

NOTITIE

Onderwerp	Quickscan MKI en CO ₂
Project	Drentse Zonneroute A37
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat
Projectcode	123382
Status	Definitief
Datum	11 maart 2021
Referentie	123382/21-003.964
Auteur(s)	W.J. ter Heijden MSc

Gecontroleerd door	W.S. ten Bosch MSc
Goedgekeurd door	drs. M.J. Schilt
Paraaf	



Bijlage(n)	Berekening CO ₂ en MKI Zonneroute A37
------------	--

Aan	RWS Water, Verkeer en Leefomgeving	Kernteam Zonneroute A37
Kopie	-	

1 INLEIDING

Het project de Drentse Zonneroute A37 loopt vanaf knooppunt Hoogeveen tot aan de Duitse grens langs de gehele A37. De zonnepanelen zijn gepland in de midden- en zijbermen, knooppunten en aansluitingen van de weg. Voor de planuitwerkingsfase van dit project dient een provinciaal inpassingsplan (PIP) en m.e.r.-beoordelingsnotitie opgesteld te worden. Een van de achterliggende onderzoeken hiervoor is de quickscan voor duurzaamheid. In dit onderzoek wordt in een quickscan de milieu-impact berekend per ha of m² zonnenveld, uitgedrukt in de Milieukosten Indicator (MKI) en CO₂-uitstoot. Hierdoor wordt inzichtelijk op welk aspecten er winst te behalen valt.

2 METHODE

2.1 Werkwijze

Voor het opstellen van de quickscan zijn de volgende stappen doorlopen:

- 1 vaststellen van de hoeveelheden;
- 2 opstellen van de MKI-berekening met behulp van DuboCalc;
- 3 analyse en interpretatie van de resultaten.

CO₂ en MKI

De milieu-impact wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van de MKI-waarde en de CO₂-uitstoot. De MKI staat voor Milieu Kosten Indicator en wordt uitgedrukt in euro's. Dit bedrag geeft de schaduwkosten weer van een product of materiaal. Onder de MKI vallen 11 impactcategorieën (zoals broeikaseffect, aantasting van de ozonlaag of humane toxiciteit). Klimaatverandering, uitgedrukt in kilogrammen CO₂-equivalenten, is een van de impact categorieën van de MKI. De CO₂-uitstoot is afkomstig van de gehele keten (zie '2.4 systeemgrenzen'). Naast CO₂-uitstoot vindt er ook CO₂-compensatie plaats doordat zonnepanelen groene energie opwekken die de grijze stroom (afkomstig van bijvoorbeeld kolencentrales) vervangt. Voor de kengetallen van de MKI en CO₂-uitstoot van de producten of materialen wordt gebruik gemaakt van DuboCalc (zie '2.2 referenties').

Abstractieniveau hoeveelheden

Het abstractieniveau van het plan voor de Zonneroute is nog erg hoog. Hierdoor zijn gebruikte hoeveelheden (zie '3. Dataverzameling') nog erg abstract om ermee de CO₂-uitstoot of MKI te kunnen berekenen. Om op dit abstractieniveau te blijven wordt er gebruik gemaakt van een bandbreedte. Deze bandbreedte geeft een bereik aan met een boven- en ondergrens van de minimale en maximale hoeveelheid beschikbare ruimte voor zonnepanelen. Daarnaast worden kengetallen afgerond en zijn ze uiteindelijk vertaald naar een andere eenheid ter vergelijking (bijvoorbeeld aantal huishoudens). Het doel van de quickscan is dan ook om globaal inzicht te geven in de duurzaamheidsimpact en mogelijke winst binnen het project.

Voor de berekening van de milieu-impact (MKI en CO₂) wordt er gebruik gemaakt van 'categorie 3 data' uit de Nationale Milieudatabase (NMD). 'Categorie 3 data' is merk ongebonden data van Stichting NMD. Op deze waarden rust een grotere onzekerheid, waardoor de Stichting NMD een toeslagregel van 30 procent hanteert. Deze onzekerheid sluit aan op het abstractieniveau van het ontwerp. Hierdoor vallen de MKI-waarde en CO₂-uitstoot hoger uit dan in werkelijkheid.

2.2 Referenties

De volgende bronnen zijn gebruikt in het opstellen van de berekening:

- DuboCalc versie 5.1, bibliotheekversie 6.01.27092018;
- uitgangspunten in m.e.r.-beoordeling en provinciaal inpassingsplan Zonnepark A37;
- GIS-data vanuit de m.e.r.-beoordeling Zonneroute A37 (shapefiles);
- esthetisch Programma van Eisen (EPvE) Zonneroute A37;
- www.co2emissiefactoren.nl.

2.3 Scope

Op basis van de aanwezige data zijn de volgende onderdelen meegenomen in de quickscan:

- aanbrengen van zonnepanelen (inclusief opwekken energie);
- aanbrengen grondlichaam zonnewand;
- compensatie energieopwekking zonnepanelen ten opzichte van grijze stroom.

De volgende onderdelen zijn niet meegenomen, omdat er op het moment van het opstellen van de berekening nog geen specifieke uitspraak over is gedaan:

- verleggen waterlopen;
- aanbrengen grondlichaam grondwallekens ten behoeve van afscherming panelen;
- aanbrengen geleiderails;
- specifieke coating van panelen zoals vuilafstotende coating of kleurcoating.

Voor de levensduur van het project wordt uitgegaan van 15 jaar.

2.4 Systeemgrenzen

Voor de quickscan MKI en CO₂ is het belangrijk om te benadrukken dat de systeemgrenzen niet overeenkomen met de geografische projectgrens van het gebied (zoals bijvoorbeeld bij m.e.r.-onderzoeken). De MKI en CO₂-uitstoot gaan over de milieu-impact die over de gehele keten en levenscyclus van de materialen wordt veroorzaakt. Onder de levenscyclus van een materiaal vallen de productiefase, bouwphase, gebruiksfase en sloop- en verwerkingsfase. Niet alle processen in deze keten vinden plaats binnen het projectgebied. Deze fases volgen de EN 15804 en de SBK-bepalingsmethode waar DuboCalc ook op is gebaseerd. afbeelding 2.1 geeft de levenscyclusfases en bijhorende informatie weer.

Afbeelding 2.1 Systeemgrenzen en levenscyclusfases

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

3 DATAVERZAMELING

3.1 Aanbrengen van zonnepanelen

Voor het onderdeel aanbrengen van zonnepanelen wordt er uitgegaan het oppervlak zonnepark van de Drentse Zonneroute A37 waar zonnepanelen komen te liggen en van de milieu-impact per m² PV-paneel/fotovoltaïsche cellen.

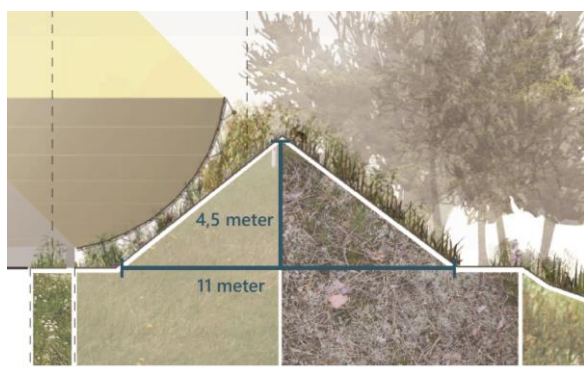
Oppervlak zonnepark

Op basis van het aanwezige ontwerp uit de GIS-data is de bandbreedte voor het oppervlak aan zonnepark/zonneveld bepaald in hectare en vierkante meter. De zonnepanelen worden aangebracht in de berm waar nu gras ligt, maar ook op zonnewanden. Voor de zonnewanden is grondverzet nodig om het grondlichaam aan te brengen. De materialen en milieu-impact hiervan zijn ook meegenomen in de berekening (zie 'zonnewand').

De ondergrens van het oppervlak zonnepark is gebaseerd op het oppervlak gras, exclusief het talud van de sloten en bomen. Dit komt neer op 2.089.839 m². Dit is inclusief de bermen die te smal zijn voor het plaatsen van zonnepanelen en andere plekken waar het plaatsen niet mogelijk is. Daarom is het oppervlak naar beneden afgerond naar 2.000.000 m², oftewel 200 hectare. De bovengrens van het oppervlak zonnepark is gebaseerd op het oppervlakte gras, inclusief bomen en exclusief talud van de sloten. Dit komt neer op 2.50.930 m², oftewel 251 hectare. Dit komt afgerond neer op een bandbreedte tussen de 200 en 250 hectare voor de quickscan.

Het totaal van het grondlichaam is 5.547 m. Voor beide locaties is ervan uitgegaan dat er over de gehele lengte het grondlichaam aangebracht dient te worden. De opbouw van het grondlichaam is gebaseerd op de doorsnede van de zonnewand uit het EPvE. Op basis hiervan is de oppervlak doorsnede van het lichaam bepaald op 49,5 m² (het profiel heeft een piramidevorm van 11 m breed en 4,5 m hoog), zie afbeelding 3.2. Het totale volume van het grondlichaam is 274.577 m³. Binnen het project wordt er van een gesloten grondbalans uitgegaan. Daarom wordt er van het DuboCalc-product 'Werk met werk maken: zand (wegenbouw)' uitgegaan.

Afbeelding 3.2 Doorsnede van grondlichaam zonnewand



3.3 Compensatie energieopwekking zonnepanelen ten opzichte van grijze stroom

Bij het aanbrengen van zonnepanelen is het belangrijk om de compensatie van groene stroom ten opzichte van grijze stroom mee te nemen in de milieu-impact. De compensatie van zonnepanelen houdt in dat iedere kWh opgewekte zonne-energie de CO₂-uitstoot van een kWh van grijze stroom voorkomt. Deze compensatie wordt uiteindelijk afgewogen tegenover de uitstoot afkomstig van de productie om zo te bepalen wanneer de zonnepanelen daadwerkelijk CO₂ gaan besparen¹.

De Nederlandse elektriciteitsmix (stroom onbekend) stoot per kWh 0,475 kg CO₂ uit ten opzichte van 0 kg CO₂ bij zonne-energie (volgens co2emissiefactoren.nl). Het kengetal voor de opbrengst van de zonnepanelen wordt gebaseerd op het totaal oppervlak van het zonnepark. Hiervoor wordt het kengetal van 1 GWh per 1 hectare² gebruikt.

Voor een totale oppervlakte van 200 ha (ondergrens) en 250 ha (bovengrens) komt dit neer op een opbrengst van respectievelijk 200 en 250 GWh (Gigawattuur, 1 GWh is gelijk aan 1 miljoen kWh). Dit is genoeg voor 73.000 tot 91.575 huishoudens (op basis van een energieverbruik van 2.730 kWh/jaar³). Ten opzichte van grijze stroom besparen de zonnepanelen per jaar tussen de 95.000 en 118.750 ton CO₂. Over de levensduur van 15 jaar is dat uiteindelijk tussen de 1.425.000 en 1.781.250 ton CO₂-reductie.

Een belangrijk aandachtspunt bij bovenstaande inschatting is dat de elektriciteitsmix van Nederland naar verwachting de komende jaren zal verduurzamen. Gezien de nationale doelstelling om in 2050 een vrijwel volledig duurzame energievoorziening te hebben, is het niet realistisch dat CO₂-uitstoot per kWh van elektriciteit de komende 15 jaar gelijk blijft. Als we uitgaan van een lineaire afbouw van CO₂-uitstoot per kWh naar nul (voor duurzaam opgewekte energie) tot 2050, resulteert dit in een CO₂-reductie tussen de 1.081.034 en

¹ De data gebruikt voor het bepalen van de energieopwekking is gericht op het inzichtelijk maken van de mogelijke CO₂ compensatie. Overige factoren als positie van de panelen en zonuren zullen uiteindelijk voor een andere energieopbrengst zorgen.

² Kengetal dat Rijkswaterstaat hanteert bij zon op land.

³ Bron: Nibud, Energie en Water (<https://www.nibud.nl/consumenten/energie-en-water/#:~:text=Het%20elektriciteitsverbruik%20is%20vooral%20afhankelijk,is%202.730%20kWh%20per%20jaar.>)

1.351.293 ton CO₂-eq. over een periode van 15 jaar. Dit is voor zowel de onder- als bovengrens een verschil van 25 % ten opzichte van een gelijke CO₂-uitstoot per kWh over 15 jaar.

4 RESULTATEN

De resultaten van de hier globaal ingeschatte milieu-impact van de Zonneroute zijn weergegeven in tabel 4.1. De volledige berekening is opgenomen in bijlage I. Voor zowel de MKI als de CO₂-uitstoot ligt het zwaartepunt in de productie en levering van de zonnepanelen (circa 98 %), waardoor de inbreng van het grondverzet als verwaarloosbaar kan worden beschouwd.

Tabel 4.1 Resultaten MKI en CO₂ Zonneroute A37

	Ondergrens			Bovengrens		
Onderdeel	MKI (in EUR)	CO ₂ (kg CO ₂ -eq.)	Bijdrage	MKI (in EUR)	CO ₂ (kg CO ₂ -eq.)	Bijdrage
aanbrengen zonnepanelen	45.912.800	342.687.200	98 %	57.391.000	428.359.000	98,5 %
aanbrengen grondlichaam zonnewand	818.238	6.674.955	2 %	818.238	6.674.955	1,5 %
subtotaal	46.731.038	349.362.155	100 %	58.209.238	435.033.955	100 %
energiecompensatie (CO ₂) (afnemende CO ₂ /kWh)		-1.081.034.483	-		-1.351.293.103	-
totaal (CO₂)		-731.672.328	-		-916.259.149	-

4.1 CO₂

De totale CO₂-uitstoot afkomstig van het project is tussen de 349.000 en 435.034 ton CO₂-eq. De onder- en bovengrens zijn te vergelijken met ongeveer 1/3^e en 2/5^e van de CO₂-uitstoot van afkomstig van de huishoudens in Emmen. Voor dit aantal ton CO₂ zijn tussen de 17 en 21 miljoen bomen nodig om dit in een jaar op te nemen. Dit komt neer op 1,13 en 1,4 miljoen bomen per jaar over de levensduur van 15 jaar.

De totale CO₂-uitstoot van het project is negatief door de opwekking van groene stroom, die daarmee grijze stroom compenseert. Over de levensduur van 15 jaar is de totale CO₂-uitstoot tussen de -731.672 en -916.259 ton. De reductie is gebaseerd op een lineair dalende elektriciteitsmix van Nederland (zie '3.3 Compensatie energieopwekking zonnepanelen ten opzichte van grijze stroom').

4.2 MKI

De totale MKI-waarde is tussen de EUR 46.730.000,-- en EUR 58.210.000,--. Hiervan is bijna alles afkomstig van de zonnepanelen. Bij de zonnepanelen draagt de productie van de fotovoltaïsche panelen het meeste bij aan de totale MKI van het product (4/5^e van het totaal). Van de productie hiervan draagt het milieueffect broeikaseffect (uitgedrukt in kg CO₂-eq.) het meeste bij aan de totale MKI van zonnepanelen (2/5^e deel). Daarna dragen humane toxiciteit en verzuring het meeste bij aan de totale MKI met respectievelijk ongeveer 1/3^e en 1/6^e deel.

De MKI-waarde geeft een indicatie van de schaduwkosten van het project. De schaduwkosten afkomstig van de CO₂ worden gecompenseerd door de reductie van CO₂ afkomstig van grijze stroom (zie '4.1 CO₂'). Voor de overige (significante) milieueffecten, humane toxiciteit en verzuring, zijn geen compenserende of mitigerende maatregelen binnen de scope van het project.

5 CONCLUSIE

In deze conclusie wordt toegelicht waar winst te behalen valt op duurzaamheid binnen het project Zonneroute A37. Op het gebied van CO₂ is de uitstoot negatief wanneer de compensatie van energieopwekking meegenomen wordt. De compensatie kan worden verhoogd als de productie van de zonnepanelen wordt verlaagd. Naast CO₂ zijn er ook andere milieueffecten die significant bijdragen aan de milieu-impact (die opgenomen zijn in de MKI), met name humane toxiciteit en verzuring. Deze milieueffecten worden niet gecompenseerd door de energieopwekking.

De levensduur van het project staat nu op 15 jaar terwijl de zonnepanelen volgens DuboCalc 25 jaar meegaan. De vraag is of de 15 jaar toch niet overschreden wordt en of de panelen pas na 25 jaar of eerder worden vervangen. Vanwege de ontwikkeling van zonnepanelen, kan het aantrekkelijker worden om de zonnepanelen te vervangen wanneer het rendement per m² paneel aanzienlijk hoger is.

Bij de vervanging van de panelen speelt ten eerste de compensatie van de panelen. Na vijf jaar is de CO₂-uitstoot van de zonnepanelen gecompenseerd door de opwekking van energie. Dit geldt alleen voor CO₂ en niet voor de andere milieueffecten die onder de MKI vallen. Een aandachtspunt hierbij is dat na de eerste 15 jaar, de CO₂-uitstoot van de panelen niet gecompenseerd zal worden door de reductie ten opzichte van grijze stroom voor de volgende 15 jaar. Aan het eind van deze periode is het 2050 waar volgens de nationale doelstellingen alle elektriciteit volledig duurzaam is en geen CO₂ meer uitstoot.

Ten tweede speelt het afvalscenario van de zonnepanelen. In DuboCalc is dat nu niet gedetailleerd gespecificeerd, maar bij het vervangen van de panelen is het belangrijk om een duurzaam en circulair afvalscenario te hanteren. Voor het project is het ook belangrijk om een duurzaam plan op te zetten voor het hoogwaardig hergebruiken van de panelen. Zo is er de Europese non-profit organisatie PV Cycle die gespecialiseerd is in het recyclen van PV-panelen. Daarnaast zijn er recentelijk binnen de provincie Zuid-Holland met zes gemeentes de eerste stappen gezet naar de koppeling van circulariteit en zonnepanelen.

In de berekening is er van abstracte kengetallen van het ontwerp uitgegaan. Naar verwachting zal het aantal zonnepanelen, en de bijhorende milieu-impact, lager zijn vanwege benodigde open ruimtes tussen de panelen. De periode wanneer de compensatie van CO₂ start zal gelijk blijven.



BIJLAGE: BEREKENING CO₂ EN MKI ZONNEROUTE A37

projectcode 123382
datum opmaak 10 maart 2021

titel MKI en CO2 - Drentse Zonneroute A37

Zonneroute A37 - MKI en CO2							
Uitgangspunten				Berekening milieu-impact			
ONDERGRENS		BOVENGRENS		ONDERGRENS		BOVENGRENS	
Milieu-data DuboCalc (inclusief 30% toeslag)			Functionele eenheid	CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)		CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)	
PV, multi-Si; plat dak'			m2	295,42	39,58	295,42	39,58
Werk met werk maken: zand (wegenbouw)			m3	24,31	2,98	24,31	2,98
Oppervlakte panelen		(Ken-)getal	(Ken-)getal	eenheid			
Oppervlak Gras		2.000.000	2.500.000	m2	PV, mono-Si; plat dak'		
Aantal zonnepanelen per m2		0,58	0,58	PV m2/m2	CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)		CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)
Totaal oppervlak PV		1.160.000	1.450.000	m2	342.687.200	45.912.800	428.359.000 57.391.000
Aanbrengen grondlichaam zonnewand							
Lengte zonnewand (Hioogeveen+Parc Sandur)		5,547	5,547	m	Werk met werk maken: zand (wegenbouw)		
doorsnede grondlichaam		49,5	49,5	m2	CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)		CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)
inhoud grondlichaam		274.577	274.577	m3	6.674.955	818.238	6.674.955 818.238
				Totaal		Totaal	
				CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)		CO2 (kg CO2-eq) MKI (€)	
				349.362.155	46.731.038	435.033.955	58.209.238
Opwekking energie		(Ken-)getal	eenheid				
Co2-uitstoot per kWh NL elektriciteitsmix (stroom onbekend)		0,475	0,475	kg CO2			
kWh per ha zonnepark		1.000.000	1.000.000	kWh			
Totaal GWh Zonneroute		200	250	GWh			
Totaal kWh Zonneroute		200.000.000	250.000.000	kWh			
Reductie CO2 Zonneroute t.o.v. elektriciteitsmix (vaste CO2-uitstoot, 1 jaar)				-95.000.000	-118.750.000	kg CO2	Reductie
Reductie CO2 Zonneroute t.o.v. elektriciteitsmix (vaste CO2-uitstoot, 15 jaar)				-1.425.000.000	-1.781.250.000	kg CO2	CO2 (kg CO2-eq) CO2 (kg CO2-eq)
Reductie CO2 Zonneroute t.o.v. elektriciteitsmix (linear afbouwende CO2-uitstoot met 0 kg CO2 in 2050, 15 jaar)				-1.081.034.483	-1.351.293.103	kg CO2	-731.672.328 -916.259.149