

SSD

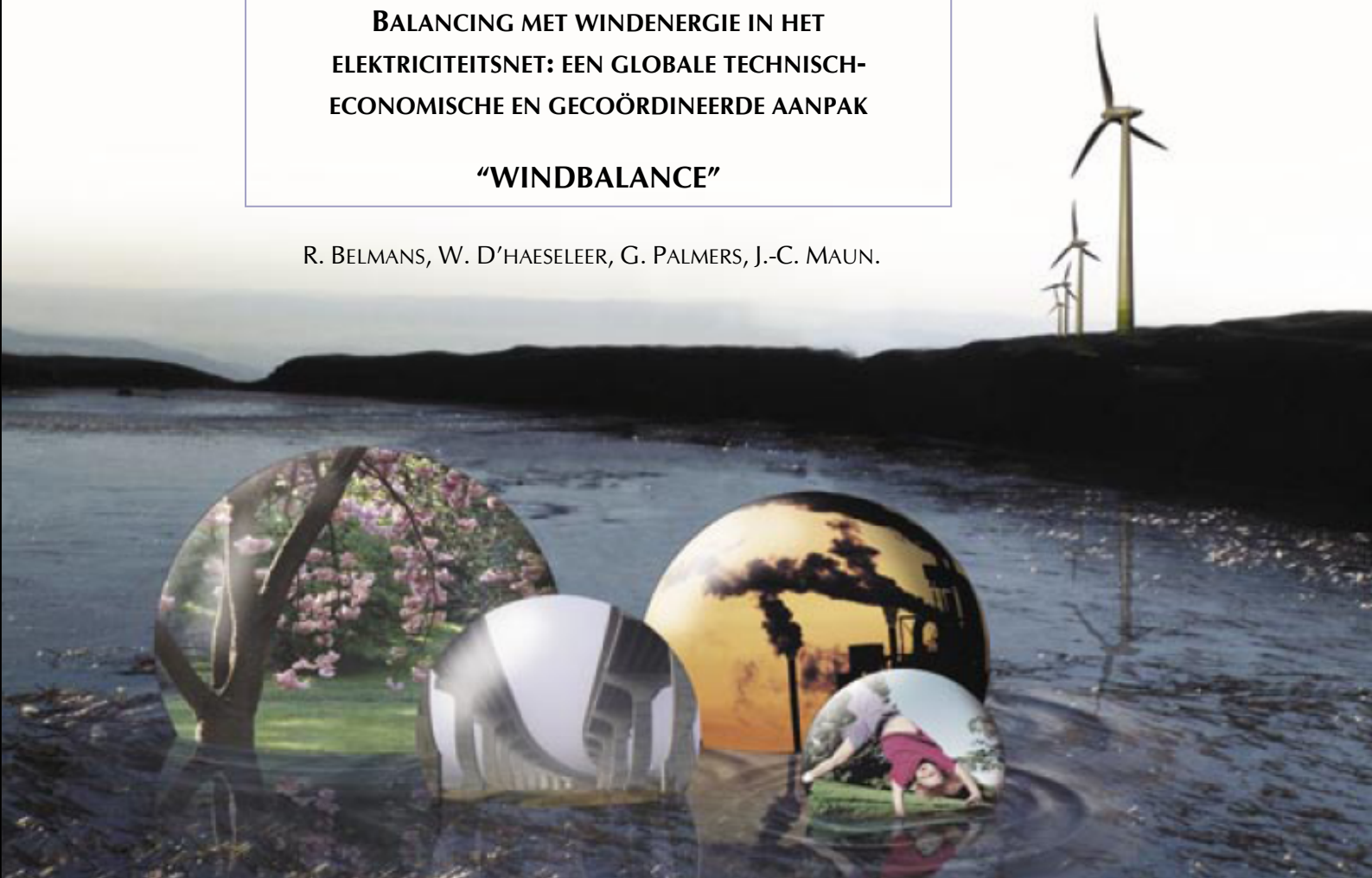
SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**BALANCING MET WINDENERGIE IN HET
ELEKTRICITEITSNET: EEN GLOBALE TECHNISCH-
ECONOMISCHE EN GECOÖRDINEERDE AANPAK**

“WINDBALANCE”

R. BELMANS, W. D’HAESELEER, G. PALMERS, J.-C. MAUN.



ENERGY

TRANSPORT AND MOBILITY

AGRO-FOOD

HEALTH AND ENVIRONMENT

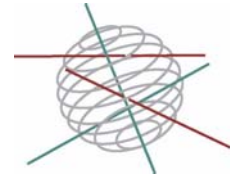
CLIMATE

BIODIVERSITY

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS

TRANSVERSAL ACTIONS

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT
(SSD)



Energie



EINDVERSLAG FASE 1
SAMENVATTING

**BALANCING MET WINDENERGIE IN HET ELEKTRICITEITSNET: EEN
GLOBALE TECHNISCH-ECONOMISCHE
EN GECOÖRDINEERDE AANPAK
“WINDBALANCE”**

SD/EN/02A



Promotoren

Ronnie Belmans

Katholieke Universiteit Leuven (K.U.Leuven)
(ESAT-ELECTA)



William D’haeseleer

Katholieke Universiteit Leuven (K.U.Leuven)
(TME)



Geert Palmers

3E



Jean-Claude Maun

Université Libre de Bruxelles (ULB)



Auteurs

R. BELMANS, W. D’HAESELEER, G. PALMERS, J.-C. MAUN.

Januari 2009



BELGIAN SCIENCE POLICY



Rue de la Science 8
Wetenschapsstraat 8
B-1000 Brussels
Belgium
Tel: + 32 (0)2 238 34 11 – Fax: + 32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: Igor Struyf
+ 32 (0)2 238 35 07

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference:

R. Belmans, W. D'haeseleer, G. Palmers, J.-C. Maun. ***Balancing met windenergie in het elektriciteitsnet: een globale technisch-economische en gecoördineerde aanpak "WINDBALANCE"***. Eindverslag Fase 1. Brussel: Federale Wetenschapsbeleid 2009 – 5 p. (Onderzoeksprogramma "Wetenschap voor een Duurzame Ontwikkeling")

Het algemene objectief van het WindBalance project is om de technische en commerciële barrières die het potentieel betreffende windenergie in België beperken te identificeren. Door een grondige analyse van deze limieten kunnen oplossingen aangereikt worden om het aandeel van deze hernieuwbare energiebron in België te vergroten.

In een eerste fase van het project werd een marktsimulator ontwikkeld voor een enkel wind park (Taak 4). Deze simulator kan gebruikt worden als hulpmiddel om de waarde van windenergie te bepalen. Daarbij kan de impact nagegaan worden van verschillende marktomgevingen en de voorspelbaarheid van de output van windenergie. De simulator is als volgt ontwikkeld:

- Marktmechanismen en regulering betreffende de verwerving van actief vermogen en netdiensten in België werden geïnventariseerd. Deze die betrekking hebben op wind energie werden bepaald en vormen de set van randvoorwaarden voor de simulator (Taak 1).
- De mogelijkheden van producenten van windenergie om actief vermogen te leveren aan markvoorwaarden zijn statistisch omschreven. De stochastische verdelingen van het windvermogen en de voorspelfout zijn inputs voor de simulator (Taak 2).
- Bij benadering werden de prijzen op de verschillende markten voor actief vermogen (over-the-counter, day-ahead, intra-day, balancing market) verondersteld niet te worden beïnvloed door de aanwezigheid van windenergie in de generatiemix. Aan de hand van deze veronderstelling werd de stochastische verdeling van de marktprijzen als een tweede belangrijke input voor de simulator gebruikt (Taak 3).

De simulator is ontwikkeld om de waarde van windenergie te bepalen zoals deze verhandeld wordt op de elektriciteitsbeurzen. Tijdsreeksen van productie en marktprijzen worden gecombineerd waarbij productieafwijkingen en onbalanstarieven mee in rekening worden gebracht. De gemiddelde waarde kan nu bepaald worden en wordt de "Vaste Prijs OTC Equivalent" genoemd. Deze waarde kan vergeleken worden met de vaste prijs onderhandeld in over-the-counter(OTC)-contracten. De simulator is bijgevolg een waardevol hulpmiddel voor beide partijen bij onderhandelingen over OTC-contracten. Daarenboven kan de simulator gebruikt worden om de impact van verschillende marktomgevingen te evalueren.

De voorgestelde simulator kan voorspellingen doen op lange termijn betreffende de marktwaarde van actief vermogen geleverd door windturbines. Dit kan gebruikt worden om investeringen te evalueren. Aangezien de simulator ook toelaat om de inputparameters aan te passen kan deze ook gebruikt worden om verschillende marktomgevingen en reguleringen te beoordelen. Afhankelijk van de parameters zijn verschillende studies mogelijk, waaronder de impact van een kortere voorspellingshorizon en intra-day markten.

Verschiedende configuraties van de opwekking van windenergie zijn onderzocht: turbine, park en portfolio. Voor een individuele turbine is de Vaste Prijs OTC Equivalent voor 2009 berekend op € 66,3 per MWh. De voorspellingsfout (RMSE) ligt rond de 16% wat leidt tot een inkomensverlies van 18% door onbalanstarieven. Bij het aggregeren van de regionale windgeneratie tot één nominatie kan de OTC-waarde waarde tot 20% hoger liggen.

Daarnaast zijn ook verschillende nominatiestrategieën bestudeerd, inclusief de waarde van verbeteringen in de nauwkeurigheid van voorspellingen. Voor een windpark van 8 MW ligt de Vaste

Prijs OTC Equivalent op € 68,6 per MWh voor de nieuwste voorspellingstools. Dit neemt toe tot € 72,1 per MWh als men intra-day markten kan gebruiken om nominaties aan te passen aan nieuw ontvangen voorspellingen. De voorspellingsfout (RMSE) daalt hierbij van 15,5% tot 9,2%.

In de tweede fase van het project wordt de limiet voor windenergie in België bestudeerd aan de hand van de totaal geïnstalleerde capaciteit. Stap voor stap werd een model opgebouwd met welke de beperkingen geëvalueerd kunnen worden. In een eerste deel (Taak 5.1) wordt een model opgesteld aan de hand van drie veronderstellingen:

- Enkel de zone van de Belgische netbeheerder Elia wordt beschouwd. Dit omvat België en een deel van Luxemburg.
- Netwerkbepalingen en mogelijke knelpunten in het net worden niet beschouwd. Dit is een redelijke, voorlopige veronderstelling als men enkel de zone van Elia beschouwt en een beperkte geïnstalleerde capaciteit windenergie.
- Alle beschikbare centrales in de controlezone worden gebruikt in een kostefficiënte manier om aan de vraag in dezelfde zone te voldoen. Bijgevolg worden de effecten van een geliberaliseerde markt niet mee in rekening genomen. Generatoren worden beschouwd alsof ze worden uitgebraat door één centrale partij.

Onder deze assumpties kan de technische maximale capaciteit voor wind energie bepaald worden. Dit gebeurt aan de hand van beschikbare flexibele centrales die de vermogensfluctuaties veroorzaakt door windenergie kunnen opvangen. Overschatting van productie door windenergie moet gebalanceerd worden door flexibele generatoren. Een zekere hoeveelheid "draaiende reserves" is noodzakelijk op elk moment. Dit is geconcretiseerd door een minimale capaciteit in het systeem beschikbaar te houden voor elk uur. Negatieve voorspellingsfouten of een onderschatting van de productie kunnen eenvoudiger opgelost worden door de output van de windturbines te beperken. Deze mogelijkheid reduceert de technische limiet voor wind.

Binnen België is het potentieel van flexibele productie-eenheden om een fluctuerende bron als windenergie te balanceren beperkt. Deze barrière kan doorbroken worden door België in een geïntegreerd Europees netwerk te beschouwen (Taak 5.2). Netwerkbepalingen worden echter nog steeds niet mee in rekening gebracht. Deze casestudy beschouwt België niet meer als een eiland en de interacties met andere Europese landen kunnen onderzocht worden. De conclusie is dat de aggregatie van windenergie over grotere gebieden fluctuaties in output en productieafwijkingen verzacht.

De veronderstelling dat er geen netwerkbepalingen zijn in het Belgische en Europese net is duidelijk een grote vereenvoudiging van de realiteit. Daarom laat Taak 6 deze veronderstelling vallen en worden deze beperkingen toegevoegd. Er wordt verwacht dat deze het potentieel voor windenergie beperken. De maximale hoeveelheid wind die in het net kan geïntegreerd worden, wordt beoordeeld aan de hand van een betrouwbaarheidsanalyse.

De kern van deze studie is een AC-analyse van de vermogensstromen. Dit voor een gegeven afname en injectie. Twee opties werden beschouwd om deze studie te verwezenlijken:

1. MatPower, een pakket van Matlabfuncties dat speciaal ontwikkeld werd voor 'power flow' en 'optimal power flow' berekeningen.
2. Het gebruik van alternatieve software met de mogelijkheid andere diensten te integreren zoals 'unit commitment', 'contingency analysis', 'Monte Carlo simulations',...

De kern van de risico-evaluatie analyse is de 'verwerking', opgesteld uit drie verschillende modules: 'unit commitment' van hydro- en warmtegebaseerde productie-eenheden en de berekeningen van de vermogensstromen gebeuren in dit deel. Om efficiënt te werken moet deze module een groot aantal input data gebruiken die stroomopwaarts voorverwerkt worden. Tenslotte worden de resultaten achteraf verwerkt om de gevraagde resultaten te bekomen. Figuur 1 visualiseert de verschillende modules.

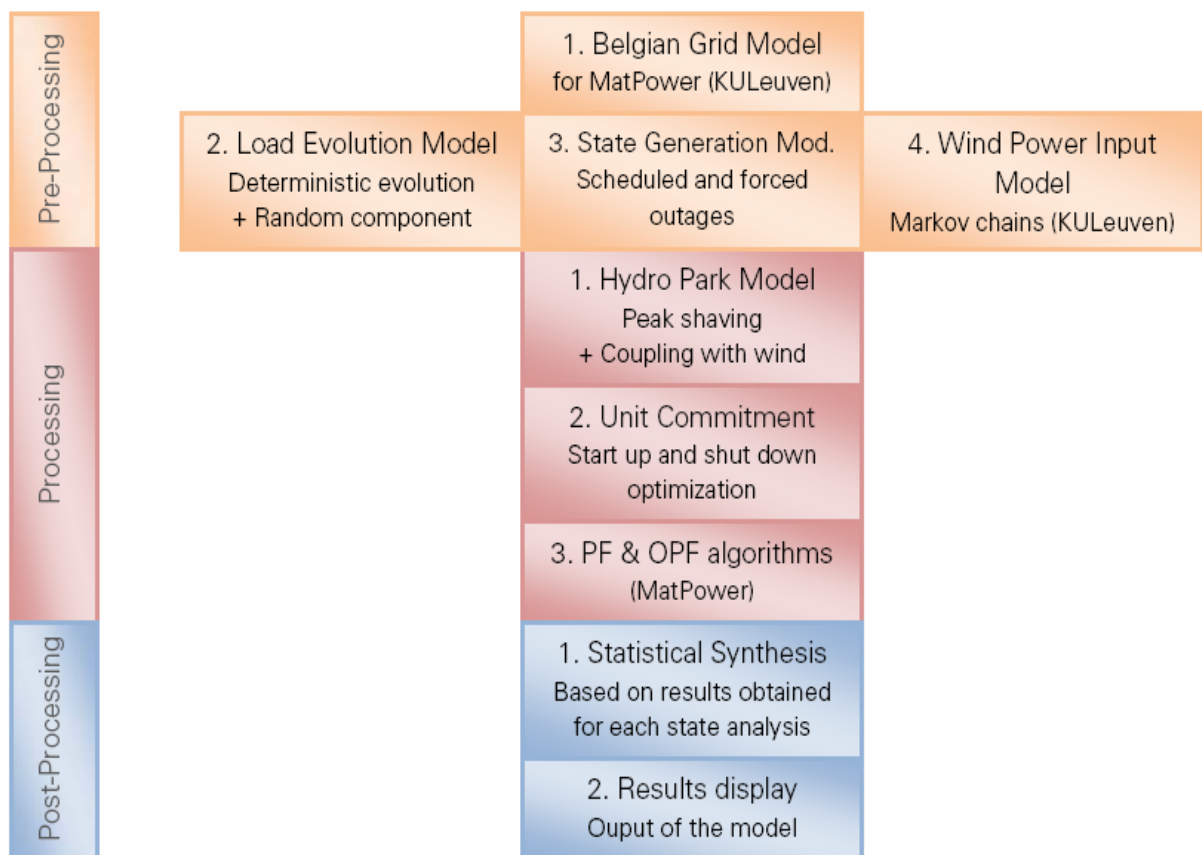


Figure 1: Schematic overview of model implementation