

Vind i ROSkilde - VIROS

Ebba Dellwik, Carsten Weber Kock, Niels-Erik Clausen og
Asger Bech Abrahamsen, DTU Vind Energi

Kontakt: asab@dtu.dk

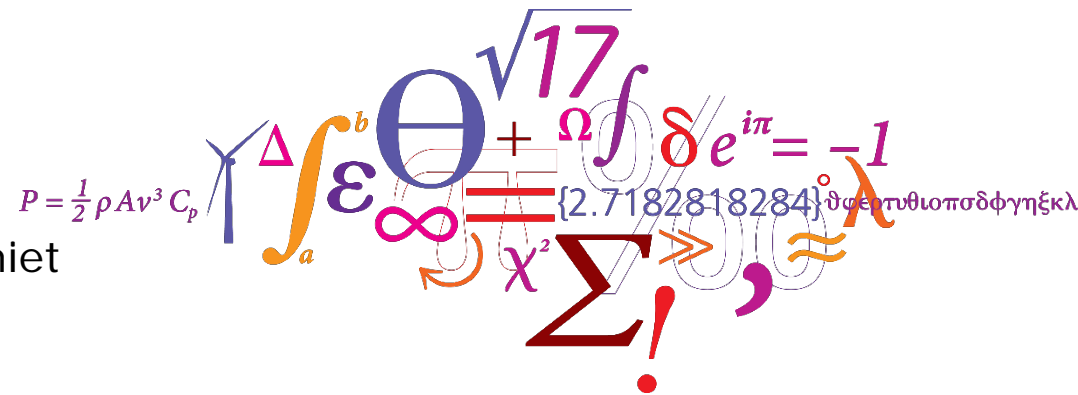
Tyge Kjær, RUC

Mikkel Sander, Roskilde Festival

Søren Hermansen, Energiakademiet

Musicon

EMD A/S



Klima-og Miljøudvalget Roskilde Kommune

5 December 2017

DTU Vindenergi

Institut for Vindenergi

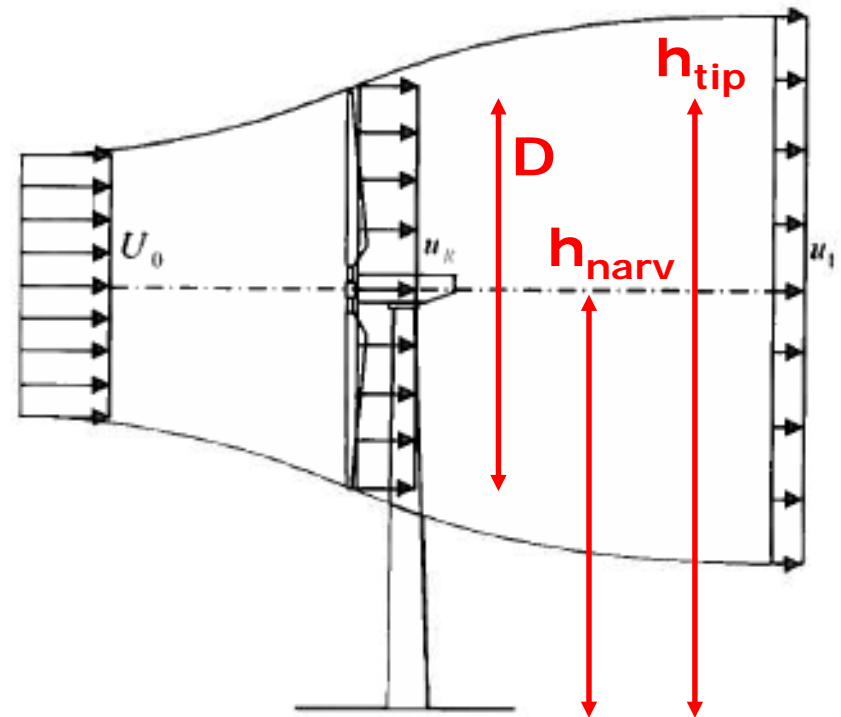
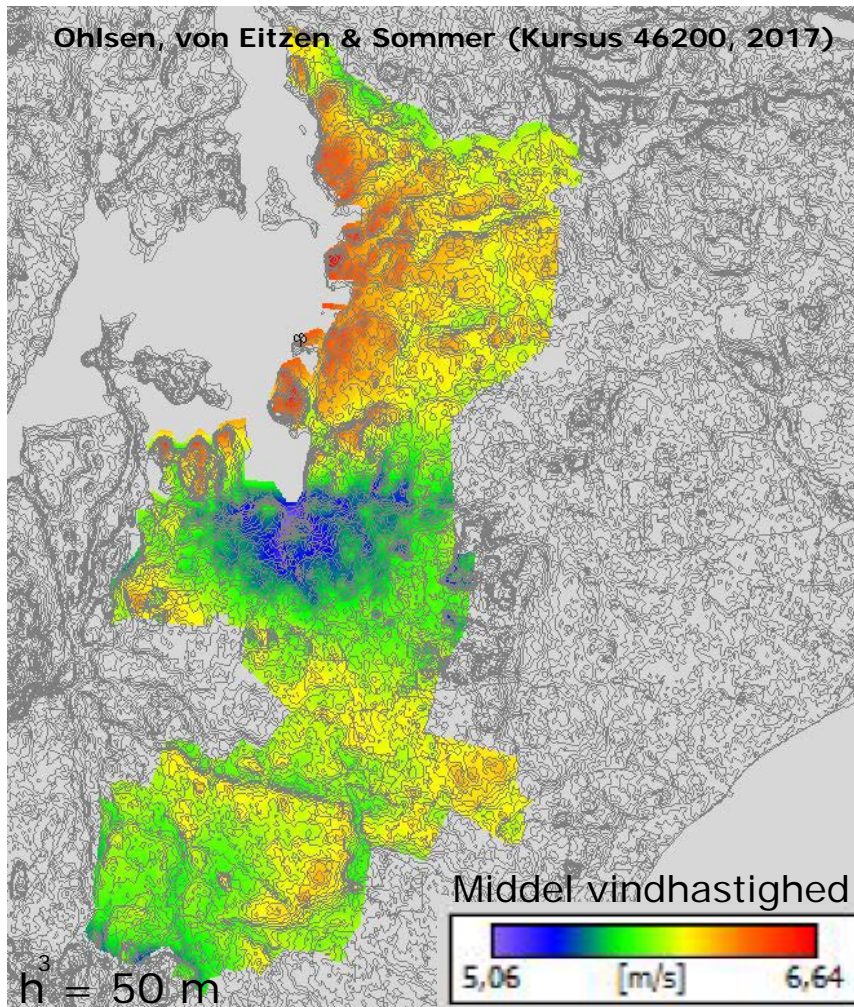


Indhold

- Motivation for VIROS
- CO₂ udledning og VIROS ambition
- Ny støtteordning for VE (2018-2019)
- VIROS muligheder og økonomi
- Anbefalinger (nu, 2018-2019, -2050)
- Konklusion

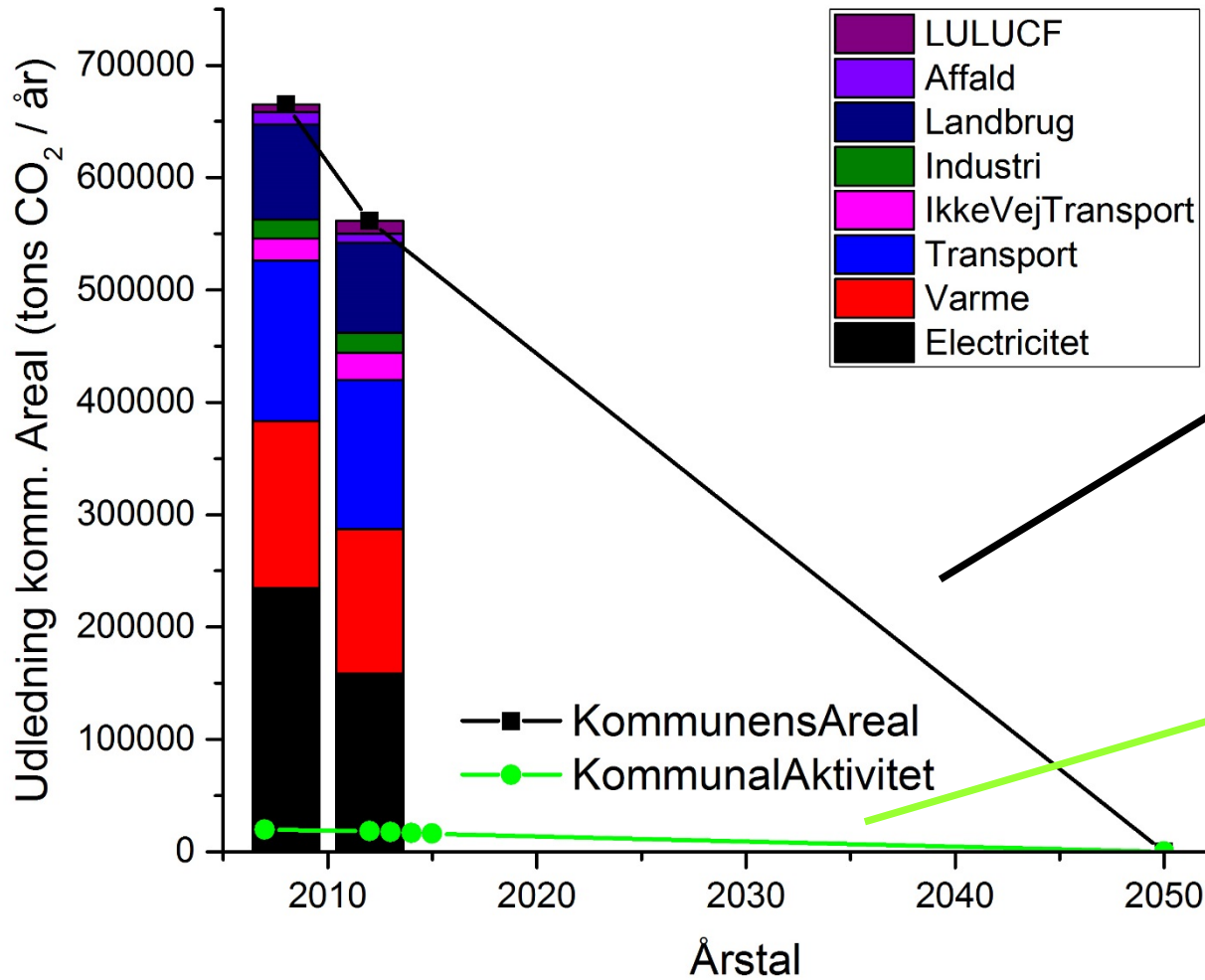
Motivation for VInd i ROSkilde - VIROS

Formålet med projektet er, at give anbefalinger til Roskilde kommune om hvordan en lokal vindenergi strategi med $h_{\text{tip}} < 100$ m kan give borgerne mulighed for, at medvirke til en grøn omstilling af kommunen frem mod 2050.



En vindmølle bremser vinden og bremse-energien kan laves til strøm

CO₂ udledning fra Roskilde og VIROS ambition



Kommunens areal

- 500000 tons CO₂/år
- ~ 50 stk V-164
- National / Regional strategi

Kommunal aktivitet

- 16000 tons CO₂/år
- ~ 15 stk V-52 møller
- ~ 20 % af CO₂ fra el
- Lokal strategi
- **VIROS mål**

Roskilde i 2050?

Bodil hvert 5 år?



Ingolf 29/10-17
(Berlingske)

Ny støttemodel for vind og sol i 2018-2019



Vedttaget 26 september 2017 af Venstre, Liberal Alliance, Det Konservative Folkeparti og Dansk Folkeparti:

<http://efkm.dk/media/11422/aftaletekst-om-ny-ve-stoettemodel-i-2018-2019.pdf>

- Årlig teknologi neutralt udbud og fast pristillæg
- Max 13 øre/kWh i 20 år ved bud for sol og vind i hele landet
- Krav : "**godkendt lokalplan, hvor klageretten er udtømt**"
- Landvind skal selv betale for net tilslutning

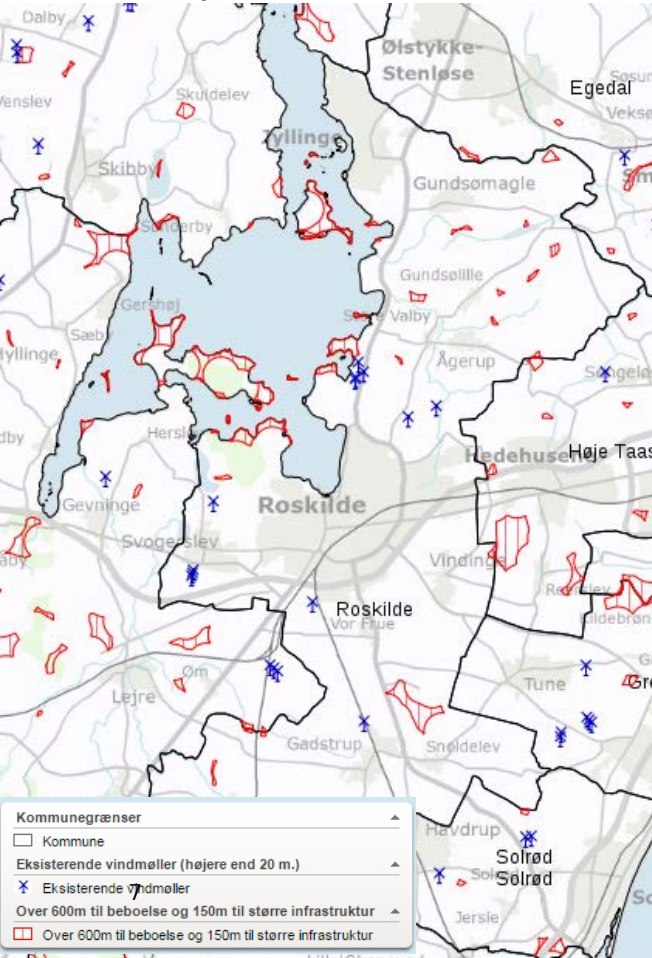
Indeholder **IKKE** regler for

- Lokale projekter (EU har undtagelser for borgerprojekter < 1 MW & 6 møller)
- Støtte til levetidsforlængelse af møller over design levetid

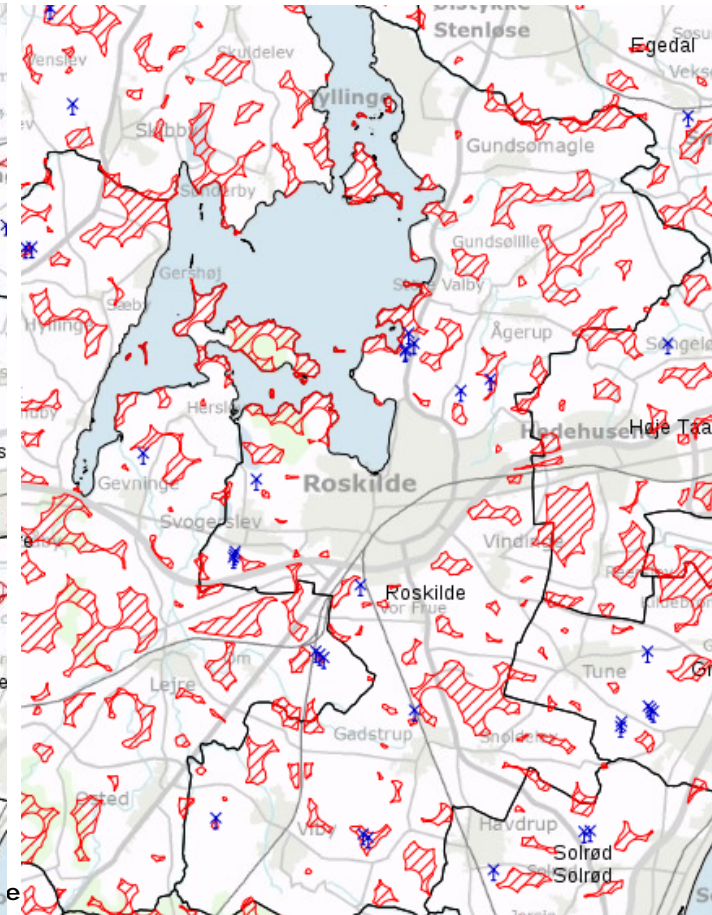
VIROS muligheder

Afstandskrav til beboede bygninger

$H_{tip} = 150 \text{ m}$

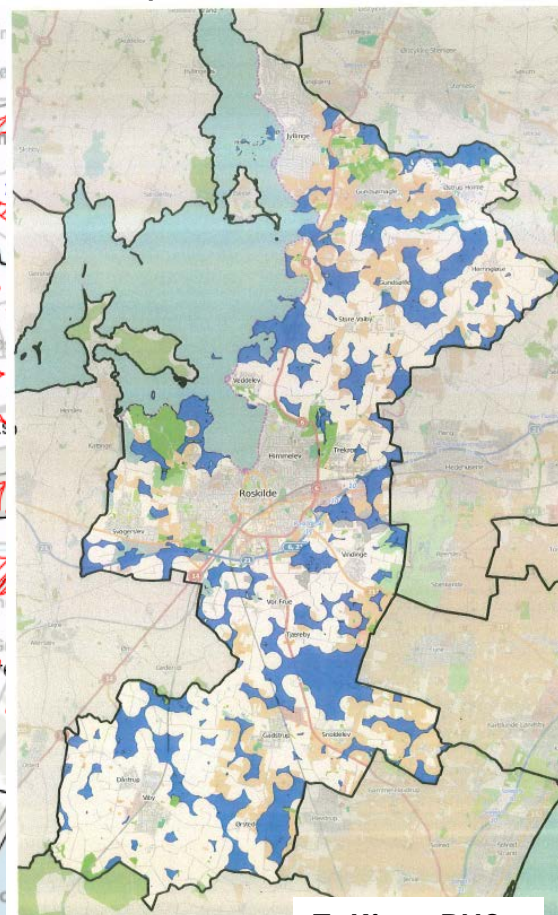


$H_{tip} = 100 \text{ m}$



Erhvervsstyrelsen (erhvervsstyrelsen.dk)

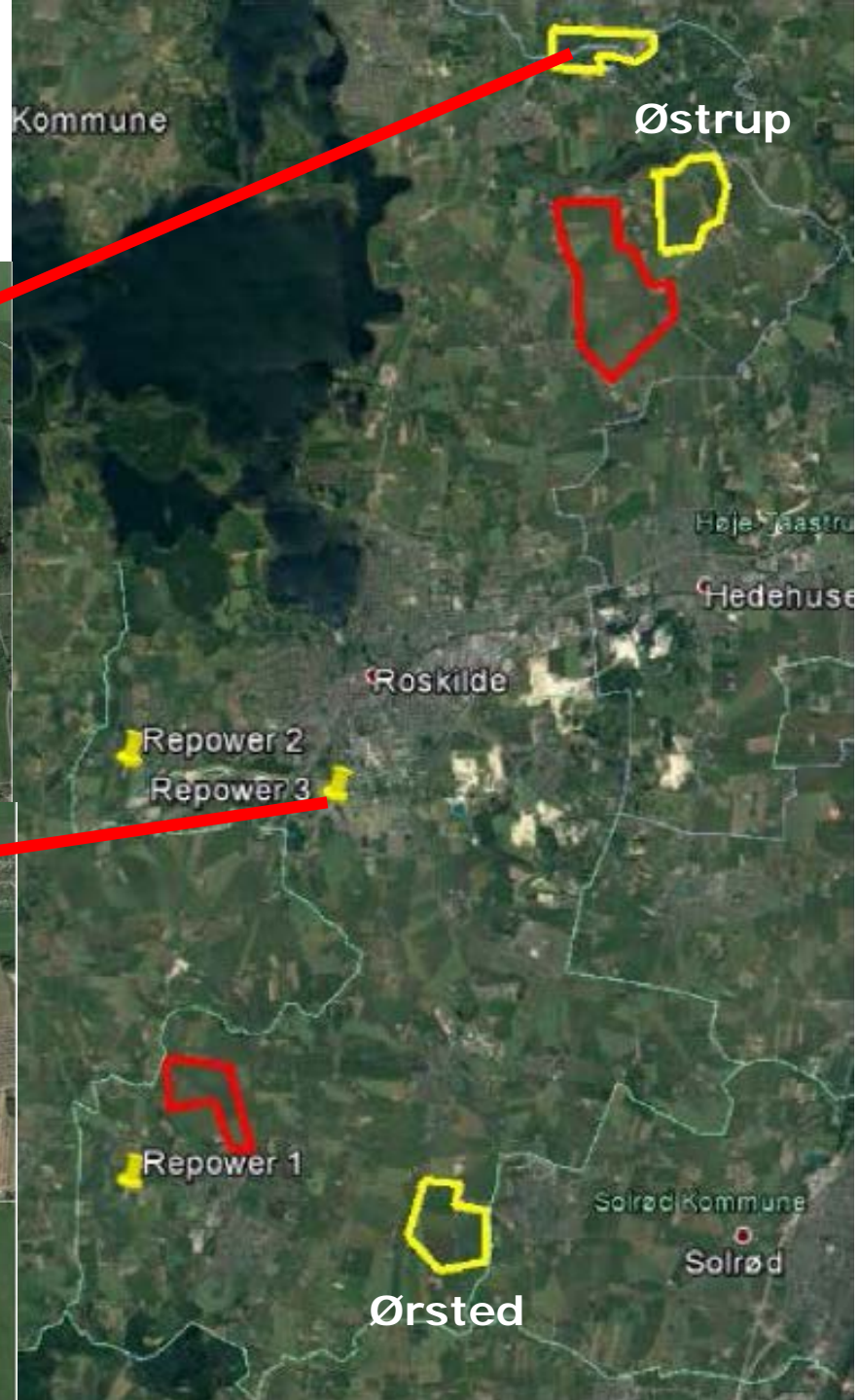
$H_{tip} = 80 \text{ m}$



T. Kjær, RUC

Eksempler på møller i land region og repowering

Ohlsen, von Eitzen & Sommer (Kursus 46200, 2017)



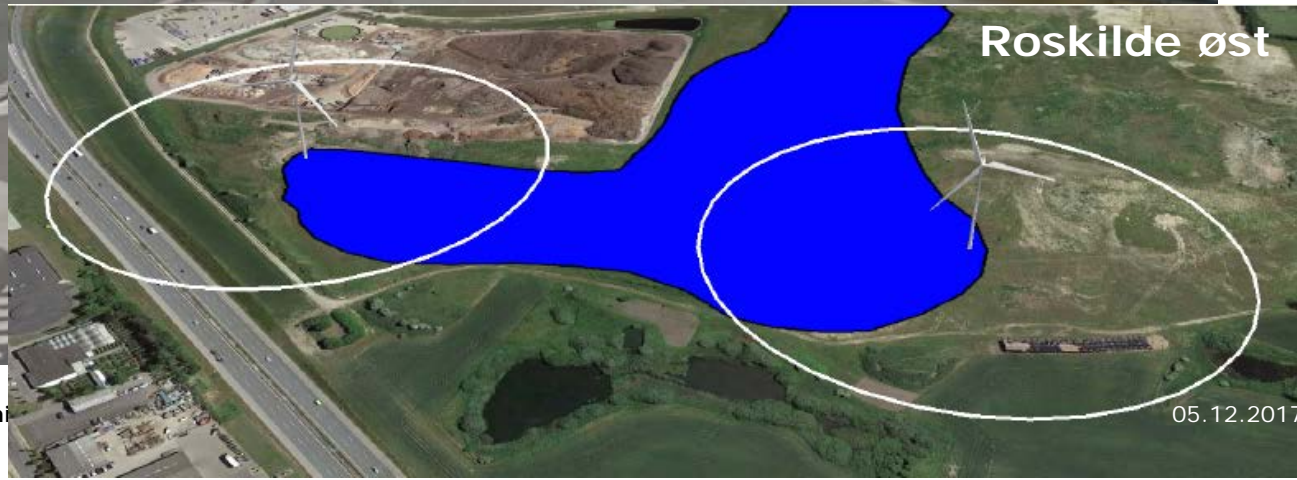
Eksempler på møller ved veje og jernbane

Eplov, Mosbech, Kazda & Menke (46200, 2017)



Kombiner vind + motorvej + oplade elbiler

Eplov, Mosbech, Kazda & Menke (Kursus 46200 vind farm planlægning, 2017)



100 m vindmøller i Danmark? EWT-61 på Tåsinge



2 x EWT-61

H = 77 m

P = 900 kW

Pris ~

1 M€ / mølle

Prototype

Godkendelse

EWT er fra
Holland

Overslag over anlægsudgifter og LCoE



| Investering | Levetid | 20 år | Rente | 4% |
|-------------------------------|-----------|-------------------|-------------------|------------------|
| Mølle | | V52 (Ikea) | EWT61-Kara | V52-Darup |
| Rotor diameter [m] | | 52 | 61 | 52 |
| Rotor areal [m ²] | | 2124 | 2922 | 2124 |
| Mølle effekt [MW] | | 0,85 | 0,9 | 0,85 |
| | kr /MW | Pris [kr] | | |
| Mølle | 7500000 | 6375000 | 7500000 | 6375000 |
| | % of cost | | | |
| Fundament | 6,5 | 414375 | 487500 | 414375 |
| Vej | 2 | 127500 | 150000 | 127500 |
| Internet | 1,5 | 95625 | 112500 | 95625 |
| Elnet | 0 | 0 | 480000 | 0 |
| Landanskaffelse | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Projektudvikling | 4 | 255000 | 300000 | 255000 |
| Diverse | 0,5 | 31875 | 37500 | 31875 |
| VVM | | 1000000 | 1000000 | 1000000 |
| Total investering | | 8299375 | 10067500 | 8299375 |

| Årlig energiproduktion | | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Placerng | | Ikea | Kara | Darup |
| Gns. Eksist. Møller | kWh/m ² | 602 | 619 | 636 |
| | | V52 (Ikea) | EWT61 (Kara) | V52 (Darup) |
| AEP [kWh] | | 1278477 | 1809007 | 1350684 |

| O&M | | | | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|
| Mølle | | V52 (Ikea) | EWT-61 (kara) | V52 (Darup) |
| | kr/kWh | | | |
| Først 10 år | 0,089 | | 0,10 | |
| Sidste 10 år | | | 0,12 | |
| Årlig drift- og vedligehold. | | 113784 | 204600 | 120211 |

Investering og O&M, kilde: "Vindmøllers Økonomi", EMD rapport feb. 2010

| Simpel LCoE [kr/kWh] | | | |
|----------------------|------------------|----------|-----------|
| EWT-61 (Kara) | | | |
| Nutidsværdi | | | |
| år | Investering [kr] | O&M [kr] | AEP [kWh] |
| 0 | 10067500 | | |
| 1 | | 178846 | 1739430 |
| 2 | | 171967 | 1672528 |
| 3 | | 165353 | 1608200 |
| 4 | | 158994 | 1546347 |
| 5 | | 152878 | 1486872 |
| 6 | | 146999 | 1429684 |
| 7 | | 141345 | 1374696 |
| 8 | | 135908 | 1321824 |
| 9 | | 130681 | 1270984 |
| 10 | | 125655 | 1222100 |
| 11 | | 144986 | 1175096 |
| 12 | | 139410 | 1129900 |
| 13 | | 134048 | 1086443 |
| 14 | | 128892 | 1044656 |
| 15 | | 123935 | 1004477 |
| 16 | | 119168 | 965844 |
| 17 | | 114585 | 928696 |
| 18 | | 110178 | 892977 |
| 19 | | 105940 | 858631 |
| 20 | | 101866 | 825607 |
| Sum | 10067500 | 2731636 | 24584993 |
| LCoE [kr/kWh] | 0,52 | | |

Der tages forbehold for ændringer
i endelig rapport

VIROS vindmøllelaug med 1 stk EWT-61

Antal andele: $\frac{1807 \frac{MWh}{\text{år}}}{1000 \frac{kWh}{\text{år}}} = 1807$

Pris per andel: $\frac{10068 \text{ kkr}}{1807 \text{ andele}} = 5572 \text{ kr}$

| | <u>VIROS (nu)</u> | <u>VIROS (2018-2019)</u> |
|-----------------------------|-------------------|---------------------------|
| Andel [kr] | 5572 | 5572 |
| Produktion [MWh/år] | 1807 | 1807 |
| El-pris [øre/kWh] | 20 | 20 |
| Støtte [øre/kWh] | 25 | 13 (Hvis bud vindes) |
| Indtægt [kr/år] | 450 | 200 (330) |
| Vedligehold [kr/år] | 113 | 113 |
| Netto indtægt [kr/år] | 337 | 87 (217) |
| Tilbagebetaling [år] | 17 | 64 (26) |

Anbefaling nu:

- $H = 100$ m som official anbefalet højde for møller i Roskilde (Byrådet).
 - Viser at møllefirmaer har et muligt marked
- Undersøg om en virksomhed i Roskilde kan bruge alt strømmen fra en 100 m mølle selv
 - Derved spare el-afgiften
 - Power Purchase Agreement (PPA)

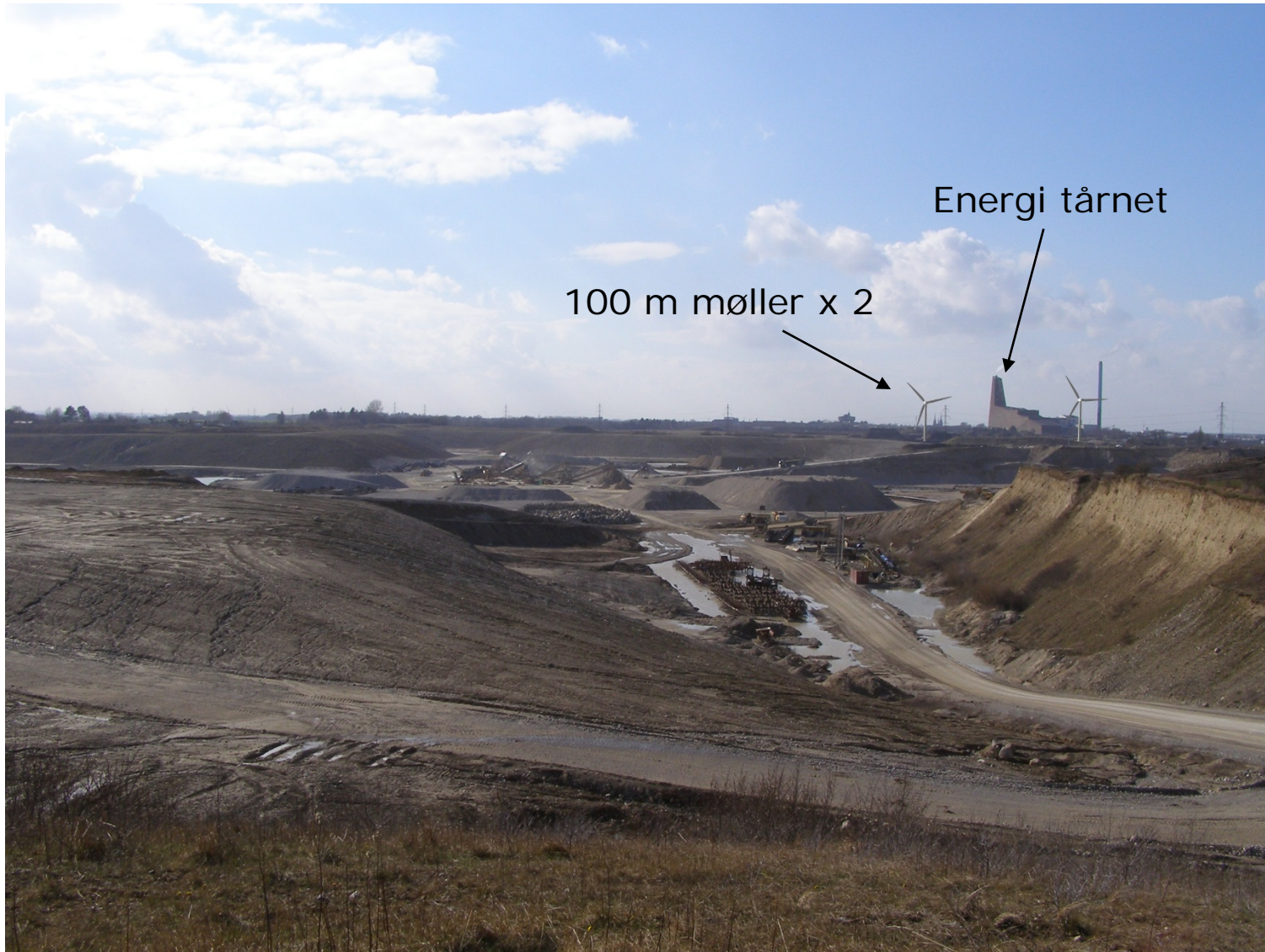
Anbefaling 2018-2019:

- Ordning for lokale projekter skal med i regler for vedvarende energistøtte efter 2020 hvis projekter i Roskilde skal have en chance i forhold til "Jysk vind kraft"
- Undersøge muligt projekt ved motor vejen
 - Stor virksomhed som aftager alt strøm fra mølle(r) ?
 - Crowd funding af vindmøllelaug til udarbejdelse af projekt, VVM og høring (1000 borgere samler hver 1000 kr). Trækkes fra andelsprisen hvis projektet realiseres?

Anbefaling – 2050

- Etablering af Roskilde Energi Park ved motorvejen ved at placere møller og el-lager i grusgraven, når denne bliver en del af Hedeland.
- Kobling til havvindmøllerne så der kan oplagres omkring 3 ugers strøm til Roskilde i el-lager i grusgraven.

Grusgrav syd for Kara set fra Østrevindingevej

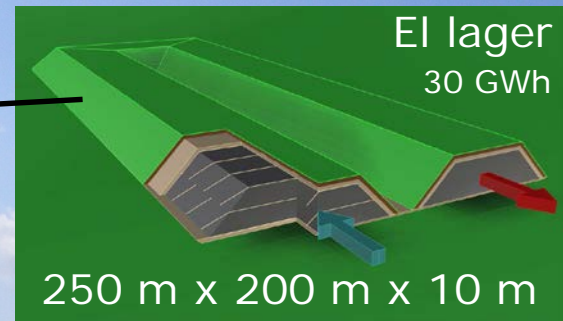


Kombiner vind + motorvej + oplade elbiler



Roskilde Energi Park = produktion + lager

Kan et varmt stenlager til strømproduktion indkluderes i projektet, således at der kommer en forbindelse til havvind?



Stiesdal 2016 & SEAS-NVE



Roskilde Energi Park

Roskilde el forbrug: 500 GWh/år

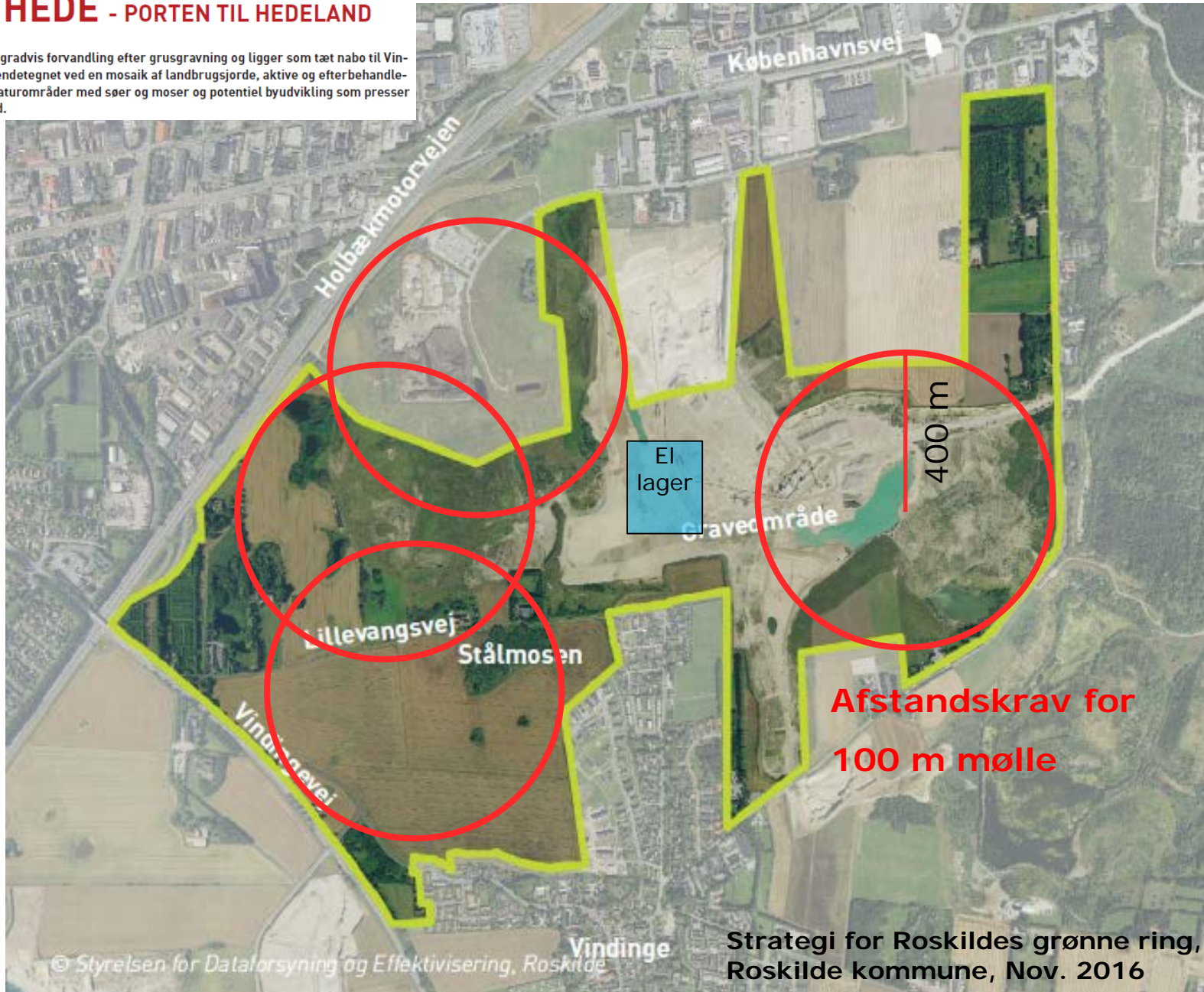
Lager: 30 GWh ~ 3 uger strøm for Roskilde

Møller: 15 stk V-52 ~ 20 GWh/år

Store hede : Lokal plan for grusgraven

STORE HEDE - PORTEN TIL HEDELAND

Store Hede er under gradvis forvandling efter grusgravning og ligger som tæt nabo til Vindinge. Området er kendetegnet ved en mosaik af landbrugsjorde, aktive og efterbehandlede grusgrave, små naturområder med søer og moser og potentiel byudvikling som presser sig på fra nord og syd.



Konklusion

- Vi anbefaler $H = 100$ m vindmøller for at vise at de er interessante for Roskilde Kommune.
- 100 m mølle ved Kara:
 - LCoE ~ 0.52 kr/kWh & 1800 andele af 5572 kr
- Crow funding af borgerprojekt med VVM og høringsfasen? PPA med stor virksomhed?
- Efterspørge støtte regler for lokale projekter i VE lovgivningen efter 2020
- Roskilde Energi Park hen mod 2050
 - Produktion kombineret med el-lager
- Endeligt borger-info møde om VIROS d. 23/1-2018
(Risø / Byens Hus)

VIROS partnere

- DTU Vind Energi** Afdelingen for vind energi under Danmarks Tekniske Universitet (DTU) er verdens førende inden for forskning og udvikling af vind energi.
- RUC** Institut for Mennesker og Teknologi under Roskilde Universitets Center er foretrukken samarbejdspartner for Roskilde Kommune inden for Energi planlægning.
- Roskilde Festival** Arrangerer en af Europas største musikfestivaler med en ambition om at være bæredygtig.
- Musicon** Udvikler en ny bydel i Roskilde med en ambition om en bæredygtig profil.
- Energiakademiet** Samsø Energiakademi har speciale i bæredygtig udvikling i tæt samarbejde med lokalbefolkningen og Samsø kommune med henblik på at blive Fossil Fri Ø i 2030.
- EMD A/S** Udvikler computer programmer til beregning af vindmøllers energi produktion og visualisering af møller i landskabet.

[http://orbit.dtu.dk/en/projects/vind-i-roskilde\(599465df-4aea-4c5d-945d-064ee155a6ff\).html](http://orbit.dtu.dk/en/projects/vind-i-roskilde(599465df-4aea-4c5d-945d-064ee155a6ff).html)

VIROS vindmøllelaug med Vestas V-80

- 2 stk Vestas V-80 møller med motorvejen i Roskilde
- Benyt økonomi fra prøvestenen : <https://provestenen.dk/kobs-og-driftsbudget/>

| | <u>Prøvestenen</u> | <u>VIROS (nu)</u> | <u>VIROS (2018-2019)</u> |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|
| Antal andele | 4055 | 3014 | 3014 |
| Pris/andel [kr] | 4937 | 6641 | 6641 |
| El pris [øre/kWh] | 20 | 20 | 20 |
| Støtte [øre/kWh] | 25 | 25 | 13 |
| Indtægt[kr/år] | 370 | 290 | 170 |
| Tilbagebetaling [år] | 11 | 23 | 39 |