



Ketenanalyse Zonne-energie

Gooisekant Duurzaam

projectnummer 214791.00
definitief
1 november 2018

Ketenanalyse Zonne-energie

Gooisekant Duurzaam

projectnummer 214791.00

definitief

1 november 2018

Auteurs

Jeroen Mijs

Loes van der Velden

Roy Hendriks

Joost Albers

Opdrachtgever

Theo van Oosten

datum vrijgave
1 november '18

beschrijving revisie
definitief (na verwerking toets AZ)

goedkeuring
Joost Albers

vrijgave
Theo van Oosten

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling ketenanalyse	2
1.3	Onderzoeksvraag	2
2	Ketenanalyse zonne-energie	3
3	PV-zonnepanelen	5
3.1	Kwantificering CO ₂ -emissie PV-zonnepanelen	5
3.2	Initiatiefase	5
3.3	Concept- en ontwerpfase	6
3.4	Realisatiefase	6
3.5	Gebruiksfase	7
3.6	Sloopfase	8
3.7	Totale levenscyclus	8
4	Vergelijking ketenanalyse	10
5	Ketenpartners	12
6	Conclusies ketenanalyse	15
7	CO₂-reductiedoelstelling en aanpak	16
7.1	CO ₂ -reductiedoelstelling	16
7.2	Maatregel: initiëren zonneparken	16
7.3	Maatregelen in de keten	16
7.4	Plan van aanpak	18
8	Bronnen	19

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 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-emissie. Binnen de bedrijfsvoering, in projecten en in de keten kan nog veel winst worden behaald door middel van energiebesparing, het efficiënter gebruiken van materialen en het inzetten van duurzame energie.

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

Antea Group bevindt zich momenteel op niveau 5 van deze CO₂-prestatieladder. Om te voldoen aan de nieuwe normering moet onder meer een ketenanalyse opgesteld en gepubliceerd worden op de website van de stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen (SKAO). Het gaat in eerste instantie om het opstellen van een tweetal ketenanalyses (levenscyclusanalyses, LCA) op de sectoren waar Antea Group de meeste impact heeft qua reductie van CO₂-emissie in de keten. De ketenanalyses hebben toegevoegde waarde vanuit maatschappelijk en commercieel oogpunt, het leidt tot 1) nieuwe kennis/inzichten t.a.v. CO₂-emissies 2) het ontwikkelen van CO₂-reducerende innovaties 3) een bijdrage aan het Parijsakkoord en Klimaatakkoord en 4) klanten adviseren ten behoeve van CO₂-beparing.

In het rapport 'Werk Bewust! 4.A.1. (2018) worden de meest materiële emissie beschreven en wordt aangegeven in welke sectoren Antea Group het grootste reductiepotentieel heeft. Dit is op basis van de PMC-analyse (Product Markt Combinaties). Uit de rapportage komt naar voren dat Antea Group de meeste impact heeft op reductie van CO₂-emissie in de keten van de sector 'Ruimte & Water'. In voorliggend rapport zal een ketenanalyse worden uitgewerkt ten aanzien van de sector 'Ruimte' met een voorbeeldproject aangaande zonne-energie. Dit voorbeeldproject betreft 'Gooisekant Energieneutraal' in Almere.

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 emissie gekwantificeerd te worden. De volgende nadere 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 emissie én 1 andere ketenanalyse voor een van de zes meest materiële emissie 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 emissie*

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 initiële versie van een ketenanalyse uitgewerkt, waarop verificatie heeft plaatsgevonden door interne en externe, onafhankelijke deskundigen.

1.2 Doelstelling ketenanalyse

Het doel van deze ketenanalyse is als volgt:

Het voornaamste doel van de ketenanalyse 'Energie uit zonne-energie' is het inzichtelijk maken van de CO₂-reductie in scope 3 (externe reductie), voortkomend uit verkochte producten en diensten, het identificeren van CO₂-reductiekansen en het definiëren van reductiedoelstellingen in de keten.

Op basis hiervan kan Antea Group kansrijke CO₂-reductiemaatregelen introduceren en een aanpak opstellen om samen met opdrachtgevers en partners doelstellingen in de zonne-energieketen te realiseren.

De keten sluit aan bij de volgende duurzaamheidsdoelstellingen van Antea Group:

- Het in kaart brengen van CO₂-besparing in scope 3 uit onze werkzaamheden voor externe partijen – met name op het gebied van duurzame energieproductie.
- Elk jaar in onze projecten een groter aandeel innovatieve en duurzame producten en diensten leveren; beschreven in een portfolio per businesslijn¹.
- Onze verantwoordelijkheid nemen door actief en aantoonbaar onze opdrachtgevers te adviseren over en in onze projecten bij te dragen aan de CO₂-reductie in de keten;

Met deze ketenanalyse geven wij invulling aan onze ISO 14001-doelstellingen en aan normelement 4.A.1. uit Handboek 3.0 van de CO₂-prestatieladder. Tenslotte onderschrijft de ketenanalyse de Duurzaamheidsdoelstellingen 2016 – 2020 van Antea Group².

1.3 Onderzoeksvraag

In deze ketenanalyse staat de onderzoeksvraag centraal:

Wat is de CO₂-reductiepotentie van PV-zonnepanelen ten opzichte van conventionele stroom opwekkende technologieën?

De hoofdvraag wordt beantwoord door middel van deelvragen:

- Welke (levenscyclus)fasen doorloopt een ruimtelijk project?
- Wat zijn de systeemgrenzen van deze ketenanalyse t.a.v. de sector ruimte?
- Welke ketenpartners zijn betrokken en op welke wijze?
- Wat zijn de CO₂-emissie per fase van de levenscyclus?
- Wat zijn CO₂-reductiekansen in de sector Ruimte?
- Wat zijn maatregelen met de grootste CO₂-reductiepotentieel?

¹ (Antea Group, 2017-I)

² (Antea Group, 2016)

2 Ketenanalyse zonne-energie

Antea Group is als advies- en ingenieursbureau betrokken bij zeer diverse projecten, onder andere in de duurzame energiesector. Hierin adviseert Antea Group in de gehele keten, van initiatiefase tot oplevering van een project. Antea Group wil inspelen op de noodzaak te verduurzamen: de ingezette energietransitie vraagt inspanning van het bedrijfsleven om in eerste instantie de energiebehoefte te verminderen en aan een resterende vraag dient zo emissievrij mogelijk te worden voldaan. Het energieverbruik in Nederland valt uiteen in 3 grote sectoren: de residentiële omgeving, de industrie en de (auto)mobiliteit. De residentiële omgeving vraagt 35-40% van de totale primaire energie. Dit betekent dat daar dus significante besparing te behalen is.

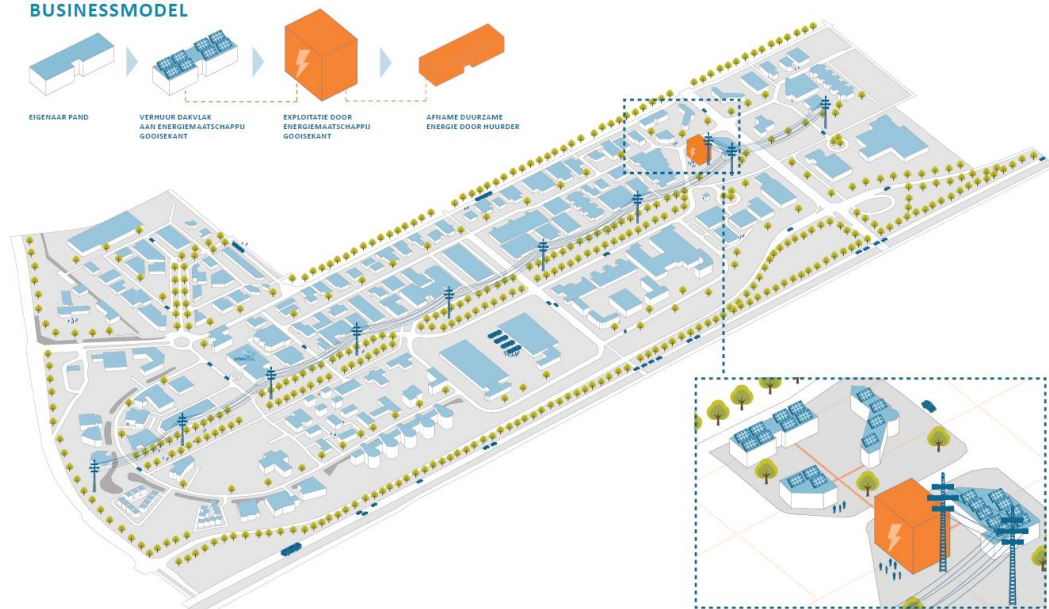
De focus van deze ketenanalyse ligt op zonne-energie – een onderwerp waarop Antea Group op dit moment nog sporadisch projecten uitvoert, maar waar aanzienlijke potentie ligt voor het verduurzamen van bestaand residentieel gebied. Het project dat voor deze ketenanalyse als uitgangspunt is genomen, is Gooisekant Energieneutraal. Dit is een initiatief van Antea Group om het bedrijventerrein Gooisekant in Almere, waar Antea Group gevestigd is, te verduurzamen, door middel van collectieve maatregelen. Er is verkennend onderzoek gedaan naar het draagvlak onder bedrijven om te investeren in zulke maatregelen. Het concept van een energiemaatschappij, die de daken van bedrijfspanden (en wellicht openbare ruimte) zal benutten voor zonne-energie³, kwam hieruit naar voren als een kansrijk initiatief.

ENERGIEMAATSCHAPPIJ GOOISEKANT PLAN VAN AANPAK

ANTEA GROUP 17 AUGUSTUS 2017



BUSINESSMODEL



Het project is nog in de initiatiefase, maar de huidige staat van het concept is voldoende om een ketenanalyse op uit te voeren. In de business case zijn drie scenario's uitgewerkt, die in deze analyse worden vergeleken. Dit betreft:

³ (Antea Group, 2017-II)

1. Scenario small: Minimaal haalbaar scenario. Dit scenario zoekt de ondergrens op voor het sluitend kunnen maken van de business case: 10.000m² zonnepanelen.
2. Scenario medium: Maximaal benutten van het dakoppervlak in Gooisekant: 66.667m² zonnepanelen.
3. Scenario large: Maximaal benutten van het dakoppervlak, plus gebruikmaken van de openbare ruimte: 142.667m² zonnepanelen.

De CO₂-reductiepotentie, die in dit rapport wordt geanalyseerd, betreft een reductie in scope 3. Terwijl scope 1 zich richt op uitstoot, veroorzaakt binnen de organisatie (zakelijke ritten met leaseauto's bijvoorbeeld) en scope 2 op vervuiling die vrijkomt bij ingekochte producten, zoals elektriciteit, betreft scope 3 de indirecte uitstoot van CO₂, veroorzaakt door bedrijfsactiviteiten van een andere organisatie. Dit zijn dus bedrijfsactiviteiten (bronnen), die niet in het bezit zijn van Antea Group en waarop de organisatie geen directe invloed kan uitoefenen. Voorbeelden zijn emissie, die voortkomen uit de productie van ingekochte materialen (upstream) en het gebruik van het door Antea Group gerealiseerd werk, project, dienst of levering (downstream). Deze ketenanalyse gaat in op de categorie 'ingekochte producten en diensten'. Een overzicht van de andere door Antea Group geïdentificeerde scope 3-categorieën is te vinden in het WerkBewust Rapport 4.A.1. (2017).

3 PV-zonnepanelen

3.1 Kwantificering CO₂-emissie PV-zonnepanelen

Voor de kwantificering van CO₂-emissie van PV-zonnepanelen is gebruik gemaakt van gegevens van het project Gooisekant Energieneutraal. Dit project verkeert momenteel nog in de initiatiefase, maar de businesscase, zoals gepresenteerd aan wethouder Herrema van de gemeente Almere, is als uitgangspunt genomen. Voor de resterende projectfasen zijn kengetallen gebruikt.

Deze ketenanalyse bepaalt CO₂-emissie per levenscyclusfase van PV-zonnepanelen. De volgende fasen worden onderscheiden:

1. Initiatiefase
2. Concept- en ontwerpfase
3. Realisatiefase
4. Gebruiksfas
5. Sloopfase

3.2 Initiatiefase

De CO₂-emissie in de initiatiefase beperken zich tot de gemaakte uren door adviseurs van Antea Group. Er zijn vier stappen te onderscheiden in deze fase: het vooronderzoek, het ontwikkelen van de business case, vergunning(aanvraag) en stakeholdermanagement.

Op basis van de inventarisatie van de CO₂-emissie door Antea Group is de CO₂-uitstoot per fte over het jaar 2017 vastgesteld en gebruikt voor het bepalen van de CO₂-emissie in de initiatiefase van Gooisekant Energieneutraal. De CO₂-emissie van Antea Group in 2017 bedraagt 4.180 kg per fte. In 2017 stond 1 fte (het aantal werkbare uren in een jaar) bij Antea Group gelijk aan 1822 uur. De CO₂-emissie per uur is dus 2,29 kg CO₂/adviesuur.

Op basis van de geregistreerde uren op het project Gooisekant Energieneutraal is het totale aantal bestede uren bepaald. Door deze uren te vermenigvuldigen met de CO₂-emissiefactor van 2,29 kg CO₂ per adviesuur is de totale CO₂-emissie in de initiatiefase berekend: dit komt neer op 572,5 kg CO₂ voor het project Gooisekant Energieneutraal.

Tabel 4-1 CO₂-emissie initiatiefase

Initiatiefase	Urenbesteding AG	Emissiefactor (kg CO₂/uur)	Kg CO₂-emissie
Vooronderzoek	80	2,29	183,2
Ontwikkelen business case	50	2,29	114,5
Vergunning(aanvraag)	40	2,29	91,6
Stakeholdermanagement	80	2,29	183,2
TOTAAL	250		572,5

3.3 Concept- en ontwerpfase

De concept- en ontwerpfase van project Gooisekant Energieneutraal is nog niet van start gegaan. Voor deze fase is een inschatting gemaakt van 500 uur engineering, waarbij tevens rekening wordt gehouden met de aanvraagprocedure voor SDE+ subsidie en de noodzaak om per afzonderlijk dak een systeem te ontwerpen. Met dezelfde emissiefactor (2,29 kg CO₂ per adviesuur) komt de CO₂-emissie voor deze fase uit op 1.145 kg CO₂.

3.4 Realisatiefase

In de realisatiefase zijn twee onderdelen te onderscheiden: adviesuren en werkzaamheden t.b.v. de productie en aanleg van zonneparken.

- Adviesuren: Wat adviesuren betreft zal Antea Group tijd besteden aan de begeleiding en coördinatie van de realisatiefase. Het aantal uren schatten wij voor Gooisekant Energieneutraal op een vergelijkbaar totaal als de uren in de initiatiefase: 250. Hiermee komt de uitstoot in de realisatiefase, wat betreft adviesuren van Antea Group, op 572,5 kg CO₂.
- Werkzaamheden t.b.v. productie en aanleg van zonneparken.

In de realisatiefase is ook sprake van CO₂-emissie tijdens de productie en aanleg van PV-zonnepanelen. Dit omhelst het grootste deel van de CO₂-uitstoot in de levenscyclus van een zonnepaneel. Voor de CO₂-emissie in deze stappen is gebruik gemaakt van kengetallen, welke aantonen dat de gemiddelde CO₂-uitstoot van PV-zonnepanelen tijdens de productie en aanleg 0,07 kg CO₂/kWh⁴ is.

Om een vertaalslag te maken naar CO₂-uitstoot van een volledig zonnepark, gaat deze ketenanalyse uit van een levensduur van 25 jaar en een productie van 150 kWh/m² elektriciteit per jaar. Noteer dat 150 kWh enkel geldt voor het eerste jaar, daarna neemt het genererend vermogen van een zonepaneel jaarlijks af. Met de jaarlijkse afname is al rekening gehouden in het kengetal 0,07 kg CO₂/kWh.

De CO₂-emissie tijdens de productie en aanleg wordt per scenario berekend aan de hand van de formule:

$$\text{CO}_2\text{-emissie} = \text{totaal oppervlak zonnepark} \times 150 \times 25 \times 0,07$$

Onderstaande tabel geeft de totale CO₂-emissie gedurende de productie en aanleg van het zonnepark, volgens ieder scenario weer.

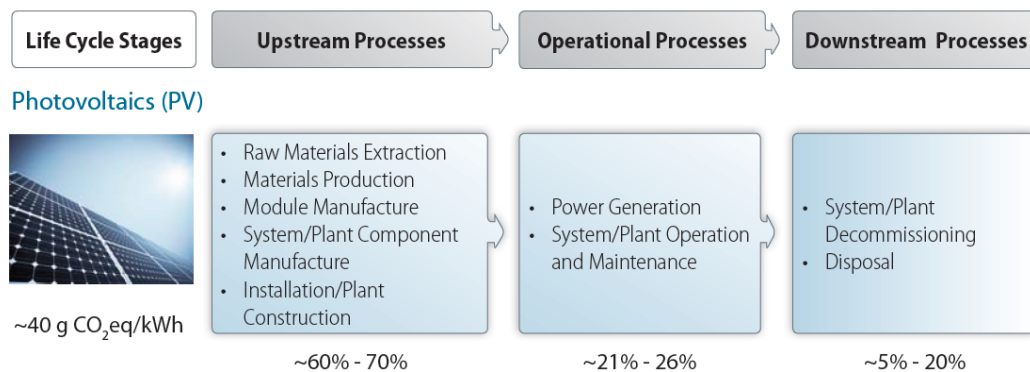
Scenario	Oppervlak (in m²)	Kg CO₂-emissie
<i>Small</i>	10.000	2.625.000
<i>Medium</i>	66.667	17.500.088
<i>Large</i>	142.667	37.450.088

⁴ (Turconi, Boldrin, & Astrup, 2013)

3.5 Gebruiksphase

In de gebruiksphase van PV-zonnepanelen spelen twee factoren een rol bij het analyseren van de CO₂-emissies in de keten: energieproductie en beheer en onderhoud.

- **Energieproductie.** Het primaire proces van zonnepanelen is energieproductie. De CO₂-emissie hierbij is 0,00 kg/kWh⁵. Ter vergelijking, bij de productie van grijze stroom in de gebruiksphase komt gemiddeld 0,464 kg CO₂ per kWh vrij.
- **Beheer en onderhoud.** Voor het beheer en onderhoud van PV-zonnepanelen geldt dat de onderhoudskosten met name betrekking hebben op het repareren en vervangen van omvormers en andere installatieonderdelen. Deze zijn gevoeliger dan de panelen zelf en hebben dan ook een kortere levensduur. Over de gehele levenscyclus gekeken wordt 23,5% van de totale CO₂-emissies uitgestoten tijdens beheer en onderhoudswerkzaamheden van de zonnepanelen.⁶ Deze was in de vorige sectie geïntroduceerd als 0,07 kg CO₂/kWh voor een levensduur van 25 jaar. De uitstoot voor beheer en onderhoud komt neer op 0,0165 kg CO₂/kWh. Doordat CO₂-emissies in de gebruiksphase onbekend zijn in de literatuur, zijn wij genoodzaakt zijn de CO₂-emissies in de gebruiksphase te bepalen aan de hand van CO₂-emissies in de realisatiefase en onderstaande figuur.



Figuur 1: LCA zonnepanelen. Bron: National Renewable Energy Laboratory, 2012.

De CO₂-emissie in de gebruiksphase wordt per scenario berekend aan de hand van de formule:

$$\text{CO}_2\text{-emissie} = \text{totaal oppervlak} \times 150 \times 25 \times 0,0165$$

Scenario	Oppervlak (in m ²)	Kg CO ₂ -emissie
Small	10.000	618.750
Medium	66.667	4.125.021
Large	142.667	8.827.521

⁵ (CO₂emissiefactoren, 2017)

⁶ (NREL, 2012)

3.6 Sloopfase

Er zijn beperkt gegevens beschikbaar over CO₂-emissies bij de sloop van zonnepanelen en zonneparken. Dit komt doordat het slopen van zonnepanelen en zonneparken op significante schaal nog niet voorkomt – de eerste panelen hebben het einde van hun levensduur nog niet bereikt of blijven functioneel na het overschrijden van de verwachte levensduur. Eén van de weinige studies, die ingaat op de sloop van zonnepanelen – onderzoek van de US Department of Energy – schat de CO₂-emissie in de sloopfase op 12,5% van de totale levenscyclus⁵. Omdat deze emissie niet was meegerekend in de LCA, waarin wel de overige fasen zijn opgenomen, komen deze emissie daar nog bovenop. Dit betreft dus 0,0088 kg CO₂/kWh, want $0,07 \cdot 12,5\% = 0,0088$.

De CO₂-emissie in de sloopfase wordt per scenario berekend aan de hand van de formule:

$$\text{CO}_2\text{-emissie} = \text{totaal oppervlak} \times 150 \times 25 \times 0,0088$$

<i>Scenario</i>	<i>Oppervlak (in m²)</i>	<i>Kg CO₂-emissie</i>
<i>Small</i>	10.000	330.000
<i>Medium</i>	66.667	2.200.011
<i>Large</i>	142.667	4.708.011

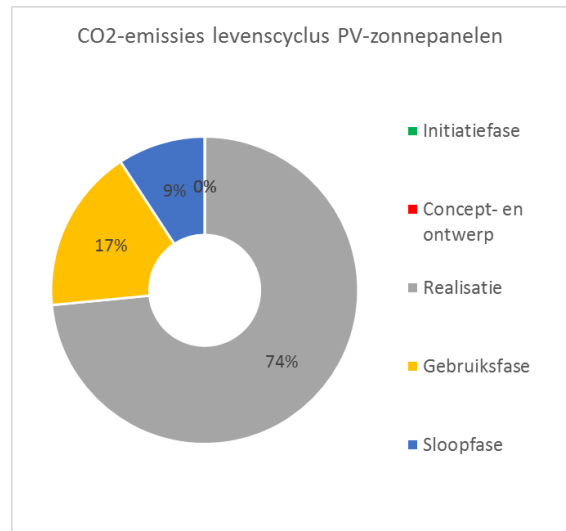
3.7 Totale levenscyclus

Op basis van de verzamelde data in bovenstaande secties is het mogelijk voor de totale levenscyclus van de zonnepanelen in project Gooisekant Energieneutraal de emissie te bepalen. Onderstaande tabel geeft hiervan de samenvatting weer. Er is geen onderscheid gemaakt in het aantal arbeidsuren per scenario. In realiteit zullen meer uren besteed worden als de scope van het project vergroot wordt, maar uit onderstaande tabel is duidelijk af te leiden dat de gemaakte uren door Antea Group slechts een minimaal aandeel hebben in de totale CO₂-uitstoot van het project (0,005%-0,06%) en dat dit dus een verwaarloosbare factor is.

<i>Keten</i>	<i>Type activiteit</i>	<i>Scenario min.</i>	<i>Scenario max. dak</i>	<i>Scenario max. dak + openbaar</i>
<i>Initiatiefase</i>	Uren	572,5	572,5	572,5
	Uren	1.145	1.145	1.145
	Uren	572,5	572,5	572,5
<i>Concept- en ontwerp</i>	Productie & Aanleg panelen	2.625.000	17.500.088	37.450.088
	Opwekken stroom	0	0	0
	Beheer & onderhoud	618.750	4.125.021	8.827.521
<i>Realisatie</i>	Demontage & sloop	330.000	2.200.011	4.708.011
	TOTAAL kg CO₂	3.576.040	23.827.409	50.987.909

Ongeacht het scenario, zit de CO₂-uitstoot van project Gooisekant Energieneutraal vooral in de realisatiefase (productie en aanleg van panelen), die 74% van de uitstoot voor zijn rekening neemt. De gebruiksfase (beheer en onderhoud; opwekken stroom) genereert 17% van de uitstoot. Deze ketenanalyse laat zien dat de laatste 9% van de CO₂-emissie wordt geproduceerd tijdens de sloopfase.

Een kanttekening, die geplaatst moet worden bij bovenstaande tabel, is dat in deze analyse is uitgegaan van een levensduur van 25 jaar voor zonnepanelen. De daadwerkelijke levensduur is echter nog onduidelijk – deze kan in feite ook 30 of 50 jaar zijn. Bij een significant langere levensduur zal de CO₂-uitstoot per kWh drastisch verminderen voor de realisatiefase. Dit is echter vooraf niet vast te stellen.



4 Vergelijking ketenanalyse

In het vorige hoofdstuk zijn de CO₂-emissie voor het project Gooisekant Energieneutraal per scenario vastgesteld. In dit hoofdstuk wordt deze uitstoot vergeleken met andere energiebronnen. Hierbij wordt gekeken naar de CO₂-uitstoot van de huidige situatie ten opzichte van een scenario met zonne-energie en een scenario met windenergie. Voor de huidige situatie is uitgegaan van conventionele grijze stroom. De kans is groot dat een deel van de bedrijven al groene stroom inkoopt, maar hierover zijn geen gegevens beschikbaar.

De totale energieconsumptie op bedrijventerrein Gooisekant is 25.500.000 kWh per jaar. Uitgaande van volledig grijze stroomvoorziening (0,464 kg CO₂/kWh⁷) is de CO₂-uitstoot van Gooisekant jaarlijks 11.832 ton. Ter vergelijking: een gemiddeld Nederlands huishouden stoot jaarlijks 23 ton CO₂ uit⁸. De verschillende scenario's voor project Gooisekant Energieneutraal leveren een forse besparing in CO₂-uitstoot. Geen enkel scenario volstaat om de volledige energiebehoefte van Gooisekant voor zijn rekening te nemen, maar, uitgaande van het maximale scenario, waarin 83,9% van de behoefte gerealiseerd kan worden met zonne-energie, is het haalbaar om jaarlijks 7.890 ton CO₂ te besparen: een besparing van 67% ten opzichte van de huidige situatie (grijze stroom).

<i>Scenario's</i>	<i>Minimaal Haalbaar</i>	<i>Maximaal Dak</i>	<i>Maximaal Dak + Openbaar</i>
<i>Dakoppervlak (m²)</i>	30.000	200.000	200.000
<i>Openbare ruimte (m²)</i>	0	0	760.000
<i>Gebruikt voor panelen (m²)</i>	10.000	66.667	142.667
<i>Potentie kWh/jaar</i>	1.500.000	10.000.000	21.400.000
<i>% Energie-neutraal</i>	5,9%	39,2%	83,9%
<i>kg CO₂-emissie uren AG</i>	2.290	2.290	2.290
<i>kg CO₂-emissie LCA overig</i>	3.573.750	23.825.119	50.985.619
<i>TOTAAL kg CO₂-emissie zon</i>	3.576.040	23.827.409	50.987.909
<i>TOTAAL kg CO₂-emissie grijs</i>	278.400.000	179.799.420	47.559.420
<i>TOTAAL kg CO₂-emissie grijs + zon</i>	281.976.040	203.626.829	98.547.329
<i>TOTAAL kg CO₂-emissie grijs (zonder zon)</i>	295.800.000	295.800.000	295.800.000
<i>Besparing kg CO₂-emissie (25 jaar)</i>	13.823.960	92.173.171	197.252.671
<i>Jaarlijkse besparing kg CO₂-emissie</i>	552.958	3.686.927	7.890.107

Antea Group heeft in 2017 tevens een ketenanalyse uitgevoerd voor windenergie. Hieruit blijkt dat windenergie gemiddeld 0,013 kg CO₂/kWh produceert⁹. Onderstaande tabel geeft de vergelijking weer tussen conventioneel, zon en wind voor de hypothetische situatie dat het bedrijventerrein Gooisekant volledig voorzien wordt door één type stroom. Uit deze vergelijkende analyse wordt duidelijk dat zonne-energie een significante CO₂-besparing kan opleveren van 79,5%, maar dat windenergie een hogere potentie heeft om Gooisekant klimaatneutraal te maken.

⁷ (CO₂emissiefactoren, 2017)

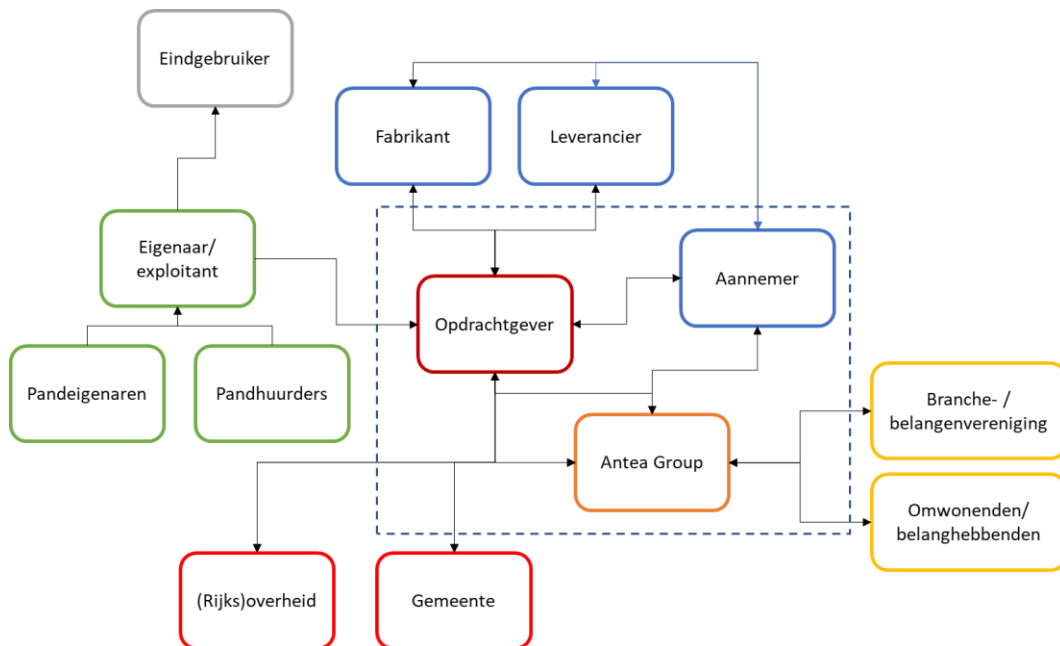
⁸ (Milieucentraal, 2017)

⁹ (Antea Group, 2017-III)

<i>Energiebronnen</i>	<i>kg CO₂/kWh</i>	<i>kg CO₂ Gooisekant</i>	<i>% t.o.v. huidige situatie</i>
<i>Conventioneel</i>	0,464	11.832.000	100,0%
<i>Zon</i>	0,095	2.422.500	20,5%
<i>Wind</i>	0,013	331500	2,8%

5 Ketenpartners

Bij de realisatie en exploitatie van zonne-energieprojecten zijn verschillende ketenpartners betrokken (zie figuur 2), die allemaal in meer of mindere mate invloed hebben op de uiteindelijke keuze voor het type zonnepanelen en de locatie en oriëntatie ervan. Voor dit rapport is het project Gooisekant Energieneutraal als uitgangspunt genomen om ketenpartners te identificeren.



Figuur 2: Ketenpartners en relaties

- Eigenaar/exploitant**
 Zonneparken kunnen via verschillende constructies in bezit zijn en geëxploiteerd worden. Antea Group geeft in opdracht van de eigenaar/exploitant advies over de ontwikkeling van het zonnepark of neemt zelf actief deel in de constructie. In het geval van Gooisekant Energieneutraal zullen de zonnepanelen in eigendom zijn van, en geëxploiteerd worden door een nog op te richten energiemeatschappij. Deze energiemeatschappij zal waarschijnlijk de rechtsvorm aannemen van een BV en bestaan uit financiers, huurders en pandeigenaren, die door middel van een intentieverklaring hun deelname aan de energiemeatschappij bevestigen. Antea Group zal hiervan als huurder deel uitmaken. De energiemeatschappij zal de keuze maken voor het type zonnepanelen en de locatie en oriëntatie ervan. De CO₂-emissies door eigenaren/exploitanten zijn een gevolg van vervoersbewegingen.
- Adviseurs**
 Vanuit Antea Group houdt een kleine groep adviseurs zich bezig met zonne-energieprojecten. Deze adviseurs zijn afkomstig uit businesslijn Contracten & Vergunningen, adviesgroep Strategische Besluitvorming en Vergunningen & Procedures. Deze adviseurs zijn respectievelijk de initiatiefnemers en procesbegeleiders richting de oprichting van de energiemeatschappij en de collega's, die betrokken zijn bij omgevings- en vergunningenmanagement. Grotendeels van de CO₂-emissies ontstaan tijdens het zakelijk verkeer van adviseurs.

- **Pandhuurders**

Bedrijven, die panden huren, kunnen deelnemen aan de energiemaatschappij en op die manier invloed uitoefenen op de uiteindelijke keuze voor het type zonnepaneel en de locatie en oriëntatie ervan. Behalve Antea Group zelf, betreft dit op Gooisekant in elk geval Blue Jay Holdings B.V. en Svizera. De CO₂-emissies uitgestoten door pandhuurder is een gevolg van vervoersbewegingen.

- **Pandeigenaren**

De partijen, die eigenaar zijn van de panden (dit kunnen bedrijven zijn, die zelf gevestigd zijn op een bedrijventerrein, of externe vastgoedeigenaren) kunnen deelnemen aan de energiemaatschappij en op die manier invloed uitoefenen op de uiteindelijke keuze voor het type zonnepaneel en de locatie en oriëntatie ervan. Pandeigenaren ontvangen in het geval van Gooisekant een vergoeding, indien zij hun dak beschikbaar stellen aan de maatschappij. Bij Gooisekant betreft het in elk geval de pandeigenaar van het pand van Antea Group – M7 Real Estate, en de eigenaar van het grote pand aan de Transistorstraat. Pandeigenaren stoten CO₂-emissies uit gedurende vervoersbewegingen.

- **Gemeente**

Bij de realisatie van de meeste zonneparken is de gemeente betrokken in de keten als vergunningverlener, wanneer het een park op openbare grond betreft. De gemeente kan ook betrokken zijn als financieel facilitator door middel van subsidies voor proces- en onderzoekskosten. Binnen het maximale scenario van Gooisekant Energieneutraal is de gemeente Almere in beeld als eigenaar van de openbare grond, aangezien in dat scenario ook zonnepanelen in de openbare ruimte worden aangelegd. De gemeente verleent op basis van het bestemmingsplan vergunningen voor de aanleg van panelen in de openbare ruimte. In het voorbereidingstraject heeft de gemeente Almere subsidie verschaft vanuit het 'Initiatievenbudget' om bedrijven te stimuleren te verduurzamen. De CO₂-emissies van de gemeente ontstaan vooral tijdens vervoersbewegingen.

- **Fabrikant**

De fabrikant ontwikkelt en levert de zonnepanelen. Antea Group kan fabrikanten en aannemers adviseren CO₂-besparende maatregelen toe te passen in de realisatiefase, meer specifiek de productie van PV-zonnepanelen. In het geval van Gooisekant Energieneutraal zal de energiemaatschappij de keuze maken voor de fabrikant – deze is nog niet in beeld.

- **Aannemer**

De aannemer is betrokken bij de productie en aanleg, de vervangings- en onderhoudsopgaven en sloopwerkzaamheden. Emissie ontstaat voornamelijk bij de vervoersbewegingen van voertuigen en door elektriciteitsverbruik. In de gebruiksfase voert de aannemende partij onderhouds- en vervangingswerkzaamheden uit ten behoeve van het goed functioneren van de zonnepanelen.

- **Leverancier**

De leverancier is verantwoordelijk voor het aanleveren van grondstoffen, producten en materialen in verschillende fasen van de keten. CO₂-emissie van de leverancier ontstaat voornamelijk tijdens transportbewegingen om het materiaal/de grondstoffen naar een bestemming te vervoeren, zoals de productielocatie of de fabrikant. In de sloopfase neemt de leverancier het vrijgekomen materiaal weer in, mits concrete afspraken worden gemaakt in het kader van circulariteit. Hierover kan Antea Group adviseren.

- **Eindgebruiker**

Bij een zonnepark in bestaand residentieel gebied kunnen drie eindgebruikers worden geïdentificeerd: de eigenaar/exploitant, de pandeigenaren en de afnemers van energie. Voor de eigenaar/exploitant draagt de lage CO₂-emissie van een zonnepark bij aan het verlagen van de scope 3 emissie. Voor de pandeigenaren geldt dat zij profiteren van een vergoeding voor het beschikbaar stellen van hun dak en dat de lage CO₂-emissie bijdraagt aan het verlagen van de scope 1 emissie (in de praktijk levert dat een hoger energielabel voor hun pand op). Voor de afnemers van elektriciteit zorgt zonne-energie voor een verlaging van de scope 2 emissie. In het maximale scenario van Gooisekant Energieneutraal zou dit betekenen dat voor het hele bedrijventerrein een jaarlijkse besparing van 7.890 ton CO₂ behaald kan worden (zie pagina 9).

- **Rijksoverheid**

De Rijksoverheid is als wetgever en als facilitator betrokken als ketenpartner. Vanuit de verplichting van het Rijk om te zorgen dat kantoorproductie groter dan 100 vierkante meter vanaf 2023 minstens Energielabel C hebben, investeren bedrijven steeds vaker in de aanleg van zonnepanelen als besparingsmaatregel. Daarnaast faciliteert het Rijk door middel van de Zon SDE+ subsidie projecten die inzetten op zonne-energie. In het geval van Gooisekant Energieneutraal gaat de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) de case publiceren als voorbeeldproject. De CO₂-emissies van Rijkswaterstaat komen met name voort uit vervoersbewegingen.

Onderstaand overzicht maakt per fase inzichtelijk wat de ketenpartners zijn, waarvan het aannemelijk is dat zij grotendeels betrokken zijn bij de CO₂-uitstoot in de desbetreffende fase.

Levenscyclusfase	Ketenpartner(s)
<i>Initiatiefase</i>	Eigenaar/exploitant Adviseurs Pandhuurders Pandeigenaren Gemeente Rijksoverheid
<i>Concept- en ontwerpfase</i>	Eigenaar/exploitant Adviseurs Pandhuurders Pandeigenaren Gemeente Fabrikant Eindgebruiker Rijksoverheid
<i>Realisatiefase</i>	Eigenaar/exploitant Fabrikant Aannemer Leverancier
<i>Gebruiksfase</i>	Eindgebruiker Aannemer Leverancier
<i>Sloopfase</i>	Eigenaar/exploitant Gemeente Aannemer Leverancier

6 Conclusies ketenanalyse

Deze ketenanalyse onderzocht de CO₂-reductiepotentie van zonnepanelen ten opzichte van conventionele opwekkingsmethoden (grijze stroom). De eindconclusie is dat over de gehele levenscyclus bij de opwekking van elektriciteit met PV-zonnepanelen 79,5% minder CO₂ wordt uitgestoten, dan met de opwekking d.m.v. conventionele bronnen. Met andere woorden, per opgewekte kWh zonne-energie is sprake van 79,5% minder CO₂-emissie vergeleken met grijze energie. Met deze informatie kan Antea Group in het teken van duurzaamheid stakeholders zoals omwonenden overtuigen van het belang van zonne-energie in plaats van energie uit fossiele brandstoffen. Daarnaast is een belangrijk argument om zonnepanelen te plaatsen dat het emissiepercentage 0% is tijdens het opwekken van energie, simpelweg omdat geen fossiele brandstoffen nodig zijn.

Op basis van de ketenanalyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. De realisatiefase, oftewel de productie- en aanlegfase, levert de grootste bijdrage aan CO₂-emissie van zonnepanelen. Bijna driekwart van de CO₂-emissie ontstaat tijdens productie en aanleg. De aangewezen ketenpartner in de productie/productie is de fabrikant. De verantwoordelijke ketenpartners tijdens de aanlegfase zijn de aannemer en leverancier. Antea Group kan fabrikanten, leveranciers en aannemers adviseren CO₂-besparende maatregelen te nemen in de realisatiefase. Een dergelijk voorbeeld is om circulaire zonnepanelen te produceren, waardoor materialen aan het eind van de levensduur hergebruikt kunnen worden. De resultaten van deze ketenanalyse kan Antea Group inzetten als argument om CO₂-reductiemaatregelen door te voeren in de realisatiefase.
2. Antea Group is met name betrokken tijdens de initiatiefase en concept- en ontwerpfase. Verder heeft Antea Group een zeer kleine bijdrage tijdens de realisatiefase; deze is verwaarloosbaar ten opzichte van de activiteiten van andere ketenpartners in de realisatiefase. Dit betekent dat de invloed van Antea Group op CO₂-uitstoot minimaal is in de levensfase met de hoogste CO₂-emissie. Desondanks kan Antea Group in de initiatiefase en concept- en ontwerpfase indirect invloed uitoefenen op de emissie tijdens de realisatiefase door middel van 'duurzame advisering'.
3. In de vergelijkende analyse is aangetoond dat windenergie een grotere CO₂-besparing oplevert dan zonne-energie. Dit stelt Antea Group in staat om in projecten waar zowel zon- als windenergie een mogelijkheid is, een gericht advies te geven om zon- of windenergie opwekkende technologieën toe te passen. Uiteraard spelen in dergelijke afwegingen de belangen van stakeholders altijd een rol.
4. Voor project Gooisekant Energieneutraal kan Antea Group in het meest gunstige geval een CO₂-reductie realiseren van 67% als gekozen wordt voor zonnepanelen. De optie voor windenergie is echter interessant om verder te onderzoeken, gezien de potentie van wind om 97% CO₂ te besparen.

7 CO₂-reductiedoelstelling en aanpak

Dit hoofdstuk geeft een doorkijk hoe Antea Group kan bijdragen aan CO₂-emissiereductie in haar projecten en diensten m.b.t. zonne-energie. 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 zonne-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 twee manieren bijdragen aan de besparing van CO₂-emissie d.m.v. de toepassing van zonne-energie:

1. Initiëren van zonneparken bij klanten
2. Maatregelen treffen/adviseren in de keten tijdens projecten

7.2 Maatregel: initiëren zonneparken

Een zonnepark wordt niet gerealiseerd zonder dat het idee is geïnitieerd. Gooisekant Energieneutraal is het eerste zonne-energieproject waarbij Antea Group initiatiefnemer is. Antea Group wil de CO₂-besparing vergroten door het uitrollen van zonneparken over andere Nederlandse bedrijventerreinen. Hierop zal in eerste instantie de nadruk komen te liggen. De ketenanalyse toont namelijk aan dat zonne-energie een CO₂-reductiepotentie heeft van 79,5% ten opzichte van conventionele bronnen. Het doel is om 1,0 miljoen kg CO₂ te besparen. Dit komt neer op het initiëren van zonneparken die gezamenlijk een oppervlak bestrijken van 18.067 m². Voor het aanwakkeren van en begeleiden bij energietransitie ambities van gemeenten heeft Antea Group het 'Energietransitie Dashboard' ontwikkeld.

Energietransitie Dashboard

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.

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 uitrollen van

zonneparken op bedrijventerreinen, ook in het adviseren van partners in de zonne-energieketen. 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 fabrikant van zonnepanelen.
- Klanten met veel energieverbruik selecteren. Bij klanten waar het energieverbruik significant is, weegt het percentage CO₂-besparing zwaarder op de totale CO₂-besparing van Antea Group.

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

<i>Tool/ maatregel</i>	<i>Impact op fase</i>
<i>Circulair aanbesteden</i>	Concept- en ontwerpfase
<i>SustAG</i>	Gebruiksfasen
<i>Circulaire sloop</i>	Sloopfase

Circulair aanbesteden

Circulair aanbesteden gaat over het behouden van waarde en voorkomen van vernietiging. Onderhoud en hergebruik is hierbij belangrijk. En aangezien de voorwaarden hiervoor 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.

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 zonne-energie projecten worden ingezet om de effecten te monitoren.

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.¹⁰

¹⁰ <https://www.anteagroup.nl/nl/nieuws/circulaire-sloop-gebouwen-gemeente-almere>

Emissiegegevens

Het effect van bovenstaande maatregelen op CO₂-emissies kan pas worden bepaald, zodra een zonnepark is gerealiseerd en een aantal ketenfasen zijn doorlopen. In de literatuur is een gebrek aan specifieke emissiegegevens van verschillende levensfasen van zonneparken. Wereldwijd zijn er weinig gevallen van zonneparken die de gehele levenscyclus hebben doorlopen. Zoals eerder vermeld, bevindt het merendeel van de zonneparken 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 zonneparken 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.

7.4 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 zonneparken op bedrijventerreinen in Nederland. De secundaire ambitie is om de aankomende twee jaar meer opdrachten te krijgen in verschillende ketenfasen van zonneparken. In 2017 heeft Antea Group in totaal 8 projecten afgesloten op het gebied van zonne-energie, verspreid over verschillende ketenfasen, zoals vergunningen aanvraag.

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 zonneparken op bedrijventerreinen	8.067 m ²	Energietransitie Dashboard
	Projecten uitvoeren t.b.v. zonneparken	10 projecten afgesloten	Circulair aanbesteden SustAG Circulaire Sloop
2020	Initiëren zonneparken op bedrijventerreinen	10.000 m ²	Energietransitie Dashboard
	Projecten uitvoeren t.b.v. zonneparken	12 projecten afgesloten	Circulair aanbesteden SustAG Circulaire Sloop

8 Bronnen

- Antea Group. (2012). *Werk Bewust! 4.A.1 Plan Ketenanalyse scope 3*. Almere: Antea Group
- Antea Group. (2016). *Duurzaamheidsdoelstellingen 2016-2020*. Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2017-I, December 19). *Duurzaamheid*. Opgehaald van Antea Group:
<https://www.anteagroup.nl/nl/artikel/duurzaamheid>
- Antea Group. (2017-II). *Gooisekant Energieneutraal*. Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2017-III). *Ketenanalyse windenergie*. Almere: Antea Group.
- CO2emissiefactoren. (2017, December 13). *Lijst emissiefactoren*. Opgehaald van
CO2emissiefactoren: https://co2emissiefactoren.nl/lijs-emissiefactoren/#totale_lijs
- Milieucentraal. (2017, December 20). *Klimaatverandering*. Opgehaald van Milieucentraal:
<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/>
- NREL. (2012). *Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Solar Photovoltaics*. Golden: National Renewable Energy Laboratory.
- Turconi, R., Boldrin, A., & Astrup, T. (2013). Life Cycle Assessment (LCA) of electricity generation technologies: overview, comparability and limitations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(28), 555-565.
- Zonnepaneelwijzer. (2017, December 13). *Levensduur en onderhoud zonnepanelen*. Opgehaald van Zonnepaneelwijzer: <http://www.zonnepaneelwijzer.com/bedrijven-en-non-profit/levensduur-onderhoud-zonnepanelen/>

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

www.anteagroup.nl

Copyright © 2017

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.