



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



- Fietspad
- Verzorgingsplaats
- Toegangsweg

Duurzame energie boven infrastructuur

Verkenkend ontwerp

Mattijs Erberveld

13-09-2023



Aanleiding verkennend ontwerp

Rijkswaterstaat krijgt regelmatig de vraag of de infrastructuur overkapt kan worden met zonnepanelen voor het opwekken van hernieuwbare energie. Op deze manier kan er beter gebruik worden gemaakt van de schaarse ruimte in Nederland.



Impressie Floriade 2018



Ontwerpvrraag

Opstellen van en referentieontwerp voor het overkappen van infrastructuur tbv het plaatsen van zonnepanelen anders dan rijkssnelwegen.

Het referentieontwerp moet inzicht geven in de technische en financiële haalbaarheid en onder welke randvooraarden het mogelijk is een fietspad, toegangsweg of delen van een verzorgingsplaats te overkappen.





Van parkeerplaats naar lijninfra

Verkenkend ontwerp

- Constructie
- Investeringskosten
- Kansen en aandachtspunten

Pilot

- Praktijk ervaring opdoen
- Afleiding weggebruiker
- Sociale veiligheid

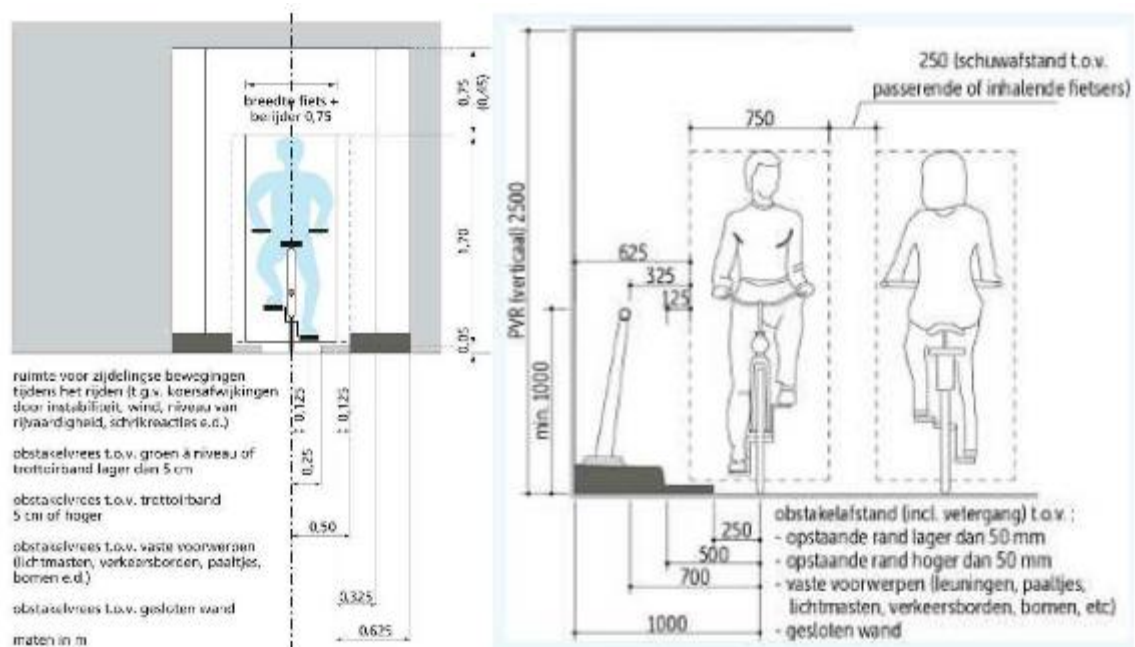


Ontwerp aspecten

- Wegontwerp (doorrijhoogte)
- Verkeersveilig (constructieve afscherming)
- Constructief veilig
- Vormgeving (ruimtelijke beeldkwaliteit)
- Levensduur
- Arbeidsveilig
- Sociaal veilig en toegankelijkheid
- Brandveilig
- Elektrisch veilig
- Veilig tegen oneigenlijk gebruik/vandalisme
- Onderhoud
- Omgeving aspecten (vliegroute vleermuizen)
- Circulair en klimaatneutraal



Wegontwerp Crow





Verkeersveiligheid

- Voldoende ruimte om veilig te passeren
- 1/2 overkappen is ruzie bij regen (fietsers)
- Sneeuw (ophoping bij onderbrekingen overkapping)
- Afwatering
- Lichtdoorlatende panelen of verlichting onder panelen nodig?
- Een overkapping als een tunnel?
- Kruising met bijv toegang tot percelen, onderbreken? Omhoog?
- Rittenanalyse/human factors
- Bereikbaarheid hulpdiensten,
- Toegankelijkheid voor onderhoudswagens



Selectie ontwerp referentie

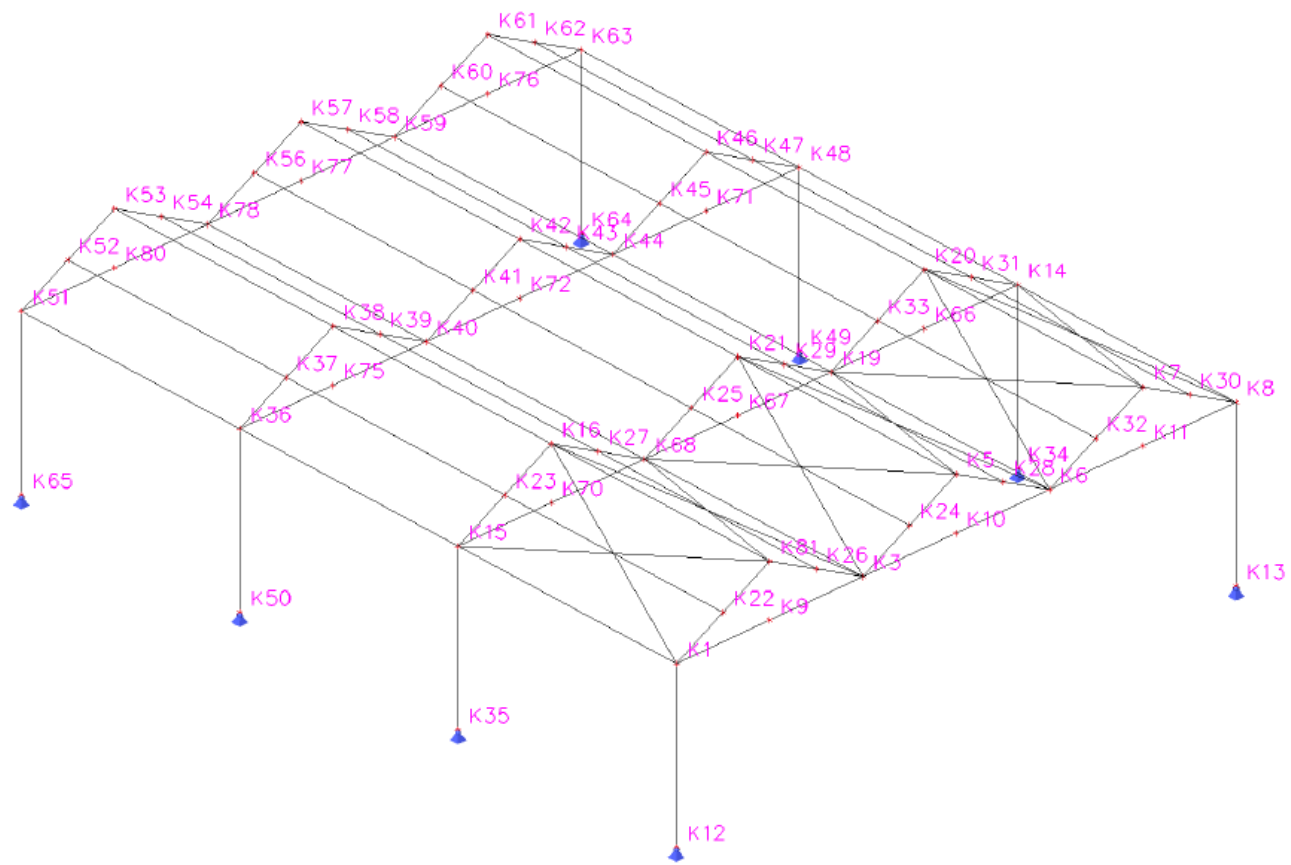
- Toegangsweg - toegangsweg naar parkeerplaats Topshuis
- Fietspad – F35 Nijverdal Wierden
- Verzorgingsplaats – Kloosters, VZP 2.0 InnovA58



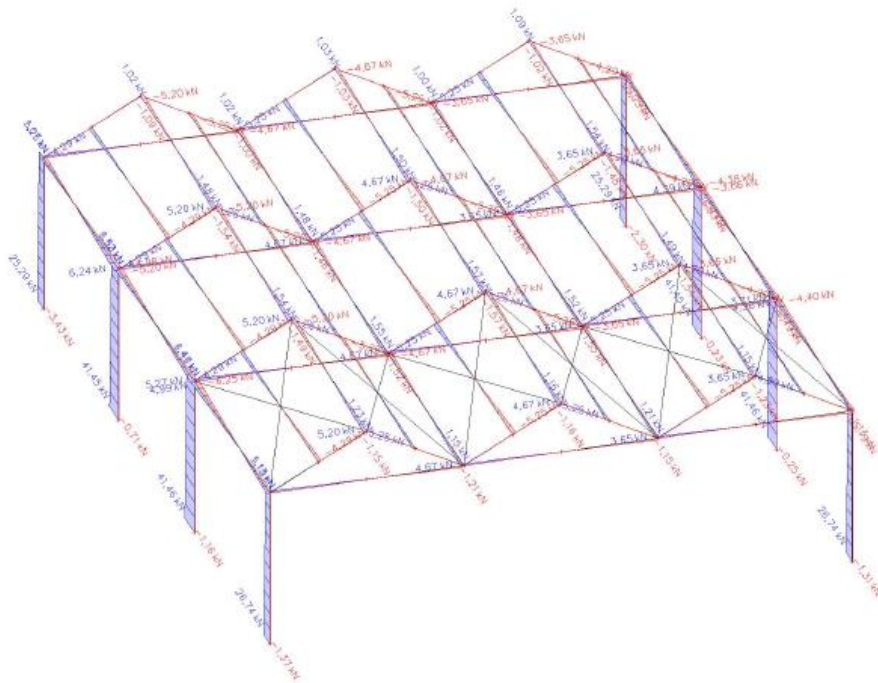
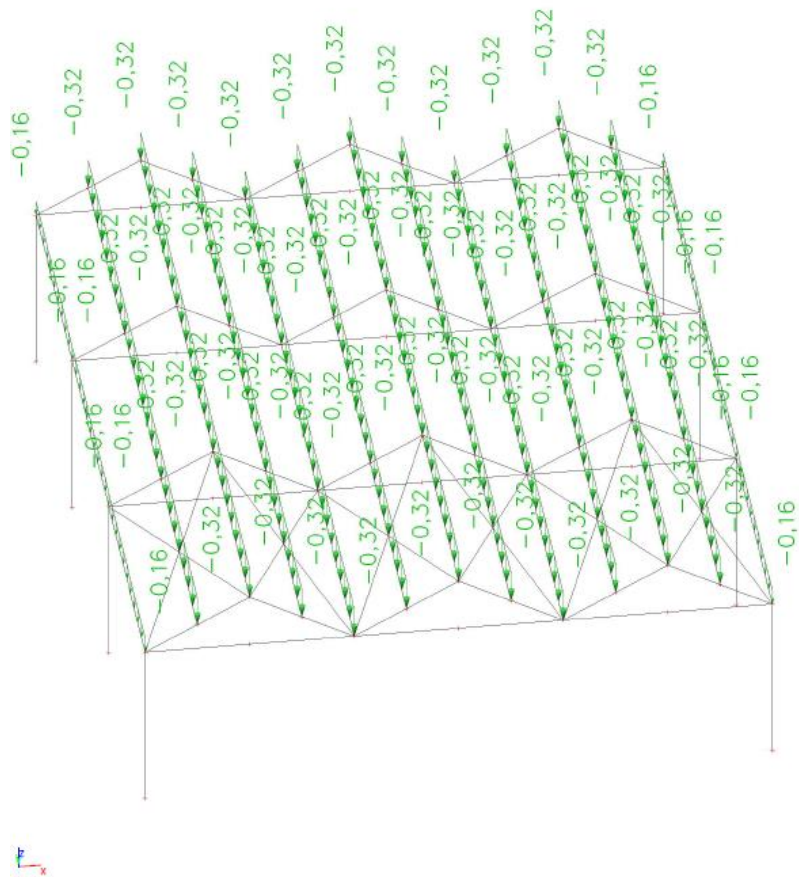
Toegangsweg Rijkswaterstaat district kantoor Topshuis



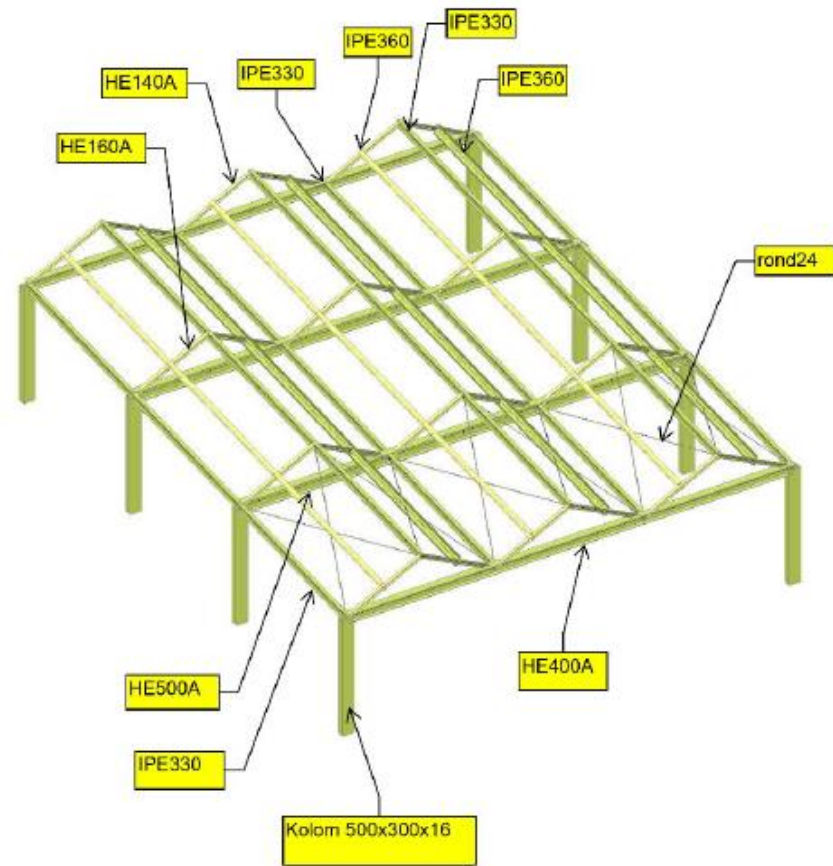




Wind belasting




Belasting isometrisch overzicht



Gekozen profielen



Op basis van totaal belasting benodigde materiaal

Bijlage 3b - Hoeveelhedenboek Toegangsweg									
SWECO 									
Opdrachtgever	RWS	Opgesteld door:	Charl Abrahamsen						
Project	Zonnepanelen overkapping toegangsweg	Datum:	24-3-2023						
Projectnummer	51013496	Versie:	A						
Tekeningnummer									
Ontwerpfase									
Code	Beschrijving	stuks	lengte (m)	breedte (m)	hoogte (m)	gewicht (kg/m of st)	oppervlakte (m2)	inhoud (m3)	Massa (kg)
	Aantal modules	12							
	Staal								
	Overkapping toegangsweg - Variant ?	1	module						
	Kolom, 500x300x16mm	8	5,3			190,76			8.088,01
	Hoofdligger KOP, HE400A	2	19,1			127,4			4.866,68
	Hoofdligger TUSSEN, HE500A	2	19,1			155,43			5.937,43
	Langsligger, IPE300	33	8			43,1			11.378,40
	Langsligger, IPE330	6	8			50,1			2.404,80
	Dwarsligger KOP, HE140A	12	3,61			25,2			1.091,66
	Dwarsligger TUSSEN, HE140A	12	3,61			25,2			1.091,66
	Schoor Rond24	12	8,78			3,5482			373,84
	Totaal								23.854,08
	Toeslag	5%							1.192,70
	Totaal								25.046,79
	Per m1		24						1.043,62
	totaal 12 modules		288						300.561,46
	Fundering	1	module						
	Prefab beton paal	8	0,32	0,32	6				
	totaal 12 modules	96							



Maken van de constructie

111010	Maken constructie van staal t.b.v. overkapping	8.021,25	kg	N	2,70	21.677,43
	Samenstellen constructie van staal t.b.v. overkapping	8.021,25	kg		2,70	21.677,43

Omschrijving	Productie inclusief	Productie eenheid	Hoeveelheid	Eenheid	Kostprijs	In kostprijs	Kosten
Maken stalen onderdelen (40 mu/ton) excl. levering -Complex-	1,00	kg / kg	8.021,25	kg	2,70	2,70	21.677,43

Omschrijving	Productie inclusief	Productie eenheid	Hoeveelheid	Eenheid	Kostprijs	In kostprijs	Kosten
Gekwalificeerde Staalwerker/ Lasser incl materieel DAG-TARIEF	50,00	kg / uur	160,43	uur	71,25	1,43	11.430,28



De investeringskosten toegangsweg

Omschrijving	2. Toegangsweg							288	m'	
	Per eenheid		Per m' weg				Totaal	%	BTW	Totaal
	Hoeveelheid	Eenl	Prijs	Prijs	Eenl					
Aanbrengen										
Staalconstructie	485.077	kg	€ 4,66	€ 7.848,82	m ³	€ 2.260.459	21%	€ 474.696	€ 2.735.155	
Zonnepanelen	6.048	m ²	€ 37,13	€ 779,73	m ²	€ 224.562	21%	€ 47.158	€ 271.720	
Beton	130	m ³	€ 268,55	€ 121,22	m ³	€ 34.912	21%	€ 7.331	€ 42.243	
Fundering	96	st	€ 132,84	€ 44,28	m ³	€ 12.753	21%	€ 2.678	€ 15.431	
Grond/zand ontgraven	810	m ³	€ 4,30	€ 12,09	m ³	€ 3.483	21%	€ 731	€ 4.214	
Grond/zand aanvullen	680	m ³	€ 3,64	€ 8,59	m ³	€ 2.475	21%	€ 520	€ 2.995	
Grond/zand afvoeren	130	m ³	€ 4,23	€ 1,91	m ³	€ 550	21%	€ 115	€ 665	
Leveren										
Staalprofielen, th.verz.	485.077	kg	€ 2,15	€ 3.621,23	m ³	€ 1.042.916	21%	€ 219.012	€ 1.261.928	
Wapeningsstaal	19.353	kg	€ 1,15	€ 77,28	m ³	€ 22.256	21%	€ 4.674	€ 26.930	
Ankers	384	st	€ 10,46	€ 13,95	m ³	€ 4.017	21%	€ 843	€ 4.860	
Zonnepanelen	6.048	m ²	€ 112,75	€ 2.367,75	m ²	€ 681.912	21%	€ 143.202	€ 825.114	
Beton C12/15	16	m ³	€ 105,00	€ 5,65	m ³	€ 1.628	21%	€ 342	€ 1.969	
Beton C30/37	130	m ³	€ 113,50	€ 51,23	m ³	€ 14.755	21%	€ 3.099	€ 17.854	
Prefab betonpaal, incl. wap.	96	st	€ 351,89	€ 117,30	m ³	€ 33.781	21%	€ 7.094	€ 40.876	
Benoemde directe bouwkosten				€ 15.086,10	m³	€ 4.344.796	21%	€ 912.407	€ 5.257.203	
Nader te detailleren bouwkosten				€ 1.508,61	m ³	€ 434.480	21%	€ 91.241	€ 525.721	
Directe bouwkosten				€ 16.594,71	m³	€ 4.779.276	21%	€ 1.003.648	€ 5.782.924	
Overige eenmalige kosten				€ 331,90	m ³	€ 95.586	21%	€ 20.073	€ 115.659	
Overige algemene bouwplaatskosten				€ 165,95	m ³	€ 47.793	21%	€ 10.037	€ 57.830	
Uitvoeringskosten				€ 1.659,47	m ³	€ 477.928	21%	€ 100.365	€ 578.293	
Projectmanagementkosten				€ 331,90	m ³	€ 95.586	21%	€ 20.073	€ 115.659	
Algemene kosten				€ 1.335,88	m ³	€ 384.732	21%	€ 80.794	€ 465.526	
Winst				€ 510,49	m ³	€ 147.022	21%	€ 30.875	€ 177.897	
Risico				€ 510,49	m ³	€ 147.022	21%	€ 30.875	€ 177.897	
Indirecte bouwkosten				€ 4.846,07	m³	€ 1.395.669	21%	€ 293.090	€ 1.688.759	
Voorzien bouwkosten				€ 21.440,78	m ³	€ 6.174.945	21%	€ 1.296.738	€ 7.471.683	
Niet benoemd risico bouwkosten				€ 2.144,08	m ³	€ 617.494	21%	€ 129.674	€ 747.168	
Bouwkosten Deelraming				€ 23.584,86	m³	€ 6.792.439	21%	€ 1.426.412	€ 8.218.851	
Benoemde directe engineeringkosten				€ 4.288,16	m ³	€ 1.234.989	21%	€ 259.348	€ 1.494.337	
Nader te detailleren engineeringkosten				€ 428,82	m ³	€ 123.499	21%	€ 25.935	€ 149.434	
Niet benoemd risico engineeringkosten				€ 471,70	m ³	€ 135.849	21%	€ 28.528	€ 164.377	
Engineeringkosten Deelraming				€ 5.188,67	m³	€ 1.494.337	21%	€ 313.811	€ 1.808.148	
Benoemde directe overige bijkomende kosten				€ 900,51	m ³	€ 259.348		€ 12.967	€ 272.315	
Nader te detailleren overige bijkomendekosten				€ 90,05	m ³	€ 25.935	21%	€ 5.446	€ 31.381	
Niet benoemd risico overige bijkomendekosten				€ 99,06	m ³	€ 28.528	21%	€ 5.991	€ 34.519	
Overige bijkomendekosten Deelraming				€ 1.089,62	m³	€ 313.811		€ 24.405	€ 338.215	
Investeringskosten Deelraming				€ 29.863,15	m³	€ 8.600.587	20,5%	€ 1.764.628	€ 10.365.214	
Objectoverstijgende risicoservering				€ 2.986,32	m³	€ 860.059	21%	€ 180.612	€ 1.040.671	
Investeringskosten (reële kosten)				€ 32.849,47	m³	€ 9.460.646		€ 1.945.240	€ 11.405.886	
				Met een bandbreedte 50% (+/-25%) liggen de investeringskosten incl. BTW (reële kosten) tussen:		€ 8.554.415	en	€ 14.257.358		



De investeringskosten toegangsweg

Investeringskosten (reële kosten)				€ 32.849,47	m¹	€ 9.460.646		€ 1.945.240	€ 11.405.886
	<i>Met een bandbreedte 50% (+/-25%) liggen de investeringskosten incl. BTW (reële kosten) tussen:</i>								
				€ 8.554.415				en € 14.257.358	
Investeringskosten (reële kosten) per module	Lengte Module		Prijs per module						
			<i>excl. BTW</i>		<i>BTW</i>		<i>incl. BTW</i>		
	24,00	m¹	€ 788.387		€ 162.103		€ 950.491		
	<i>Bandbreedte -25%</i>		<i>€ 591.290</i>		<i>€ 121.578</i>		<i>€ 712.868</i>		
	<i>50% (+/-25%)</i>	<i>25%</i>	<i>€ 985.484</i>		<i>€ 202.629</i>		<i>€ 1.188.113</i>		
Investeringskosten (reële kosten) per 250 m¹	Lengte 250 m¹		Prijs per module						
			<i>excl. BTW</i>		<i>BTW</i>		<i>incl. BTW</i>		
	250,00	m¹	€ 8.212.366		€ 1.688.577		€ 9.900.943		
	<i>Bandbreedte -25%</i>		<i>€ 6.159.275</i>		<i>€ 1.266.433</i>		<i>€ 7.425.707</i>		
	<i>50% (+/-25%)</i>	<i>25%</i>	<i>€ 10.265.458</i>		<i>€ 2.110.721</i>		<i>€ 12.376.179</i>		
Investeringskosten (reële kosten) per m¹	Lengte per m¹		Prijs per module						
			<i>excl. BTW</i>		<i>BTW</i>		<i>incl. BTW</i>		
	1,00	m¹	€ 32.849		€ 6.754		€ 39.604		
	<i>Bandbreedte -25%</i>		<i>€ 24.637</i>		<i>€ 5.066</i>		<i>€ 29.703</i>		
	<i>50% (+/-25%)</i>	<i>25%</i>	<i>€ 41.062</i>		<i>€ 8.443</i>		<i>€ 49.505</i>		
Investeringskosten (reële kosten) per m²	Per m²		Prijs per module						
			<i>excl. BTW</i>		<i>BTW</i>		<i>incl. BTW</i>		
	1,00	m²	€ 1.564		€ 322		€ 1.886		
	<i>Bandbreedte -25%</i>		<i>€ 1.173</i>		<i>€ 241</i>		<i>€ 1.414</i>		
	<i>50% (+/-25%)</i>	<i>25%</i>	<i>€ 1.955</i>		<i>€ 402</i>		<i>€ 2.357</i>		
Investeringskosten (reële kosten) per Wattpiek	Per Wattpiek		Prijs per module						
			<i>excl. BTW</i>		<i>BTW</i>		<i>incl. BTW</i>		
	1	Wattp.	€ 7,82		€ 1,61		€ 9,43		
	<i>Bandbreedte -25%</i>		<i>€ 5,87</i>		<i>€ 1,21</i>		<i>€ 7,07</i>		
	<i>50% (+/-25%)</i>	<i>25%</i>	<i>€ 9,78</i>		<i>€ 2,01</i>		<i>€ 11,79</i>		

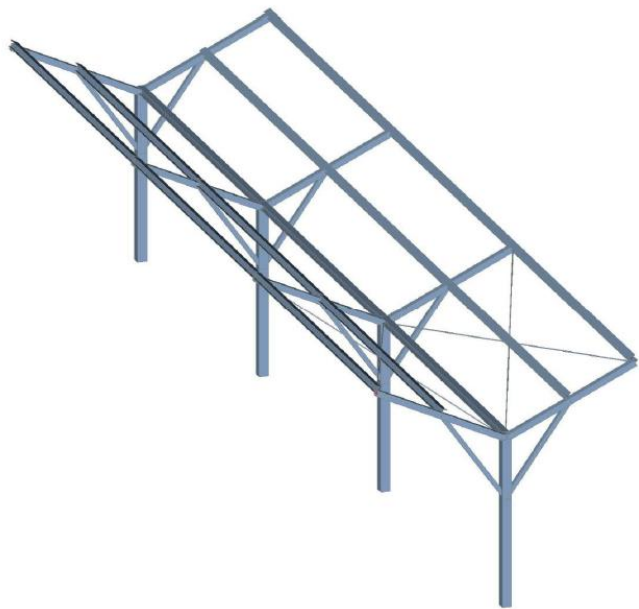
Afhankelijk van het de opbrengsten van de energie ligt de terugverdientijd tussen de 25 > 135 jaar



Overkapping fietspad F35 deeltraject Nijverdal-Wierden

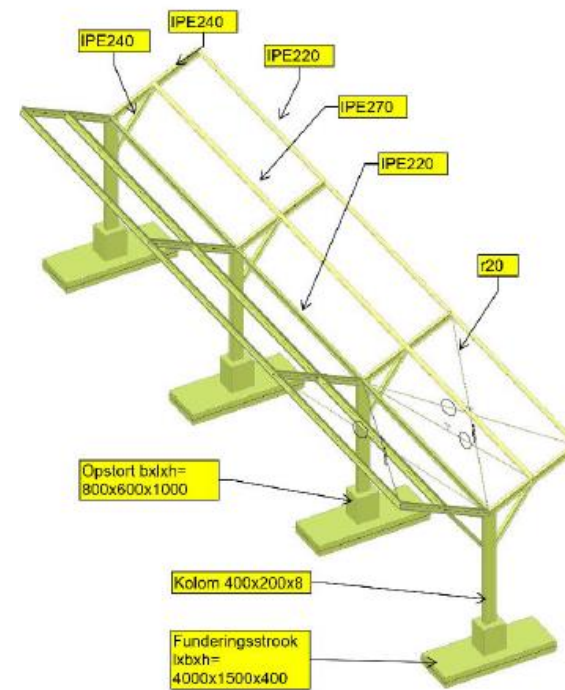
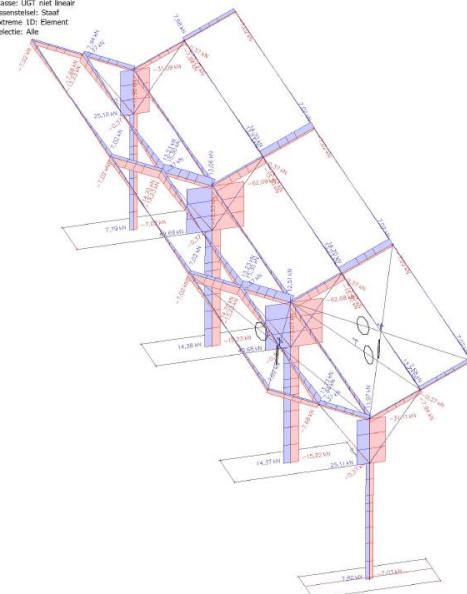






3.16. Totaal; V_z; UGT

Waarden: V_z
Niet-lineaire berekening
Klasse: UGT niet lineair
Aanpak: Staal
Extreme ID: Element
Selectie: Alle





De investeringskosten fietspad

				EXCL. BTW	BTW	INCL. BTW
Investeringskosten (reële kosten)			€ 8.676,15 m ¹	€ 5.205.692	€ 1.070.362	€ 6.276.054
	Met een bandbreedte 50% (+/-25%) liggen de investeringskosten incl. BTW (reële kosten) tussen:			€ 4.707.041	en	€ 7.845.068
Investeringskosten (reële kosten) per module	Lengte Module		Prijs per module			
			excl. BTW	BTW	incl. BTW	
	24,00	m ¹	€ 208.228	€ 42.814	€ 251.042	
	Bandbreedte	-25%	€ 156.171	€ 32.111	€ 188.282	
	50% (+/-25%)	25%	€ 260.285	€ 53.518	€ 313.803	
Investeringskosten (reële kosten) per 250 m ¹	Lengte 250 m ¹					
			excl. BTW	BTW	incl. BTW	
	250,00	m ¹	€ 2.169.038	€ 445.984	€ 2.615.023	
	Bandbreedte	-25%	€ 1.626.779	€ 334.488	€ 1.961.267	
	50% (+/-25%)	25%	€ 2.711.298	€ 557.480	€ 3.268.778	
Investeringskosten (reële kosten) per m ¹	Lengte per m ¹					
			excl. BTW	BTW	incl. BTW	
	1,00	m ¹	€ 8.676	€ 1.784	€ 10.460	
	Bandbreedte	-25%	€ 6.507	€ 1.338	€ 7.845	
	50% (+/-25%)	25%	€ 10.845	€ 2.230	€ 13.075	
Investeringskosten (reële kosten) per m ²	Per m ²					
			excl. BTW	BTW	incl. BTW	
	1,00	m ²	€ 1.239	€ 255	€ 1.494	
	Bandbreedte	-25%	€ 930	€ 191	€ 1.121	
	50% (+/-25%)	25%	€ 1.549	€ 319	€ 1.868	
Investeringskosten (reële kosten) per Wattpiek	Per Wattpiek					
			excl. BTW	BTW	incl. BTW	
	1	Wattp.	€ 6,20	€ 1,27	€ 7,47	
	Bandbreedte	-25%	€ 4,65	€ 0,96	€ 5,60	
	50% (+/-25%)	25%	€ 7,75	€ 1,59	€ 9,34	

Afhankelijk van de opbrengsten van de energie ligt de terugverdientijd tussen de 20 > 110 jaar



Verzorgingsplek A6

A6 als realisatie locatie:

In de visualisatie is op de verzorgingsplek A6 ook een overkappingen gevisualiseerd zie visualisatie op: [Synthesemodel - A6 zon Lelystad Dronten \(mett.nl\)](https://www.mett.nl)





Overkapping op verzorgingsplek van de toekomst Inova58

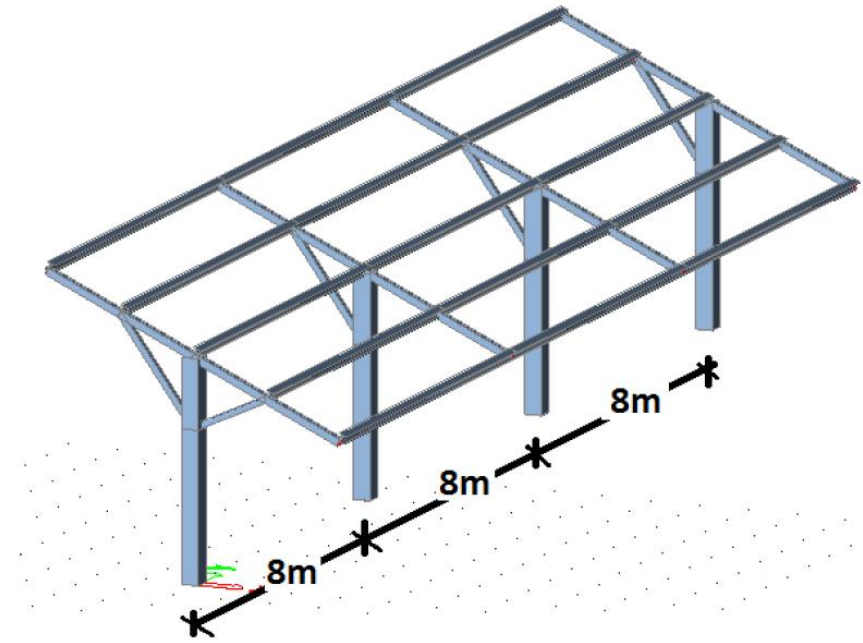
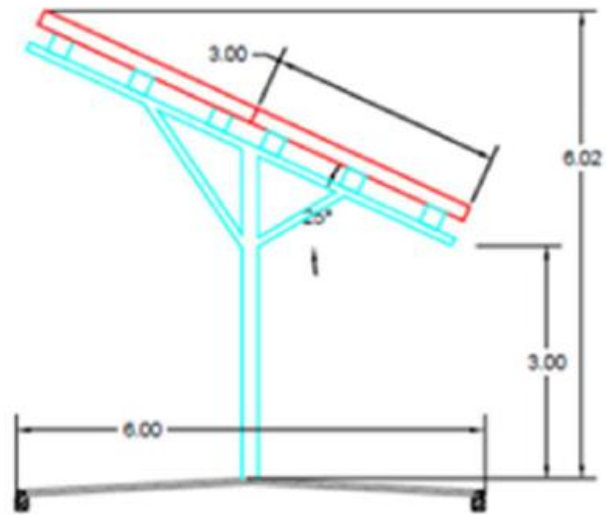


Innovatiestroom Verzorgingsplaats Kloosters aan de A58

projectteam InnovA58 07-10-2020 1440 0

De Innovatiestroom bij Verzorgingsplaats Kloosters aan de A58 is dé plaats om die innovaties te beproeven. [Lees meer >](#)







De investeringskosten verzorgingsplaats

	Met een bandbreedte 50% (+/-25%) liggen de investeringskosten incl. BTW (reële kosten) tussen:			
		€ 164.280	en	€ 273.801
Investeringskosten (reële kosten) per module	Lengte Module	Prijs per module		
		<i>excl. BTW</i>	<i>BTW</i>	<i>incl. BTW</i>
	8,00 m¹	€ 60.561	€ 12.452	€ 73.014
	<i>Bandbreedte -25%</i>	€ 45.421	€ 9.339	€ 54.760
	<i>50% (+/-25%) 25%</i>	€ 75.702	€ 15.565	€ 91.267
Investeringskosten (reële kosten) per 250 m ¹	Lengte 250 m¹	Prijs per module		
		<i>excl. BTW</i>	<i>BTW</i>	<i>incl. BTW</i>
	250,00 m¹	€ 1.892.542	€ 389.132	€ 2.281.673
	<i>Bandbreedte -25%</i>	€ 1.419.406	€ 291.849	€ 1.711.255
	<i>50% (+/-25%) 25%</i>	€ 2.365.677	€ 486.414	€ 2.852.092
Investeringskosten (reële kosten) per m ¹	Lengte per m¹	Prijs per module		
		<i>excl. BTW</i>	<i>BTW</i>	<i>incl. BTW</i>
	1,00 m¹	€ 7.570	€ 1.557	€ 9.127
	<i>Bandbreedte -25%</i>	€ 5.678	€ 1.167	€ 6.845
	<i>50% (+/-25%) 25%</i>	€ 9.463	€ 1.946	€ 11.408
Investeringskosten (reële kosten) per m ²	Per m²	Prijs per module		
		<i>excl. BTW</i>	<i>BTW</i>	<i>incl. BTW</i>
	1,00 m²	€ 1.262	€ 259	€ 1.521
	<i>Bandbreedte -25%</i>	€ 946	€ 195	€ 1.141
	<i>50% (+/-25%) 25%</i>	€ 1.577	€ 324	€ 1.901
Investeringskosten (reële kosten) per Wattpiek	Per Wattpiek	Prijs per module		
		<i>excl. BTW</i>	<i>BTW</i>	<i>incl. BTW</i>
	1 Wattp.	€ 6,31	€ 1,30	€ 7,61
	<i>Bandbreedte -25%</i>	€ 4,73	€ 0,97	€ 5,70
	<i>50% (+/-25%) 25%</i>	€ 7,89	€ 1,62	€ 9,51

Afhankelijk van de opbrengsten van de energie ligt de terugverdientijd tussen de 20 > 110 jaar



Conclusie

- Het is technisch mogelijk om een fietspad, deel van een verzorgingsplaats of een toegangsweg te overkappen en zonnepanelen te plaatsen. Verkeersveiligheid is een extra factor van aandacht (hoogte, breedte en sterkte)
- Financieel lijken de gepresenteerde oplossingen niet altijd haalbaar, gezien de forse terugverdientijden. Groot effect hebben kosten van de staalprofielen vanwege kans op aanrijding en de opbrengst van energie.
- Het verder uitwerken van het ontwerp op verkeersveiligheid en aspecten als onderhoudbaarheid, ruimtelijke kwaliteit en sociale veiligheid zal eerder kostenverhogend zijn (o.a. verlichting, vormgeving, onderhoudsvoorzieningen)



Vervolg

1) Optimalisatie ontwerp

Onderzoek of het ontwerp verder is te optimaliseren. Zo is bij de basisontwerpen de panelen binnen de contouren van de constructie geplaatst mogelijk kunnen deze er ook buiten hierdoor nemen de opbrengsten wellicht toe.

2) Haalbaarheid

De financiële haalbaarheid wordt aantrekkelijker wanneer de panelen geplaatst worden op een overkapping die al om andere redenen wordt aangelegd of energie tegen een hoge prijs kan worden geleverd. Kijk ook naar de CO₂-uitstoot (Dubocalc)

3) Pilot

Start bij een haalbaar ontwerp een pilot op een verkeersarme locatie om de overkapping in de praktijk te testen. Inzet is om dit in samenwerking te doen met de omgeving mogelijk ondersteund met ontwikkeltraject RVO.