

Inleiding

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG) heeft van rationeel energiegebruik een belangrijke doelstelling gemaakt in het regeerakkoord, en geeft hierbij een centrale plaats aan duurzaam bouwen. In dit kader stelt zich de vraag of windenergie een plaats heeft in het BHG. Daarom werd door Leefmilieu Brussel een bestek uitgeschreven om een windmetingscampagne te realiseren in het Gewest en om hieraan verbonden haalbaarheidsstudies uit te voeren naar de plaatsing van kleinschalige windturbines op het grondgebied van het Gewest. Windenergie kan in principe immers een rol spelen in de duurzame elektriciteitsvoorziening voor Brusselse bedrijven en particulieren, maar de installatie van windturbines in een stedelijke omgeving gaat gepaard met specifieke uitdagingen. De windomstandigheden in het BHG zijn complex en niet goed gekend. Bovendien is de markt van de kleinschalige windturbines, die voor stedelijke toepassing het meest in aanmerking komen, een jonge markt met weinig turbines waarvan de kwaliteit en rendabiliteit onafhankelijk zijn vastgesteld. Dit alles maakt dat de economische en technische haalbaarheid van windenergie in het BHG niet gegarandeerd is. De onderhavige studie tracht de haalbaarheid op een systematische manier te onderzoeken en een antwoord te bieden op de vraag of kleine en middelgrote windturbines in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor particulieren en KMOs een zinvolle investering kunnen zijn.

De studie werd uitgevoerd door de Vrije Universiteit Brussel, door 3E en door de Université Libre de Bruxelles. De studie werd gecoördineerd door prof. Mark Runacres (VUB). Het onderhavige syntheserapport beschrijft de methodologie die in de studie werd gehanteerd en vat de belangrijkste resultaten en conclusies samen.

In het project werden windmetingscampagnes uitgevoerd op vier sites in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voor deze sites is geschat wat de opbrengst zou zijn voor verschillende soorten kleinschalige windturbines, met nominale vermogens tussen de 1 en de 100 kilowatt. Voor twee van deze sites wordt de haalbaarheid onderzocht van het effectief plaatsen van een windturbine.

Methodologie

De studie omvatte de volgende luiken:

- Identificatie van 10 sites die in aanmerking komen voor het opzetten van een meetcampagne
- Windmetingen op 4 sites in het BHG
- Selectie van geschikte windturbines
- Voorspellingen van de windomstandigheden op lange termijn

- Haalbaarheidsstudie met inbegrip van de technische en economische haalbaarheid, en aspecten van veiligheid, geluid, slagschaduw, luchtverkeer en verwacht effect op de biodiversiteit.

De gehanteerde methodologie voor elk van deze luiken wordt hieronder kort uiteengezet.

Identificatie sites voor meetcampagne

Deze identificatie werd uitgevoerd vertrekkend van een lijst van 100 mogelijke sites, opgesteld door de opdrachtgever. De volgende criteria werden gehanteerd voor de selectie: topografische data, ligging van de site (het doel was om een beeld te krijgen van het windpotentieel over het BHG), hoogte van het gebouw waarop de meetapparatuur zou worden geïnstalleerd (indien de installatie op het dak van een gebouw zou gebeuren) en praktische toegankelijkheid van de meetsite. Om de diversiteit van de meetsites te garanderen werd er voor geopteerd om één locatie te kiezen waarbij de metingen zouden gebeuren op de typische ashoogte van een kleine windturbine op grondniveau, een locatie die in aanmerking zou kunnen komen voor een middelgrote windturbine en twee meet-sites bovenop gebouwen van verschillende hoogte in verschillende delen van het BHG. De bereikbaarheid van de site en de technische haalbaarheid van het plaatsen van een meetmast hebben een belangrijke rol gespeeld bij het selecteren van de sites.

Windmetingen

De windmetingen gebeurden volgens de IEC 61400 norm. De windsnelheid en -richting zijn gemeten met een frequentie van 1 Hz, met respectievelijk een cup-anemometer en een windvaan. Per interval van 10 minuten, worden de gemiddelde windsnelheid en de standaarddeviatie geregistreerd samen met de windrichting. De luchtdichtheid wordt bepaald aan de hand van metingen van de luchtdruk en temperatuur. Data werden wekelijks getransfereerd via een GPRS-module.

Selectie van windturbines

Vertrekkend van een database opgesteld door de projectcoördinator werden 17 windturbines met gecertificeerde vermogenscurves vergeleken naar kostprijs en verwachte jaaropbrengst. Dit gebeurde door de jaaropbrengst te schatten voor 33 sites in België. Op basis van deze geschatte opbrengsten werd een rangschikking gemaakt. Dan werden drie turbines gekozen, met verschillende eigenschappen:

- één kleine verticale as windturbine (VAWT), met een nominaal vermogen van 1 kW
- één kleine horizontale as windturbine met de laagste kost per opgewekte energie (nominaal vermogen 7.5 kW)
- één kleine horizontale as windturbine met een degelijke kost per opgewekte energie maar kleinere afmetingen om een potentiële installatie in de bebouwde omgeving (nominaal vermogen 3.5 kW) te vereenvoudigen.

Op vraag van 3E werden er, met het akkoord van de opdrachtgever, twee bijkomende turbines opgenomen in de selectie. Het gaat om twee middelgrote windturbines (beide met een nominaal vermogen van 100 kW) van het bedrijf Xant, waarin 3E partner is.

Voorspellingen windomstandigheden op lange termijn

Om de gemeten windomstandigheden op de 4 meetsites om te zetten naar windomstandigheden op lange termijn werd gebruik gemaakt van de measure-correlate-predict (MCP) methode (Rogers et al., 2005). Hierbij werden 4 verschillende MERRA (Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications) lange termijn datasets van nabijgelegen sites gebruikt. Voor één site was de correlatie met de referentie onvoldoende om de standaard regressie MCP-methode toe te kunnen passen en zijn de windomstandigheden op lange termijn voorspeld met de wind index MCP-methode (Thøgersen et al., 2007).

Haalbaarheidsstudie

De economische haalbaarheid van de 5 geselecteerde windturbines wordt beoordeeld voor 4 sites in Brussel en gebeurt aan de hand van volgende gegevens:

- de samenstelling van correcte marktgegevens voor de investerings- en installatiekosten;
- de inventarisatie van financiële steun voor de investering;
- de inventarisatie van beschikbare financiële steun voor de energieproductie: groenestroomcertificaten, vergoeding van geleverde (grijze) stroom (MWh);
- de operationele parameters: verwachte opbrengst, onderhoudskosten, vervangingskosten

De analyse werd uitgevoerd voor zowel een KMO als een particuliere eigenaar, waarbij telkens rekening werd gehouden met een gemiddeld verbruik en een representatieve elektriciteitskost. Er werd verondersteld dat de energie geproduceerd door de turbines in eerste instantie verbruikt zal worden door de eigenaar. De eigenaar spaart hierdoor de kost van de elektriciteit uit. Indien er bijkomende elektriciteit wordt geproduceerd die niet door de eigenaar verbruikt zal worden, dan wordt deze op het net geplaatst en verkocht aan de gangbare verkoopprijs. Op basis van de geïnventariseerde randvoorwaarden worden dan de terugverdientijd, NPV (net present value), IRR (internal rate of return) op 20 jaar berekend en geëvalueerd.

Voor twee sites wordt de haalbaarheid van het plaatsen van een windturbine verder onderzocht. Hierbij zijn aspecten zoals de veiligheid en de aansluiting op het elektriciteitsnet belicht. De haalbaarheidsstudie bevat ook een bespreking van de te verwachten geluids- en slagschaduwoverlast van een kleinschalige windturbine op de voorgestelde locatie en een bespreking van het mogelijke effect op de biodiversiteit en het vliegverkeer.

Resultaten

Voor de windmetingscampagne werden op basis van de bovenstaande criteria de volgende sites gekozen: The Hotel, de bedrijfsite van Elia, ULB Campus Solbosch, een site nabij de hoofdzetel van de Haven van Brussel (Redersplein). De ligging van de sites wordt weergegeven in figuur 1.

De hoogtes waarop de windsnelheid werd gemeten zijn:

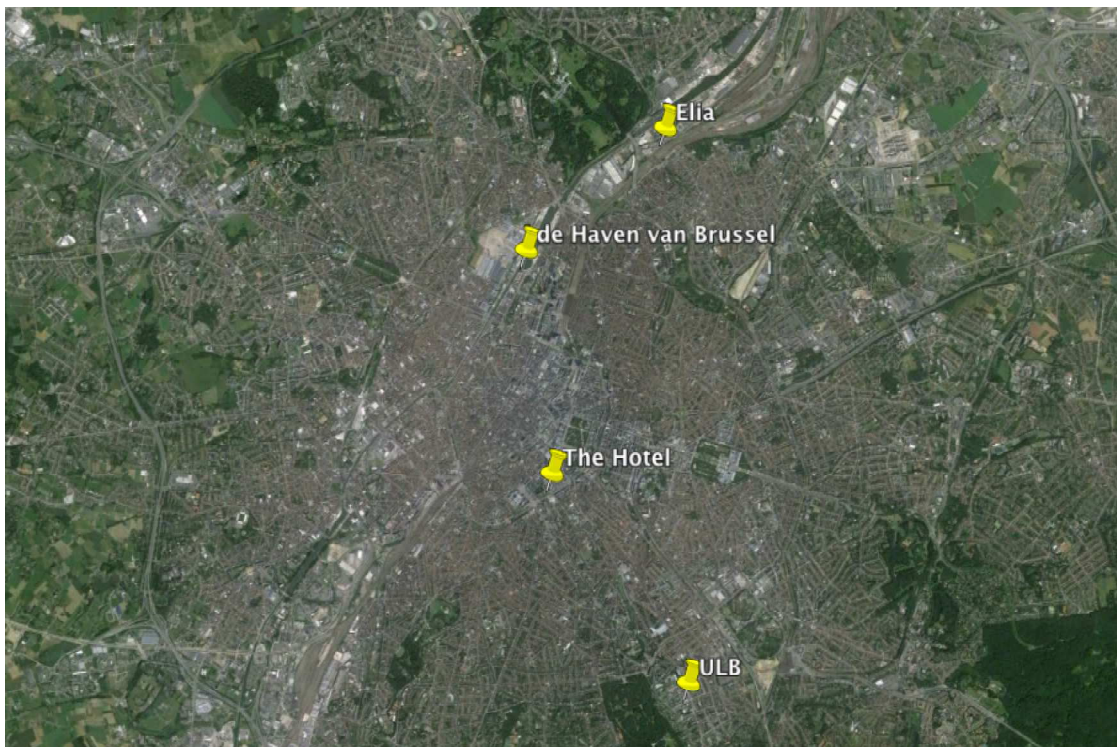
- 7 m gemeten vanaf het dak van het gebouw van 96 m voor The Hotel,

- 59 m, 43 m en 24 m gemeten vanaf grondniveau voor de Elia-site,
- 9 m gemeten vanaf het dak van het gebouw van 32 m voor de ULB-site en
- 12 m en 10 m gemeten vanaf grondniveau voor de site nabij de Haven van Brussel.

De totale duur van de metingen varieert van 13 maanden voor The Hotel tot 7 maanden voor de Elia-site. De metingen van de gemiddelde windsnelheid werden vergeleken met vier verschillende MERRA lange termijn datasets. Dit laat toe om voor elk van de meetsites de verwachte gemiddelde windsnelheid op lange termijn te schatten. Deze windsnelheden zijn voor respectievelijk The Hotel, de Elia-site, de ULB-site en de site nabij de Haven van Brussel gelijk aan 5.6 m/s, 4.4 m/s, 4.0 m/s en 3.8 m/s.

Voor elk van de sites werd de jaarlijkse energie-opbrengst geschat voor een aantal turbines met een gecertificeerde vermogenscurve. De gebruikte turbines hebben vermogens die gaan van ongeveer 1 tot 100 kilowatt. De energie-opbrengsten van de verschillende turbines op de verschillende sites werden vergeleken met de kosten, rekening houdend met de financiële steunmaatregelen, zowel bij investering als voor de energieproductie. De lagere elektriciteitsprijzen voor grote afnemers maken dat kleinschalige windturbines minder interessant zijn voor grote bedrijven. We hebben de economische analyse dan ook beperkt tot KMOs en particulieren.

De meetsite boven op The Hotel biedt van de vier sites de beste windomstandigheden. Zeker voor KMOs is het verwachte rendement van een kleine windturbine goed. Indien de plaatsing van de turbine zonder kraan mogelijk is dan bedraagt de dynamische terugverdientijd voor een KMO 7 jaar voor de betere twee turbines uit de selectie. Het intern rendement bedraagt in dat geval voor de beste turbine meer dan 17.6 %. Dit betekent



Figuur 1: Ligging van de vier meetsites in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

dat een kleine windturbine voor een KMO op deze site zeker een zinvolle investering kan zijn, zelfs zonder overheidssteun. Voor een particulier is dit minder het geval (terugverdientijd van 11 jaar en intern rendement van 5.6% in de beste gevallen) maar zelfs een bescheiden verbetering van de randvoorwaarden zoals kostprijs of steunmaatregelen zou een turbine op deze site ook voor particulieren rendabel maken.

Voor de Elia-site liggen de terugverdientijden voor een windturbine met een ashoogte van 24 meter boven grondniveau (laagste meethoogte) voor alle turbines boven de 20 jaar. Dit betekent dat het noch voor KMOs noch voor particulieren zinvol is om te investeren in een kleine windturbine op deze locatie en op deze ashoogte. De windomstandigheden op grotere hoogte zijn beduidend beter en het investeren in een middelgrote windturbine op deze site zou eventueel een zinvolle investering kunnen zijn. De Xant-23 heeft met een ashoogte van ca. 40 m (gemiddelde windsnelheid 4.0 m/s) een statische terugverdientijd van 11 jaar en een dynamische terugverdientijd van 18 jaar.

Voor de ULB-site heeft geen enkele windturbine een dynamische terugverdientijd onder de 20 jaar. Voor deze site kan een investering niet worden aangeraden, hoewel een daling van de kostprijs van de turbine of een verbetering van de steunmaatregel dit negatief advies zou kunnen bijsturen.

Ook voor de site nabij de Haven van Brussel kan bij de huidige marktprijzen en steunmaatregelen het plaatsen van een kleine windturbine niet worden aangeraden. Voor een KMO met een gebruik groter dan 50 000kWh/jaar zou het plaatsen van een middelgrote windturbine een optie kunnen zijn. Reeds voor de windomstandigheden gemeten op 12 meter hoogte is de dynamische terugverdientijd 16 jaar voor de Xant-23. Op een typische ashoogte van 40 m, waar de windomstandigheden ongetwijfeld beter zijn, zal de terugverdientijd lager liggen. Het is met de windmetingen uit de onderhavige studie niet mogelijk om hier een scherpere kwantitatieve uitspraak over te doen.

Voor de aansluiting op het netwerk is een rechtstreekse aansluiting op het distributienet de meest kostenefficiënte oplossing, zonder noemenswaardige te verwachten problemen. Een vorm van afstandsbediening voor monitoring en controle verdient hierbij aanbeveling. De veroorzaakte geluidshinder voor de bestudeerde sites is verwaarloosbaar, hoewel voor een op een dak gemonteerde turbine het effect van trillingen en eventuele geluidsafstraling binnen in het gebouw verder zou moeten worden onderzocht alvorens tot een effectieve plaatsing over te gaan. Dit valt buiten het bestek van deze studie. De effecten op biodiversiteit zijn voor een plaatsing buiten de Natura 2000 zone zeer klein (de rol van het kanaal als eventuele migratieroute van vleermuizen en vogels dient verder te worden onderzocht). Voor geen van de bestudeerde sites zijn er problemen met vliegverkeer, veiligheid of slagschaduw, mits de in Europa gangbare normen voor plaatsing worden gehanteerd.

Conclusies

Van de vier bestudeerde sites biedt enkel The Hotel een site waarvoor het plaatsen van een kleine windturbine rendabel is onder de huidige omstandigheden. Hoewel we in de studie drie welbepaalde windturbines hebben gebruikt, zijn de resultaten representatief voor de betere moderne kleine windturbines. De windsnelheid is niet overal op het dak dezelfde, en de plaatsing op het dak moet dus zorgvuldig gebeuren. Er zijn voor deze sites geen fundamentele beperkingen op het vlak van technische haalbaarheid, noch op het vlak van geluidsoverlast, vliegroutes of biodiversiteit. In een eerdere studie voor Leefmilieu Brussel werden voor de Manhattantoren in de Noordwijk vergelijkbare goede windomstandigheden gemeten. Dit bevestigt dat op hoge gebouwen, die in Brussel

meer dan voldoende aanwezig zijn, het windpotentieel ronduit goed is (vergelijkbaar met kustgebieden in België). De onderhavige studie toont aan dat op hoge gebouwen een investering in een of meerdere kleine windturbines economisch rendabel is. Het verdient dan ook aanbeveling om op dergelijke gebouwen pilootstudies te realiseren.

Voor de andere sites zijn de windomstandigheden onvoldoende om onder de huidige financiële randvoorwaarden het plaatsen van een kleine windturbine aan te bevelen. Het is niet uitgesloten dat deze conclusie verandert indien de randvoorwaarden zouden verbeteren. Het plaatsen van een middelgrote windturbine kan voor sommige sites zoals de Elia-site en de Haven van Brussel eventueel een zinvolle investering zijn, hoewel het verwachte rendement onder de huidige randvoorwaarden eerder laag is.

Voor de vier onderzochte sites zijn het de windomstandigheden en financiële randvoorwaarden die de haalbaarheid van een kleine windturbine bepalen en veel minder de andere randvoorwaarden zoals netaansluiting, overlast door geluid en slagschaduw of het effect op biodiversiteit. Er wordt verwacht dat dit voor de meeste kandidaat-sites in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest het geval zal zijn. Uiteraard zullen er uitzonderingen zijn en is een zorgvuldige haalbaarheidsanalyse voor iedere site noodzakelijk. De onderhavige studie kan gebruikt worden als leidraad voor de hierbij te hanteren methodologie.