

De 'Businesscase' windenergie

Leergang Wind 2023

Ir. Guido Bakema

Ervaring:



Van: Zelfbouw molen in 1984 (500 W)

Naar: grote windparken in Delfzijl, Eemshaven, Costa Rica en NoordOostPolder



Windpark NOP in 2015 (90 MW)

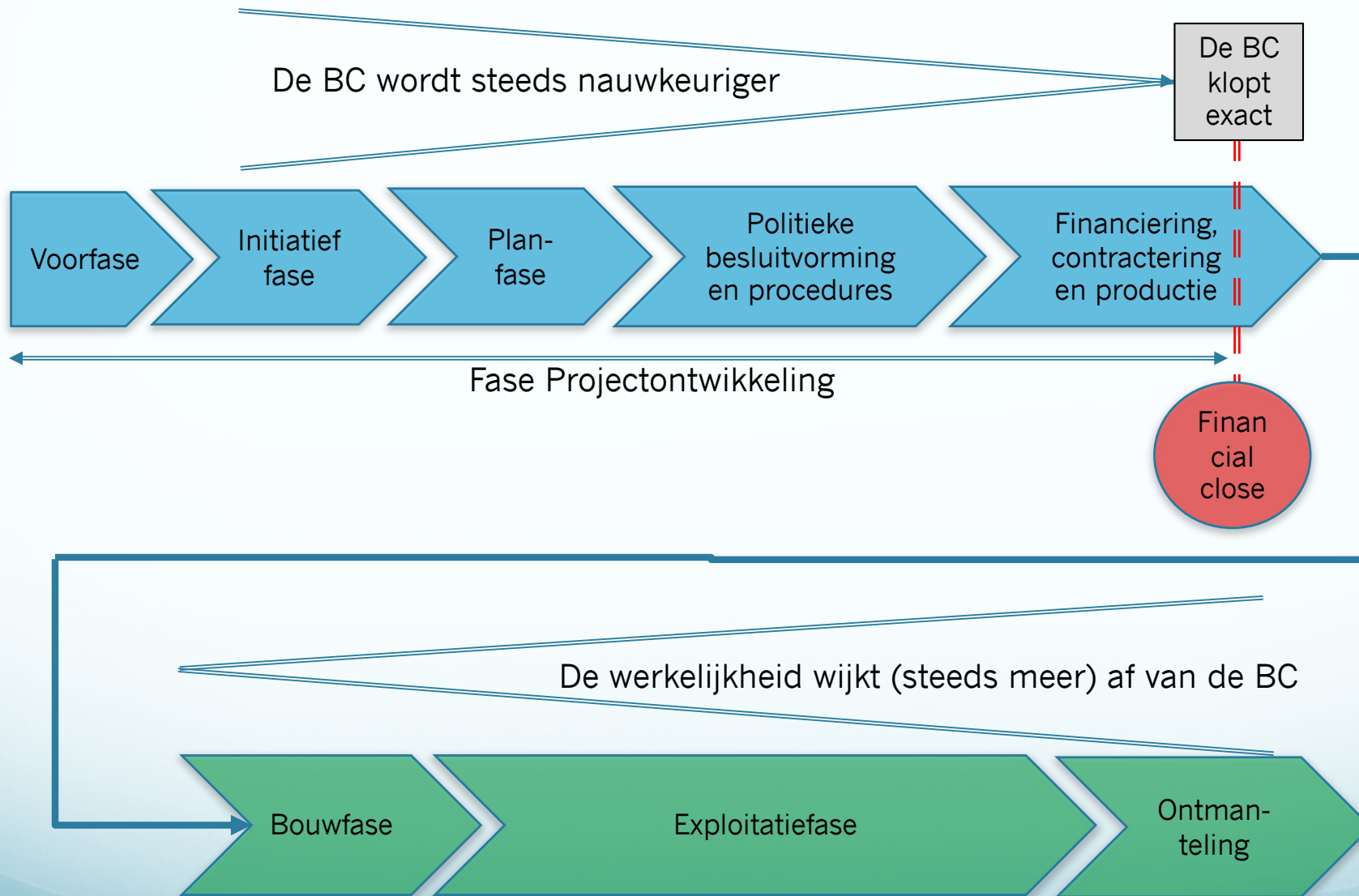


Via: Coöperatiemolen Kennemerwind in 1989 (80 kW)



<http://www.solwind.nl/Alles-over-Windenergie/Digitaal/>

De BC klopt op één moment



Risico- en kosten beheersing

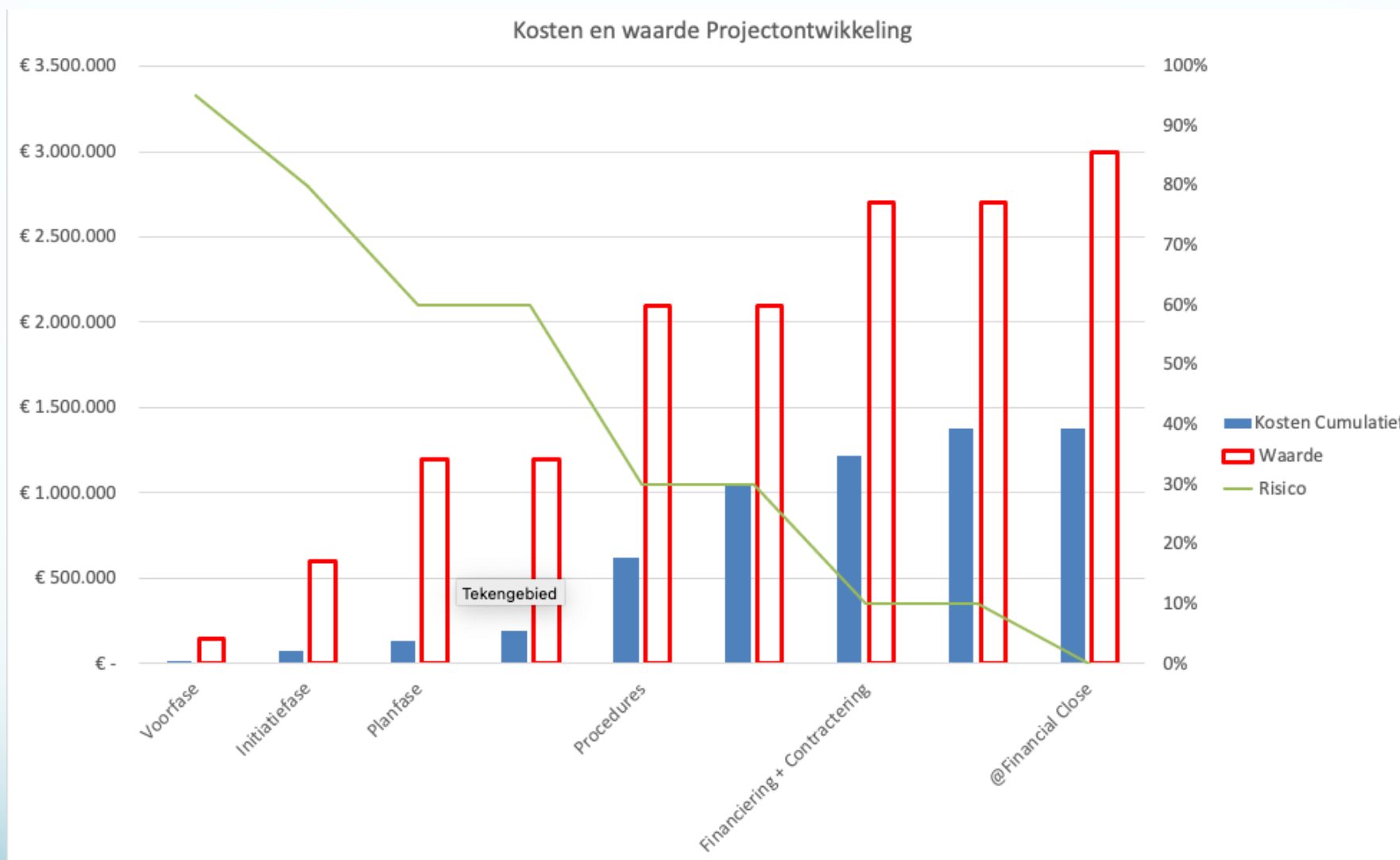
	Onderwerp					Financial Close
1.	Ruimtelijke inpassing	Yellow	→	Green	→	Green
2.	Grondposities	Green	→	Yellow	→	Green
3.	Politiek – Bevoegd gezag	Yellow	→	Green	→	Green
4.	Fysieke belemmeringen	Red	→	Yellow	→	Green
5.	Natuurwaarden en archeologie	Yellow	→	Green	→	Green
6.	Vergunningen en Procedures	Yellow	→	Red	→	Green
7.	Randvoorwaarden techniek	Yellow	→	Yellow	→	Green
8.	Netaansluiting	Red	→	Green	→	Green
9.	Businesscase	Green	→	Red	→	Green

Dit voorbeeld is indicatief.

Prioriteit in de projectontwikkeling ligt bij de **rode** stoplichten.

‘Financial Close’ kan alleen worden bereikt als alle lichten **‘op groen’** staan

De winst van een project zit (vaak voor een belangrijk deel) in de ontwikkelingsfase

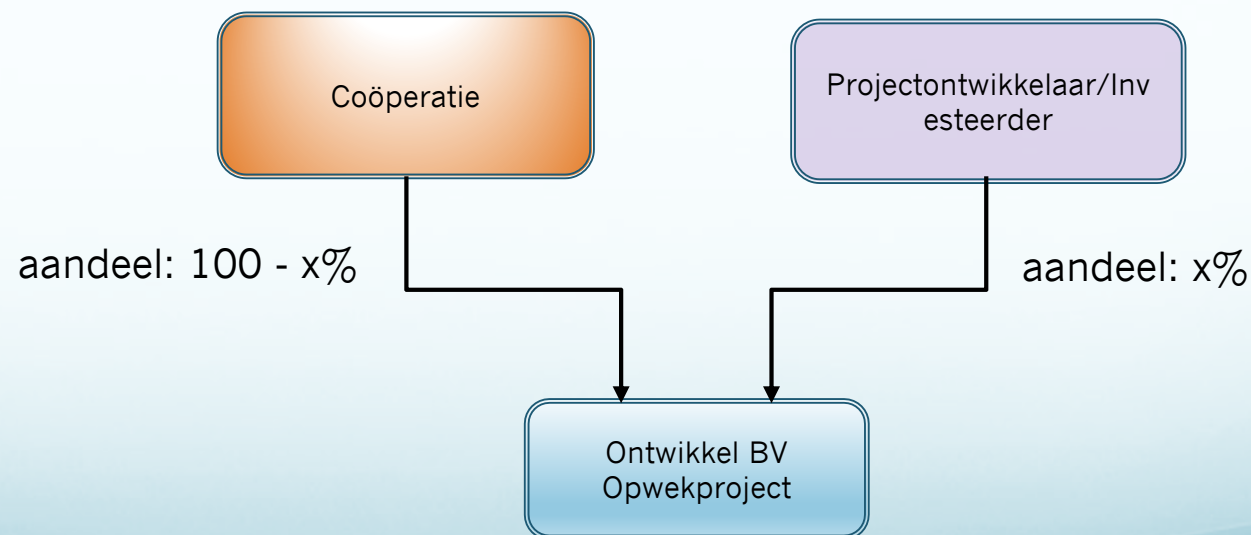


Wanneer instappen?

- **(Aan het begin van) de ontwikkeling**
 - Bepalen van de kosten van deelname:
 - Gemaakte kosten + risico-opslag
 - Commerciële waarde
- **Bij ‘financial close’**
- **Bij/na COD (= Start of Commercial Operation)**

Samenwerking LEI en Projectontwikkelaar

- Het is verstandig als LEI in een zo vroeg mogelijke fase in het project in te stappen
- In een Samenwerkingsovereenkomst (SOK) worden de afspraken vastgelegd; een standaard SOK is beschikbaar bij Lokale Energie Overijssel



De ontwikkelingskosten worden samen gedragen

- In (het begin van) de ontwikkelingsfase zijn de risico's het grootst; deze nemen meestal snel af
- In het begin zijn de ontwikkelingskosten laag; deze nemen gestaag toe
- Het is verstandig regelmatig Go/No Go momenten in te bouwen
- **EFO kan de ontwikkelingskosten (grotendeels) voorfinancieren en het ontwikkel-risico voor haar rekening nemen.**
- **Dit heet LEI-F**

De BC is opgebouwd uit bouwstenen

- Algemene projectgegevens
 - Het lokale windregime
 - Aantal en type turbines
- } Samen bepalen die de jaarproductie
- De ontwikkelingskosten = DEVEX
 - De investeringskosten = CAPEX
 - De jaarlijkse opbrengsten
 - De jaarlijkse kosten = OPEX
 - De organisatie van het windpark
 - De wijze van financiering van het project

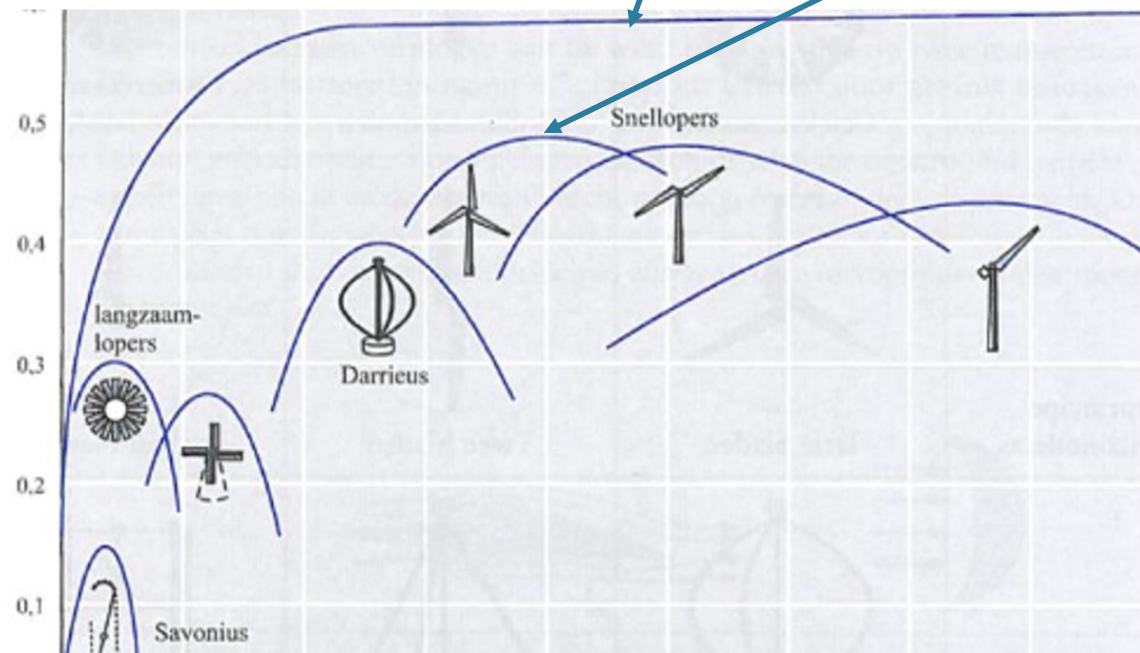
Energetisch rendement van een windturbine

De energie in de wind bedraagt: $E_{\text{wind}} = \frac{1}{2} m \cdot V^3 \cdot \frac{1}{4} \pi D^2$

↑
windsnelheid

└───┬───┘
Rotor-oppervlakte

Theorema van Betz: het maximale rendement = 59%
in de praktijk is het rendement ongeveer 46%

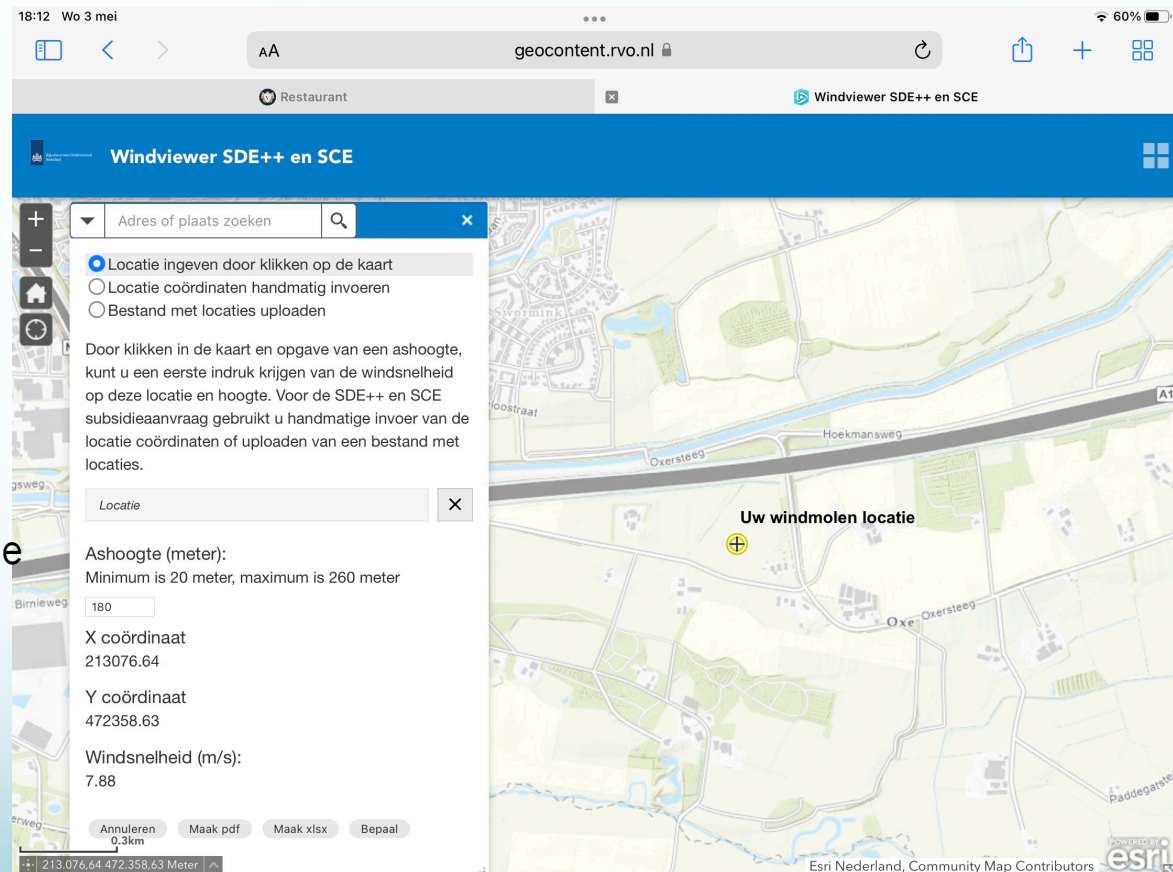


De (gemiddelde) windsnelheid op as-hoogte

- Met de 'Windviewer' kan de gemiddelde windsnelheid op verschillende as-hoogtes (20 – 260 m) worden bepaald
- Zie: <https://geocontent.rvo.nl/windviewer/>

Voorbeeld Deventer A1:

Op 180 m hoogte is de gemiddelde windsnelheid: 7,88 m/s



Schatting van de jaarproductie

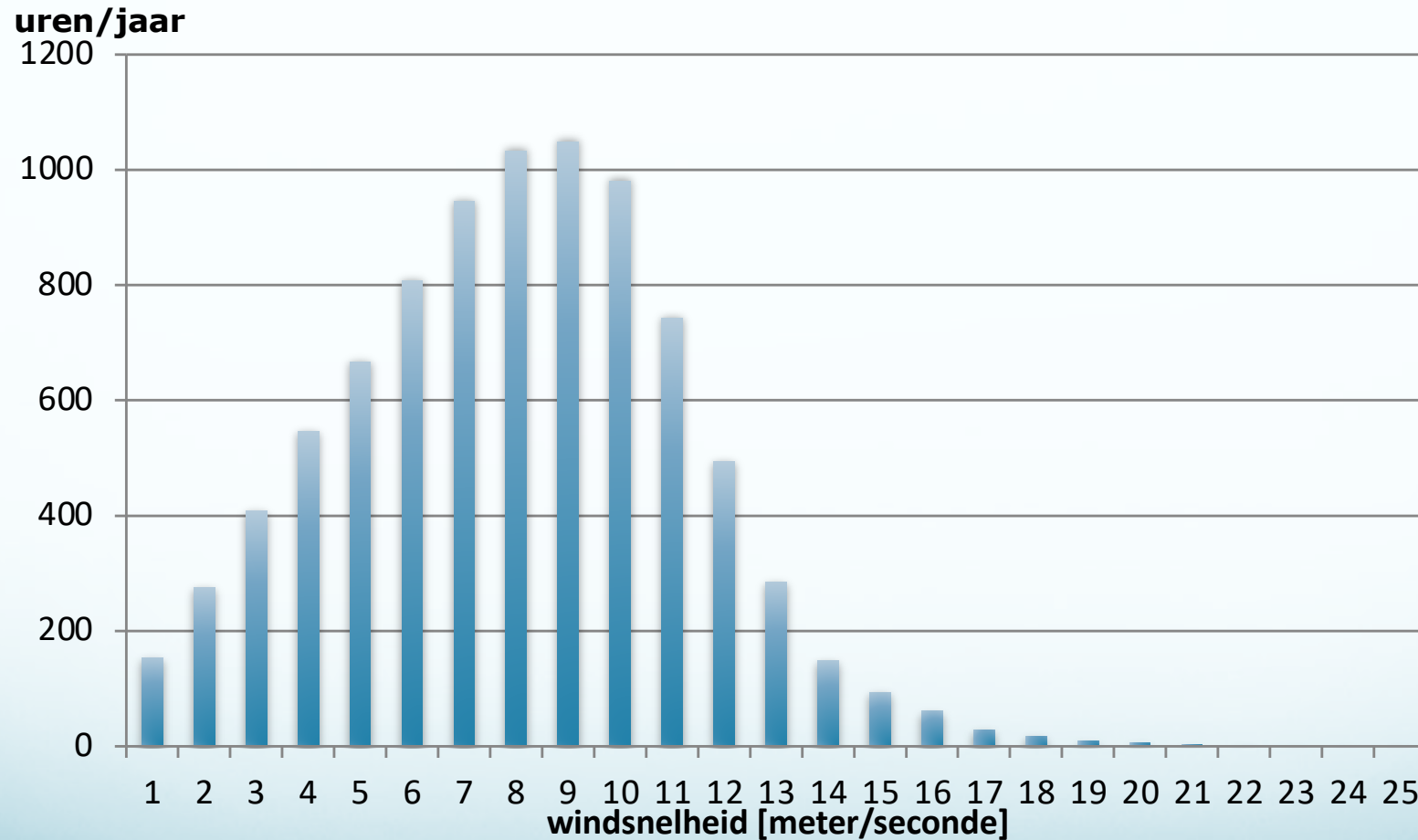
V150-4.2 MW™ IEC IIIB/IEC S Facts & figures

POWER REGULATION	Pitch regulated with variable speed								
OPERATING DATA									
Rated power	4,000 kW/4,200 kW								
Cut-in wind speed	3 m/s								
Cut-out wind speed	22.5 m/s								
Re cut-in wind speed	20 m/s								
Wind class	IEC IIIB/IEC S								
Standard operating temperature range from -20°C to +45°C with de-rating above 30°C (4,000 kW)									
*subject to different temperature options									
SOUND POWER									
Maximum	104.9 dB(A)*								
*Sound Optimised modes dependent on site and country									
ROTOR									
Rotor diameter	150 m								
Swept area	17,671 m²								
Air brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders								
ELECTRICAL									
Frequency	50/60 Hz								
Converter	full scale								
GEARBOX									
Type	two planetary stages and one helical stage								
TOWER									
Hub heights	Site and country specific								
NACELLE DIMENSIONS									
Height for transport	3.4 m								
Height installed (incl. CoolerTop*)	6.9 m								
Length	12.8 m								
Width	4.2 m								
HUB DIMENSIONS									
Max. transport height	3.8 m								
Max. transport width	3.8 m								
Max. transport length	5.5 m								
BLADE DIMENSIONS									
Length	73.7 m								
Max. chord	4.2 m								
Max. weight per unit for transportation	70 metric tonnes								
TURBINE OPTIONS									
<ul style="list-style-type: none"> 4.2 MW Power Optimised Mode (site specific) Load Optimised Modes down to 3.6 MW Condition Monitoring System Service Personnel Lift Vestas Ice Detection Low Temperature Operation to -30°C Fire Suppression Shadow detection Increased Cut-In Aviation Lights Aviation Markings on the Blades Vestas IntelliLight* 									
ANNUAL ENERGY PRODUCTION									
<table border="1"> <caption>Approximate data from the Annual Energy Production graph</caption> <thead> <tr> <th>Yearly average wind speed (m/s)</th> <th>Annual Energy Production (GWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.0</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>15.5</td> </tr> <tr> <td>8.0</td> <td>17.5</td> </tr> </tbody> </table>		Yearly average wind speed (m/s)	Annual Energy Production (GWh)	6.0	12.5	7.0	15.5	8.0	17.5
Yearly average wind speed (m/s)	Annual Energy Production (GWh)								
6.0	12.5								
7.0	15.5								
8.0	17.5								

- De bruto jaarproductie o.b.v. opgave leverancier

De jaarproductie kan ook zelf worden berekend/geschat

Op www.infomil.nl kun je de **windsnelheidsverdeling** vinden op verschillende hoogtes

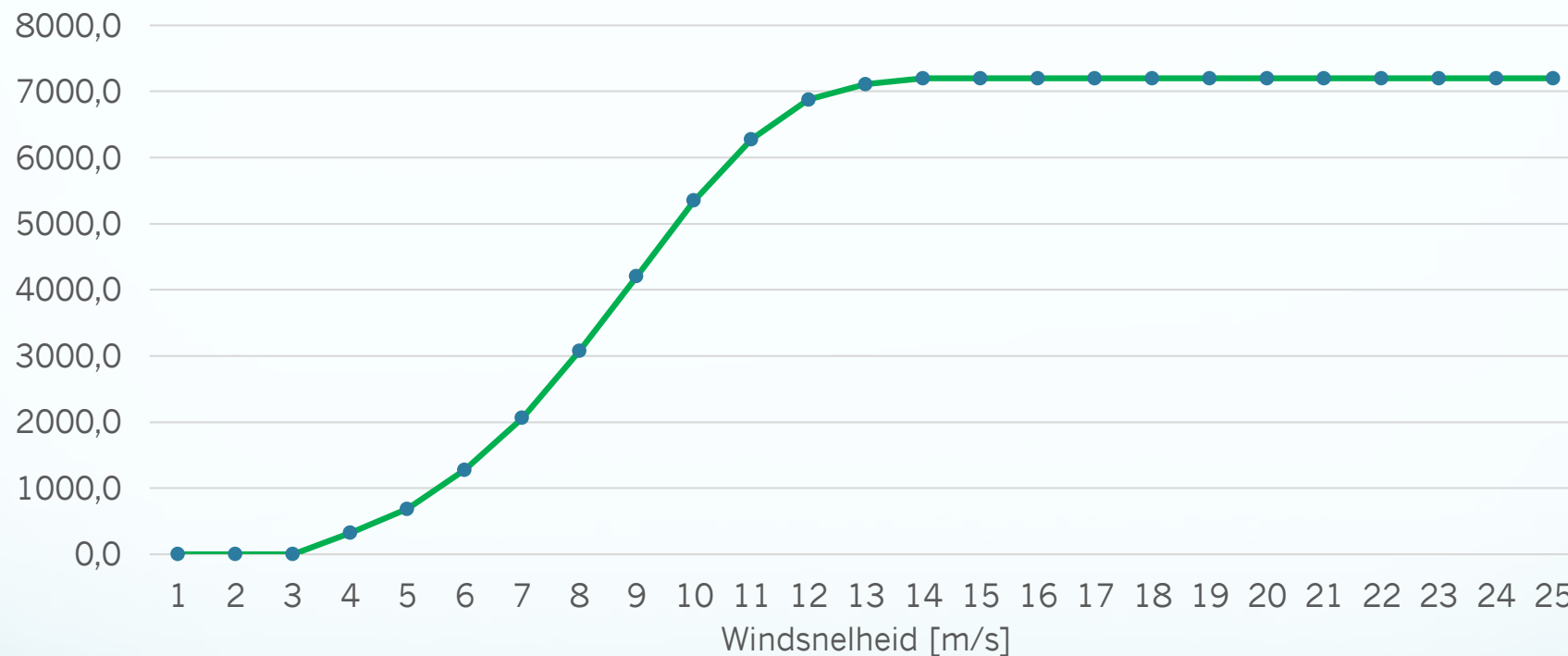


Voorbeeld; gemiddelde windsnelheid = 8 m/s

De 'Powercurve' van de beoogde windturbine

Vermogen [kWatt]

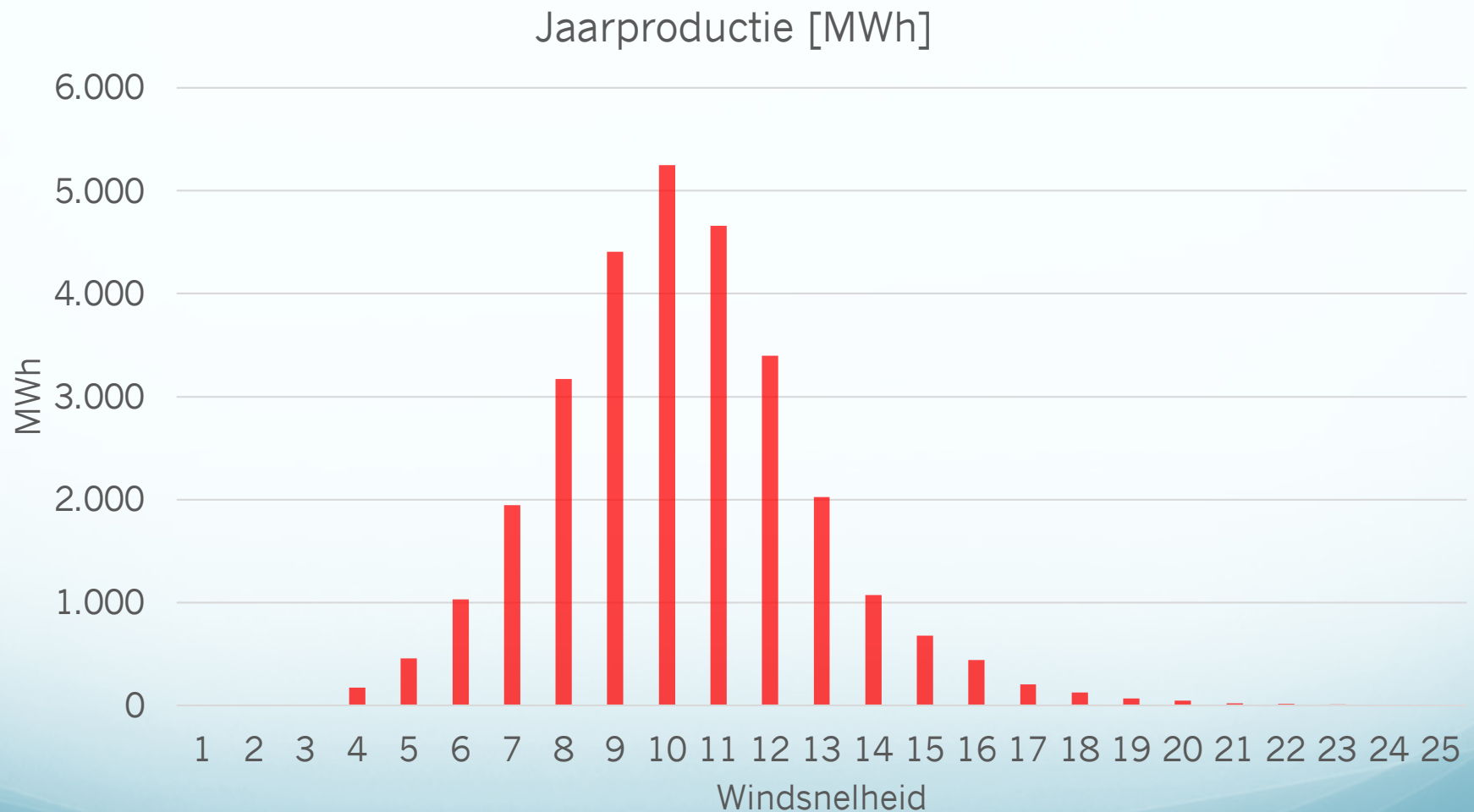
Powercurve



Voorbeeld; Powercurve Vestas V172 – 7,2MW

Jaarproductie wordt berekend uit de vorige 2 grafieken

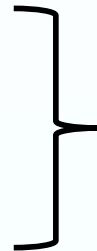
Voor elke windsnelheid geldt: productie = vermogen x uren
Sommeren levert de totale **bruto** jaarproductie



Van bruto naar netto Jaarproductie

- **Afslagen voor:**

- Zog-effecten
- Systeemverliezen
- Beschikbaarheid



PBL rekent hiervoor 'standaard': 13%

- **Voor de BC rekening houden met jaarlijkse variaties:**

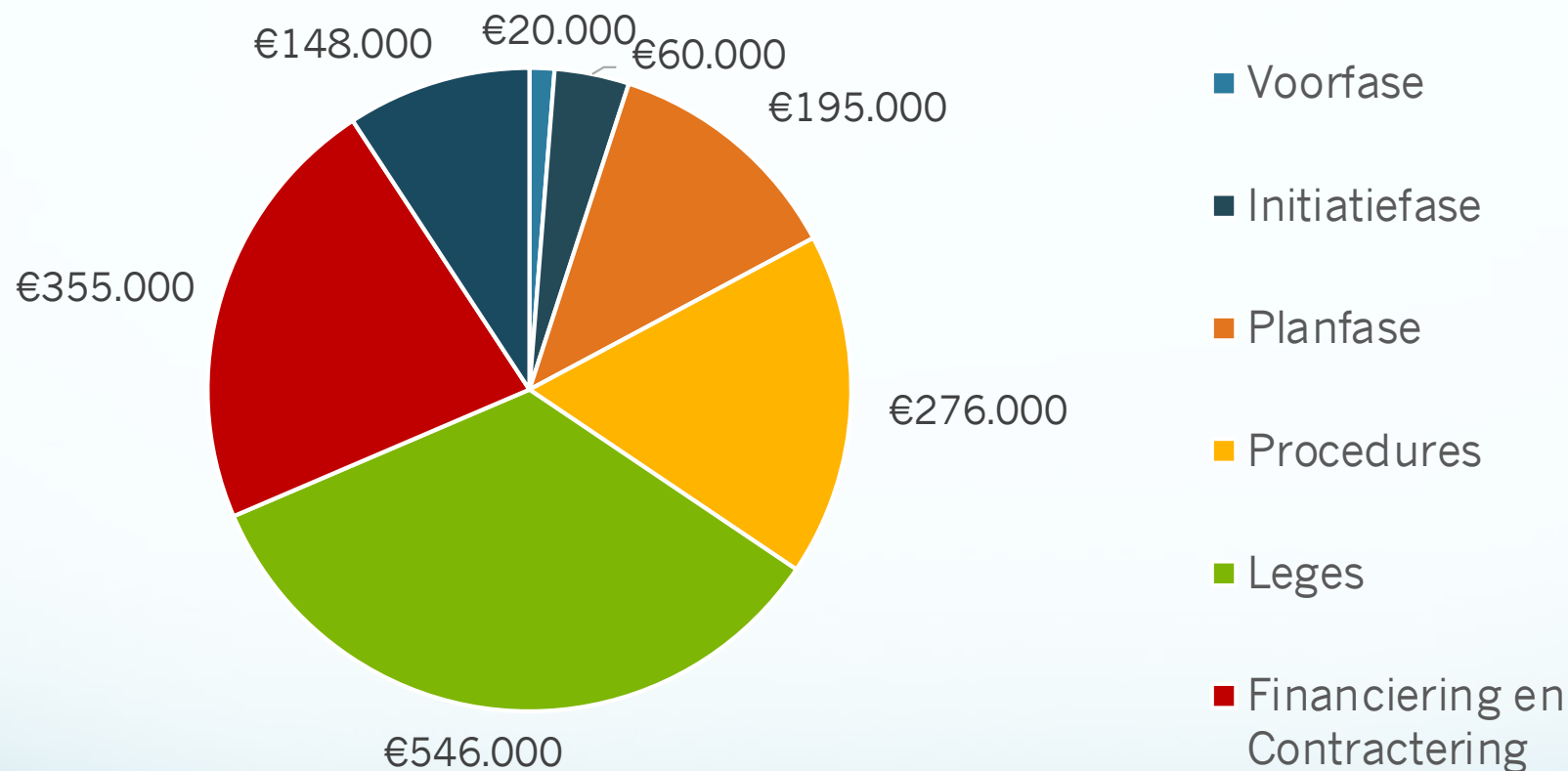
- Keuze: P50, P75 of P90

- **Later:**

- Windmetingen en berekening door specialist

Ontwikkelingskosten (DEVEX); totaal € 1,6 miljoen

Geraamde Ontwikkelingskosten Project 4 windturbines



De Coöperatie betaalt naar rato van haar aandeel in de ontwikkel-BV een deel van de ontwikkelingskosten

EFO financiert hiervan het grootste gedeelte (tot 90%)

Ontwikkelingskosten @ 'Financial Close'

- De (waarde van de) projectontwikkelingskosten worden onderdeel van de investering
 - Zie voorbeeld volgende sheet

- Dit bedrag wordt (terug)betaald aan de aandeelhouders van de Ontwikkel BV
 - Hiermee zijn de ontwikkelingskosten (inclusief risico en succesfee) gedekt

Investeringskosten = CAPEX

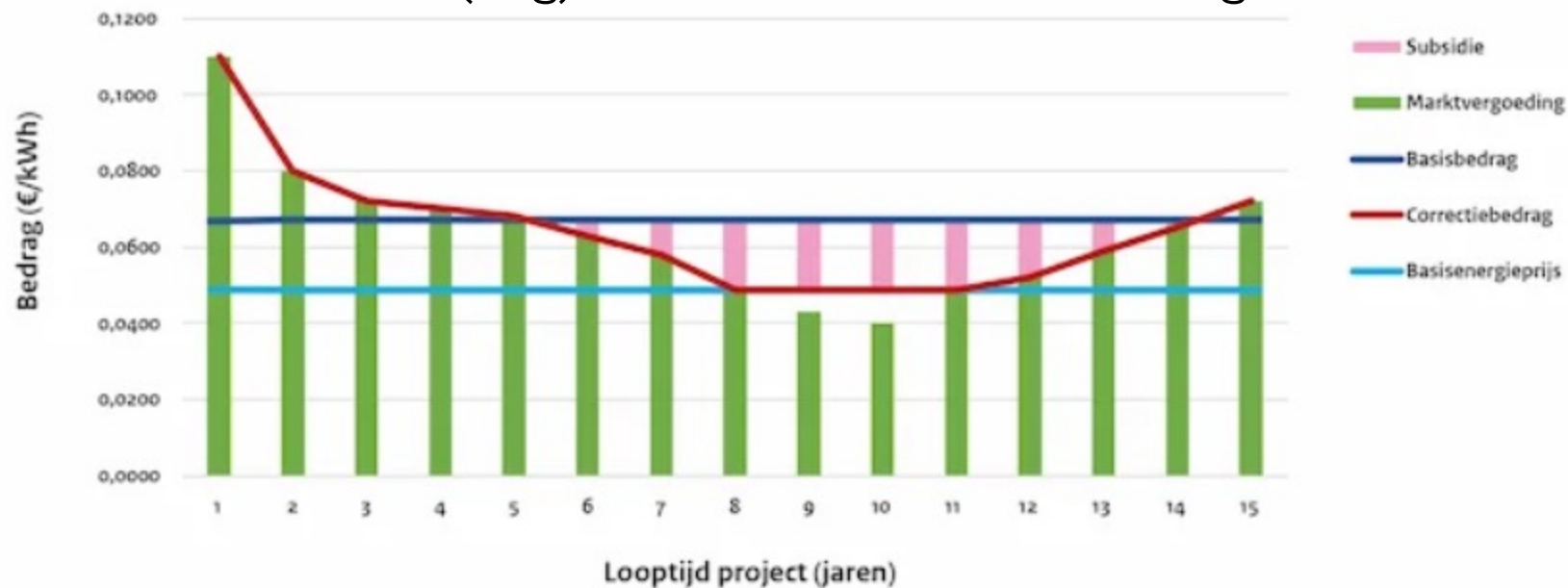
- Aan het begin van de ontwikkeling van het windpark zijn deze kosten nog moeilijk in te schatten
- Gebruikelijk is uit te gaan van de **ramingen van PBL**
 - Deze worden jaarlijks gepubliceerd als basis voor de subsidie voor het volgende jaar
 - Zie: <https://www.pbl.nl/sde/publicaties>
 - Laatste inschatting (maart 2023): CAPEX = € 1.350/kW



NB: PBL laat de ontwikkelingskosten buiten beschouwing

Jaarlijkse financiële opbrengst

- De elektriciteit wordt geleverd aan het openbare elektriciteitsnet.
- Verkoop vindt (meestal) plaats tegen marktconform tarief:
 - Afslagen voor 'onbalans' en 'profielfactor'
 - SDE++ vult (nog) aan tot een vast basisbedrag:



- Extra aanvulling: verkoop van 'groen certificaten' (Garanties van Oorsprong)
- Nieuwe ontwikkeling: verkoop = 'kostprijs plus'

Jaarlijkse exploitatiekosten = OPEX

- Opgebouwd uit:
 - Vaste kosten (in € per kW)
 - Verzekering WA, Machinebreuk, Stilstand
 - Kosten netaansluiting, eigen verbruik
 - OZB
 - Beheer en onderhoud land en wegen
 - Variabele kosten (in € per kWh)
 - Onderhoudskosten,(langjarig; incl. garanties)
 - Opstalkosten: circa € 2,5 per MWh



- Kosten voor een Omgevingsfonds ('streekgebonden bijdrage') worden door PBL niet meegenomen.
 - Afspraak sector: € 0,4 - 0,5 /MWh
- Totaal voor 4 windturbines: circa € 1,1 miljoen p.j.

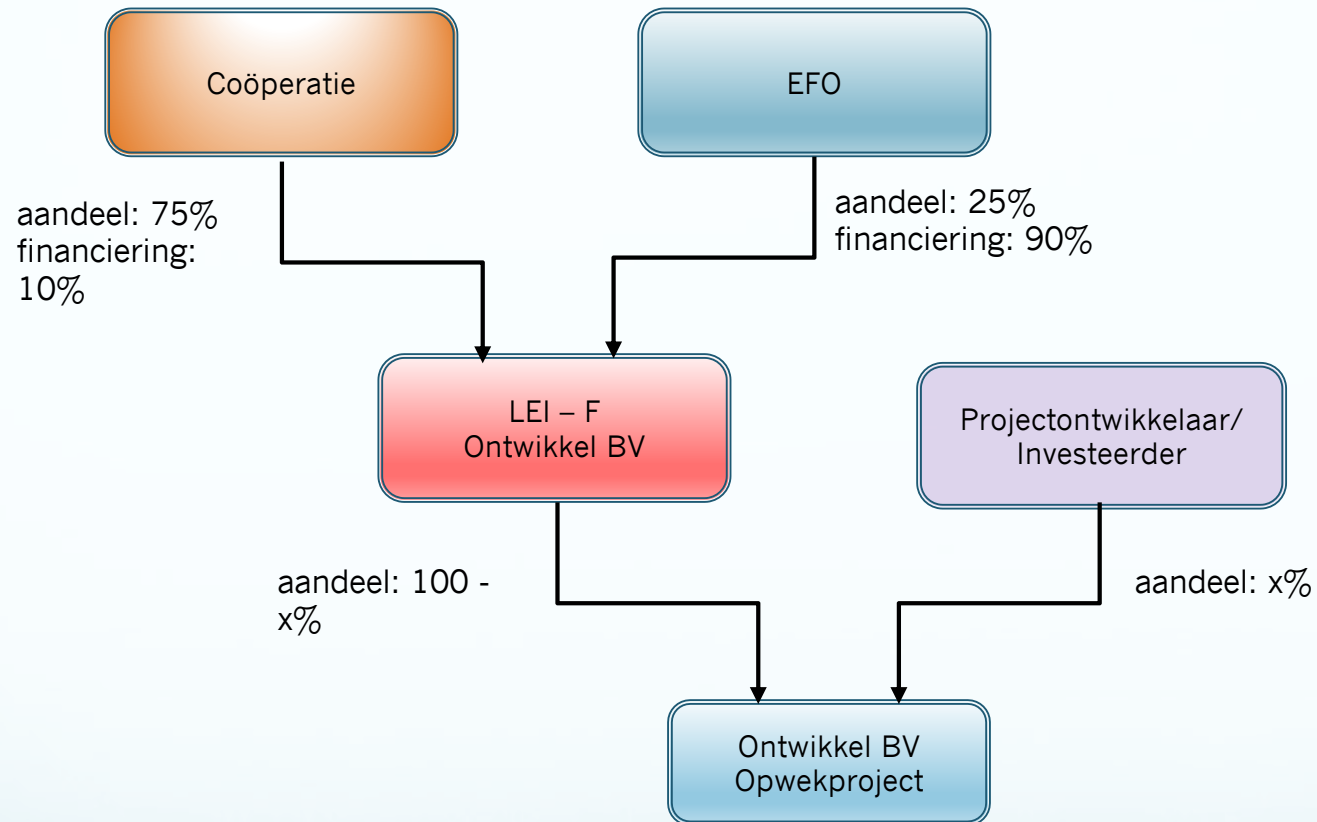
Overige jaarlijkse kosten

- **Rente en aflossing van de banklening**
 - Houd rekening met een minimum DSCR die de bank eist
- **Uitkering aan de beherende coöperatie**
- **Dividend uitkering aan de leden**
- **Houd er rekening mee:**

**‘De taart’ kan maar één keer
worden verdeeld’**



Organisatiestructuur tijdens Ontwikkeling bij LEI-F (basisstructuur)



In het Businesscase-model is deze structuur financieel uitgewerkt

Bij 'Financial Close' gaat project over van 'ontwikkelings-BV' naar 'Bouw-exploitatie' BV

- De LEI-F Ontwikkel BV betaalt de Coöperatie en EFO terug met:
 - rente over financiering
 - Succesfee

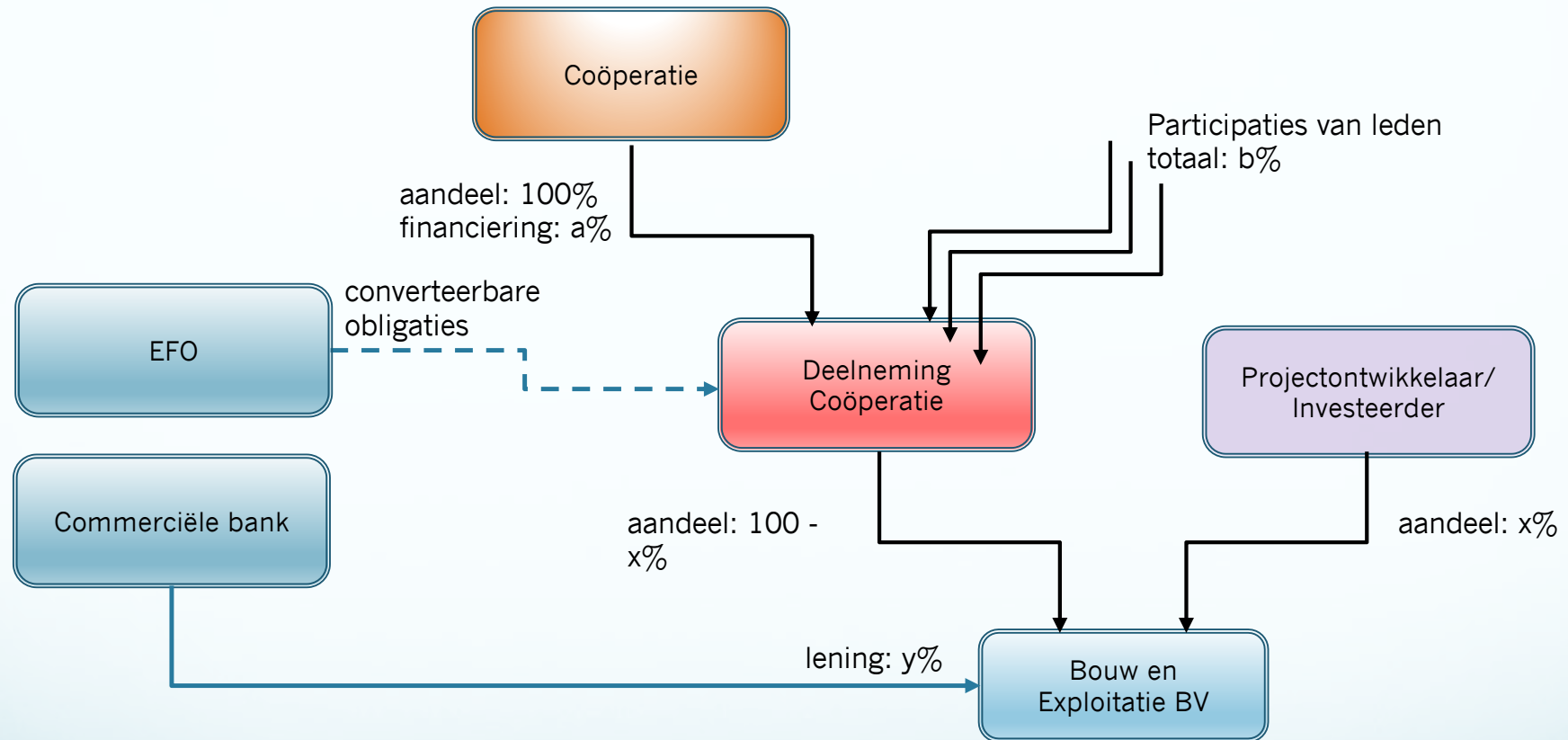
- Een (resterend) overschot gaat naar LEI en EFO conform aandeelverhouding

- Bij een tekort wordt (resterende) bijdrage EFO omgezet in een 'converteerbare obligatie'

- De Bouw-exploitatie BV organiseert (bijna altijd) een '**Projectfinanciering**':
 - Eigen Vermogen (circa 25%) → opgebracht via participaties van de leden
 - Vreemd vermogen (circa 75%) → Lening bij een commerciële bank

- Een commerciële ontwikkelaar geeft soms de voorkeur aan:
 - '**Financiering vanaf de balans**'
 - In een samenwerkingsstructuur moeten hierover duidelijke afspraken worden gemaakt.

Organisatiestructuur tijdens bouw en exploitatie



In het Businesscase-model is deze structuur financieel uitgewerkt

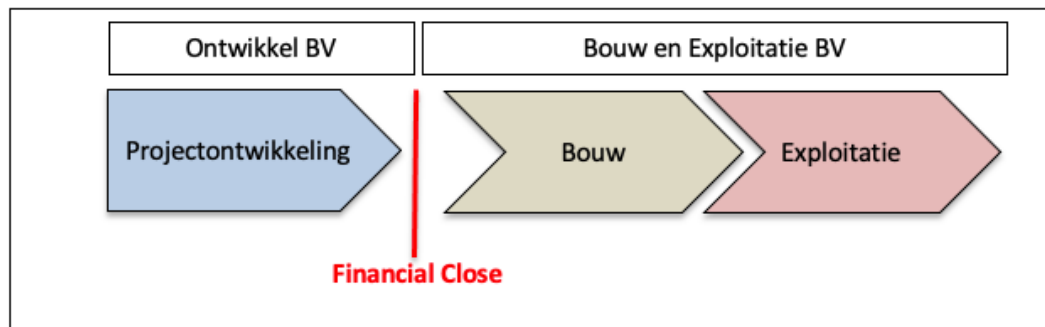
Rekenmodel Businesscase Windprojecten met LEI-F financiering

Dit rekenmodel berekent de (geïntegreerde) haalbaarheid van Windprojecten in Overijssel


Er wordt uitgegaan van (partieel) Lokaal Eigendom via een Energie Coöperatie

De (mede)financiering van de Projectontwikkeling vindt plaats via de LEI-F van Energiefonds Overijssel

De volgende (hoofd)fasen en entiteiten worden onderscheiden:



Het model is in een aantal (gekoppelde) werkbladen uitgewerkt

Ontwikkeld door: © 

In opdracht van:



Inhoudsopgave:

1. Invul werkbladen

- 1a Algemene gegevens Project
- 1b Productie gegevens Project
- 1c Gegevens SDE++
- 1d Financiële gegevens

[Hier](#)
[Hier](#)
[Hier](#)
[Hier](#)

2. Kosten Overzichten

- 2a DEVEX - Kosten Projectontwikkeling
- 2b CAPEX - Investeringskosten
- 2c OPEX - (Jaarlijkse) Exploitatiekosten

[Hier](#)
[Hier](#)
[Hier](#)

3. Inrichting LEI-F en Coöperatie

- 3a LEI-F
- 3b Specifieke gegevens Coöperatie

[Hier](#)
[Hier](#)

4. Resultaten

- 4a Cockpit - Overzicht en Stresstest
- 4b Schema geldstromen
- 4c Grafiek projectontwikkeling
- 4d Grafieken Bouw en Exploitatie

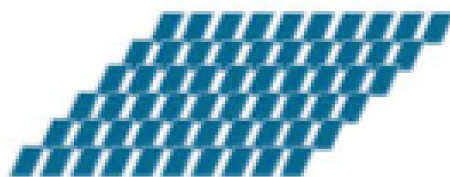
[Hier](#)
[Hier](#)
[Hier](#)
[Hier](#)

Tot slot:

Windenergie is de **meest efficiënte en goedkoopste opwek** van (duurzame) elektriciteit



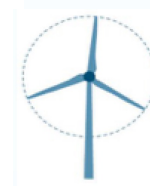
2 turbines (90 m as) of
0,55 turbine (160 m as)



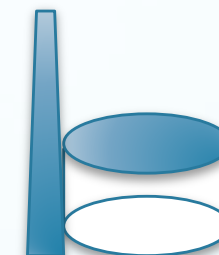
zonnepark
12 ha



zonnepanelen
4.000 woningen



600 erfmolens
(25 m tip)



3 mestvergisters
(200 koeien) *)

*) Bio-vergisters kunnen beter worden gebruikt om 'groen gas' te produceren.

Dank voor jullie aandacht

