Windenergie in (West-)Vlaanderen

Luc Dewilde
Vakgroep stromingsmechanica,
Vrije Universiteit Brussel

De Vlaamse overheid wil tegen 2004 drie procent elektriciteit produceren op basis van hernieuwbare energie.
Als gevolg van dit decreet kwamen in West-Vlaanderen recent enkele nieuwe projecten rond windenergie van de grond.

Het 'Windplan Vlaanderen' is een beleidsondersteunende studie, uitgevoerd door de Vrije Universiteit Brussel. De studie wil de beschikbare ruimte voor windenergie in Vlaanderen inventariseren alsook een beleidsinstrument ontwikkelen voor een verantwoorde toepassing van windenergie in Vlaanderen.
Aspecten die hierbij aan bod komen zijn het windaanbod, de ruimtelijke inpassing, en de economische haalbaarheid van projecten.
Auteur Luc Dewilde maakte alvast volgende analyse voor West-Vlaanderen.

Inleiding

Windenergie en waterkracht zijn de oudste vormen van energie die door mensen zijn gebruikt.
De oorsprong van de windmolen is terug te vinden in het zuiden van het graafschap Vlaanderen[1].
Hoeveel windmolens er in Vlaanderen hebben gestaan is moeilijk te zeggen. Nijverheidstellingen van 1846 komen uit bij 2700 windmolens, waarvan meer dan de helft in Oost- en West-Vlaanderen.
De komst van de stoommachine in de 18de eeuw betekende het begin van de teloorgang van de oude molencultuur. De ontwikkelingen hebben echter nooit helemaal stil gestaan. Overal ter wereld hebben onderzoekers verder gewerkt.
Na de grote oliecrisis van 1973 maakte windenergie definitief haar opgang. Vooral in Denemarken en Duitsland werd een solide windindustrie opgebouwd waar meer dan 30.000 mensen actief zijn. Maar ook de Vlaamse industrie ziet een afzetmarkt. De Firma Turbowinds is één van de pioniers van moderne windtechnologie en bouwde het eerste windpark van Europa in Zeebrugge. Daarnaast zien ook een groeiend aantal bedrijven mogelijkheden voor het toeleveren van componenten, tandwielkasten, transformatoren, stalen masten, enz.

Waarom windenergie

Het gebruik van windenergie houdt vier belangrijke voordelen in. Allereerst gaat het om een zuivere en schone energiebron die bij de productie van elektriciteit geen vervuilende stoffen in het milieu brengt en ook geen afval veroorzaakt.
De energie-afhankelijkheid wordt bovendien gespreid. Men begrijpt zeer goed dat het gebruik van windernergie in Europa en de Verenigde Staten een enorme impuls heeft gekregen na de oliecrisis. Daarenboven is de wind onuitputbaar, terwijl men met de eindige voorraden van fossiele brandstoffen spaarzaam moet omspringen.
De nodige technische installaties kunnen ook zeer snel opgebouwd worden. Dit argument speelt vooral een grote rol in landen met een snelle stijging van de energiebehoefte.
Ten slotte is het zeer belangrijk dat windenergie gedecentraliseerd kan worden opgewekt, zodat transport en transformatieverliezen beperkt blijven.

Het beleid in Europa en in Vlaanderen

In 1997 heeft de Europese Commissie het Witboek "Energie voor de Toekomst: Duurzame Energie" goedgekeurd. In dit Witboek werd een doelstelling opgenomen om tegen 2010 twaalf procent van het bruto binnenlands verbruik van de EU te halen uit hernieuwbare bronnen.
In deze optiek voorziet de Belgische federale wet met betrekking tot de organisatie van de elektriciteitsmarkt van april 1999 een kader om elektriciteit uit hernieuwbare bronnen zijn plaats te geven in de geliberaliseerde elektriciteitsmarkt.
De vertaling naar de regionale bevoegdheden gebeurde door de recente goedkeuring van een Vlaams decreet met uitgebreide aandacht voor hernieuwbare energie.
De Vlaamse overheid stelt een doelstelling van drie procent uit hernieuwbare bronnen van het totale leveringsvolume tegen 2004, groeiend naar vijf procent in 2010.
Deze doelstelling heeft niet slechts een indicatief karakter – integendeel - ze is aangevuld met boeteclausules voor elektriciteitsleveranciers die deze doelstelling niet halen.
De uitdaging bestaat erin om de lokatiekeuze van windturbines goed te overwegen, en in te passen in bestaande bestemmingsplannen. Een grondige analyse van de visuele, akoestische en mogelijke andere impact voor de omgeving is noodzakelijk, tesamen met overleg en betrokkenheid met de lokale bevolking.

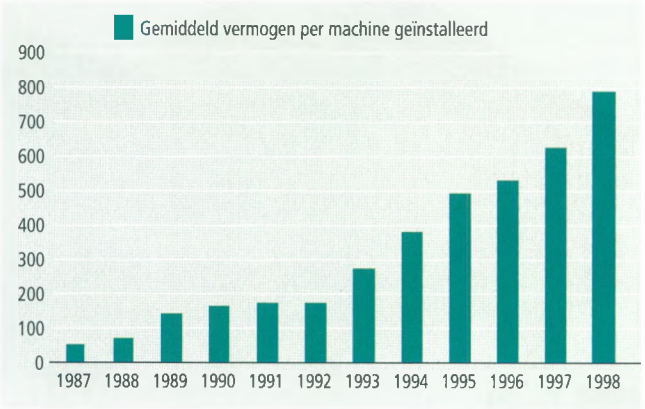
De huidige stand van de techniek

De Europese Windenergievereniging (EWEA) stelde in 1991 een doelstelling van 4000 MW tegen het jaar 2000 voor Europa voorop. Nu reeds is deze doelstelling ruim overtroffen en bedraagt het geïnstalleerd vermogen in Europa reeds meer dan 10 000 MW (zie tabel 1).

Tabel 1
Verdeling windvermogen in Europa

Land	Totaal geïnstalleerd vermogen [MW]
Duitsland	5108
Denemarken	2071
Spanje	1837
Nederland	435
Verenigd Koninkrijk	389
Italië	350
Zweden	231
Griekenland	160
België	9
EU totaal	**10930**

Figuur 1
Evolutie van het gemiddeld geïnstalleerd turbinevermogen in Duitsland



Bron: VUB, grafische verwerking WES

De technologie

De toepassing van nieuwe, hoogwaardige technologieën en diepgaand wetenschappelijk onderzoek hebben geleid tot een nieuwe generatie windturbines die een grote graad van betrouwbaarheid hebben en energie aan competitieve prijzen kunnen opwekken. De eerste generatie moderne windturbines hadden een rotordiameter van 12m-15m en een vermogen van 30 kW tot 50 kW. De huidige generatie turbines bereiken rotordiameters tot 80 m en hebben generatoren tot 2000 kW.
Voor de opwekking van elektriciteit door middel van windenergie worden hoofdzakelijk driebladige horizontale aswindmolens gebruikt. De voornaamste redenen hiervoor zijn het gunstiger belastingspatroon, de lagere tipsnelheid (minder geluid), en de visuele acceptatie.
De opbouw van een windturbine is in principe eenvoudig.

We onderscheiden twee soorten aandrijvingen:

- De klassieke aandrijving waar de rotor via de hoofdas een tandwielkast aandrijft die het toerental opdrijft naar het benodigde generator toerental;

- De direct aangedreven alternatorsystemen waarbij de rotor direct een speciaal ontwikkelde laag toerengenerator aandrijft.

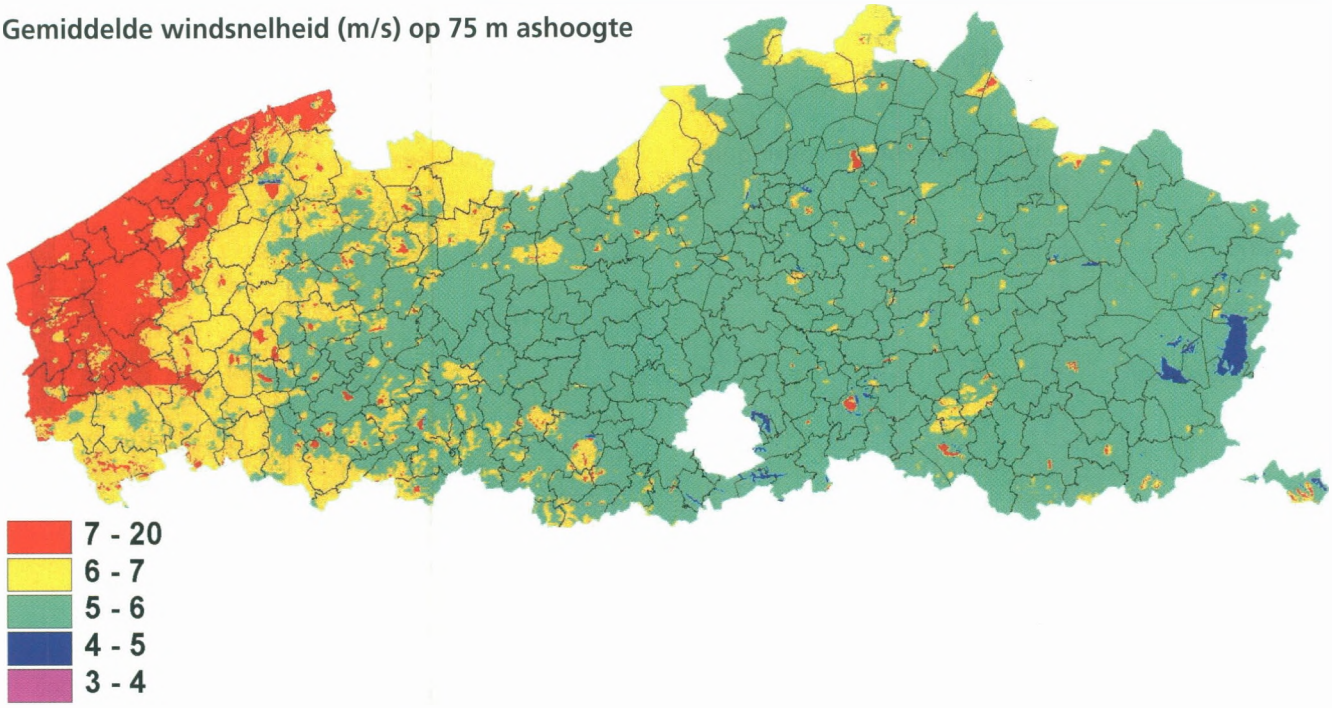
Windturbines van de eerste categorie maken in veel gevallen gebruik van een asynchrone generator die rechtstreeks aan het net gekoppeld is. Het systeem is eenvoudig en efficiënt.
Naarmate de windturbines groter worden, stapt men vaker over naar de tweede soort windmolens waarbij een synchrone generator van het ring-type of een generator met permanente magneten wordt aangewend.
De energie wordt via een invertor aan het net teruggeleverd. Deze technologie is duurder maar heeft een aantal voordelen op het gebied van regeling en een lagere structurele belasting.

Een modern windenergiesysteem kost ongeveer 40.000-50.000 BEF/kW netaansluiting en installatie inbegrepen. Wanneer geen aansluitingspunt in de nabijheid is kan de netaansluiting een grote hap in het budget betekenen.
De onderhoudskosten bedragen naargelang type en grootte van het project ongeveer 1% à 2 % van de investeringskosten. In het algemeen is een compensatie voorzien voor productieverlies wanneer de turbine de vooropgestelde beschikbaarheid niet haalt.
De kostprijs van de geleverde kWh wordt in belangrijke mate bepaald door de jaarlijkse energieopbrengst en deze is zeer sterk afhankelijk van de windsnelheid.
Het vermogen die een windturbine genereert is immers proportioneel met de windsnelheid tot de derde macht. Het belang van een goede lokatie op windtechnisch gebied wordt dan ook onmiddelijk duidelijk. Voor de levensduur van de turbine is ook een goede aanstroming van belang. Aanstroming over een open gebied zal leiden tot lagere turbulentie en een langere levensduur.

Windenergie in Vlaanderen

De eerste realisatie op het gebied van windenergie in Vlaanderen is het windpark op de havendam van Zeebrugge. Twintig windturbines van 200 kW, één turbine van 400 kW en één turbine van 600 kW leveren jaarlijks zo'n 12.000 MWh of voldoende elektriciteit voor 3000 gezinnen. Het windpark werd destijds opgezet als demonstratieproject om de Vlaamse bedrijven toe te laten knowhow te verwerven met deze technologie, iets wat overigens voortreffelijk lukte. Recent werden een aantal nieuwe projecten gerealiseerd. De coöperatieve Middelwind realiseerde met de steun van WVEM een 660kW windturbine in Middelkerke. Electrawinds uit Brugge bouwde een lijnopstelling van vijf turbines langs het Bouwdewijnkanaal en meer in het binnenland werden zowel door Colruyt en Interelectra windturbines geplaatst. Het totaal windvermogen in Vlaanderen komt hierdoor op 12 MW.

Gemiddelde windsnelheid (m/s) op 75 m ashoogte



Het Windplan Vlaanderen

Het 'Windplan Vlaanderen' is een beleidsondersteunende studie die kadert in het VLIET-bis programma met steun van het Vlaams gewest. De studie werd uitgevoerd door de Vrije Universiteit Brussel, vakgroep stromingsmechanica en de organisatie voor duurzame energie (ODE-Vlaanderen).

Het doel is tweeledig:

- De beschikbare ruimte voor windenergie in Vlaanderen inventariseren;
- Een beleidsinstrument ontwikkelen voor een verantwoorde toepassing van windenergie in Vlaanderen.

De aspecten die aan bod komen zijn het windaanbod, de ruimtelijke inpassing, en de economische haalbaarheid van projecten.

Het windaanbod

In het kader van het windplan werd een windkaart voor Vlaanderen opgemaakt. Voor de opmaak van deze windkaart maakte men gebruik van volgende gegevens:

- windgegevens over een lange periode (tien jaar) van meetstations;
- de ruwheid (grondgebruik) van het landschap;
- de hoogtelijnen of het reliëf van Vlaanderen.

Deze drie basisgegevens worden gebruikt in een berekeningspakket, WasP genoemd. Dit pakket werd ontwikkeld in opdracht van de Europese Unie en wordt nu wereldwijd als de standaard gebruikt voor de opmaak van windkaarten.
De windkaart voor Vlaanderen werd berekend voor twee hoogtes, namelijk 50m en 75m (zie figuur).

Op basis van de windkaart wordt de specifieke energie, dit is de jaarlijkse energieopbrengst per vierkante meter rotoroppervlakte berekend. De resultaten worden weergegeven in tabel 2.

Ruimtelijke analyse

De verschillende bestemmingen van de gewestplannen werden onderverdeeld in vier verschillende klassen, elk met een eigen prioriteit wat betreft de toepassing van windenergie.

- *Klasse 0*: gebieden die niet in aanmerking komen voor de toepassing van windenergie en dus worden uitgesloten (bv. woongebieden, natuurgebieden);
- *Klasse 1*: gebieden die zeker in aanmerking komen voor de toepassing van windenergie, met hoogste prioriteit (bv. industriegebieden, gebieden voor gemeenschapsvoorzieningen en openbaar nut);
- *Klasse 2*: gebieden die zeker in aanmerking komen voor windenergie, maar waar toch eerder een beperking kan optreden (bv. agrarische gebieden, recreatiegebieden);
- gebieden waar de toepassing van windenergie kan, mits een goede afweging met de andere, belangrijkere functies van het gebied.
  Bijvoorbeeld: het moet mogelijk zijn om windturbines in landschappelijk waardevol agrarisch gebied te plaatsen, indien dit bijvoorbeeld grenst aan een industrieterrein of langs een autosnelweg ligt .

Als vertreksbasis voor de ruimtelijke afweging worden de gewestplannen gebruikt. Deze gewestplannen worden via een Geografisch Informatie Systeem omgevormd naar de vier klassen zoals hierboven vermeld.

Tabel 2
Totale oppervlakte per energieklasse per provincie

Spec Energiedichtheid [kWh/m²/jr]	WVL (km²)	OVL (km²)	BRA (km²)	LIM (km²)	ANT (km²)
200	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0
300	0.6	0.6	1.9	15.6	0.8
400	1.9	8.7	208.3	559.8	223.2
500	12.2	170.4	791.7	1318.7	1249.0
600	225.4	1255.1	867.2	407.9	883.3
700	505.9	1051.7	179.3	81.8	405.4
800	324.3	397.5	36.2	15.9	61.1
900	483.3	83.8	9.3	8.6	19.0
1000	536.3	12.6	10.6	14.1	23.7
1100	532.5	10.4	8.8	3.2	5.5
1200	398.0	10.0	4.5	1.4	1.9
1300	101.5	2.9	0.0	0.0	0.0
1400	23.3	3.0	0.0	0.0	0.0
1500	6.5	0.2	0.0	0.0	0.0
1600	5.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Totale opp (km²)	**3.157**	**3.007**	**2.118**	**2.427**	**2.873**

West-Vlaanderen, ruimtelijke analyse: een voorbeeld

De totale oppervlakte van de provincie West-Vlaanderen is ongeveer 3.167,8539 km² (inclusief militaire gebieden, auto- en waterwegen).
Voor West-Vlaanderen krijgen we de volgende oppervlaktes in de verschillende klassen volgens de zonering van de gewestplannen:

- Klasse 0: 590,472442 km2
- Klasse 1: 135,577611 km2
- Klasse 2: 1.163,841191 km2
- Klasse 3: 1.244,596133 km2

Rond de industriegebieden en gelijkaardige bestemmingen, met een minimum oppervlakte van 25.000 m², werd een positieve buffer gemaakt van 250 m. Gebieden van klasse 0 die in deze buffer vallen blijven in klasse 0, gebieden van klasse 2 en 3 die in deze buffer vallen gaan naar klasse 1.

Alle verschillende woonzones werden negatief gebufferd op 250 m. Gebieden van klasse 1, 2 en 3 die in deze buffer vallen gaan naar klasse 0.

Alle natuurgebieden en gelijkaardige bestemmingen met een minimum oppervlakte van 25.000 m² werden negatief gebufferd op 250 m. Gebieden van klasse 1, 2 en 3 die in deze buffer vallen gaan naar klasse 0 (uitgezonderd de gebieden die overlappen met de woonbuffer).

De vogelrichtlijngebieden en habitatrichtlijn gebieden komen ook niet in aanmerking voor de toepassing van windenergie. Deze gebieden krijgen een buffer van 500 m. Het gaat hier over een oppervlakte van 176,026008 km² voor West-Vlaanderen.

Gebieden van klasse 1, 2 en 3 die in deze richtlijngebieden vallen gaan naar klasse 0.

De beschermde monumenten en landschappen worden uitgesloten. Deze beslaan in West-Vlaanderen een totale oppervlakte van 82,058459 km².

De resulterende oppervlaktes voor West-Vlaanderen zijn weergegeven in tabel 3.

tabel 3
Overzicht ruimtelijk potentieel (km²) voor West-Vlaanderen

	West-Vlaanderen (km²)	West-Vlaanderen (%)
Klasse 0	1.473,30	47,0
Klasse 1	112,69	3,6
Klasse 2	692,93	22,1
Klasse 3	855,56	27,3
Totaal	3.134,48	100,0

Jan Vernieuwe, Brugge

Electrawinds bouwde een lijnopstelling van vijf windturbines langs het Boudewijnkanaal te Brugge.

West-Vlaanderen: technische analyse

Algemeen kan men stelllen dat gebieden met een specifieke opbrengst lager dan 800 kWh/m² en per jaar niet rendabel zijn voor windenergie.
De kostprijs van de geleverde energie in gebieden met een specifieke energie van 800 kWh/m² per jaar bedraagt ongeveer 2,50 fr./kWh².
Indien we 800 kWh/m² jaar als ondergrens hanteren dan kunnen we volgende besluiten trekken voor de provinicie West Vlaanderen (zie tabel 4).

Tabel 4
Beschikbare oppervlakte in West-Vlaanderen per klasse en economisch haalbaar

SpecE [kWh/m²/jr]	Vollasturen (uur)	Klasse 1 (km²)	Klasse 2 (km²)	Klasse 3 (km²)
Minimum 700 kWh/m²/jaar	Minimum 1 1.750h	12.5	692	856

Uit tabel 4 blijkt duidelijk dat West-Vlaanderen een provincie is met een groot potentieel. De beschikbare oppervlaktes zijn ook vanuit economisch standpunt zeer gunstig.
Onmiddelijk moeten we er echter op wijzen dat een belangrijk deel van de voorvermelde oppervlakte mogelijk niet geschikt is voor de inplanting van windmolens omwille van lokale omstandigheden, verspreide woningbouw, toekomstige ontwikkelingen of andere prioriteiten.
We definiëren daarom een arbitraire opvullingsgraad in functie van het gebied. Indien we rekening houden met de stelregel dat ongeveer 8 MW/km² aan windvermogen kan worden geïnstalleerd en als opvullingsgraad[3] volgend scenario wordt aangenomen, dan krijgen we voor West-Vlaanderen volgende resultaten, weergegeven in tabel 5.

Tabel 5
Energieopbrengst voor West-Vlaanderen

gebied	opvullings-graad	op te stellen vermogen	te verwachte opbrengst
(MWh)	(MWh)		
klasse 1:	5%	38 MW	97.000 MWh
klasse 2:	3%	155 MW	390.000 MWh
klasse 3:	1%	67 MW	167.000 MWh
Totaal		**260 MW**	**654 000 MWh**

We mogen dus aannemen dat West-Vlaanderen volgens het hier illustratief voorgesteld scenario een potentieel heeft van 260 MW, goed voor een opbrengst van 654.000 MWh.

Een belangrijk deel daarvan moet geplaatst worden in landbouwgebied (klasse 2). Vanuit windtechnisch oogpunt is ook het klasse 3 (het huidige 'landschappelijk waardevol gebied') een belangrijk zoekgebied voor de plaatsing van windmolens.

Bovendien is deze streek gekenmerkt door een grote opbrengst waardoor in West-Vlaanderen een belangrijk deel (700.000 MWh) van de korte termijndoelstelling van de Vlaamse overheid kan bereikt worden (doelstelling groene stroom tegen 2004 = 900.000 MWh). Hoeveel van dit potentieel daadwerkelijk zal worden gebruikt hangt in sterke mate af van de opbouw van een maatschappelijk draagvlak. Slechts dan kan windenergie in Vlaanderen een bouwsteen worden in een duurzame energievoorziening.

---

1 P. Bauters, *Eeuwen onder wind en wolken*, Gent, 1985.
2 Kostprijs berekend op basis van volgende voorwaarden:
Turbinekostprijs 600 kW/48m diameter/75m ashoogte: 27.000.000 fr.

Netaansluiting	2.700.000 fr.
leningsperiode	15 jaar
Intrest	6%
Onderhoudscontract	440.000 fr./jaar
Verzekeringen opstelrecht e.a.	500.000 fr./jaar

3 Opvullingsgraad is het gedeelte ruimte dat wordt vrijgehouden voor windenergie, de basisfuncties (industrie, landbouw) van het gebied blijven uiteraard behouden.

CARL ADAMS NV
ERKEND SELECTIEBUREAU • SELECTIE, TRAINING EN ADVIES
VG. WS. 032
PERSONEELSRECRUTERING
ORGANISATIE & MANAGEMENT ADVIES
ARDOOISESTEENWEG 25, 8800 ROESELARE
TELEFOON: (051) 24 16 56 / 24 19 98 • FAX (051) 24 02 06

VORMINGSINSITUUT VOOR KMO WEST-VLAANDEREN
Erkend VIZO-centrum
Het Vormingsinstituut voor KMO organiseert management-, informatica-, taal- en technische opleidingen uniek voor de medewerkers van uw ondernemingen.

Onze troeven:
- kleine groepen
- efficiënt
- resultaatgericht
- programma's aangepast aan uw vragen en noden
- zeer flexibel in organisatie

Informatie:
management:
Stichting Bedrijfsmanagement, (050) 40 30 90
informatica:
Vormingsinstituut Informatics, (051) 25 22 35
taal:
Vormingsinstituut Kortrijk, 056) 26 02 00
technische opleidingen:
Vormingsinstituut Brugge, (050) 40 30 60
Vormingsinstituut Ieper, (057) 20 12 27
Vormingsinstituut Kortrijk, (056) 26 02 00
Vormingsinstituut Oostende, (059) 70 67 37
Vormingsinstituut Roeselare, (051) 21 05 76
Vormingsinstituut Veurne, (058) 31 18 90