

REGULERINGSKOMMISSIE VOOR ENERGIE IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

ONTWERPVOORSTEL

(BRUGEL-Voorstel-2020|209-27)

betreffende de vermenigvuldigingscoëfficiënt toegepast op
fotovoltaïsche installaties – Analyse van de economische
parameters

Opgesteld op basis van het besluit van de Brusselse
Hoofdstedelijke Regering van 17 december 2015 betreffende
de promotie van groene elektriciteit

09/12/2020

Vorgelegd voor openbare RAADPLEGING van half
december 2020 tot half januari 2021

Inhoudsopgave

1	Wettelijke grondslag	5
2	Historiek en context	6
3	Definitie van BIPV	7
3.1	Gewijzigde fotovoltaïsche module	8
4	Categorisering	8
4.1	Categorieën op het dak	9
4.1.1	Integraal dak	9
4.1.2	Zonnetegel	9
4.1.3	Skylight	9
4.1.4	Repetitieve structuur	10
4.2	Categorieën aan de gevel	10
4.2.1	Borstwering	10
4.2.2	Zonnewering	10
4.2.3	Gordijnmuur	10
4.2.4	Geventileerde gevel	10
5	Economische parameters	12
5.1	Meerkosten investering	12
5.2	Premies	13
5.2.1	Investeringspremies	13
5.2.2	Fiscaal voordeel	13
5.3	Prijs van elektriciteit	13
5.3.1	Zelf verbruikte elektriciteit	13
5.3.2	Geïnjecteerde elektriciteit	14
5.3.3	Evolutie van de elektriciteitsprijs	14
5.4	Prijs per groenestroomcertificaat	14
5.4.1	Evolutie van de prijs per GSC	15
5.5	Kosten O&M	15
6	Technische parameters	15
6.1	Productiviteit	15
6.1.1	Doeltreffendheid van de FV-modules	15
6.1.2	Impact oriëntatie/helling	16
6.1.3	Stedelijke wijzigingsfactor	17
6.1.4	Verslechtering van de productie	17
6.2	Percentage zelfverbruik	17
7	Voorgesteld steunniveau	18
8	Rangschikking	19
9	Bevriezing van de toekenningsgraad	21

10 Conclusies.....	21
11 Bibliografie.....	24
Bijlage 1: schema gewijzigde fotovoltaïsche module.....	25
Bijlage 2: voorbeelden van installaties.....	25
Bijlage 3: schema geventileerde FV-gevel.....	28
Bijlage 4: voorbeeld van rangschikking.....	29

Lijst van de illustraties

Figure 1: catégories BIPV.....	9
Figure 2: taux d'octroi appliqué.....	20
Figure 3: schéma d'un module photovoltaïque modifié.....	25
Figure 4: schéma façade ventilée PV.....	28
Figure 5: exemple de hiérarchisation.....	29

Lijst van de tabellen

Tableau 1: surcoût d'investissement.....	12
Tableau 2: efficacité du module.....	16
Tableau 3: influence de l'inclinaison et de l'orientation sur la productivité PV.....	16
Tableau 4: orientation et inclinaison des catégories BIPV.....	17
Tableau 5: coefficients et taux d'octroi requis pour atteindre un TRS réel de 7 ans.....	18
Tableau 6: exemples d'installations.....	28
Tableau 7: exemple de hiérarchisation, taux d'octroi.....	29

I Wettelijke grondslag

Het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 17 december 2015 betreffende de promotie van groene elektriciteit, hierna "besluit groene elektriciteit" genoemd, bevat in artikel 21§2 een formule voor de vermenigvuldigingscoëfficiënt die moet worden toegepast op de groenestroomcertificaten (GSC's) die worden toegekend voor fotovoltaïsche installaties (FV)[1]:

"Deze vermenigvuldigingscoëfficiënt wordt volgens de volgende formule berekend en handhaaft door haar [sic] berekeningswijze een forfaitaire returntijd van zeven jaar:

$$coef = \frac{\frac{(invest_{fv} - premies_{fv})}{7 * productiviteit_{fv}} - prijzen_{elek}}{\frac{prijzen_{gsc}}{0,55}}$$

De parameters van de formule worden op de volgende manier gedefinieerd:

1. "coef" staat voor de vermenigvuldigingscoëfficiënt van het aantal toegekende groenestroomcertificaten;
2. "investFV" staat voor de gemiddelde eenheidskost van een fotovoltaïsch systeem, met inbegrip van de kosten voor de aansluiting op het distributienet, de kosten voor de bidirectionele meter en de administratieve kosten die verbonden zijn aan de installatie (euro/kW piek);
3. "premiesFV" staat voor de financiële investeringshulp (euro/kW piek) die beschikbaar is voor een fotovoltaïsch systeem;
4. "prijserek" staat voor de gemiddelde prijs van de geproduceerde elektriciteit, rekening houdend met een percentage eigen verbruik berekend door Brugel (euro/MWh);
5. "prijsGSC" staat voor de gewogen gemiddelde doorverkoopprijs van groenestroomcertificaten op de markt (euro/GSC);
6. "productiviteitpv" is de elektrische productie (in kWu) per geïnstalleerde vermogensseenheid (in kWp) afhankelijk van de betrokken vermogenscategorie.

De waarden van deze parameters worden door Brugel bepaald voor de volgende installatiecategorieën:

- fotovoltaïsche installaties met een totaal elektrisch vermogen kleiner dan of gelijk aan 5 kWp;
- fotovoltaïsche installaties met een totaal elektrisch vermogen groter dan 5 kWp en kleiner dan of gelijk aan 36 kWp;
- fotovoltaïsche installaties met een totaal elektrisch vermogen groter dan 36 kWp en kleiner dan of gelijk aan 100 kWp;
- fotovoltaïsche installaties met een totaal elektrisch vermogen groter dan 100 kWp en kleiner dan of gelijk aan 250 kWp;

- *fotovoltaïsche installaties met een totaal elektrisch vermogen groter dan 250 kWp;*
- *fotovoltaïsche installaties geïntegreerd in een fabrieksomgeving met bouwelementen.*

De minister kan deze categorieën aanpassen.

[...] Indien de verandering van de parameters in de loop van het jaar volgens de formule hierboven tot een verandering hoger dan of gelijk aan 20% van het aantal toe te kennen groenestroomcertificaten leidt in vergelijking met het huidig toegekende aantal, deelt BRUGEL de waarden van de geactualiseerde parameters aan de Minister mee die binnen de maand de vermenigvuldigingscoëfficiënt van elke categorie aanpast met inwerkingtreding 4 maanden na publicatie in het Belgisch Staatsblad."

Het huidige voorstel wordt opgesteld op initiatief van BRUGEL en sluit aan bij het streven van de regering om de steun voor gebouwgeïntegreerde fotovoltaïsche installaties, gewoonlijk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) genoemd, verder uit te werken via het systeem van de groenestroomcertificaten. Het voorstel is gebaseerd op de resultaten van een werkgroep, hierna WG BIPV genoemd, en heeft tot doel een onvoldoende uitgewerkt wettelijk kader dat bepaalde risico's inhoudt aan te vullen.

2 Historiek en context

Momenteel wordt BIPV door het besluit groene elektriciteit gedefinieerd als "fotovoltaïsche installaties geïntegreerd in een fabrieksomgeving met bouwelementen". Dit wettelijk kader is ontoereikend en houdt meerdere risico's in.

Om te beginnen is deze definitie te vaag. Ze kan op verschillende wijze worden geïnterpreteerd en aanleiding geven tot meerdere geschillen. Bovendien stelt ze geen enkele voorwaarde vast in verband met de functies die een BIPV-installatie moet vervullen. Daardoor zouden gewone FV-tegels die in een tuin worden gelegd, kunnen thuishoren in deze categorie.

Voorts wordt er geen enkel onderscheid gemaakt tussen enerzijds standaard FV-modules waarvan alleen het kader zou zijn gewijzigd om garanties te bieden op het vlak van dichtheid en anderzijds FV-modules die speciaal worden ontworpen om volledig in het gebouw te worden geïntegreerd. Deze types panelen hebben echter niet dezelfde investeringskosten en vereisen dus niet hetzelfde niveau van steun.

Bovendien is de vaststelling van een enkele toekenningsgraad voor het BIPV-segment niet aangepast aan de diversiteit en de verscheidenheid van de betrokken oplossingen. Het BIPV-segment omvat meerdere categorieën van technologisch gezien verschillende installaties met uiteenlopende kosten. De ervaring van enkele landen die ter zake een voortrekkersrol vervullen, bewijst overigens dat het noodzakelijk is te beschikken over een beter uitgewerkt systeem ter ondersteuning van BIPV.

Tot slot houdt de formule voor berekening van de vermenigvuldigingscoëfficiënt in het besluit groene elektriciteit geen rekening met de specifieke kenmerken van BIPV die, zoals de naam aangeeft, in de eerste plaats een bouwproduct is. De kosten ervan worden dus veeleer berekend in € per m² dan in € per kWp. Bovendien en in tegenstelling met een klassieke FV-installatie vervangt een BIPV-installatie conventionele bouwmaterialen zodat daarop kan worden bespaard. Het is dus niet relevant om rekening te houden met de totale investeringskosten.

Gelet op deze verschillende elementen bepalen de opeenvolgende voorstellen met betrekking tot de vermenigvuldigingscoëfficiënt die wordt toegepast op fotovoltaïsche

installaties sinds 2016 dat "BRUGEL meent dat het wettelijk kader ontoereikend is en bepaalde risico's inhoudt [...] BRUGEL meent dat ze zich momenteel onmogelijk kan uitspreken over een voorstel van specifiek niveau van steun voor BIPV". Bijgevolg en overeenkomstig het laatste voorstel van BRUGEL met betrekking tot de vermenigvuldigingscoëfficiënt voor fotonvoltaïsche installaties [2] bepaalt het besluit groene elektriciteit dat de hoeveelheid toekenningen toegepast op een fotonvoltaïsche installatie geïntegreerd in een fabrieksomgeving met bouwelementen gelijk is aan de hoeveelheid toekenningen van de overeenstemmende vermogenscategorie van de FV-installaties van het "klassieke" type.

Voorts valt op te merken dat het Klimaat- en Energieplan 2030 van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bepaalt dat de regering de steun voor BIPV (*Building Integrated Photovoltaics*) verder zal uitwerken via het systeem van de groenestroomcertificaten [3].

Om iets aan deze situatie te doen en het globale denkwerk over de steun voor BIPV in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest te laten rijpen, heeft BRUGEL halverwege 2020 een WG BIPV in het leven geroepen met als taken:

1. Een duidelijke en solide definitie van BIPV vaststellen;
2. De soorten BIPV waarop het systeem voor steun aan de productie van groene stroom slaat, oplist en in categorieën opdelen;
3. Een passend niveau van steun berekenen voor de BIPV-categorieën die steun vereisen.

Deze WGT is tussen 17 juni en 28 oktober 2020 negenmaal samengekomen en BRUGEL heeft binnen deze werkgroep 12 organisaties samengebracht die expertise bezitten met BIPV of actoren zijn op de BIPV-markt: de Confederatie Bouw [4], Techlink [5], Sunsoak Design [6], Ariade [7], Skysun [8], EnergyVision [9], Becquerel Institute [10], Issol [11], Soltech [12], Edora [13], APERe [14] en Leefmilieu Brussel [15]. BRUGEL dankt hierbij deze verschillende organisaties en hun vertegenwoordigers die aan de WG hebben deelgenomen.

De conclusies van deze WG zijn opgenomen in het huidige voorstel dat tot doel heeft een stevig wettelijk kader vast te stellen voor het steunmechanisme voor BIPV-installaties.

3 Definitie van BIPV

De onderstaande definities werden aanbevolen door het International Energy Agency (IEA) na een analyse van de normen, bouwcodes en financieringsprogramma's die in verschillende landen bestaan [16].

Een BIPV-module is tegelijk een fotonvoltaïsche module en een bouwproduct, ontworpen om volledig in het gebouw te worden geïntegreerd. Het is de kleinste ondeelbare fotonvoltaïsche eenheid (elektrisch en mechanisch) van een BIPV-systeem en verzekert een van de functies van het gebouw (mechanische rigiditeit of structurele integriteit, primaire bescherming tegen slechte weersomstandigheden, energiebesparing (beschaduwning, warmte-isolatie enz.), bescherming tegen brand, bescherming tegen lawaai, veiligheid of beschutting, scheiding tussen binnen- en buitenomgeving). Zo het BIPV-product wordt gedemonteerd, moet het worden vervangen door een passend bouwproduct.

Een BIPV-systeem is een fotonvoltaïsch systeem waarvan de fotonvoltaïsche modules beantwoorden aan de bovenstaande definitie voor BIPV-modules. Het omvat de elektrische onderdelen die nodig zijn om

de BIPV-modules aan te sluiten op externe AC- of DC-circuits en de systemen van mechanische montage die nodig zijn om de BIPV-modules in het gebouw te integreren.

Bijgevolg moet een module voldoen aan de volgende drie voorwaarden om te worden erkend als BIPV:

1. Ontworpen zijn om in het gebouw te worden geïntegreerd (hierna "gewijzigde FV-module" genoemd);
2. (Ten minste) een dubbele functionaliteit hebben als generator van elektriciteit en als bouwelement;
3. In geval van schrapping, worden vervangen door een gelijkwaardig conventioneel bouwelement.

3.1 Gewijzigde fotonvoltaïsche module

Een module die speciaal is ontworpen om in het gebouw te worden geïntegreerd, wordt "gewijzigde FV-module" genoemd. De WG BIPV stelde de volgende definitie vast:

Een gewijzigde fotonvoltaïsche module om in het gebouw te worden geïntegreerd, is een module die bestaat uit gelaagd glas waarvan de glasbladen een dikte hebben van meer dan 2 mm. De verschillende lagen hebben een totale dikte van meer dan 5 mm. Deze modules worden ontworpen om te voldoen aan bouwnormen. Eender welk ander type module wordt beschouwd als een standaardmodule.

Een schema is opgenomen in bijlage I.

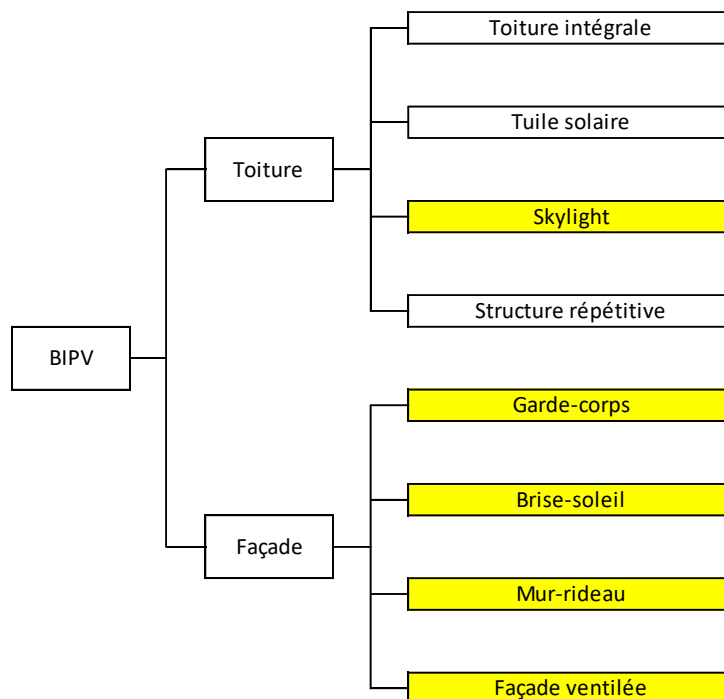
4 Categorisering

De indeling in categorieën werd gemaakt op basis van de werkzaamheden van de WG BIPV alsook op grond van de rapporten die SUPSI, SEAC en de leden van het consortium BIPVBOOST hebben gepubliceerd [17][18].

In tegenstelling met conventionele FV-installaties worden BIPV-installaties niet opgesplitst in vermogenscategorieën. Installaties die voldoen aan de definitie van BIPV zoals voorgesteld in hoofdstuk 3, worden ingedeeld in twee grote groepen naargelang ze op het dak of in de gevel zijn geïntegreerd. Elk van beide groepen wordt vervolgens opgesplitst in vier categorieën op basis van bouwkundige kenmerken.

Anderzijds heeft de berekening van het niveau van steun die nodig is om een forfaitaire terugtijd van zeven jaar te handhaven aangetoond dat slechts vijf van de acht categorieën een toekenningsgraad zouden vereisen die hoger is dan de huidige toekenningsgraad voor klassieke FV-installaties. Ze zijn in het geel aangeduid in Figuur 1 met de verschillende categorieën.

Bijlage 2 bevat voorbeelden van BIPV-installaties en klassieke installaties.



Figuur 1: categorieën van BIPV

4.1 Categorieën op het dak

4.1.1 Integraal dak

De integrale oplossing beslaat het volledige dak of een deel ervan. Het dakoppervlak wordt exclusief en specifiek ontworpen als een zonnecollector voor energieproductie. De fotovoltaïsche modules worden niet geïntegreerd in een al bestaand oppervlak, maar zijn een volwaardig onderdeel van het dak en er wordt rekening mee gehouden op esthetisch en functioneel vlak vanaf het begin van het globale studie- en ontwerpproces. Om tegemoet te komen aan alle eisen van het gebouw (dichtheid, mechanische weerstand enz.) worden een specifiek montagesysteem evenals een specifieke installatieprocedure gedefinieerd.

4.1.2 Zonnetegel

Zonnetegels beslaan het hele dak of een deel ervan en vervangen conventionele elementen (leistenen, terracotta-tegels enzovoort). Ze kunnen groot ($\geq 0,5 \text{ m}^2$) of klein ($< 0,5 \text{ m}^2$) zijn. Grote tegels zijn langer dan klassieke tegels en hebben een moduleerbare hoogte. Voor kleine tegels worden de hoogte en de breedte van de modules aangepast aan de conventionele tegel die zelf het fotovoltaïsch element wordt.

4.1.3 Skylight

Dak dat volledig of gedeeltelijk bestaat uit gelaagde fotovoltaïsche beglazing die het licht doorlaat. De configuratie van de cellen laat toe een passende controle van de natuurlijke lichtinval te verzekeren. Skylights worden zowel op platte als hellende daken geïnstalleerd. Onderstaande repetitieve structuren zijn uitgesloten van deze categorie.

4.1.4 Repetitieve structuur

Repetitieve en geprefabriceerde structuur (of aangepast op basis van een geprefabriceerd model) die geen interventie van een stabiliteitsingenieur vereist en waarvan het dak (soms ook de gevels) bestaat uit fotovoltaïsche elementen. Deze categorie omvat inzonderheid pergola's en zonnecarports.

4.2 Categorieën aan de gevel

4.2.1 Borstwering

Fotovoltaïsche borstweringen hebben niet enkel een veiligheidsfunctie maar produceren ook energie. Ze kunnen worden geïnstalleerd langs een open trap, een overloop, een dakterras, een balkon, een mezzanine of eender waar om te voorkomen dat personen vallen.

4.2.2 Zonnewering

Fotovoltaïsche zonneweringen zijn externe inrichtingen die aan de gevel worden aangebracht om de inval van zonnestralen te beperken, vooral aan de beglaasde openingen van gebouwen. Inrichtingen die niet exclusief op de gevel steunen, worden uitgesloten van deze categorie.

4.2.3 Gordijnmuur

Een gordijnmuur is een gevelmuur die bestaat uit lichte materialen en die een gebouw afsluit zonder bij te dragen tot de stabiliteit van het gebouw. Een gordijnmuur wordt bevestigd op de buitenkant van het dragend geraamte van het gebouw. Deze constructie dient enkel om een kader te vormen voor het gebouw en draagt enkel haar eigen gewicht. De belastingen steunen op de hoofdfundering met behulp van aansluitingen op de vloeren of de kolommen van het gebouw. Gewoonlijk worden fotovoltaïsche gordijnmuren ontworpen met kaders in geëxtrudeerd aluminium die worden gevuld met transparant of ondoorzichtig FV-glas. Het dragend gedeelte wordt uitgerust voor de doorvoer van kabels. De configuratie van de cellen laat toe een passende controle van de natuurlijke lichtinval te verzekeren. Een gordijnmuur is perfect lucht- en waterdicht en biedt ook een zeer goede warmte-isolatie.

4.2.4 Geventileerde gevel

Een fotovoltaïsche geventileerde gevel is een constructieve oplossing van de gebouwschil waarbij de luchtpouw open is en de binnencirculatie van de lucht mogelijk maakt dankzij het schoorsteeneffect. Ze maakt de thermische regulering van het gebouw zowel 's zomers als 's winters mogelijk en helpt condensatieproblemen te voorkomen. Ze bestaat uit 5 elementen:

1. Draagmuur: staat borg voor de stabiliteit van het gebouw. Ondersteunt het gewicht van de bekleding en de inspanningen die via de bekleding worden doorgegeven;
2. Ondersteunend geraamte: bestaat uit tegen de muur gevezen consoles die als drager dienen voor de verticale en horizontale profielen waarop op hun beurt de bekledingsplaten worden bevestigd;
3. Isolerende laag;
4. Luchtpouw: een opening in het bovendeel en een andere aan de voet van de gevel om de constante circulatie van de lucht mogelijk te maken;

5. FV-bekleding: FV-modules die elektriciteit produceren en de gevel verfraaien.

Een schema is opgenomen in bijlage 3.

5 Economische parameters

Zoals gezegd in hoofdstuk 2 is de formule voor de berekening van de vermenigvuldigingscoëfficiënt in het besluit groene elektriciteit niet aangepast voor BIPV-installaties. De redenering die toelaat het niveau van steun te bepalen volgt echter eenzelfde logica. Bijgevolg worden soortgelijke economische parameters in aanmerking genomen.

5.1 Meerkosten investering

De formule van het besluit houdt rekening met de parameter "InvestFV", die wordt gedefinieerd als de gemiddelde eenheidskost van een fotovoltaïsch systeem, met inbegrip van de kosten voor de aansluiting op het distributienet, de kosten voor de bidirectionele meter en de administratieve kosten die verbonden zijn aan de installatie (€/kWp).

In tegenstelling met een klassieke FV-installatie die boven op een al bestaand oppervlak wordt geplaatst, vervangt een BIPV-installatie een conventionele oplossing voor de gebouwschil. Bijgevolg worden de meerkosten van investering van een BIPV-oplossing in vergelijking met een alternatieve oplossing van conventionele bouw in aanmerking genomen. Voor BIPV-oplossingen op het dak (met uitzondering van een skylight) bestaat de conventionele alternatieve oplossing uit een conventioneel bouw materiaal en standaard fotovoltaïsche panelen. Voor de andere categorieën omvat de conventionele oplossing geen standaard fotovoltaïsche panelen.

Bij gebrek aan een significante steekproef van concrete dossiers van BIPV-installaties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werden de investeringskosten in het huidige voorstel berekend op basis van de gegevens die werden toegestuurd door de deelnemers aan de werkgroep zoals genoemd in hoofdstuk 2 of die afkomstig zijn van het project BIPVBOOST [18].

Categorie BIPV	Conventionele oplossing	Conventionele oplossing + FV	Meerkosten (€/m ²)
Integraal dak		X	0
Zonnetegel		X	0
Skylight	X		251
Repetitieve structuur		X	280
Borstwering	X		180
Zonnewering	X		300
Gordijnmuur	X		250
Geventileerde gevel	X		229

Tabel 1: meerkosten investering

Zoals blijkt uit Tabel 1 zouden de BIPV-categorieën "integraal dak" en "zonnetegel" geen meerkosten van investering meebrengen in vergelijking met een conventionele oplossing, in tegenstelling met de zes andere categorieën.

Het is belangrijk erop te wijzen dat de meerkosten van investering van een BIPV-installatie ten opzichte van een conventionele oplossing niet de facto een hoger niveau van steun impliceren in vergelijking met een klassieke fotovoltaïsche installatie om een gewone

returttijd van zeven jaar te bereiken. Het steunniveau is immers afhankelijk van andere economische en technische parameters (operationele kosten en onderhoudskosten, productiviteit enzovoort).

5.2 Premies

"PremiesFV" wordt gedefinieerd als de financiële investeringshulp [euro/kWp] die beschikbaar is voor een fotovoltaïsch systeem.

5.2.1 Investeringspremies

Sinds het premiëstelsel van 2016 is de gewestelijke premie voor investering in fotovoltaïsche elektriciteit volledig afgeschaft.

5.2.2 Fiscaal voordeel

De overheid kent een fiscaal voordeel toe aan industriële en commerciële ondernemingen, landbouwbedrijven (geëxploiteerd door een natuurlijk persoon of een vennootschap) en beoefenaars van vrije beroepen wanneer zij investeren in energiezuinige oplossingen.

De ondernemingen genieten deze fiscale aftrek alleen wanneer zij tijdens de investeringsperiode netto winst hebben. Bovendien vallen overheidsbedrijven buiten de draagwijdte van deze maatregel. Bijgevolg wordt dit fiscale voordeel niet in overweging genomen.

5.3 Prijs van elektriciteit

"prijslek" staat voor de gemiddelde prijs van de geproduceerde elektriciteit, rekening houdend met een percentage eigen verbruik berekend door Brugel (€/MWh);

5.3.1 Zelf verbruikte elektriciteit

Daar BIPV-installaties niet worden opgesplitst in vermogenscategorieën, is het niet mogelijk een onderscheid te maken tussen installaties waarvan de houder een onderneming is en die waarvan de houder een particulier is. Bijgevolg werd, om geen aanleiding te geven tot een overrentabiliteit van de door particulieren verrichte investeringen, rekening gehouden met de prijs van de zelf verbruikte elektriciteit voor residentiële verbruikers (die hoger is dan het professionele tarief).

Het in aanmerking genomen tarief is identiek aan het tarief in het laatste voorstel van BRUGEL met betrekking tot de vermenigvuldigingscoëfficiënt voor fotovoltaïsche energie [2].

Deze laatste is gebaseerd op de gegevens van de simulator van BRUSIM¹, voor een mediane Brusselse afnemer die 2.036 kWh per jaar verbruikt (piekuren). De gebruikte gegevens zijn die van Luminus, Engie Electrabel, Energie 2030, Lampiris, Mega en Octa+.

Opmerking: de andere leveranciers nemen niet deel aan de simulator of leveren niet aan huishoudelijke afnemers tijdens de betrokken periode. Bijgevolg worden hun prijsgegevens

¹ https://www.brugel.brussels/nl_BE/outils/brusim-2

niet in aanmerking genomen. We herinneren eraan dat de leveranciers hun aanbiedingen die in de simulator worden opgenomen, op vrijwillige basis verstrekken.

Voor elke leverancier werd het interessantste aanbod opgenomen, met uitsluiting van promoties. Daarna werd een gemiddelde van deze aanbiedingen voor de maanden oktober 2019 tot maart 2020 berekend om het effect van eventuele forse prijsschommelingen in een specifieke maand te beperken. De maanden daarop werden niet in aanmerking genomen vermits de prijs van elektriciteit te zeer werd beïnvloed door de covid-19-gezondheids crisis.

Tot slot leidt het gemiddelde van deze waarden tot een afgeronde prijs van 239,39 euro/MWh (btw inbegrepen²), wat als de waarde van de zelf verbruikte elektriciteit wordt beschouwd.

5.3.2 Geïnjecteerde elektriciteit

De in aanmerking genomen prijs voor geïnjecteerde elektriciteit is dezelfde als de prijs zoals vermeld in de laatste twee voorstellen van BRUGEL betreffende de vermenigvuldigingscoëfficiënt, respectievelijk toegepast voor fotovoltaïsche energie en warmtekrachtkoppeling in de collectieve woning [2][19].

Om de waarde van de geïnjecteerde elektriciteit te kennen, heeft BRUGEL zich gebaseerd op de terugkoopcontracten voor elektriciteit in de certificeringsdossiers van Brusselse installaties voor gedecentraliseerde productie. Er konden recente contracten worden gebruikt, die opnieuw in werking zijn getreden in 2019 of 2020 en die werden aangeboden door zes verschillende leveranciers. Hoewel de terugkoopprijs gebaseerd is op een indexeringsformule, werd het gemiddelde van de prijzen tussen april 2019 en maart 2020 (periode van 12 maanden voorafgaand aan de gezondheids crisis) berekend, rekening houdend met de index die van toepassing was in de betrokken maand.

Tot slot werd het gemiddelde "piekuren/daluren" berekend, wat resulteerde in een gemiddelde terugkoopprijs van € 34,7 / MWh.

5.3.3 Evolutie van de elektriciteitsprijs

Er wordt uitgegaan van een jaarlijkse inflatie van de elektriciteitsprijs van 2%.

5.4 Prijs per groenestroomcertificaat

"prijsGSC" wordt gedefinieerd als de gewogen gemiddelde doorverkoopprijs van groenestroomcertificaten (GSC) op de markt (euro/GSC).

De in aanmerking genomen prijs per GSC is dezelfde als de prijs zoals vermeld in de laatste twee voorstellen van BRUGEL betreffende de vermenigvuldigingscoëfficiënt, respectievelijk toegepast voor fotovoltaïsche energie en warmtekrachtkoppeling in de collectieve woning [2][19].

² Aangezien het belangrijk is rekening te houden met het werkelijke voordeel dat een producent geniet bij het produceren/verbruiken van zijn elektriciteit, wordt voor huishoudelijke afnemers uitgegaan van de elektriciteitsprijs.

De gemiddelde prijs per transactie van groenestroomcertificaten, gewogen door het aantal GSC's per transactie, voor alle transacties die werden uitgevoerd tijdens de quotareturnperiodes 2018 tot 2019, bedraagt € 93,54 per GSC.

5.4.1 Evolutie van de prijs per GSC

Onverminderd andere factoren, onder voorbehoud, en zonder dat dit een voorspelling of wens van BRUGEL inhoudt, wordt uitgegaan van de hypothese dat de prijs per GSC met 2% daalt. Deze hypothese wordt hoofdzakelijk opgesteld omwille van het feit dat het niet opportuun lijkt de reële rentabiliteit te berekenen op basis van een prijs hoger dan € 93 per GSC gedurende tien jaar, terwijl deze prijs zich nu net op een historisch hoog niveau bevindt. Deze investeringsbeslissingen gebeuren ook vaak op basis van voorzichtige ramingen van de evolutie van de prijs per GSC.

5.5 Kosten O&M

De operationele kosten en onderhoudskosten worden geacht constant te blijven voor de volledige levensduur van het systeem die op 25 jaar wordt geraamd. Overeenkomstig hetgeen wordt betekend in de studie BIPVBOOST [18], wordt er rekening gehouden met een jaarlijks bedrag van € 5 /m² voor de BIPV-categorieën "gordijnmuur" en "geventileerde gevel". Voor de andere oplossingen wordt een jaarlijks bedrag van € 2 /m² in aanmerking genomen. Dit verschil in kosten valt te verklaren door een verschil in complexiteit tussen de verschillende oplossingen.

Bovendien wordt uitgegaan van een jaarlijkse inflatie van 2% voor de operationele kosten en onderhoudskosten.

6 Technische parameters

6.1 Productiviteit

De productiviteit van de installaties is afhankelijk van de doeltreffendheid van de modules waaruit ze bestaan alsook van hun energieblootstelling.

6.1.1 Doeltreffendheid van de FV-modules

De doeltreffendheid van de modules is enerzijds afhankelijk van het type FV-cellen waaruit ze bestaan en anderzijds van de ruimte tussen die cellen.

De voor de verschillende categorieën in aanmerking genomen fotonvoltaïsche modules bestaan uit cellen van monokristallijn silicium, met uitzondering van de categorie "integraal dak" waar het gaat om CIGS-cellen.

De voor de doeltreffendheid van de modules in aanmerking genomen waarden werden vastgesteld op basis van referentie-installaties [20], van gegevens die zijn opgenomen in de studie BIPVBOOST [18] alsook van gegevens die de deelnemers hebben meegedeeld aan de WG BIPV.

De doeltreffendheid van een module is gelijk aan de verhouding tussen de vermogensdichtheid van de module (Wp/m²) en de standaard incidentele zonnestraling

(1.000 W/m²). Tabel2 toont de doeltreffendheid van de module voor elke categorie op basis van een referentie-installatie.

Categorie BIPV	Gecumuleerd vermogen modules (Wp)	Gecumuleerde oppervlakte modules (m ²)	Vermogensdichtheid (Wp/m ²)	Doeltreffendheid van de module
Integraal dak	6630	44	151	15,1%
Zonnetegel	6150	32,5	189	18,9%
Skylight	23000	177	130	13%
Repetitieve structuur	6175	32,5	190	19%
Borstwering	13475	95	142	14,2%
Zonnewering	378486	2336	162	16,2%
Gordijnmuur	25380	243	104	10,4%
Geventileerde gevel	68667	414	166	16,6%

Tabel2: doeltreffendheid van de module

6.1.2 Impact oriëntatie/helling

De normale waarde van de jaarlijkse zonnestraling die tussen 1981 en 2010 in Ukkel werd gemeten, bedraagt 996,8 kWh/m² [21].

Tabel 3 toont de in het BHG in aanmerking te nemen correctie volgens de oriëntatie en de helling van de fotovoltaïsche panelen [22].

		Oriëntatie							
		N	NW	W	ZW	Z	ZO	O	NO
		-180°	-135°	-90°	-45°	0°	45°	90°	135°
Helling	0°	87,5%	87,5%	87,5%	87,5%	87,5%	87,5%	87,5%	87,5%
	10°	79,2%	81,4%	86,6%	91,7%	93,8%	91,7%	86,6%	81,4%
	20°	69,3%	73,9%	84,3%	94%	98%	94,0%	84,3%	73,9%
	30°	59,5%	66,1%	81,2%	94,3%	99,8%	94,3%	81,2%	66,1%
	35°	54,8%	62,2%	79,4%	94,5%	100%	94,5%	79,4%	62,2%
	40°	50,3%	58,6%	77,5%	93,3%	99,5%	93,3%	77,5%	58,6%
	50°	41,7%	51,9%	73,1%	90,3%	96,8%	90,3%	73,1%	51,9%
	60°	34,3%	46,3%	68,2%	85,7%	91,9%	85,7%	68,2%	46,3%
	70°	29,1%	41,5%	62,8%	79,4%	85%	79,4%	62,8%	41,5%
	80°	25,9%	37,4%	57%	71,9%	76,4%	71,9%	57%	37,4%
90°	24,2%	33,7%	51,1%	63,5%	66,2%	63,5%	51,1%	33,7%	

Tabel 3: invloed van de helling en de oriëntatie op de productiviteit van FV-panelen

De oriëntatie en de helling van de verschillende BIPV-categorieën staan vermeld in Tabel 4. De helling werd vastgesteld op basis van informatie die de deelnemers aan de WG hebben meegedeeld alsook op basis van bestaande projecten. De oriëntatie van haar kant werd vastgesteld op 0° (zuid) met als doel bij voorrang installaties met optimale productiviteitsniveaus te ondersteunen.

Categorie BIPV	Oriëntatie	Helling
----------------	------------	---------

Integraal dak	0°	35°
Zonnetegel	0°	35°
Skylight	0°	35°
Repetitieve structuur	0°	35°
Borstwering	0°	90°
Zonnewering	0°	35°
Gordijnmuur	0°	90°
Geventileerde gevel	0°	90°

Tabel 4: oriëntatie en helling van de BIPV-categorieën

6.1.3 Stedelijke wijzigingsfactor

In een dicht bebouwde regio zoals het BHG kan de energieblootstelling van de installaties lager zijn dan de referentiewaarden en wel als gevolg van de aanwezige beschaduwing. Andere factoren zoals het type montage, de slechte integratie van de onderdelen (type panelen en keuze van de ondulatoren), de slechte kwaliteit van uitvoering van de montage of nog de gebrekkige aard van de installatie kunnen er eveneens toe leiden dat de productiviteit van de installaties slechter wordt.

De studie betreffende het fotovoltaïsch park in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft uitgewezen dat de gemiddelde prestatie van FV-installaties in het BHG gelijk was aan 74% in 2018 (verhouding tussen de gemiddelde productiviteit van de installaties en de productiviteit van een optimaal blootgestelde referentie-installatie) [22].

Aan de hand van de beschikbare gegevens is het echter niet mogelijk te bepalen hoeveel van deze afname met 26% het gevolg is van een niet optimale helling en oriëntatie en hoeveel het gevolg is van de bovenvermelde verslechteringsfactoren.

Bijgevolg werd een stedelijke wijzigingsfactor van 15% in aanmerking genomen boven op de correctiefactor in verband met de oriëntatie en de helling.

6.1.4 Verslechtering van de productie

De berekening houdt rekening met een jaarlijks percentage van verslechtering van de productie. Tijdens het eerste jaar immers neemt de prestatie van de FV-modules in monokristallijn silicium af met ca. 1,8% als gevolg van een verslechteringsfenomeen dat wordt veroorzaakt door de blootstelling aan het licht. Deze verslechtering wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van boor-zuurstofcomplexen in het plaatje silicium dat wordt gebruikt om de cellen te produceren. Voor de volgende jaren wordt het jaarlijks verslechteringspercentage geraamd op 0,45%.

Voor de CIGS-cellen wordt het jaarlijks verslechteringspercentage geraamd op 0,7% over de volledige levensduur van de installatie.

6.2 Percentage zelfverbruik

Het in het huidige voorstel in aanmerking genomen percentage zelfverbruik is hetzelfde voor alle categorieën en bedraagt 37,8%. Het gaat om het globale gemiddelde voor de periode 2017-2018 dat werd berekend in de studie van BRUGEL betreffende het fotovoltaïsch park in het BHG in 2018 [22].

7 Voorgesteld steunniveau

Daar de in het besluit opgenomen formule niet geschikt is voor BIPV, werd het steunniveau berekend aan de hand van een volledige rentabiliteitsrekening die rekening houdt met de hierboven genoemde economische en technische parameters. De "gewijzigde interne rentabiliteit" ("GIR") wordt gebruikt als financiële rentabiliteitsfactor, naast de eenvoudige returntijd. Ze wordt berekend op de totale levensduur van de installatie, die op 25 jaar wordt geraamd.

Onderstaande tabel bevat de steunvoorstellen en de reële rentabiliteit van de installaties per BIPV-categorie:

	Unité	Valeur							
		Toiture				Façade			
Type de BIPV	kWc	Toiture intégrale	Tuile solaire	Skylight	Structure répétitive	Garde-corps	Brise-soleil	Mur-rideau	Façade ventilée
Coefficient Multiplicateur									
Coefficient Multiplicateur	-	BAPV	BAPV	1,485	BAPV	1,485	1,375	3,740	1,870
Taux d'octroi	CV/MWh	BAPV	BAPV	2,70	BAPV	2,70	2,50	6,80	3,40
Paramètres techniques									
Type de cellule		CIGS	Mono cSi	Mono cSi	Mono cSi	Mono cSi	Mono cSi	Mono cSi	Mono cSi
Efficacité du module	%	15,1%	18,9%	13,0%	19,0%	14,2%	16,2%	10,4%	16,6%
Orientation	°	0	0	0	0	0	0	0	0
Inclinaison	°	35	35	35	35	90	35	90	90
Exposition énergétique	kWh/m ²	997	997	997	997	660	997	660	660
Facteur d'altération urbain	%	-15%	-15%	-15%	-15%	-15%	-15%	-15%	-15%
Production annuelle	kWh/m ²	128	160	110	161	80	137	58	93
Production annuelle	kWh/kWc	847	847	847	847	561	847	561	561
Autoconsommation	%	37,8%	37,8%	37,8%	37,8%	37,8%	37,8%	37,8%	37,8%
Dégradation production année 1	%	-0,7%	-1,8%	-1,8%	-1,8%	-1,8%	-1,8%	-1,8%	-1,8%
Dégradation production année 2	%	-0,7%	-0,45%	-0,45%	-0,45%	-0,45%	-0,45%	-0,45%	-0,45%
Paramètres économiques									
Surcoût d'investissement BIPV	€/m ²	0	0	251	280	180	300	250	229
Surcoût d'investissement BIPV	€/kWc	0	0	1931	1474	1268	1852	2404	1382
Primes	%	0%							
Prix électricité autoconsommée	€/MWh	239,39	239,39	239,39	239,39	239,39	239,39	239,39	239,39
Prix électricité injectée	€/MWh	34,7							
Coûts O&M annuels	€/m ²	2	2	2	2	2	2	5	5
Inflation prix élec et Coûts O&M	%/an	2%							
Prix CV	€/CV	93,54							
Evolution prix CV	%/an	-2%							
Résultats									
Temps de Retour Simple	Années	≤ BAPV	≤ BAPV	6,92	≤ BAPV	7,03	6,92	7,03	7,02
TRIM	%	≥ BAPV	≥ BAPV	4,47%	≥ BAPV	4,33%	4,33%	3,06%	3,78%

Tabel 5: coëfficiënten en toekenningsgraden die nodig zijn om een reële eenvoudige returntijd van 7 jaar te bereiken

De categorieën "integraal dak" en "zonnetegel" brengen geen meerkosten van investering met zich mee in vergelijking met een conventionele installatie. Bijgevolg vereisen deze twee categorieën geen hoger steunniveau dan het niveau dat momenteel toepasselijk is voor klassieke installaties.

De categorie "repetitieve structuur" brengt dan weer wel significante meerkosten van investering mee in vergelijking met een conventionele installatie. Anderzijds is het jaarlijkse

productieniveau hoog (kWh/m²) en zijn de jaarlijkse O&M-kosten beperkt. Bijgevolg is de toekenningsgraad die nodig is om een eenvoudige terugtijd van 7 jaar te bereiken lager dan in het geval van de klassieke fotovoltaïsche installaties van de vermogenscategorieën van minder dan 100 kWp. Daar BIPV-installaties niet worden opgesplitst in vermogenscategorieën, schommelt de toekenningsgraad niet in functie van het vermogen van de installatie en is het niet wenselijk de economische rentabiliteit van de installaties met een laag en gemiddeld vermogen te wijzigen door hun steunniveau te verlagen.

Daardoor blijven installaties die tot deze drie categorieën behoren de toekenningsgraad genieten van de vermogenscategorie van FV-installaties van het overeenstemmende "klassieke" type.

De vermenigvuldigingscoëfficiënten van de andere BIPV-categorieën stemmen overeen met toekenningsgraden die schommelen van 2,5 GSC per MWh voor zonneweringen tot 6,8 GSC per MWh voor gordijnmuren. Deze steunniveaus resulteren in beoogde eenvoudige terugtijden van zeven jaar en een GIR dat schommelt tussen 3 en 4,5%.

8 Rangschikking

Het logisch schema in Figuur 2 toont de redenering die toelaat de toekenningsgraad van GSC's vast te stellen die toepasselijk is op een installatie.

Stap 1: is de installatie een BIPV-installatie?

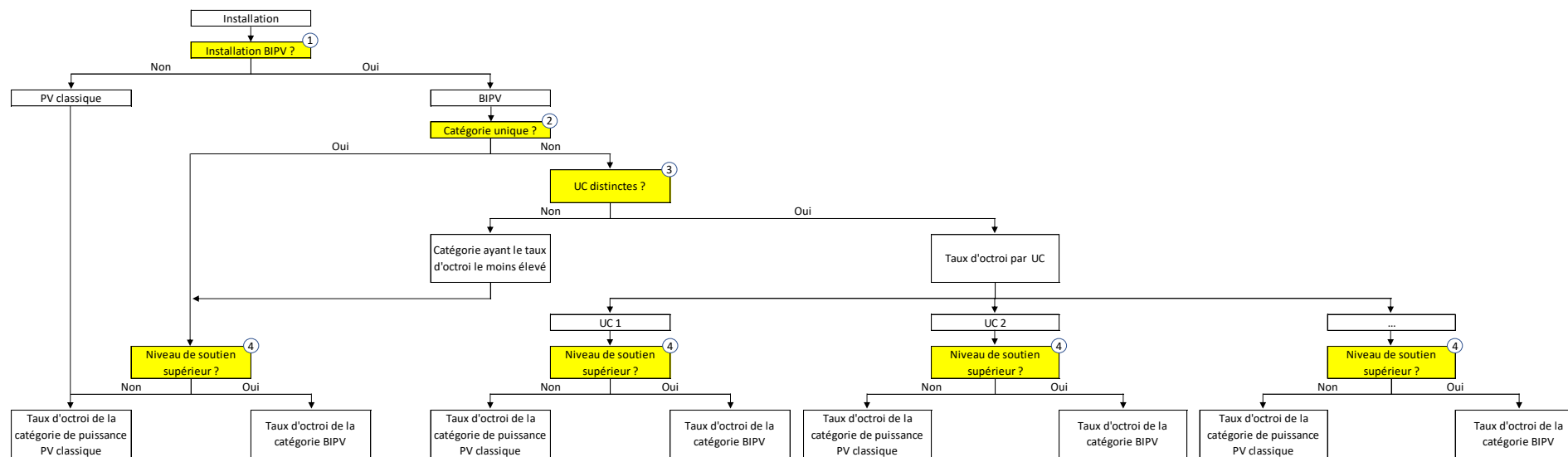
Opdat een installatie zou worden erkend als een BIPV-installatie, moet ze bestaan uit gewijzigde FV-modules en een functie van gebouw vervullen, overeenkomstig de definitie in hoofdstuk 3. Is dat niet het geval, dan wordt de installatie beschouwd als een "klassieke" installatie en geniet ze de toekenningsgraad van de overeenstemmende vermogenscategorie.

Stappen 2, 3 en 4: bestaat de BIPV-installatie uit meerdere categorieën?

Zo de installatie behoort tot een van de vijf BIPV-categorieën die een bijzonder steunniveau vereisen, wordt de toekenningsgraad toegepast die overeenstemt met de betrokken categorie. Voor de categorieën "integraal dak", "zonnetegel" en "repetitieve structuur" worden de GSC's toegekend overeenkomstig de toekenningsgraad van de overeenstemmende vermogenscategorie van de FV-installaties van het "klassieke" type.

Wanneer de installatie wordt opgesplitst in meerdere categorieën en het onmogelijk is een onderscheid te maken tussen hun respectieve producties (unieke gecertificeerde³ eenheid), wordt de categorie met de minst hoge toekenningsgraad in aanmerking genomen. Zo de categorieën waaruit de installatie bestaat elk een afzonderlijke gecertificeerde eenheid vertegenwoordigen, zijn de regels voor de berekening van toekenning van GSC's voor elke gecertificeerde eenheid die van de verbonden categorie.

³ Een gecertificeerde eenheid is het geheel of een deel van een installatie voor de productie van groene stroom, gecertificeerd en die dezelfde modaliteiten voor toekenning van GSC's geniet.



Figuur 2: toegepaste toekenningsgraad

Een voorbeeld van een installatie die uit meerdere categorieën bestaat, is opgenomen in bijlage 4.

9 Bevriezing van de toekenningsgraad

Volgens artikel 21 §6 van het elektriciteitsbesluit zijn "de regels voor de berekening van de toekenning van groenestroomcertificaten, de vermenigvuldigingscoëfficiënten inbegrepen, de regels die van kracht zijn op het moment van de datum van inwerkingstelling van de installatie".

Deze regel kan aanleiding geven tot bepaalde problemen voor projecten met een vrij lange termijn tussen de fase van haalbaarheidsstudie en de indienststelling van de installatie. Een verlaging van het steunniveau tijdens de uitvoeringsfase kan een impact hebben op de economische haalbaarheid van het project.

Om de onzekerheid voor investeerders te verminderen, stelt BRUGEL voor installaties waarvoor een aanvraag van stedenbouwkundige vergunning moet worden ingediend voor om de toekenningsgraad te bevriezen die toepasselijk is op de datum van de aanvraag van de vergunning gedurende een periode van twee jaar vanaf het verkrijgen van de vergunning. Alle informatie betreffende de aanvraag van stedenbouwkundige vergunning (waar en hoe een aanvraag van vergunning indienen, inhoud van het dossier, termijnen enzovoort) is te vinden op de website van urban.brussels [23].

10 Conclusies

Het huidige voorstel wordt opgesteld op initiatief van BRUGEL en sluit aan bij het streven van de regering om de steun voor gebouwgeïntegreerde fotovoltaïsche installaties, gewoonlijk BIPV (Building Integrated Photovoltaics) genoemd, verder uit te werken via het systeem van de groenestroomcertificaten. Het voorstel is gebaseerd op de resultaten van een werkgroep en heeft tot doel een onvoldoende uitgewerkt wettelijk kader dat bepaalde risico's inhoudt aan te vullen.

Het steunt op de conclusies van een werkgroep die BRUGEL heeft opgericht en gecoördineerd en die is samengesteld uit twaalf organisaties die expertise bezitten of actoren zijn op de BIPV-markt.

In eerste instantie werd een duidelijke en solide definitie vastgesteld van gebouwgeïntegreerde fotovoltaïsche systemen, beter bekend als "BIPV" (building integrated photovoltaics). Samengevat moet een installatie voldoen aan de volgende drie voorwaarden om te worden erkend als BIPV-installatie:

1. Ontworpen zijn om in het gebouw te worden geïntegreerd (hierna "gewijzigde FV-module" genoemd);
2. (Ten minste) een dubbele functionaliteit hebben als generator van elektriciteit en als bouwelement;
3. In geval van schrapping, worden vervangen door een gelijkwaardig conventioneel bouwelement.

In een tweede fase werd de BIPV opgesplitst in meerdere categorieën op basis van bouwkundige kenmerken. Zo werden vier categorieën op het dak (integraal dak, zonnetegel, skylight, repetitieve structuur) en vier categorieën aan de gevel (borstwering, zonnewering, gordijnmuur, geventileerde gevel) geïdentificeerd en beschreven.

In een derde fase werd voor elke categorie de toekenningsgraad berekend die toelaat een forfaitaire retourtijd van zeven jaar te verkrijgen. Daar de in het besluit opgenomen formule niet geschikt is voor BIPV, werd de berekening gemaakt op basis van een volledige berekening van de rentabiliteit volgens een redenering die overeenstemt met die welke wordt gevolgd voor klassieke FV-installaties. De economische en technische parameters werden geïdentificeerd en geëvalueerd. In tegenstelling met een klassieke FV-installatie die boven op een al bestaand oppervlak wordt geplaatst, vervangt een BIPV-installatie een conventionele oplossing voor de gebouwschil. Bijgevolg worden de meerkosten van investering van een BIPV-oplossing in vergelijking met een alternatieve conventionele oplossing in aanmerking genomen. Bij gebrek aan een steekproef die toelaat de gemiddelde productiviteit van de installaties te berekenen, werd die gemiddelde productiviteit beoordeeld op basis van de doeltreffendheid van de modules en van hun blootstelling, rekening gehouden met verschillende verslechtingsfactoren.

De rentabiliteitsanalyse heeft uitgewezen dat slechts vier categorieën "gevel" evenals de categorie "skylight" op het dak extra steun zouden vereisen in vergelijking met het geldende steunniveau voor klassieke installaties.

BRUGEL stelt voor de categorie "fotovoltaïsche installaties die in een fabrieksomgeving met bouwelementen zijn geïntegreerd" te schrappen zoals die vandaag wordt vermeld in het besluit en te vervangen door de acht BIPV-categorieën.

De voorgestelde toekenningsgraden zijn de volgende:

Categorie BIPV	Toekenningsgraad
Integraal dak	Vermogenscategorie klassieke FV-installatie
Zonnetegel	Vermogenscategorie klassieke FV-installatie
Skylight	2,70
Repetitieve structuur	Vermogenscategorie klassieke FV-installatie
Borstwering	2,70
Zonnewering	2,50
Gordijnmuur	6,80
Geventileerde gevel	3,40

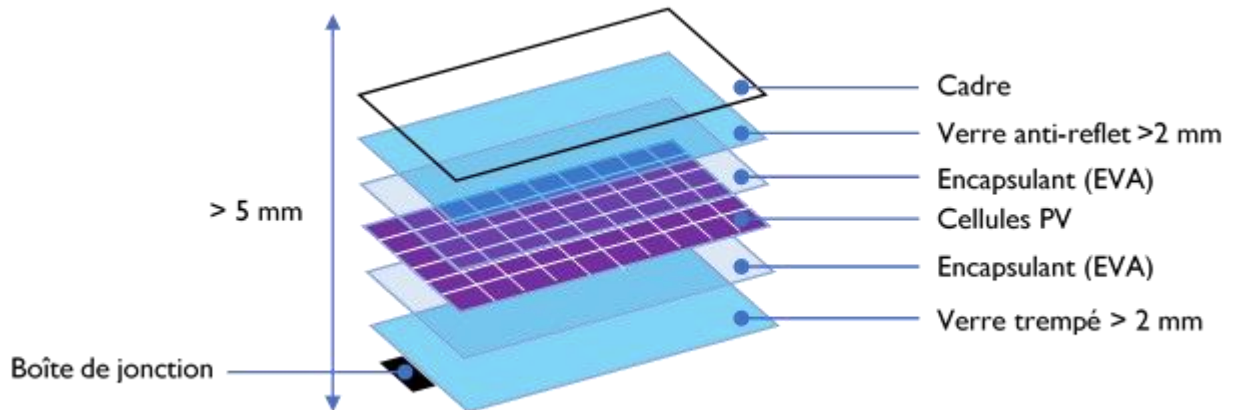
In een vierde fase werd een rangschikking opgemaakt met als doel de toekenningsgraad te bepalen die moet worden toegepast indien een installatie over meerdere categorieën wordt verdeeld. Zo de categorieën waaruit de installatie bestaat afzonderlijke gecertificeerde eenheden vertegenwoordigen (specifieke telling), zijn de regels voor de berekening van toekenning van GSC's voor elke gecertificeerde eenheid die van de verbonden categorie. In het tegengestelde geval (unieke gecertificeerde eenheid) wordt de categorie met de laagste toekenningsgraad in aanmerking genomen.

Om tot slot de onzekerheid voor investeerders te verminderen, stelt BRUGEL voor installaties waarvoor een aanvraag van stedenbouwkundige vergunning moet worden ingediend voor om de toekenningsgraad te bevrozen die toepasselijk is op de datum van de aanvraag van de vergunning gedurende een periode van twee jaar vanaf het verkrijgen van de vergunning.

II Bibliografie

1. Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 17 december 2015 betreffende de promotie van groene elektriciteit
2. BRUGEL-Voorstel-20200828-25, "Voorstel betreffende de vermenigvuldigingscoëfficiënt toegepast op fotovoltaïsche installaties – Analyse van de economische parameters, 28 augustus 2020
3. Klimaat- en energieplan 2030, The right energy for your Region, Definitieve versie - Oktober 2019
4. <https://www.confederationconstruction.be/bruxellescapitale/nl-be/home.aspx>
5. <https://www.techlink.be/>
6. <http://sunsoak-design.com/s1/>
7. <http://www.ariade.net/>
8. <https://www.skysun.be/s>
9. <https://energyvision.be>
10. <https://becquerelinstitute.eu/>
11. <http://issol.eu/fr/home-fr/>
12. <https://www.soltech.be/>
13. <https://www.edora.org/>
14. <https://www.apere.org/>
15. <https://leefmilieu.brussels/>
16. IEA, Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS) Task 15, International definition of "BIPV", August 2018
17. SUPSI-SEAC, Building Integrated Photovoltaics: product overview for solar building skins, status report 2017
18. BIPVBOOST, Competitiveness status of BIPV solutions in Europe, januari 2020
19. BRUGEL-Voorstel-20200902-26, "Voorstel met betrekking tot de vermenigvuldigingsfactor toegepast op warmtekrachtkoppeling in collectieve huisvesting – Analyse van de economische parameters, 2 september 2020
20. <https://www.onyxsolar.com/projects>
21. KMI, Klimatologische overzichten van 2019
22. BRUGEL-Studie-20200930-33 betreffende het fotovoltaïsche park in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, 30 september 2020
23. https://stedenbouw.irisnet.be/vergunning/de-vergunningsaanvraag?set_language=nl









Bijlage I: schema gewijzigde fotovoltaïsche module



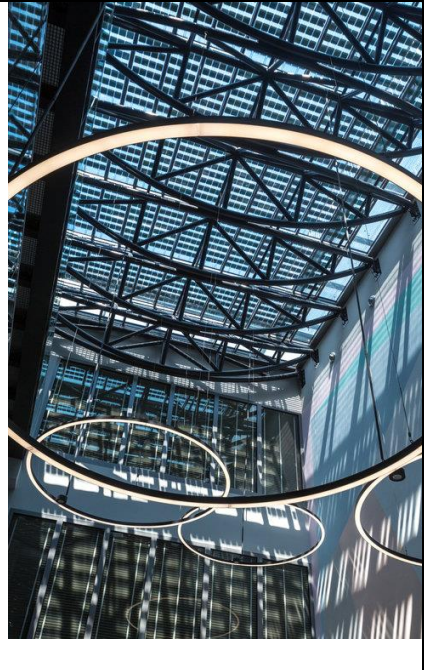


Figuur 3: schema van een gewijzigde fotovoltaïsche module

Bijlage 2: voorbeelden van installaties

Voorbeeld	Categorie	Voorbeeld	Categorie
	Zonnetegel		Repetitieve structuur
	Integraal dak		Gordijnmuur

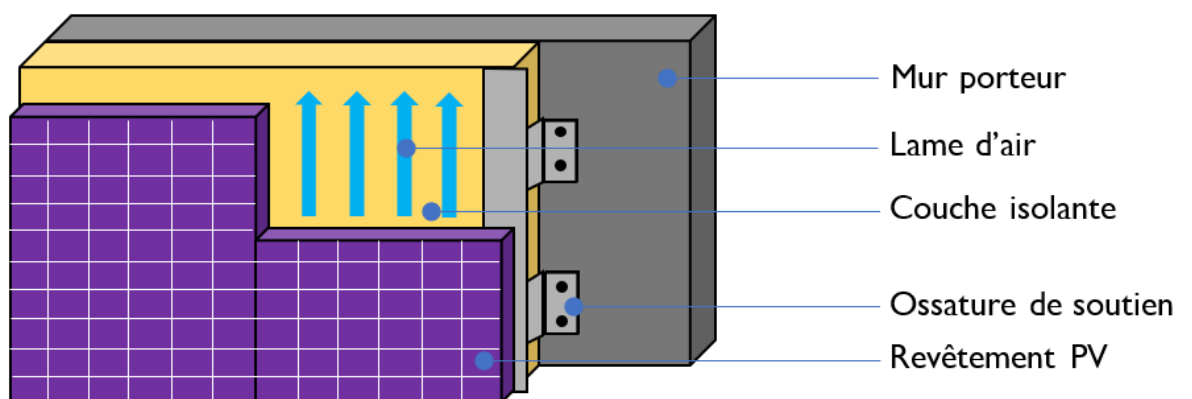
	<p>Klassieke installatie</p>		<p>Geventileerd e gevel</p>
	<p>Gordijnmuur & Skylight</p>		<p>Klassieke installatie</p>
	<p>Borstwering & Geventileerd e gevel</p>		<p>Zonnewering</p>
	<p>Geventileerd e gevel</p>		<p>Zonnewering</p>

	<p>Repetitieve structuur</p>		<p>Klassieke installatie</p>
	<p>Zonnewering</p>		<p>Skylight</p>
	<p>Repetitieve structuur</p>		<p>Zonnewering</p>
	<p>Zonnewering</p>		<p>Borstwering</p>

	<p>Skylight</p>		<p>Gordijnmuur</p>
	<p>Gordijnmuur</p>		

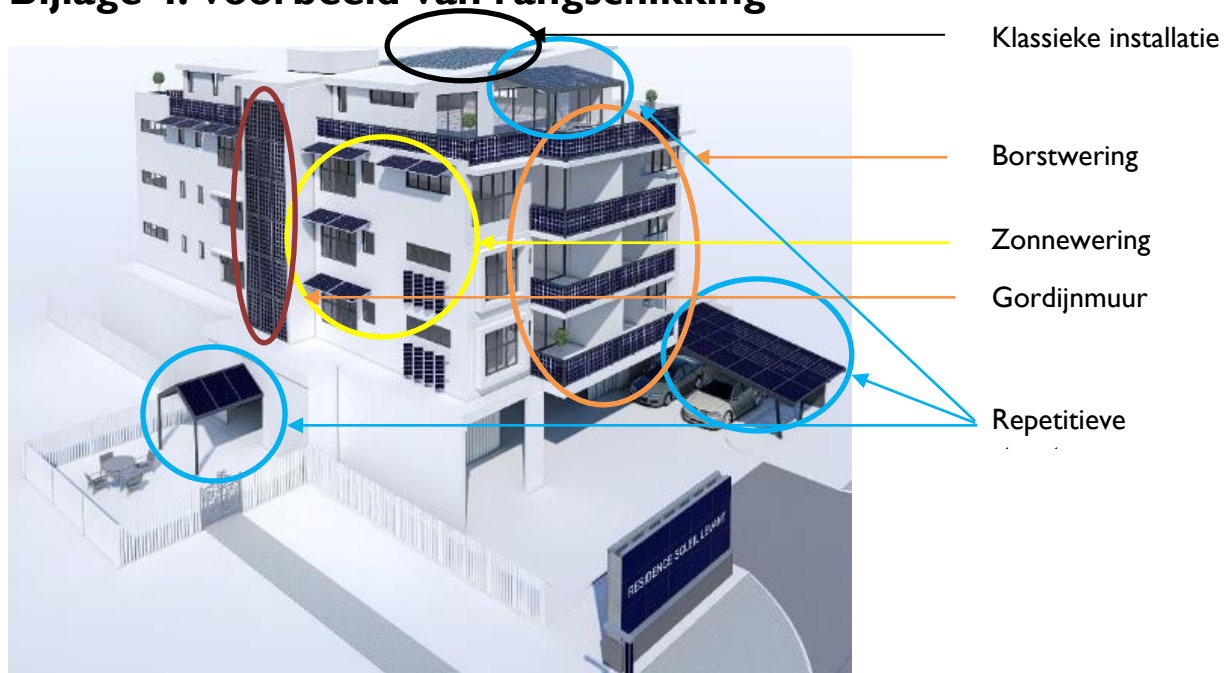
Tabel 6: voorbeelden van installaties

Bijlage 3: schema geventileerde FV-gevel



Figuur 4: schema geventileerde FV-gevel

Bijlage 4: voorbeeld van rangschikking



Figuur 5: voorbeeld van rangschikking

Categorie BIPV	Toekenningsgraad (unieke GE)	Toekenningsgraad (GE/categorie)
Borstwering	Toekenningsgraad van de vermogenscategorie van de klassieke FV-installaties. Het totale vermogen wordt in aanmerking genomen.	2,7
Zonnewering		2,5
Gordijnmuur		6,8
Repetitieve structuur		Toekenningsgraad van de vermogenscategorie van de klassieke FV-installaties. Het vermogen van de GE wordt in aanmerking genomen.
Klassieke installatie		

Tabel 7: voorbeeld van rangschikking, toekenningsgraad