

# Bruk av klimadata for byggningsfysisk prosjektering.

## Metoder for geografisk differensiering. Resultater fra et dr. grads arbeid.

Kim Robert Lisø

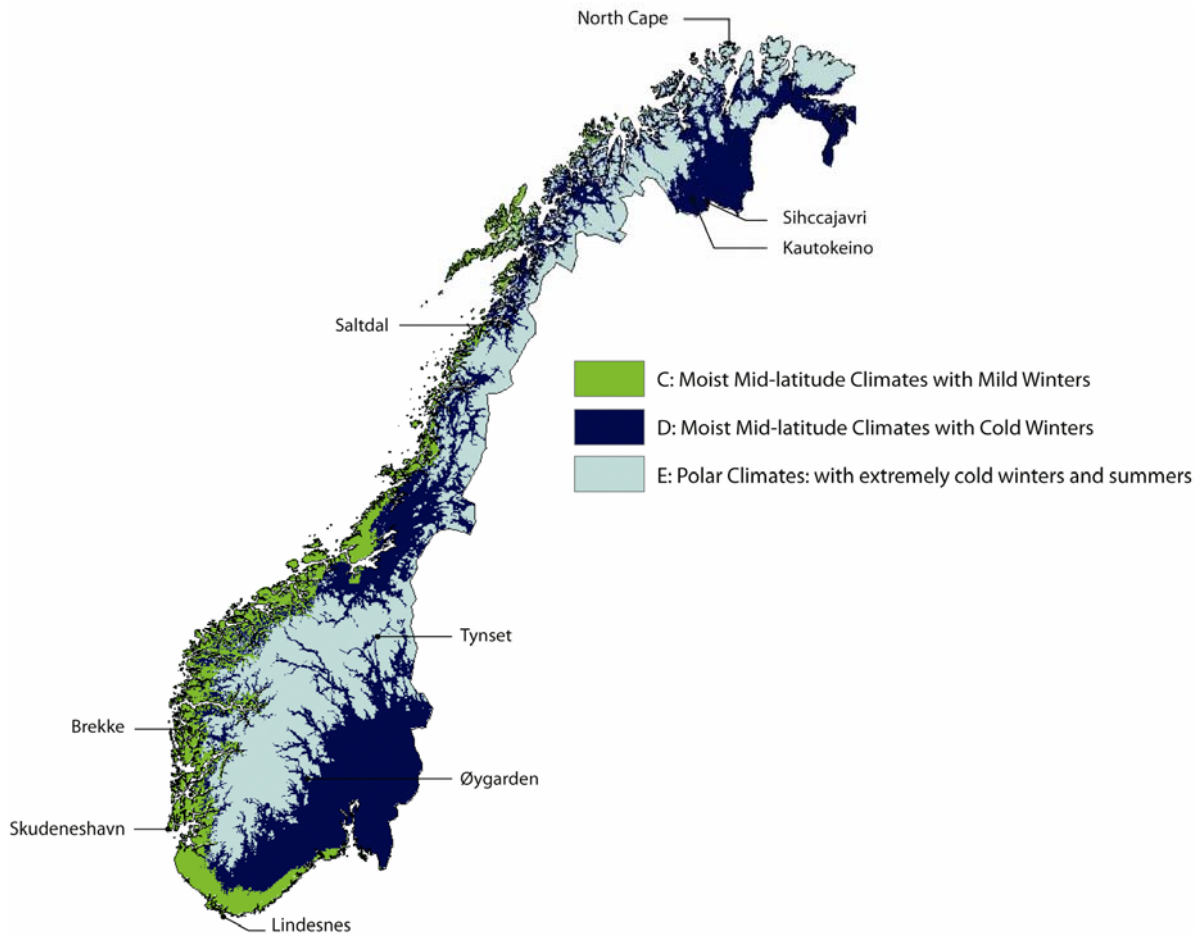
**Norsk byggningsfysikkdag 2006**

Thon Hotel Vika Atrium, 30. november, 2006

Lisø, K.R., 2006:

*Building envelope performance assessments in harsh climates: Methods for geographically dependent design.* Doctoral theses at NTNU 2006:185, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Faculty of Engineering Science and Technology, Department of Civil and Transport Engineering

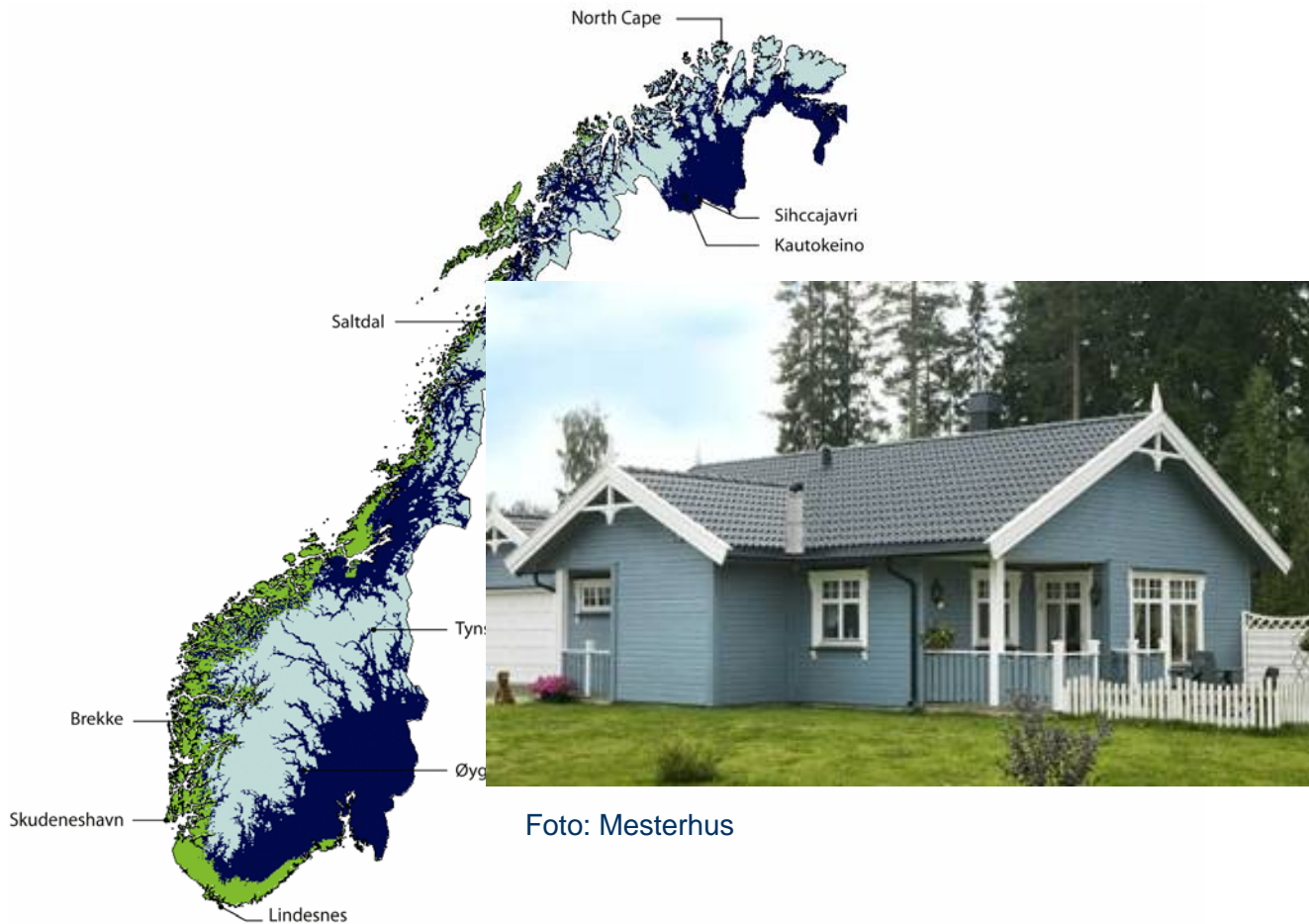
# Ekstreme klimavariasjoner I



The climate of Norway based on the Köppen Climate Classification System

- Skudeneshavn har en årsmiddeltemperatur lik  $7.7^{\circ}\text{C}$ .
- I høyfjellet har store områder en årsmiddeltemperatur lik  $-4^{\circ}\text{C}$  eller mindre

# Ekstreme klimavariasjoner II



↑ 3,5 meter nedbør i et normalår:  
↓ Flere steder i Sogn og Fjordane og Hordaland.

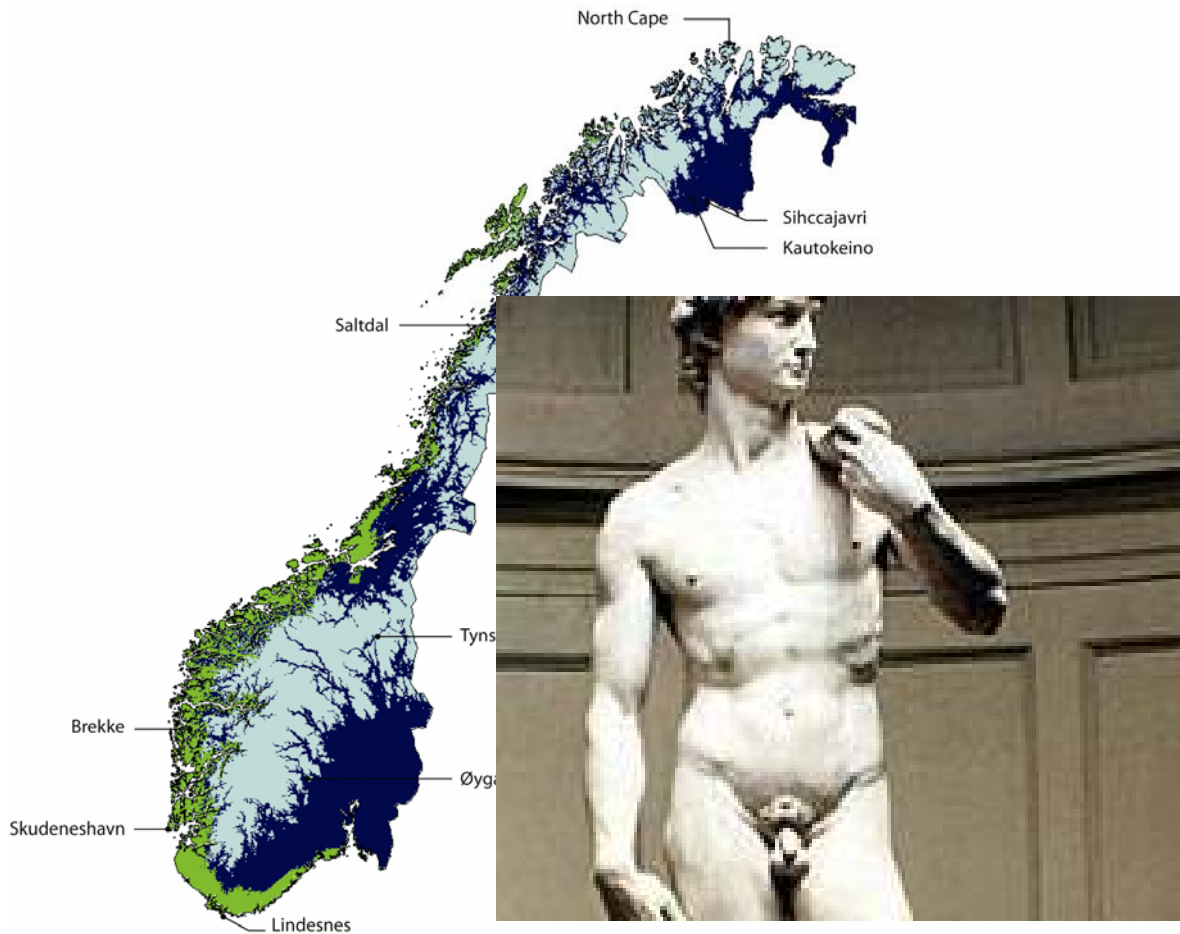
# Ekstreme klimavariasjoner III



Matre i Hordaland:  
2,76 m nedbør i året

(Verdens lengste  
mann, 2,72 m)

# Ekstreme klimavariasjoner IV



Michelangelo (1475-1564): David.

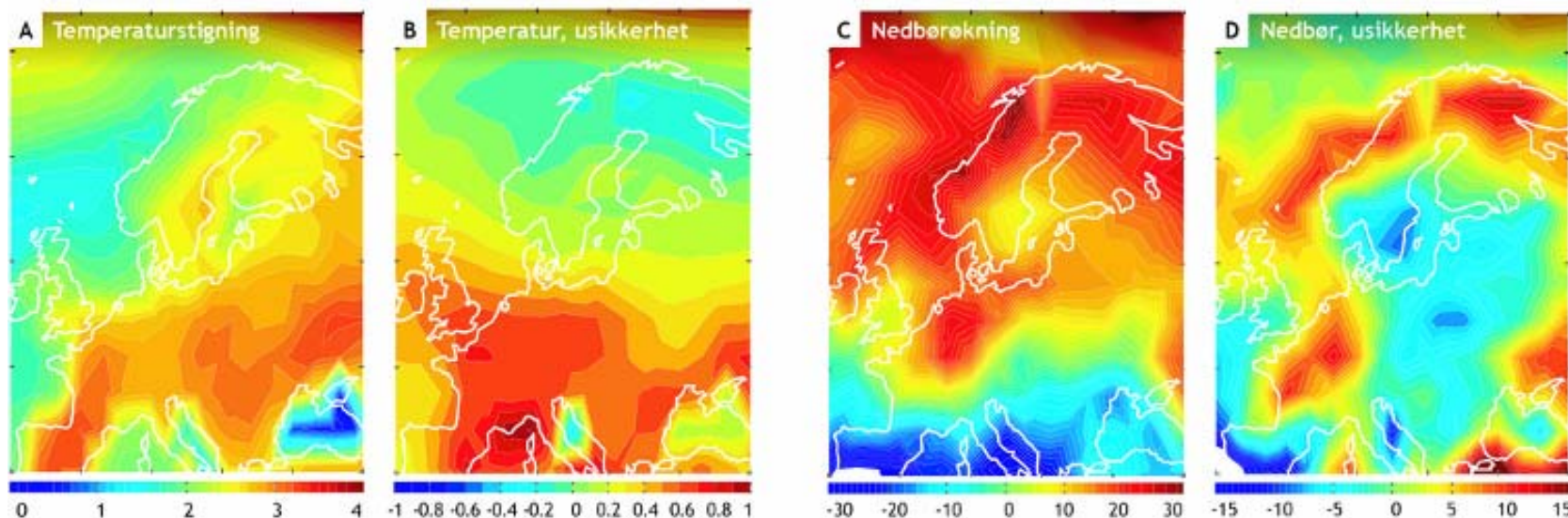
Mindre enn 300 mm nedbør i året:

Flere steder i Oppland, Nordland, Troms og Finnmark

Største døgnet nedbør:  
206.0 mm, Grøndalen (Sogn og Fjordane) 11. januar 1992



# Mulige klimaendringer de neste 100 år



Klimaendringer beregnet med Bergen Climate Modell for CMIP2-scenariet når CO<sub>2</sub>-mengden er doblet (TCR). Regionalt utsnitt, ikke nedskalert. **Temperaturstigning (°C)** og **nedbørøkning (%)** for eksperimentet med størst regional temperaturstigning vises i hhv. (A) og (C). Forskjellen mellom eksperimentene med hhv. størst og minst regional temperaturstigning vises for temperatur (B) og nedbør (D). For temperatur er signalet og forskjellen mindre i Skandinavia enn ellers i Europa. For nedbør er både signalet og forskjellen stor i Skandinavia og ellers i Europa (fra Regclim brosjyre 2005)

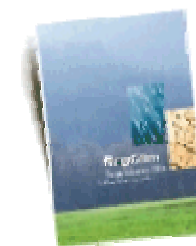




Foto: Yngve Olsen Sæbbe, Nordlys









# Videreutvikling av Byggforskserien

- Hovedmålet med serien er å utvikle gode anvisninger, løsninger og anbefalinger, basert på forskning og erfaring.
- Løsningene har i utgangspunktet et sikkerhetsnivå som er ment å passe for alle deler av landet.
- Men, i de fleste tilfeller gir klimadifferensierte løsninger og anbefalinger det mest pålitelige sikkerhetsnivået.
- **Utvikling av metoder for angivelse av geografisk differensierte anbefalinger.**

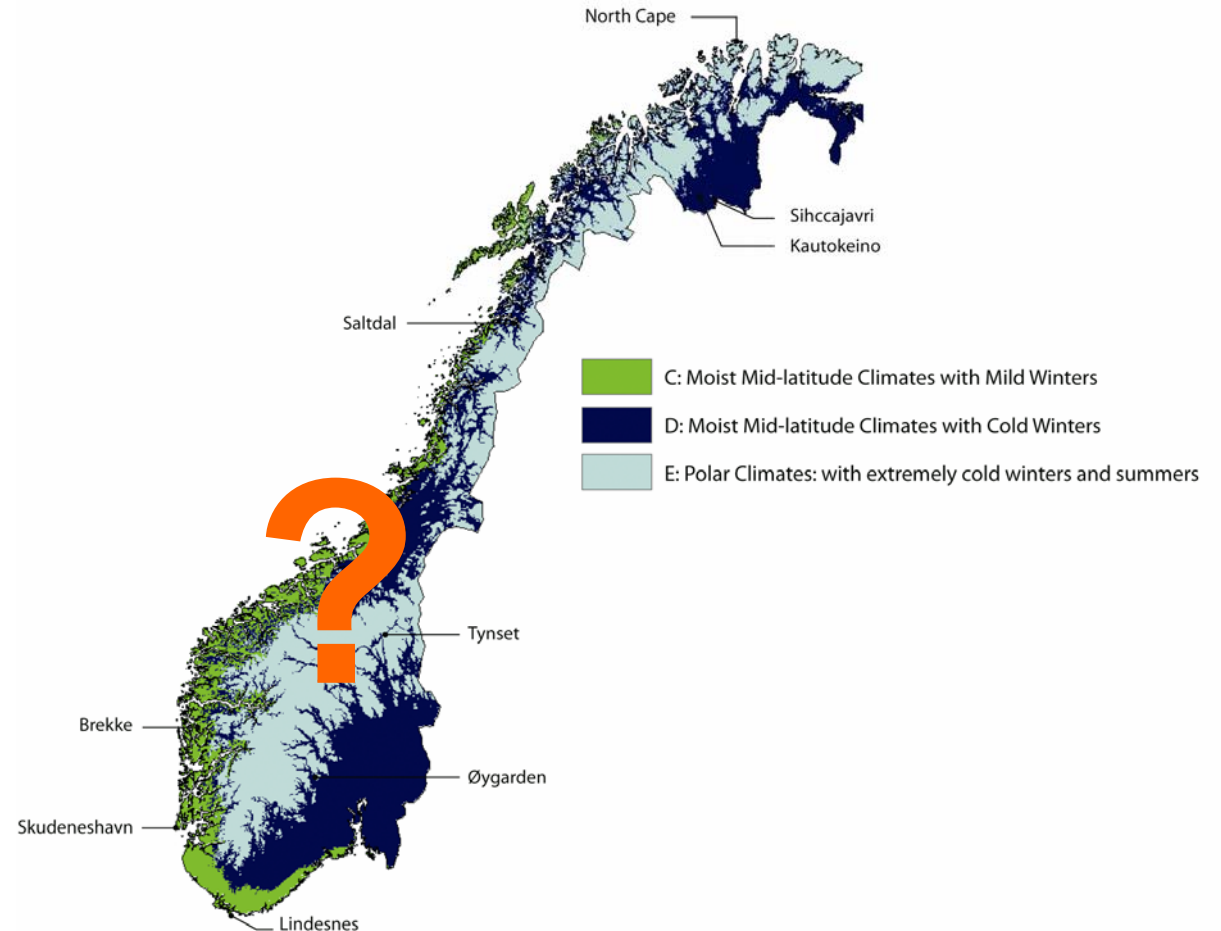


# Utgangspunkt

- Stedsspesifikke klimadata og –indekser har historisk sett bare i begrenset grad vært brukt systematisk som underlag for geografisk differensierte vurderinger av en teknisk løsnings egnethet i et gitt klima.
- Sammenhengen mellom klimaet og nedbrytning av materialer og konstruksjoner er kompleks.
- Klimaet og topografien i Norge stiller strenge krav til utforming og lokalisering av bygninger
- Levetiden til klimaskjermen avhenger sterkt av lokale klimapåkjenninger.
- **Behovet for geografisk differensierte anbefalinger er stort.**

# Upresise klimabeskrivelser

<b>Upresis formulering</b>
<b>Værutsatte områder</b>
<b>Høye frostmengder</b>
<b>Vanlig utendørsklima på Østlandet</b>
<b>Værpåkjente fuger</b>
<b>Værharde kyststrøk og på steder med sterk luftforurensing</b>
<b>Moderat værpåkjening</b>
<b>Mildt klima</b>
<b>Kystklima/innlandsklima</b>
<b>I særlig/ middels aggressivt miljø</b>
<b>Ved beskjedne klimapåkjeninger</b>
<b>Steder med en del slagregn</b>
<b>Mye/lite slagregn</b>





# Klima og bruksbegrensninger i NTG

- Værharde steder/ strøk
- I spesielt korrosive miljøer
- Ved normale klimapåkjenninger
- På steder med lokale forurensningskilder
- **I mildt, fuktig klima**
- Steder med mye slagregn
- **I tørt innlandsklima**
- I lite korrosivt miljø
- Steder med mye vind- og slagregnpåvirkning
- Hvor topografien kan gi ekstreme vindlaster.
- Spesielt høye vindlaster
- I aggressivt (surt) miljø
- Steder hvor det kan forventes betydelige vannmengder
- **Ved fuktige forhold**
- Nordisk klima
- Steder med spesielt korrosiv atmosfære
- Snørike strøk
- **Utsatte kyst- og fjellstrøk**
- Mye/ lite snø
- Mye slagregn.

# Behov for klimadifferensiering

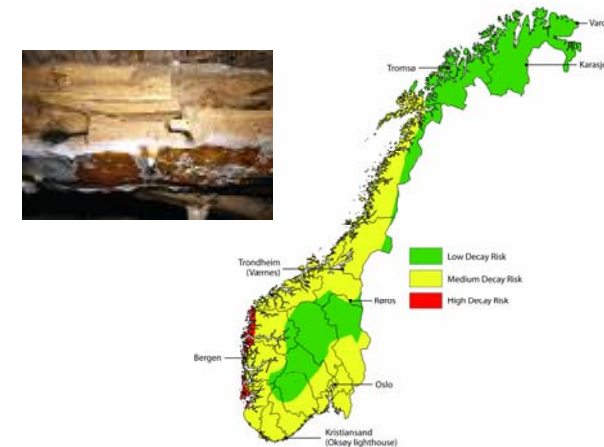
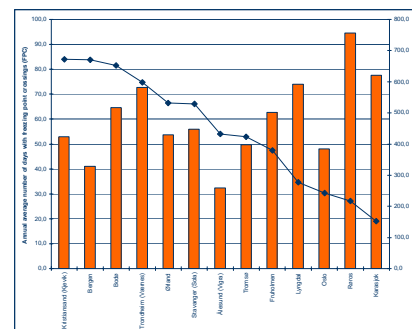
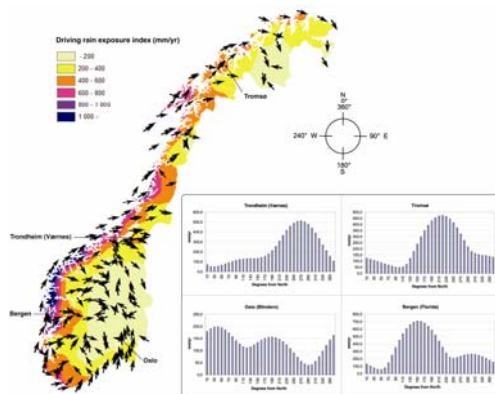
- Ofte er det nødvendig å fraråde bruk av en gitt teknisk løsning, fordi klimabetingelsene tilsier at løsningen mest sannsynlig ikke vil oppnå sin forventede levetid, eller fordi klimaet medfører høy risiko for skader.
- Klimapåkjenningene må uttrykkes som en funksjon av klima-, material-, funksjonsegenskaper.
- Resultatet skal bli nasjonale kart med klimasoner for bygningsfysisk riktig prosjektering og design av klimaskjermen.
- Klimaindekser kan også brukes til å vurdere mulige virkninger av klimaendringer.



# Geografisk differensiert design

## 3 metoder

- Frostnedbrytningsindeks for porøse, mineralske bygningsmaterialer.
- Indeks for vurdering av potensialet for råte i trekonstruksjoner i ulike klima.
- Nytt slagregnkart for Norge.





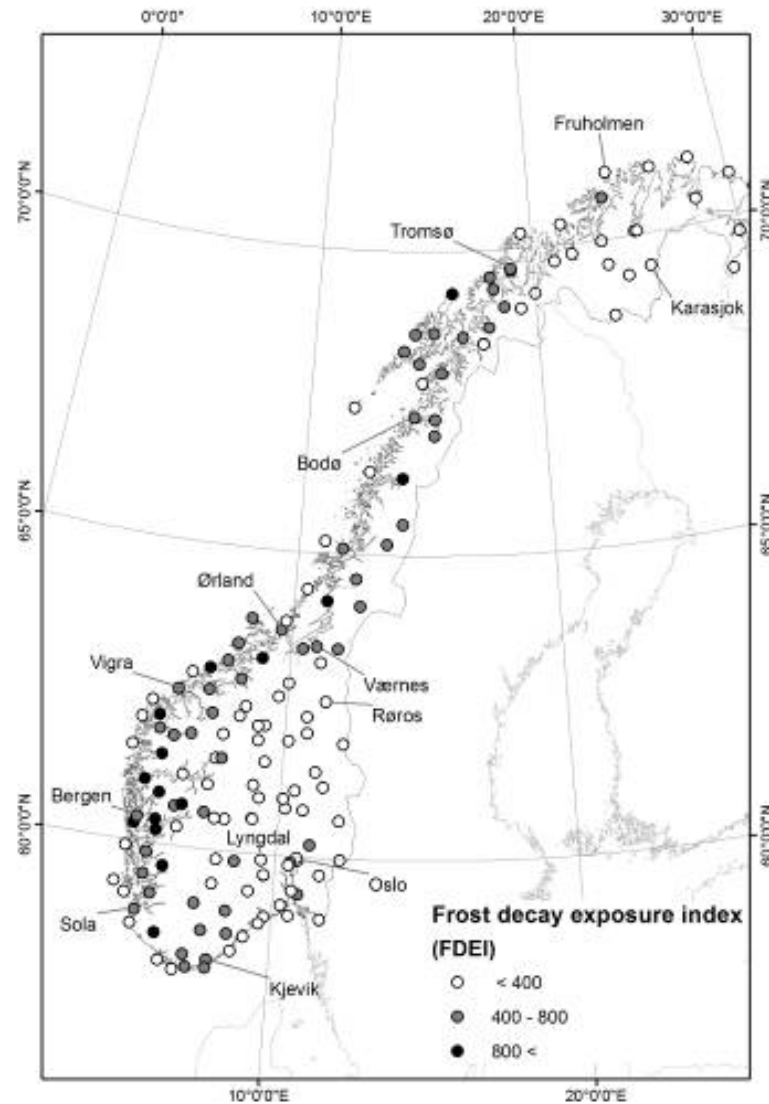
# Frostnedbrytningsindeks I

- Helt generelt kan en eksponeringsindeks for frysing og tining av porøse bygningsmaterialer uttrykkes som:

**FTI = Funksjon av (klima, materialegenskaper)**

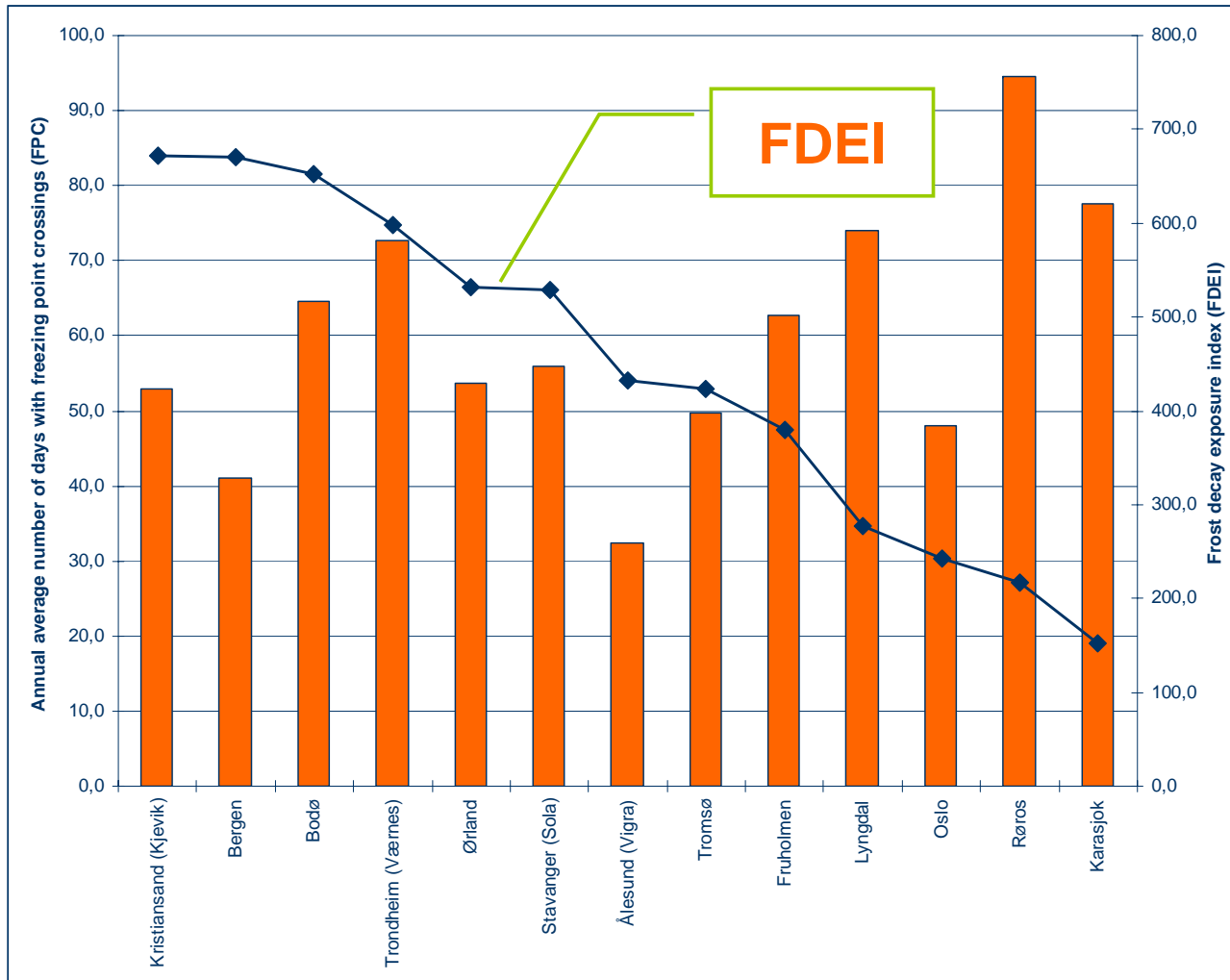
- Ny metode for å vurdere det relative potensialet for akselerert frostnedbrytning av porøse bygningsmaterialer i et gitt klima.
- Klassifisering av frostbestandighet.
- Klimadata fra 168 værstasjoner i Norge er analysert, for normalperioden 1961-1990.
- Et område med høy potensiell risiko for frostnedbrytning har både et høyt antall frysepunktspasseringer og store mengder nedbør i form av regn i forkant av fryseepisoder.

# Frostnedbrytningsindeks II



En fordeling av akkumulert 4-dagers nedbør i forkant av dager med frysepunktspasseringer gir et pålitelig utgangspunkt for klimadifferensiering av potensiell risiko for frostnedbrytning av porøse, mineralske bygningsmaterialer.

# Frostnedbrytningsindeks III



Kristiansand, Bergen og Bodø har store mengder nedbør i form av regn, kombinert med et betydelig antall frysepunktspasseringer per år, og representerer derfor områder med størst potensial for akselerert frostnedbrytning. Røros og Karasjok har et stort antall frysepunktspasseringer, men gjennomsnittlig veldig lite regn, spesielt i vintermånedene.

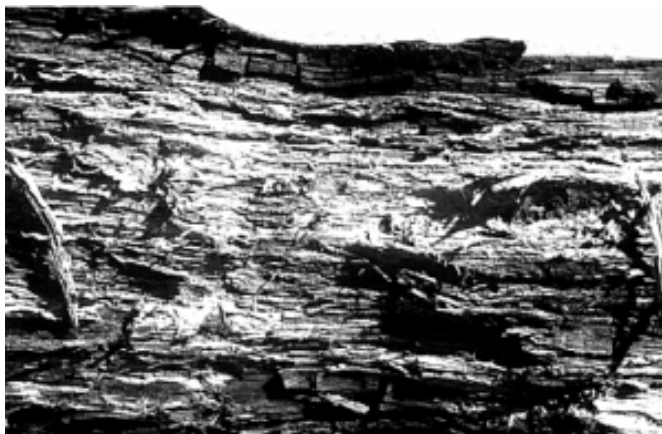


# Risiko for råte i trekonstruksjoner I

- Klimadata og –indekser kan også benyttes til å vurdere faren for råte i utvendige trekonstruksjoner over bakken, som grunnlag for valg av trebeskyttelse i form av overflatebehandling.
- Nasjonalt kart for vurdering av råtefare, basert på Scheffer's klimaindeks.
- Klimadata fra 115 værstasjoner er analysert, for normalperioden 1961-1990.
- Scheffer's indeks består av en temperaturfaktor og en fuktfaktor, de to klimafaktorene som styrer råte i trevirke som følge av soppangrep:

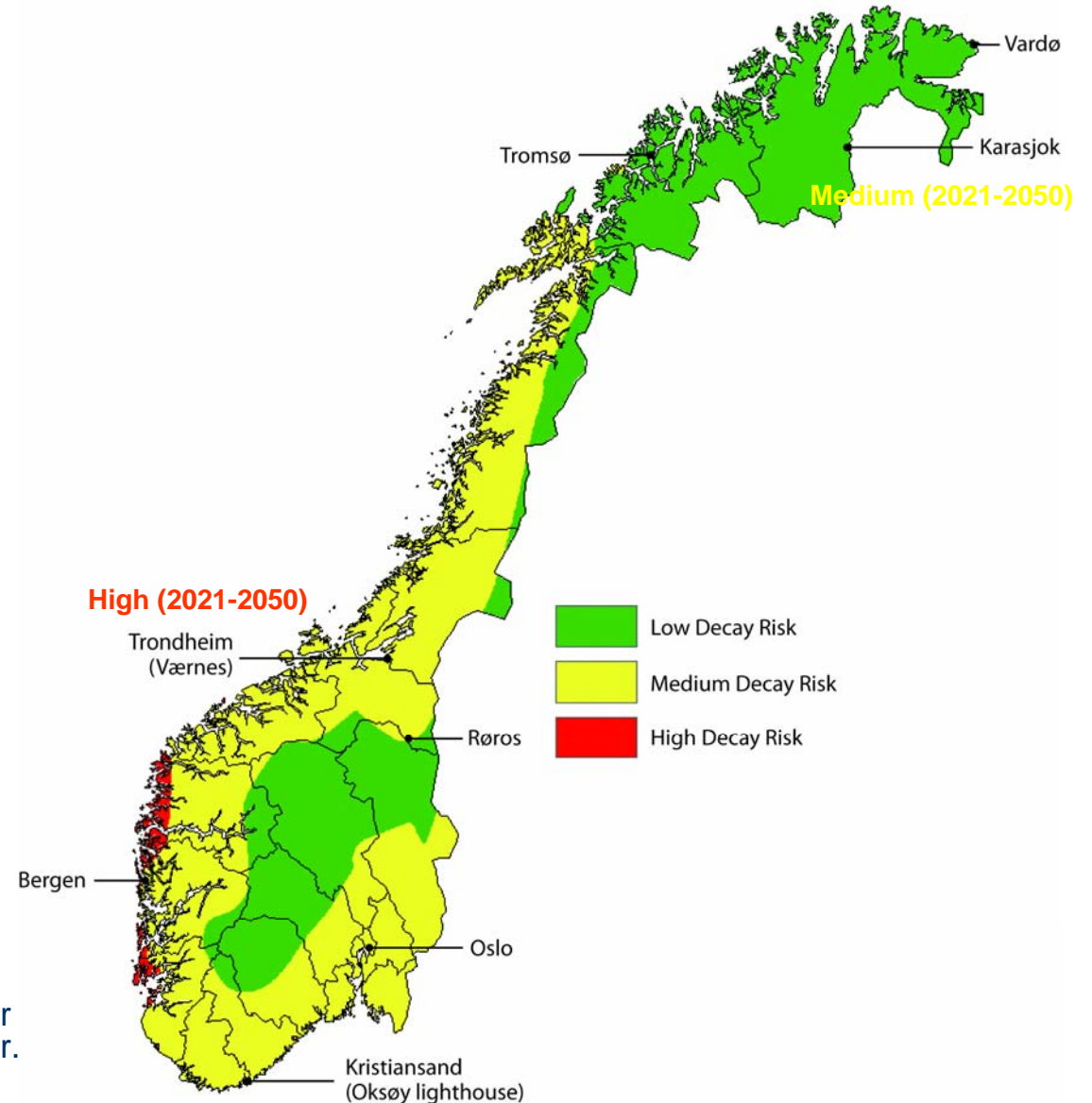
$$\text{Klimaindeks} = \frac{\sum_{Jan.}^{Dec.} (T_{mean} - 2)(D - 3)}{16.7}$$

# Risiko for råte i trekonstruksjoner II



Kystområdene langs Vestlandet har klimabetingelser med høyest potensiell risiko for råte.

Et temperaturscenario for fremtidig klimaendring peker mot en markert økning i råtefare for alle stasjoner.



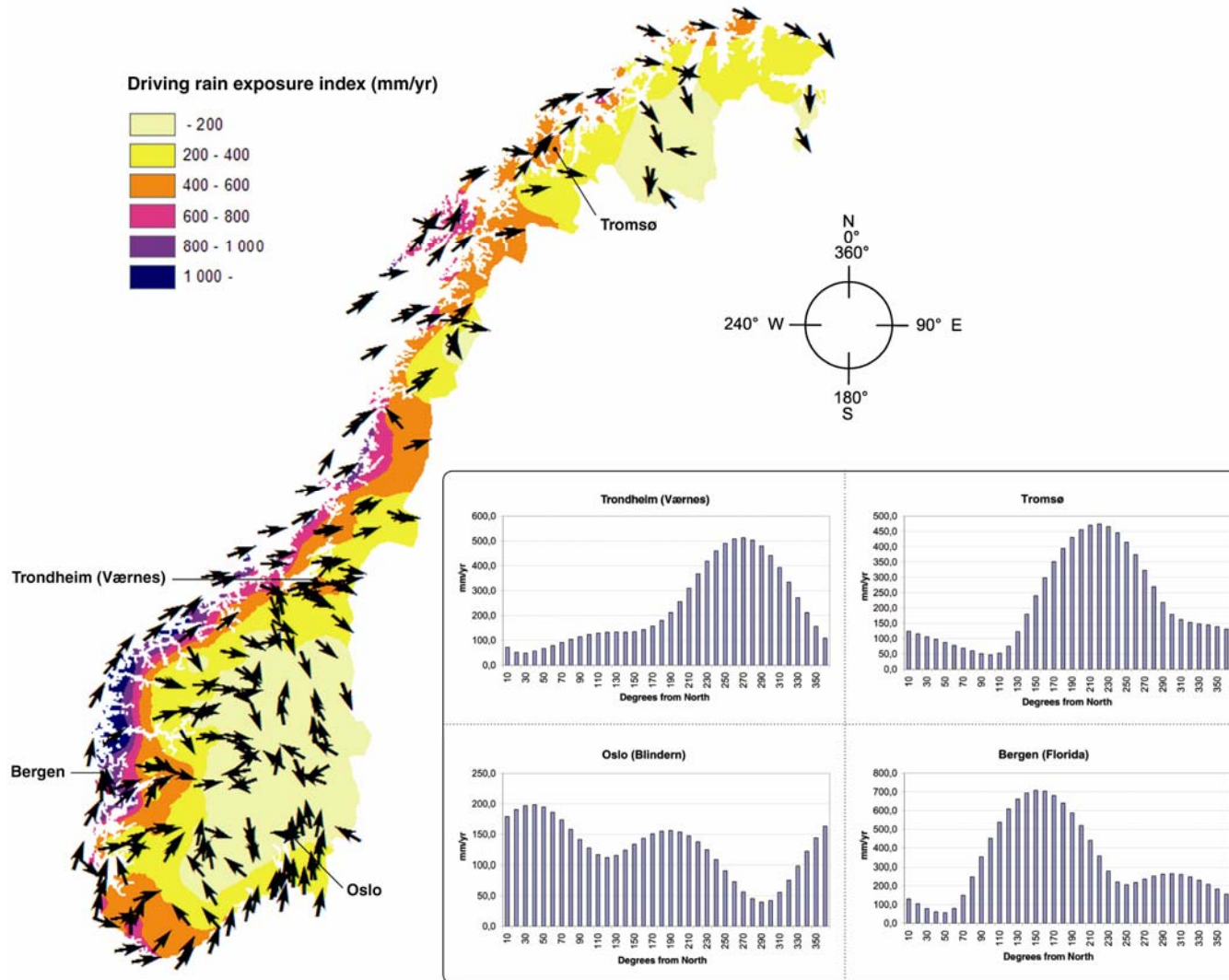
# Slagregnindeks I

- Slagregn er en betydelig utfordring ved utforming av utvendige konstruksjoner.
- Ny metode for vurdering av slagregneksponeering, basert på observasjoner av nedbør, vind og vindretning.
- Fordeling av nedbør, vindhastighet og –retning gir pålitelig informasjon om slagregneksponeering fra ulike retninger.
- Basert på denne metoden har vi laget et nytt slagregnkart for Norge.





# Slagregnindeks II



Kartet presenterer årlige slagregnmengder (fargeskala) fra hovedvindretningen (piler) som gir mest slagregn på hver værstasjon. Slagregnmengde på vegg er gitt som mm/år. Slagregnmengder for alle 10-graders sektorer er vist for Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø.

# Sluttkommentar

- Metoder for geografisk differensiert design gir mer presise angivelser av sikkerhetsnivå for ulike elementer i klimaskjermen.
- Kan også anvendes som underlag for risikovurderinger knyttet til funksjonsdyktighet under fremtidige endrede klimaforhold.
- Et sentralt element i den videre utviklingen av Byggforskserien.

