

REGULERINGSKOMMISSIE VOOR ENERGIE IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Studie op eigen initiatief

(BRUGEL-Studie-20180619-27)

betreffende het fotovoltaïsche park in het Brussels
Hoofdstedelijk Gewest - 2016

Opgesteld op basis van artikel 30bis §2 2° van de ordonnantie
van 19 juli 2001 betreffende de organisatie van de
elektriciteitsmarkt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

19/06/2018

Verslag opgesteld door het ICEDD voor rekening van BRUGEL

Inhoudsopgave

1	Executive summary.....	7
2	Inleiding.....	9
2.1	Wettelijke grondslag.....	9
2.2	Voorwerp van het verslag.....	9
2.3	Inhoud van het verslag.....	10
2.4	Staat van het geïnstalleerde fotovoltaïsche (FV) park.....	10
2.4.1	Situatie in 2016.....	11
2.4.2	Evolutie van het FV-park per houder.....	13
2.4.3	Evolutie van het park per vermogensklasse.....	16
2.4.4	Europese en interregionale vergelijking.....	19
3	Vorbereiding van de gegevens.....	20
3.1	Gegevensbronnen.....	20
3.2	Belangrijke veronderstellingen en conventies voor de presentatie van de resultaten.....	20
4	Analyse van het geïnstalleerde materiaal.....	23
4.1	Samenvatting van de markante feiten.....	24
4.2	Specifiek vermogen van de panelen.....	24
4.2.1	Definitie van de indicator.....	24
4.2.2	Geanalyseerde steekproef.....	25
4.2.3	Resultaten: trends in de evolutie van de indicator.....	25
4.3	Marktaandelen van de fabrikanten van panelen.....	29
4.3.1	Geanalyseerde steekproef.....	29
4.3.2	Resultaten.....	29
4.4	Marktaandelen van de fabrikanten van omvormers.....	31
4.4.1	Geanalyseerde steekproef.....	31
4.4.2	Resultaten: trends van de indicator.....	32
4.5	Herkomst van de modules.....	34
4.5.1	Geanalyseerde steekproef.....	34
4.5.2	Resultaten: trends van de indicator.....	34
5	Prijs van de installaties.....	36
5.1	Samenvatting van de markante feiten.....	36
5.2	Prijs per kWp afhankelijk van het jaar van ingebruikname.....	37
5.2.1	Geanalyseerde steekproef.....	37
5.2.2	Resultaten: trends van de indicator.....	38
5.3	Prijs per kWp naargelang de vermogenscategorieën.....	39
5.3.1	Geanalyseerde steekproef IGN 2016.....	39
5.3.2	Resultaten.....	40
5.4	Vergelijking van de prijzen naargelang de herkomst van de panelen.....	42
5.4.1	Geanalyseerde steekproef.....	42
5.4.2	Resultaten.....	42
5.5	Vergelijking van de prijzen naargelang het specifieke vermogen.....	44
5.5.1	Geanalyseerde steekproef.....	44

5.5.2	Resultaten.....	44
6	Productiviteit van de installaties.....	46
6.1	Samenvatting van de markante feiten.....	46
6.2	Productiviteit van het park.....	46
6.2.1	Definitie en segmenteringen van de indicator.....	46
6.2.2	Evolutie volgens het productiejaar: van 2012 tot 2016.....	48
6.2.3	Evolutie volgens het jaar van ingebruikname.....	51
6.2.4	Analyse volgens de vermogenscategorieën.....	52
7	Zelfverbruik en zelfvoorziening.....	55
7.1	Definitie van de indicatoren.....	55
7.2	Samenvatting van de markante feiten.....	56
7.3	Zelfconsumptiegraad.....	56
7.4	Zelfvoorzieningsgraad.....	57
7.4.1	Geanalyseerde steekproef.....	57
7.4.2	Resultaten.....	57
8	Gemeentelijke analyse van het fotovoltaïsche park.....	59
8.1	Samenvatting van de markante feiten.....	59
8.2	Voorgestelde indicatoren.....	59
8.3	Geanalyseerde steekproef.....	59
8.4	Resultaten.....	59
8.4.1	Aantal installaties.....	59
8.4.2	Geïnstalleerd vermogen.....	61
8.4.3	Gemeentelijke weergave.....	62
8.4.4	Prijs van de installaties per gemeente.....	65
8.4.5	Productiviteit van de installaties per gemeente.....	66
9	Verklarende woordenlijst.....	67
10	Bijlage: Cijfertabellen met de gemeentelijke gegevens.....	68
10.1	Tabel A: Aantal Fv-installatie per houder (2015-2016).....	68
10.2	Tabel B: Geïnstalleerd vermogen per gemeente per houder (2015-2016).....	69

Lijst van de illustraties

Figuur 1: Verdeling van het aantal FV-installaties en het vermogen per houder eind 2016.....	11
Figuur 2: Verdeling van het aantal en het totale vermogen [kWp] per vermogensklasse van de FV-installaties <= 10 kWp van de particulieren eind 2016 in het BHG Toewijzing aan een vermogensklasse: [midden klasse – 0,5; midden klasse +0,5[.....	12
Figuur 3: Evolutie van de premies en fiscale voordelen in het BHG (BRUGEL 2006-2016).....	13
Figuur 4: Evolutie van het aantal en het aandeel van de installaties van het FV-park in het BHG per type houder (2007-2016).....	15
Figuur 5: Evolutie van het vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG per type houder (2007-2016).....	16
Figuur 6: Evolutie van het gecumuleerde in gebruik genomen vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG tussen 2006 en 2016, uitgesplitst per vermogenscategorie.....	17
Figuur 7: Evolutie van het aandeel en het totaal aantal installaties van het FV-park in het BHG per vermogensklasse tussen 2007 en 2016.....	18
Figuur 8: Evolutie van het aandeel van het totale vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG per vermogensklasse tussen 2007 en 2016.....	18
Figuur 9: Europese, nationale en gewestelijke densiteit van het aantal FV-installaties per 1000 inwoners.....	19
Figuur 10: Europese, nationale en gewestelijke densiteit van het aantal FV-installaties per km ²	19
Figuur 11: Specifiek vermogen van de installaties van het FV-park 2016 in het BHG per vermogenscategorie (Wp/m ²).....	26
Figuur 12: Specifiek vermogen [Wp/m ²] van de installaties van het FV-park 2016 in het BHG per jaar van IGN.....	27
Figuur 13: Specifiek vermogen[Wp/m ²] per jaar van ingebruiknamen en vermogensklasse[kW].....	27
Figuur 14: Specifiek vermogen [Wp/m ²] en geïnstalleerd vermogen [kWp] van de installaties van het FV-park in het BHG eind 2016 met onderscheiding van de rendementsklassen in kleur.....	28
Figuur 15: Top 10 van de merken van panelen van het FV-park in het BHG eind 2016.....	29
Figuur 16: Evolutie van de marktaandelen van de panelen van het FV-park in het BHG in gebruik genomen tussen 2012 en 2016.....	30
Figuur 17: Top 10 van de merken van panelen van het FV-park eind 2016 in het BHG bij bedrijven.....	30
Figuur 18: Top 9 van de merken omvormers van het FV-park eind 2016 in het BHG.....	32
Figuur 19: Evolutie van de marktaandelen van de omvormers van FV-park in het BHG in gebruik genomen tussen 2012 en 2016.....	33
Figuur 20: Evolutie van de marktaandelen van de panelen van FV-park in het BHG in gebruik genomen tussen 2012 en 2016 naargelang hun land van herkomst (% in geïnstalleerde kWp).....	34
Figuur 21: Marktaandelen van het totale park panelen van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang hun land van herkomst (% in geïnstalleerde kWp).....	35
Figuur 22: Prijs van de installaties over de periode 2012-2016 (EUR/kWp).....	38
Figuur 23: Prijs van de installaties per vermogenscategorie (EUR/kWp) – jaar 2016.....	40
Figuur 24: Prijs van de installaties van het FV-park in het BHG per jaar van ingebruikname volgens het geïnstalleerde vermogen. In overdruk: trendcurven van het type vermogen.....	41
Figuur 25: Schaalwetten verkregen voor de FV-installaties met een vermogen van 0-100 kWp in het BHG.....	41
Figuur 26: Prijs [EUR/kWp] van de installaties van het FV-park in het BHG per land van herkomst van de panelen (2012-2016).....	43
Figuur 27: Prijs [EUR/kWp] van de installaties van het FV-park in het BHG naargelang het type technologie.....	44
Figuur 28: Genormaliseerde productiviteit van de FV-installaties in het BHG over de periode 2012-2016. De referentieproductiviteit wordt aangegeven door de groene balk en het bijbehorende cijfer.....	49

Figuur 29: Performantiepercentage vastgesteld in 2016 (verhouding tussen de productiviteit van de installaties in het BHG (kWh/kWp) en de referentieproductiviteit), ongeacht het jaar van ingebruikname (jaren die in aanmerking werden genomen: 2011 tot 2015). De oranje lijn geeft de drempel aan waarboven een installatie als performant kan worden beschouwd (75%)	50
Figuur 30: Genormaliseerde productiviteit van de FV-installaties in het BHG in 2016 uitgesplitst per jaar van ingebruikname. De referentieproductiviteit wordt aangegeven door de groene balk (996 voor het jaar 2016).....	52
Figuur 31: Genormaliseerde productiviteit van de FV-installaties en 2016, in 2016 uitgesplitst per vermogenscategorie	53
Figuur 32: Schematische voorstelling van zelfverbruik en zelfvoorziening.....	55
Figuur 33: aandeel van het zelfverbruik in het eindverbruik elektriciteit en gemiddeld verbruik per meter (in kWh/jaar).....	58
Figuur 34: Aandeel zelfvoorziening per vermogenscategorie – 2014.....	58
Figuur 35: Aantal installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang het type houder en de gemeente.....	60
Figuur 36: Densiteit van het aantal installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG per 1000 inwoners naargelang de vermogenscategorie en de gemeente	60
Figuur 37: Aandeel van het geïnstalleerd vermogen van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang het type houder en de gemeente.....	61
Figuur 38: Geïnstalleerd vermogen van het FV-park eind 2016 in het BHG per 1000 inwoners en per gemeente.....	62
Figuur 39 : Kaart 1- Aantal FV-installaties en dichtheid per 1.000 inwoners in het BHG.....	63
Figuur 40: Kaart 2 - Geïnstalleerd vermogen en dichtheid per 1.000 inwoners in het BHG.....	64
Figuur 41: Prijs [€/kWp] van de installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang de gemeente.....	65
Figuur 42: Productiviteit [kWh/kWp] van de installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG volgens de gemeente.....	66

Lijst van de tabellen

Tabel 1: Staat van het fotovoltaïsch productiepark eind 2016 in het BHG	11
Tabel 2: Evolutie van het aantal en het vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG uitgesplitst per jaar van ingebruikname en type houder.....	14
Tabel 3: Evolutie van het aantal en het vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG, uitgesplitst per jaar van ingebruikname en vermogenscategorie tussen 2006 en 2016	16
Tabel 4: Omvang van de steekproef voor de analyse van het rendement van de panelen van het FV-park 2016 in het BHG.....	25
Tabel 5: Specifiek vermogen [Wp/m ²] van de panelen van het FV-park 2016 in het BHG.....	26
Tabel 6: Verdeling van de installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG volgens de rendementsklasse.....	28
Tabel 7: Belangrijkste fabrikanten van fotovoltaïsche modules in de wereld in 2015 en 2016.....	31
Tabel 8: Omvang en representativiteit van de steekproef.....	37
Tabel 9: Gemiddelde prijs van de panelen per jaar van IGN in €/kWp (2012-2016).....	38
Tabel 10: Omvang en representativiteit van de steekproef – 2016.....	39
Tabel 11: Omvang en representativiteit van de steekproef (2012-2016).....	42
Tabel 12: Gemiddelde prijs van de panelen per land van herkomst in EUR/kWp (2012-2016)	43
Tabel 13: Omvang en representativiteit van de steekproef van de prijsstudie naargelang het specifieke vermogen van het FV-park in het BHG tussen 2012 en 2016	44
Tabel 14: Verdeling van de installaties van het FV-park in het BHG volgens de rendementsklasse (2012-2016)	45
Tabel 15: Klimaatnormalisatie-indexen op basis van de globale zonnestraling	47

Tabel 16: Referentieproductiviteit voor een FV-installatie in het BHG.....	47
Tabel 17: Omvang van de steekproef voor de productiviteitsanalyse per productiejaar.....	48
Tabel 18: productiviteit van de installaties, per productiejaar (2012-2016).....	49
Tabel 19: Omvang van de steekproef voor de analyse van de genormaliseerde productiviteit in 2016 per jaar van ingebruikname van de installaties.....	51
Tabel 20: productiviteit van de installaties in 2016, per jaar van IGN (2010-2015).....	51
Tabel 21: Omvang van de steekproef voor de analyse van de genormaliseerde productiviteit in 2016 per vermogenscategorie van de installaties.....	52
Tabel 22: gemiddelde productiviteit van de installaties in 2016, per vermogensklasse.....	53
Tabel 23: Omvang van de steekproef voor de analyse van zelfvoorziening van het FV-park 2014 in het BHG.....	57
Tabel 24: Percentage zelfvoorziening van de panelen van het FV-park 2014 in het BHG.....	57

I Executive summary

De analyses die in dit verslag worden voorgesteld, hebben betrekking op het Brusselse fotovoltaïsche park op 31 december 2016 op basis van door BRUGEL en SIBELGA verzamelde gegevens. Ze tonen de algemene trends in de evolutie van de volgende elementen aan:

1. Analyse van het geïnstalleerde materiaal: specifieke vermogens, marktaandeel en herkomst. Dit hoofdstuk heeft tot doel de dimensionering van de zonnepaneleninstallaties te analyseren en na te gaan of het rendement in de loop der jaren stijgt; de trends inzake marktaandeel te identificeren en ze te situeren in vergelijking met de wereldwijde trends en tot slot de herkomst van de in het BHG geïnstalleerde panelen en de trends in de evoluties te identificeren.
2. Prijs van de installaties: evolutie van de prijzen naargelang het vermogen, het jaar van ingebruikname en de herkomst van de panelen. Dit hoofdstuk heeft tot doel de impact van de verschillende factoren die de totale kost van een installatie FV-zonnepanelen kunnen beïnvloeden te kwantificeren.
3. Productiviteit van de installaties: evolutie van de productie en vergelijking met een referentie-installatie. Dit hoofdstuk heeft tot doel de productiviteit van de installaties te kwantificeren en de algemene kwaliteit van het FV-park in het BHG te bepalen.
4. Zelfverbruik en zelfvoorziening: aandeel van de zelf verbruikte elektriciteit en gewicht van de FF-energie in het totale elektriciteitsverbruik. Dit hoofdstuk heeft tot doel het deel van de geproduceerde elektriciteit dat direct door de houder van de installatie wordt verbruikt en het deel dat weer op het net wordt geïnjecteerd te beschrijven.
5. Gemeentelijke analyse van het fotovoltaïsche park In dit hoofdstuk worden de specifieke gemeentelijke kenmerken geanalyseerd aan de hand van drie indicatoren voor de verschillende Brusselse gemeenten: het totale aantal FV-installaties, het totale aantal FV-installaties per 1000 inwoners van de gemeente en het geïnstalleerde vermogen per 1000 inwoners van de gemeente.

De analyse van het specifieke vermogen van de panelen en hun rendement toont een algemene verbetering aan van het specifieke vermogen (Wp/m^2) in de tijd (2007 tot 2016), alle klassen geïnstalleerde vermogenscategorieën (Wp) samen. We zien ook een oververtegenwoordiging (86,1%) van de installaties met een gemiddeld rendement (klasse gedefinieerd als strikt groter dan 125 en kleiner dan of gelijk aan 175 Wp/m^2).

Uit een analyse van de marktaandelen van de producenten van panelen en omvormers blijkt dat er minder diversiteit is bij de leveranciers van omvormers in het BHG dan bij de producenten van panelen: de tien grootste merken van paneelproducenten vertegenwoordigen 60% van de markt in termen van geïnstalleerd vermogen voor het totale park, terwijl de negen grootste merken van omvormers 86% van het totale park uitmaken met twee dominante merken aan 58%. Bovendien is er meer diversiteit bij de producenten van panelen voor installaties van minder dan 10 kWp , waarvan de acht dominante merken slechts 30% van het geïnstalleerd vermogen op de markt in handen hebben. Tot slot stellen we ook vast dat er minder diversiteit is bij de spelers in de panelenproductie minder belangrijk is voor de grotere installaties geïnstalleerd door bedrijven (publiek of privé) waar slechts vijf merken 50% van het geïnstalleerd vermogen in handen hebben en tien merken 68%.

Uit de analyse van de herkomst van de modules blijkt dat de in China gefabriceerde panelen de markt domineren in termen van geïnstalleerd vermogen (58%).

Uit de prijsanalyse bleek dat de prijs van de installaties tussen 2012 (gewogen gemiddelde van € 2093/kWp) en 2016 (gewogen gemiddelde van € 1620/kWp) is gedaald en dat de prijs van de installaties (in €/kWp) daalt naarmate de omvang van de installatie toeneemt.

Er zijn aanzienlijke prijsverschillen waargenomen naar gelang van de herkomst van de panelen (gewogen gemiddelde variërend tussen 1542 €/kWp en 4071 €/kWp) en er lijkt geen verband te zijn tussen de prijzen en de rendementen van de installaties.

Uit het hoofdstuk over zelfverbruik blijkt dat 47% van de installaties een eigen verbruik heeft van meer dan 50%. Het zelfverbruik van het park bedraagt gemiddeld 55%. In het eindverbruik elektriciteit van de PV-houders wordt 1 kWh op 5 geleverd door de panelen.

Het aantal installaties verschilt sterk van gemeente tot gemeente; er is met name een groot ruimtelijk verschil tussen de installaties op het regionale grondgebied voor de vermogenscategorie van minder dan 5 kWp. Dit verschil wordt ook vastgesteld wanneer de grootste installaties van bedrijven en overheidsinstellingen worden geanalyseerd. Dit is met name te verklaren door de verschillen in gemeentelijk beleid en de verdeling van de sociaal-economische activiteit over het grondgebied. De prijs van de installaties en hun productiviteit zijn homogener op het regionale grondgebied. Er zijn niettemin enkele opvallende uitzonderingen, zoals met name de gemeente Etterbeek, waar de gemiddelde prijs ongeveer 1000 €/kWp hoger ligt dan het regionale gemiddelde, of de gemeente Schaarbeek, waar de productiviteit aanzienlijk lager ligt dan het regionale gemiddelde.

* *
*

2 Inleiding

2.1 Wettelijke grondslag

De ordonnantie van 19 juli 2001 betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voorziet, in artikel 30bis §2, 7°, ingelast door artikel 56 van de ordonnantie van 14 december 2006, dat:

" ... BRUGEL wordt bekleed met een opdracht tot verlening van advies aan de overheid over de organisatie en de werking van de gewestelijke energiemarkt enerzijds, en met een algemene opdracht van toezicht op en controle van de toepassing van de hiermee verband houdende ordonnanties en besluiten anderzijds.

BRUGEL is belast met volgende opdrachten:

2° Op eigen initiatief of op vraag van de Minister of de Regering onderzoek en studies uitvoeren of advies bieden inzake de elektriciteits- en gasmarkt.

Deze studie past in het voornoemde kader.

2.2 Voorwerp van het verslag

In het jaarverslag van BRUGEL over de werking van de markt van de groenestroomcertificaten en de garanties van oorsprong worden de Brusselse productieparken voor groene elektriciteit en in het bijzonder het park van fotovoltaïsche panelen (FV) geanalyseerd en gedetailleerd beschreven. Deze informatie is voornamelijk opgebouwd rond vier sleutelindicatoren: aantal en vermogen van de installaties, geproduceerde elektriciteit, aantal toegekende garanties van oorsprong (GO) die ermee verbonden zijn en aantal toegekende groenestroomcertificaten (GSC).

Het doel van deze studie is de informatie die van de databank van BRUGEL die niet in het jaarverslag is opgenomen te benutten. De studie maakt het mogelijk een aantal relevante indicatoren voor het FV-park te identificeren, te analyseren en te interpreteren en, anderzijds, de resultaten te verrijken door ze te vergelijken met de gemeentelijke sociaaleconomische gegevens van deze verschillende indicatoren.

Dit verslag heeft betrekking op de resultaten van een studie die door het ICEDD voor rekening van BRUGEL werd uitgevoerd als update van de twee vorige studies, uitgevoerd in 2014 en 2015:

<https://www.brugel.brussels/publication/document/studies/2015/nl/studie-11.pdf> ;

<https://www.brugel.brussels/publication/document/studies/2017/nl/Studie-op-initiatief-24-fotovolta%C3%AFsche-Park-2015.pdf>).

Tenzij anders vermeld, resulteren de gegevensbronnen, tabellen en cijfers uit deze studie. De voorgestelde resultaten focussen op specifieke analyses die als bijzonder relevant werden geïdentificeerd om de voorbije en toekomstige evolutie van het Brusselse FV-park te begrijpen: De studie heeft betrekking op de situatie van het park eind 2016, per vermogen en per houder, en op de paneelproductie in 2016.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG) verstrekken de geïnstalleerde elektriciteitsmeters informatie over de FV-energie die door de eigenaars van fotovoltaïsche (Fv-)installaties op het net wordt geïnjecteerd en over de afname van elektriciteit van deze meters. Ook al wordt de compensatie momenteel toegepast, deze gegevens garanderen een nauwkeurige studie van het zelfverbruik, namelijk de productie die niet op het net wordt geïnjecteerd, maar direct ter plaatse wordt verbruikt.

2.3 Inhoud van het verslag

Naast deze inleiding, waarin de evolutie van het geïnstalleerde FV-park in het BHG wordt voorgesteld, bestaat dit rapport uit zes grote delen:

1. Een eerste deel, "Voorbereiding van de gegevens", dat de in het verslag gebruikte gegevensbronnen voorstelt en de behandelingen die ze hebben ondergaan.
2. Een tweede deel, "Analyse van de geïnstalleerde apparatuur", vervolledigt het inleidende hoofdstuk met de evolutie van de specifieke geïnstalleerde vermogens, de marktaandeelen van de verschillende fabrikanten van panelen en omvormers en de herkomst van de in BHG geïnstalleerde modules.
3. Een derde deel, "Prijzen van de installaties", geeft de prijzen van FV-installaties per kWp en vergelijkt deze prijzen aan de hand van de herkomst van de panelen en hun specifieke vermogen.
4. Een vierde deel, "Productiviteit van de installatie", geeft de productiviteit van het park weer, gedefinieerd als de jaarlijkse productie van de installatie (kWh) gedeeld door het geïnstalleerd vermogen (kWp).
5. Een vijfde deel, "Zelfverbruik/Zelfvoorziening", geeft het aandeel van de door de FV-installaties in het BHG geproduceerde elektriciteit die door de houder wordt verbruikt en het aandeel dat op het net wordt geïnjecteerd. In dit deel wordt ook het aandeel elektriciteit van de activiteiten van de houders weergegeven dat wordt gedekt door de elektriciteit die door de FV-installatie wordt geproduceerd.
6. Een zesde deel, "Gemeentelijke analyse van het fotovoltaïsch park" ten slotte, geeft het aantal installaties en het geïnstalleerd vermogen per gemeente weer en verdeelt de prijs van de installaties en hun productiviteit over het regionale grondgebied.

Deze verschillende hoofdstukken zijn onafhankelijk van elkaar en het is niet noodzakelijk alle hoofdstukken te lezen om een hoofdstuk te begrijpen. De lezer kan dus het hoofdstuk dat hem interesseert zonder dat hij het hele verslag hoeft te lezen. Aan het begin van elk hoofdstuk wordt een overzicht van de opmerkelijke feiten gegeven.

Aan het einde van het verslag staat een verklarende woordenlijst van de gebruikte termen en afkortingen en 3.2, op pagina 20, van het hoofdstuk worden de belangrijkste veronderstellingen en conventies voor de presentatie van de resultaten beschreven.

2.4 Staat van het geïnstalleerde fotovoltaïsche (FV) park

De fotovoltaïsche productie heeft zich slechts zeer recent in België ontwikkeld, na de invoering van de productieondersteunende systemen. De eerste fotovoltaïsche installaties deden hun intrede in het BHG vanaf 2006. We stellen achtereenvolgens de staat van de FV-park in 2016 voor en de evolutie van dit park voor de periode 2006 tot 2016, volgens de datum van ingebruikname (IGN) van de installaties.

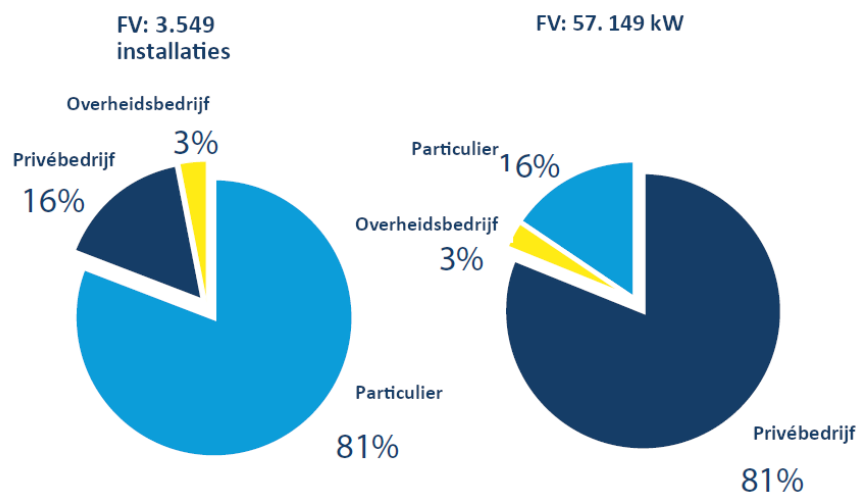
2.4.1 Situatie in 2016

Eind 2016 bestond het FV-park in het BHG uit 3.549 installaties op een totaal cumulatief vermogen van 57.149 kWp.

De verdeling van dit fotovoltaïsch productiepark wordt samengevat in tabel en figuur hieronder, volgens het type houder en de vermogenscategorie van de installaties¹.

Tabel 1: Staat van het fotovoltaïsch productiepark eind 2016 in het BHG²

Vermogenscategorie	Aantal installaties			Geïnstalleerd vermogen [kWp]			Totaal aantal	Totaal vermogen [kWp]
	Privébedrijf	Overheidsbedrijf	Particulier	Privébedrijf	Overheidsbedrijf	Particulier		
[0 - 5] kWp	209	51	2 602	634	152	7 128	862	7 914
]5 - 10] kWp	97	34	247	620	206	1 463	378	2 289
]10 - 100] kWp	168	34	11	6 526	981	186	213	7 694
]100 - 1000] kWp	84	3	0	29 064	565	0	87	29 629
> 1000 kWp	9	0	0	9 623	0	0	9	9 623
TOTAAL	567	122	2 860	46 467	1 904	8 778	549	57 149
%	16%	3%	81%	81%	3%	15%	100%	100%



Figuur 1: Verdeling van het aantal FV-installaties en het vermogen per houder eind 2016

Bron: jaarverslag groenestroomcertificaten, BRUGEL 2016

In de tabel zien we enerzijds de markt van de kleine installaties (≤ 10 kWp), die 91% van de installaties (3.240) en 18% van het totale geïnstalleerde vermogen (10203 kWp) vertegenwoordigt, en anderzijds die van de middelgrote tot grote installaties (> 10 kWp), die goed is voor 9% van de installaties (309) en 82% van het totale geïnstalleerde vermogen (46946 kWp).

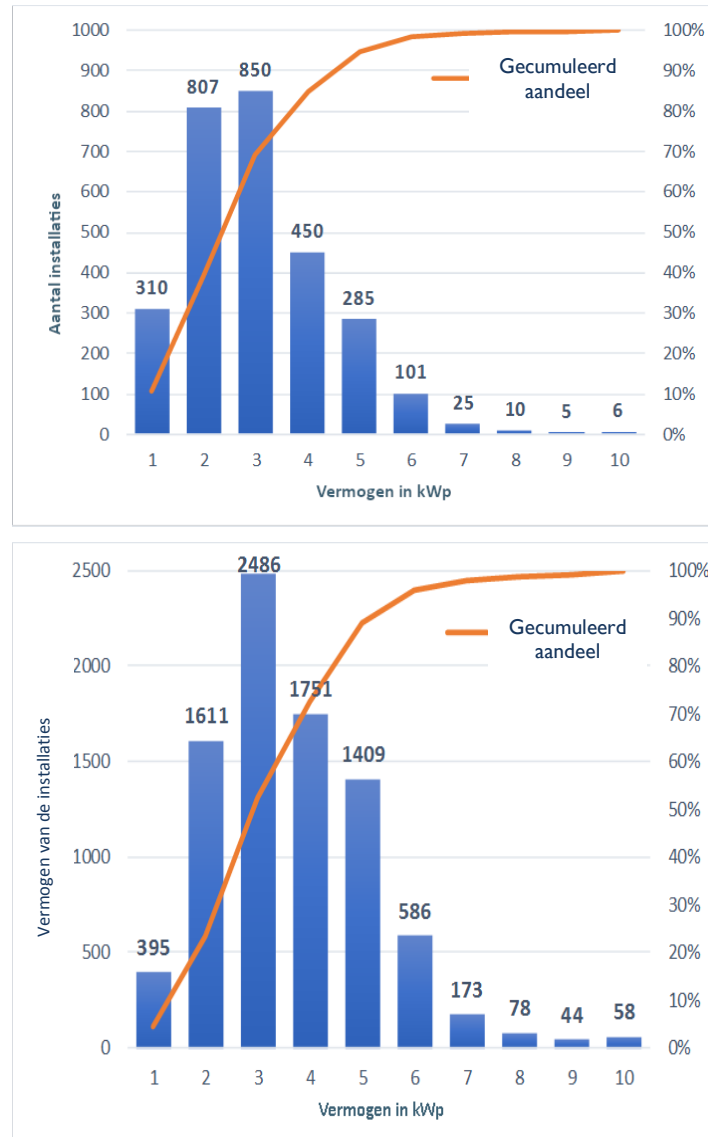
De meerderheid van de kleine installaties (> 10 kWp) zijn eigendom van particulieren (88% van het aantal kleine installaties), terwijl de middelgrote en grote installaties vrijwel uitsluitend eigendom zijn van privébedrijven of overheidsbedrijven (96% van het aantal middelgrote en grote installaties).

¹ Tenzij anders vermeld is een FV-installatie = een groene meter.

² Zie het jaarverslag over de werking van de markt voor groenestroomcertificaten en garanties van oorsprong - BRUGEL 2016.

Eind 2016 vertegenwoordigen de installaties van minder dan 5 kWp 81% van alle installaties, maar ze dragen voor nauwelijks 14% bij aan het totaal geïnstalleerd vermogen in het BHG.

De onderstaande figuur toont de verdeling van de 2.849 installaties ≤ 10 kWp die eigendom zijn van particulieren (91%) en de verdeling van het geïnstalleerd vermogen, dat in totaal 8.591 kWp (81%) bedraagt.



Figuur 2: Verdeling van het aantal en het totale vermogen [kWp] per vermogensklasse van de FV-installaties ≤ 10 kWp van de particulieren eind 2016 in het BHG
Toewijzing aan een vermogensklasse: [midden klasse - 0,5; midden klasse +0,5]

Hoewel het gemiddelde geïnstalleerde vermogen voor het particuliere segment (≤ 10 kWp) 3 kWp bedraagt, stelt men vast dat de belangrijkste modi in de buurt van 2 en 3 kWp liggen en dat bijna 70% van de installaties een vermogen van 3 kWp of lager heeft.

In termen van vermogen is het geïnstalleerd vermogen daarentegen bijna even groot voor installaties van minder dan of gelijk aan 3 kWp (52%) als voor de installaties van meer dan 3 kWp. Het maximale cumulatieve vermogen wordt bereikt voor installaties met 3 kWp.

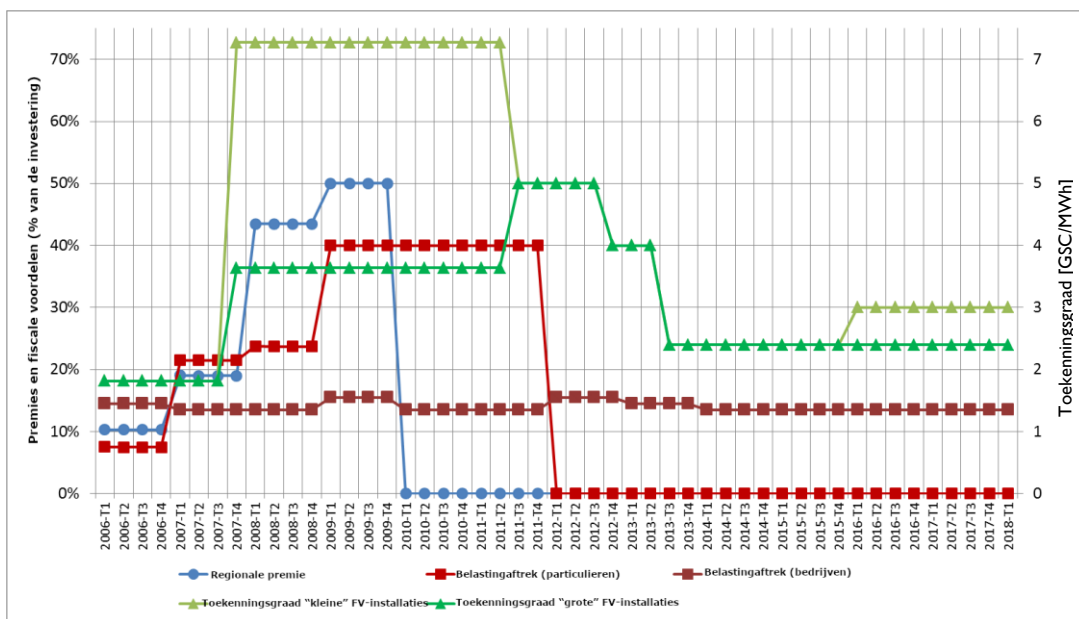
2.4.2 Evolutie van het FV-park per houder

2.4.2.1 Historiek van de financiële stimulansen voor de installatie van FV

Van 2006 tot 2015 werden in het BHG via het “compensatieprincipe”³⁴ diverse financiële stimulansen in de vorm van premies, fiscale voordelen, groenestroomcertificaten en aangepaste tarifiering toegekend voor de installatie van FV.

Een samenvattende grafiek van deze stimulansen die de evolutie van de overheidssteun voor de installatie van FV in het BHG toont, vindt u in

Figuur 3.



Figuur 3: Evolutie van de premies en fiscale voordelen in het BHG (BRUGEL 2006-2016)

Bron: jaarverslag groenestroomcertificaten, BRUGEL 2016⁵

³ Het jaarverslag 2016 van BRUGEL over de werking van de markt van de groenestroomcertificaten en de garanties van oorsprong behandelt de driemaandelijke evolutie over de periode 2006-2016 van deze financiële stimulansen en de resulterende evolutie van het fotovoltaïsch productiepark.

⁴ De compensatie is een telmechanisme dat erin bestaat de in het net geïnjecteerde hoeveelheden af te trekken van de van het net afgenomen hoeveelheden. Het compensatieprincipe geldt uitsluitend voor de productie-installaties voor groene stroom en warmtekrachtkoppelinginstallaties met een vermogen van de omvormer, aan de AC-zijde, kleiner dan of gelijk aan 5 kW. Ter informatie, volgens de bepalingen van het besluit betreffende de promotie van groene elektriciteit van 17 december 2015 zal het compensatieprincipe in de loop van 2018 worden afgeschaft.

⁵ "Klein" FV wordt gelijkgesteld met installaties van minder dan 20m² die, in het stelsel dat van kracht was vóór juli 2011, een VC genoten van 4. "Groot" FV wordt gelijkgesteld met installaties van minder dan 1000 m² die, in het stelsel dat van

kracht was vóór juli 2011, een VC genoten van 2. De installaties daartussen genieten, in het stelsel dat van kracht was vóór juli 2011, een VC tussen 4 en 2.

Deze figuur toont de evolutie van de gewestelijke premie voor de installatie die tussen 2006 en 2009 aan particulieren werd toegekend. Deze premie is in 2010 tot 0 gedaald (blauwe curve). De belastingaftrek bleef bestaan voor particulieren bestaan tot het eerste kwartaal 2012 (rode curve). Dit cijfer illustreert ook de geleidelijke verlaging van de premies en de fiscale voordelen voor de "grote" FV-installaties, die een duidelijke daling vertonen in het derde kwartaal 2013 (donkergroene curve).

Zoals we hierna zullen zien, is de ontwikkeling van de installaties op het grondgebied van het BHG rechtstreeks verbonden met de ontwikkeling van deze verschillende financiële stimulansen.

2.4.2.2 Evolutie van het aantal installaties en het geïnstalleerd vermogen

Ten opzichte van de situatie eind 2015 is het park van 2016 met 223 installaties toegenomen (+7%) en 5 178 kWp (+8%), waarvan meer dan 75% van het toegevoegde vermogen tot de categorie installaties van privébedrijven (+3 894 kWp) behoort.

Onderstaande tabel geeft de evolutie weer van het aantal en de geïnstalleerde vermogens per jaar van ingebruikname (IGN) over de periode 2006-2016, uitgesplitst per type houder: particulieren, privébedrijven en overheidsbedrijven (administraties).

Tabel 2: Evolutie van het aantal en het vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG uitgesplitst per jaar van ingebruikname en type houder

Jaar IGN	Aantal installaties			Geïnstalleerd vermogen [kWp]			Totaal aantal	Totaal vermogen [kWp]
	Privébedrijf	Overheidsbedrijf	Particulier	Privébedrijf	Overheidsbedrijf	Particulier		
2006	1	4	2	3	28	7	7	38
2007	0	0	24	0	0	42	24	42
2008	10	1	260	75	44	546	271	665
2009	82	2	1 200	610	19	3 139	1 284	3 768
2010	43	11	261	707	68	783	315	1 558
2011	45	22	233	1 634	173	801	300	2 607
2012	87	9	327	10 365	215	1 269	423	11 849
2013	155	22	258	24 701	181	1 067	435	25 949
2014	31	14	75	1 675	149	299	120	2 123
2015	54	26	67	2 804	320	247	147	3 372
2016	59	11	153	3 894	707	577	223	5 178
TOTAAL	567	122	2 860	46 467	1 904	8 778	3 549	57 149
%	16%	3%	81%	81%	3%	15%	100%	100%

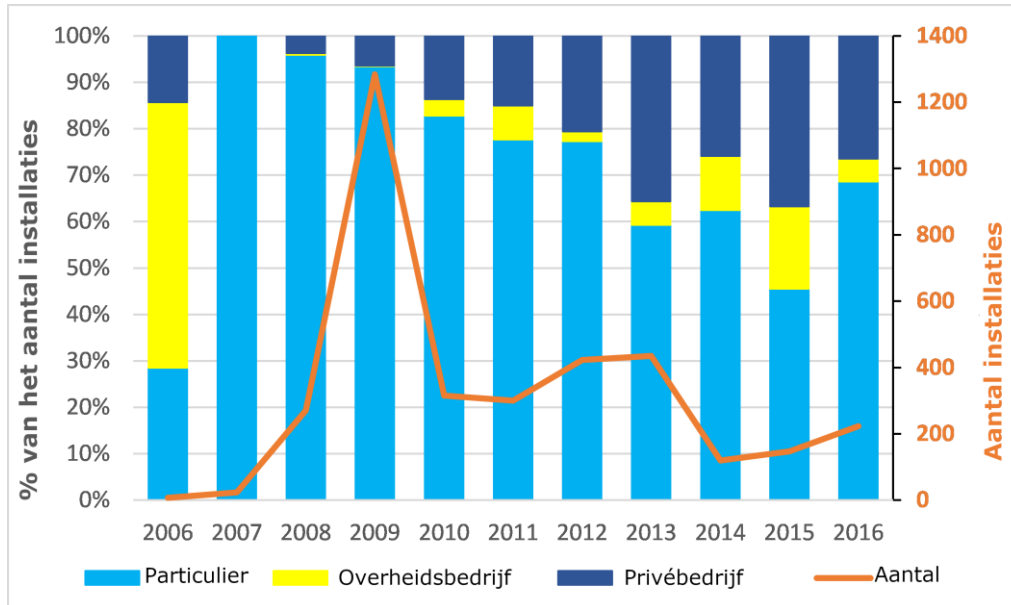
De analyse van deze tabel geeft een algemene trend aan in de Brusselse markt: een achteruitgang van de installaties geplaatst door particulieren en een toename van het aandeel gereserveerd voor de installaties van de bedrijfssector (via eigen vermogen of via de tussenkomst van externe privé-investeerders).

Zoals uit onderstaande figuren blijkt, is de markt van de particulieren tot 2009 sterk gegroeid, maar keert de trend om vanaf 2010, vooral op het vlak van geïnstalleerd vermogen.

De installaties in privébedrijven krijgen inderdaad stilaan de overhand inzake geïnstalleerd vermogen, met name met een maximaal geïnstalleerd vermogen dat in 2013 wordt bereikt met 24,7 MWp.

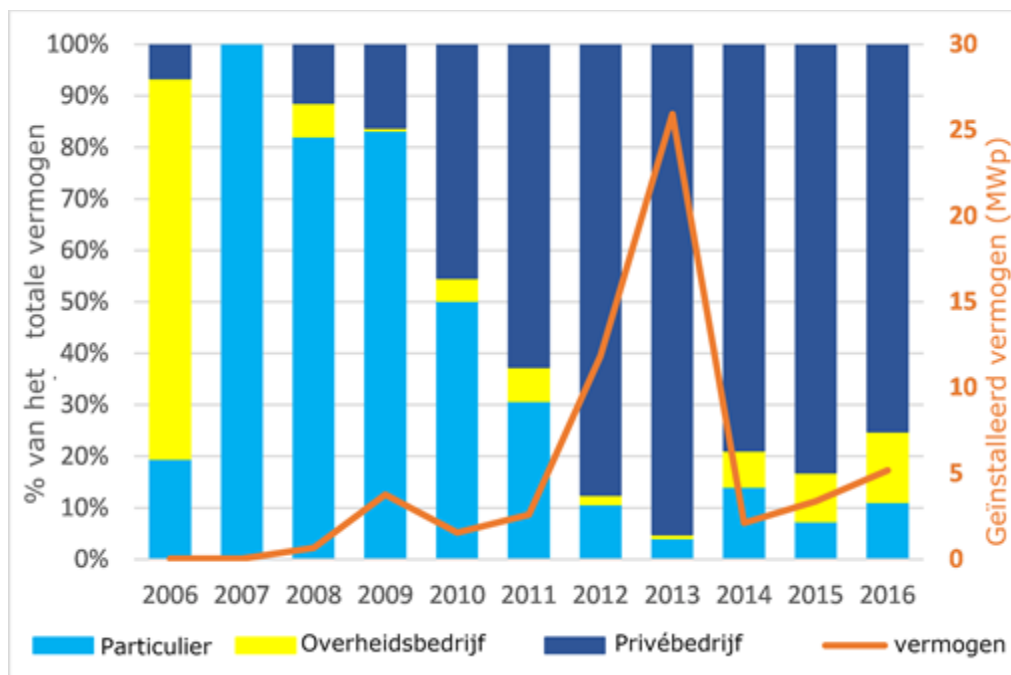
Sinds 2014 is deze ontwikkeling echter "vertraagd" als gevolg van een aanzienlijke verlaging van de steun voor de installaties van privébedrijven (overgang van de vermenigvuldigingscoëfficiënt; van 2,2 naar 1,32). We stellen ook vast dat het aandeel van de overheidsinstellingen sinds 2013 is toegenomen, zowel wat het vermogen als wat het aantal installaties betreft.

De twee onderstaande figuren tonen ook het aantal installaties dat jaarlijks in gebruik wordt genomen en het totaal van de jaarlijks geïnstalleerde vermogens. Het jaar 2006 is niet vertegenwoordigd omdat het met slechts 7 installaties als marginaal wordt beschouwd.



Figuur 4: Evolutie van het aantal en het aandeel van de installaties van het FV-park in het BHG per type houder (2007-2016)

De evolutie van het totale aantal jaarlijks in gebruik genomen installaties vertoont in 2009 een piek van 1.284 installaties. Deze piek in installaties in 2009 is het gevolg van de aankondiging van de afschaffing van de gewestelijke premie, die 50% van de investering bedraagt, voor 2010.



Figuur 5: Evolutie van het vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG per type houder (2007-2016)

De evolutie van het totale vermogen van de jaarlijks in gebruik genomen installaties vertoont in 2013 een piek van 25.949 kWp. Deze piek kan het gevolg zijn van een massale investering vóór de verlaging, in 2013, van het toekenningspercentage voor de grote FV-installaties (>10kWp).

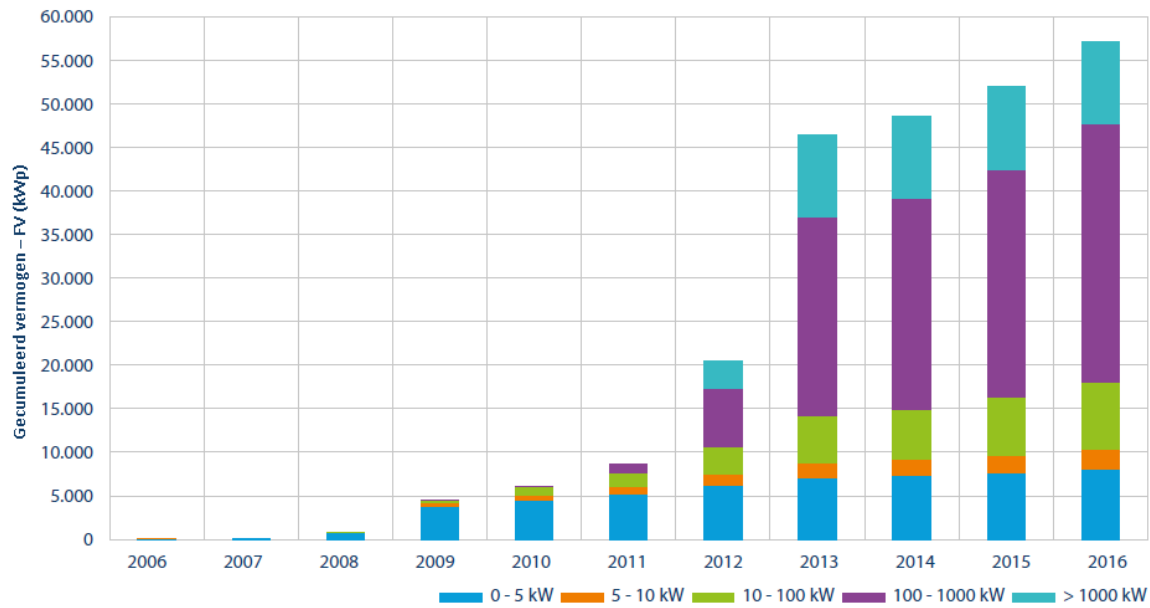
2.4.3 Evolutie van het park per vermogensklasse

Ten opzichte van de situatie eind 2015 heeft 66% van het aantal nieuwe installaties een vermogen van minder dan of gelijk aan 5 kWp. In termen van vermogen vertegenwoordigen de installaties van 100 tot 1.000 kWp in 2016 daarentegen 67% (+3.894 kWp) van het geïnstalleerd vermogen.

Onderstaande tabel toont het aantal en de geïnstalleerde vermogens per jaar over de periode 2006-2016, uitgesplitst per vermogenscategorie.

Tabel 3: Evolutie van het aantal en het vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG, uitgesplitst per jaar van ingebruikname en vermogenscategorie tussen 2006 en 2016

Jaar	Aantal installaties					Geïnstalleerd vermogen [kWp]					Totaal aantal	Totaal vermogen [kWp]	
	[0-5] kWp	]5-10] kWp	]10-100] kWp	]100-1000] kWp	>1000 kWp	[0-5] kWp	]5-10] kWp	]10-100] kWp	]100-1000] kWp	>1000 kWp		
2006	3	4	0	0	0	10	28	0	0	0	7	38	
2007	23	1	0	0	0	34	8	0	0	0	24	42	
2008	265	4	2	0	0	552	22	91	0	0	271	665	
2009	1	48	15	1	0	3	305	307	102	0	1	3 768	
2010	220	274	24	16	1	0	775	164	517	102	0	315	1 558
2011	274	232	47	18	3	0	715	274	638	980	0	300	2 607
2012	292	71	42	15	3	980	420	1 590	5 554	3306	423	11 849	
2013	242	89	56	42	6	834	532	2 169	16 096	6317	435	25 949	
2014	71	27	16	6	0	238	158	425	1 301	0	120	2 123	
2015	87	27	25	8	0	265	165	911	2 030	0	147	3 372	
2016	153	36	23	11	0	457	212	1 044	3 464	0	223	5 178	
TOTAAL	2	378	213	87	9	7	2	7 694	29 629	9623	3	57 149	
%	81%	11%	6%	2%	0%	14%	4%	13%	52%	17%	100%	100%	



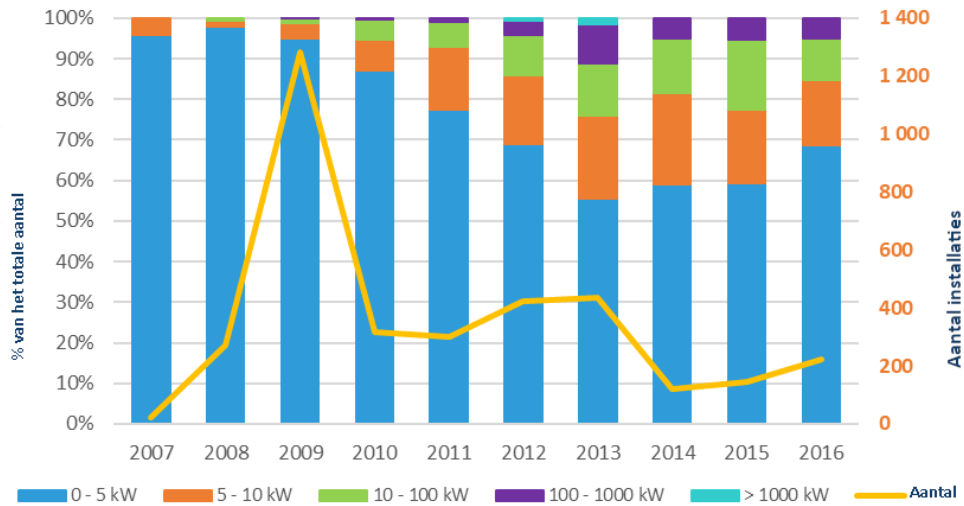
Figuur 6: Evolutie van het gecumuleerde in gebruik genomen vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG tussen 2006 en 2016, uitgesplitst per vermogenscategorie

De analyse van Tabel 3 wijst op een algemene trend in de Brusselse markt: een toename van het aantal installaties met een vermogen van meer dan 5 kWp.

Zoals uit de onderstaande figuren blijkt, lijkt de markt voor vermogens van minder dan of gelijk aan 5 kWp, ook al blijft ze het grootste in aantal installaties, sterk te dalen, met uitzondering van een kleine stijging in 2016.

Installaties met een vermogen tussen 10 en 1000 kWp winnen inderdaad geleidelijk terrein, zoals duidelijk blijkt uit figuur 8.

De twee onderstaande figuren tonen ook het aantal installaties dat jaarlijks in gebruik wordt genomen en het totaal van de jaarlijks geïnstalleerde vermogens. Het jaar 2006 is niet vertegenwoordigd omdat het met slechts 7 installaties als marginaal wordt beschouwd.



Figuur 7: Evolutie van het aandeel en het totale aantal installaties van het FV-park in het BHG per vermogensklasse tussen 2007 en 2016

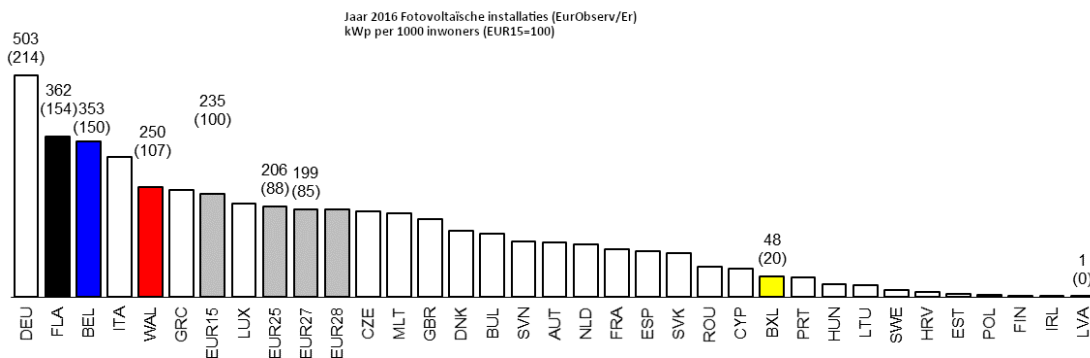


Figuur 8: Evolutie van het aandeel van het totale vermogen van de installaties van het FV-park in het BHG per vermogensklasse tussen 2007 en 2016

2.4.4 Europese en interregionale vergelijking

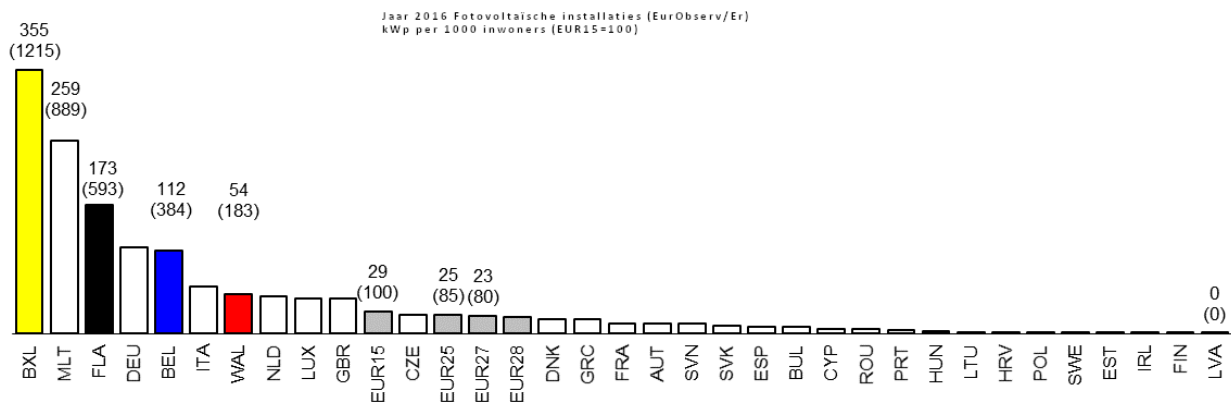
Op basis van de geïnstalleerde PV-vermogens per land, gepubliceerd door Eurobserv'Er⁶, en de regionale gegevens van de respectievelijke energiebalansen, kunnen we de geïnstalleerde vermogens per inwoner of km² van de onderzochte regio's vergelijken.

Figuur hieronder toont, voor het jaar 2016, de vermogensdichtheden per 1000 inwoners van de landen van de Europese Unie en de drie Belgische gewesten. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ligt met 48 kWp per 1000 inwoners ruim onder het Belgisch en gewestelijk gemiddelde. Met 199 kWp/1000 inwoners is de bevolkingsdichtheid van de EU-27 veel hoger dan die van Brussel.



Figuur 9: Europese, nationale en gewestelijke dichtheid van het aantal FV-installaties per 1000 inwoners
Bron: Photovoltaic barometer, Eurobserv'Er april 2017

Als we het geïnstalleerde vermogen vergelijken met de oppervlakte van het betrokken gebied, voert het BHG met 355 kWp per km² de ranglijst aan. Die voorstelling is uiteraard vertekend door het feit dat het Brussels Gewest een stadsgewest is met een zeer hoge bebouwingsdichtheid.



Figuur 10: Europese, nationale en gewestelijke dichtheid van het aantal FV-installaties per km²
Bron: Photovoltaic barometer, Eurobserv'Er april 2017

⁶ Consortium dat gespecialiseerd is in het toezicht op de ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen in de Europese Unie

3 Voorbereiding van de gegevens

3.1 Gegevensbronnen

De analyses die in het vervolg van dit verslag worden voorgesteld, zijn gebaseerd op drie gegevensbronnen:

1. Uittreksel van de databank van BRUGEL met de technische gegevens (vermogen, oppervlakte, merk) per meter van de fotovoltaïsche installaties op 31/12/2016;
2. Een uittreksel van de databank van BRUGEL met, per meter van de fotovoltaïsche installaties, de door de houders ingestuurde productiemeterstanden en de berekening voor de toekenning van de groenestroomcertificaten (GSC) en de garanties van oorsprong (GO) op 31/12/2016;
3. Uittreksel van de databank van de distributienetbeheerder (SIBELGA) met de afname- en herinjectie-meterstanden per EAN-code voor de periode 2013-2014.

3.2 Belangrijke veronderstellingen en conventies voor de presentatie van de resultaten

De in de inleiding voorgestelde analyse van het FV-park is gebaseerd op alle in BHG aanwezige installaties, maar de hiernavolgende analyses hebben enkel betrekking op de relevante en volledige gegevens. Zo worden sommige gegevens gefilterd om alleen die gegevens te behouden die nuttig zijn voor de interpretatie van de onderzochte indicatoren.

Een **eerste filtering** wordt toegepast op basis van het bestaan en de kwaliteit van het gegeven. Deze filtering sluit deze gegevens absoluut uit bij de definitieve analyse van de indicator.

Er worden filters toegepast, enerzijds om ontbrekende waarden of nulwaarden uit te sluiten en anderzijds om onjuiste waarden op basis van referenties uit de sector uit te sluiten.

Via deze filters werden vier technische referentiecriteriën toegepast:

- Technisch minimum van 300 kWh/kWp⁷ voor de productiviteit van de installaties;;
- Technisch maximum van 1.250 kWh/kWp⁸ voor de productiviteit van de installaties;;
- Technisch maximum van 215 Wp/m² voor het rendement van de panelen⁹;
- Minimum van 1.000 EUR/kWp en maximum van 10.000 EUR/kWp voor de installatieprijzen (excl. btw) .

⁷ De waarde 450 tot 530 kWh/kWp stemt overeen met de verwachte productie voor een installatie die zich in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bevindt, naar het noorden gekeerd, helling 35°, zonder schaduw, volgens de geïnstalleerde techniek. Er wordt ook uitgegaan van een schadueffect dat de minimale productie terugbrengt tot 300 kWh/kWp. Onder dat niveau gaat men ervan uit dat de installatie niet naar behoren werkt.

⁸ De waarde 1.250 kWh/kWp stemt overeen met de maximale verwachte productie voor een installatie die zich in het BHG bevindt, met een optimale blootstelling (zuid, 35° zonder schaduw) en voorzien van een zonnepanelen.

⁹ De waarde 215 Wp/m² stemt overeen met de maximale waarde die werd vastgesteld op de technische fiches van de modules die in de markt beschikbaar waren in 2016.

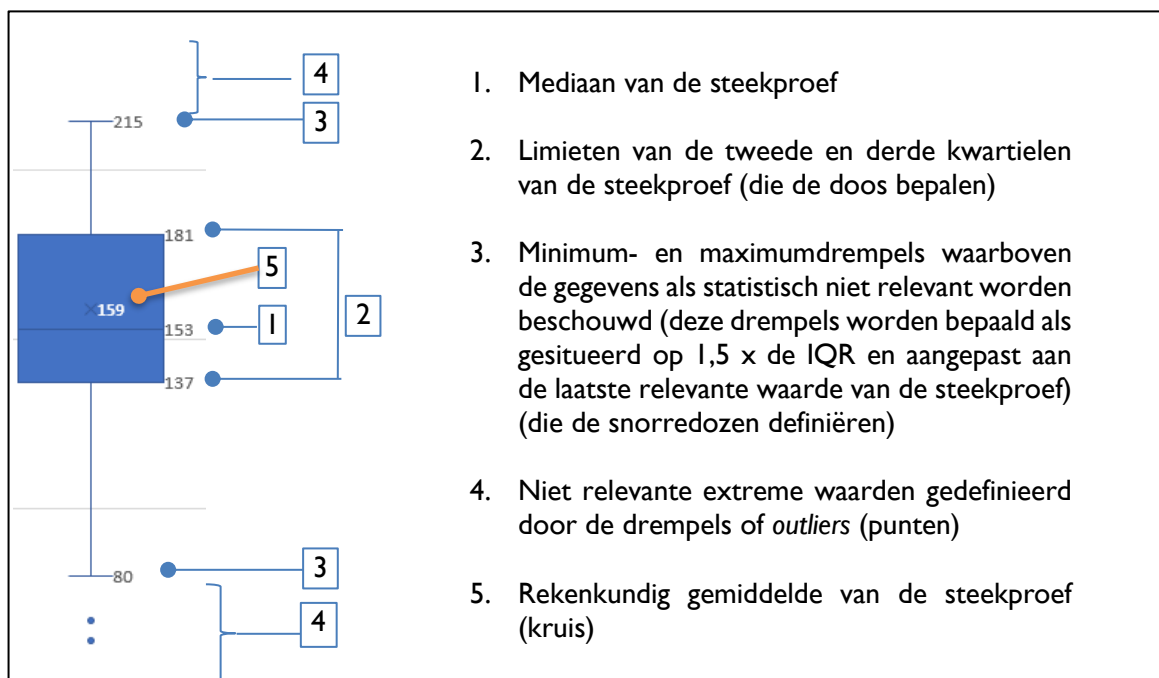
De **tweede filtering** is het resultaat van een statistische analyse die het mogelijk maakt extreme, waarschijnlijk irrelevante waarden te identificeren (*outliers*), die echter niet van de analyse van de indicatoren worden uitgesloten.

Deze tweede filtering werd uitgevoerd via statistische analyse met behulp van grafische weergaven van het type “spreidingsdiagram” of “snorredoos (*boxplot*)”.

De extreme waarden worden visueel geïdentificeerd door observatie van de verdeling van de gegevensdichtheid in een “spreidingsdiagram”, of statistisch door te zoeken naar drempelwaarden die de grenzen van de gegevensspreiding aangeven waarboven of waaronder elk gegeven als afwijkend wordt beschouwd (snorredoos via de “1,5 IQR”-methode¹⁰).

Deze stap blijft echter beperkt tot een statistische analyse zonder verwerping. De gepubliceerde statistische resultaten (mediaan, kwartiel, gemiddelde enz.) hebben dus betrekking op het geheel van de gegevens die na bepaling van de *outliers* werden weerhouden.

Lezing van de snorredozen:



1. Mediaan van de steekproef
2. Limieten van de tweede en derde kwartielen van de steekproef (die de doos bepalen)
3. Minimum- en maximumdrempels waarboven de gegevens als statistisch niet relevant worden beschouwd (deze drempels worden bepaald als gesitueerd op 1,5 x de IQR en aangepast aan de laatste relevante waarde van de steekproef) (die de snorredozen definiëren)
4. Niet relevante extreme waarden gedefinieerd door de drempels of *outliers* (punten)
5. Rekenkundig gemiddelde van de steekproef (kruis)

Deze figuur bevat de informatie over het gemiddelde, de mediaan, het 1ste en 3de kwartiel en het maximum en minimum van de indicator al naargelang de gegevens als statistisch relevant (onderste of bovenste lijn) of niet relevant (kleine punten die *outliers* vertegenwoordigen) worden beschouwd.

¹⁰ De interkwartiele afstand (IQR) is per definitie het verschil tussen het derde en het eerste kwartiel. De bovenste (onderste) lijn van het diagram wordt bepaald door 1,5 keer de interkwartiele afstand (IQR) op te tellen bij (af te trekken van) de bovengrens (ondergrens) van het derde (eerste) kwartiel.

In het verslag worden voor elke indicator meestal twee overzichtstabellen voorgesteld.

De eerste tabel geeft de omvang van de geanalyseerde steekproef weer ten opzicht van het totale park waarop de analyse betrekking heeft.

Deze steekproef bestaat uit installaties waarvoor gegevens beschikbaar zijn en die niet door de eerste filter werden verworpen (zie hierboven). Ook de verhouding van deze steekproef ten opzichte van de oorspronkelijke gegevens is vermeld.

Aanvullende informatie geeft het aantal *outliers* in de “snorredoos” en hun aandeel in de geanalyseerde steekproef: wer.

De tweede tabel vat de resultaten van de analyse samen.

Het veralgemeend gemiddelde wordt berekend volgens twee methoden:

- De berekening van een rekenkundig gemiddelde van de indicatoren, of de som van de indicatoren gedeeld door hun aantal, eenvoudig gemiddelde genoemd;
- De berekening van een gewogen gemiddelde naar het respectieve gewicht van elke categorie.

In het geval van het **eenvoudig gemiddelde**, heeft elke installatie een identiek gewicht. In het geval van het **gewogen gemiddelde** hebben de grote installaties een grotere invloed op het resultaat, omdat bij de berekening van het gemiddelde rekening wordt gehouden met het gewicht van de installatie (in termen van geïnstalleerd vermogen - kWp-, geïnstalleerde m² of geproduceerde kWh).

Ter herinnering, de **mediaan** van een geheel van waarden (steekproef, populatie) is een waarde x die het mogelijk maakt het geheel van waarden in twee gelijke delen op te splitsen: aan de ene kant de helft van de waarden, die allemaal gelijk zijn aan of kleiner dan x , en aan de andere kant de andere helft van de waarden, die allemaal gelijk zijn aan of groter zijn dan x .

4 Analyse van het geïnstalleerde materiaal

Op basis van de technische gegevens waarover BRUGEL voor deze studie beschikte, werden in dit hoofdstuk vier indicatoren gecreëerd en werden de trends die ze vertonen geanalyseerd:

- 1 Specifiek vermogen van de panelen (Wp/m^2) en rendement;
- 2 Marktaandelen van de fabrikanten van panelen;
- 3 Marktaandelen van de fabrikanten van omvormers;
- 4 Herkomst van de panelen.

Elk van deze indicatoren wordt in de volgende delen afzonderlijk voorgesteld.

Deze gegevens zijn specifiek voor het park installaties in het BHG. Andere specifieke gegevens worden momenteel niet door BRUGEL verzameld (of ter beschikking gesteld), maar de analyse ervan zou eveneens interessant kunnen zijn. Het gaat onder meer om de volgende informatie:

- het type cellen dat wordt gebruikt: mono- en polykristallijn silicium, dunne films enz.;
- het type omvormers;
- de wijze waarop ze zijn geïntegreerd in de Brusselse gebouwen: klassieke stijve panelen of integratie van fotonvoltaïsche materialen in het gebouw (BIPV¹¹);
- het type montage: plat dak, hellend dak of gevel, op het gebouw geplaatst of geïntegreerd, op de grond met of zonder zonnepanelen enz.

Ze zijn echter niet opgenomen in dit verslag.

¹¹ Building-Integrated PhotoVoltaïcs

4.1 Samenvatting van de markante feiten

De analyse van het specifieke vermogen van de panelen en hun rendement toont:

- een algemene verbetering aan van het specifieke vermogen (Wp/m^2) in de tijd (2007 tot 2016), alle klassen geïnstalleerde vermogenscategorieën (Wp) samen;
- gemiddelde specifieke vermogenswaarden tussen 152 en 159 Wp/m^2 zonder statistisch significant verschil waargenomen tussen de verschillende geïnstalleerde vermogensklassen;
- Een gewogen gemiddelde specifieke vermogenswaarde van 148 Wp/m^2 voor de 3.506 installaties met een totale oppervlakte van 382.000 m^2 ;
- een oververtegenwoordiging (86,1%) van de installaties met een gemiddeld rendement (klasse gedefinieerd als strikt groter dan 125 en kleiner dan of gelijk aan 175 Wp/m^2).

Uit de analyse van de marktaandelen van producenten van panelen en omvormers blijkt:

- dat er minder diversiteit is bij de leveranciers van omvormers in het BHG dan bij de producenten van panelen: de tien grootste merken van paneelproducenten vertegenwoordigen 60% van de markt in termen van geïnstalleerd vermogen voor het totale park, terwijl de negen grootste merken van omvormers 86% van het totale park uitmaken met twee dominante merken aan 58%;
- Dat er meer diversiteit is bij de producenten van panelen voor installaties van minder dan 10 kWp , waarvan de acht dominante merken slechts 30% van het geïnstalleerd vermogen op de markt in handen hebben;
- Dat de diversiteit bij de spelers in de panelenproductie kleiner is voor de grotere installaties geïnstalleerd door bedrijven (publiek of privé) waar slechts vijf merken 50% van het geïnstalleerd vermogen in handen hebben en tien merken 68%.

Uit de analyse van de herkomst van de modules blijkt dat de in China gefabriceerde panelen de markt domineren in termen van geïnstalleerd vermogen (58%).

4.2 Specifiek vermogen van de panelen

De analyse van het specifieke vermogen van de panelen geeft informatie over de berekening van de dimensionering van de FV-installaties in het BHG. In dit hoofdstuk kunnen we nagaan of het mogelijke gebrek aan dakoppervlak in een stedelijk gebied de plaatsing van panelen met een hoger specifiek vermogen aanmoedigt.

4.2.1 Definitie van de indicator

De BRUGEL-databank geeft zowel het piekvermogen (Wp) als de oppervlakte van de panelen (m^2) die zijn geïnstalleerd in het BHG weer.

Op basis van deze informatie kan het specifieke vermogen van de panelen direct berekend worden door het vermogen te delen door de oppervlakte (Wp/m^2).

In het vervolg van het rapport zal het begrip rendement worden gebruikt om de installaties onderling te karakteriseren. Dit begrip gaat uit van het principe dat hoe hoger het specifieke vermogen van een paneel is, hoe meer het paneel de ontvangen zonneshijns zal rentabiliseren en dus een "goed rendement" van transformatie per m^2 zal hebben.

Om het productiepark te kunnen karakteriseren, werden de installaties gegroepeerd in de drie volgende rendementscategorieën:

- Module met laag rendement: $\leq 125 \text{ Wp/m}^2$
- Module met gemiddeld rendement: > 125 en $\leq 175 \text{ Wp/m}^2$
- Module met hoog rendement: > 175 en $\leq 215 \text{ Wp/m}^2$

4.2.2 Geanalyseerde steekproef

De tabel hieronder bevat de omvang van de steekproef waarop de analyse werd uitgevoerd, haar representativiteit en het aantal geïdentificeerde *outliers*.

Tabel 4: Omvang van de steekproef voor de analyse van het rendement van de panelen van het FV-park 2016 in het BHG

Vermogenscategorie [kWp]	[0-5]	[5-10]	[10-100]	[100-1 000]	> 1 000	Totaal
Aantal installaties eind 2016	2 862	378	213	87	9	3 549
Aantal geanalyseerde installaties	2 830	369	212	86	9	3 506
% van het totaal aantal installaties	99%	98%	100%	99%	100%	99%
Aantal <i>outliers</i>	5	3	28	14	0	50
<i>Outliers</i> in % van de analyse	0,2%	1%	13%	16%	0%	1%

Bijna alle installaties in de dataset kunnen geanalyseerd worden, zodat de steekproef perfect representatief is. Van de 43 afgewezen installaties vermelden er 18 geen oppervlakte en hebben er 25 een specifiek vermogen van meer dan 215 Wp/m^2 .

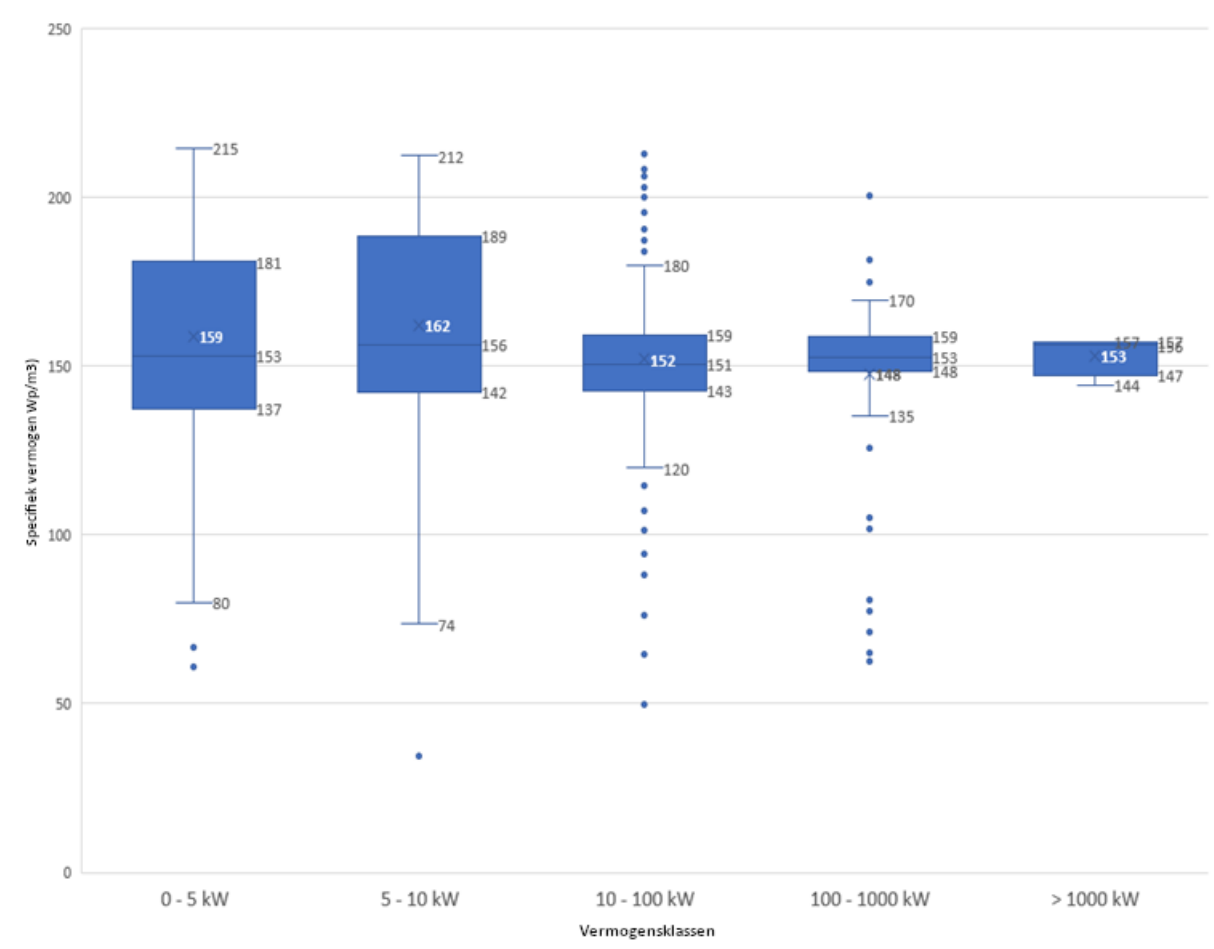
De resterende dataset bevat 50 *outliers*, iets meer dan 1% van de totale geanalyseerde steekproef. De *outliers* komen meer voor in de installatiecategorieën $> 10 \text{ kWp}$; een logisch verschijnsel omdat het gaat om klassen met grotere omvang, en dus een grotere diversiteit van de gevallen dan voor de twee lagere categorieën.

4.2.3 Resultaten: trends in de evolutie van de indicator

A. Analyse op basis van de vermogenscategorie

Het specifiek vermogen van de fotovoltaïsche installaties in het Brussels Hoofdstedelijk Gebied wordt geanalyseerd per vermogenscategorie.

De onderstaande figuur toont de verdeling van het rendement van de installaties (Wp/m^2) al naargelang de vermogenscategorie van de installaties: [0-5] kWp; [5-10] kWp; [10-100] kWp; [100-1 000] kWp; $> 1 000 \text{ kWp}$.



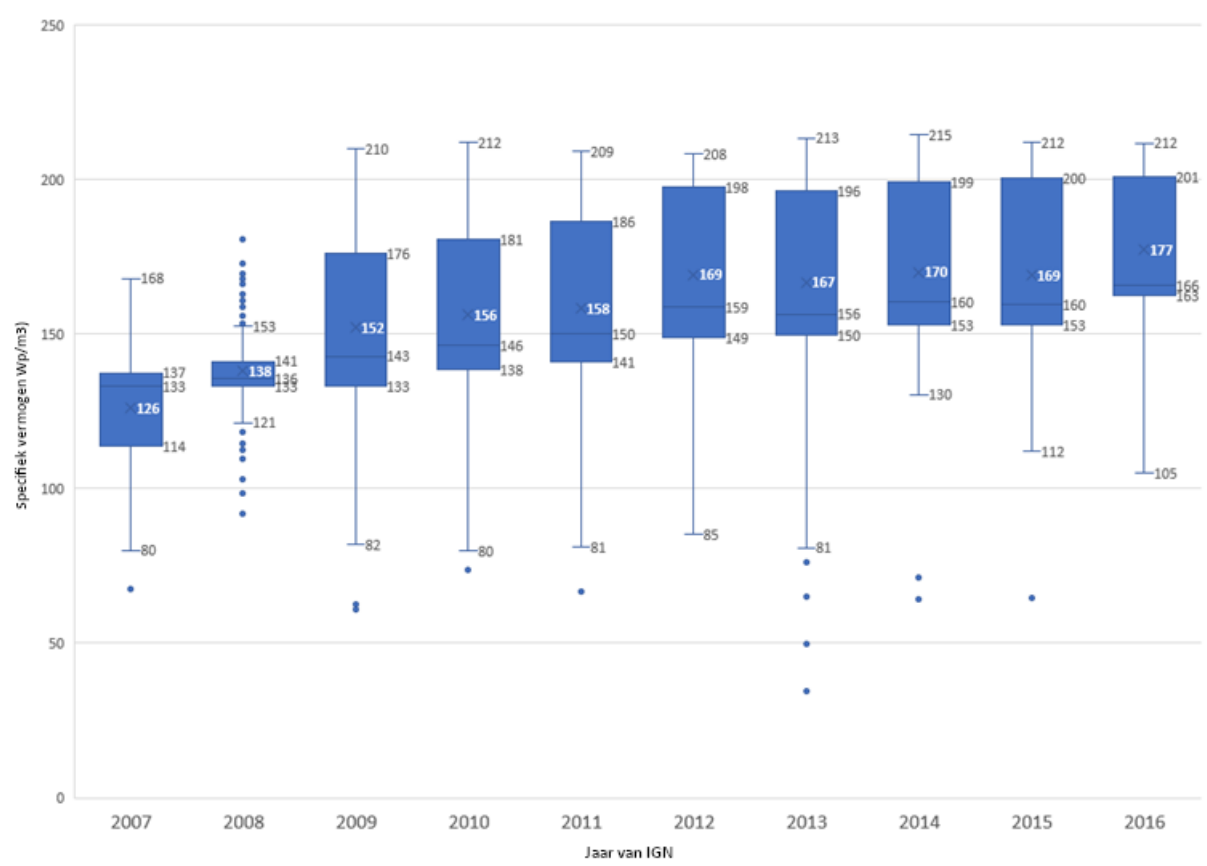
Figuur 11: Specifiek vermogen van de installaties van het FV-park 2016 in het BHG per vermogenscategorie (Wp/m²)

Zoals blijkt uit figuur hierboven lijkt het mediane rendement van een FV-installatie niet te worden beïnvloed door de vermogenscategorie. Anderzijds neemt de omvang van de verdeling (interkwartielafwijking) af voor de hogere vermogenscategorieën, voornamelijk vanwege hun kleinere aantal en stabielere kenmerken van de geïnstalleerde apparatuur.

Tabel 5: Specifiek vermogen [Wp/m²] van de panelen van het FV-park 2016 in het BHG

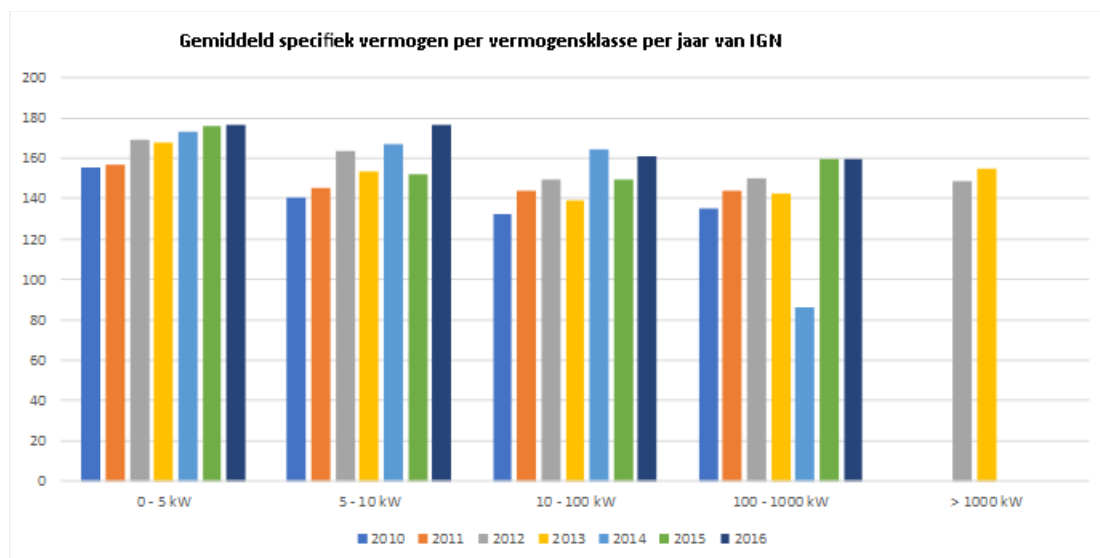
Vermogensklasse (kWp)	[0-5]	[5-10]	[10-100]	[100-1 000]	> 1 000	Totaal
% van het aantal installaties	80,7%	10,5%	6,0%	2,5%	0,3%	100%
% van het geïnstalleerd vermogen	13,8%	3,9%	13,6%	51,7%	17,0%	100%
Eenvoudig gemiddelde	159	162	152	148	153	158
Gewogen gemiddelde	157	155	146	144	153	148

Uit de analyse van het specifiek vermogen afhankelijk van het jaar van ingebruikname (IGN), getoond in figuur 12, blijkt dat de recente panelen een hoger gemiddeld specifiek vermogen hebben dan de oudere panelen, maar met een grote omvang in de jaarresultaten.



Figuur 12: Specifiek vermogen [Wp/m³] van de installaties van het FV-park 2016 in het BHG per jaar van IGN

Als we vergelijken met de vermogenscategorieën (Figuur 13), zien we globaal een verbetering van deze indicator in loop van de tijd voor de verschillende geanalyseerde klassen.



Figuur 13: Specifiek vermogen [Wp/m²] per jaar van ingebruiknamen en vermogensklasse [kW]

B. Analyse al naargelang de rendementsklasse

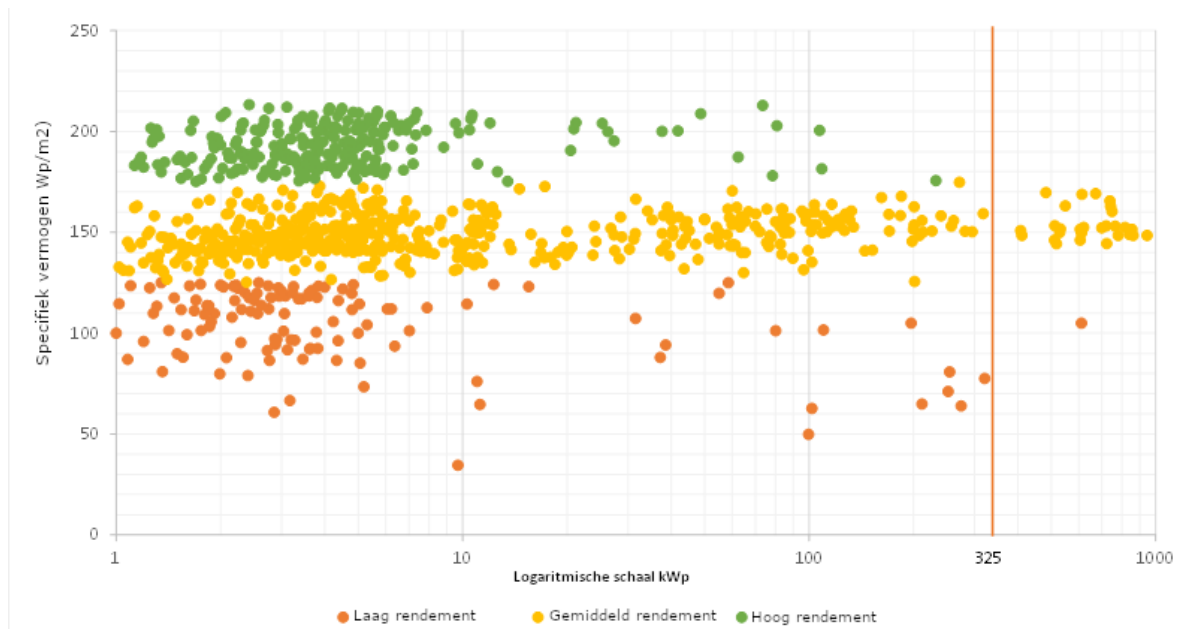
Op basis van de geanalyseerde steekproef beslaan de 3.506 installaties eind 2016 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest een oppervlakte van 382.000 m² en hebben ze een gewogen gemiddeld specifiek vermogen van 148 Wp/m².

De tabel hieronder bevat de marktaandelen (% in aantal installaties en % in geïnstalleerde kWp) en het gemiddeld specifiek vermogen van de drie rendementsklassen op basis van de eind 2016 geanalyseerde steekproef.

Tabel 6: Verdeling van de installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG volgens de rendementsklasse

	% van het aantal installaties	% van de geïnstalleerde vermogens	Specifiek vermogen (Wp/m ²)	
			Eenvoudig gemiddelde	Gewogen gemiddelde
Laag rendement	5,3%	5,8%	106	84
Gemiddeld rendement	64,2%	86,1%	147	152
Hoog rendement	30,5%	8,2%	192	192
Totaal	100%	100%	158	148

De onderstaande figuur van het type "spreidingsdiagram" illustreert de verschillende waarden die werden verkregen voor het geheel van de installaties. We zien dat de specifieke vermogenscategorieën goed verspreid zijn, onafhankelijk van het geïnstalleerd vermogen, tot een vermogen van 325 kWp. Boven deze capaciteit hebben alle installaties een gemiddeld rendement, op één uitzondering na.



Figuur 14: Specifiek vermogen [Wp/m²] en geïnstalleerd vermogen [kWp] van de installaties van het FV-park in het BHG eind 2016 met onderscheiding van de rendementsklassen in kleur.

4.3 Marktaandeelen van de fabrikanten van panelen

De analyse van de marktaandeelen van de verschillende soorten materialen die worden gebruikt voor de fotovoltaïsche installaties moet het mogelijk maken om de grote trends in de Brusselse markt vast te stellen en ze te situeren ten opzichte van de wereldwijde trends.

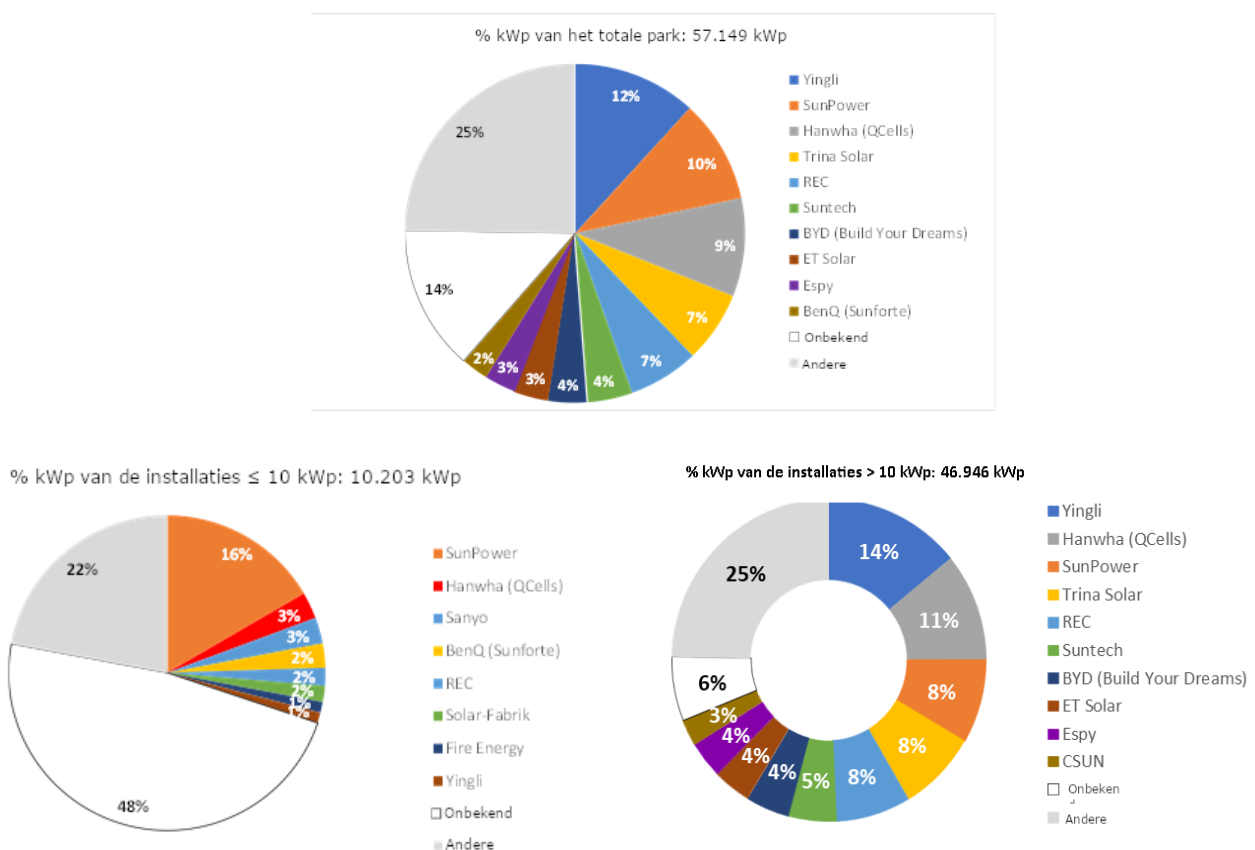
4.3.1 Geanalyseerde steekproef

Er werden geen andere filters toegepast. De voor deze indicator gepresenteerde gegevens hebben dus betrekking het geheel van de geleverde gegevens. De naam van de fabrikant is echter niet beschikbaar in de dataset voor 1.800 installaties (51% van het park) en 7.900 kWp (14% van het vermogen). Deze installaties werden overgebracht naar de categorie "onbekend". De minst vertegenwoordigde merken zijn samengebracht in de categorie "andere".

4.3.2 Resultaten

4.3.2.1 Trends in de evolutie van de indicator

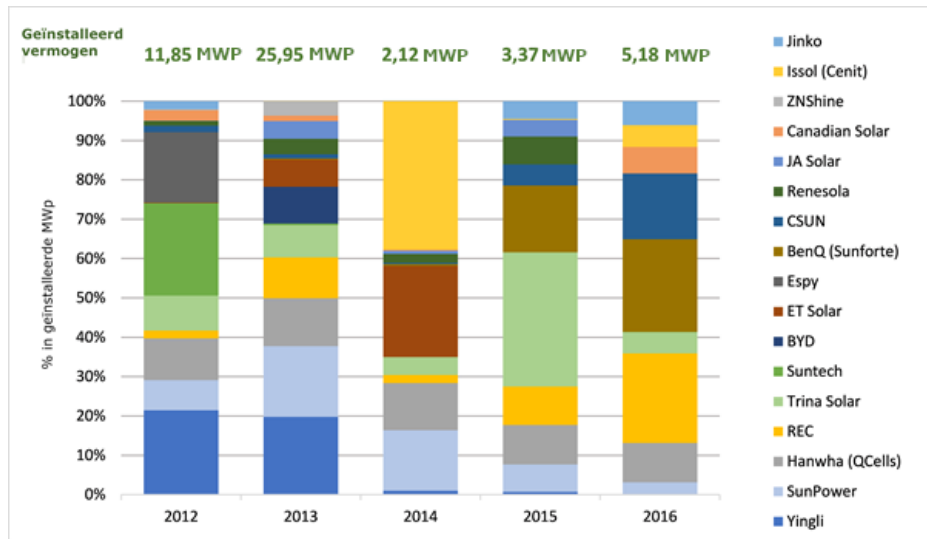
De onderstaande figuur toont de marktaandeelen van de top 10 van de panelenmerken in het BHG, evenals een verdeling tussen de installaties ≤ 10 kWp en > 10 kWp.



Figuur 15: Top 10 van de merken van panelen van het FV-park in het BHG eind 2016

De top 10-panelsmerken hebben meer dan 60% van de markt in handen in termen van geïnstalleerd vermogen voor het totale park.

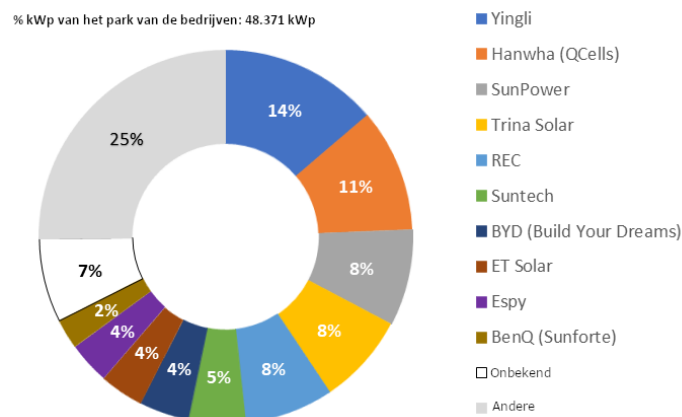
Voor de installaties van meer dan 10 kWp nemen de 10 belangrijkste merken samen 69% van de markt voor hun rekening, waarvan er 9 tot de top 10 behoren. Voor de installaties van minder dan 10 kWp hebben de 8 belangrijkste merken slechts 30% van de markt in handen, waarvan slechts 5 merken in de top 10 van de marktaandeelen staan (SunPower, Hanwha (QCells), BenQ (Sunforte), REC en Yingli). Onderstaande figuur geeft de evolutie weer van de marktaandeelen van de panelen voor de laatste vijf jaar van de ingebruikname, maar ook de totale geïnstalleerde vermogens, waarvan de piek in 2013 opvalt.



Figuur 16: Evolutie van de marktaandeelen van de panelen van het FV-park in het BHG in gebruik genomen tussen 2012 en 2016

Vanaf 2014 zien we dat merken zoals Issol (Cenit), BenQ, Trina Solar en REC proportioneel grotere marktaandeelen hebben. Er dient echter te worden opgemerkt dat deze evolutie zich heeft voorgedaan in een Brusselse markt die sterk gedaald is in vergelijking met de voorgaande jaren (de som van de geïnstalleerde vermogens van 2014 tot 2016 bereikt zelfs niet het geïnstalleerde vermogen in 2012).

Voor de geïnstalleerde vermogens door (private en publieke) bedrijven vertegenwoordigen de 10 belangrijkste merken 68% van de markt, waarvan slechts 5 merken bijna 50% van deze markt onder elkaar verdelen. In de overige 32% bevat 7% van de dataset geen informatie over de paneelfabrikanten.



Figuur 17: Top 10 van de merken van panelen van het FV-park eind 2016 in het BHG bij bedrijven

4.3.2.2 Vergelijking met gegevens van de wereldmarkt van paneelfabrikanten

De aanzienlijke stijging van de wereldwijde vraag in de Aziatische markten en de sterke dalingen die we de laatste jaren vaststellen in bepaalde lokale historisch leidende markten, voornamelijk Europese landen, waaronder België¹², hebben sterke evoluties teweeggebracht in de fotovoltaïsche sector en in het bijzonder in de lokalisatie van de productielijnen. De onderstaande tabel bevat de belangrijkste fabrikanten van fotovoltaïsche modules in 2015 en 2016 op wereldniveau.

Tabel 7: Belangrijkste fabrikanten van fotovoltaïsche modules in de wereld in 2015 en 2016.

Onderneming	Land	Lokalisatie van de productielijnen	Wereldwijde levering van modules in 2015 (MWp) ¹³	Wereldwijde levering van modules in 2015 (MWp) ¹⁴
Trina Solar	China	China	5 740	6 656
Jinko Solar	China	China, Maleisië, Zuid-Afrika, Portugal	4 512	5 924
Canadian Solar	Canada, China	Canada, China	4 384	5 232
JA Solar	China	China	3 673	4 607
Hanwha Qcells	Zuid-Korea, Duitsland	China, Duitsland	3 306	4 583
First Solar	Verenigde Staten	Maleisië, Verenigde Staten	2 900	3 300
Yingli Green Energy	China	China, Thailand	2 400	2 170
ReneSola	China	China, Polen, Zuid-Afrika, India, Maleisië, Zuid-Korea, Turkije, Japan	1 600	n.g.
Solar World	Duitsland	Duitsland, Verenigde Staten	1 159	n.g.
SunPower	Verenigde Staten	Verenigde Staten, Filippijnen	969	1 339
REC	Noorwegen	Singapore, Zweden	920	n.g.

Als we de gegevens in deze tabel vergelijken met de merken van panelen die in gebruik werden genomen in het BHG (zie Figuur 15), stellen we vast dat de vijf meest gebruikte merken in het BHG (Yingli, SunPower, Hanwha-Qcells, Trina Solar en REC) deel uitmaken van de belangrijkste fabrikanten van modules wereldwijd.

4.4 Marktaandeelen van de fabrikanten van omvormers

4.4.1 Geanalyseerde steekproef

Er werden geen andere filters toegepast. De voor deze indicator gepresenteerde gegevens hebben dus betrekking het geheel van de geleverde gegevens. In de dataset is echter niet altijd informatie over de fabrikant beschikbaar. Voor 1.679 installaties (47% van het park) en 5.773 kWp (10% van het vermogen) is de naam van de fabrikant niet beschikbaar; deze installaties werden overgebracht naar de categorie "onbekend". De minst vertegenwoordigde merken zijn samengebracht in de categorie "andere".

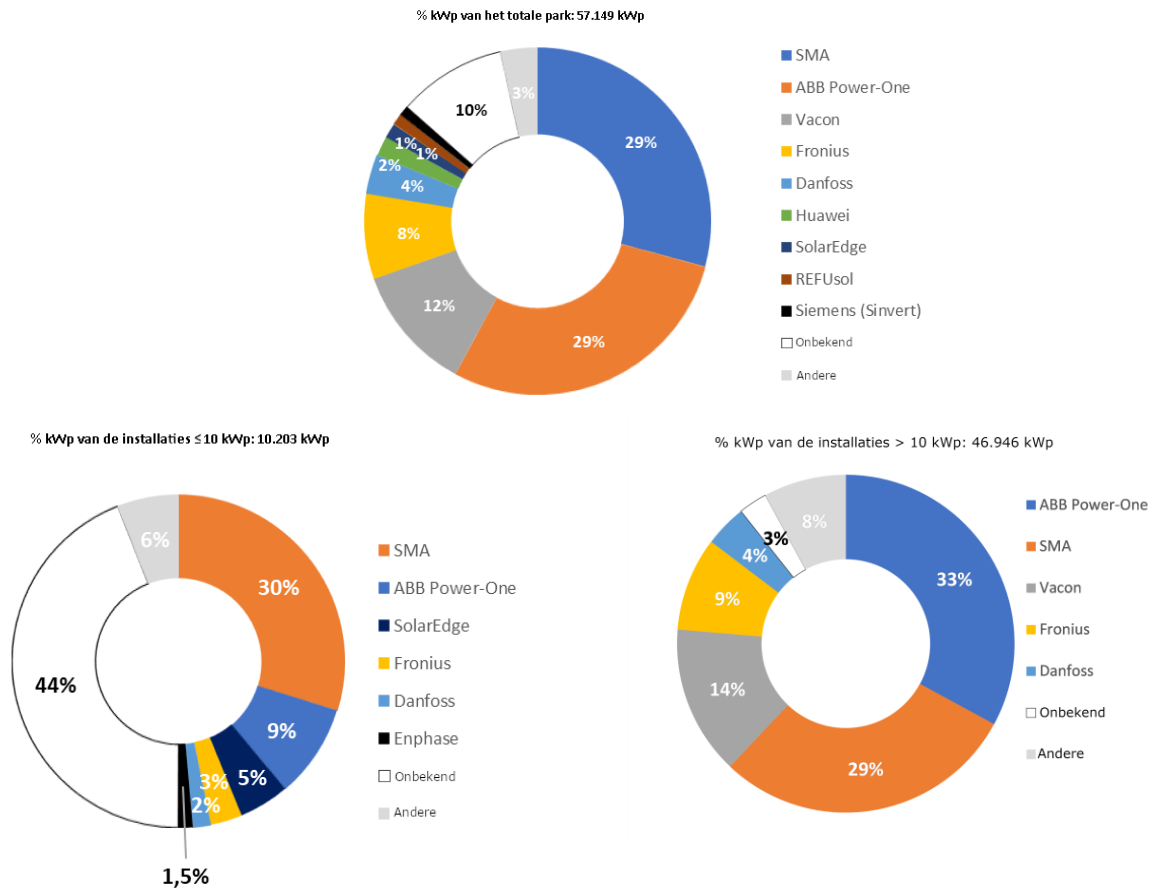
¹² IEA-PVPS – Snapshot of Global PV Markets 2015, www.iea-pvps.org

¹³ Bron: Photovoltaic barometer – EurObserv'ER – April 2016

¹⁴ Bron: Photovoltaic barometer – EurObserv'ER – April 2017

4.4.2 Resultaten: trends van de indicator

Figuur hieronder toont de marktaandelen van de 9 belangrijkste merken van panelen in het BHG.

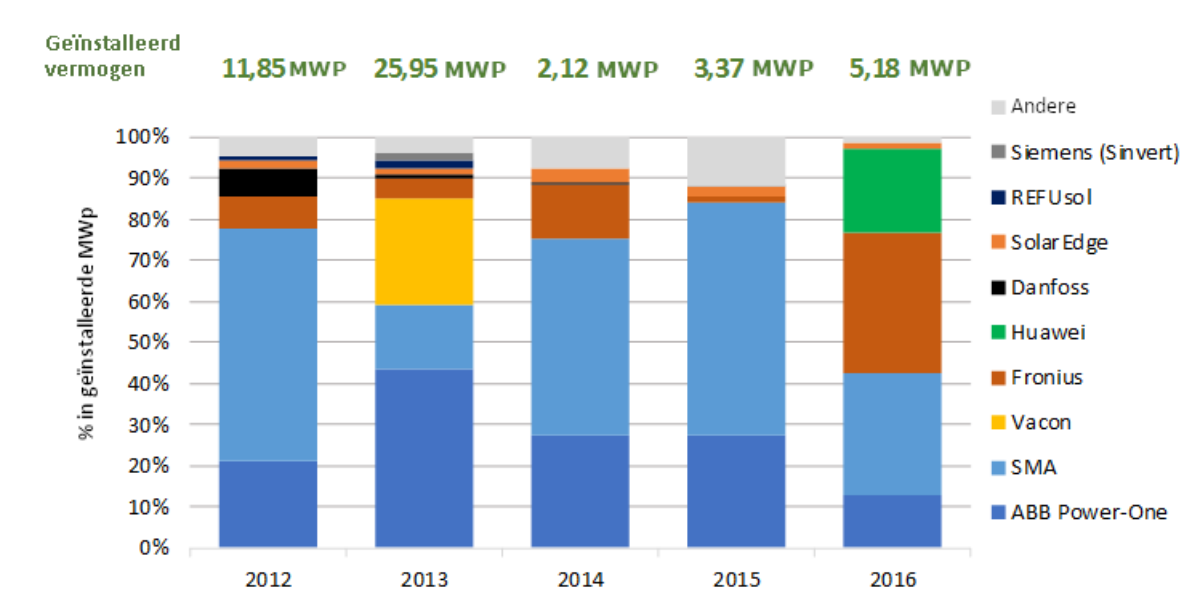


Figuur 18: Top 9 van de merken omvormers van het FV-park eind 2016 in het BHG

We stellen vast dat deze markt nog sterker is geconcentreerd dan die van de panelen. De top 9 van de merken van omvormers concentreren immers 86% van de markt in het BHG en twee merken (SMA en ABB Power-One) domineren de Brusselse markt met 58% marktaandeel. Voor de kleine installaties (≤ 10 kWp) staat SMA op de eerste plaats met een marktaandeel van 30%.

Van de fabrikanten uit de top 9 zijn de meeste wereldleiders in het domein van de omvormers voor fotovoltaïsche installaties. We hebben dus geen enkele bijzonderheid vastgesteld in de Brusselse markt inzake fabrikanten van omvormers. Er dient te worden opgemerkt dat al deze fabrikanten uit de top 9 met uitzondering van Growatt groepen zijn die in Europa zijn gevestigd en waarvan de meeste nog steeds fabrieken in Europa hebben die omvormers produceren.

De onderstaande figuur toont de evolutie van de marktaandelen van de omvormers voor de vijf laatste jaren van ingebruikname.



Figuur 19: Evolutie van de marktaandelen van de omvormers van FV-park in het BHG in gebruik genomen tussen 2012 en 2016

Zoals blijkt uit figuur 18, domineren ABB Power-One en SMA de markt voor omvormers over de periode 2012-2016. In 2016 breekt Fronius opnieuw door, met een derde van de markt van de omvormers.

4.5 Herkomst van de modules

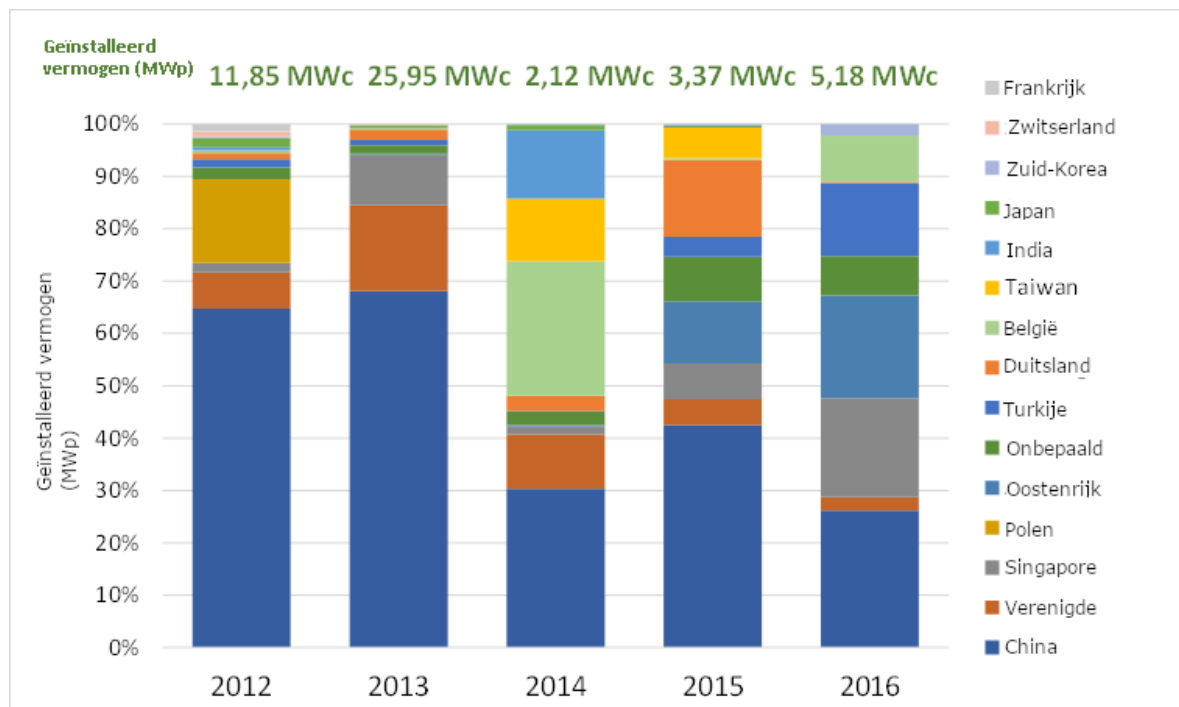
Het doel van dit deel is de herkomst (plaats van productie van de hoofdketen) van de in het BHG geïnstalleerde panelen voor te stellen, evenals de evolutie van deze herkomst in de tijd.

4.5.1 Geanalyseerde steekproef

Er werden geen andere filters toegepast. De voor deze indicator gepresenteerde gegevens hebben dus betrekking het geheel van de geleverde gegevens. In de dataset is echter niet altijd informatie over de fabrikant beschikbaar. De herkomst wordt 'onbepaald' aangeduid als dit het geval was.

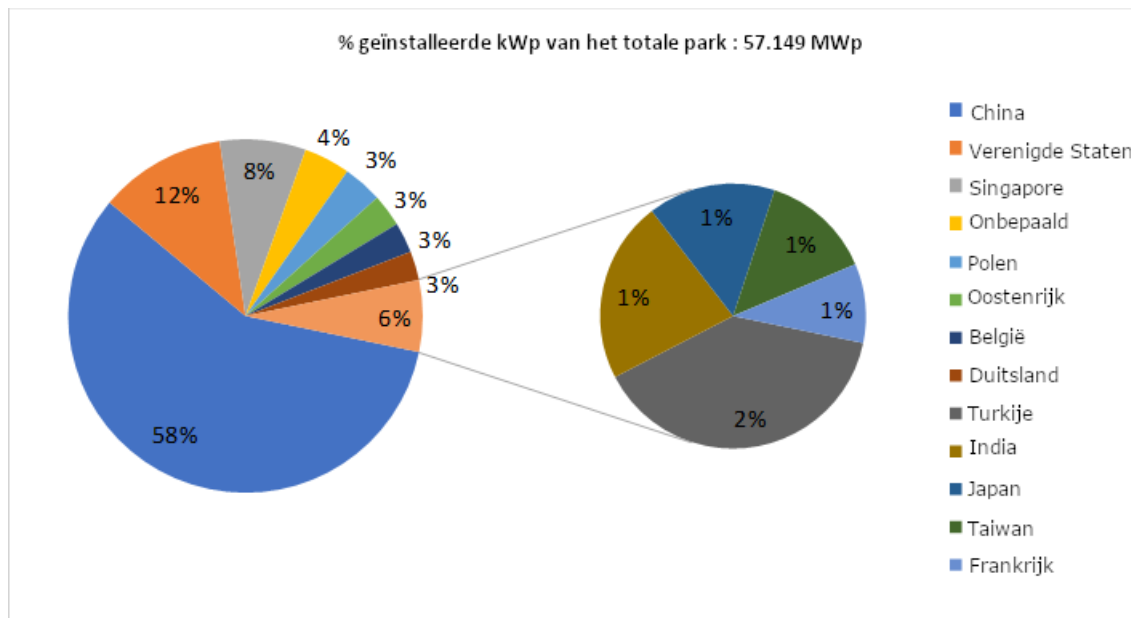
4.5.2 Resultaten: trends van de indicator

De onderstaande figuur toont de evolutie van de marktaandelen per herkomst van de panelen voor de vijf laatste jaren van ingebruikname. We gaan ervan uit dat het land van herkomst van de panelen het land is waar de belangrijkste productielijn van de panelen gevestigd is.



Figuur 20: Evolutie van de marktaandelen van de panelen van FV-park in het BHG in gebruik genomen tussen 2012 en 2016 naargelang hun land van herkomst (% in geïnstalleerde kWp)

We stellen vast dat de in China vervaardigde panelen de markt domineren in termen van geïnstalleerd vermogen. Dit wordt bevestigd door figuur 21 waar China 58 % van het geïnstalleerde park vertegenwoordigt.



Figuur 21: Marktaandelen van het totale park panelen van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang hun land van herkomst (% in geïnstalleerde kWp)

5 Prijs van de installaties

De hierna voorgestelde analyse van de prijzen van de fotovoltaïsche installaties die op de Brusselse markt werden toegepast in de periode 2012-2016 vult de prijsanalyse aan die BRUGEL jaarlijks uitvoert voor de actualisering van de economische parameters van de berekeningsformule voor de vermenigvuldigingscoëfficiënt die wordt toegepast op het aantal aan de fotovoltaïsche installaties toegekende GSC.

Deze analyse heeft tot doel de impact te kwantificeren van de verschillende factoren die de totale kost van een fotovoltaïsche installatie kunnen beïnvloeden op basis van de informatie die de databank van BRUGEL bevat: jaar van ingebruikname, vermogen van de installatie, land van herkomst van de fabrikant van de panelen en technologie (specifiek vermogen van het paneel in Wp/m²).

De prijzen die zijn vermeld in de databank, worden ongewijzigd overgenomen en worden verondersteld het geheel van de kosten van het project¹⁵ te dekken en er wordt geen enkele correctie aan deze prijzen aangebracht om rekening te houden met eventuele bijkomende kosten die niet zijn vermeld in het dossier dat bij BRUGEL wordt ingediend. Alle prijzen zijn vermeld incl. btw¹⁶. De in de verschillende onderstaande analyses vermelde prijs is altijd uitgedrukt te opzichte van het geïnstalleerde vermogen van de installatie (EUR/kWp).

5.1 Samenvatting van de markante feiten

We stellen een daling van de prijzen van de installaties vast tussen 2012 (gewogen gemiddelde van € 2093/kWp) en 2016 (gewogen gemiddelde van € 1620/kWp).

We zien dat de prijs van de installaties (in €/kWp) daalt naarmate de omvang van de installatie toeneemt.

Er worden aanzienlijke prijsverschillen waargenomen naargelang de herkomst van de panelen (gewogen gemiddelde variërend tussen 1542 €/kWp en 4071 €/kWp).

Er lijkt geen verband te zijn tussen de prijzen en de rendementen van de installaties.

¹⁵ De meerkost verbonden met de studies (stabiliteit, wind enz.) en de prijs van de meter van SIBELGA worden echter niet in aanmerking genomen.

¹⁶ De btw is 6% voor de werken en 21% voor de uitrustingen.

5.2 Prijs per kWp afhankelijk van het jaar van ingebruikname

5.2.1 Geanalyseerde steekproef

De onderstaande tabel bevat de informatie over de omvang van de steekproef waarop de analyse werd uitgevoerd na toepassing van de filters en haar representativiteit ten opzichte van het gehele fotovoltaïsche park dat in gebruik werd genomen over de periode 2012-2016.

Tabel 8: Omvang en representativiteit van de steekproef

Jaar van ingebruikname	2012	2013	2014	2015	2016	2012-2016
Aantal installaties van de totale steekproef	423	435	120	147	223	1 348
Aantal geanalyseerde installaties	357	394	101	126	181	1 159
% van de totale steekproef	84%	90%	84%	87%	81%	86%
Aantal <i>outliers</i>	13	25	8	21	11	78
<i>Outliers</i> in % van de analyse	4%	6%	8%	17%	6%	7%

Zesentachtig procent van de installaties zijn opgenomen in de analyse. Van de 189 afgewezen installaties zijn er 148 waarvoor geen aankoopbedrag is vermeld, hebben er 18 een aankoopprijs van meer dan 10.000 €/kWp, hebben er 18 een specifieke productiviteit van meer dan 215 Wp/m² en hebben tot slot 6 installaties een oppervlakte nul.

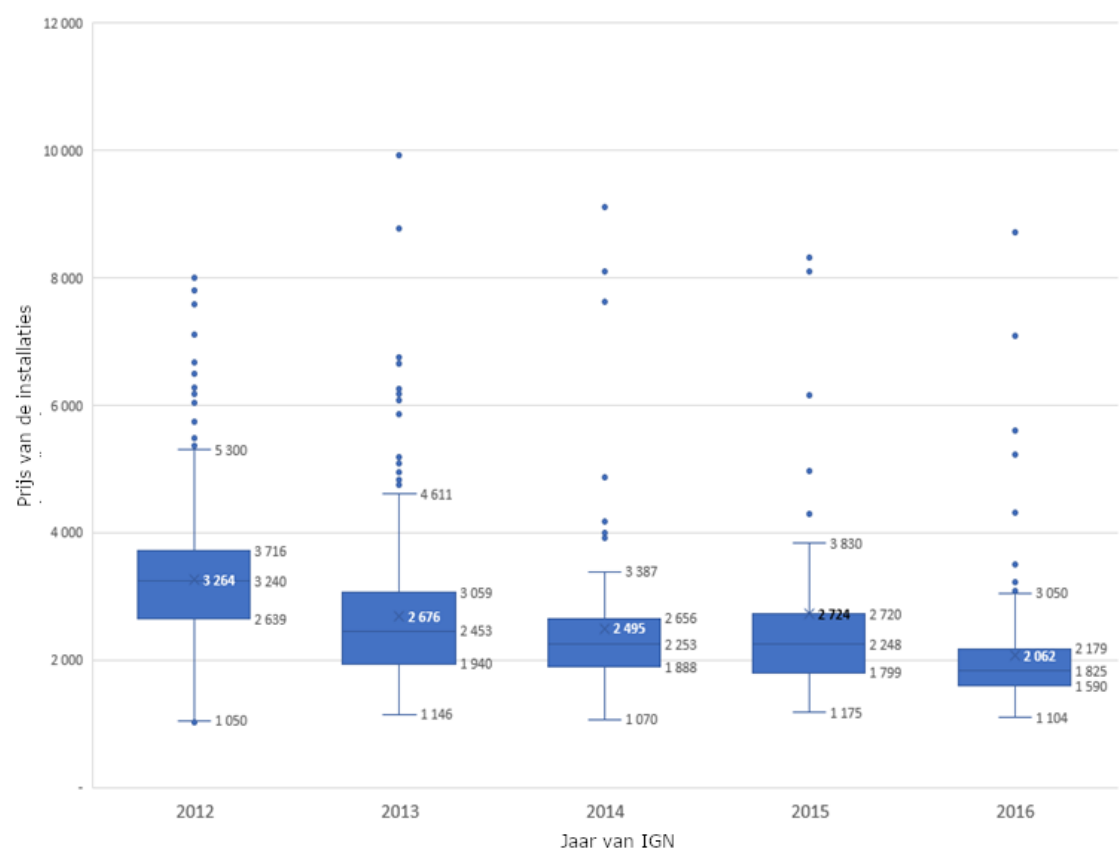
Er zijn achtenzeventig *outliers*, iets minder dan 7% van de geanalyseerde steekproef.

De karen voor 2012 woeden niet geanalyseerd, voornamelijk omdat er weinig prijsgegevens beschikbaar zijn en ze dus niet statistisch representatief zijn.

De analyse heeft betrekking op de gemiddelde prijs per kWp voor de 5 jaar van IGN van 2012 tot 2016, ongeacht het geïnstalleerde vermogen.

5.2.2 Resultaten: trends van de indicator

De onderstaande figuur toont de verkregen verdeling van de prijzen van de installaties (EUR/kWp).



Figuur 22: Prijs van de installaties over de periode 2012-2016 (EUR/kWp)

Op basis van de analyse van de **mediaan** kunnen we vaststellen dat de totale prijs van de installaties (incl. btw) tussen 2012 en 2016 is gedaald van 240 EUR/kWp tot 825 EUR/kWp. De spreiding van de steekproef verstrakt rond de mediaan in de afgelopen 3 jaar omdat er minder installaties in de steekproef zijn en ongetwijfeld vanwege de stijging van de prijzen van de installaties in de voorbije jaren.

Op basis van de analyse van de kwartielen stellen we vast dat 50% van de installaties tussen 1.850 en 179 EUR/kWp hebben gekost in 2016. De gemiddelde prijs voor alle installaties bedraagt 2.062 €/kWp als we rekening houden met het vermogen van de installaties, het gewogen gemiddelde bedraagt 1.620 €/kWp.

De onderstaande tabel bevat de eenvoudige en gewogen rekenkundige gemiddelen van de prijs van de FV-installaties.

Tabel 9: Gemiddelde prijs van de panelen per jaar van IGN in €/kWp (2012-2016)

Jaar van ingebruikname	2012	2013	2014	2015	2016
Eenvoudig gemiddelde	3 264	2 676	2 495	2 724	2 062
Gewogen gemiddelde	2 093	3 172	1 867	1 657	1 620
2012 = 100	100	152	89	79	77

5.3 Prijs per kWp naargelang de vermogenscategorieën

De analyse op basis van het vermogen kan slechts over een enkele jaren worden uitgevoerd om te voorkomen dat er een grote variabiliteit ontstaat als gevolg van de aanzienlijke evolutie van de prijs van de installaties in de afgelopen jaren (zie vorig hoofdstuk). Daarom hebben we ervoor gekozen de prijs per kWp (€/kWp) naargelang de vermogensjaren enkel te illustreren voor het jaar 2016, vooraleer na te gaan de trends in 2016 waargenomen trends, ook voor de voorgaande jaren worden vastgesteld.

5.3.1 Geanalyseerde steekproef IGN 2016

De onderstaande tabel bevat de omvang van de steekproef waarop de analyse werd uitgevoerd na toepassing van de filters. De representativiteit van de steekproef vermindert voor de vermogens van meer dan 10 kWp. Die vermindering is voornamelijk te wijten aan het feit dat we met slechts één observatiejaar werken en aan het gebrek aan informatie over de prijs voor een groot aantal installaties met een groter vermogen. Het aantal installaties in de categorie 100-1000 is relatief laag en er zijn in 2016 geen installaties in gebruik genomen met een vermogen van meer dan 1000 kWp.

Tabel 10: Omvang en representativiteit van de steekproef – 2016

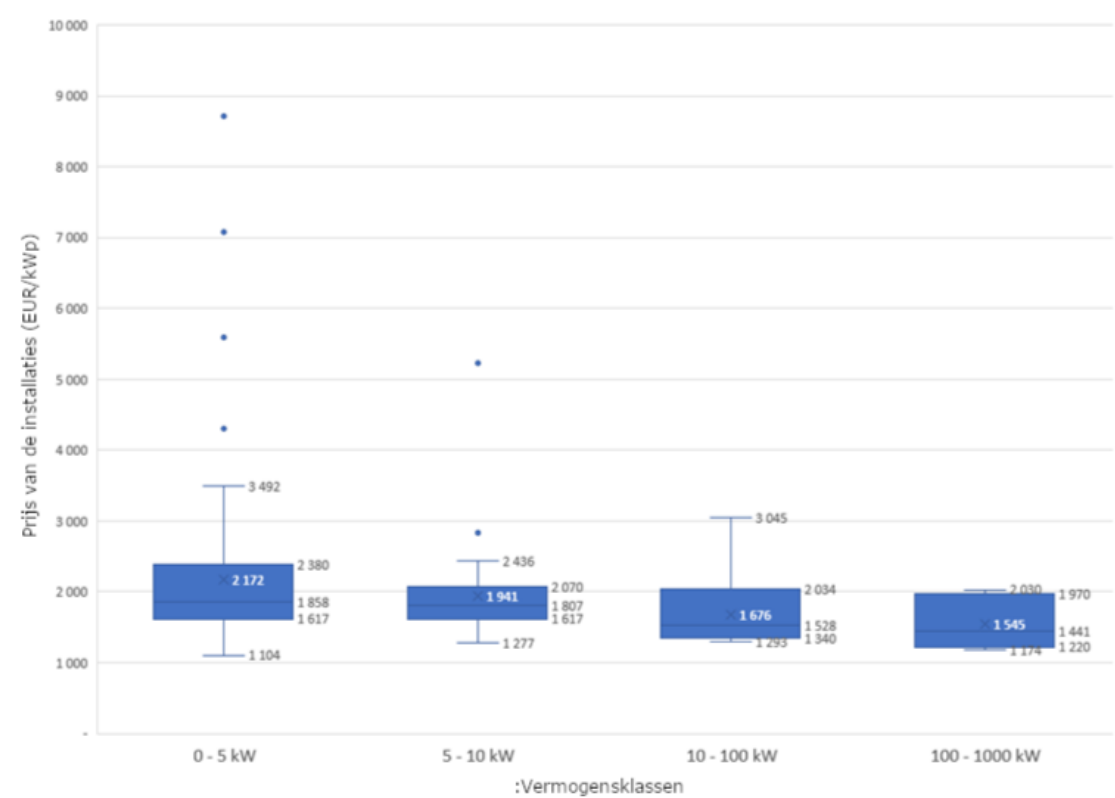
Vermogenscategorie (kWp)	[0-5]	]5-10]	]10-100]	]100-1 000]	> 1 000	Totaal
Aantal installaties van de steekproef	153	36	23	11	0	223
Aantal geanalyseerde installaties	126	32	15	8	0	181
% van de steekproef	82%	89%	65%	73%		81%
Aantal outliers	5	1	0	0	0	6
Outliers in % van de analyse	4%	3%	0%	0%	-	3%

Eenentachtig procent van de installaties zijn opgenomen in de analyse. Er zijn 6 outliers in de te analyseren dataset, of 3% van de steekproef.

5.3.2 Resultaten

5.3.2.1 Prijs van de installaties in 2019 per geïnstalleerde vermogenscategorie

De onderstaande figuur toont de verdeling van de prijzen van de installaties (EUR/kWp) in functie van de vermogenscategorie van de installaties voor 2016. We stellen vast dat de mediane prijs daalt met de omvang van de installatie.



Figuur 23: Prijs van de installaties per vermogenscategorie (EUR/kWp) – jaar 2016

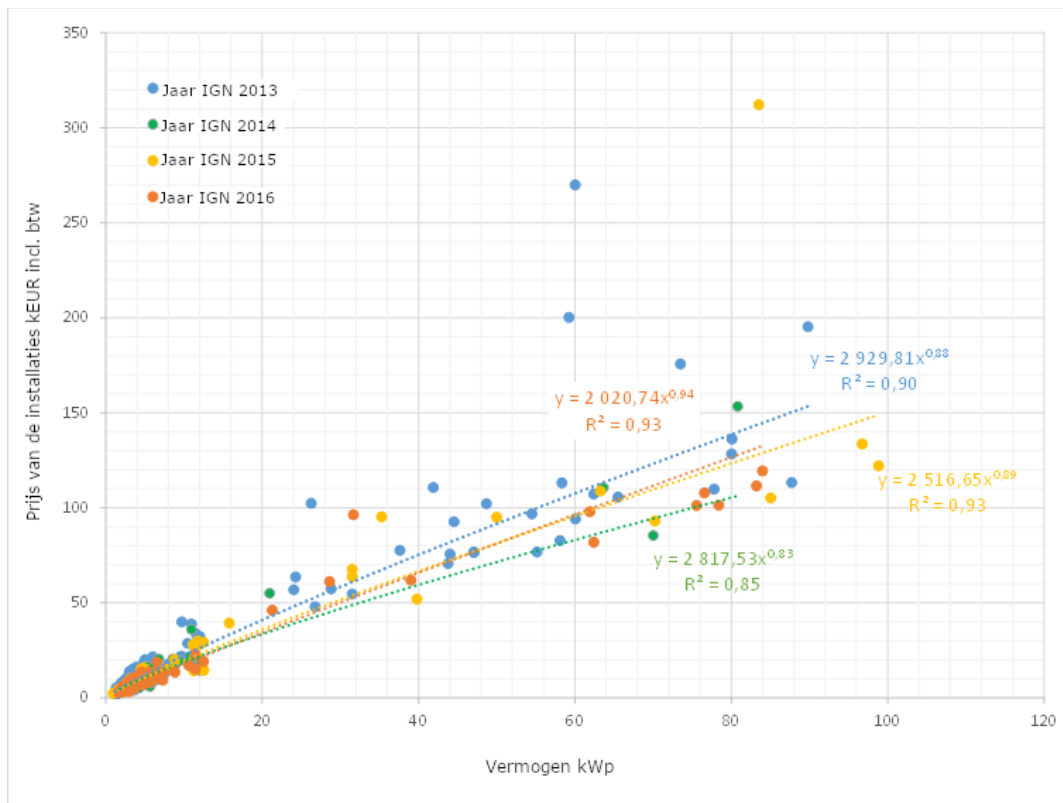
5.3.2.2 Schaafeffect

Aangezien uit de analyse voor 2016 duidelijk een prijsdaling per kWp van de installaties in verhouding tot het geïnstalleerd vermogen blijkt, leek het ons interessant om te zien of deze prijsdaling ook in voorgaande jaren werd vastgesteld via een raming van het schaafeffect voor elk van de jaren 2013 tot 2016. Deze analyse is echter beperkt tot de vermogenscategorieën van minder dan 100 kWp omdat de hogere categorieën minder representatief zijn (zie hoger) voor dit soort oefening.

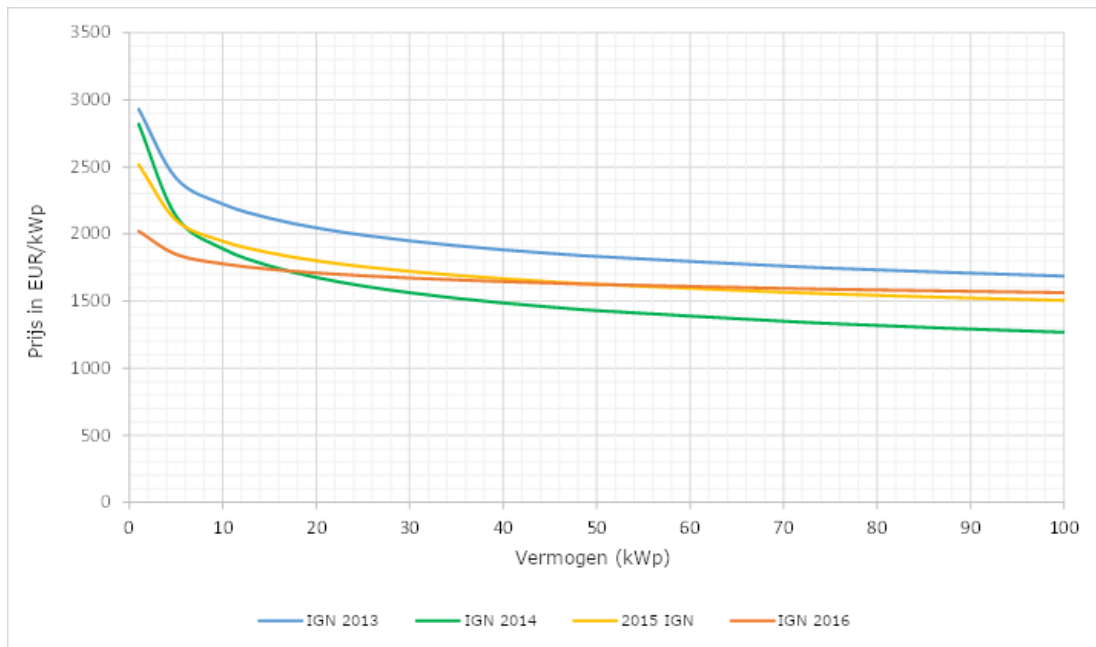
De schaafeffecten worden meestal gekenmerkt door een machtswet. Figuur hieronder illustreert de goede correlatie die wordt verkregen met een machtswet voor de jaren 2015 en 2016 ($R^2 = 93\%$), voor 2013 ($R^2 = 90\%$) en in mindere mate voor het jaar 2014 ($R^2 = 85\%$).

Voor deze analyse werd geen rekening gehouden met de *outliers* van Tabel 8. Ze beïnvloeden de resultaten te sterk omdat ze de kwaliteit van de regressiecoëfficiënt verlagen.

Op basis van de regressievergelijkingen verkregen in Figuur 24 kunnen we een theoretische prijs per geïnstalleerde kWp herberekenen, voor een progressief vermogensgamma. De verkregen resultaten worden getoond in de onderstaande figuur voor de 4 onderzochte IGN-jaren.



Figuur 24: Prijs van de installaties van het FV-park in het BHG per jaar van ingebruikname volgens het geïnstalleerde vermogen. In overdruk: trendcurven van het type vermogen.



Figuur 25: Schaalwetten verkregen voor de FV-installaties met een vermogen van 0-100 kWp in het BHG

We zien dat de prijs van panelen met een laag vermogen veel hoger was vóór 2016, waarvan de initiële kost ongeveer 1.000 euro/kWp lager is.

Anderzijds lijkt de daling van de kosten naargelang het vermogen minder uitgesproken in 2016 dan voor de voorgaande jaren.

5.4 Vergelijking van de prijzen naargelang de herkomst van de panelen

5.4.1 Geanalyseerde steekproef

Ter herinnering, we gaan ervan uit dat het land van herkomst van de panelen het land is waar de belangrijkste productielijn van de panelen gevestigd is.

De onderstaande tabel bevat de omvang van de steekproef waarop de analyse werd uitgevoerd na toepassing van de filters. De belangrijkste filtering is te wijten aan het gebrek aan informatie over de prijs voor bepaalde installaties. In deze vergelijking wordt geen onderscheid gemaakt naar vermogensklasse of jaar van ingebruikname.

De analyse heeft betrekking op de IGN-jaren van 2012 tot 2016 om de impact van de prijsevolutie in de tijd te beperken.

Tabel 11: Omvang en representativiteit van de steekproef (2012-2016)

Herkomst van de panelen	Verenigde Staten	China	Oostenrijk	Singapore	Japan	Totaal
Aantal installaties van de steekproef	378	341	80	43	45	887
Aantal geanalyseerde installaties	341	285	60	40	38	764
% van de totale steekproef	83%	79%	75%	90%	54%	78%
Aantal outliers	20	3	1	9	0	33
Outliers in % van de analyse	7%	5%	3%	3%	0%	4%

De percentages installaties die in de analyse zijn opgenomen, hangen af van het geanalyseerde land en variëren tussen 54% en 90% van de geanalyseerde steekproef.

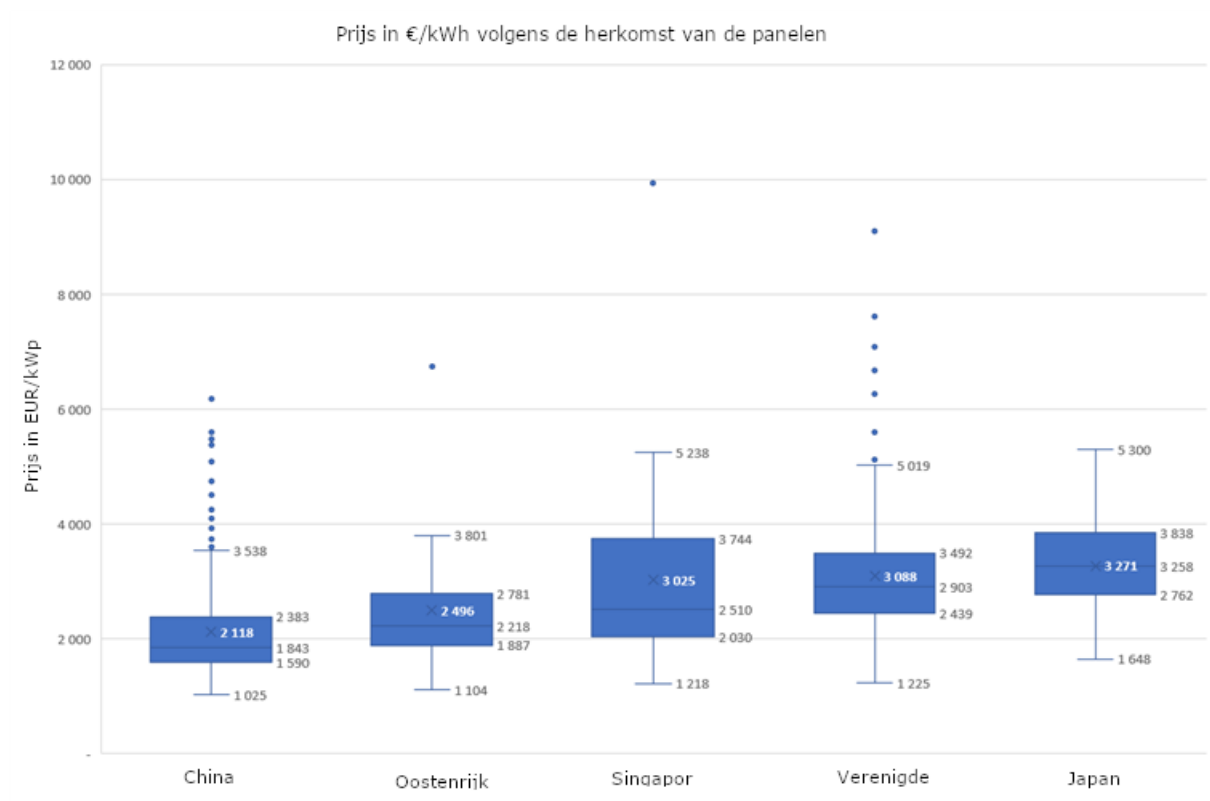
We tellen drieëndertig outliers, 4% van de geanalyseerde steekproef.

5.4.2 Resultaten

figuur 26 toont de kenmerken van de verdeling van de prijzen van de installaties (EUR/kWp) voor de belangrijkste landen waar de panelen werden geproduceerd.

Op basis van de analyse van de **mediaan** kunnen we duidelijke prijsverschillen vaststellen tussen de verschillende landen van herkomst van de panelen. De mediane prijs van een installatie met in China gefabriceerde panelen ligt 58% lager dan die van een installatie waarvan de panelen in de Verenigde Staten werden gefabriceerd en meer dan de helft (57%) van de prijs van een installatie waarvan de panelen in de Japan werden gefabriceerd.

Het is in dit stadium belangrijk erop te wijzen dat er effecten van diverse invloeden kunnen zijn tussen de eerder onderzochte factoren (jaar van ingebruikname en vermogenscategorie) en de factor herkomst van de panelen. Deze analyse werd echter niet uitgevoerd in het kader van deze studie.



Figuur 26: Prijs [EUR/kWp] van de installaties van het FV-park in het BHG per land van herkomst van de panelen (2012-2016)

De onderstaande tabel bevat de eenvoudige en gewogen rekenkundige gemiddelen van de prijs van de panelen, in de loop van de 5 laatste onderzochte jaren.

Tabel 12: Gemiddelde prijs van de panelen per land van herkomst in EUR/kWp (2012-2016)

Land van herkomst	China	Oostenrijk	Singapore	Verenigde Staten	Japan
Eenvoudig gemiddelde	2 118	2 496	3 025	3 088	3 271
Gewogen gemiddelde	2 256	1 542	4 071	2 734	2 975
China = 100	100	68	180	121	132

Rekening houdend met de geïnstalleerde vermogens blijkt uit de gewogen gemiddelde prijs dat de in Oostenrijk geproduceerde installaties de goedkoopste zijn, 32% goedkoper dan de installaties die in China worden geproduceerd. De installaties in Singapore blijken de duurste in de steekproef te zijn.

Zoals in het vorige punt is aangetoond, zien we dat de prijs van de installatie daalt naarmate de omvang ervan toeneemt (schaaleffect) (zie Figuur 25). Het is dus mogelijk dat de vastgestelde prijsverschillen tussen de panelen die in verschillende landen worden geproduceerd, alleen te wijten zijn aan het feit dat de duurste leveranciers het vaakst worden geïnstalleerd voor de kleine vermogensklassen en dat de goedkoopste leveranciers vaker worden geïnstalleerd in installaties met een groter vermogen. De analyse van de geïnstalleerde vermogensklassen per land van herkomst oorsprong maakt het echter niet mogelijk deze hypothese te verifiëren om de vastgestelde prijsverschillen te verklaren.

5.5 Vergelijking van de prijzen naargelang het specifieke vermogen

5.5.1 Geanalyseerde steekproef

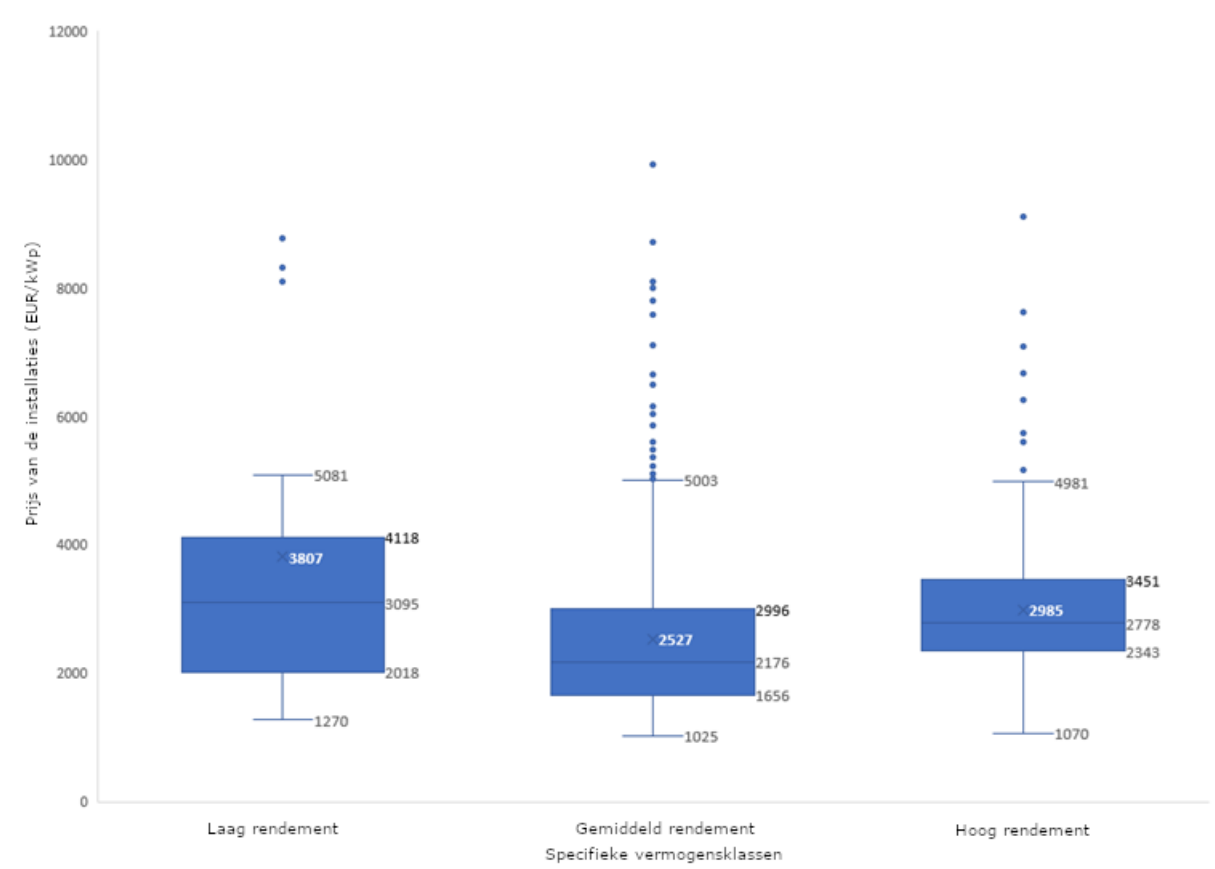
De onderstaande tabel bevat de omvang van de steekproef waarop de analyse werd uitgevoerd na toepassing van de filters. De omvang van de steekproef van de categorie "Laag rendement" is eerder klein. Deze klasse wordt uitsluitend ter informatie vermeld (zie 0-B, pagina 28).

Tabel 13: Omvang en representativiteit van de steekproef van de prijsstudie naargelang het specifieke vermogen van het FV-park in het BHG tussen 2012 en 2016

Technologie	Laag rendement	Gemiddeld rendement	Hoog rendement	Totaal
Aantal installaties van de steekproef	46	758	516	1 320
Aantal geanalyseerde installaties	35	656	468	1 159
% van de totale steekproef	76%	87%	91%	88%
Aantal outliers	9	33	14	56
Outliers in % van de analyse	26%	5%	3%	5%

5.5.2 Resultaten

De onderstaande figuur toont de verdeling van de prijzen van de installaties (EUR/kWp) volgens de drie specifieke vermogensklassen van de weerhouden panelen.



Figuur 27: Prijs [EUR/kWp] van de installaties van het FV-park in het BHG naargelang het type technologie

Op basis van de analyse van de **mediaan** kunnen we een prijsverschil vaststellen tussen de categorie "Gemiddeld rendement" en de categorie "Hoog rendement" voor de panelen die in het BHG worden gebruikt, waarbij prijs van de mediane installatie gaat van 2.176 EUR/kWp tot meer dan 2.778 EUR/kWp.c.

De onderstaande tabel geeft de verdeling van de installaties weer per rendementsklasse en hun respectieve gewicht in het aantal en het geïnstalleerd vermogen.

Een interessante vaststelling is dat uit het gewogen gemiddelde (dat rekening houdt met het geïnstalleerd vermogen en de betaalde prijs) blijkt dat de installaties met een lager rendement (specifiek vermogen) < 125 kWp/m²) 20% per kWp goedkoper zijn dan de installations met een hoger rendement.

Tabel 14: Verdeling van de installaties van het FV-park in het BHG volgens de rendementsklasse (2012-2016)

	% van het aantal installaties	% van het geïnstalleerd vermogen	Gemiddelde van de prijzen in EUR/kWp	
			Eenvoudig	Gewogen
Laag rendement	3,0%	2,5%	3 807	2 063
Gemiddeld rendement	56,6%	89,3%	2 527	2 582
Hoog rendement	40,4%	8,1%	2 985	2 571
Totaal	100%	100%	2 751	2 568

6 Productiviteit van de installaties

De analyse van de productiviteit van de installaties heeft tot doel de elektriciteitsproductie per geïnstalleerd vermogen te kwantificeren en de algemene kwaliteit van het FV-park in het BHG te bepalen.

Aan de hand van de evolutie van deze indicator kunnen we het verbeteringspotentieel van het park van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest beoordelen. We kunnen ook de specifieke elementen voor de Gewest identificeren.

6.1 Samenvatting van de markante feiten

De jaarlijkse productiviteitsgroei tot 2014 lijkt zich in 2016 te hebben gestabiliseerd, met een lichte daling in 2015.

In 2016 is de productiviteit van de grote installaties (>100 kWp) ongeveer 10% hoger dan die van de kleine installaties (<10 kWp).

De productiviteit neemt toe met de datum van ingebruikname van de installaties, in de recentere IGN-jaren zien we betere prestaties dan in de eerdere jaren.

De performantie, gedefinieerd als de productiviteit van een paneel ten opzichte van een referentieproductiviteit is goed voor de FV-installaties in het BHG (gemiddeld 77%). Zesendertig procent van de installaties die in 2016 hebben geproduceerd (onafhankelijk van hun jaar van ingebruikname), heeft een performantie van minder dan 75%, wat kan worden beschouwd als de minimumdrempel waaronder een installatie als niet-rendabel wordt beschouwd.

6.2 Productiviteit van het park

6.2.1 Definitie en segmenteringen van de indicator

De productiviteit van een installatie meet de jaarlijkse productie van een installatie (in kWh) ten opzichte van haar geïnstalleerd vermogen (kWp). Ze wordt uitgedrukt in kWh/kWp.

De productiviteit van de installaties van het FV-productiepark van het Brussels - Hoofdstedelijk Gewest kan worden geraamd op basis van de overzichten van de elektriciteitsproductie die zijn geregistreerd in de databank van groenestroomcertificaten van BRUGEL.

Voor een bepaalde FV-installatie verschilt de productie van jaar tot jaar in functie van de weersomstandigheden. Bijgevolg werd er, wanneer er verschillende productie jaren worden vergeleken, een normalisatie van de elektriciteitsproductie uitgevoerd op basis van de "globale zonnestraling" gepubliceerd door het KMI voor het station van Ukkel.

De tabel hieronder geeft de normaliseringsindexen van 2011 tot 2016.

Tabel 15: Klimaatnormalisatie-indexen op basis van de globale zonnestraling¹⁷

Jaar	index KMI	2011 ¹⁸	2012 ²²	2013 ²²	2014 ²²	2015 ²²	2016
Globale zonnestraling	990	1 087	1 041	1 037	1 064	1 112	1 045
Normaliseringsindex	100	109,8	105,2	104,8	107,5	112,3	105,6

Bovendien daalt de productie van een installatie mettertijd als gevolg van rendementsverlies dat te wijten is aan de veroudering van de cellen¹⁹. Wanneer we installaties van verschillende leeftijden willen vergelijken, kan een normalisatie van de gegevens over de elektriciteitsproductie dus eveneens noodzakelijk zijn. In het kader van deze studie werd deze normalisatie echter niet noodzakelijk geacht, aangezien ze de resultaten en de conclusies niet significant beïnvloedt over een dergelijke korte periode.

Om de prestaties van een fotovoltaïsche installatie te berekenen, vergelijkt men haar productiviteit met de productiviteit van een referentie-installatie met optimale blootstelling (zuid, 35° zonder schaduw). De referentie-installatie die voor onze analyse werd gekozen, is een installatie gemonitord door APERE, zuid georiënteerd, met een helling van 35°C, gevestigd in de gemeente Ukkel en zonder schaduw²⁰.

Deze referentiewaarden worden in het algemeen uitgedrukt in kWh per geïnstalleerde kWp. De onderstaande tabel bevat de waarden die in het kader van deze studie in aanmerking werden genomen.

Tabel 16: Referentieproductiviteit voor een FV-installatie in het BHG

Productiejaar	1981-1990 ²¹	1998-2009 ¹⁹	2010 ²²	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Referentieproductiviteit (kWh/kWp)	850	950	923	1 032	964	938	1 003	1 049	996

De vastgestelde waarden kunnen neerwaarts afwijken van deze referentiewaarden vanwege tal van factoren: niet-optimale helling en oriëntatie, aanwezigheid van schaduw, type montage, slechte integratie van de componenten (type panelen en keuze van de omvormers), onvoldoende kwaliteit van de uitvoering van de montage of defect aan de installatie. De vastgestelde waarden kunnen ook opwaarts afwijken als er bijvoorbeeld zonnepanelen of meer geavanceerde paneeltechnologieën worden gebruikt. BRUGEL beschikt echter niet over gegevens betreffende deze verschillende factoren voor elke FV-installatie.

¹⁷ Bron: KMI, Jaarlijkse globale zonnestraling te Ukkel

¹⁸ Bron: APERE (<http://www.meteo-renouvelable.be/Photovoltaique/Historique>)

¹⁹ De waarde die meestal werd weerhouden is -0,5% per jaar (NREL, 2012)

²⁰ Zie APERE voor meer informatie(<http://www.meteo-renouvelable.be/Photovoltaique/Historique>)

²¹ Bron: JRC-PVGIS (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>)

²² Bron: APERE (<http://www.meteo-renouvelable.be/Photovoltaique/Historique>)

6.2.2 Evolutie volgens het productiejaar: van 2012 tot 2016

6.2.2.1 Geanalyseerde steekproef

De onderstaande tabel bevat de omvang van de ruwe steekproef, de omvang van de geanalyseerde steekproef (na toepassing van de filters) en haar representativiteit ten opzichte van de ruwe steekproef.

Tabel 17: Omvang van de steekproef voor de productiviteitsanalyse per productiejaar

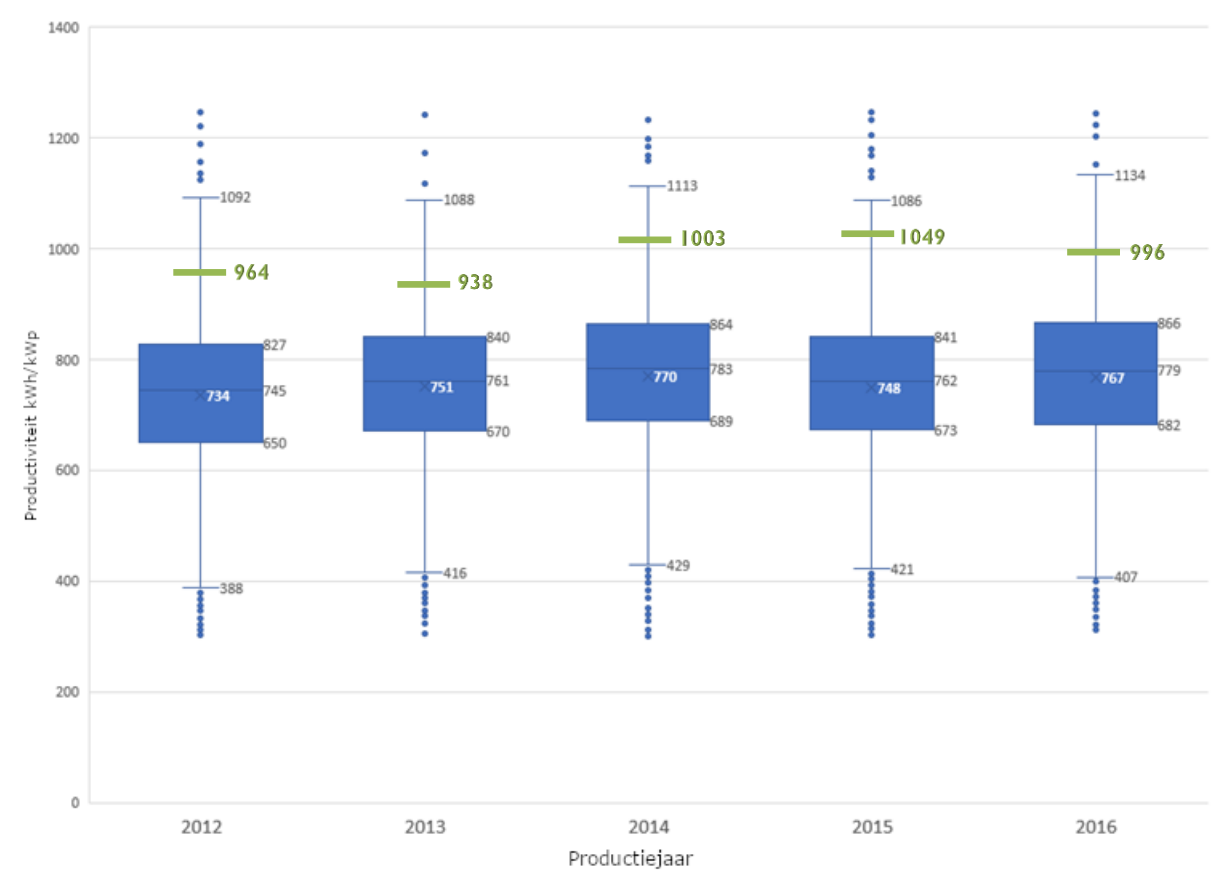
Productiejaar	2012	2013	2014	2015	2016
Aantal installaties in het BHG eind 2016 = 3.549					
Aantal geanalyseerde installaties	2 066	2 467	2 840	2 856	2 568
% van de totale steekproef	58%	70%	80%	80%	72%
Aantal outliers	37	51	55	70	32
Outliers in % van de analyse	2%	2%	2%	2%	1%

In de analyse is 58 tot 80% van de installaties opgenomen, wat representatief is voor het productiepark. Gemiddeld 2% van de waarden wordt als *outliers* beschouwd in de analyse van de snorredoos.

Alle installaties met een productiviteit van meer dan 1.250 kWh/kWp of minder dan 300 kWh/kWp werden gefilterd en werden niet de geanalyseerde steekproef opgenomen.

6.2.2.2 Resultaten

Figuur 28 toont de verdeling van de FV-installaties in het BHG naargelang hun genormaliseerde productiviteit voor de productie jaren 2012 tot 2016. De resultaten worden hier voorgesteld onafhankelijk van het jaar van ingebruikname of de vermogenscategorie.



Figuur 28: Genormaliseerde productiviteit van de FV-installaties in het BHG over de periode 2012-2016. De referentieproductiviteit wordt aangegeven door de groene balk en het bijbehorende cijfer.

Op basis van de analyse van de **mediaan** kunnen we vaststellen dat de productiviteit van de helft van de installaties van 2012 tot 2014 is gestegen van 745 kWh/kWp tot 779 kWh/kWp. Voor 2015 is er een lichte daling ten opzichte van 2014, en voor 2016 is de waarde bijna identiek aan die van 2014. Ter herinnering, de voorgestelde productie is genormaliseerd en werd dus niet beïnvloed door de weersomstandigheden.

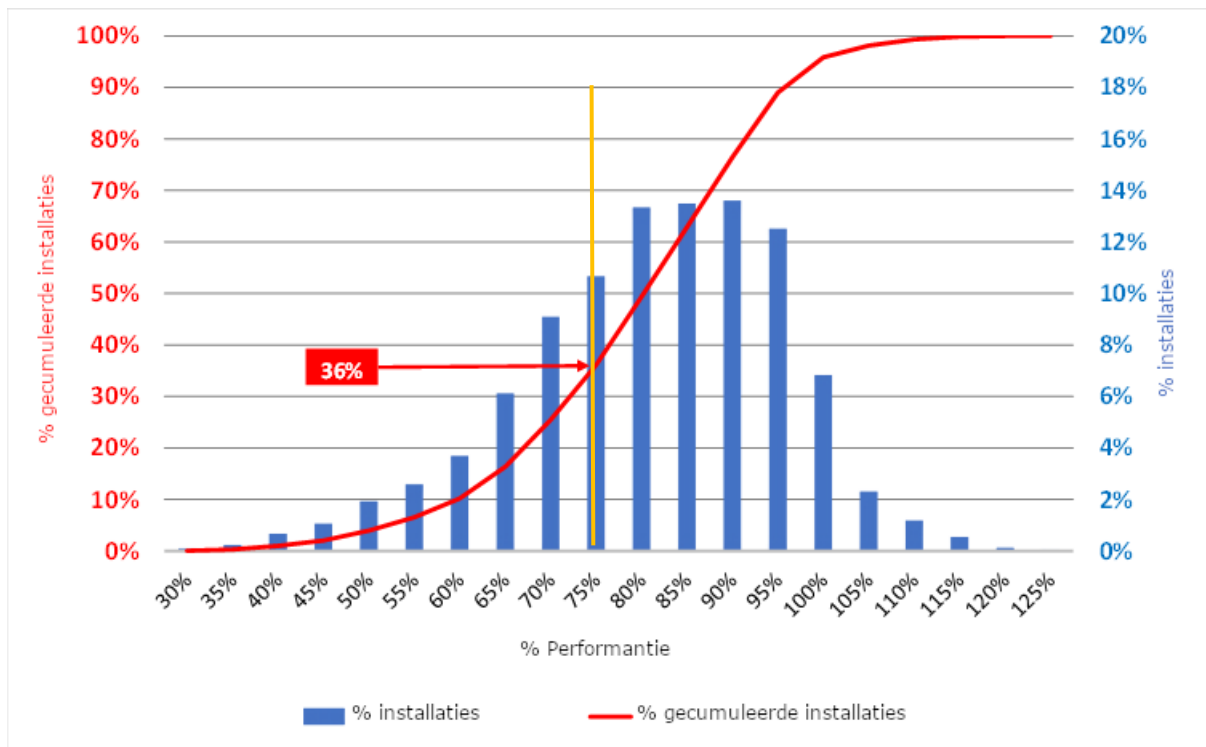
Tabel 18: productiviteit van de installaties, per productiejaar (2012-2016)

Productiejaar	2012	2013	2014	2015	2016
Eenvoudig gemiddelde	734	751	770	748	767
Gewogen gemiddelde	743	786	831	812	829
Totaal = 100	91	96	102	100	102

Als we kijken naar het gemiddelde voor 2016 (767 kWh/kWp) en dit vergelijken met de referentiewaarde voor 2016 waargenomen in Ukkel (Tabel 16), 996 kWh/kWp, verkrijgen we in het BHG een rendement van 77% van de referentieperformantie.

Een installatie waarvan de productiviteit echter meer dan 75%²³ van de productiviteit van de referentie-installatie, wordt als performant beschouwd. We kunnen hier dus uit besluiten dat de gemiddelde productiviteit van in het BHG performant is.

Het loont de moeite deze informatie te objectiveren via de analyse van een grafiek die meer verfijnde resultaten toont dan een algemeen gemiddelde. Figuur 29 toont de cumulatieve performantie van de installaties in 2016, ongeacht het jaar van ingebruikname. De rode curve geeft aan dat 36% van de installaties zich onder drempel van 75% performantie prestatiedrempel bevinden ten opzichte van de referentieproductiviteit.



Figuur 29: Performantiepercentage vastgesteld in 2016 (verhouding tussen de productiviteit van de installaties in het BHG (kWh/kWp) en de referentieproductiviteit), ongeacht het jaar van ingebruikname (jaren die in aanmerking werden genomen: 2011 tot 2015). De oranje lijn geeft de drempel aan waarboven een installatie als performant kan worden beschouwd (75%)

²³ Op basis van de gegevens van PVGIS (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>) zou een verlies van meer dan 25% van de productiviteit alleen mogen worden vastgesteld bij een installatie waarvan de oriëntatie en de helling van de panelen onredelijk afwijken van de optimale omstandigheden.

6.2.3 Evolutie volgens het jaar van ingebruikname

6.2.3.1 Geanalyseerde steekproef

Tabel hieronder toont de omvang van steekproef per jaar van inbedrijfstelling van 2010²⁴ tot 2015²⁵ voor het productiejaar 2016, genormaliseerd op basis van de normaliseringsindex 105,6 (zie Tabel 15) waarop de analyse werd uitgevoerd na toepassing van de filters.

Tabel 19: Omvang van de steekproef voor de analyse van de genormaliseerde productiviteit in 2016 per jaar van ingebruikname van de installaties

Jaar van ingebruikname	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totaal
Aantal installaties in het BHG	315	300	423	435	120	147	1 740
Aantal geanalyseerde installaties	229	248	338	341	91	109	1 356
% van de totale steekproef	73%	83%	80%	78%	76%	74%	78%
Aantal outliers	0	3	5	22	1	4	35
Outliers in % van de analyse	0%	1%	1%	6%	1%	4%	3%

De steekproeven hebben betrekking op ten minste 73% van de gegevens voor elk van de geanalyseerde jaren van ingebruikname en worden dus als significant representatief beschouwd. Er zijn 3% d'outliers gedefinieerd door de statistische analyse.

6.2.3.2 Resultaten

De Figuur 30 stelt ons in staat om de analyse van het productiejaar 2016 uit te diepen. Ze toont de verdeling van de installaties van het FV-park in functie van hun productiviteit voor de jaren van ingebruikname van 2010 tot 2015.

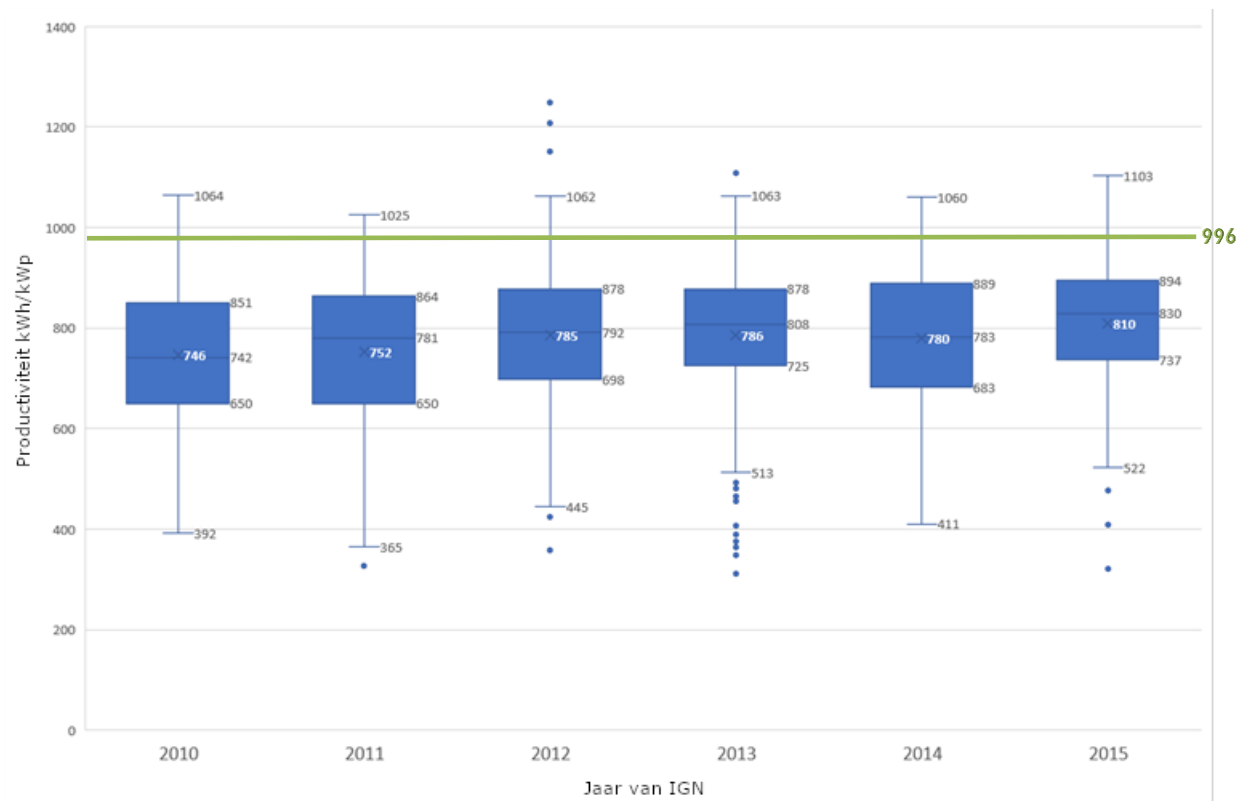
Op basis van de analyse van de **mediaan** stellen we vast dat de productiviteit stijgt tussen 2010 en 2015, van een mediane productiviteit van 742 kWh/kWp voor de installaties geplaatst in 2010 tot 830 kWh/kWp voor de installaties geplaatst in 2015. De installaties van 2014 hebben een mediaan van 783 kWh/kWp, een lichte daling in de trend die gedeeltelijk kan worden verklaard door een kleinere steekproef (91 geanalyseerde installaties).

Tabel 20: productiviteit van de installaties in 2016, per jaar van IGN (2010-2015)

Jaar van IGN	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Gemiddelde
Eenvoudig gemiddelde	746	752	785	786	780	810	774
Gewogen gemiddelde	774	781	847	840	816	826	835
Totaal = 100	93	94	101	101	98	99	100

²⁴ Installaties die vóór 2010 in gebruik werden genomen, worden niet geanalyseerd omdat het aantal ofwel laag is (2006 en 2007), ofwel sterk schommelt van jaar tot jaar.

²⁵ Aangezien de productiegegevens voor de installaties die in gebruik werden genomen in de loop van 2016 geen volledig jaar dekken, kunnen ze niet adequaat worden geanalyseerd.



Figuur 30: Genormaliseerde productiviteit van de FV-installaties in het BHG in 2016 uitgesplitst per jaar van ingebruikname. De referentieproductiviteit wordt aangegeven door de groene balk (996 voor het jaar 2016).

6.2.4 Analyse volgens de vermogenscategorieën

6.2.4.1 Geanalyseerde steekproef

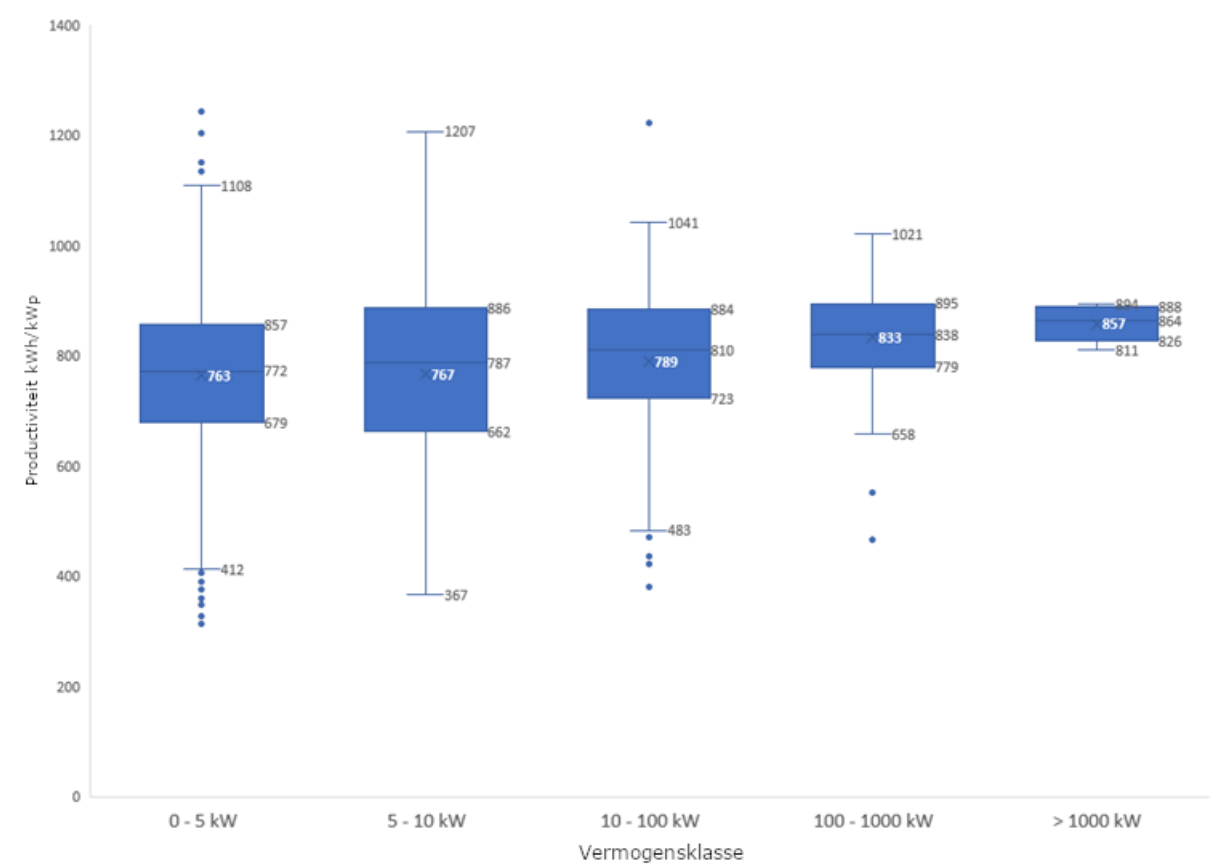
De onderstaande tabel toont de omvang van de steekproef voor en na toepassing van de filters voor het genormaliseerde productiejaar 2016. De steekproeven zijn grotendeels representatief (>69%). De outliers vertegenwoordigen slechts 2% van de geanalyseerde steekproef.

Tabel 21: Omvang van de steekproef voor de analyse van de genormaliseerde productiviteit in 2016 per vermogenscategorie van de installaties

Vermogenscategorie (kWp)	[0 – 5]	[5 – 10]	[10 – 100]	[100-1 000]	> 1 000	Totaal
Aantal installaties eind 2015	2 862	378	213	87	9	3 549
Aantal geanalyseerde installaties	2 068	260	156	75	9	2 568
% van de totale steekproef	72%	69%	73%	86%	100%	72%
Aantal outliers	31	1	8	3	0	43
Outliers in % van de analyse	2%	0%	5%	4%	0%	2%

6.2.4.2 Resultaten

Figuur 31 focust eveneens op de genormaliseerde productiegegevens van 2016. Ze toont de verdeling van de productiviteit in functie van de vermogenscategorie van de installaties:]0-5 kW];]5-10 kW];]10-100 kW];]100-1000 kW] et >1000 kW.



Figuur 31: Genormaliseerde productiviteit van de FV-installaties in 2016, in 2016 uitgesplitst per vermogenscategorie

Tabel 22: gemiddelde productiviteit van de installaties in 2016, per vermogensklasse

Vermogensklasse (kWp)	[0-5]	]5-10]	]10-100]	]100-1 000]	> 1 000	Totaal
Eenvoudig gemiddelde	763	767	789	833	857	767
Gewogen gemiddelde	767	763	806	842	857	829
Totaal = 100	92	92	97	102	103	100

Op basis van de analyse van de **mediaan** kunnen we vaststellen dat de productiviteit stijgt naarmate het geïnstalleerd vermogen stijgt, van een mediane installatie van 800 kWh/kWp voor de kleine installaties van 0-5 kW tot 864 kWh/kWp voor de grote installaties met een vermogen van meer dan 1000 kWp. We wijzen er echter op dat voor de zeer grote installaties (>1000 kWp) de omvang van de steekproef relatief klein (n<10).

Op basis van de analyse van de kwartielen kunnen we ook vaststellen dat de verdeling van de grote installaties (100 – 1 000 kWp) de neiging vertoont om zich sterk te concentreren rond de mediaan, terwijl de productiviteit van de kleinste installaties (<5 kWp) sterk is verspreid, waarbij 50% van installaties zich situeert tussen 679 en 857 kWh/kWp.

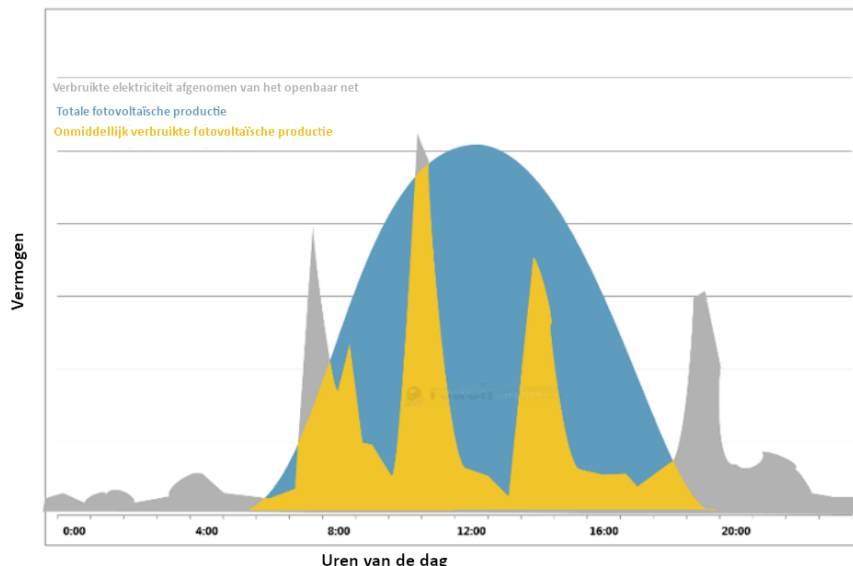
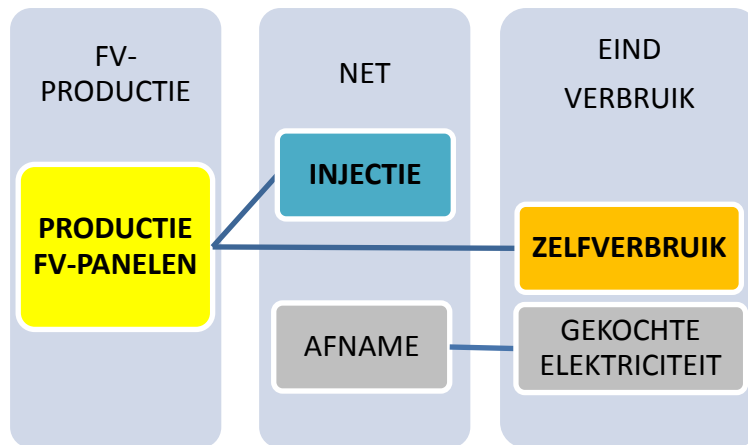
Deze grotere spreiding die we vaststellen voor de kleine thuisinstallaties is waarschijnlijk te verklaren door de beperkingen inzake oriëntatie en helling van de daken van residentiële gebouwen, die niet noodzakelijk optimaal zijn voor de blootstelling en weinig speelruimte bieden bij de installatie; beperkingen waarbij vaak nog schaduweffecten komen, gezien de dichtheid van het Brusselse leefgebied. De grotere installaties bevinden zich daarentegen meestal in bedrijven, waar een optimale blootstelling van de panelen kan worden bereikt (plat dak, ruimte beschikbaar zonder schaduw enz.). De grote installaties worden bovendien meestal grondiger opgevolgd, wat toelaat om de productie te optimaliseren en snel in te grijpen bij een defect.

7 Zelfverbruik en zelfvoorziening

Zoals hierboven reeds werd uiteengezet, heeft het Brussels Hoofdstedelijk Gewest als bijzonderheid dat het beschikt over elektriciteitsmeters die de injectie van elektriciteit op het net afkomstig van de Fv-productie en de afname van elektriciteit uit het net door de eindverbruiker meten. Het doel van dit hoofdstuk is de begrippen zelfgebruik en zelfvoorziening toe te lichten en de trends in de evolutie van deze indicatoren vast te stellen.

7.1 Definitie van de indicatoren

Zelfgebruik wordt gedefinieerd als het verschil tussen de productie van FV-panelen en de injectie van deze productie op het net. Het deel van de productie dat niet op het net wordt geïnjecteerd, wordt ter plaatse verbruikt, dat is het zelfgebruik. Het percentage zelfverbruik is dus het aantal zelf verbruikte FV-elektriciteit in de totale productie van de FV-panelen.



Figuur 32: Schematische voorstelling van zelfverbruik en zelfvoorziening
Bron: <http://www.rouchennergies.fr>

Het eindverbruik elektriciteit van de eigenaar van de panelen is de som van het zelfverbruik FV en de elektriciteit die van het net wordt afgenomen. Deze twee gegevens zijn exact bekend in het BHG.

Zelfvoorziening wordt gedefinieerd als het aandeel van zelf verbruikte FV-energie in het totale elektriciteitsverbruik. In absolute termen, als er geen elektriciteit van het net wordt afgenomen, is de gebruiker zelfvoorzienend met zijn productie FV-energie.

De door SIBELGA verstrekte gegevens hebben alleen betrekking op het productiejaar 2014.

7.2 Samenvatting van de markante feiten

47% van de installaties hebben een zelfverbruik hoger dan 50%. Het gemiddelde zelfverbruik van het park bedraagt 55%.

In het eindverbruik elektriciteit van de PV-houders wordt 1 kWh op 5 geleverd door de panelen.

7.3 Zelfconsumptiegraad

De bevordering van het zelfverbruik van de elektriciteit geproduceerd door de gedecentraliseerde installaties lijkt centraal te staan in het beleid voor de herontwikkeling van de fotovoltaïsche productie in Europa²⁶. We moeten de evolutie van het zelfverbruik van de Brusselse fotovoltaïsche installaties dus aandachtig volgen.

De analyse van het zelfverbruik heeft tot doel de hoeveelheden elektriciteit te ramen die door de Brusselse fotovoltaïsche installaties worden geproduceerd en die onmiddellijk worden verbruikt op de plaats waar ze worden geproduceerd zonder via het net te gaan.

De resultaten van deze analyse zijn in 2016 niet geactualiseerd. Voor de details van de analyse verwijzen we de lezer dus naar het vorige verslag.

Ter herinnering, in 2014 werd vastgesteld dat 53% van de installaties een zelfverbruiksgraad vertoont kleiner dan of gelijk aan de zelfverbruiksklasse²⁷ van 50%. Bijna 12% heeft een zelfverbruiksgraad hoger dan 75% en 4% lager dan of gelijk aan 25%. Bijna 6% van de installaties verbruikt alle door de panelen geproduceerde elektriciteit zelf.

Het globale gemiddelde van het zelfverbruik van het Brusselse FV-park (Totale zelfverbruik / Totale productie) wordt geraamd op 54,8% voor 2014.

²⁶ Zie meer bepaald: European Commission, *Best practices on Renewable Energy Self-consumption*, SWD (2015) 141 final

²⁷ De gegevens werden verzameld per zelfconsumptie categorie op basis van hun afgeronde waarde (categorie 50% = [47,5% – 52,5%])

7.4 Zelfvoorzieningsgraad

De indicator is berekend op basis van de gegevens van 2014 die SIBELGA aan BRUGEL heeft bezorgd. Het gaat om de injectiegegevens van de FV-productie op het net per EAN-meter en de gegevens over de afname van elektriciteit van het net.

7.4.1 Geanalyseerde steekproef

De tabel hierboven bevat de omvang van de steekproef waarop de analyse werd uitgevoerd, haar representativiteit en het aantal geïdentificeerde *outliers*. Om over productiegegevens te beschikken die het volledige jaar dekken, werd alleen rekening gehouden met de installaties met productiegegevens voor het volledige jaar 2014. Deze installaties werden dus de facto voor 1 januari 2014 in gebruik genomen.

Tabel 23: Omvang van de steekproef voor de analyse van zelfvoorziening van het FV-park 2014 in het BHG

Vermogenscategorie [kWp]	[0-5]	[5-10]	[10-100]	[100-1 000]	Totaal
Aantal installaties eind 2014	2569	284	146	71	3070
Aantal geanalyseerde installaties	2228	205	90	44	2567
% van het totaal aantal installaties	87%	72%	62%	62%	84%
Aantal <i>outliers</i>	143	15	10	4	172
<i>Outliers</i> in % van de analyse	6%	7%	11%	9%	7%

Ongeveer 84% van de installaties kan worden geanalyseerd, de steekproef is dus representatief voor het park. Van de 503 verworpen installaties hebben er 376 geen FV-productiegegevens en 127 geen zelfverbruiksgegevens.

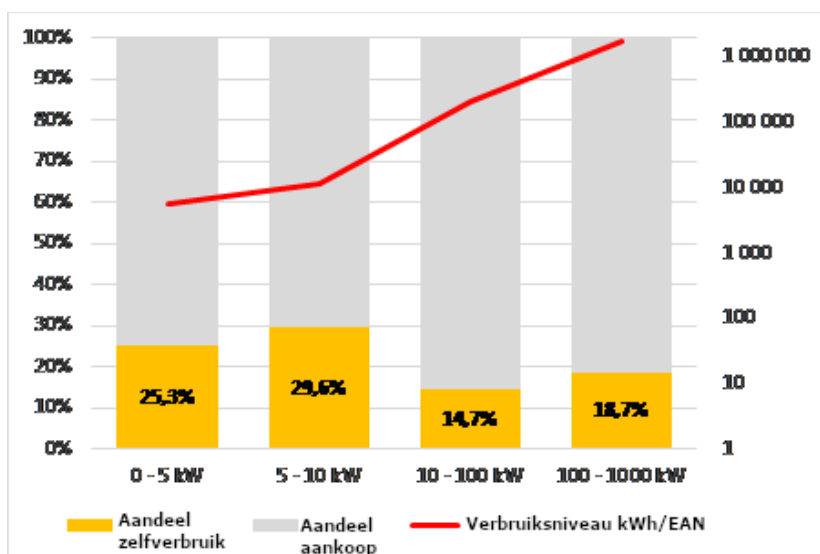
De resterende dataset bevat 172 *outliers*, iets minder dan 7% van de totale geanalyseerde steekproef.

7.4.2 Resultaten

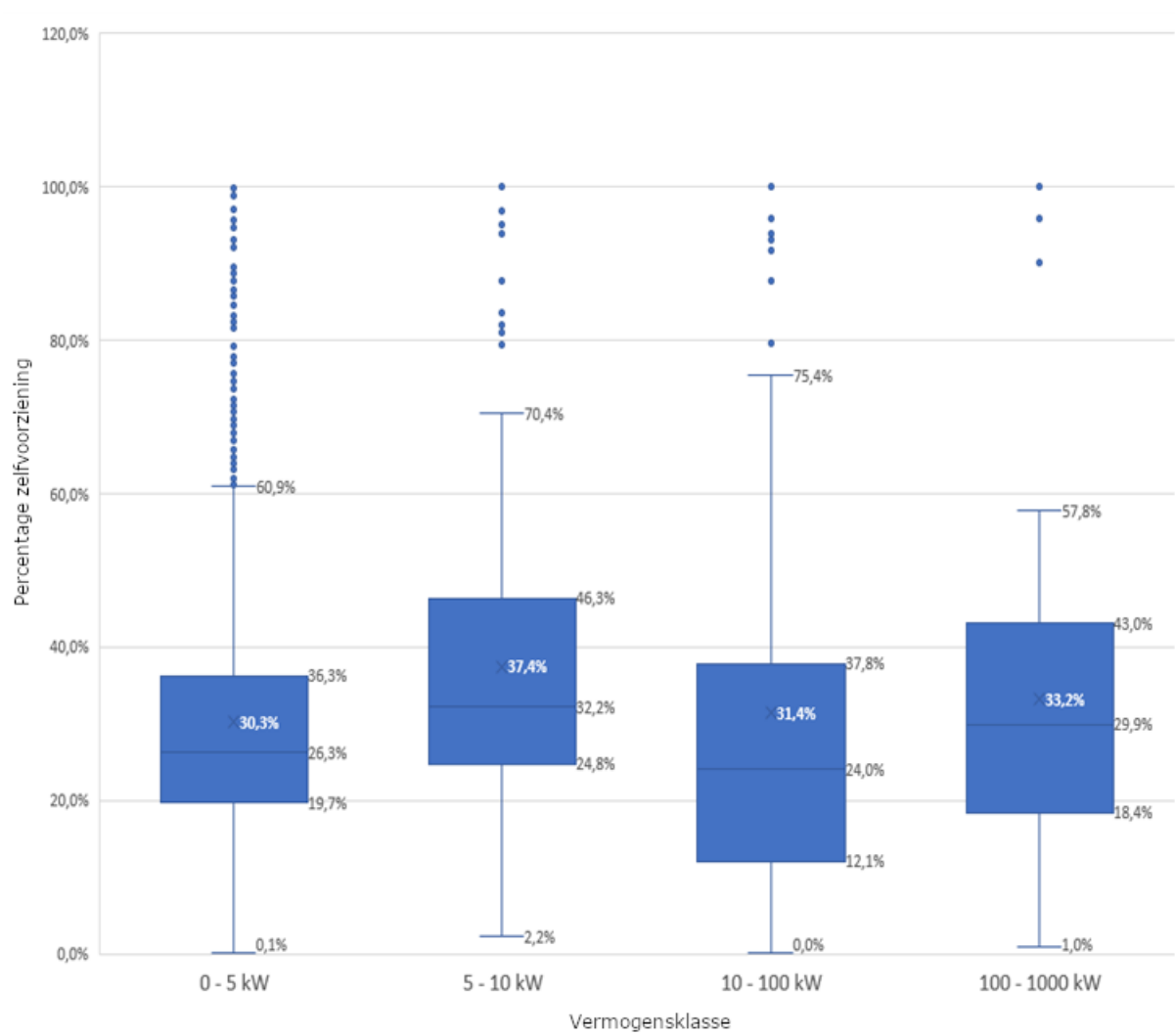
De zelfvoorzienendheid in het BHG bedraagt gemiddeld 31%. Ze bedraagt 19% wanneer ze wordt gewogen door het individuele verbruik. Dit betekent dat een vijfde van het elektriciteitsverbruik van houders van zonnepanelen afkomstig is van productie van FV-panelen.

Tabel 24: Percentage zelfvoorziening van de panelen van het FV-park 2014 in het BHG

Vermogensklasse (kWp)	[0-5]	[5-10]	[10-100]	[100-1 000]	Totaal
% van het aantal installaties	80,7%	10,5%	6,0%	2,5%	100%
Elektriciteits Gem. per EAN (MWh/jaar)	5,8	11,3	216,4	1 800,5	43,5
Eenvoudig gemiddelde	30,3%	37,4%	31,4%	33,2%	30,9%
Gewogen gemiddelde	25,3%	29,6%	14,7%	18,7%	19,0%



Figuur 33: aandeel van het zelfverbruik in het eindverbruik elektriciteit en gemiddeld verbruik per meter (in kWh/jaar)



Figuur 34: Aandeel zelfvoorziening per vermogenscategorie – 2014

8 Gemeentelijke analyse van het fotovoltaïsche park

Het doel van dit deel is de gegevens van het fotovoltaïsch park in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op gemeentelijk niveau voor te stellen (situatie eind 2016). Het geeft het detail van de informatie die in de andere delen van dit verslag worden gepresenteerd op gemeentelijk niveau, en meer bepaald de gemeentelijke trends op het vlak van het aantal installaties, het geïnstalleerd vermogen, de prijs van de installaties en ten slotte de productiviteit van de installaties.

De gegevens van de gemeenten worden in de bijlage voorgesteld in de vorm van cijfertabellen (zie 10 Bijlage: Cijfertabellen met de gemeentelijke gegevens).

8.1 Samenvatting van de markante feiten

Het aantal installaties verschilt sterk van gemeente tot gemeente; er is met name een groot ruimtelijk verschil tussen de installaties op het regionale grondgebied voor de vermogenscategorie van minder dan 5 kWp.

Dit verschil wordt ook vastgesteld wanneer de grootste installaties van bedrijven en overheidsinstellingen worden geanalyseerd. Dit is met name te verklaren door de verschillen in gemeentelijk beleid en de verdeling van de sociaal-economische activiteit over het grondgebied.

De prijs van de installaties en hun productiviteit zijn homogener op het regionale grondgebied. Er zijn niettemin enkele opvallende uitzonderingen, zoals met name de gemeente Etterbeek, waar de gemiddelde prijs ongeveer 1000 €/kWp hoger ligt dan het regionale gemiddelde, of de gemeente Schaarbeek, waar de productiviteit aanzienlijk lager ligt dan het regionale gemiddelde.

8.2 Voorgestelde indicatoren

De gepresenteerde indicatoren zijn berekend volgens dezelfde regels en conventies als voorheen. Om een beter vergelijkingspunt te krijgen van gemeente tot gemeente, werden het aantal installaties en het geïnstalleerd vermogen gedeeld door het totale aantal inwoners. De eenheden van de resulterende indicatoren zijn dus het aantal installaties/1000 inwoners en het geïnstalleerd vermogen/1000 inwoners.

8.3 Geanalyseerde steekproef

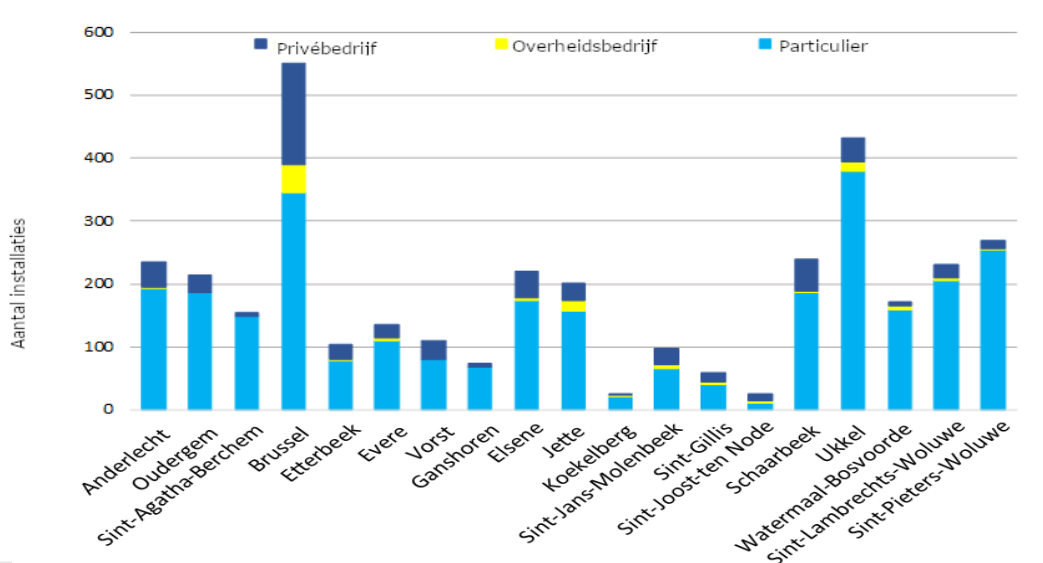
De hieronder gepresenteerde gegevens werden niet gefilterd. Het zijn dus de gegevens van het totale park die worden gebruikt.

8.4 Resultaten

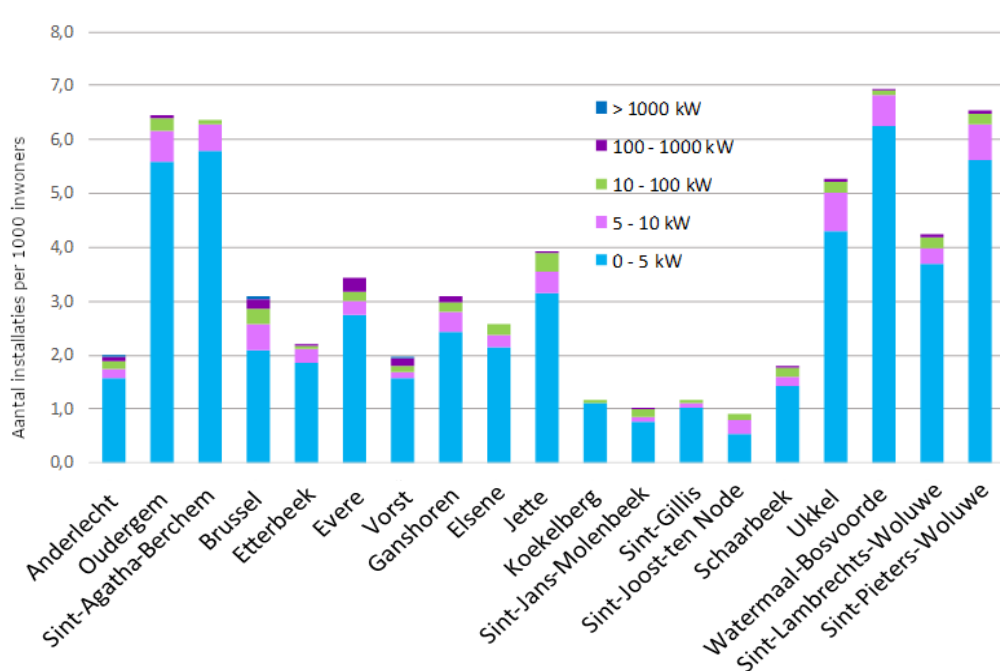
8.4.1 Aantal installaties

Het aantal ingeplante installaties verschilt sterk van de ene gemeente tot de andere, ongeacht het type houder. Hoewel Brussel-Stad het grootste aantal FV-installaties telt, hebben de gemeenten met de grootste bevolking niet noodzakelijk het grootste aantal installaties.

In 2016 zullen Brussel-Stad, Ukkel en Sint-Pieters-Woluwe de drie gemeenten zijn met het grootste aantal installaties.



Figuur 35: Aantal installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang het type houder en de gemeente



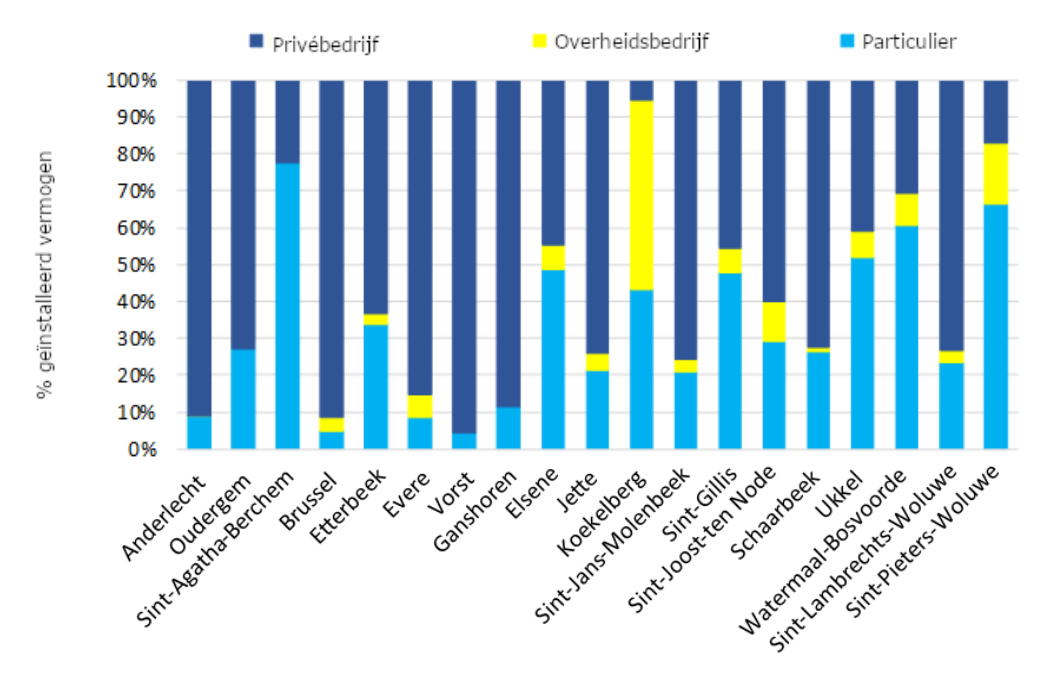
Figuur 36: Densiteit van het aantal installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG per 1000 inwoners naargelang de vermogenscategorie en de gemeente

Zoals figuur 36 toont, kan men de context op een lokaal niveau situeren door specifieke gegevens over de fotovoltaïsche installaties, zoals het aantal installaties, te vergelijken met de bevolkingsgegevens van de gemeenten.

We zien een grote ruimtelijke ongelijkheid van de FV-installaties, vooral in de vermogenscategorie onder de 5 kWp. Het aantal installaties per 1.000 inwoners varieert van 0,9 (Sint-Joost-ten-Node) tot 6,9 (Watermaal-Bosvoorde).

8.4.2 Geïnstalleerd vermogen

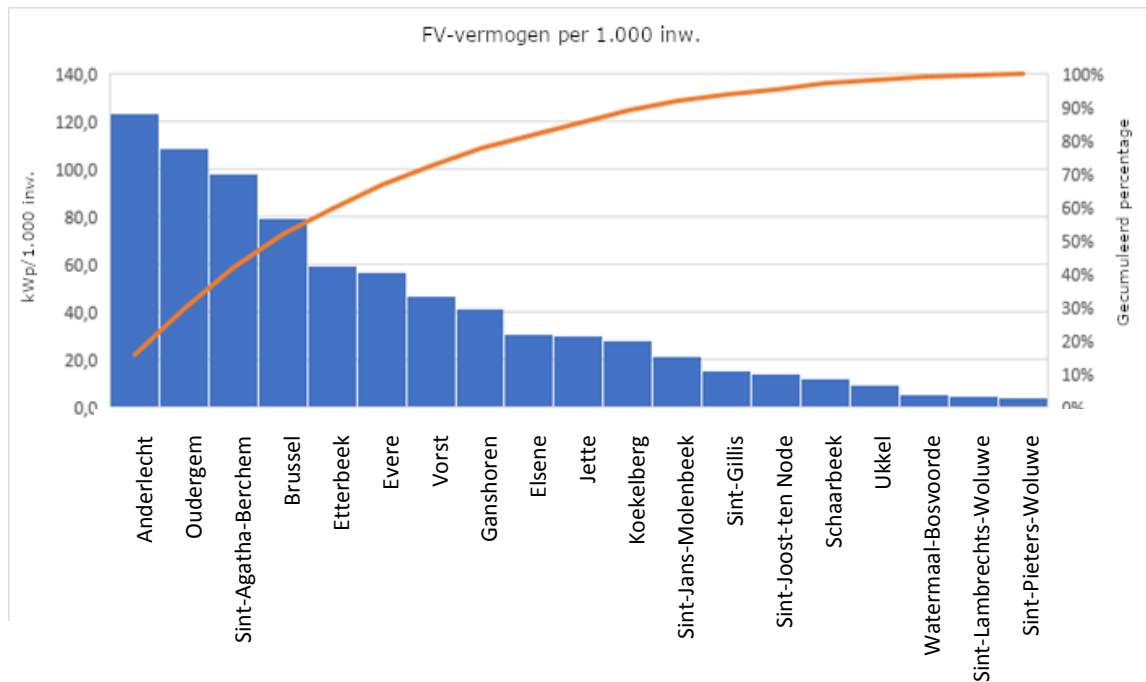
figuur 37 toont de spreiding van het geïnstalleerde vermogen van het FV-park, uitgedrukt in % per type houder op gemeentelijk niveau. In termen van vermogen stellen we vast dat in veel gemeenten de privébedrijven in de meerderheid zijn in, terwijl ze in termen van het aantal installaties vaak een minderheid vertegenwoordigen. Ook hier zijn er grote verschillen tussen de gemeenten, die waarschijnlijk verband houden met het gemeentelijk beleid (Koekelberg) en de verdeling van de sociaal-economische activiteiten (dichtheid van het industrieel en residentieel weefsel, zie Anderlecht en Sint-Agatha-Berchem).



Figuur 37: Aandeel van het geïnstalleerd vermogen van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang het type houder en de gemeente

Het specifieke geval van Koekelberg (groot aandeel van het geïnstalleerd vermogen bij de overheidsbedrijven) kan worden verklaard door twee factoren: enerzijds de installatie van een krachtige FV-installatie in de gemeentelijke werkplaats en anderzijds een relatief klein aantal andere installaties bij particulieren en privébedrijven in de gemeente.

Onderstaande figuur rangschikt de gemeenten in dalende orde van grootte van de indicator (vermogen per 1 000 inwoners). De spreiding verschilt sterk van die van het aantal installaties per 1000 inwoners, aangezien de impact van de grote door de bedrijven geïnstalleerde vermogens, doorslaggevend is in vergelijking met de kleine installaties van de particulieren.



Figuur 38: Geïnstalleerd vermogen van het FV-park eind 2016 in het BHG per 1000 inwoners en per gemeente

8.4.3 Gemeentelijke weergave

De onderstaande tabel toont de top 5 van de gemeenten volgens aantal en vermogen per 1000 inwoners.

	Aantal FV-installaties / 1000 inw.	Vermogen kWp/1000 inw.
1	Watermaal-Bosvoorde	Brussel
2	Sint-Pieters-Woluwe	Evere
3	Oudergem	laan
4	Sint-Agatha-Berchem	Ganshoren
5	Ukkel	Oudergem

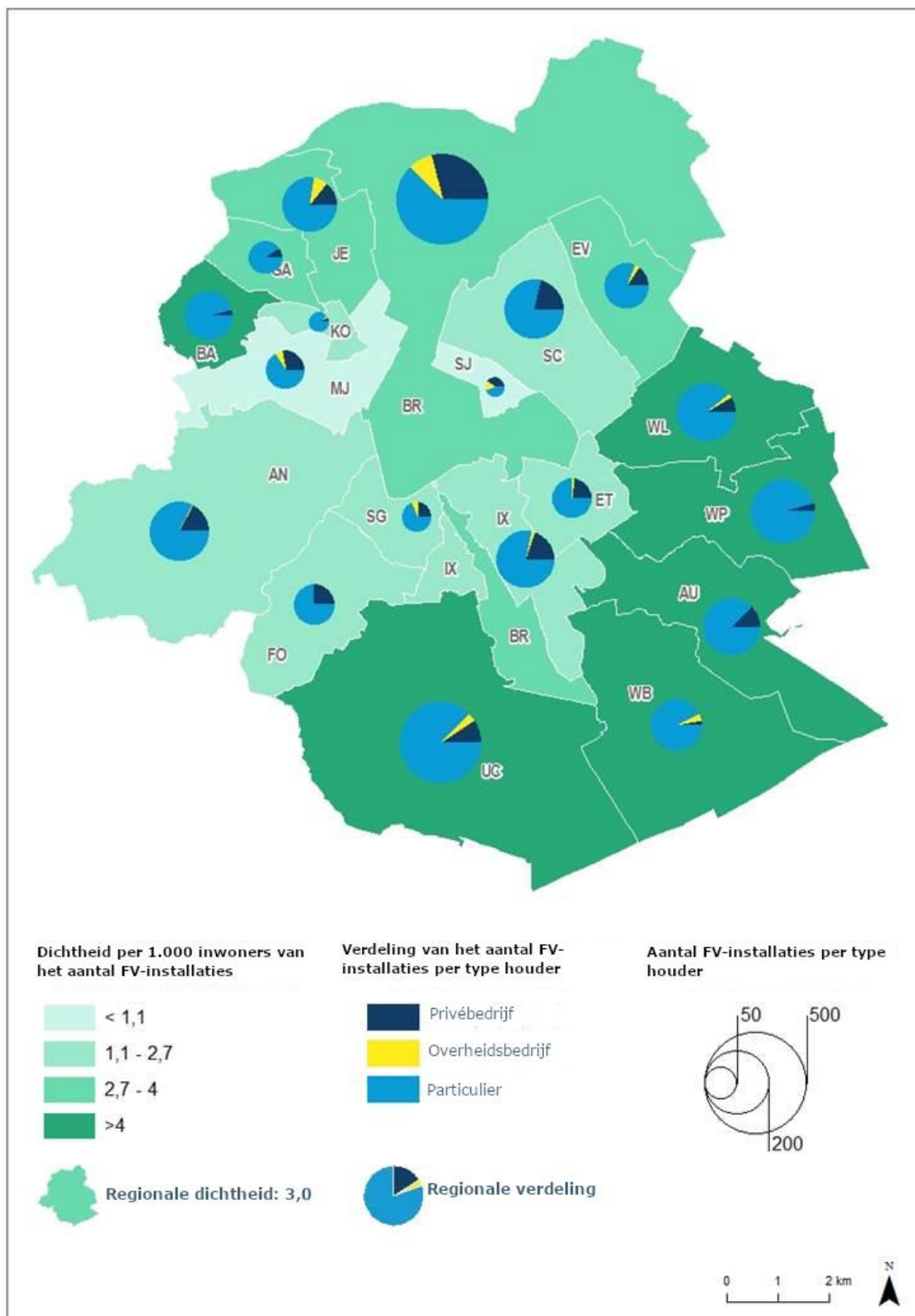
Om de analyse van het fotovoltaïsche park in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2015 te verrijken, werden twee gemeentelijke thematische kaarten opgesteld.

Elke kaart toont de 19 gemeenten, gekarakteriseerd door een kleurenklasse waarbij elke klasse overeenkomt met een waardeninterval. Binnen elke gemeente toont een taartdiagram de verdeling per type houder (privébedrijf, overheidsbedrijf, particulier). De grootte van het diagram hangt af van een waarde in absolute cijfers.

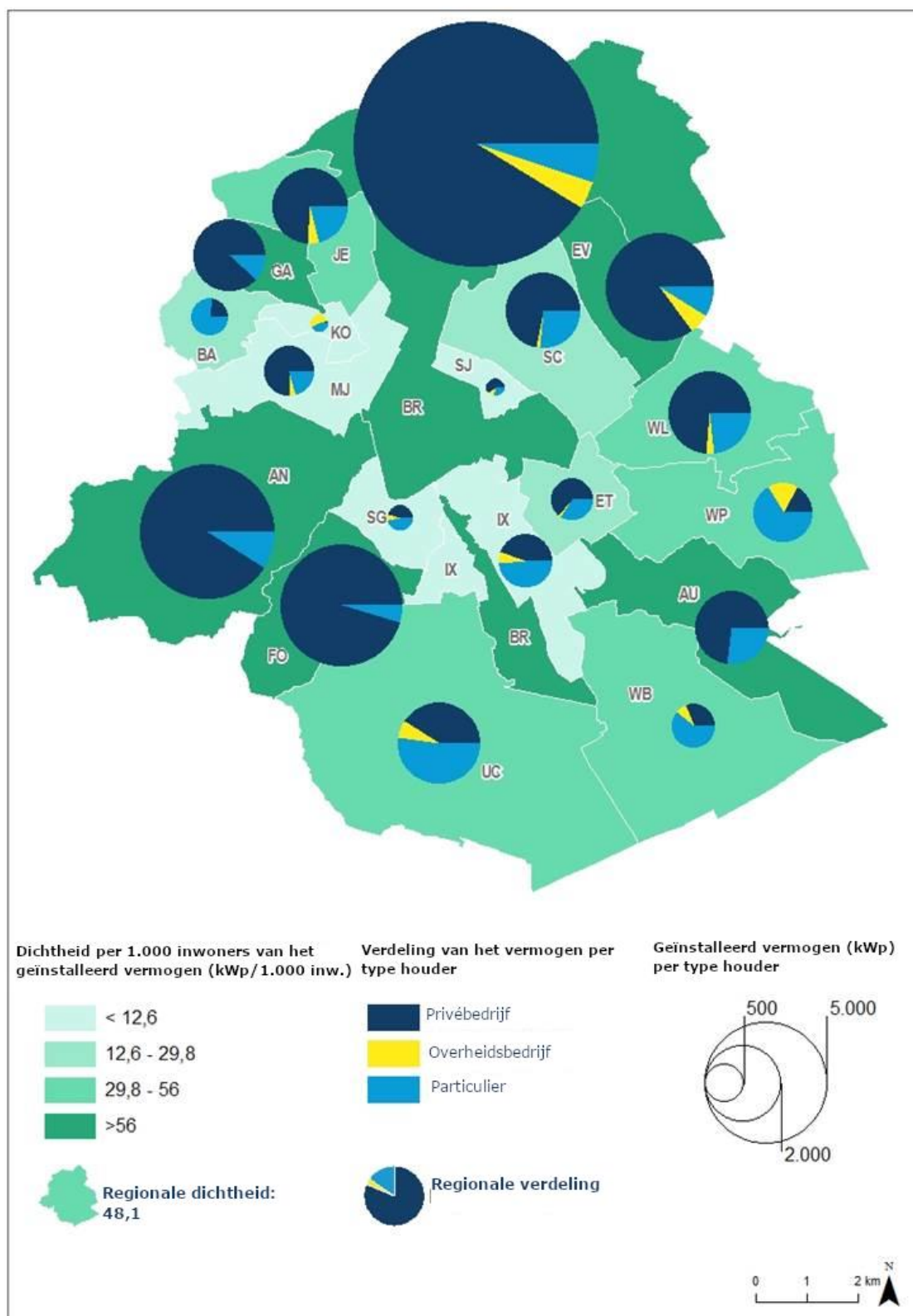
De twee kaarten zijn enerzijds het aantal FV-installaties en dit aantal gedeeld door de bevolking van het gemeentelijk grondgebied (

Figuur 39) en anderzijds het geïnstalleerd vermogen: en dit vermogen gedeeld door de bevolking van het gemeentelijk grondgebied (

Figuur 40).



Figuur 39 : Kaart 1- Aantal FV-installaties en dichtheid per 1.000 inwoners in het BHG



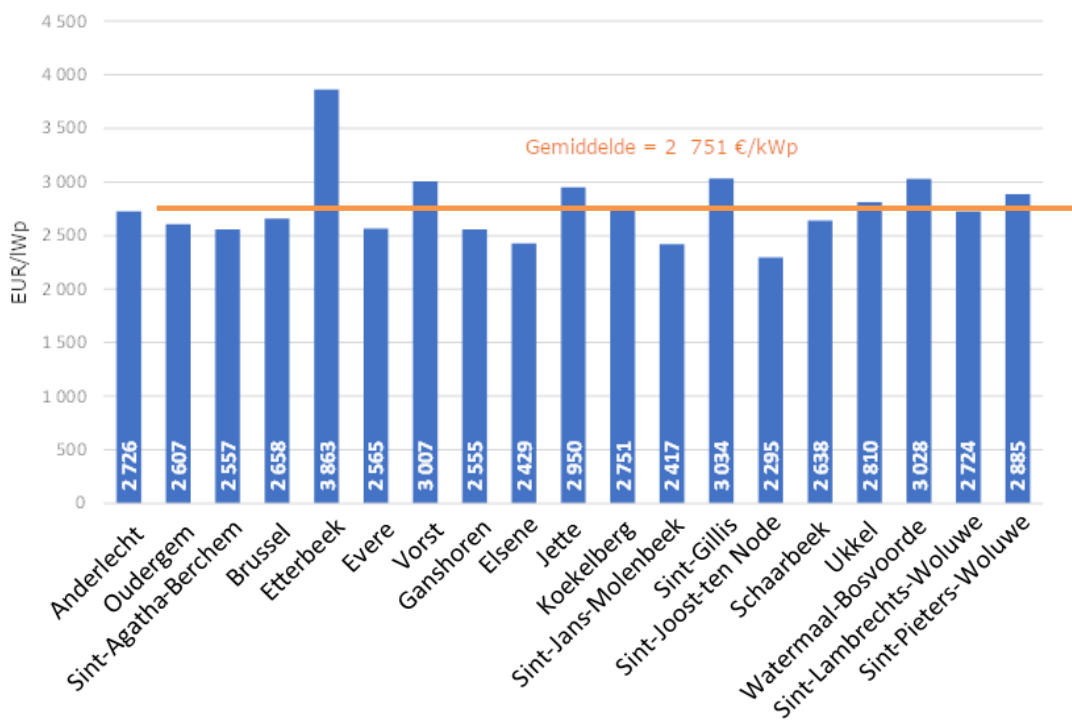
Figuur 40: Kaart 2 - Geïnstalleerd vermogen en dichtheid per 1.000 inwoners in het BHG

8.4.4 Prijs van de installaties per gemeente

De gemiddelde prijs van de installaties in het BHG bedraagt 2.751 €/kWp. De verdeling van de prijs van de installaties per gemeente is relatief homogeen, met uitzondering van Etterbeek, waar de gemiddelde prijs ongeveer 1000 €/kWp hoger ligt dan het regionale gemiddelde.

Uit de analyse van

figuur 35 en figuur 37 komt geen bijzonder kenmerk van de gemeente naar voor in termen van vermogensklasse of houder van de installaties.



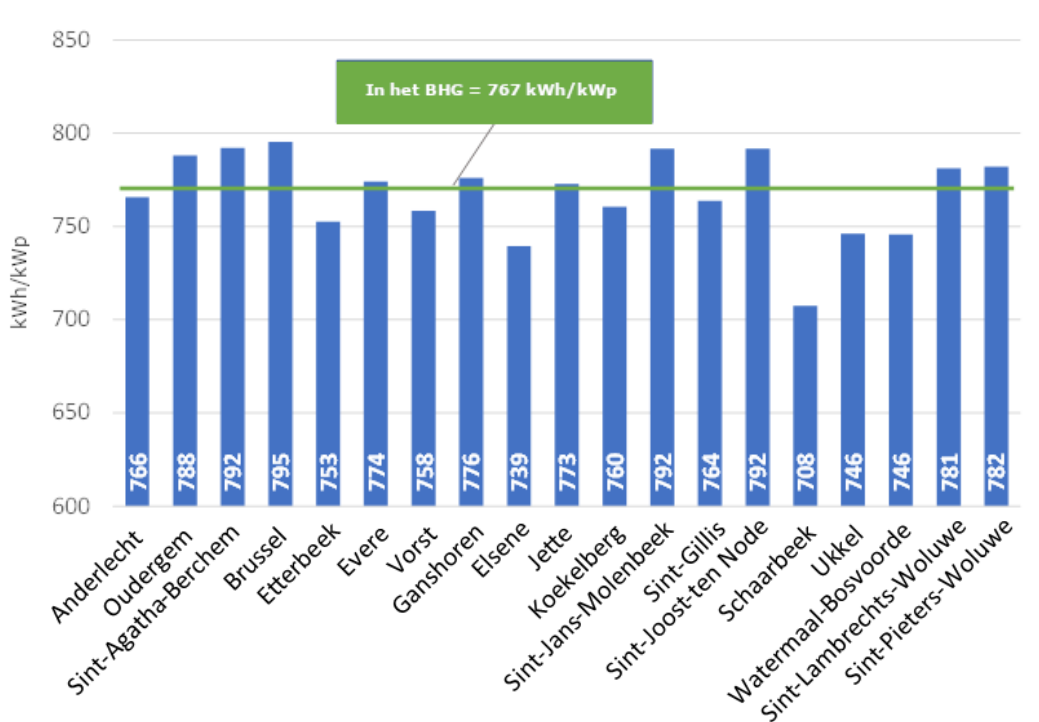
Figuur 41: Prijs [€/kWp] van de installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG naargelang de gemeente

8.4.5 Productiviteit van de installaties per gemeente

De gemiddelde productiviteit in 2016 in het BHG bedraagt 767 kWh/kWp. Wanneer we deze productiviteit per gemeente bekijken, ongeacht het type houder of vermogenscategorie, zien we weinig verschillen tussen de gemeenten, met uitzondering van Schaarbeek waar de productiviteit het laagst is.

Uit de analyse van

figuur 35 en figuur 37 komt geen bijzonder kenmerk van de gemeente naar voor in termen van vermogensklasse of houder van de installaties. De verklaring moet worden gezocht in gegevens die momenteel niet beschikbaar zijn, zoals de oriëntatie, helling of beschaduwing van de installaties.



Figuur 42: Productiviteit [kWh/kWp] van de installaties van het FV-park eind 2016 in het BHG volgens de gemeente

* *

 *

9 Verklarende woordenlijst

IGN: ingebruikname (jaar van de installatie van de panelen)

kEUR: kilo-euro of duizenden euro

kWp: kilowattpiek, maximaal vermogen van de panelen

FV: fotovoltaïsche installatie

BRUGEL: Brusselse regulator van de gas- en elektriciteitsmarkt

SIBELGA: beheerder van het gas- en elektriciteitsnet in Brussel

BHG: Brussels Hoofdstedelijk Gewest

]5-10]: Een naar binnen gerichte haak duidt op een gesloten interval (de waarde wordt dus in aanmerking genomen) en een naar buiten gerichte haak duidt op een open interval (de waarde is niet in het interval opgenomen)

Privébedrijf: Instelling die tot een privé-onderneming behoort, zoals winkels, privé-kantoren, banken, verzekeringen, privéziekenhuizen, vrij onderwijs.

Overheidsbedrijf: gebouw dat toebehoort aan een overheidsinstelling zoals: administratie, gemeentelijk onderwijs, gemeentelijke werkplaatsen. ;

Particulier: een natuurlijke persoon die op zijn woning panelen voor persoonlijk gebruik heeft geïnstalleerd.

Afkorting van de gemeenten van het BHG

AN	Anderlecht
AU	Oudergem
BA	Sint-Agatha-Berchem
BR	Brussel
ET	Etterbeek
EV	Evere
FO	Vorst
GA	Ganshoren
IX	Elsene
JE	Jette
KO	Koekelberg
MJ	Sint-Jans-Molenbeek
SG	Sint-Gillis
SJ	Sint-Joost-ten-Node
SC	Schaarbeek
UC	Ukkel
WB	Watermaal-Bosvoorde
WL	Sint-Lambrechts-Woluwe
WP	Sint-Pieters-Woluwe

10 Bijlage: Cijfertabellen met de gemeentelijke gegevens

10.1 Tabel A: Aantal Fv-installatie per houder (2015-2016)

Gemeente (2015)	Aantal inwoners ²⁸	Aantal FV-installaties volgens het type houder			
		Particulier	Overheidsbedrijf	Privébedrijf	Totaal
Anderlecht	116 332	187	3	39	229
Oudergem	32 835	172		23	195
Sint-Agatha-Berchem	23 927	139		6	145
Brussel	175 534	331	36	133	500
Etterbeek	46 773	71	2	16	89
Evere	38 448	103	5	20	128
laan	55 012	79		26	105
Ganshoren	24 066	63		7	70
Elsene	84 754	165	3	42	210
Jette	50 724	149	16	29	194
Koekelberg	21 525	21	1	2	24
Sint-Jans-Molenbeek	95 576	60	4	27	91
Sint-Gillis	50 472	37	4	15	56
Sint-Joost-ten-Node	27 332	11		8	19
Schaarbeek	131 030	180	1	39	220
Ukkel	81 280	363	15	37	415
Watermaal-Bosvoorde	24 454	153	7	4	164
Sint-Lambrechts-Woluwe	54 022	191	5	21	217
Sint-Pieters-Woluwe	41 077	233	1	12	246
Algemeen totaal	1 175 173	2 708	103	506	3 317

Gemeente (2016)	Aantal inwoners ²⁹	Aantal FV-installaties volgens het type houder			
		Particulier	Overheidsbedrijf	Privébedrijf	Totaal
Anderlecht	117 412	192	3	40	235
Oudergem	33 161	186		28	214
Sint-Agatha-Berchem	24 224	148		6	154
Brussel	178 552	345	45	160	550
Etterbeek	47 180	78	2	24	104
Evere	39 556	110	5	21	136
laan	55 613	81		28	109
Ganshoren	24 269	68		7	75
Elsene	85 541	173	4	44	221
Jette	51 426	156	17	29	202
Koekelberg	21 638	22	1	2	25
Sint-Jans-Molenbeek	96 586	65	6	27	98
Sint-Gillis	50 659	41	4	14	59
Sint-Joost-ten-Node	27 402	11	4	10	25
Schaarbeek	132 590	187	1	51	239
Ukkel	81 944	378	16	39	433
Watermaal-Bosvoorde	24 619	158	8	5	171
Sint-Lambrechts-Woluwe	54 311	206	4	20	230
Sint-Pieters-Woluwe	41 207	255	2	12	269
Algemeen totaal	1 187 890	2 860	122	567	3 549

²⁸ Bron: FOD Economie (Wettelijke bevolking per gemeente op 1 januari 2015)

²⁹ Bron: FOD Economie (Wettelijke bevolking per gemeente op vrijdag 1 januari 2016)

I0.2 Tabel B: Geïnstalleerd vermogen per gemeente per houder (2015-2016)

Gemeente (2015)	Aantal inwoners	Geïnstalleerd vermogen volgens het type houder (in kWp)			
		Particulier	Overheidsbedrijf	Privébedrijf	Totaal
Anderlecht	116 332	574	7	5 930	6 511
Oudergem	32 835	481		361	842
Sint-Agatha-Berchem	23 927	371		116	487
Brussel	175 534	1 052	446	19 994	21 492
Etterbeek	46 773	200	17	371	589
Evere	38 448	348	262	2 920	3 531
laan	55 012	234		4 764	4 998
Ganshoren	24 066	204		1 705	1 908
Elsene	84 754	486	49	365	901
Jette	50 724	427	59	1 572	2 058
Koekelberg	21 525	51	63	6	121
Sint-Jans-Molenbeek	95 576	180	14	702	896
Sint-Gillis	50 472	104	16	112	231
Sint-Joost-ten-Node	27 332	34		55	90
Schaarbeek	131 030	522	24	949	1 495
Ukkel	81 280	1 234	163	1 029	2 426
Watermaal-Bosvoorde	24 454	406	58	210	674
Sint-Lambrechts-Woluwe	54 022	534	178	1 755	2 467
Sint-Pieters-Woluwe	41 077	755	11	218	983
Algemeen totaal	1 175 173	8 197	1 368	43 135	52 700

Gemeente (2016)	Aantal inwoners	Geïnstalleerd vermogen volgens het type houder (in kWp)			
		Particulier	Overheidsbedrijf	Privébedrijf	Totaal
Anderlecht	117 412	600	7	6 071	6 677
Oudergem	33 161	532		1 431	1 963
Sint-Agatha-Berchem	24 224	404		116	520
Brussel	178 552	1 120	786	20 160	22 066
Etterbeek	47 180	221	17	413	651
Evere	39 556	377	262	3 662	4 301
laan	55 613	243		5 188	5 432
Ganshoren	24 269	221		1 705	1 926
Elsene	85 541	513	70	474	1 057
Jette	51 426	454	98	1 572	2 124
Koekelberg	21 638	53	63	6	123
Sint-Jans-Molenbeek	96 586	194	31	702	927
Sint-Gillis	50 659	114	16	109	239
Sint-Joost-ten-Node	27 402	34	13	69	116
Schaarbeek	132 590	543	24	1 484	2 051
Ukkel	81 944	1 299	169	1 021	2 489
Watermaal-Bosvoorde	24 619	424	60	215	698
Sint-Lambrechts-Woluwe	54 311	592	79	1 851	2 522
Sint-Pieters-Woluwe	41 207	841	208	218	1 267
Algemeen totaal	1 187 890	8 778	1 904	46 467	57 149