

De Prijs van BIPV in Nederland

Menno van den Donker, Stijn Greveling,

Finn Vossen, Wiep Folkerts



Partner in solar energy solutions



Verschenen op 23 november 2016 ter gelegenheid van de SundayNL 2016

De prijs van BIPV in Nederland

Samenvatting: Dit rapport bevat de resultaten van een BIPV prijsstudie uitgevoerd door SEAC in de zomer van 2016. Enerzijds is er onderzocht welk type PV panelen er gebruikt worden in BIPV toepassingen, wie de toeleveranciers zijn en wat het prijsniveau is. Anderzijds is er onderzocht welke BIPV toepassingen er in de sociale woningbouw mogelijk zijn en wat daar het prijsniveau van is. De belangrijkste conclusies zijn dat het prijsniveau van BIPV oplossingen zeer constant is gebleven tussen 2014 en 2016; Typische op-dak PV prijzen circa 1.30 €/Wp bedragen; Gebouwegeïntegreerde oplossingen in de regel 20-80% duurder zijn in de aanschaf dan op-dak systemen; Dit met name komt door gebruik van duurder PV panelen met hogere esthetische waarde; Een positieve uitzondering hierop prefab PV dakelementen vormen, via welke een PV systeem voor een meerprijs van slechts 1.20 €/Wp gerealiseerd kan worden.

[omslagfoto: Zonnecomfort]



Verschenen op 23 november 2016 ter gelegenheid van de SundayNL 2016

Inhoudsopgave

1	Introductie	7
2	Methode.....	9
2.1	Zonnepanelen.....	9
2.2	BIPV oplossingen.....	13
2.3	Referentiekosten.....	18
3	Resultaten.....	23
3.1	Zonnepanelen.....	23
3.2	BIPV oplossingen.....	28
4	Discussie.....	39
5	Conclusies.....	43
	Dankwoord	47



1 Introductie

Gebouwgeïntegreerde zonne-energie kent vele verschijningsvormen en facetten. Het wordt vaak aangeduid met de Engelse term Building Integrated Photovoltaics, afgekort tot BIPV. In 2014 verrichtte het SEAC een eerste studie naar de prijzen van BIPV, waarin belangrijke nieuwe inzichten over de prijspositionering van deze oplossingen werden gegenereerd¹. Deze uitkomsten zijn later ook nog gebruikt in het internationale “BIPV status report 2015” van SEAC en SUPSI².

Nu, twee jaar later, was de tijd rijp om deze studie te herhalen en uit te breiden. De herhaling bood de mogelijkheid om trends in de prijzen te ontdekken. Anderzijds bood het nieuwe onderzoek de kans om de studie uit te breiden door naast daken ook gevels te beschouwen en door naast BIPV oplossingen ook de onderliggende PV panelen te beschouwen.

¹ “BIPV pricing in The Netherlands 2014”, rapport van Guus Verberne en Menno van den Donker, downloadbaar vanaf www.seac.cc

² “BIPV Status Report 2015: BIPV Product Overview for Solar Façades and Roofs”, rapport van Francesco Frontini, Pierluigi Bonomo, Anatoli Chatzipanagi, Guus Verberne, Menno van den Donker, Kostas Sinapis en Wiep Folkerts, downloadbaar vanaf www.seac.cc

‘Onbekend maakt onbemind’. We zijn er van overtuigd dat deze studie de ontwikkelingen in de BIPV sector in Nederland kan helpen door duidelijkheid te scheppen omtrent de kostenopbouw en toepassingsmogelijkheden van BIPV in Nederland. We danken alle deelnemers aan de studie voor hun gedeelde visie op dit punt en daaruit voortvloeiende openheid en hulp.

2 Methode

Het onderzoek is uitgevoerd in twee fases. De eerste fase richtte zich op het inkoop prijsniveau van speciale types zonnepanelen die in BIPV toepassingen gebruikt worden. De tweede fase richtte zich op de prijsstelling van BIPV toepassingen zoals die voor installateurs worden aangeboden.

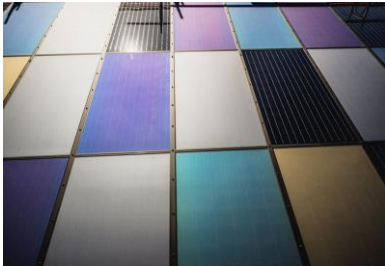
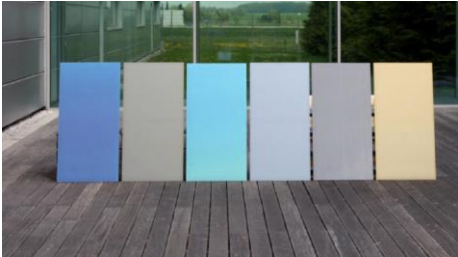
2.1 Zonnepanelen

Het onderzoek naar de prijsstelling van zonnepanelen is uitgevoerd middels interviews met installatiebedrijven en groothandels, met name tijdens de beurzen Solar Solutions en Intersolar 2016. De prijzen zijn gegroepeerd naar het soort PV paneel (standaard panelen | hoog rendement panelen | doorkijkpanelen | flexibele panelen | gekleurde panelen | op maat gemaakte panelen) en de onderliggende PV technologie (kristallijn silicium | dunne film). Tevens zijn de Unique Selling Points (USPs) van deze PV technologieën verzameld. Voorbeelden van de PV technologieën staan in de tabel hieronder weergegeven.

Tabel I. De beschouwde PV panelen en technologieën.

	Kristallijn silicium technologieën	Dunne film technologieën
Standaard panelen		
Hoog rendement panelen		n.v.t.

	Kristallijn silicium technologieën	Dunne film technologieën
Doorkijk- panelen		
Flexibele panelen		

	Kristallijn silicium technologieën	Dunne film technologieën
Gekleurde panelen		
Op maat gemaakte panelen		

2.2 BIPV oplossingen

De tweede fase van de studie richtte zich op het verkoopsrijksniveau van de BIPV toepassingen aan de eindklant. Teneinde inzicht te verkrijgen in de prijs en beschikbaarheid van BIPV oplossingen in Nederland werd enkele aanbieders gevraagd een offerte op te stellen voor een fictief gebouw dat van BIPV moest worden voorzien. Dit jaar hebben we hierbij de focus gelegd op de sociale woningbouw, door een typisch rijtjeshuis en galerijflat als uitgangspositie te nemen. Hiertoe zijn we uitgegaan van de zogenaamde *referentiewoningen*³ van RVO, welke staan weergegeven in figuur 1. We onderscheiden hierin drie interessante oppervlakken voor BIPV toepassing: Het hellende dak van een tussenwoning, de blinde kopgevel van een galerijflat en het platte dak van een galerijflat. Hierbij is er in het hellende dak een dakraam opgenomen. Ook zijn er enkele typische obstakels in het platte dak meegenomen (niet zichtbaar in figuur 1b).

³ Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2015), Referentiewoning EPC 0,4, Galerijcomplex en Referentiewoning EPC 0,4, Tussenwoning, beschikbaar op <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatie-epc/referentiewoningen>



Figuur 1a – Referentie tussenwoning. De referentiewoning heeft een zuid gericht dakoppervlak van 30 m^2 per woning met daarin verwerkt een dakraam van 1.4 m^2 .



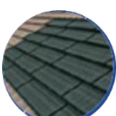
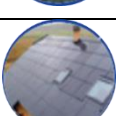
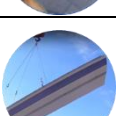
Figuur 1b - Referentie galerijcomplex van 36 woningen verdeeld over vijf verdiepingen. Het galerijcomplex heeft de gevel zuid gericht. Het beschikbare gevel oppervlak is 150 m^2 aan de westkant, 60 m^2 aan de zuidkant en 150 m^2 aan de oostkant. Het platte dak-oppervlak is 640 m^2 . Op het platte dak zijn enkele obstakels aanwezig (niet ingetekend in de figuur).

De drie aangewezen oppervlakken konden op verschillende manieren van PV worden voorzien. De mogelijkheden staan weergegeven in tabel II. Deze mogelijkheden zijn grotendeels overgenomen uit het SEAC-SUPSI BIPV Status Rapport 2015⁴, op een paar kleine wijzigingen na. Zo is er een extra categorie voor hellende daken toegevoegd die in opkomst is: Prefab PV dakelementen. Daarnaast zijn er enkele categorieën weggelaten omdat die niet toepasbaar waren op de geschetste oppervlakken, met name 'solar glazing' en 'solar metal panels'. Tot slot is de definitie van 'Flexibele PV' verruimd, omdat er op dit vlak geen prefab geïntegreerde producten meer in de handel zijn en we ook het op de bouwplaats vastlijmen van flexibele PV op reeds aanwezige dakbedekking mee hebben geteld als BIPV oplossing.

⁴ SEAC-SUPSI BIPV Status Rapport 2015, downloadbaar vanaf www.seac.cc

Tabel II. Categorisering van de onderzochte PV en BIPV oplossingen.

Vlak dak		Conventionele systemen
<i>Op-dak systemen (vlak)</i>		Standaard zonnepanelen worden op het bestaande dak aangebracht, met een ventilatieruimte tussen de panelen en aanwezige dakbedekking. Deze oplossing is geen BIPV, maar is ter referentie meegenomen.
<i>Flexibele dakbedekking</i>		Een flexibel PV paneel wordt geïntegreerd op of in de dakbedekking.
Gevel		Geïntegreerde systemen
<i>Geventileerde gevel</i>		PV panelen worden op de blinde kopgevel geplaatst, waarbij er een ventilatieschacht aanwezig is tussen PV panelen en de achterwand. De panelen dienen tevens als slagregenwering en afwerking, en vervangen daarmee reguliere gevelbeplating.

Hellend dak		Geïntegreerde systemen
<i>Op-dak systemen (hellend)</i>		Standaard zonnepanelen worden op het bestaande dak aangebracht, met een ventilatieruimte tussen de panelen en aanwezige dakpannen. Deze toepassing is geen BIPV, maar is ter referentie meegenomen.
<i>In-dak systemen</i>		Standaard zonnepanelen worden in plaats van dakpannen gelegd, op het onderdak. Naast de zonnepanelen bij de dakranden liggen reguliere dakpannen.
<i>Zonnepanzen</i>		Zonnepanelen in plaats van dakpannen, die kwa maatvoering aansluiten bij reguliere dakpannen en via vergelijkbare wijze worden aangebracht op het dak zodat er op het dak een esthetisch geheel ontstaat. Naast de zonnepanelen bij de dakranden liggen reguliere dakpannen.
<i>Dakvullende systemen</i>		Complete dakoplossing, waarin een volledig glazen dak wordt gecreëerd zonder gebruik te maken van dakpannen, inclusief oplossingen voor dakramen, dakgoot, schoorsteen, dakranden en daknok.
<i>Prefab PV dakelementen</i>		Combinatie van PV panelen en isolerende dakelementen die deels prefab worden gemonteerd om installatiekosten te besparen. Bij sommige concepten wordt alleen het montagesysteem prefab aangebracht, bij anderen het hele zonnepaneel.

2.3 Referentiekosten

In de prijsbepaling van BIPV spelen *referentiekosten* een belangrijke rol. De referentiekosten geven aan welke bouwmaterialen uitgespaard worden vanwege de aanleg van het BIPV systeem. Een inzichtelijk voorbeeld is het hellende dak met daarop een in-dak PV systeem. Doordat er een in-dak PV systeem wordt toegepast hoeven er geen dakpannen gelegd te worden. Deze uitgespaarde kosten van de dakpannen dienen we van de totaalprijs af te trekken om de *meerkosten* van de PV functionaliteit te bepalen.

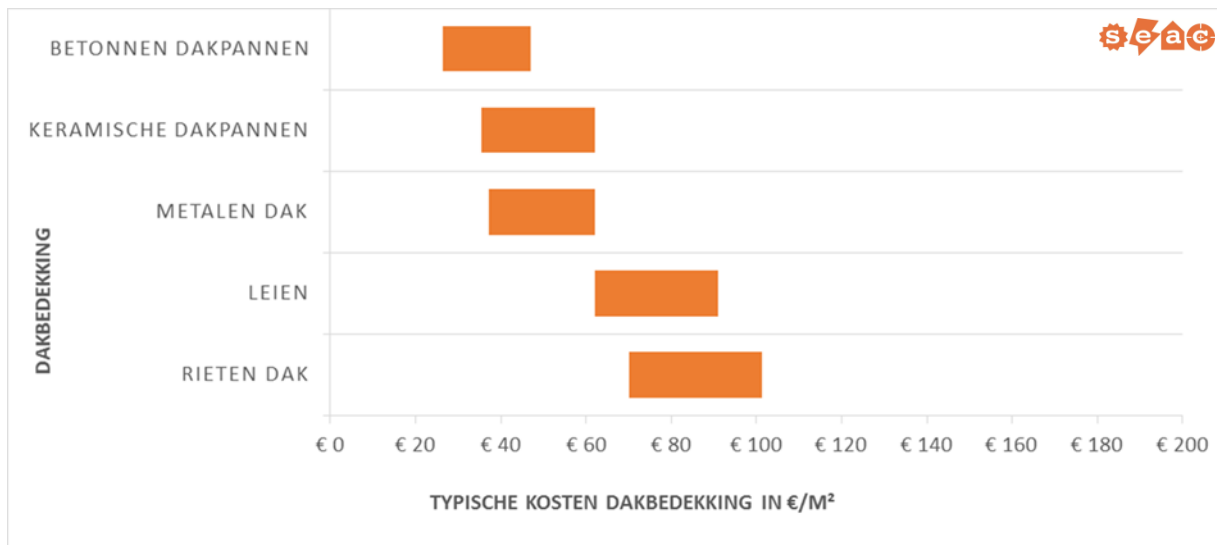
Het bepalen van de referentiekosten moet zorgvuldig gebeuren. De referentiekosten zijn zeer specifiek voor het gekozen marktsegment. Op een hellend dak kun je bijvoorbeeld zeer uiteenlopende dakbedekkingen plaatsen. Figuur 2a geeft aan welke dakbedekkingen veel gebruikt zijn en wat het all-in prijsniveau inclusief randen en hulpmiddelen is voor het plaatsen op een 30 m² dakvlak⁵. In deze studie hebben we een typische all-in referentieprijis van 30 €/m² gehanteerd, waarvan de helft voor het dakvlak en de andere helft voor de dakranden.

Het bepalen van de referentiekosten voor prefab PV dakelementen is een nog grotere uitdaging. Er kan moeilijk van een 'typische prijs' gesproken worden, vanwege de vele manieren waarop

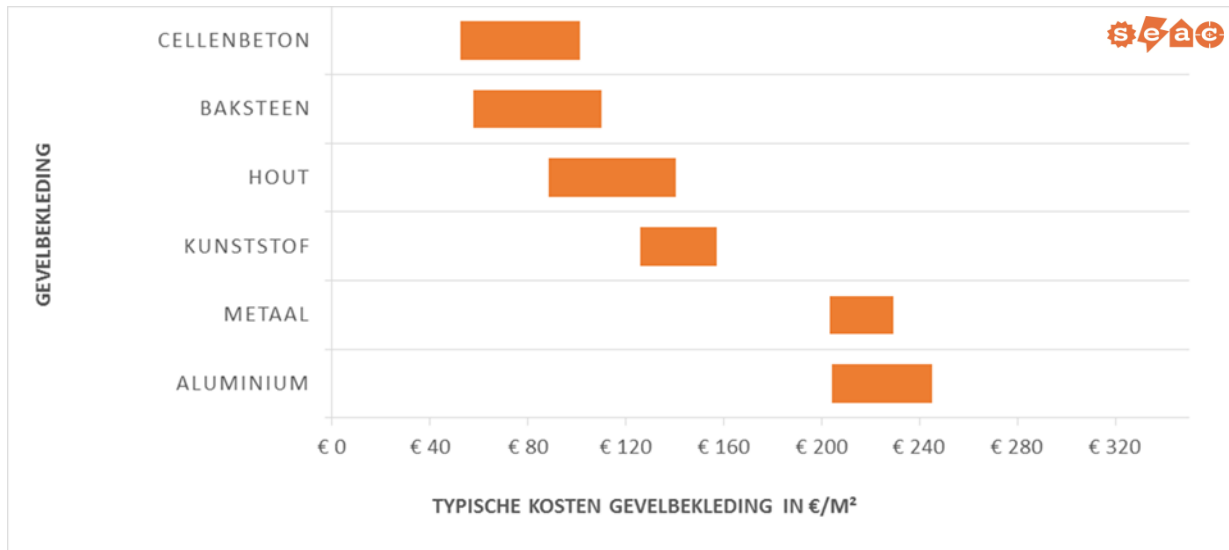
⁵ Prijzen gebaseerd op gegevens van bouwkosten.nl

een dak opgebouwd kan worden én vanwege de grote invloed van de gekozen isolatiewaarde. Om dit probleem te omzeilen hebben we aanbieders van prefab PV dakelementen gevraagd om een offerte uit te brengen voor zowel een dak zónder zonnepanelen als een dak mét zonnepanelen. Op die manier hebben we zowel de referentiekosten als de meerkosten direct tijdens het onderzoek bepaald.

Figuur 2b toont de referentiekosten van gangbare gevelsystemen⁵. De prijzen van conventionele gevels kennen een grote bandbreedte, variërend van 50 €/m² voor een goedkope cellenbeton façade tot een vliesgevel van 500 €/m². Welke referentiekosten gehanteerd moeten worden hangt af van de doel-markt. Bij de kopgevel van een flatgebouw voor sociale huur worden vaak de goedkopere materialen als baksteen toegepast. Derhalve hebben we in deze studie referentiekosten van 100 €/m² gehanteerd.



Figuur 2(a) – Typische referentiekosten voor reguliere bouwmaterialen voor hellende daken (exclusief BTW).



Figuur 2(b) – *Typische referentiekosten voor reguliere bouwmaterialen voor gevels (exclusief BTW).*

Gebruikmakend van de referentiekosten zullen de resultaten van de prijsstudie op twee verschillende manieren worden gepresenteerd: Allereerst de totale kosten per m². Calculatoren in de bouwsector kunnen deze getallen gebruiken om een budgetschatting te maken voor een te bouwen gebouw. Echter, deze eenheid is niet geschikt om een directe vergelijking tussen de diverse opties te maken omdat er een wisselende aantal functionaliteiten is (vergelijk monofunctioneel PV systeem met multifunctionele bouwdelen). Daarnaast presenteren we de *meerkosten* (ofwel totale kosten min referentiekosten) per Wp. Deze eenheid kan wél gebruikt worden om een vergelijking te maken tussen de kosten van de PV functionaliteit van de diverse oplossingen en een antwoord te geven op de vraag hoe duur BIPV eigenlijk is.

3 Resultaten

3.1 Zonnepanelen

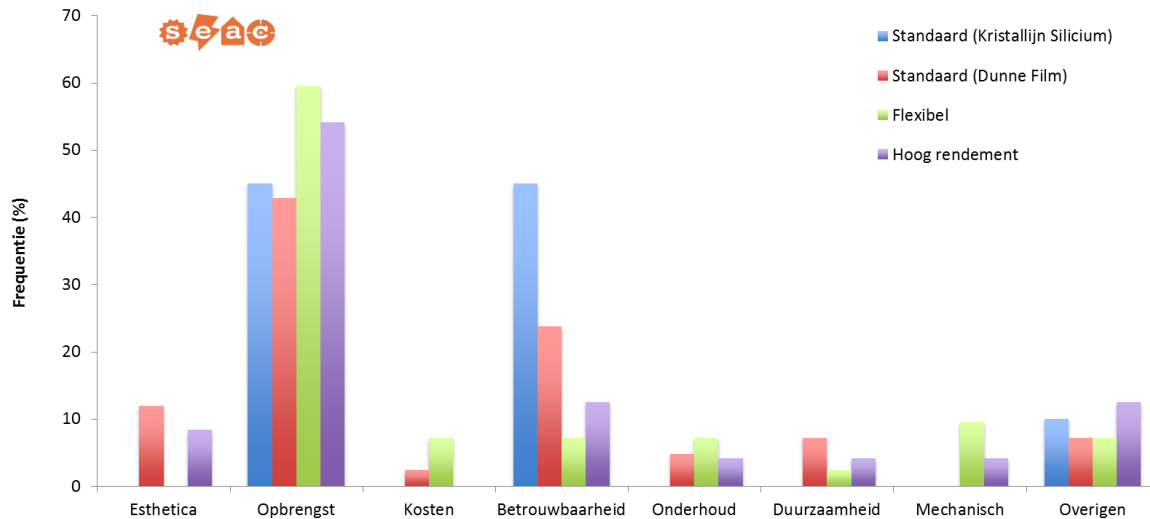
De resultaten met betrekking tot de prijsstelling van de speciale types zonnepanelen wordt samengevat in Tabel III. De tabel laat per type zonnepaneel zien wat het typische prijsniveau is, wat het typische zonne-energie conversierendement is en welke producenten dit soort panelen maken. Het uitgangspunt van de prijzen is de inkoopprijs waarvoor een (kleine) Nederlandse installateur de panelen zou inkopen bij een groothandel. Dit uitgangspunt bleek niet bij elk zonnepaneeltype haalbaar omdat de volumes nog te laag zijn voor dit distributiekanaal. Vandaar dat bij minder gangbare paneeltypes een geschatte prijs op basis van interviews op PV beurzen is opgenomen. Van enkele paneeltypes zijn de prijs- en rendementsgetallen veelal indicatief en kunnen ze van case tot case sterk uiteenlopen, met name bij de gekleurde en op maat gemaakte zonnepanelen.

Tabel III. Resultaten van het onderzoek naar de gangbare prijzen, rendementen en producenten voor speciale types zonnepanelen.

PV technologie	Kristallijn silicium technologieën	Dunnefilm technologieën
Standaard panelen	Rendement: 16% Prijs: 0.6 €/Wp, 100 €/m ² Producenten: Trina Solar, Canadian Solar, JinkoSolar	Rendement: 13% Prijs: 0.6 €/Wp, 80 €/m ² Producenten: First Solar, Solar Frontier, STION, Avancis, Calyxo, Solibro, ASP, UPT
Hoog rendement panelen	Rendement: 20% Prijs: 0.9 €/Wp, 180 €/m ² Producenten: Sunpower, Panasonic, LG, AUO	n.v.t.
Doorkijk-panelen	Rendement: 14% Prijs: 0.7 €/Wp, 100 €/m ² Producenten: Scheuten, Orange, Romag, Soltech, Issol, Gaia, Sunovation, Onyx, Ertex, ...	Rendement: 9% Prijs: 1.1 €/Wp, 100 €/m ² Producenten: ASP, Sanko, Manz, Antec

Flexibele panelen	Rendement: 15% Prijs: 0.9 €/Wp, 135 €/m ² Producenten: DAS Energy, Solbian, Orange, Gioco, Helios, Topunive, CN Topsolar, Sungold, Uflex	Rendement: 12% Prijs: 1.4 €/Wp, 170 €/m ² Producenten: Flisom, Miasolé, HyET, Ascent, Global Solar, Solopower, Powerfilm, Renovagen
Gekleurde panelen	Rendement: 11% Prijs: 1.1 €/Wp, 120 €/m ² Producenten: Emirates Insolaire, Onyx, Romag, ISSOL, Gaia	Rendement: 9% Prijs: 1.4 €/Wp, 125 €/m ² Producenten: Manz, Avancis, Antec
Op maat gemaakte panelen	Rendement: 15% Prijs: 1.2 €/Wp, 180 €/m ² Producenten: Scheuten, Orange, Exasun, Romag, Soltech, Issol, Onyx, Ertex, ...	Rendement: 12% Prijs: 1.5 €/Wp, 180 €/m ² Producenten: Manz, Antec, Sanko

Naast de prijsstelling en het rendement hebben we ook de genoemde Unique Selling Points (USPs) onderzocht. Teneinde voldoende statistiek te krijgen hebben we hiervoor enkele categorieën moeten verwijderen of samen moeten voegen, zoals in onderstaande figuur 3 te zien is. De USPs hebben we gegroepeerd in vijf categorieën: Esthetica, Opbrengst, Kosten, Betrouwbaarheid, Onderhoud, Duurzaamheid, Mechanisch en Overigen. Opvallend is dat bij vrijwel alle producten 'Opbrengst' als USP genoemd werd, terwijl dat met name verwacht zou zijn bij de hoog rendement panelen. Betrouwbaarheid werd het vaakst genoemd bij de standaard panelen, wat goed in de lijn de verwachtingen ligt.



Figuur 3 – Frequentie van genoemde Unique Selling Points (USPs) op de datasheets van standaard, flexibele en hoog rendement panelen.

3.2 BIPV oplossingen

Op de uitvraag hebben we 26 offertes binnen gekregen. Tabellen IV en V tonen de resultaten. De belangrijkste bevindingen zullen één voor één in grafiekvorm getoond worden.

Tabel IV. Gemiddelde offerteprijs en PV meerprijs per BIPV oplossing.

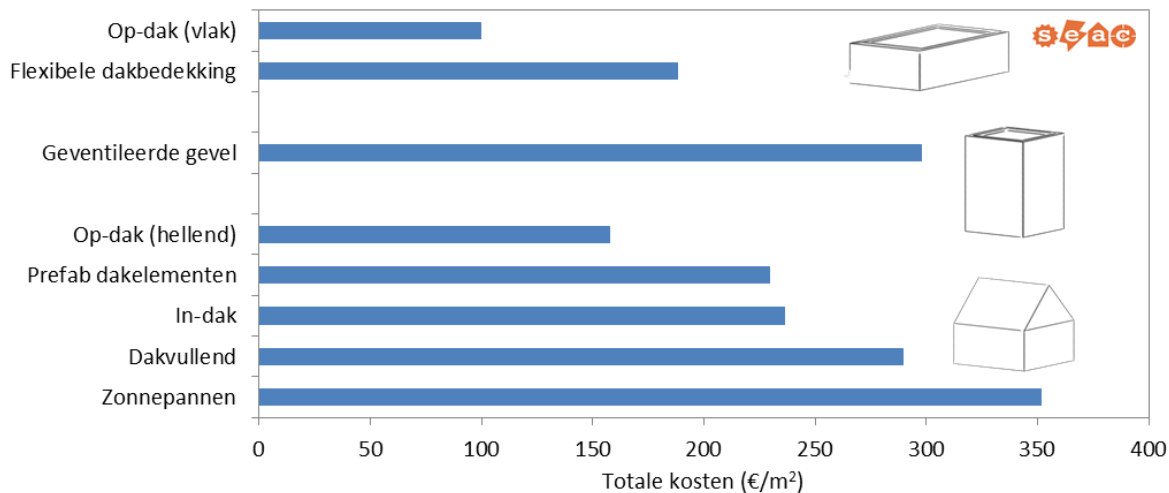
BIPV toepassingscategorie	#offertes	Gemiddelde offerteprijs (totaalprijs)		Gemiddelde meerprijs (na aftrek referentiekosten)	
Plat dak 640 m²					
Op-dak systemen	2	100 €/m²	1.30 €/Wp	100 €/m²	1.30 €/Wp
Flexibele PV	2	190 €/m²	2.00 €/Wp	190 €/m²	2.00 €/Wp
Kopgevel 360 m²					
Geventileerde gevel	3	300 €/m²	2.45 €/Wp	200 €/m²	1.65 €/Wp
Hellend dak 30 m²					
Op-dak systemen	5	160 €/m²	1.30 €/Wp	160 €/m²	1.30 €/Wp
Prefab PV dakelementen	3	230 €/m²	1.60 €/Wp	150 €/m²	1.20 €/Wp
In-dak systemen	3	240 €/m²	1.75 €/Wp	225 €/m²	1.65 €/Wp
Dakvullende systemen	4	290 €/m²	2.25 €/Wp	260 €/m²	2.00 €/Wp
Zonnepannen	4	350 €/m²	2.65 €/Wp	335 €/m²	2.55 €/Wp
TOTAAL	26				

Tabel V. Aantal offertes per PV technologie en per BIPV oplossing.

BIPV toepassingscategorie	# offertes met standaard c-Si panelen	# offertes met standaard dunne film panelen	# offertes met op maat gemaakte PV panelen	# offertes met hoog rendement PV panelen	# offertes met flexibele PV folies
Plat dak					
<i>Op-dak systemen</i>	1	1			
<i>Flexibele dakbedekking</i>					2
Kopgevel					
<i>Geventileerde gevel</i>		1	2		
Hellend dak					
<i>Op-dak systemen</i>	4	1			
<i>Prefab PV dakelementen</i>	2	1			
<i>In-dak systemen</i>	3				
<i>Dakvullende systemen</i>	1	1	1	1	
<i>Zonnepannen</i>			4		
TOTAAL	11	5	7	1	2

Figuur 4 toont de resultaten van het prijsonderzoek vanuit de bouwsector geredeneerd. Hier is de gemiddelde offerteprijs per PV bouwoplossingen uitgedrukt in totale kosten per m² dakoppervlak. Een kostenraming voor een gebouw kan dus eenvoudig verkregen worden door deze getallen met het totale oppervlak van schuin dak, kopgevel of plat dak te vermenigvuldigen.

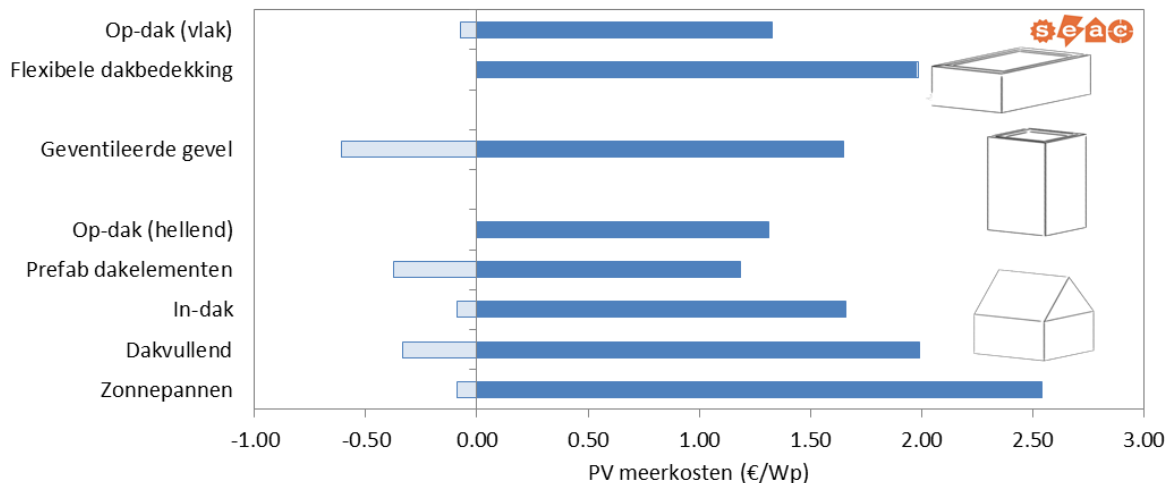
Te zien valt in figuur 4 dat de gemiddelde offerteprijs voor de diverse PV bouwoplossingen varieerde tussen de 100 en 350 €/m². De op-dak oplossingen voor plat en hellend dak zaten onderin het spectrum en hadden een gemiddelde offerteprijs van 100-150 €/m². De meer geavanceerde gebouwgeïntegreerde oplossingen vulden de bovenkant van het spectrum en varieerden in prijs tussen 200 en 350 €/m². Oplossingen voor het platte dak hadden hierin de laagste kosten per m² dakoppervlak, met name omdat de pakkingsdichtheid erg laag was vanwege de afstand tussen de rijen met PV panelen én de obstakels op het dak. Hierdoor kon er slechts 70 Wp/m² op het totale dakvlak worden gerealiseerd in de op-dak vlak dak offertes en circa 100 Wp/m² in de flexibele PV dakbedekking offertes. Op de kopgevel en het hellende dak kon typisch 130 Wp per m² gerealiseerd worden. Wat tot slot opvallend te noemen is, is dat prefab PV dakelementen voor nagenoeg dezelfde prijs geoffreerd werden als in-dak systemen, terwijl er in deze offertes wel degelijk veel meer functionaliteit meegeleverd werd.



Figuur 4 – De m² prijs van de diverse PV oplossingen en multifunctionele bouwdelen voor plat dak, gevel en hellend dak. Hierbij is het oppervlak van het volledige dakvlak als noemer genomen inclusief ‘passief oppervlak’ waar geen PV panelen gelegd kon worden.

Figuur 5 presenteert de dataset vanuit de PV invalshoek: Wat zijn de kosten per Wp van de PV functionaliteit? Hiertoe zijn de referentiekosten van de m² prijs afgetrokken (deze dienen immers een andere functionaliteit) en is het getal gedeeld door de gerealiseerde vermogensdichtheid in Wp/m². Er is een duidelijke verschuiving te zien ten opzichte van figuur 4. Te zien valt dat de op-dak PV oplossingen voor zowel een hellend als een vlak dak beide een prijs hebben van circa 1.30 €/Wp. De meeste BIPV oplossingen zijn – ook na aftrek van de uitgespaarde kosten van de dakpannen – nog steeds fors duurder dan de op-dak oplossingen. Typische meerkosten zijn 1.65 €/Wp voor een in-dak systeem, 1.65 €/Wp voor een geventileerd gevelsysteem, 2.00 €/Wp voor een dakvullend systeem en 2.50 €/Wp voor zonnepanelen. Of men in een specifiek project bereid is deze meerkosten te betalen hangt vooral af van de ambitie en middelen om de esthetische waarde van het dak te verhogen.

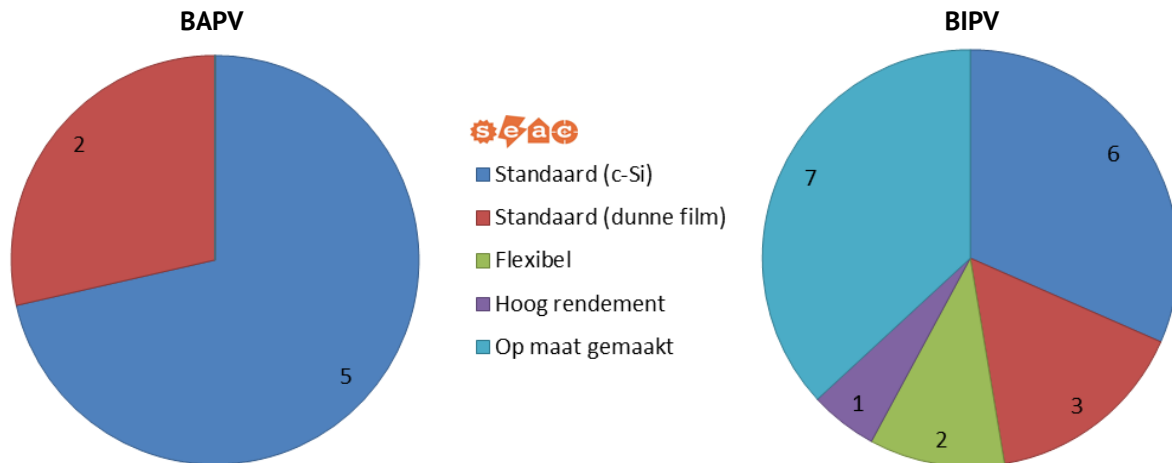
Een uitzondering is de prefab PV dakelement oplossing. Na aftrek van de referentiekosten van een prefab dakelement met daarop installatie van dakpannen blijft hier een meerprijs voor de PV functionaliteit over van slechts 1.20 €/Wp. Blijkbaar vallen er veel kosten te winnen in het prefab assembleren van het PV montagesysteem en/of het PV paneel op een dakelement. Deze techniek lijkt vanwege de lage prijs veelbelovend voor grootschalige toepassing in het realiseren en renoveren van grondgebonden woningen. De door de markt genoemde uitdagingen bij dit product liggen o.a. in transport, handling en flexibiliteit.



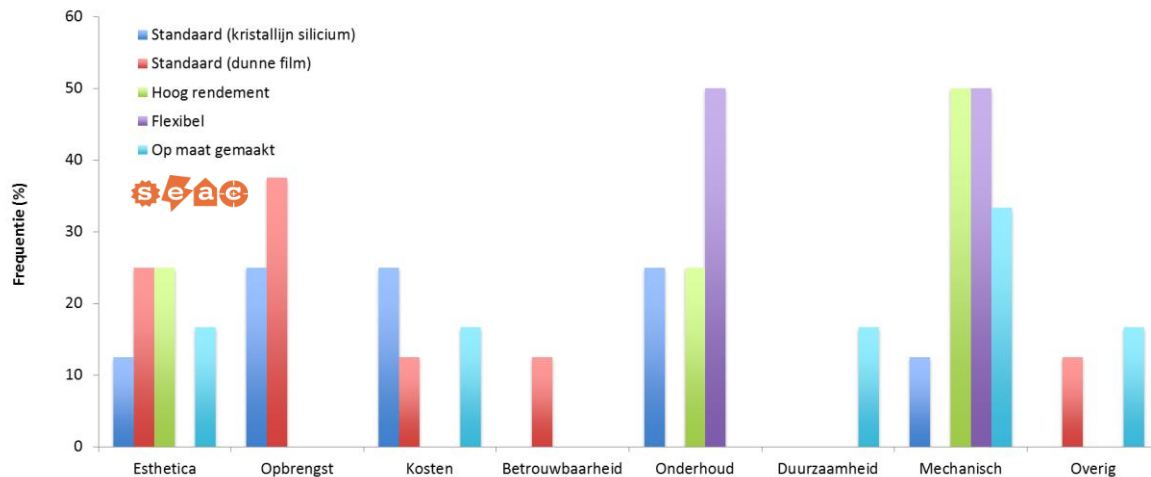
Figuur 5 – De meerkosten per Wp van de diverse PV oplossingen en multifunctionele bouwdelen voor plat dak, gevel en hellend dak. De licht- en donkerblauwe balken samen geven de totale kosten van het desbetreffende systeem weer. De lichtblauwe balk geeft de referentiekosten aan, ofwel het gedeelte van de prijs welke elders in het gebouw uitgespaard wordt (conventionele dakpannen of conventionele prefab dakelementen die niet meer aangelegd hoeven te worden). De donkerblauwe balk geeft de meerkosten weer, ofwel het resterende gedeelte van de prijs dat aan de PV functionaliteit kan worden toegeschreven.

Naast de kosten hebben we in kaart gebracht welk type PV paneel er gebruikt werd en waarom. De resultaten werden reeds genoemd in tabel V. We hebben deze resultaten grafisch weergegeven in figuur 6. Hierin hebben we de resultaten in twee groepen verdeeld: “BAPV” geeft de resultaten weer voor op-dak systemen op hellende of platte daken, terwijl “BIPV” de resultaten weergeeft voor alle overige categorieën. Te zien valt dat conventionele BAPV systemen uitsluitend gebruik maken van standaard panelen, met het grootste marktaandeel voor kristallijn silicium en een kleiner marktaandeel voor dunne film PV. De innovatieve BIPV systemen laten een compleet ander beeld zien. Allereerst is er meer variëteit: Alle soorten en types panelen worden hier gebruikt. Verder worden hier op maat gemaakte panelen het vaakste gebruikt. Zij vinden hun toepassing met name in gevelsystemen, dakvullende systemen en zonnepanelen.

Uit tabel III en figuur 6 wordt duidelijk wat een belangrijke reden is *waarom* geïntegreerde systemen nog verhoudingsgewijs duur zijn ten opzichte van conventionele systemen: In geïntegreerde systemen wordt vaker voor een speciaal type PV paneel gekozen, welke op dit moment in de markt nog een hogere prijs heeft.



Figuur 6 – Type panelen gebruikt in conventionele op-dak systemen (“BAPV”, links) vergeleken met de innovatieve geïntegreerde systemen van flexibele dakbedekking, geventileerde gevel, in-dak systemen, dakvullende systemen, prefab dakelementen en zonnepanelen (“BIPV”, rechts).



Figuur 7 – Frequentie van genoemde Unique Buying Reasons (UBRs) in de enquête onder BIPV systeem leveranciers.

Tot slot hebben we onderzocht wat de reden achter de keuze voor een bepaald type PV paneel is, de zogenoemde Unique Buying Reasons (UBRs). De resultaten staan weergegeven in figuur 7. Het eerste dat opvalt dat dit een ander beeld geeft dan de USPs genoemd door de panelen leveranciers in figuur 3. Zo werd opbrengst met afstand het vaakste genoemd in datasheets van panelen, maar werd het door BIPV leveranciers nauwelijks genoemd als doorslaggevende reden om voor een paneel te kiezen. De categorie 'Mechanisch' werd juist door panelen leveranciers nauwelijks genoemd, terwijl deze voor BIPV leveranciers wel als doorslaggevend werd bestempeld. Als voorbeelden voor de categorie mechanisch werd onder andere genoemd: Frame biedt goede aansluiting op thermische zonnecollector; Maatvoering van paneel leidt tot optimale dakvulling; Minimalisatie van montagematerialen; Vrijheid in ontwerp; Goede aansluiting op dakramen; Passend bij afmeting dakelementen. Het blijkt dat deze mechanische eigenschappen voor gebouwgeïntegreerde systemen zeer belangrijk zijn maar nog nauwelijks door PV paneelproducenten worden onderkend.



Verschenen op 23 november 2016 ter gelegenheid van de SundayNL 2016

4 Discussie

In de discussie willen we met name een vergelijking maken met de BIPV prijsstudie uit 2014. De drie productcategorieën die in beide studies voorkwamen zijn op-dak systemen, in-dak systemen en zonnepanelen. Om de vergelijking te kunnen maken drukken we de getallen uit de 2014 prijsstudie tevens uit in €/Wp exclusief BTW⁶. Hierbij laten we de uitgespaarde kosten in dakpannen buiten beschouwing, ofwel nemen we de volledige balk uit figuur 5 als maatstaf voor de onderlinge vergelijking.

Tabel V. *Vergelijking tussen de resultaten uit de 2014 en 2016 prijsstudies, in prijs per Wp excl. BTW (totale prijs per Wp, zonder aftrek van referentiekosten)*

BIPV toepassingscategorie	2014 prijs (€/Wp)	2016 prijs (€/Wp)
Op-dak systemen (hellend)	1.30	1.30
In-dak systemen	1.80	1.75
Zonnepanelen	2.70	2.65

⁶ Om de getallen van de 2014 prijsstudie “BIPV pricing in The Netherlands 2014” (downloadbaar vanaf www.seac.cc) te vertalen naar €/Wp exclusief BTW nemen we PV systeem gerelateerde getallen uit figuur 16 uit het 2014 rapport voor een vrijstaand huis, trekken hier 21% BTW van af en delen het door de systeemgrootte van 5100 Wp.

We zien een stabiel prijsniveau gedurende de afgelopen 2 jaar, zonder significante prijsdaling of -stijging. Voor de conventionele op-dak systemen valt dit te verklaren aan de hand van de zeer stabiele PV paneelprijzen die door de EU vastgesteld worden in het kader van de van kracht zijnde anti-dumping maatregelen. Het is enigszins verrassend dat de meerprijs van in-dak systemen en zonnepanelen ten opzichte van op-dak systemen de afgelopen twee jaar niet zijn gedaald. Betekent dit dat het een meerprijs is die de markt blijkbaar bereid is te betalen, zodat aanbieders geen reden zagen om de prijs te verlagen? Of betekent dit dat de fabrikanten er niet in geslaagd zijn de productiekosten van de materialen verder te verlagen? Of is de gemiddelde prijs wel degelijk gedaald, maar dan vooral vanwege een marktaandeel-verschuiving van dure naar meer goedkopere oplossingen? Deze vragen blijven nu nog onbeantwoord en zullen we in de volgende editie van de prijsstudie opnieuw bekijken.

De prijs van BIPV is met name hoog door het gebruik van dure op maat gemaakte en flexibele panelen. De grootste uitdaging voor de BIPV sector blijft derhalve gehandhaafd in 2016: Het vinden van productiemethodes voor PV panelen van willekeurige afmeting, vorm en kleur met een vergelijkbare kostenstructuur als standaardpanelen. Juist op dit onderwerp storten zich diverse Nederlandse start-ups als Kameleon Solar en Exasun. Bovendien zijn er op dit vlak

diverse innovatieprojecten binnen de Nederlandse kenniseconomie gestart zoals BIPVpod-NL en PV OpMaat.



Verschenen op 23 november 2016 ter gelegenheid van de SundayNL 2016

5 Conclusies

Dit rapport bevat de resultaten van een BIPV prijsstudie uitgevoerd door SEAC in de zomer van 2016. Enerzijds is er onderzocht welke type PV panelen er gebruikt worden in BIPV toepassingen, wie de toeleveranciers zijn en wat het prijsniveau is. Anderzijds is er onderzocht welke BIPV toepassingen er in de sociale woningbouw mogelijk zijn en wat daar het prijsniveau van is. Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

Conclusies betreffende de PV panelen:

- De volgende types panelen kunnen worden onderscheiden: Standaard panelen; Hoog rendement panelen; Doorkijkpanelen; Flexibele panelen; Gekleurde panelen; Op maat gemaakte panelen.
- De meeste van deze types panelen is leverbaar in zowel een kristallijn silicium variant als een dunne film variant.
- Prijzen voor standaard panelen liggen rond de 0.60 €/Wp. De meer speciale panelen variëren in prijs van 0.70-1.50 €/Wp al naar gelang de eigenschappen en specificaties.
- De meest genoemde Unique Selling Points van de panelen vinden we in de categorie Opbrengst en Betrouwbaarheid.

Conclusies betreffende de BIPV oplossingen:

- De volgende types BIPV oplossingen voor de sociale woningbouw kunnen worden onderscheiden:
 - Hellende dak: Op-dak systemen; In-dak systemen; Dakvullende systemen; Zonnepannen; Prefab dakelementen.
 - Vlakke dak: Op-dak systemen; Flexibele dakbedekking.
 - Gevel: Geventileerde gevel.
- De prijs van conventionele op-dak PV systemen ligt rond de 1.30 €/Wp exclusief BTW, voor zowel het vlakke als het hellende dak.
- Meer geïntegreerde PV systemen als dakvullende systemen, prefab dakelementen, geventileerde gevel en zonnepannen zijn flink hoger geprijsd. Echter, zij geven ook een extra functionaliteit vanwege kostenbesparingen in dakpannen, dakelementen of gevelbeplating. Wanneer we deze besparingen van de prijs aftrekken komen we op een PV meerprijs van 2.55 €/Wp voor zonnepannen, 2.00 €/Wp voor dakvullende systemen, 1.65 €/Wp voor geventileerde gevel en 1.20 €/Wp voor prefab dakelementen. Met name deze laatste categorie lijkt vanwege de lage prijs veelbelovend voor grootschalige toepassing in het realiseren en renoveren van grondgebonden woningen.
- De geoffreerde conventionele op-dak systemen maakten allen gebruik van standaard PV panelen, en meestal kristallijn silicium. Geoffreerde BIPV oplossingen daarentegen

maakten gebruik van een mix van soorten PV panelen waarvan 'op maat gemaakte PV panelen' de meest voorkomende was. De hogere kosten voor BIPV oplossingen kunnen derhalve direct grotendeels gerelateerd worden aan het gebruik van duurdere 'op maat' PV panelen.

- Unique Buying Reasons om voor een bepaald type PV paneel te kiezen kunnen met name gevonden worden op de vlakken Esthetica, Onderhoud en Mechanische Eigenschappen. Dit sluit niet goed aan op de door de fabrikanten genoemde Unique Selling Points, hetgeen aangeeft dat er in de communicatie tussen leverancier en klant nog wat te winnen valt.

Conclusies aan de hand van de vergelijking met de eerdere studie uit 2014:

- De prijzen zijn tussen 2014 en 2016 vrij stabiel gebleken. Er is geen noemenswaardige prijsverandering ontdekt in de categorieën 'Op-dak systemen', 'In-dak systemen' en 'Zonnepannen'. Voor de overige categorieën kon nog geen vergelijking gemaakt worden.
- Om de prijs van BIPV oplossingen omlaag te brengen blijft de belangrijkste uitdaging gehandhaafd: Het vinden van productiemethodes voor PV panelen van willekeurige afmeting, vorm en kleur met een vergelijkbare kostenstructuur als standaardpanelen.



Verschenen op 23 november 2016 ter gelegenheid van de SundayNL 2016

Dankwoord

Dit onderzoek werd financieel ondersteund door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in het kader van het project BIPVpod-NL, alsmede door het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, in het kader van het project PV OpMaat. We danken alle deelnemers aan de studie voor hun openheid en hulp bij het verzamelen van de prijsdata, waaronder Aerspire; Antec; Avancis; DAS Energy; Eigen Energie; Emergo Hout; Emirates Insolaire; Gioco Solutions; Hanergy; Hermans Techniek; Home NRG; IBC Solar; Manz CIGS Technologies; Monier; New Energy Systems; Rebor; RE Source; Sanko Solar; SCX Solar; Smartroof; Solartech; Soltronergy; Stafier; Wallvision; ZEP; Zonnecomfort; Zonnepanelen Parkstad.

