Větrné elektrárny na stanovištích ohrožených námrazou

Důvody , následky a řešení

Vestas®
No. 1 in Modern Energy

Agenda

- Námrazové oblasti v Evropě
- Jak dochází ke tvoření námrazy
- Systémy detekující námrazu – Senzory
- Zkušenosti s detekčními systémy námrazy
- Technická řešení u VtE VESTAS

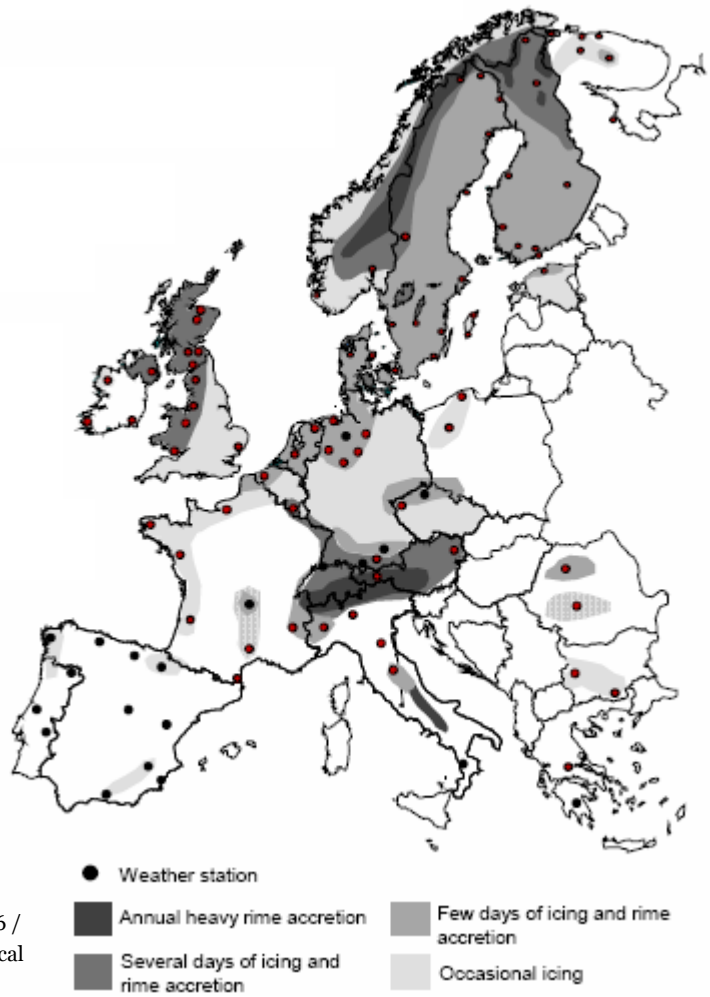
Vestas®
No. 1 in Modern Energy

Námrazové oblasti v Evropě – kde je třeba počítat s námrazou

- Výzkumný projekt finského meteorologického institutu podpořený EK
- Produkce větrné energie ve studených klimatech WECO)
- Období 1996 do 1998

- Výsledky:

  Námrazový atlas, Test námrazového senzoru, výpočtové modely, vytápění rotorových listů



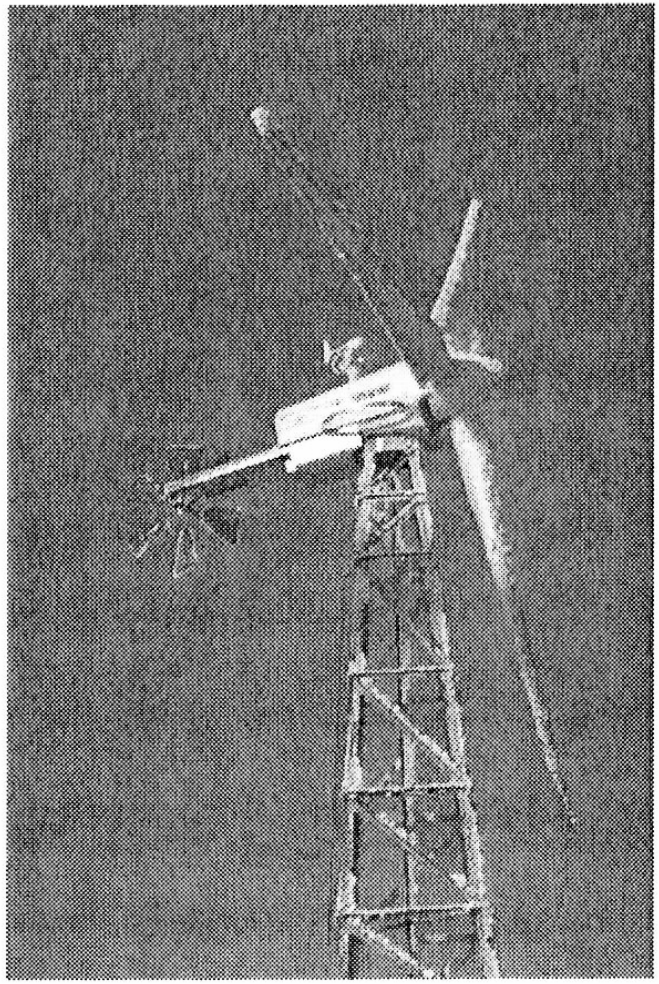
WECO „Eis-Karte“ von Europa

Seifert, Henry; Tammelin, Bengt: Icing of wind turbines: Final report; Jou2-CT93-0366 /
- Deutsches Windenergie-Institut, Wilhelmshaven (Herausgeber); Finnish Meteorological
- Institute, Helsinki. Wilhelmshaven: DEWI, 1997.

Vestas
No.1 in Modern Energy

Vznik námrazy

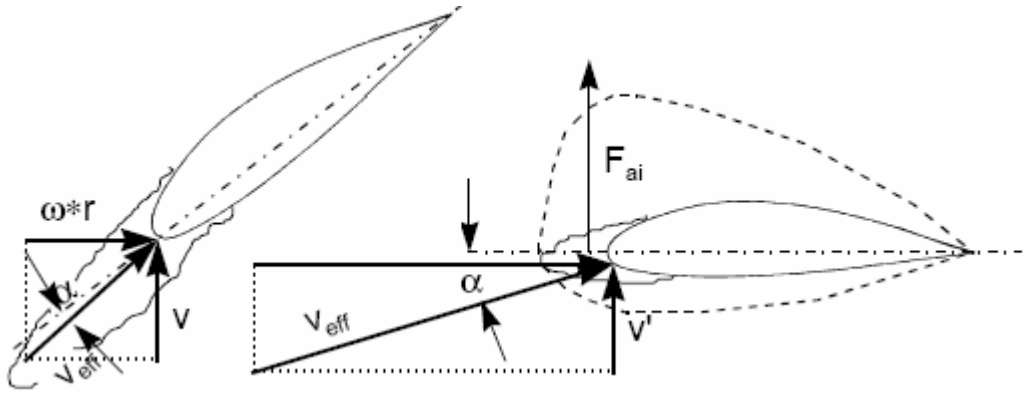
- Námraza vzniká působením
  - Přízemní mlhy
  - Námrazového deště
  - Nízkých mraků
- Námraza vzniká hlavně na listech rotoru (především v oblasti konců , přední hrany) a na strojovně (např. námraza na senzorech větru)
- Námraza v klidovém stavu- častější než za provozu



Henry Seifert, DEWI, Workshop –Eis und Felsen – Oberzeiring, 3/2005

Vestas
No.1 in Modern Energy

Námraza - vznik



v = rychlost větru

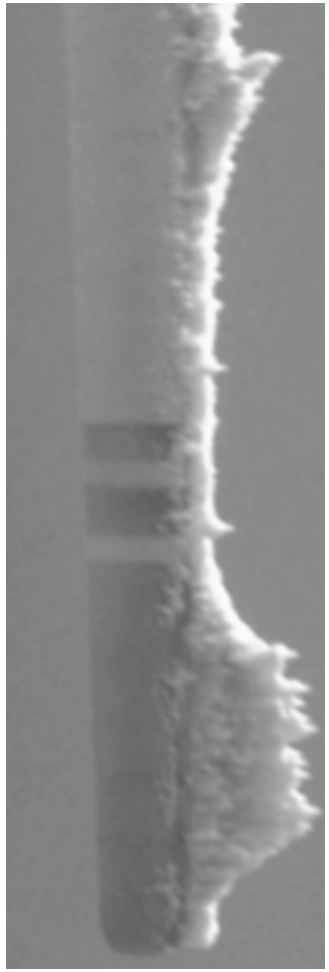
v' = redukovaná rychlost větru v úrovni rotoru -Místní radius

ω = úhlová rychlost rotoru

v_{eff} = efektivní nátoková rychlost větru na profil

α = úhel nastavení

- F_{ai} = Aerodynamická síla na námrazu



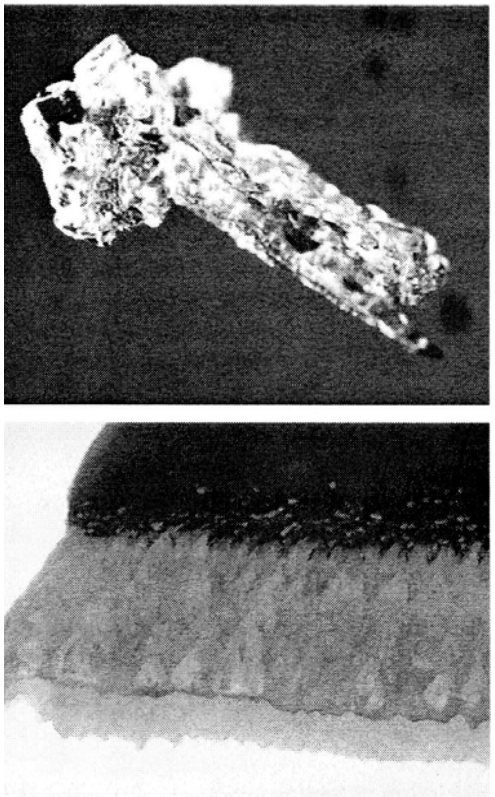
Betrieb von Windenergieanlagen unter Vereisungsbedingungen, Ergebnisse und Empfehlungen aus einem EU – Forschungsprojekt, Henry Seifert, Deutsches Windenergie – Institut GmbH, Wilhelmshaven, Deutschland

Vestas® No.1 in Modern Energy

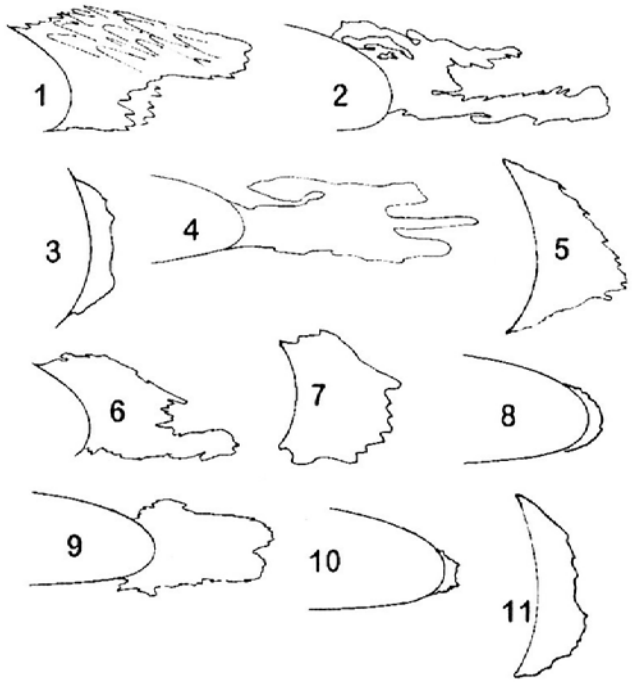
Typy námrazy

Čirá (horní obr.) a drsná (spodní obr.)

Formy a hustoty se značně liší



Různé formy nalezených kusů



Henry Seifert, DEWI, Workshop –Eis und Felsen – Oberzeiring, 3/2005

Vestas®
No.1 in Modern Energy

Detekční systémy námrazy

Různé systémy různých výrobců na trhu:

- Sensor Typ A: vyhřívaný a nevyhřívaný Anemometr – naměřené rychlosti vykazují rozdíl
- Sensor Typ B: Ultrazvukový odraz – měřeno chování měřícího drátu, měřitelné jsou hodnoty bez a s námrazou
- Sensor Typ C: chování reflexe světelného vodiče – námraza mění odraženou složku světla
- Sensor Typ D: chvění rotorových listů – změnou hmotnosti v důsledku námrazy dochází ke změně vibrací rotoru.
- Sensor Typ E: Reakce výkonu (výkonové křivky) větrné elektrárny - námraza redukuje výkonovou schopnost zařízení
- atd…

Vestas
No. 1 in Modern Energy

Zkušenosti

- Různí výrobci testovali různé systémy a sbírali zkušenosti
- Vestas Central Europe má v provozu více než 600 systémů
- Zkušenosti ukazují, že pouze jeden detektor na strojovně nedostačuje
- Germanische Lloyd Wind sestavil spolu s výrobci technické zásady (návod pro technické systémy) jako základní podklad pro provoz VtE ve studených klimatických podmínkách
- Detekční námrazové systémy Vestas jsou dle toho návodu certifikovány

Vestas®
No. 1 in Modern Energy

Používané systémy

- Vestas používá zjišťování námrazy pomocí změny vibrací rotorových listů
- Tyto systémy „se naučí“ chování každého listu rotoru
- Detekční proces zjistí námrazu v rozsahu 10 kg (při hmotnosti rotorového listu ca. 6.500kg)
- Tento systém je vhodný pro bezpečné rozpoznání provozu listu prostého námrazy (bez zatížení námrazou)
- Množství použitých systémů ve větrném parku je třeba volit podle podmínek na daném stanovišti a typu podle námrazy.
- Použitím bezpečné detekce lze minimalizovat nejen zatížení zařízení , ale především zajistit bezpečnost osob.

Vestas®
No. 1 in Modern Energy