



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Driftsteknikk i et våtere og villere klima

Skogforum 2022

Helmer Belbo, NIBIO



Skoglig tilpasning til et endret klima

Kunnskapssammenstilling om driftsteknikk i et våtere og mildere klima

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 101 | 2022



Helmer Belbo¹, Martin Bråten² og Tomas Johannesson³
Divisjon for skog og utmark¹, Skogkurs², Skogforsk³



Agenda

- Klimaprognoser – effekter på driftsforhold
- Miljøkrav i dagens og morgendagens skogbruk
- Fysikken rår; prinsipper og design av maskiner
- Driftsteknikk i flatt terreng
- 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	4.02		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	6.65		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	7.85		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																														

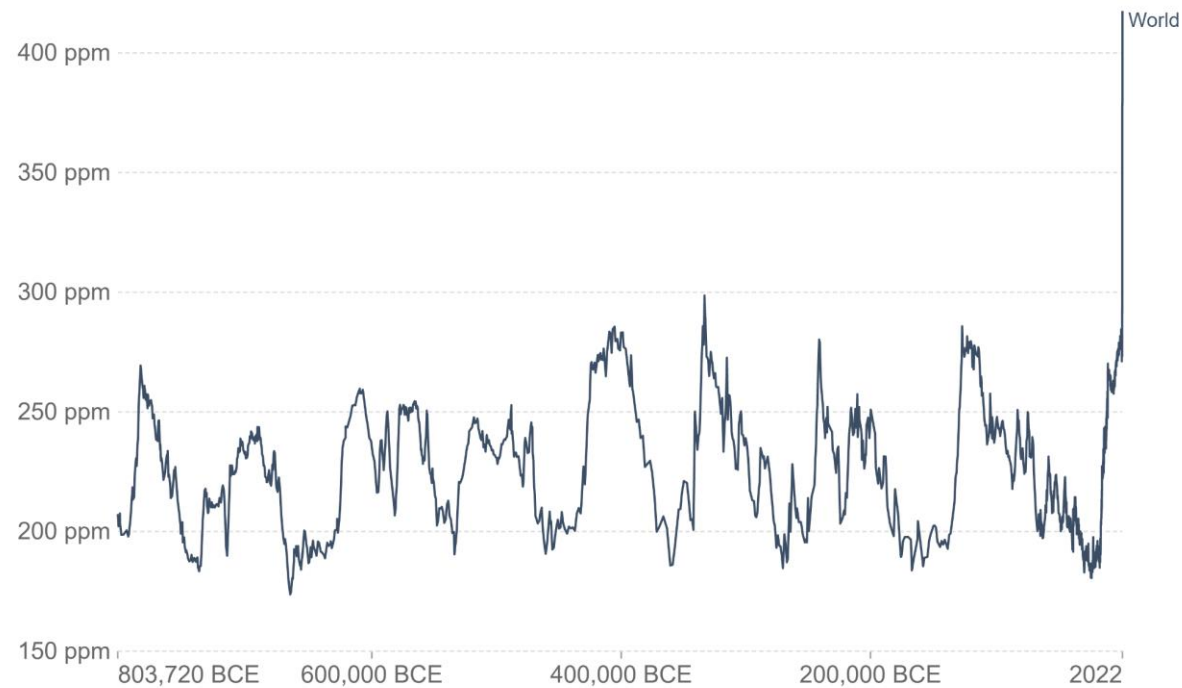
266 Prof. S. Arrhenius on the Influence of Carbonic Acid

Siden den gang..

Global atmospheric CO₂ concentration

Atmospheric carbon dioxide (CO₂) concentration is measured in parts per million (ppm). Long-term trends in CO₂ concentrations can be measured at high-resolution using preserved air samples from ice cores.

Our World
in Data

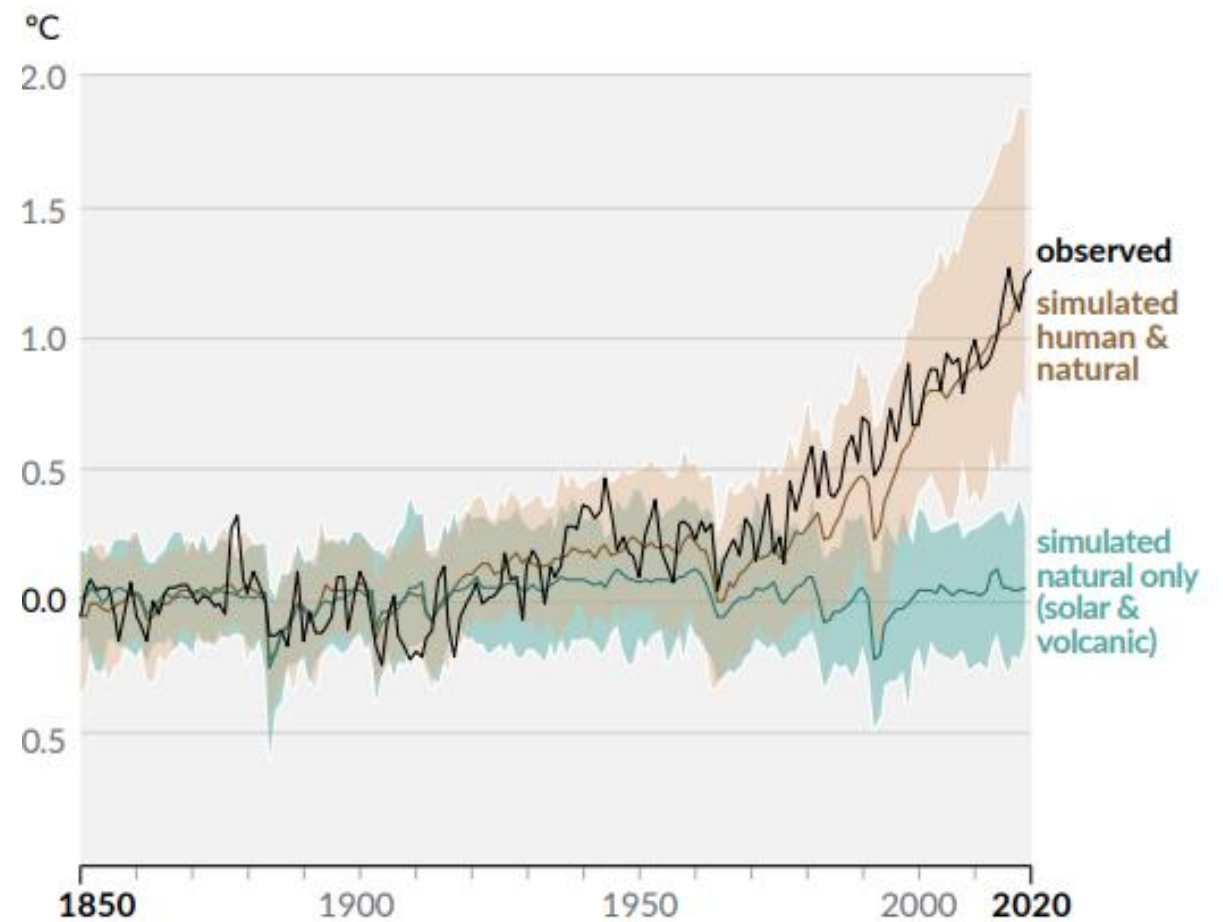


Source: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

CC BY

IPCC 6. Tilstandsrapport

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



Klimaendringer

- 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



Miljøkrav til skogbruket



Hjem > Nyheter

Høring Norsk PEFC Skogstandard

11. MAI 2022 | NEWS

Bred deltakelse i arbeidet

Skogsertifisering er et svært viktig verktøy for å sikre bærekraftig skogbruk. All norsk skog er i praksis PEFC-sertifisert skogstandard gjennomgått for å sikre at den er oppdatert i henhold til siste kunnskap og utvikling. Prosessen er

- Til denne runden er det spesielt gledelig at vi også har bred deltakelse fra miljø- og friluftslivssiden med Sabima, V Zero, Norsk Friluftsliv og Friluftsrådernes Landsforbund forteller Thomas Husum, daglig leder i PEFC Norge. Dette unikt på verdensbasis.

Arbeidskomiteen er representert av totalt 15 ulike organisasjoner og seks observatører inkludert forskningsinstitusj. Arbeidet startet våren 2020, og arbeidskomiteen har hatt en rekke møter og samlinger for å komme fram til forslag

Skjerpede krav på miljø og friluftsliv

PEFC Norsk Skogstandard omfatter mange miljømessige, sosiale og økonomiske hensyn. Arbeidskomiteen foreslår forbedringer. Kravene knyttet til miljø og friluftsliv blir spesielt skjerpet for å sikre det biologiske mangfoldet og friluftsliv

Det kommer krav om økt hensyn til fuglene i skogen. For eksempel skal man unngå hogst i viktige områder for fugleirplasser for rovfugl og tiurleik får bedre beskyttelse. Videre kommer det inn et strengere krav til kartfesting og avsette viktige områder.



Skogsdrifter i et varmere klima



Fysikken som rår

$$\frac{\textit{Marktrykk} + \textit{Antall overfarter} + \textit{Spinn}}{\textit{Bæreevne}} = \left\{ \begin{array}{l} \textit{Spordybdeutvikling} \\ \textit{Jordpakking} \\ \textit{skyving stuving} \end{array} \right.$$



Bæreevne

Jordart,
Armering: stein og røtter
Markfuktighet,
Dybde til berg & blokk



Bæreevne et diffust begrep!

Angis i «Høy / Helårs», «Middels / Sommerdrift», og «Vinterdrift»

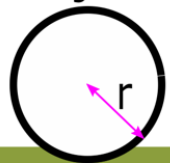
Marktrykk

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

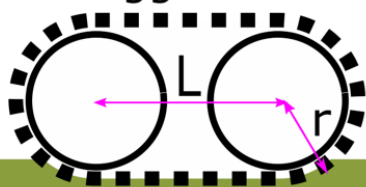
$$NGP_{hjul} = \frac{W}{(b \times r)} \quad (1)$$

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

Hjul

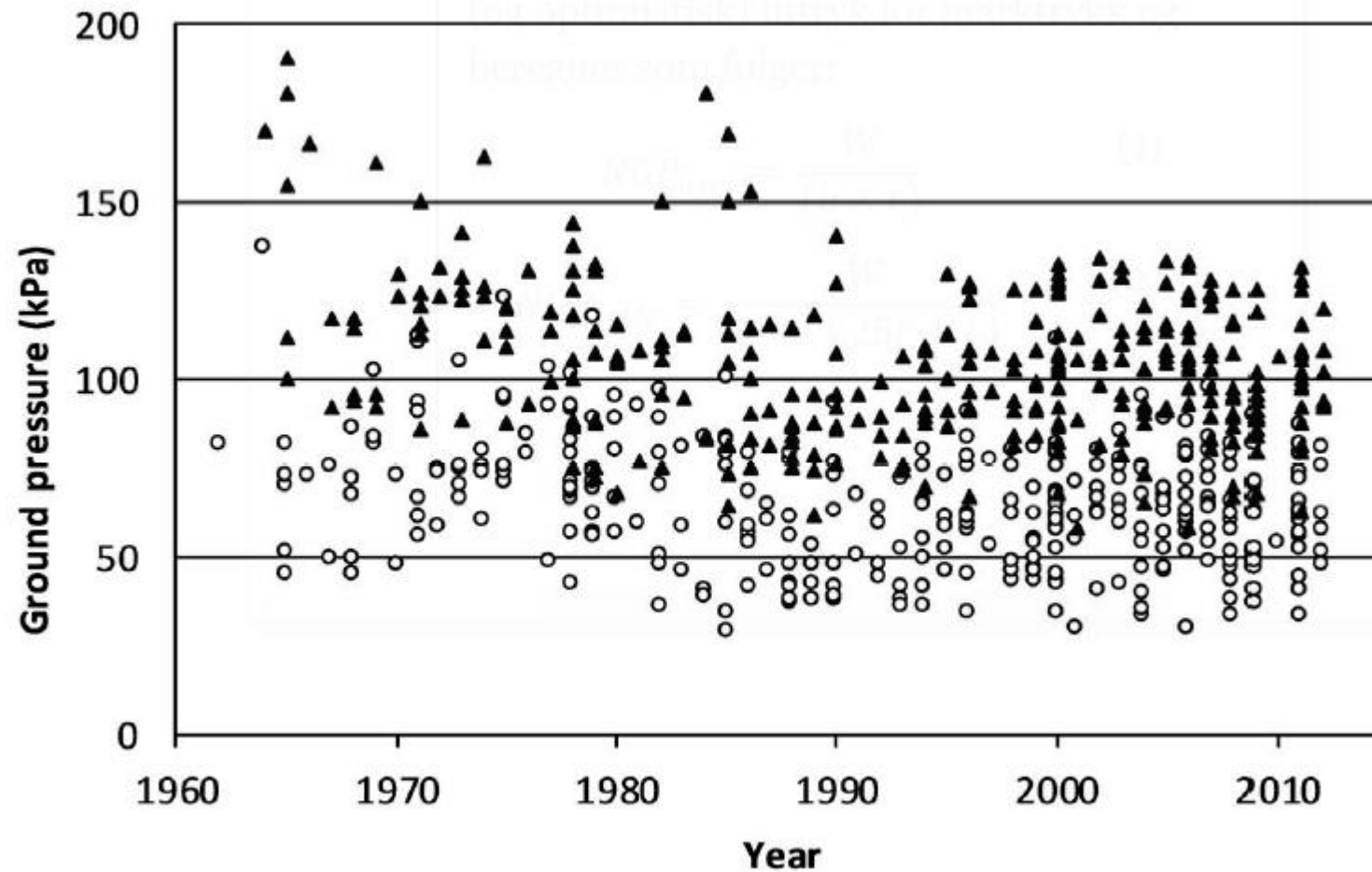


Boggibelte



Illustrasjon	Ekvipasje	Nominelt Marktrykk (NGP)
	Lassbærer fullastet, std hjul	100 kpa
	Hägglund BV 206. 6,3 t fullastet	14
	4 t bakakselvekt, hjuldim 650/60R38 (Ø 174 cm)	34
	Lassbærer fullastet, standard belter	60 – 70
	Lassbærer fullastet, flytebelter	30-40
	Lassbærer 10W, flytebelter	23

Nominelt marktrykk gjennom skogsmaskinhistorien



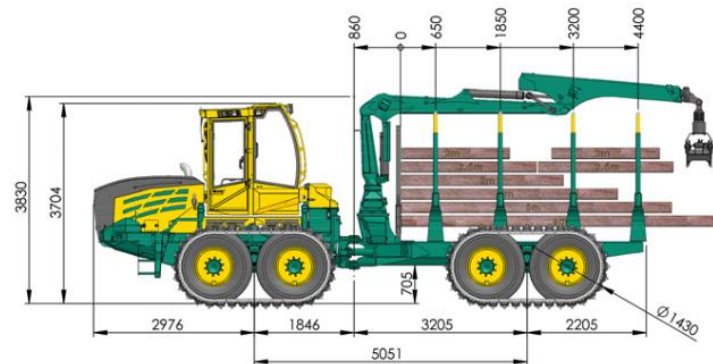
T. Nordfjell, Umeå, 2019 – Technical development of forwarders in Sweden

Marktrykk i fokus



Komatsu Centipede, 2022

HSM 208F BigFoot



Ponsse Buffalo 10W

Vinsjing av maskiner

- Muliggjør drift i 80 - 90% helling
- Langt mindre sporskader
- Konkurransedyktig mot gravedrift, taubane. Kjenner enda ikke kostnadsbildet i detalj.
- 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





Falkon forest eq. winch assist



Ecoforst T-winch

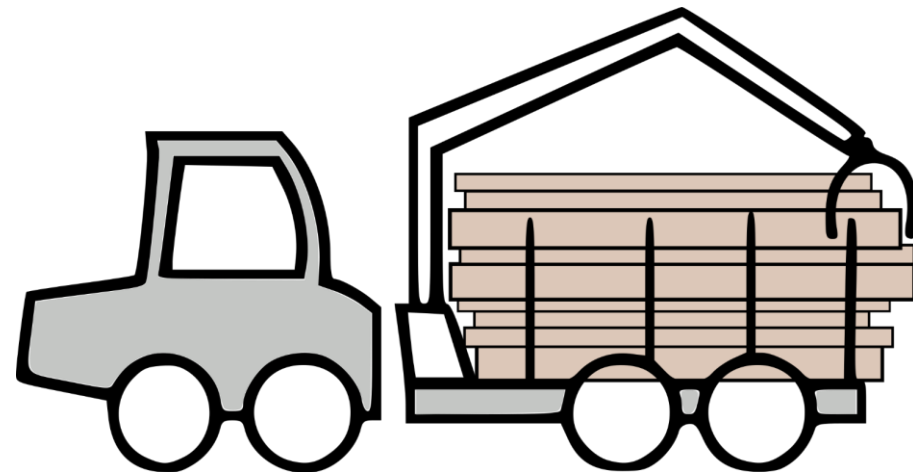
Taubanedrift

- Ved skrenter og berg, over juv og kløfter, gjelder fortsatt taubanedrift.
- Veg og atter Veg!!
 - 350m spenn er maks spenn
 - Veier planlagt for taubanedrift
- Svært lite miljø igjen her til lands
- Utrolig skånsom driftsform
- Utrolig arbeidsintensiv



«Problemet» er at jo større lassbærere, jo bedre blir det!

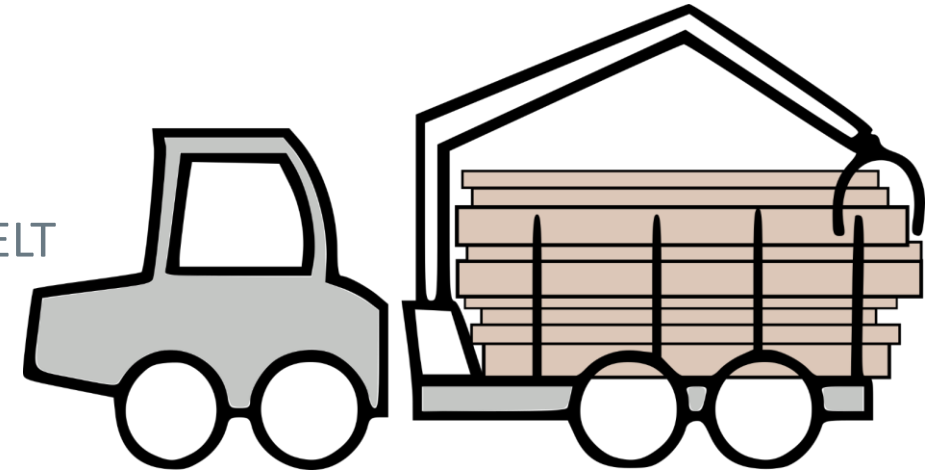
- Flere m3 per person-time
- Særlig på lang kjøring
- Og i småkupert terreng



Utrolig kostnadseffektiv for våre drifter!

Løsninger:

- Perfekt planlegging av traseer. Dvs videreutvikle digital beslutningsstøtte
- Mer tømmerbilveier senker terrengtransportkostnaden SPESIELT ved bruk av dyrere doninger og arbeidsmetoder
- Styrke bæreevnen i hovedtraseene med traktorveibygging?
- Lavere marktrykk



Oppsummering / konklusjon

- Langt flere drifter på dårlige arbeidsforhold
- Skjerpede miljøkrav hva gjelder spor, avrenning,
- Fysikken er enkel og gjelder: Økte hensyn = økte påkostninger (men for liten innsats koster også i neste omgang).
- Har vi forretningsmodeller som stimulerer til økte hensyn?

Oppsummering / konklusjon

- Forretningsmodeller / markedstest av opplegg med mindre kjøreskader?
- GIS GIS GIS : kan vi klassifisere skogarealene for
 - Konvensjonell 8wd
 - Flytebelter, langboggie, 10wd
 - maskinvinsj,
 - gravedrift,
 - taubane
- Flere / bedre verktøy for driftsplanlegging
- Holde temaet på agendaen – prosjekter, skogdager, FOU😊

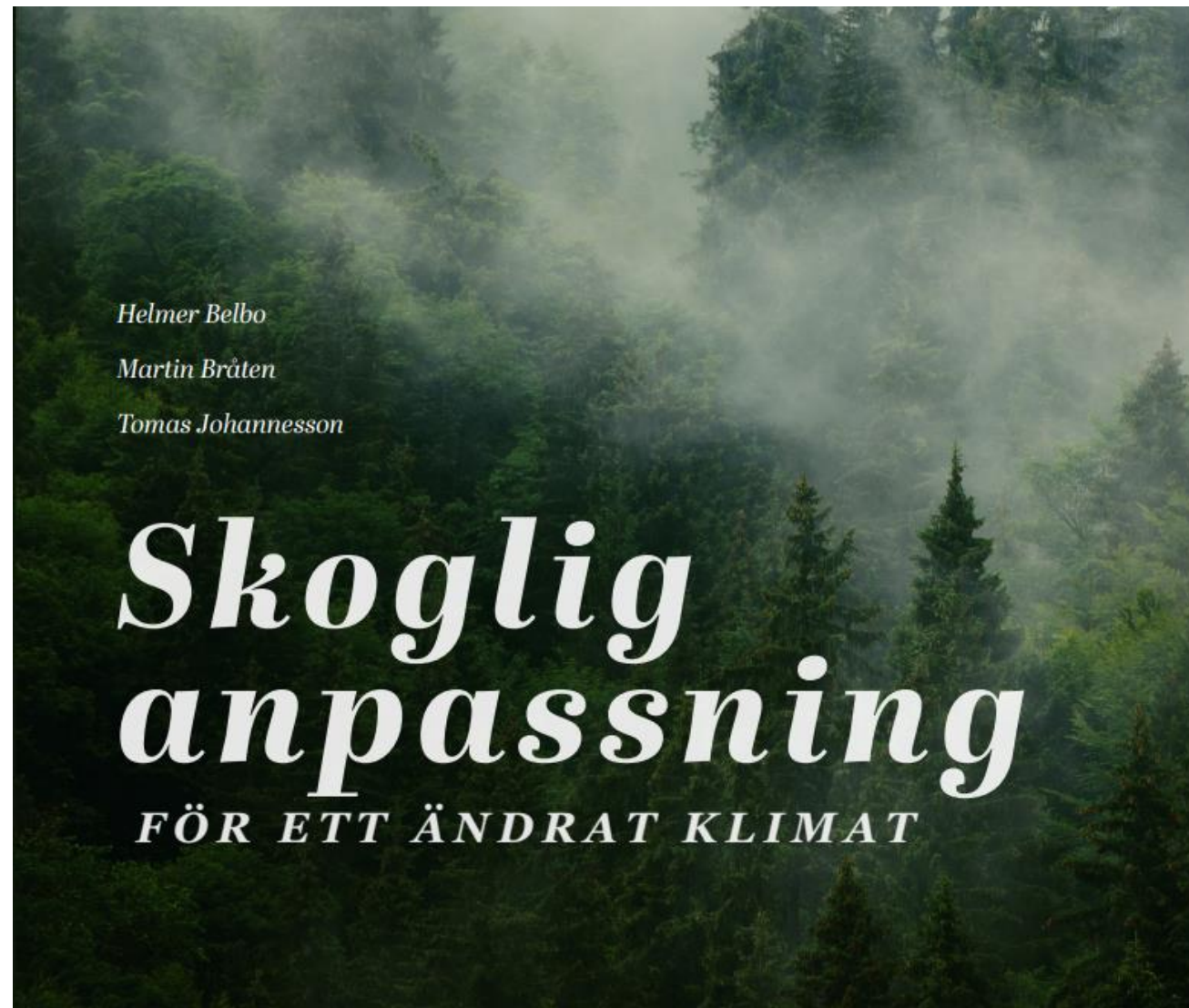
Skoglig tilpasning til et endret klima

Kunnskapssammenstilling om driftsteknikk i et våtere og mildere klima

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 101 | 2022



Helmer Belbo¹, Martin Bråten² og Tomas Johannesson³
Divisjon for skog og utmark¹, Skogkurs², Skogforsk³



Helmer Belbo

Martin Bråten

Tomas Johannesson

Skoglig anpassning

FÖR ETT ÄNDRAT KLIMAT

https://www.skogforsk.se/cd_20220518154515/contentassets/cb029a0ea96241c9955ebb320104199b/skoglig-anpasning-til-et-endret-klima_bok_svensk.pdf