

## Oppgave 7

### Oppgavetittel: Tømmertransport – utvikling av nye verktøy for varierende vær og føre

Bedrift: Skogkurs  
 Kontaktperson: Dag Fjeld  
 E-post: [df@skogkurs.no](mailto:df@skogkurs.no)  
 Antall studenter: 2-4  
 Studieprogram: BPROG, BIDATA

**1. Bakgrunn** - Hele det nordiske skogbruket arbeider for jevnere tømmertransport gjennom året. Gradvis har klimaet medført en lenger barmarksesong. I vekslingen mellom tele, tørke og regnværsperioder er det behov for digitale kartverktøy som kan vise hvilke skogsbilveier blir tilgjengelige under ulike perioder. To viktige brikker er i) en enkel klassifisering av bæreevne for skogsbilveier og ii) bedre prognoser for vær- og føre.

### 2. Mål og delmål

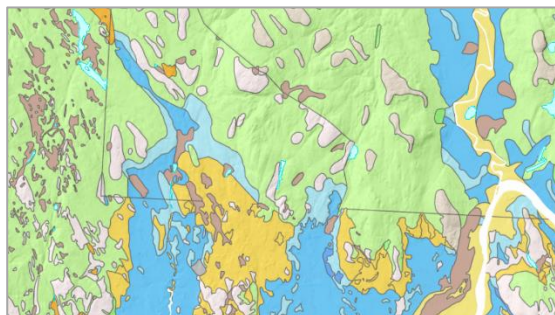
Oppgavens hovedmål er å utvikle og teste en prototyp systemløsning for en heldigital modellering av skogsbilveienes bæreevne gjennom årets ulike værtyper. Oppgaven har tre delmål:

- 1) Utvikle metodikken for en heldigital klassifisering av skogsbilveienes bæreevne
- 2) Integrere metodikken med eksisterende prognoser for driftsforhold over året
- 3) Sammenstille disse i en enkel kart-basert visualisering av skogsbilveienes tilgjengelighet

Begge bygger på nylig gjennomført FOU om heldigitale klassifisering av skogsbilveienes bæreevne (Fjeld et al. 2023) og nye prognoseverktøy for krav til bæreevne gjennom året (HarvesterSeasons.com). Oppgavens formål er å teste integrasjon av disse i en prototyp systemløsning, komplett med visualisering for ett avgrenset geografi (f.eks. Gjøvik/Toten).

### 3. Tilgjengelige metoder

**3.1 En grov bæreevneinndeling** - Klassifisering av bæreevne tar utgangspunkt i veiens bæreevne ved ulike værtyper og fuktighetsnivåer. En innledende bedømming kan gjøres etter løsmassetypen, f.eks.: *Kl. 1) helårsdrift*: grove vel-drenerte masser som f.eks. breelvavsetninger, *Kl. 2) barmarksdrift*: tykk sammenhengende morene og *Kl. 3) må vente på tele eller tørre perioder*: finsediment som hav- og fjordavsetninger. I NGUs løsmassekart ([Løsmasser \(www.ngu.no\)](http://www.ngu.no)) vises de nevnte løsmassetypene med fargene:

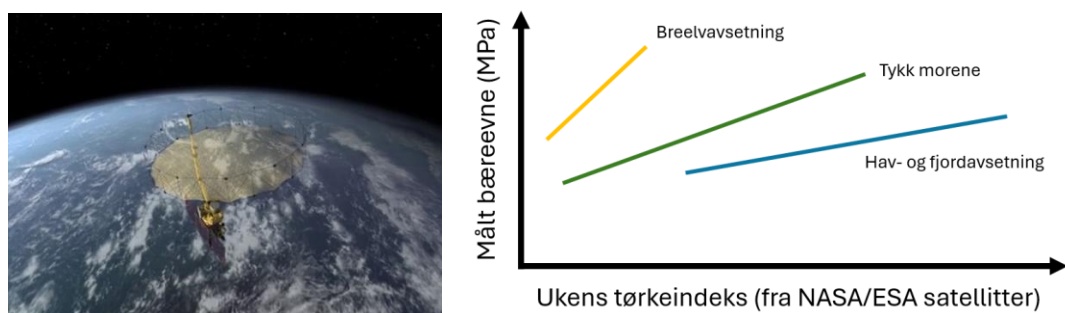


- oransje: breelvavsetning
- mørk grønn: tykk morene
- blått: hav og fjordavsetninger

**Figur A.** Utsnitt fra NGU løsmassekart. Viser breelvavsetning i oransje (grov, vel-drenerte masser egnet til helårsdrift) og hav- og fjordavsetninger i blått (finsediment som må vente på tele eller tørke).

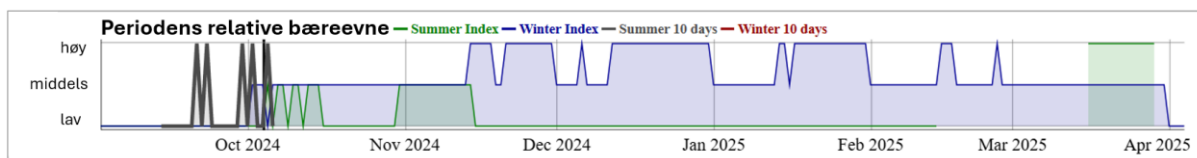
**3.2 Bæreevneklassifisering for skogsbilveier** - Et landsdekkende pilotforsøk fant, logisk nok, at de største driftene ( $> 2000 \text{ m}^3$ ) foregikk oftest på de sterkeste veiene, men at bare en fjerdedel av variasjon i bæreevne kunne forklares av undergrunn og bærelagsmaterialer. I likhet med terrengklassifiseringen for drift var de sterkeste veiene bygd med grove veldrenerte masser (f.eks. breelavsetning), og de svakeste på finsediment (f.eks. hav- og fjordavsetninger).

I analyser av det landsdekkende pilotforsøket har fokuset vært på de svakeste veiene, bygd opp av stedeigne masser. Ved å kombinere ukentlige markfuktighetsnivåer fra satellittdata (NASA SMAP og ESA Sentinel-1) med vanlig markfuktighetskart, kunne  $\frac{3}{4}$ -deler av variasjon i veiens bæreevne forklares. Dette tyder på at det er mulig med en heldigital løsning for å indikere når de ulike skogsbilveiene er farbare, forutsatt at vi kjenner veiens oppbygging. Det skulle gi en kobling mellom værtyper og bæreevne, som medfører økt effektivitet for alle parter.



**Figur B.** NASAs SMAP satellitt (Soil Moisture Active Passive) som følger markfuktigheten over tid (foto: NASA). Til høyre vises skogsbilveiens målt bæreevne i forhold til ukens tørkeindeks fra NASA/ESA.

**3.3 Prognoseverktøy** - Den siste utviklingen kommer fra Finlands meteorologiske institutt (FMI) og kalles HarvesterSeasons.com (hogstsesonger). Den bruker markens fuktighet og temperatur, samt snødybder, for å gi en ukentlig prognose av periodens relative bæreevne (høy - middels - lav) for vinter- og barmarksesong. HarvesterSeasons gir kortsiktige prognoser baserte på Destination Earth forecasts (ECMWF) og sesongprognoser fra Copernicus Climate Change Service (EU-Copernicus).



**Figur C.** 6-måneders prognose for periodens relative bæreevne fra FMIs HarvesterSeasons (barmark i grønn, vinterdrift i blått). Prognosen for de 10 nærmeste dager vises i svart.

#### Referanser

- Fjeld D, Bjerketvedt J, Fønhus M (2018). Nye muligheter for klassifisering av bæreevne. Norsk Skogbruk.  
 Fjeld D, Bjerketvedt J, Bråthen M (2022). Bæreevneklassifisering for skogsbilveier. NIBIO Rapport.  
 Fjeld D, Persson M, Fransson J E S, Bjerketvedt J, Bråthen, M (2023). Modelling forest road trafficability with satellite-based soil moisture variables. International Journal of Forest Engineering.  
 Fønhus M, Lyshaug S, Bråthen M, Fjeld D (2024). Skog til industri - nye verktøy for varierende vær og føre. Norsk Skogbruk.