



Den nationale vindtunnel

Bak, Christian

Publication date:
2013

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Bak, C. (Author). (2013). Den nationale vindtunnel. Sound/Visual production (digital)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

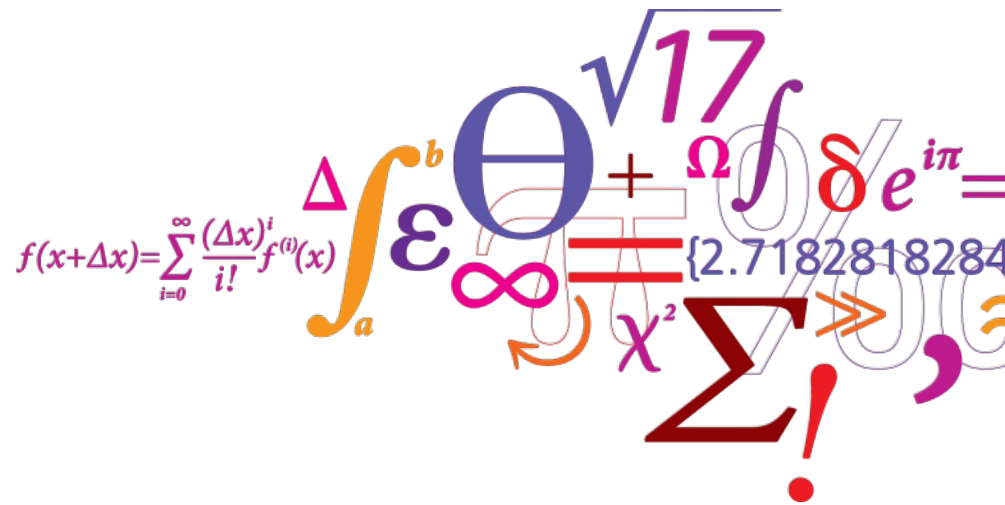
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Den nationale vindtunnel

Christian Bak
 Seniorforsker
 chba@dtu.dk

DTU Vindenergi
 Sektionen for Aeroelastisk Design

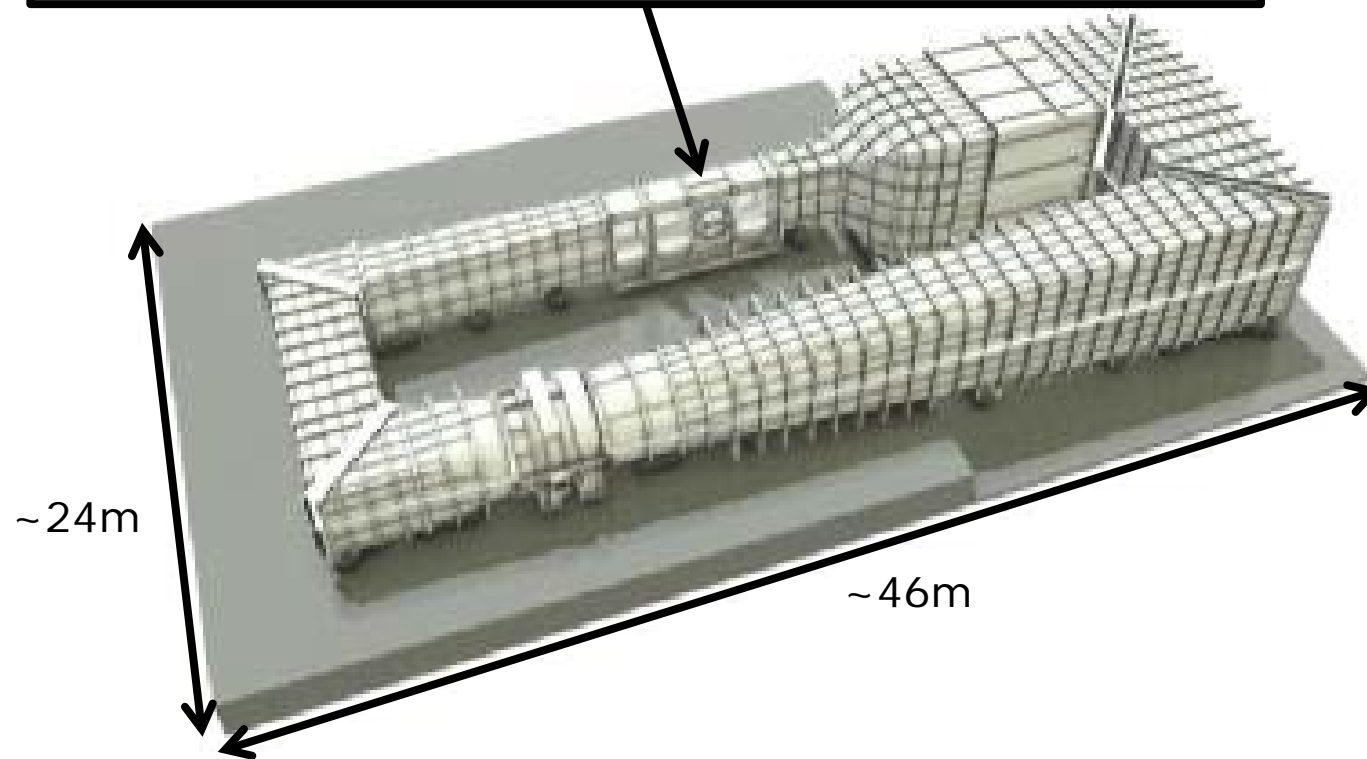


Hvad er en vindtunnel?

Testsektion

Vingesektion monteret

Det blæser op til 380km/t og turbulensen er meget lav

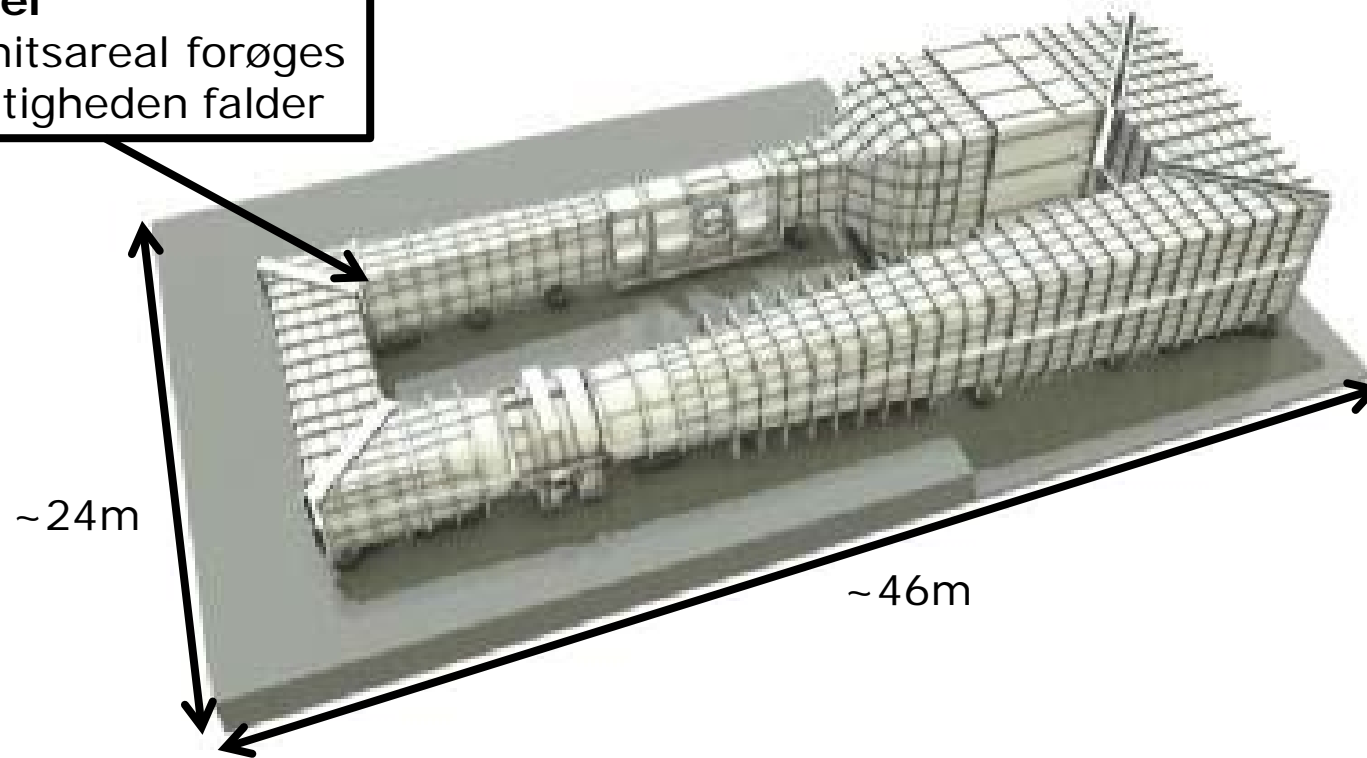


LM Wind Power vindtunnel, Lunderskov, Danmark

Hvad er en vindtunnel?

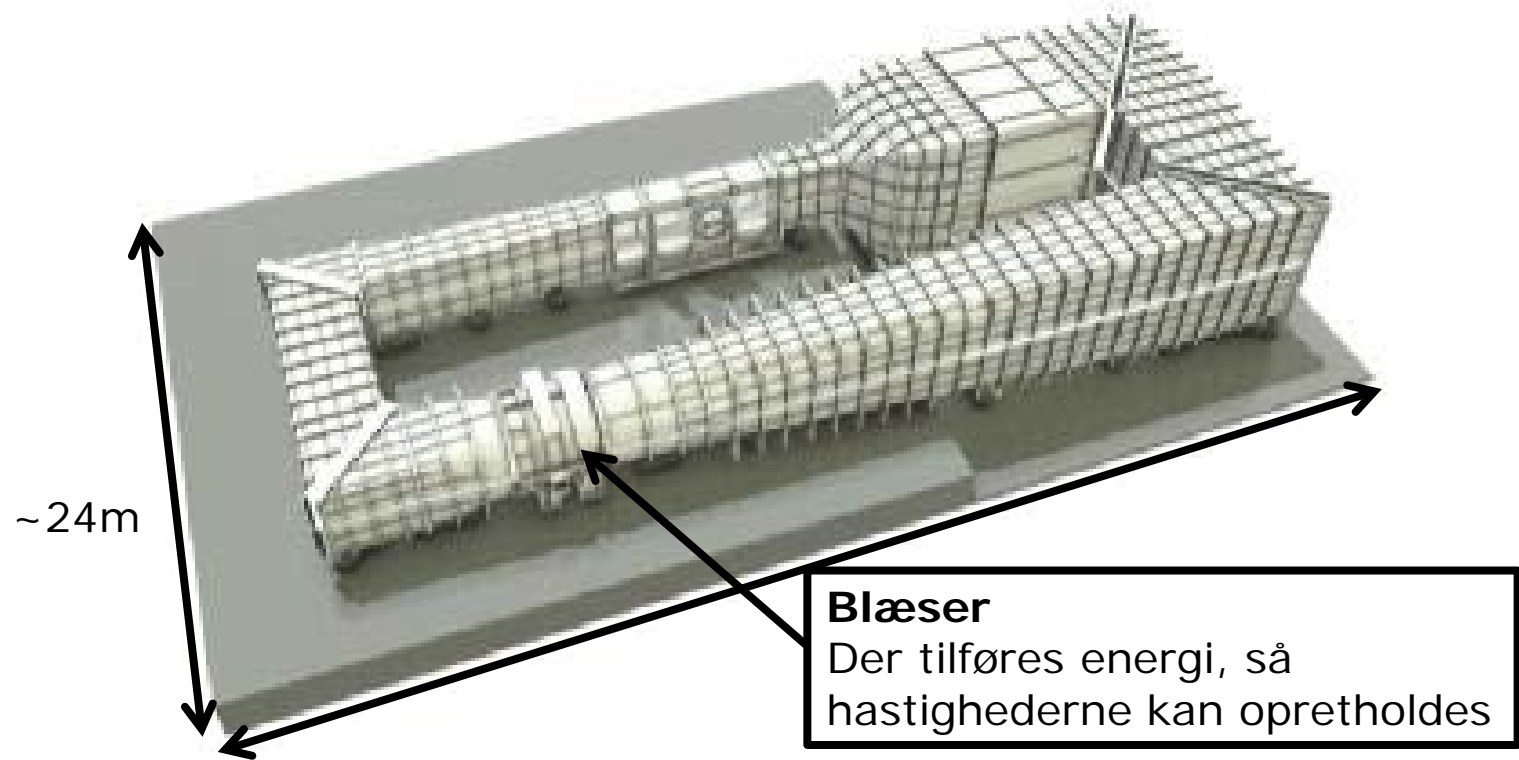
Diffuser

Tværsnitsareal forøges
og hastigheden falder



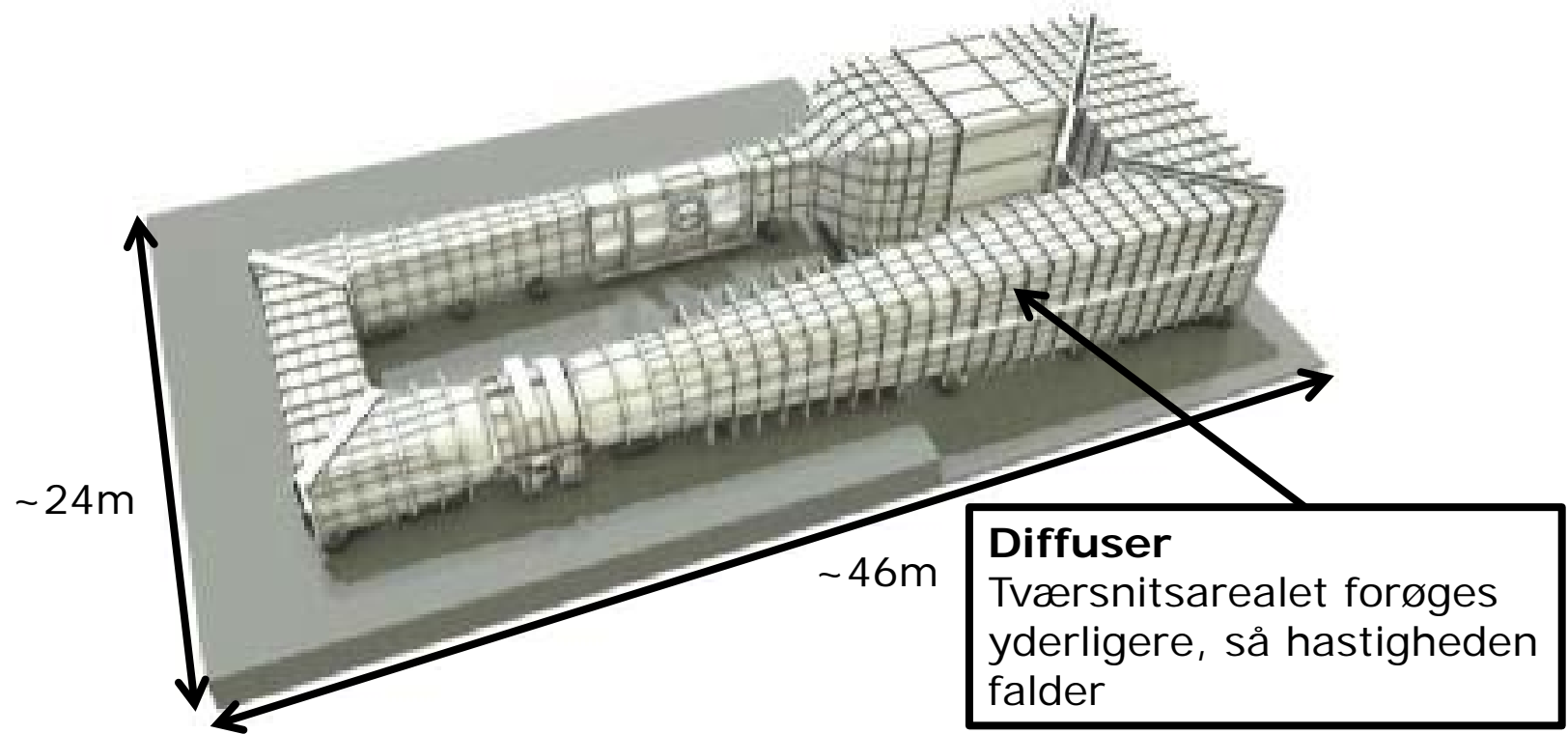
LM Wind Power vindtunnel, Lunderskov, Danmark

Hvad er en vindtunnel?



LM Wind Power vindtunnel, Lunderskov, Danmark

Hvad er en vindtunnel?

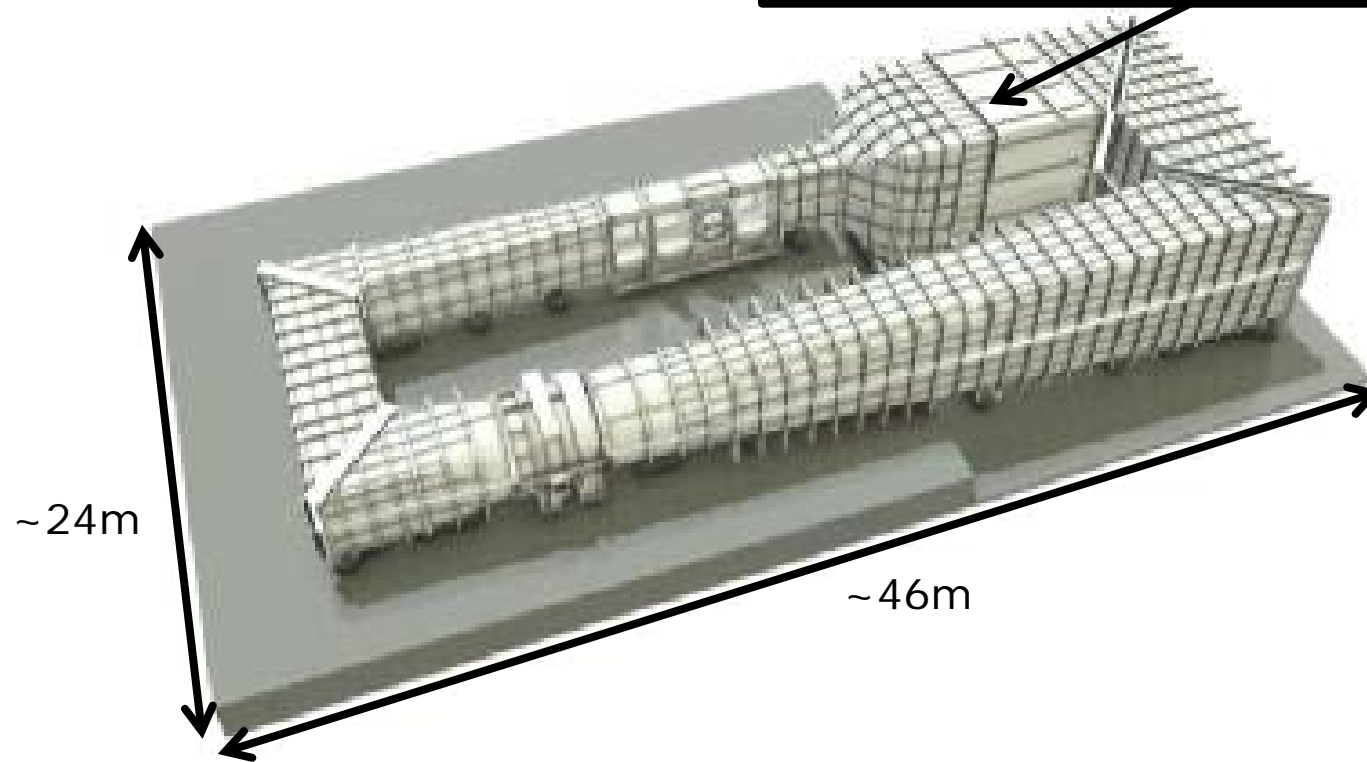


LM Wind Power vindtunnel, Lunderskov, Danmark

Hvad er en vindtunnel?

Stagnationskammer

Tværsnitsarealet er maksimalt og konstant. Hastighederne er her lavest. Her køles luften ned og forskellige net reducerer turbulensen

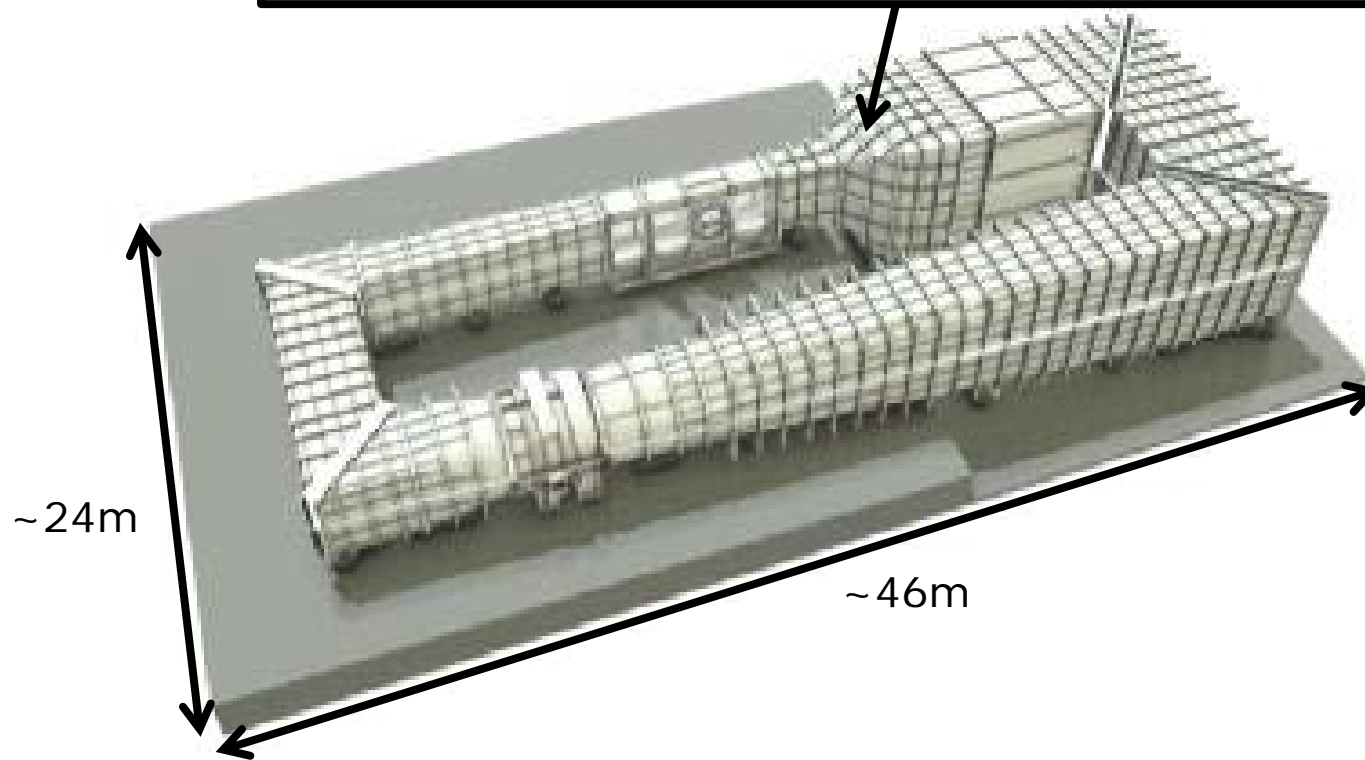


LM Wind Power vindtunnel, Lunderskov, Danmark

Hvad er en vindtunnel?

Kontraktion

Tværsnitsarealet reduceres hurtigt og hastigheden stiger markant ind mod testsektionen



LM Wind Power vindtunnel, Lunderskov, Danmark

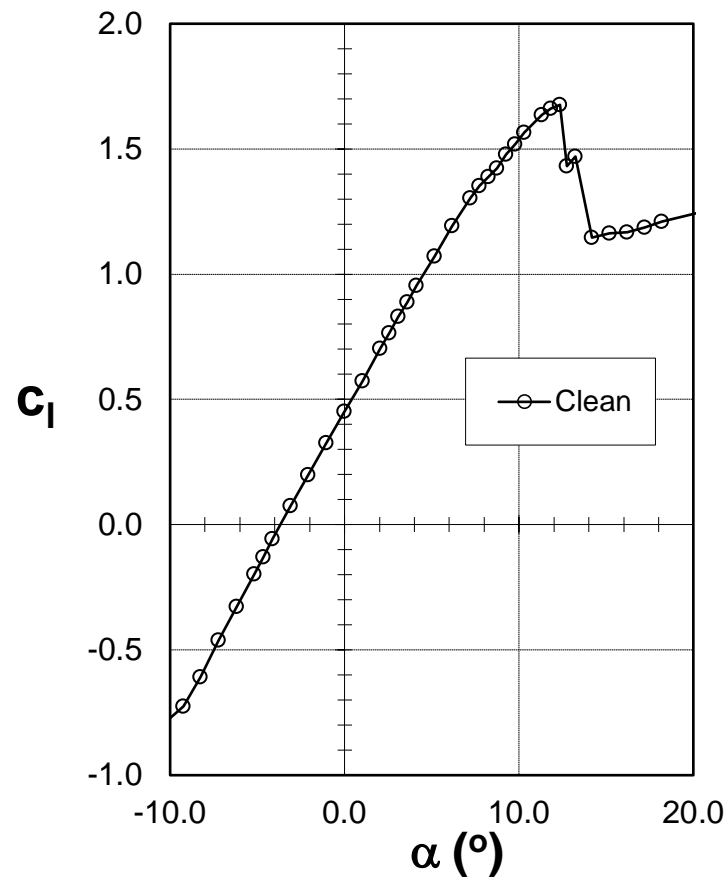
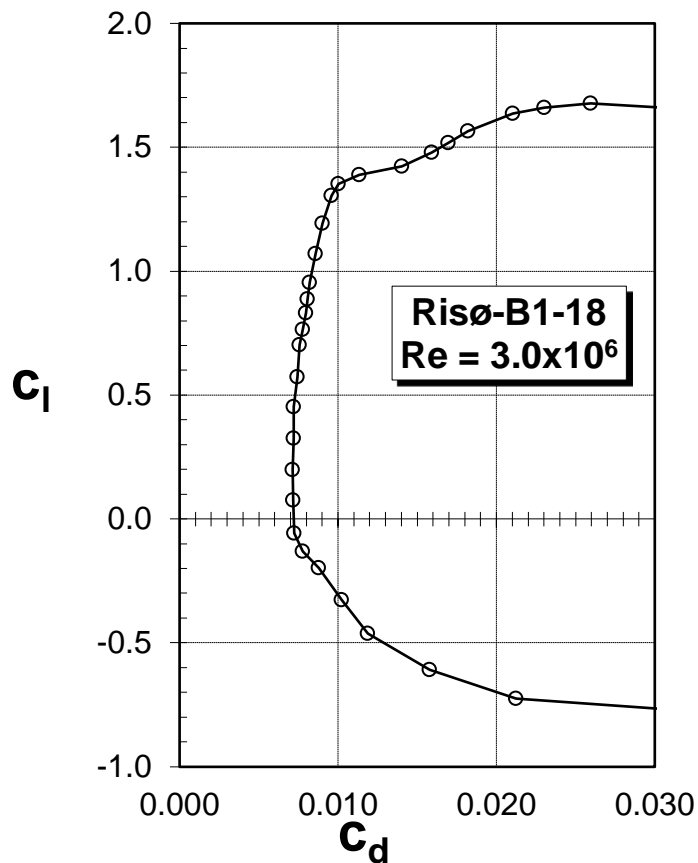
Hvad har DTU bl.a. brugt vindtunneler til inden for vindenergi?

Profil/vingesektions-design

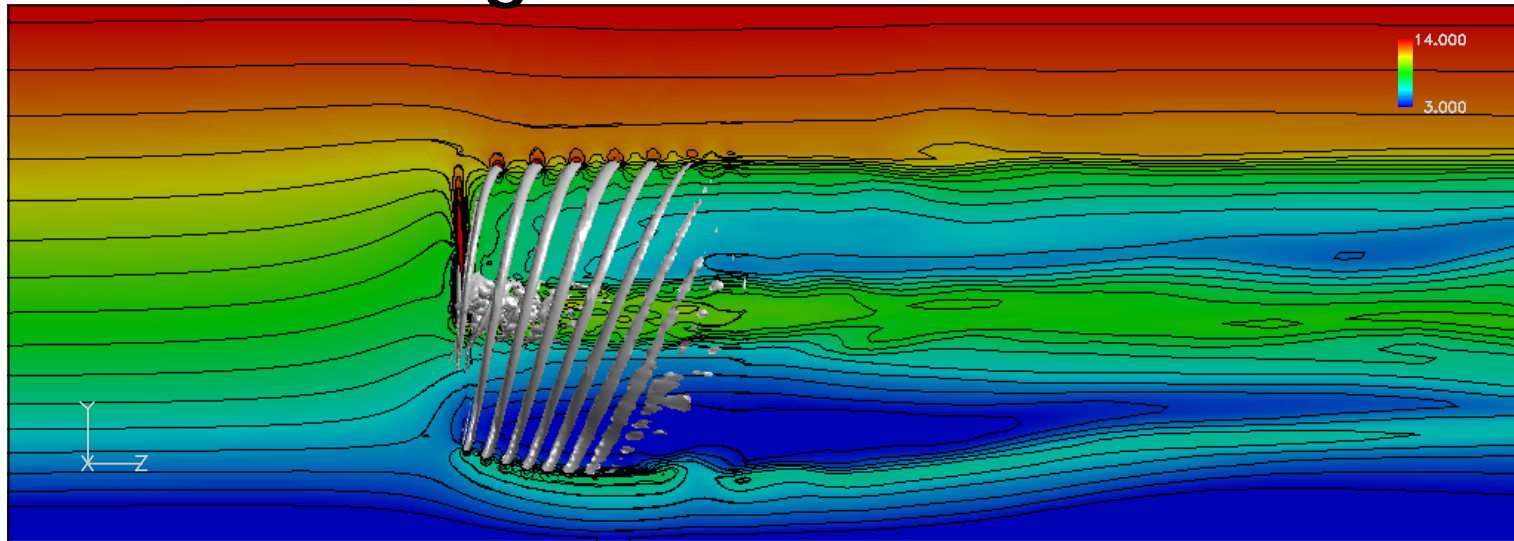
- Risø-A1, Risø-P, Risø-B1 og Risø-C2 profiler er designet af DTU Vindenergi og licenseres og anvendes af industrien
 1. Ruhedsufølsomme
 2. Høj aerodynamisk virkningsgrad
 3. Strukturel stivhed
 4. Høj kompatibilitet mellem vingesektioner
 5. Lav støj

Hvad har DTU bl.a. brugt vindtunneler til inden for vindenergi? Profil/vingesektions-design

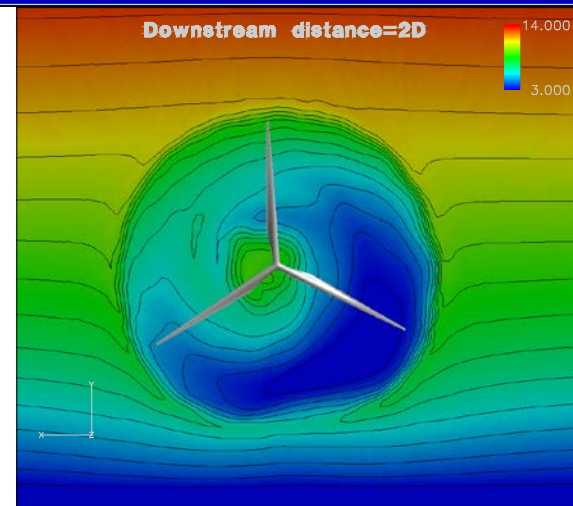
Resultatet fra test af profil/vingesektions-design




Hvad har DTU bl.a. brugt vindtunneler til inden for vindenergi? Rotorstrømning

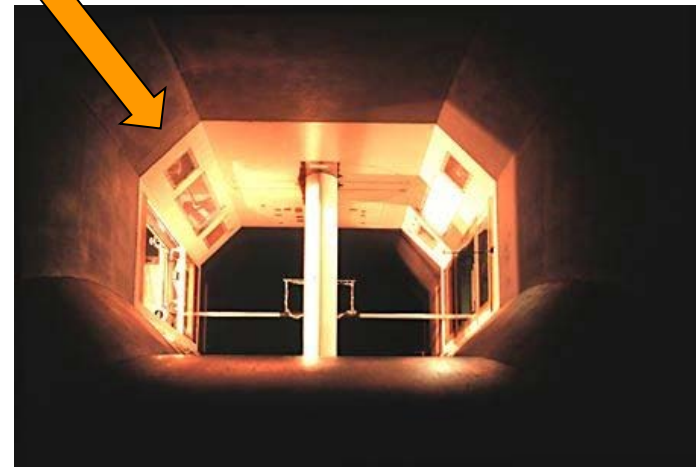
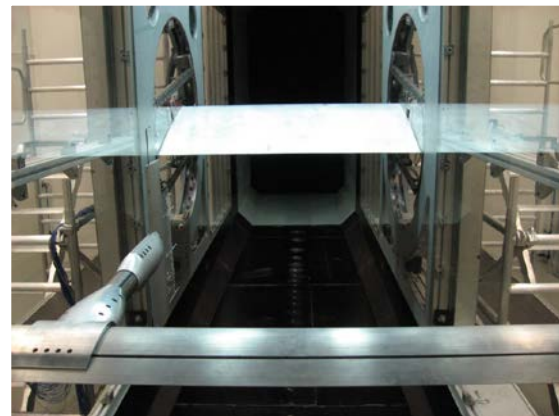
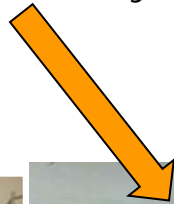
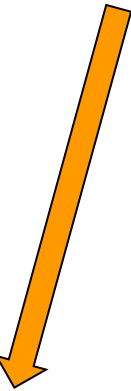


Resultater fra Computational Fluid Dynamics (CFD), EllipSys3D, et simuleringsværktøj dedikeret til vindenergi



Eksempler på benyttede vindtunneler til profiltests

- **Velux vindtunnelen, Østbirk** 
 - Åben testsektion, Reynoldstal op til 1.6mio
- **LM Wind Power vindtunnel, Lunderskov**
 - Lukket testsektion, Reynoldstal op til 6-8 mio
- **Delft LT vindtunnel, Delft, Holland**
 - Lukket testsektion, Reynoldstal op til 4 mio
- **Stuttgart Laminar Wind Kanal, Stuttgart, Tyskland**
 - Lukket testsektion, Reynoldstal op til 4mio



Eksempler på benyttede vindtunneler til profiltests

VirginiaTech vindtunnel



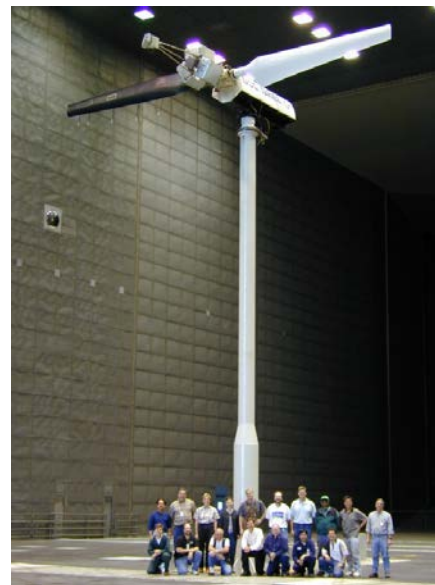
Lyddødt rum



Eksempler på benyttede vindtunneler til rotortests



Model rotor tests "MEXICO" (4.5m diameter) i DNW 9.5mx9.5m testsektion



Model rotor tests "NREL Phase VI" (10m diameter) i NASA Ames 24mx36m testsektion

Hvorfor har vi brug for en vindtunnel?

- Fordi aerodynamiske mekanismer på den måde kan testes under kontrollerede forhold
- Fordi forskningen vil komme et langt skridt videre, hvis vi kan teste ved højere Reynoldstal og måle aerodynamisk støj
- Fordi der derved hurtigere kan udvikles endnu mere effektive vindmøller
- Fordi værdien af vindmøller potentielt vil stige
 - Værdiforøgelsen vil i størrelsesordenen være:
 - 1% forøgelse i årlig energiproduktion → 150kkr/MW
 - 39,404MW blev globalt opstillet i 2010
 - 1% forøgelse i årlig global energiproduktion i 2010 → 5,9mia kr pr år
 - 1% forøgelse i energiproduktion er bestemt realistisk, men op til 10% er heller ikke umuligt

Historien bag Den Nationale Vindtunnel

- **Sommeren 2010:** I forbindelse med Forskningsministeriets udarbejdelse af en roadmap for forskningsinfrastruktur ansøgte DTU om en stor vindtunnel
- **April 2011:** Vindtunnelen blev udvalgt som én ud af seks forskningsinfrastukturer, hvis der kunne skabes national opbakning
- **December 2011:** En projektbeskrivelse blev indsendt til forskningsministeriet, hvor der fra den danske vindmølleindustri (Vestas, Siemens, LM Wind Power og Suzlon), universiteterne (AAU og AU) og GTS institutter (FORCE Technology) var enighed om at der var behov for en stor tunnel, og at den skulle placeres på DTU Risø Campus.
- **Maj 2012:** Vindtunnelen blev bevilget af Forsknings- og Innovationsstyrelsen
- **Juni 2012:** Bevilling fra Region Sjælland til værksteder blev bevilget
- **Nu:** En yderlig bevilling til testsektionsopbygning afventer

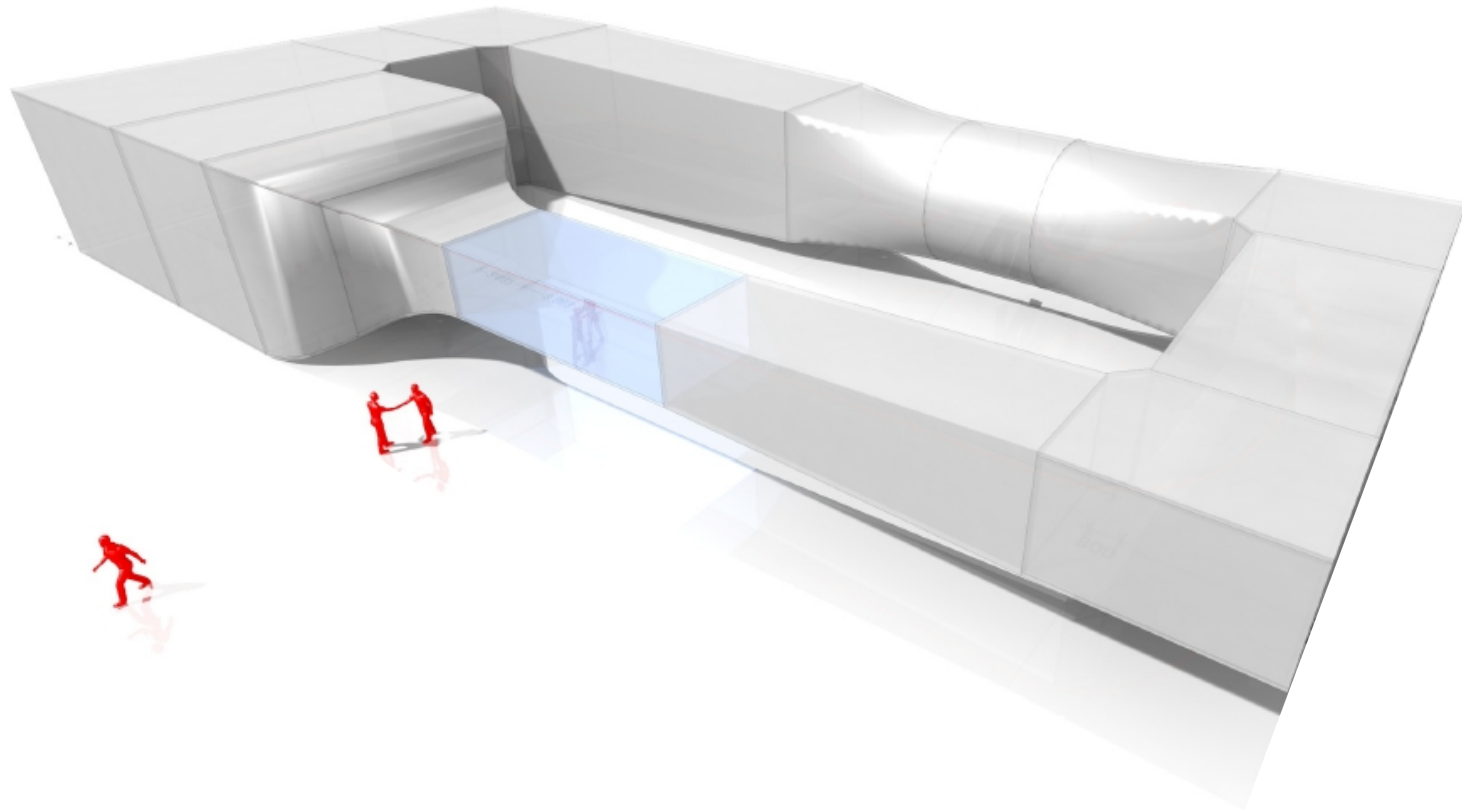
Vindtunnel specifikationer til profiltests

Fra national arbejdsgruppe

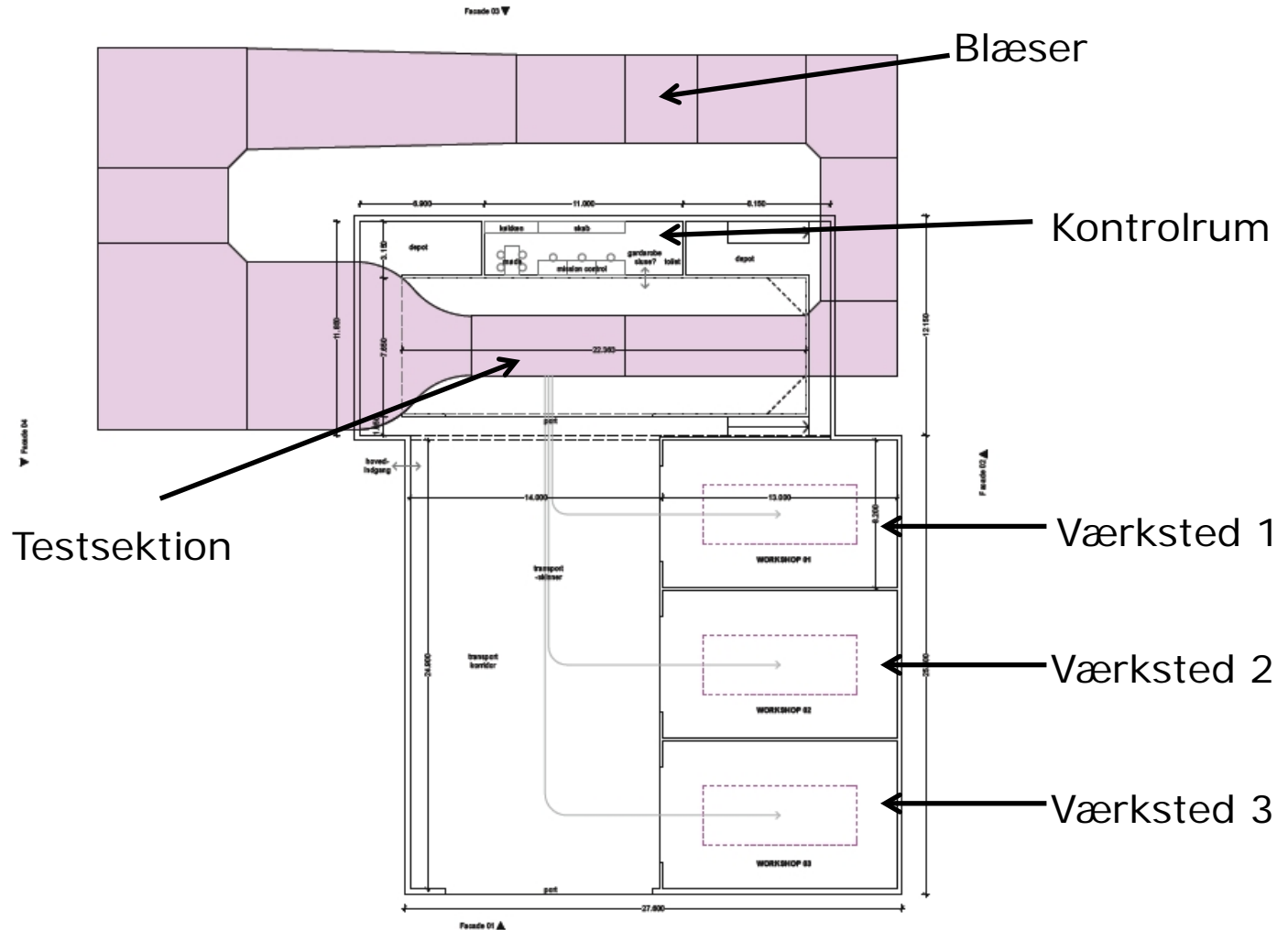


Beskrivelse	Værdi
<i>Testsektion</i>	
Design Reynoldstal [-]	6.0x10 ⁶
Design strømningshastighed[m/s]	82
Maksimum Reynoldstal [-]	7.8 x10 ⁶
Maksimum strømningshastighed [m/s]	105
Bredde [m]	3.30
Højde [m]	2.20
Længde [m]	8.50
Maksimal turbulensintensitet [%]	0.1
Lyddødt rum: Total støj ved 60m/s [dB]	70
Konstant temperatur [°C]	~25
Ensartet hastighedsprofil	X
<i>Hus</i>	
Areal [m ²]	~1000
Højde [m]	5
Indendørs temperatur [°C]	10 til 35
Separate værksteder	X
Nem arbejdsgang	X

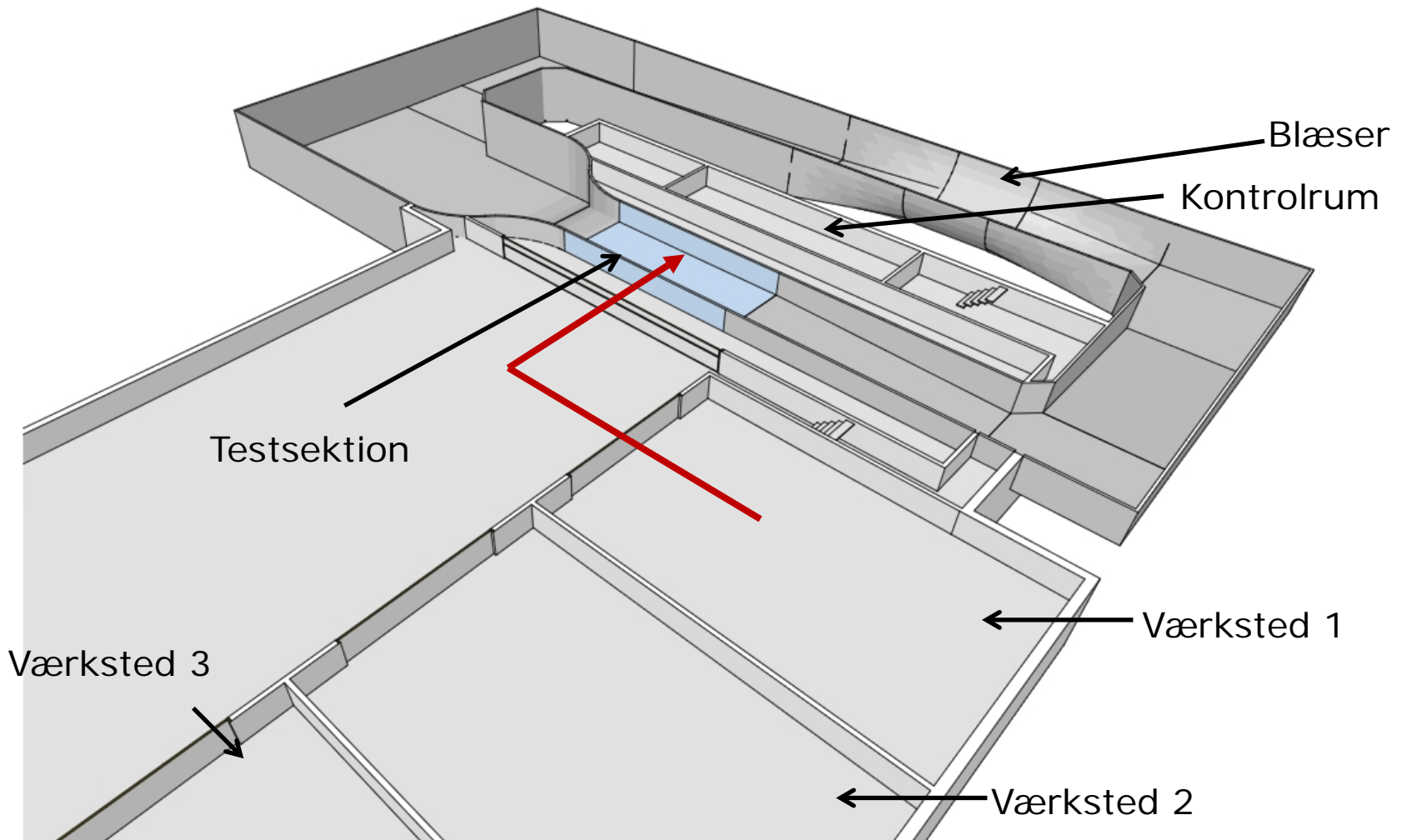
En skitse af vindtunnelen (1) (selve kanalen)



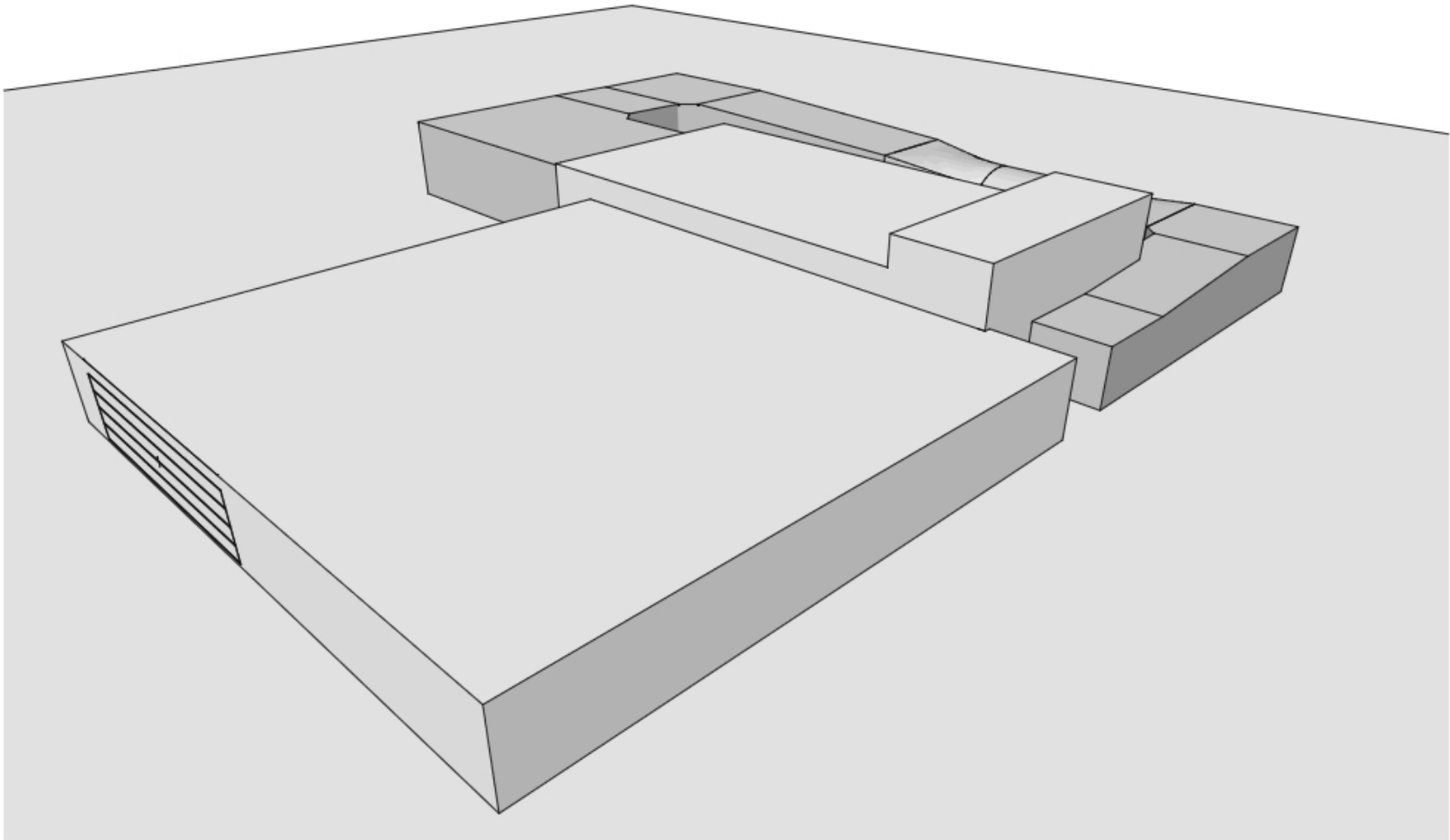
En skitse af vindtunnelen (2) (plantegning)



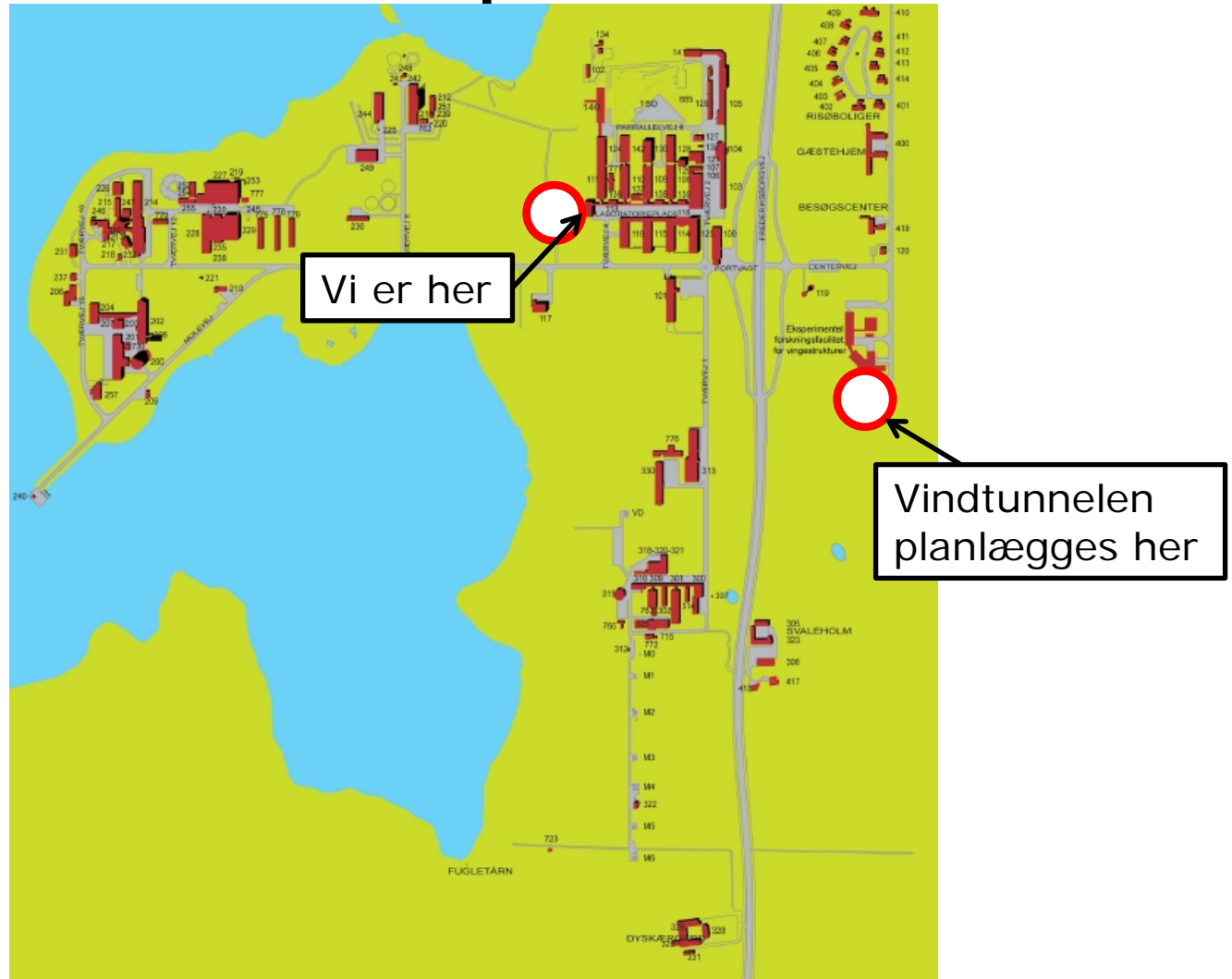
En skitse af vindtunnelen (3) (arbejdsgang)



En skitse af vindtunnelen (4) (i perspektiv)



Hvor skal vindtunnelen placeres?



Hvad er status lige nu?

- Projektet detailplanlægges lige nu
- Et første skitsedesign af vindtunnelen vil være klart sidste på året
- Vindtunnelen ønskes færdig i 2014
- Design og konstruktion af en vindtunnel er ikke en standardopgave og ikke en hyldevare
- Hver vindtunnel er specialbygget
- I detailplanlægning afklares de kritiske processer/flaskehalse og derfor vil en præcis tidslinie være klar i forbindelse med det første design