v. waterenergie op 2.

Onderstaande tabel geeft een beknopt overzicht van de aanpak in de periode 2019 – 2020. De benoemde maatregelen worden ingezet om CO₂-besparing te verwezenlijken.

<i>Jaar</i>	<i>Onderwerp</i>	<i>Doel</i>	<i>Maatregel</i>
2019	Initiëren plaatsing waterturbines	8 stuks	Energietransitie Dashboard
	Projecten uitvoeren t.b.v. waterenergie	2 projecten afgesloten	Circulair aanbesteden SustAG Circulaire Sloop
2020	Initiëren plaatsing waterturbines	10 stuks	Energietransitie Dashboard
	Projecten uitvoeren t.b.v. waterenergie	3 projecten afgesloten	Circulair aanbesteden SustAG Circulaire Sloop

Bijlage 1 Technische gegevens aardgas generator

Bijlage 1 Technische gegevens aardgas generator

GE Power



Technical data

Configuration	V 70°	Dimensions l x w x h (mm)	
Bore (mm)	135	Generator set	J312 4,700 x 1,800 x 2,300 J316 5,200 x 1,800 x 2,300 J320 5,700 x 1,700 x 2,300
Stroke (mm)	170	Cogeneration system	J312 4,700 x 2,300 x 2,300 J316 5,300 x 2,300 x 2,300 J320 5,700 x 1,900 x 2,300
Displacement / cylinder (lit)	2.43	Container	J312 12,200 x 2,500 x 2,600 J316 12,200 x 2,500 x 2,600 J320 12,200 x 2,500 x 2,600
Speed (rpm)	1,500 (50 Hz) 1,200 / 1,800 (60 Hz)	Weights empty (kg)	
Mean piston speed (m/s)	8.5 (1,500 rpm) 6.8 (1,200 rpm) 10.2 (1,800 rpm)	Generator set	J312 8,100 J316 10,100 J320 13,900
Scope of supply	Generator set, cogeneration system, generator set / cogeneration in container	Cogeneration system	J312 9,500 J316 11,200 J320 14,400
Applicable gas types	Natural gas, flare gas, propane, biogas, landfill gas, sewage gas. Special gases (e.g., coal mine gas, coke gas, wood gas, pyrolysis gas)		
Engine type	J312 J316 J320		
No. of cylinders	12 16 20		
Total displacement (lit)	29.2 38.9 48.7		

Outputs and efficiencies

Natural gas		1,500 rpm 50 Hz					1,800 rpm 60 Hz					1,200 rpm 60 Hz				
NOx <	Type	PeI (kW) ¹	η _{el} (%) ²	P _{th} (kW) ²	η _{th} (%) ²	η _{tot} (%) ²	PeI (kW) ¹	η _{el} (%) ²	P _{th} (kW) ²	η _{th} (%) ²	η _{tot} (%) ²	PeI (kW) ¹	η _{el} (%) ²	P _{th} (kW) ²	η _{th} (%) ²	η _{tot} (%) ²
500 mg/m ³ _N	J312	390	39.3	508	51.2	90.5	633	38.1	832	50.0	88.1	435	39.7	516	47.1	86.7
	J316	635	40.8	739	47.4	88.2	849	38.3	1,113	50.2	88.5	583	40.3	680	46.9	87.2
	J320	1,067	40.9	1,241	47.6	88.6	1,062	39.1	1,365	50.3	89.4	795	40.7	896	45.9	86.7
	J312	635	39.5	766	47.6	87.1	633	36.8	895	51.9	88.7	418	38.6	519	47.9	86.6
250 mg/m ³ _N	J316	847	39.4	1,028	47.8	87.2	849	37.0	1,186	51.6	88.6	559	38.7	690	47.8	86.6
	J320	1,067	39.9	1,293	48.4	88.4	1,062	38.2	1,417	51.0	89.2	730	39.1	894	48.0	87.1

Biogas		1,500 rpm 50 Hz					1,800 rpm 60 Hz				
NOx <	Type	PeI (kW) ¹	η _{el} (%) ²	P _{th} (kW) ²	η _{th} (%) ²	η _{tot} (%) ²	PeI (kW) ¹	η _{el} (%) ²	P _{th} (kW) ²	η _{th} (%) ²	η _{tot} (%) ²
500 mg/m ³ _N	J312	526	41.3	563	44.2	85.4	633	38.1	810	48.8	86.9
	J316	703	42.0	734	43.0	85.0	849	38.3	1,084	48.9	87.3
	J320	1,067	40.9	1,179	45.2	86.1	1,062	39.1	1,321	48.6	87.8
	J312	635	39.0	730	44.8	83.8	633	36.8	860	49.9	86.7
250 mg/m ³ _N	J316	847	39.1	964	44.5	83.5	849	37.0	1,147	49.9	86.9
	J320	1,067	39.3	1,225	45.1	84.4	1,062	37.0	1,451	50.5	87.5



Find your local support online:
www.gepower.com/distributedpower

1) Technical data according to ISO 3046
2) Total heat output with a tolerance of +/- 8 %, exhaust gas outlet temperature 120°C, for biogas gas outlet temperature 180°C
All data according to full load and subject to technical development and modification.
Further engines versions available on request.

GE Power's Distributed Power business is a unit of the General Electric Company. The GE brand and logo are trademarks of the General Electric Company. © 2016 General Electric Company. Information provided is subject to change without notice. All values are design or typical values when measured under laboratory conditions.
GEA-32390EN

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE
T. 06 83 24 93 27

www.anteagroup.nl

Copyright © 2016

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.