



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Skoglig anpassning til et ändrat klimat

Helmer Belbo, Landbrukskonferansen 2022





Agenda

- Klimaprognoser – effekter på driftsforhold
- Miljøkrav i dagens og morgendagens skogbruk
- Fysikken som rår – design av maskiner
- Driftsteknikk i bratt terreng

1824: Fourier regner ut at jorda burde være mye kaldere enn den er
 1896: Første modell av drivhuseffekten av CO₂ presenteres



Jean Baptiste Joseph Fourier

1824: *Mémoire sur les Températures du Globe Terrestre et Des Espaces Planétaires*



Svante Arrhenius

1896: *On the influence of CO₂ in the air upon the Temperature of the Ground*

TABLE VII.—*Variation of Temperature caused by a given Variation of Carbonic Acid.*

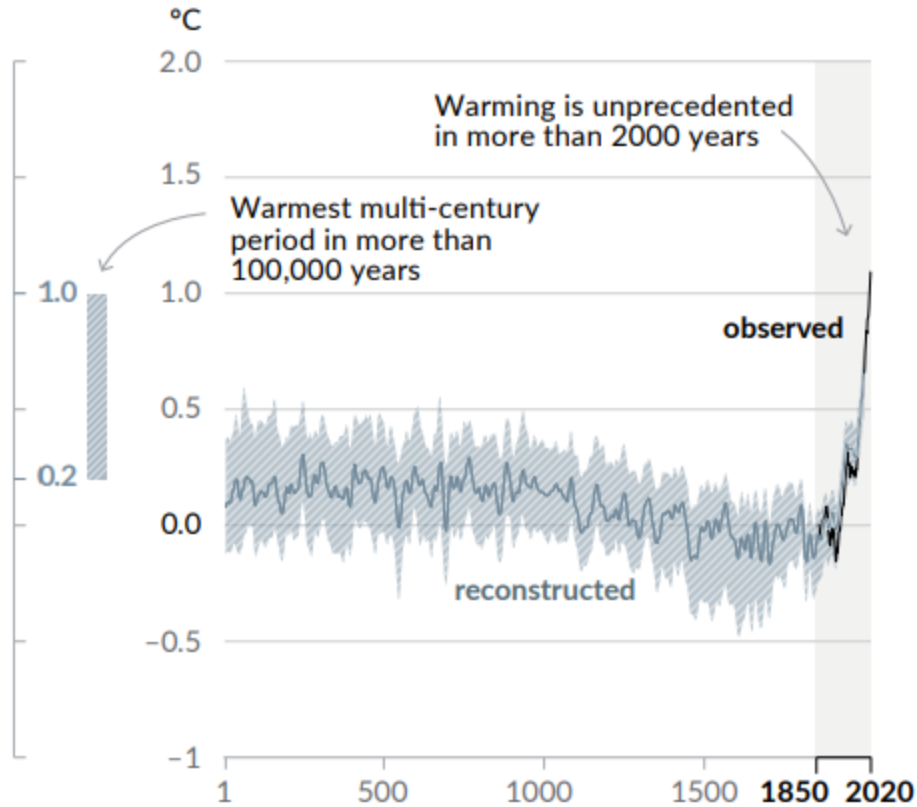
| Latitude. | Carbonic Acid=0.67. | | | | | Carbonic Acid=1.5. | | | | | Carbonic Acid=2.0. | | | | | Carbonic Acid=2.5. | | | | | Carbonic Acid=3.0. | | | | |
|-----------|---------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|
| | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. |
| 70 | -2.9 | -3.0 | -3.4 | -3.1 | -3.1 | 3.3 | 3.4 | 3.8 | 3.6 | 3.52 | 6.0 | 6.1 | 6.0 | 6.1 | 6.05 | 7.9 | 8.0 | 7.9 | 8.0 | 7.95 | 9.1 | 9.3 | 9.4 | 9.4 | 9.3 |
| 60 | -3.0 | -3.2 | -3.4 | -3.3 | -3.22 | 3.4 | 3.7 | 3.6 | 3.8 | 3.62 | 6.1 | 6.1 | 5.8 | 6.1 | 6.02 | 8.0 | 8.0 | 7.6 | 7.9 | 7.87 | 9.3 | 9.5 | 8.9 | 9.5 | 9.3 |
| 50 | -3.2 | -3.3 | -3.3 | -3.4 | -3.3 | 3.7 | 3.8 | 3.4 | 3.7 | 3.65 | 6.1 | 6.1 | 5.5 | 6.0 | 5.92 | 8.0 | 7.9 | 7.0 | 7.9 | 7.7 | 9.5 | 9.4 | 8.6 | 9.2 | 9.17 |
| 40 | -3.4 | -3.4 | -3.2 | -3.3 | -3.32 | 3.7 | 3.6 | 3.3 | 3.5 | 3.52 | 6.0 | 5.8 | 5.4 | 5.6 | 5.7 | 7.9 | 7.6 | 6.9 | 7.3 | 7.42 | 9.3 | 9.0 | 8.2 | 8.8 | 8.82 |
| 30 | -3.3 | -3.2 | -3.1 | -3.1 | -3.17 | 3.5 | 3.3 | 3.2 | 3.5 | 3.47 | 5.6 | 5.4 | 5.0 | 5.2 | 5.3 | 7.2 | 7.0 | 6.6 | 6.7 | 6.87 | 8.7 | 8.3 | 7.5 | 7.9 | 8.1 |
| 20 | -3.1 | -3.1 | -3.0 | -3.1 | -3.07 | 3.5 | 3.2 | 3.1 | 3.2 | 3.25 | 5.2 | 5.0 | 4.9 | 5.0 | 5.02 | 6.7 | 6.6 | 6.3 | 6.6 | 6.52 | 7.9 | 7.5 | 7.2 | 7.5 | 7.52 |
| 10 | -3.1 | -3.0 | -3.0 | -3.0 | -3.02 | 3.2 | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 3.15 | 5.0 | 5.0 | 4.9 | 4.9 | 4.95 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.4 | 6.42 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.3 | 7.3 |
| 0 | -3.0 | -3.0 | -3.1 | -3.0 | -3.02 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 3.15 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 4.07 | 6.4 | 6.4 | 6.6 | 6.6 | 6.5 | 7.3 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.35 |
| -10 | -3.1 | -3.1 | -3.2 | -3.1 | -3.12 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 5.0 | 5.0 | 5.2 | 5.1 | 5.07 | 6.6 | 6.6 | 6.7 | 6.7 | 6.67 | 7.4 | 7.5 | 8.0 | 7.6 | 7.62 |
| -20 | -3.1 | -3.2 | -3.3 | -3.2 | -3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.4 | 3.3 | 3.27 | 5.2 | 5.3 | 5.5 | 5.4 | 5.35 | 6.7 | 6.8 | 7.0 | 7.0 | 6.87 | 7.9 | 8.1 | 8.6 | 8.3 | 8.22 |
| -30 | -3.3 | -3.3 | -3.4 | -3.4 | -3.35 | 3.4 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.52 | 5.5 | 5.6 | 5.8 | 5.6 | 5.62 | 7.0 | 7.2 | 7.7 | 7.4 | 7.32 | 8.6 | 8.7 | 9.1 | 8.8 | 8.8 |
| -40 | -3.4 | -3.4 | -3.3 | -3.4 | -3.37 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.7 | 3.7 | 5.8 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.95 | 7.7 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.87 | 9.1 | 9.2 | 9.4 | 9.3 | 9.25 |
| -50 | -3.2 | -3.3 | — | — | — | 3.8 | 3.7 | — | — | — | 6.0 | 6.1 | — | — | — | 7.9 | 8.0 | — | — | — | 9.4 | 9.5 | — | — | — |
| -60 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

266 Prof. S. Arrhenius on the Influence of Carbonic Acid

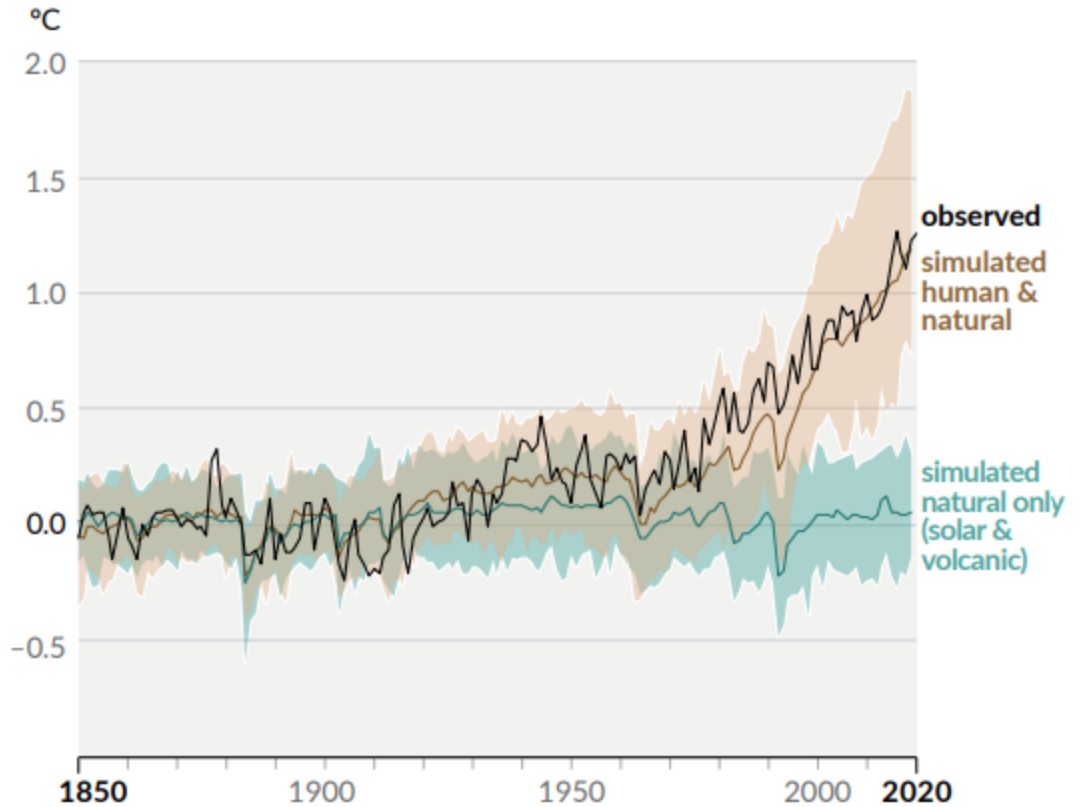
IPCC 6. Tilstandsrapport

Changes in global surface temperature relative to 1850–1900

(a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1–2000) and **observed** (1850–2020)

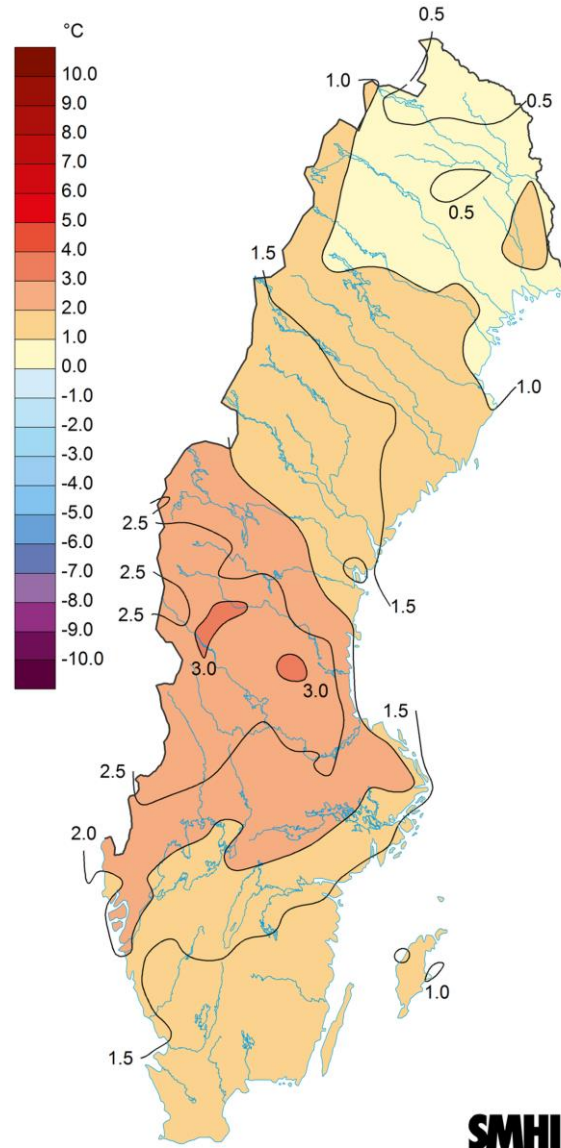


(b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850–2020)

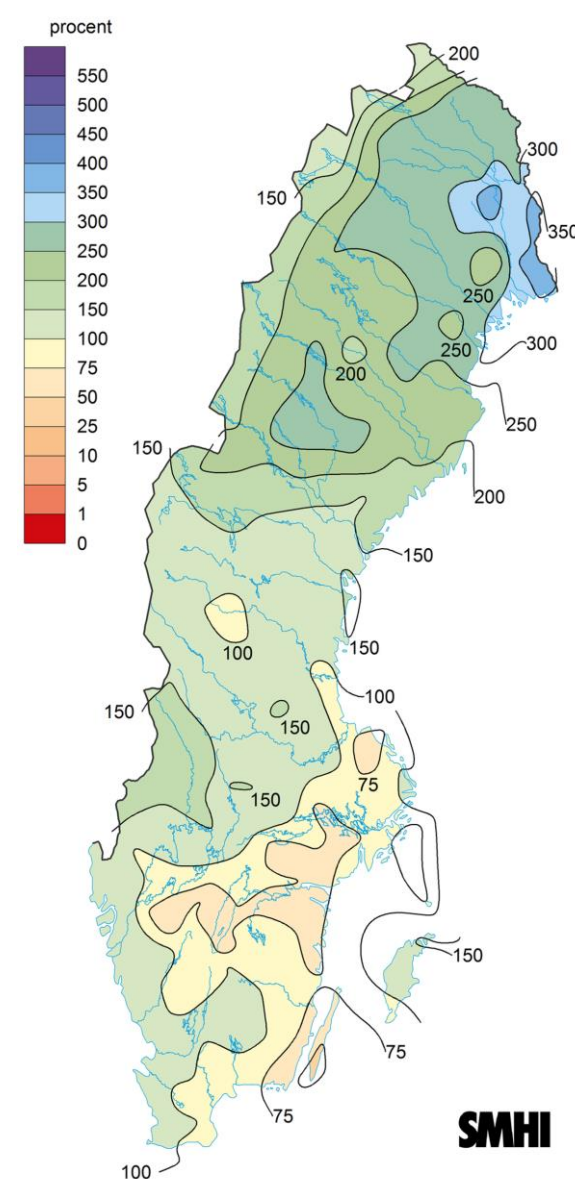


Oktobern i Jämtland

- 30 – 100 % høyere nedbør
- 1-3 °C høyere temperatur
- (Ref: 1991 – 2020)



Temp avvik fra norm



Nedbør % av norm

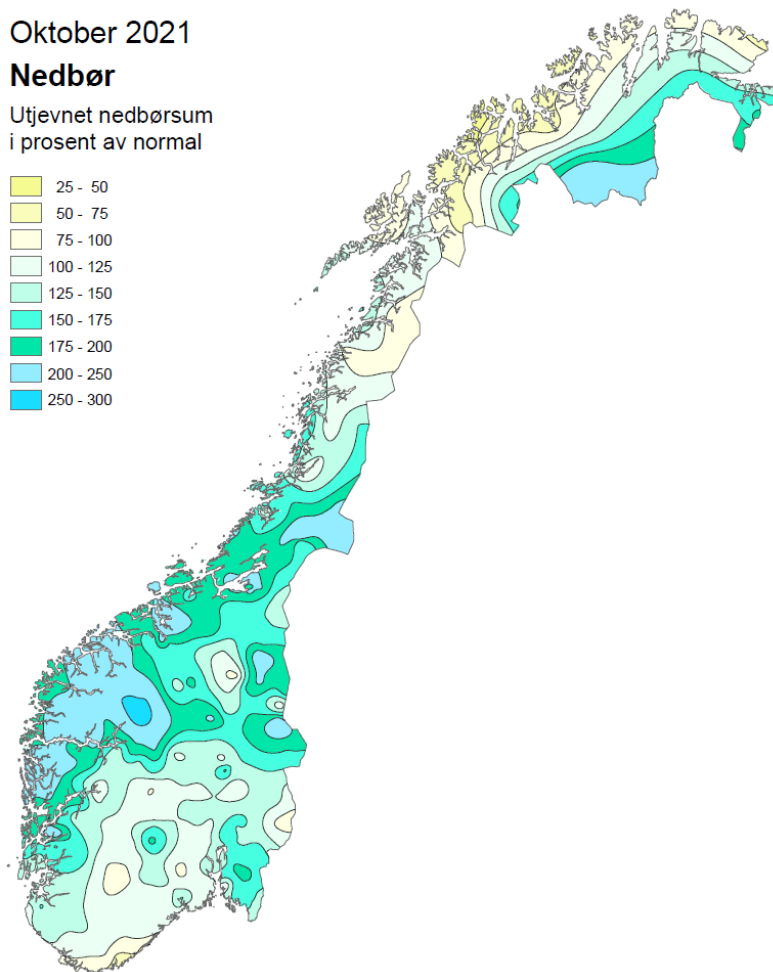
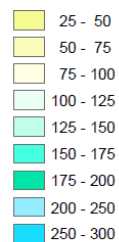
Oktober 2021 i Midt-Norge

- 50 – 150% høyere nedbør
- 2-3 °C høyere temperatur
- (ref 1991 – 2020)

Oktober 2021

Nedbør

Utjevnet nedbørsum i prosent av normal

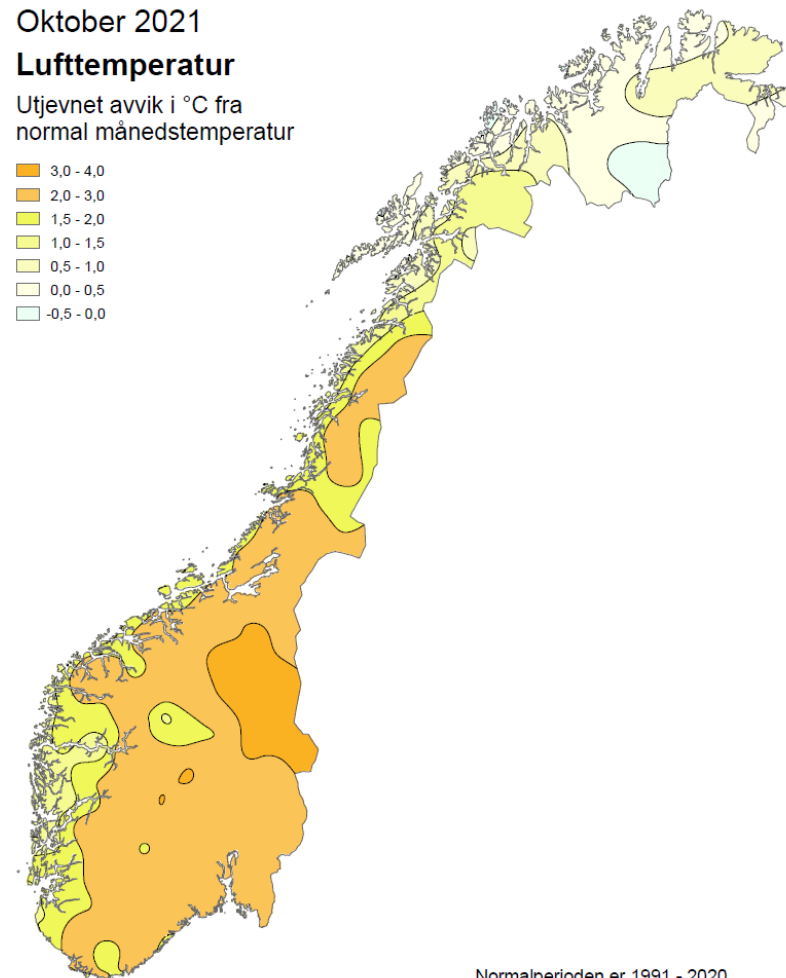
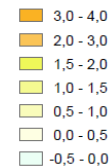


Nedbør % av norm

Oktober 2021

Lufttemperatur

Utjevnet avvik i °C fra normal månedstemperatur



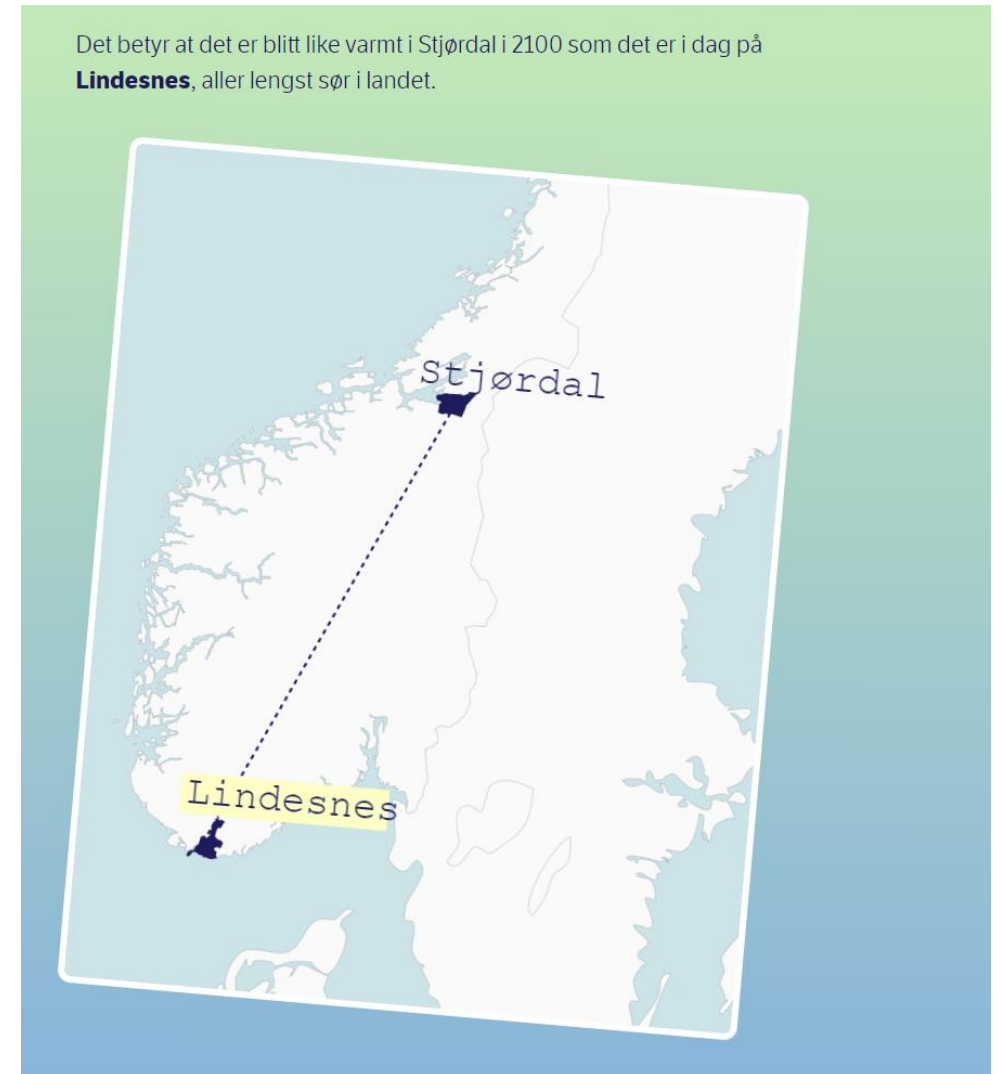
Normalperioden er 1991 - 2020

Temp avvik fra norm

www.met.no/publikasjoner/met-info

Ändrat klimat

- Over 1 °C økt årstemperatur allerede
- 2 – 6°C økt årsmiddeltemp innen år 2100
- 20 – 40 færre vinterdager år 2100
- Kraftigere nedbør
- Hyppigere, lengre og tørrere tørkeperioder



<https://www.nrk.no/klima/kommune/5035>

Miljøkrav til skogbruket



LOVDATA

Lov om kulturminner [kulturminneloven]

Lov om skogbruk (skogbrukslova)

Lov om vern mot forurensninger og



Environment

Home > Strategy > Forest strategy

New EU forest strategy for 2030

To improve the quantity and quality of EU forests

Forests are essential for our health and wellbeing, and the health of the planet. They are rich in biodiversity and are hugely important in the fight against climate change.

The [new EU forest strategy for 2030](#) is one of the flagship initiatives of the [European Green Deal](#) and builds on the [EU biodiversity strategy for 2030](#). The strategy will contribute to achieving the EU's biodiversity objectives as well as greenhouse gas emission reduction target of at least 55% by 2030 and climate neutrality by 2050. It recognises the central and multifunctional role of forests, and the contribution of foresters and the entire forest-based value chain for achieving a sustainable and climate neutral economy by 2050 and preserving lively and prosperous rural areas.

The strategy is accompanied by two staff working documents: [Staff Working Document on the Stakeholder Consultation and Evidence Base](#) and [Staff Working Document on the 3 Billion Tree Planting Pledge for 2030](#).



Miljøkrav til skogbruket

Kjøreskader skyldes

- Marktrykk over bæreevne
- Hjulspinn



Fysikken som rår



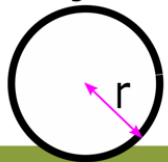
Marktrykk

Nominelt marktrykk (NGP) er et enkelt (og optimistisk) uttrykk for marktrykk og beregnes som følger:

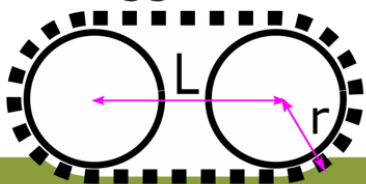
$$NGP_{hjul} = \frac{W}{(b \times r)} \quad (1)$$



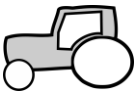



$$NGP_{belte} = \frac{W}{b \times (1.25r + L)} \quad (2)$$

Hjul

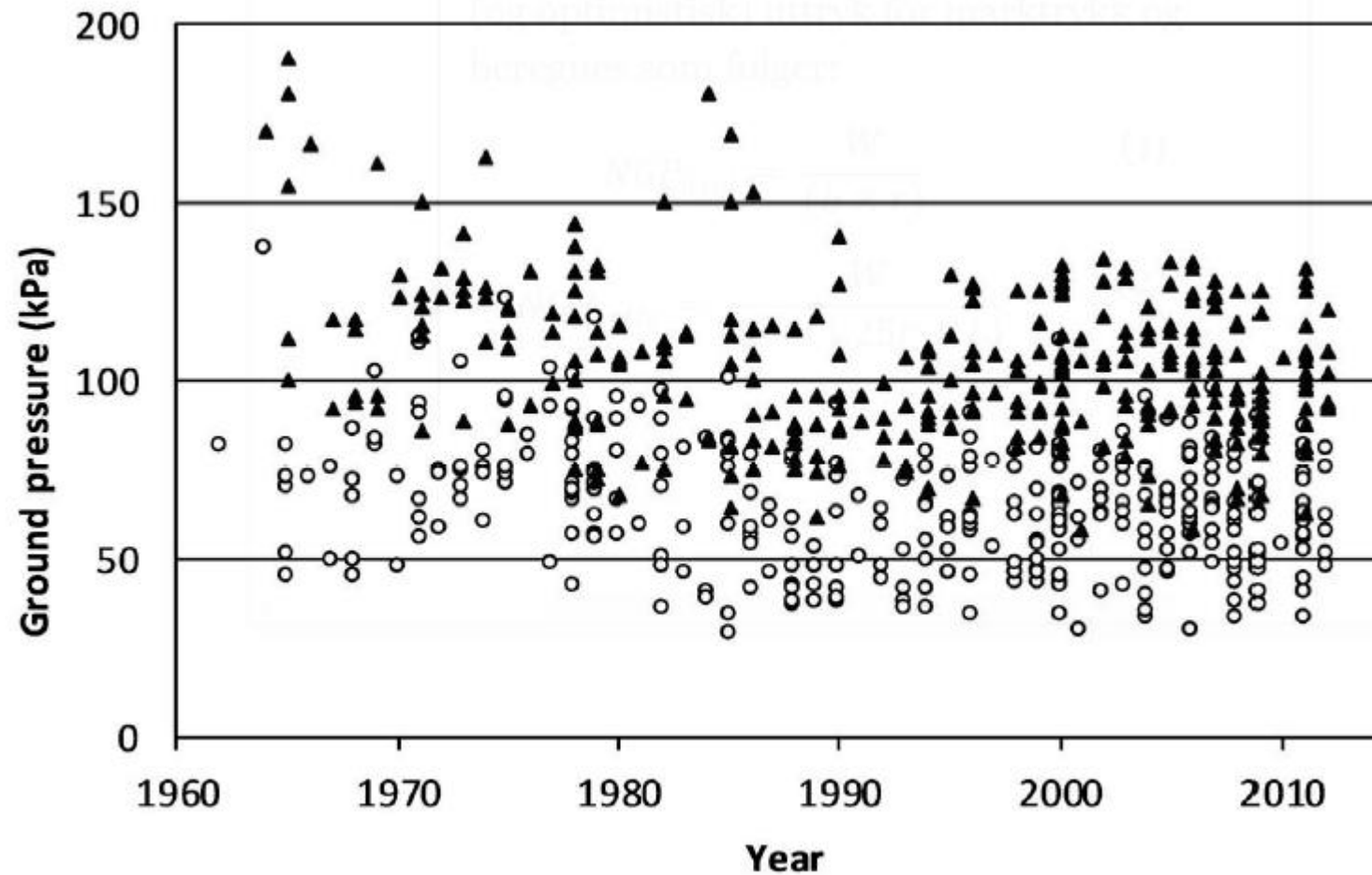


Boggibelte



| Illustrasjon | Ekvipasje | Nominelt Marktrykk (NGP) |
|--|--|--------------------------|
|  | Lassbærer fullastet, std hjul | 100 kPa |
|  | Hägglund BV 206. 6,3 t fullastet | 14 kPa |
|  | 4 t bakakselvekt, hjuldim 650/60R38 (Ø 174 cm) | 34 kPa |
|  | Lassbærer fullastet, standard belter | 60 – 70 kPa |
|  | Lassbærer fullastet, flytebelter | 35 - 40 kPa |
|  | Lassbærer 10W, flytebelter | 23 kPa |

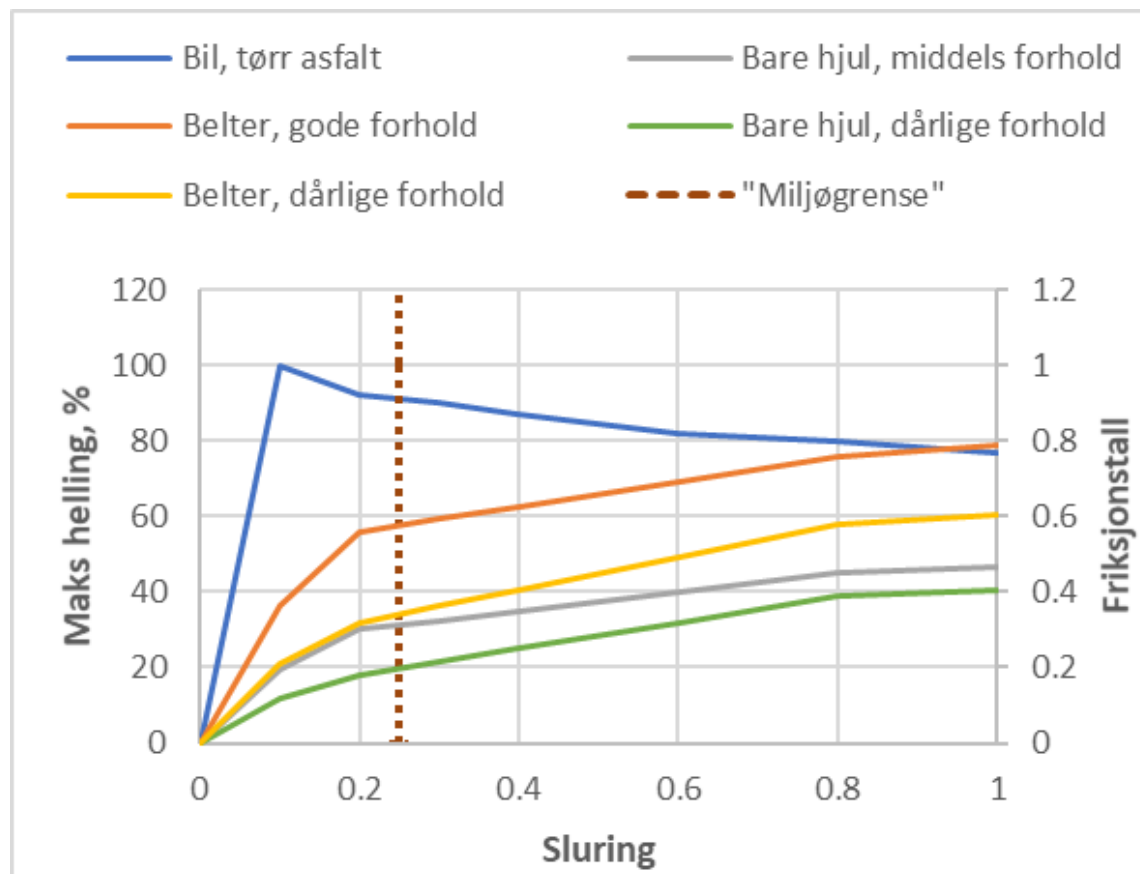
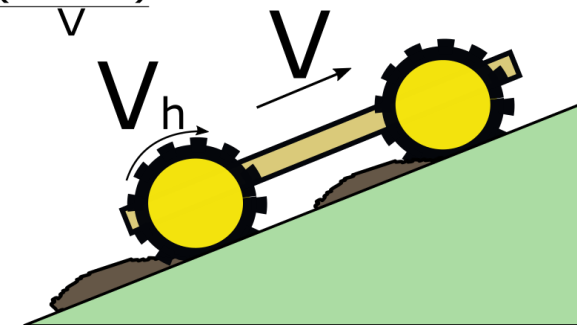
Nominelt marktrykk gjennom skogsmaskinhistorien



T. Nordfjell, Umeå, 2019 – Technical development of forwarders in Sweden

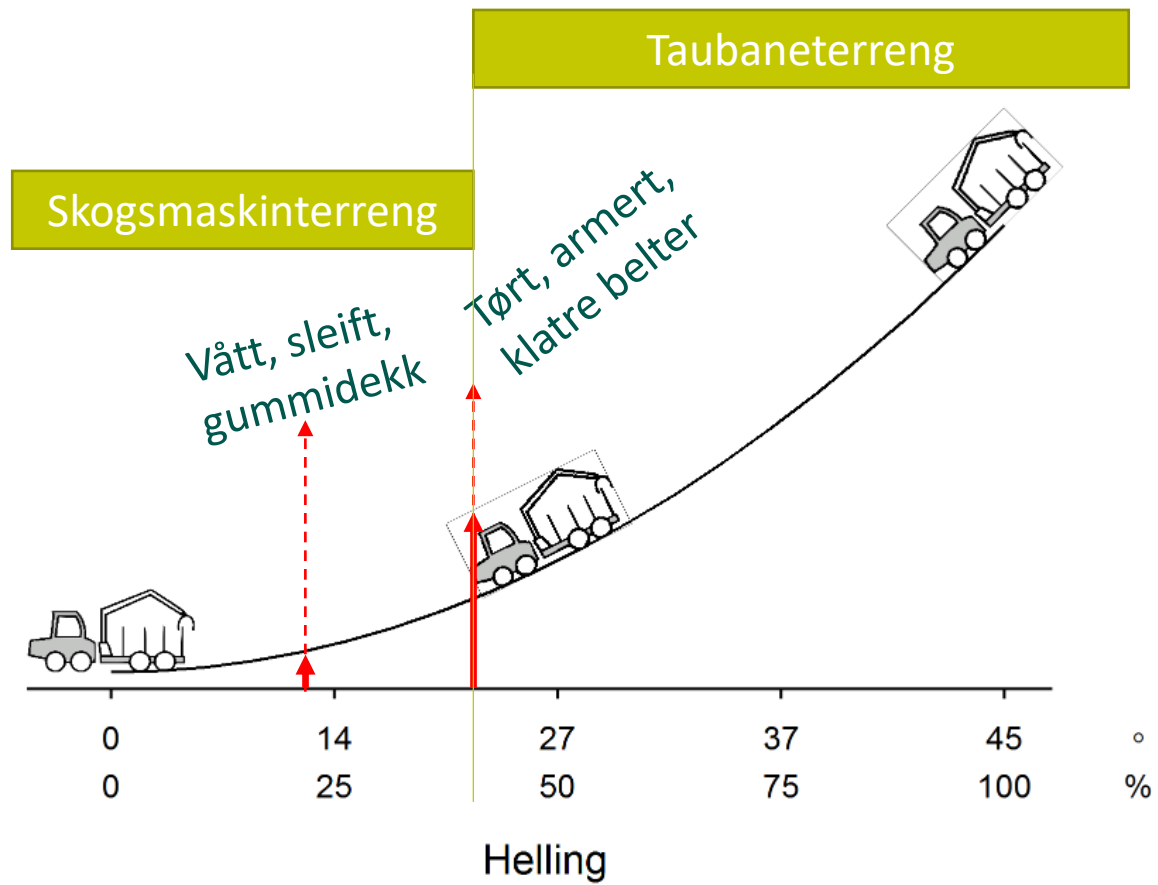
Sluring (slipp)

$$\text{Sluring} = \frac{(V_h - V)}{V}$$



Skogsdrift i bratta

Hvor bratt kan man kjøre?



Vinsjing av maskiner

- Muliggjør drift i 80 - 90% helling
- Langt mindre sporskader
- Konkurransedyktig mot gravedrift, ikke minst taubane. Kjenner enda ikke kostnadsbildet.
- Allerede mange tilbydere
- Analysere skog og terreng – hvilke arealer kan dekket av dette systemet?
- Her er vi på puppestadiet!
 - Maskindesign skogsmaskiner for vinsj
 - Infrastruktur for maskinvinsj



Taubanedrift

- Ved skrenter og berg, over juv og kløfter, gjelder fortsatt taubanedrift.
- Vei och atter Väg!!
 - 350m spenn er maks spenn
 - Veier planlagt for taubanedrift
- Svært lite miljø igjen i kongeriket
- Utrolig skånsom driftsform
- Utrolig arbeidsintensiv



Oppsummering / konklusjon

- Langt flere drifter på dårlige arbeidsforhold
- Økte miljøkrav
- Fysikken er enkel og gjelder: Økte hensyn = økte påkostninger (men for liten innsats koster også i neste omgang).
- Intet tilbud om skånsommere avvirkning per i dag?
 - fordi ingen etterspør / ingen betalingsvilje?
 - fordi ingen tilbyr?

Oppsummering / konklusjon

- Forretningsmodeller / markedstest av opplegg med mindre kjøreskader?
- Skogressurskart + terrengkart + DTW-kart + Løsmassekart; hvilke områder kan drives med
 - Konvensjonell 8wd konsept
 - Flytebelter, langboggie, 10wd
 - maskinvinsj,
 - gravedrift,
 - taubane
- Flere / bedre verktøy for driftsplanlegging
- Holde temaet på agendaen – prosjekter, skogdager, kampanjer



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Takk for oppmerksomheten

