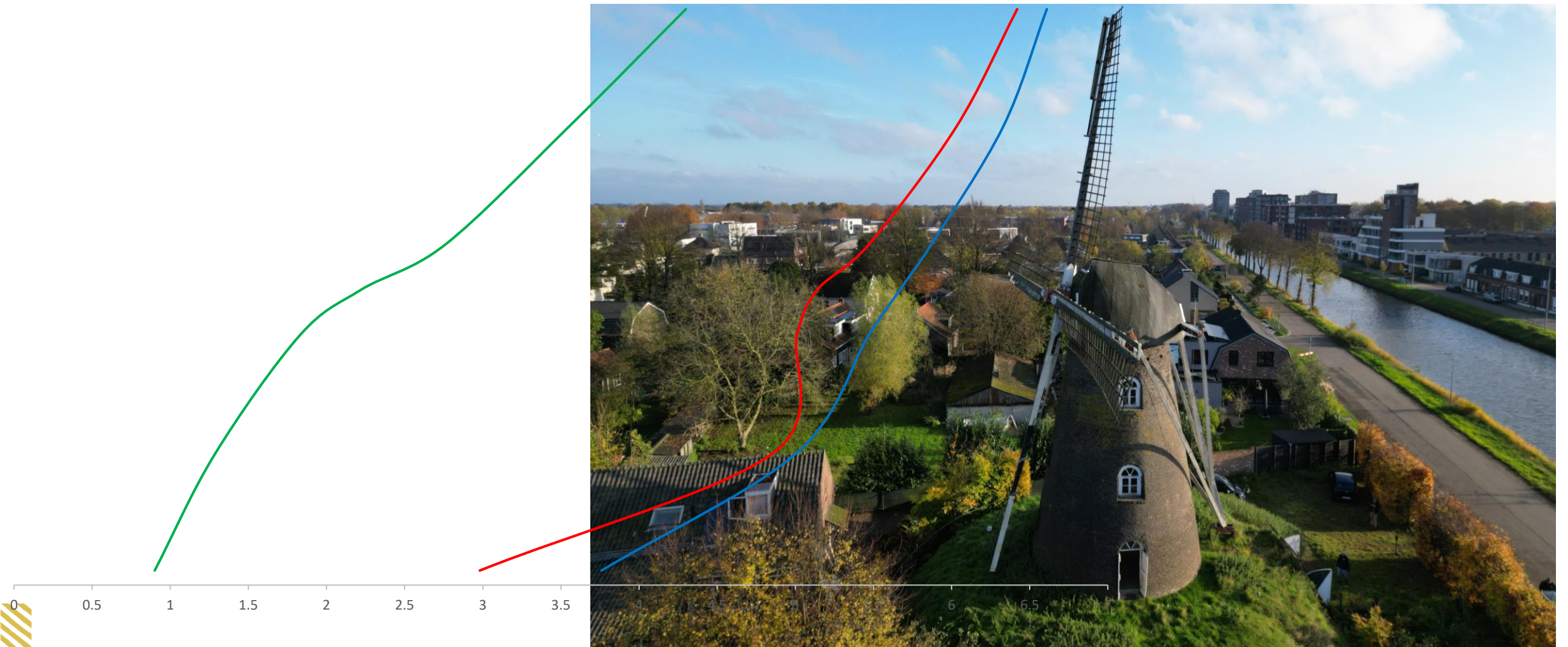


CFD en Windmolenbiotopen

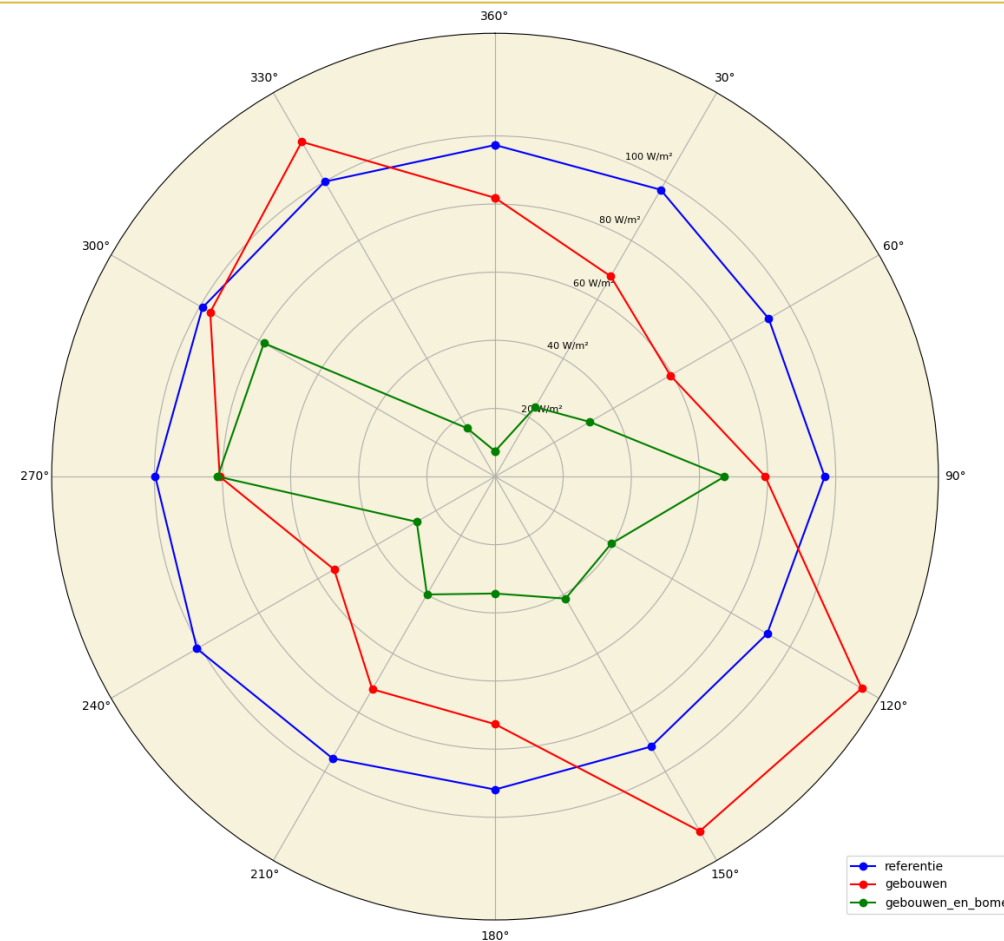


Inleiding tot CFD en windvang

CFD en WINDVANG

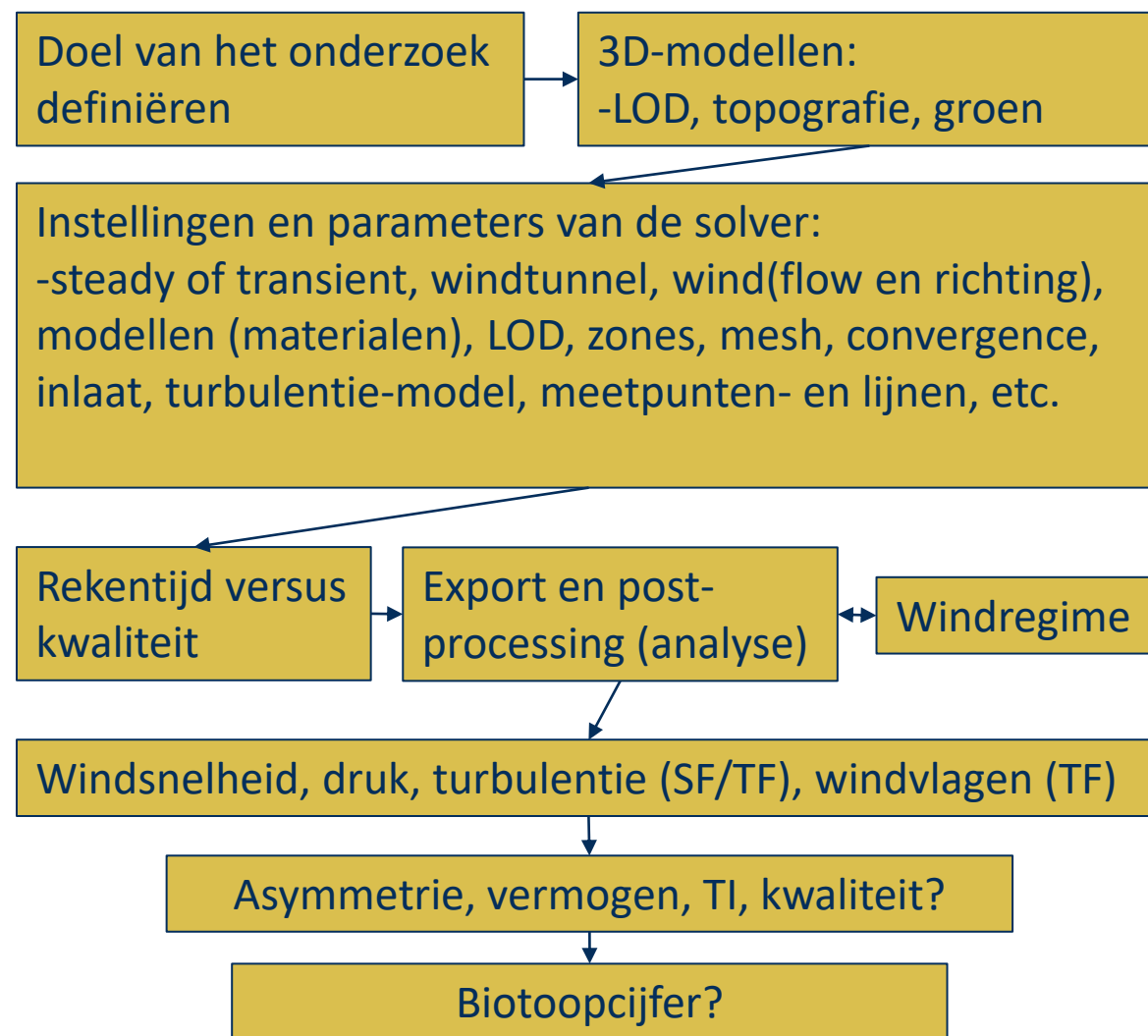
- CFD is een numerieke methode waarmee we stromingen van lucht en vloeistoffen simuleren en analyseren. Met 3D-modellen en een CFD-solver is het mogelijk om de aerodynamische interacties rond objecten begrijpen, zoals windstromen in de biotoop van een windmolen.
- Windvang verwijst naar de hoeveelheid en kwaliteit van de wind die een molen kan opvangen om effectief te functioneren. Het omvat niet alleen de directe wind die op de wieken waait, maar ook hoe deze wind wordt beïnvloed door obstakels in de omgeving, zoals bomen, gebouwen of topografie.

WINDVANG



Basis van CFD: hoe werkt het?

- CFD simuleert virtuele (3D)modellen van de molen en de omgeving, stelt parameters in en berekent de (lucht)stromen.
- CFD is niet hetzelfde als een visualisatie; het verwijst specifiek naar de berekeningen (solver). De visualisaties kunnen desgewenst later worden gemaakt.



Praktijkvoorbeeld

Molen van Piet | Alkmaar



CFD

VOORDELEN

- Locatie-specifieke analyses
- Toepasbaar op complexe locaties
- Analyse van turbulentie
- Mogelijkheid om verschillende scenario's en omstandigheden te simuleren
- Visuele output

UITDAGINGEN

- Hoge opstartkosten
 - Rekentijd
 - Hardware en software
- Technische expertise
 - Parameters en instellingen
 - Modelnauwkeurigheid
- Data-analyse en interpretatie
 - Hoe en wat

Toepassing van CFD in biotoopstudies

In de ideale wereld worden 90-95% van biotoopstudies uitgevoerd zonder CFD

WANNEER WEL

- Complexe locaties (topografisch of stedelijk)
- Grote ontwikkelingen
- Vaststellen van de biotoopwaarde

WAAROM

- Behouden en beschermen van cultureel erfgoed
- Dieper inzicht in windstromen
- Simuleren van scenario's
- Voorkomen van onnodige aanpassingen
- De data kunnen worden gebruikt om nieuwe inzichten te verkrijgen en patronen te identificeren.

Verschillen CFD en biotoopformule



| Aspect | Biotoopformule | CFD |
|-----------------------|---|--|
| Nauwkeurigheid | Vereenvoudigde inschatting | Precisie, locatie-specifiek |
| Complexiteit | Simpel, weinig details | Gedetailleerd, inclusief turbulentie |
| Flexibiliteit | Beperkt tot standaard situaties | Toepasbaar op complexe situaties |
| Kosten | Laag | Hoger, afhankelijk van projectomvang |
| Gebruik | Geschikt voor snelle analyses | Voor diepgaande studies en optimalisatie |
| Leercurve | Laag | Hoog |
| Validatie | Beperkt | Beperkt voor molenbiotopen |
| Planologisch | Gemakkelijk op te nemen in een bestemmingsplan en eenvoudig toetsbaar | Lastig te toetsen |

Hoe CFD kan bijdragen aan beheer

AANVULLING

- Precisie bij complexe situaties
- Analyse van dynamische stromingen (tijdsafhankelijk, transient-flow)
- Scenario-gebaseerd

BEHEER

- Bescherming van de biotoop
- Optimalisatie van de omgeving (stedenbouwkundig)
- Validatie van beleidsmaatregelen

Validatie

(BIOTOOP)FORMULE

- Valideren van de biotoopformule met CFD
- Valideren van andere modellen zoals Nægeli (zie V. Reijs)

CFD

- 2025: het valideren van CFD simulaties en de parameters op basis van metingen (SmartMolen)
- 2026 en verder: uitgebreid testen met meerdere meetpunten en molens (ook vermogensvraag)

Toekomst van CFD en biotopen

CFD verder ontwikkelen om het gebruik in de toekomst te minimaliseren

- CFD laten bijdragen om een nieuwe, niet-arbeidsintensieve benadering te ontwikkelen
- Data-inzichten koppelen aan algoritmes
- Toekomstbestendig
 - Efficiënt
 - Betaalbaar
 - Praktisch

