

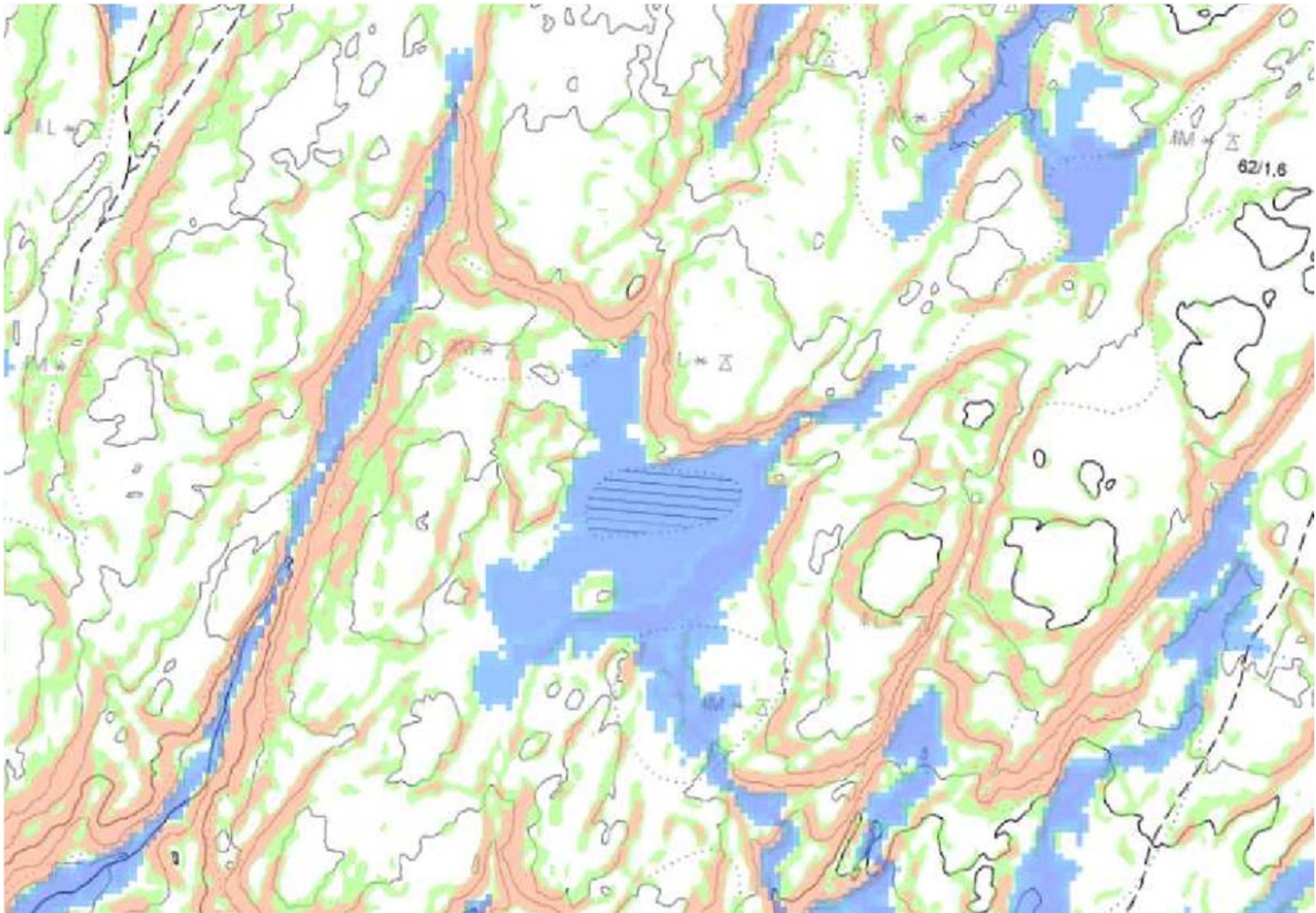


NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forprosjekt – Markfuktighetskart for skogen i Norge

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 102 | 2017



Jan Bjerketvedt (NIBIO), Endre Hofstad Hansen (Skogkurs)
Divisjon for skog og utmark/Skogteknikk og økonomi

TITTEL/TITLE

Forprosjekt – Markfuktighetskart for skogen i Norge

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Jan Bjerketvedt, Endre Hofstad Hansen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
07.09.2017	3/102/2017	Åpen	10874	17/02481
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17- 01915-2	2464-1162	23		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Norges Skogeierforbund og NORSKOG

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Jan Bjerketvedt

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Akershus

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Ås

STED/LOKALITET:

Ås

GODKJENT /APPROVED

Bjørn Håvard Evjen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Jan Bjerketvedt

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten er utarbeidet som avslutning av prosjektet «Forprosjekt – Markfuktighetskart for skogen i Norge». Eier av prosjektet har vært Norges Skogeierforbund og NORSKOG. Faglig ansvarlig har vært NIBIO ved forsker Jan Bjerketvedt. Skogkurs har hatt prosjektansvaret og stått for gjennomføringen. Prosjektet er finansiert med støtte fra Skogtiltaksfondet. I tillegg har NIBIO og Skogkurs gått inn med egne midler.

Ås, 07.09.17

Innhold

1	Bakgrunn og mål.....	5
2	Markfuktighetskart.....	7
2.1	DTW-metoden.....	8
2.2	Tidligere studier.....	10
2.2.1	Skoglig Terrängplanering i GIS.....	10
2.2.2	Fuktighetskart som hjelpemiddel for å redusere kjøreskader ved mekanisert hogst.....	12
2.2.3	Pilotforsøk om skogsmarkas bæreevne.....	12
3	Nyttevurdering.....	15
4	Nasjonal detaljert høydemodell.....	16
5	Anvendelsesområder.....	17
6	Oppsummering.....	18
6.1	Bør det etableres et markfuktighetskart for skogen i Norge?.....	18
6.2	Vil kvalitet lik det som Sverige har være tilfredsstillende for oss selv om Norge stedvis har betydelig mer nedbør og terrenget er brattere og «trangere»?.....	18
6.3	Hva bør kravene til et norsk kart være?.....	18
6.4	Hva vil det koste å lage landsdekkende markfuktighetskart for Norge?.....	18
6.5	Hvem skal ha rettigheter til kartet?.....	18
6.6	Hvem kan lage det?.....	19
6.7	Hvem bør/kan ta ansvar for å organisere at det lages?.....	19
6.8	Kan det legges inn i databasen Kilden ved NIBIO og vedlikeholdes der?.....	19
6.9	Hvor raskt kan et slikt kart lages?.....	19
6.10	Hvordan kan det tas i bruk – målgruppe og formidling.....	19
6.11	Er det andre skogbruket kan samarbeide med for å lage kartet?.....	19
7	Anbefalinger.....	20
8	Økonomi i forprosjektet.....	21
8.1	Budsjett.....	21
8.2	Finansiering.....	21

1 Bakgrunn og mål

Det er et stort på fokus på å forebygge sporskader ved hogst og utkjøring av tømmer og å sikre god vannkvalitet i bekker, elver og vann. Flere av kravpunktene i Norsk PEFC Skogstandard fokuserer på dette¹. Samtidig ønsker industrien i økende grad jevn tilgang på tømmer noe som fører til at avvirkingen fordeles utover året, mer uavhengig av værforhold enn tidligere. I tillegg gir endringer i klima nye utfordringer. Bl.a. peker NVE i sin Klima-tilpassingsstrategi 2015–2019² på følgende:

- Årsnedbøren vil generelt øke i nesten hele landet.
- Det vil bli flere lokale intense nedbørsepisoder og mer flom i små elver.
- Avrenning i vintermånedene vil generelt øke, mens avrenning i sommerhalvåret vil generelt reduseres.
- Flomfaren vil øke høst og vinter og regnflommene blir generelt større.

Klimaendringene vil øke faren for sporskader med erosjon og påvirkning av vannkvalitet i bekker, elver og vann. Et markfuktighetskart som viser hvor det er størst fare for sporskader og påvirkning på vannkvalitet vil kunne bidra til å redusere faren for sporskader.

Markfuktighetskart bygger på analyser av digitale terrengmodeller (DTM)^{3,4}. Dagens DTMer benytter laserdata og analysene beskriver sammenhengen mellom terrengformasjoner og fuktighet. Kartet presenter hvor der er størst sannsynlighet for økt fuktighetsinnhold i marka. Markfuktigheten kan vises med graderte fargekoder. I Sverige har Skogstyrelsen utviklet et landsdekkende markfuktighetskart^{5,6}. Kartet ligger åpent ute på hjemmesiden til Skogstyrelsen.

Statens kartverks landsdekkende prosjekt «Nasjonal detaljert høydmodell»⁷ vil levere en DTM med 1 m oppløsning over hele landet (unntatt fjellområder) basert på laserdata. Denne DTMen vil være et godt utgangspunkt for et markfuktighetskart. Prosjektet ferdigstilles i løpet av 2020.

Gjennom prosjektet «Sporløs kjøring» har Skogkurs erfaringer som tilsier at et markfuktighetskart vil være et nyttig redskap i å forhindre og forebygge sporskader ved skogsdrift. Også noen andelslag i Norge (Viken og Mjøsen) har utviklet og tatt i bruk egne markfuktighetskart og de rapporterer at kartet er svært nyttig ved planlegging av skogsdrifter. Ved NMBU ble det i 2016 levert mastergrader som behandlet markfuktighetskart^{8,9}.

¹ http://www.pefcnorger.org/vedl/PEFC%20N%202002_Norsk%20PEFC%20Skogstandard_Juni%202016_.pdf

² http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_80.pdf

³ Tarboton, D.G., (1997), A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models, *Water Resour. Res.*, 33(2), 309–319.

⁴ Murphy, P.N.C., Ogilvie, J., Connor, K., Arp, P.A., (2007), Mapping wetlands: A comparison of two different approaches for New Brunswick, Canada, *Wetlands*, 27, 846–854, 2007.

⁵ Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S., Sonesson, J., (2014), Arbetsrapport Från Skogforsk nr. 818–2014. STIG-projektet 2010-2014.

⁶ <https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/skogliga-grunddata/>

⁷ <http://www.kartverket.no/Prosjekter/Nasjonal-detaljert-hoydemodell/>

⁸ Bjørnstad, B., (2016), Evaluering av fuktighetskart som hjelpemiddel for å redusere kjøreskader ved mekanisert hogst. <http://hdl.handle.net/11250/2403741>

⁹ Lifjell, A.F., Dyrdal, T., (2016), Testing og videreutvikling av et GISbasert verktøy for terrengtransport planlegging. <http://hdl.handle.net/11250/2403111>

Det meldes også om stor interesse blant aktører som ikke har denne informasjonen (Fylkesmannen i Hedmark, Landbruksdirektoratet, Arena-skog Trøndelag).

Hovedmål: Utrede muligheten for å lage et markfuktighetskart for norsk skogbruk.

Delspørsmål:

- 1) Bør det etableres et markfuktighetskart for skogen i Norge?
- 2) Vil kvalitet lik det som Sverige har være tilfredsstillende for oss selv om Norge stedvis har betydelig mer nedbør og terrenget er brattere og «trangere»?
- 3) Hva bør kravene til et norsk kart være?
- 4) Hva vil det koste å lage landsdekkende markfuktighetskart for Norge.
- 5) Hvem skal ha rettigheter til kartet?
- 6) Hvem kan lage det?
- 7) Hvem bør/kan ta ansvar for å organisere at det lages?
- 8) Kan det legges inn i databasen Kilden ved BIBIO og vedlikeholdes der?
- 9) Hvor raskt kan et slikt kart lages?
- 10) Hvordan kan det tas i bruk – målgruppe og formidling
- 11) Er det andre skogbruket kan samarbeide med for å lage kartet?

2 Markfuktighetskart

Med markfuktighetskart menes i denne sammenheng en kartframstilling av resultatene fra en «Depth-To-Water-(Index)» - analyse (heretter kalt DTW). Begrepet «markfuktighetskart» kan vel ikke sies å være offentlig definert, men synes å være en passende beskrivelse av innholdet. Det har blant annet vært omtalt som «vannkart», «fuktighetskart», «WetMap» mm, men inntil noen andre kommer opp med et bedre norsk navn på produktet, så benyttes markfuktighetskart.

Det finnes andre metoder enn DTW for å beskrive fuktighetsforholdene i skogsmarka, f.eks. «topographic wetness index» (TWI) eller SAGA wetness index¹⁰. Et kart basert på TWI vil også være et markfuktighetskart. Det er derfor viktig å presisere hvilken metode som er benyttet som grunnlag for kartproduktet. Valget av DTW-metoden er basert på resultatene fra en svensk studie¹¹ hvor det konkluderes med:

“DTW and TWI are both useful soil wetness predictors. However, TWI soil wetness delineations are sensitive to scale and landscape variations, and are limited in providing soil wetness detail at less than their optimal resolution of 24 m. In contrast, DTW is fairly scale-independent in predicting wet areas and produces a resolution-consistent wet-area delineation accuracy of at least ACC = 80% and MCC = 0.40. In addition, DTW can be further optimised by choosing appropriate flow-initiation thresholds according to seasons (including climatic region) and landforms. Doing so would enable a systematic reduction of false positive and false negative wetarea determinations. In conclusion, DTW maps have the potential to form the next generation of high-resolution wetarea maps, and the process of doing that would find many applications in forestry and elsewhere.”

Dette betyr at DTW er bedre egnet enn TWI til å gjøre analyser basert på detaljerte terrengdata, dvs. i en terrengmodell (3D-modell) basert på et raster med celler mindre enn 24 x 24 meter. Dersom man tar utgangspunkt i lassbærerens bredde, så vil en cellestørrelse på 10 x 10 meter, men helst 5 x 5 meter være en minimumsoppløsning. Skogforsk i Sverige har benyttet 2 x 2 meter, mens foregangsmannen i Norge, Svein Dypsund i Viken Skog anbefaler 1 x 1 meter. I en planleggings situasjon kan man her se for seg ulike oppløsninger for ulike påvirkende faktorer. Stigning (bratthet) kan analyseres i en terrengmodell med 5 x 5 meter, mens DTW-analysen blir gjort i en terrengmodell med 1 x 1 meter. Det vesentlige punktet i denne forbindelse er hvilke høydedata som er input til terrengmodellen som analysen gjøres på grunnlag av. Høydekurver fra Økonomisk kartverk (5 m kurver fra kart i målestokk 1:5000) vil ikke være detaljerte nok til å gi et akseptabelt resultat, man må benytte laserskanningsdata.

Data fra laserskanning representerer dagens situasjon for innhenting av terrengdata. Man finner data med fra 0,7 til 10 punkter/m² for ulike steder i landet. Denne punkttettheten angir antall utsendte og mottatte laserpulser, - ikke nødvendigvis antall registreringer som er gjort på bakkenivå, siden en del laserpulser reflekteres fra vegetasjonen og aldri når bakken.

Det er få lasertakster initiert fra skogbrukets side som enkelt-tre-takst hvor punkttettheten er på ca. 10 punkter/m². Mange prosjekter har ca. 2 punkter/m². I den senere tid har man gjennom Geovekst-prosjektene dratt seg opp mot 5 punkter/m².

Den påbegynte landsdekkende laserskanningen har 2 punkter/m² som minimumsoppløsning. Ulike næringsinteresser (vei, jernbane, kraftledning, skog osv.) kan gjennom økt medfinansiering øke punkttettheten i områder de har særlig interesse av.

¹⁰ http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.2.6/ta_hydrology_20.html

¹¹ Ågren, A.M., Lidberg, W., Strömgren, M., Ogilvie, J., Arp, P.A. (2014). Evaluating digital terrain indices for soil wetness mapping – a Swedish case study. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 3623–3634.

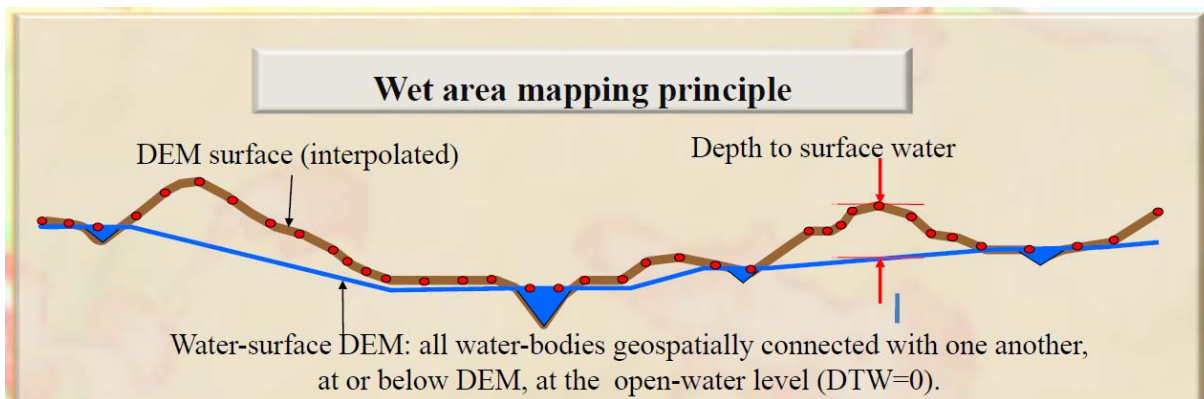
2.1 DTW-metoden

Ågren et al beskriver metoden som følger (FA betyr FlowAccumulation):

The cartographic depth-to-water (DTW) index refers to the least-cost depth or elevation difference (in metres) to the nearest open water locations such as the DEM-derived streams, lakes, pools, ponds, or shoreline where DTW is set to be 0. This index (Murphy et al., 2009, 2011) was derived from the 2m DEM as follows: first the DEM was filled and the flow direction and FA data layers were generated using the D8 method (Jenson and Domingue, 1988; O'Callaghan and Mark, 1984). The resulting FA raster was used to derive the topographically defined flow channel networks with 0.5, 1, 2, 2.5, 4, 5, 8, 10, and 16 ha flow initiation thresholds. DTW was then determined for each of the resulting flow networks by determining the least elevational differences between each DEM cell and its nearest stream cell according to the least-elevation path between these cells. Mathematically,

$$DTW = \left[\sum \frac{dz_i}{dx_i} a \right] x_c,$$

where dz/dx is the slope of a cell along the least-elevation path, i is a cell along the path, a is 1 when the path crosses the cell parallel to the cell boundaries and 1.414214 when it crosses diagonally; x_c represents the grid cell size (m).

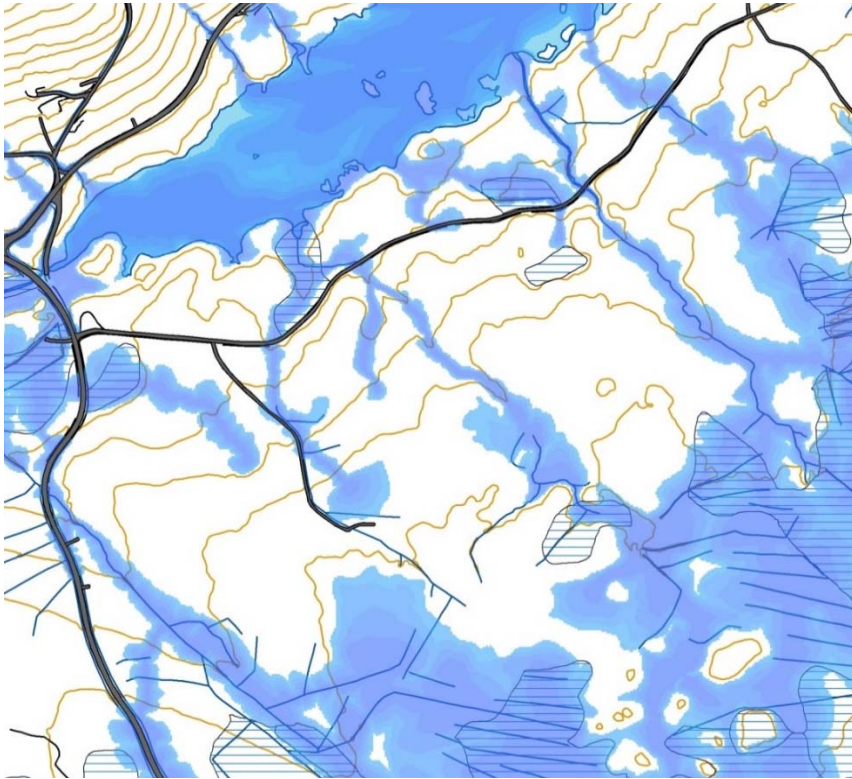


Figur 1. Prinsippskisse av DTW-analyse (fra Smith et al)

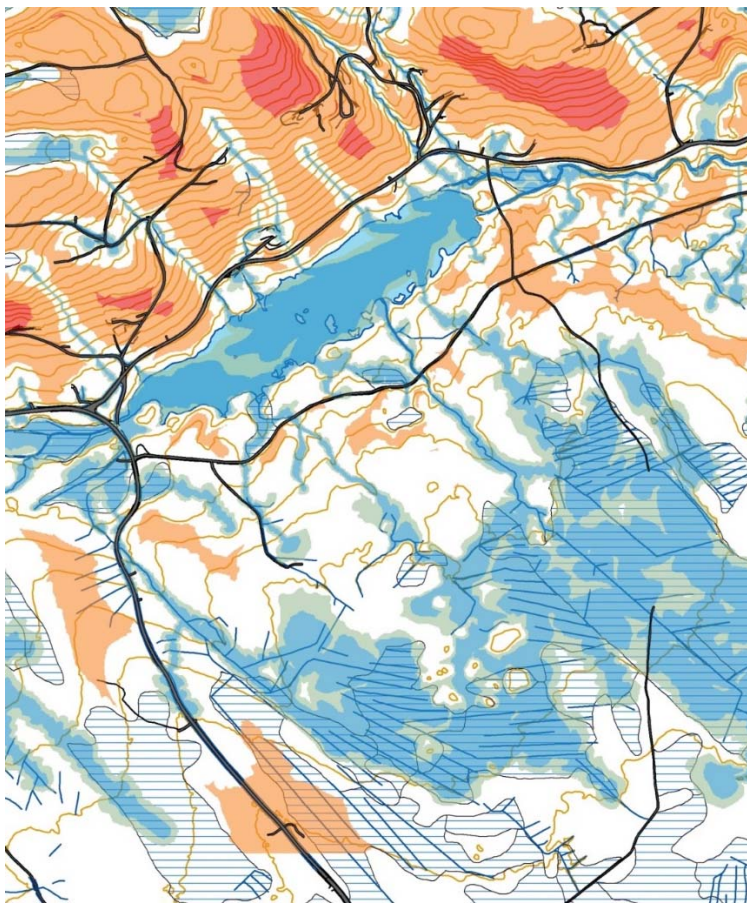
I praksis kan analysen gjøres som følger i et GIS-program (her er det benyttet ArcMap-navngiving på prosedyrene):

- Den digitale terrengmodellen (1x1m eller 2x2m) «fylles» (utjevnes) for å unngå forsenkninger og få en kontinuerlig vanntransport igjennom modellen (Fill).
- Helningsretning beregnes (FlowDirection)
- Hver enkelt celles nedslagsfelt bestemmes (FlowAccumulation)
- Det settes en grenseverdi for hvor stort nedslagsfelt som må til for å generere åpent vann, for eksempel 10 daa (eller 10.000 1x1m celler). Celler med stort nok nedslagsfelt blir klassifisert med 0 (m dybde til vann) (SetNull)
- Vann-nettverket bygges opp av celler klassifisert med 0 fra forrige punkt (StreamToFeature)
- Cellenes hellningsvinkel beregnes i grader (Slope) og omregnes til radianer med RasterCalculator
- PathDistance-prosedyren benyttes til å beregne minste høydeforskjell mellom hver enkelt celle og dens nærmeste vann-nettverk-celle ved hjelp av «least-elevation path» mellom disse cellene.

Ved presentasjon av analyse-resultatene kan for eksempel DTW-verdier mellom 0 og 1 meter framheves med blå-farge (svenske Skogforsk har brukt 4 klasser innenfor dette intervallet med ulike blåfarger).



Figur 2. Markfuktighetskart med 4 blå-klasse 0-1,0 m dybde til vann. NIBIO.



Figur 3. Markfuktighetskart med både fuktige og tørre områder. NIBIO.

Det er selvsagt mulig å fremstille resultatene med både negative og positive verdier, dvs. områder med stor sannsynlighet for kjøreskader og områder med mindre sannsynlighet.

Den eneste valgte parameteren i beregningsprosessen er en grenseverdi for hvor stort nedslagsfelt som må til for at en celle blir klassifisert som bekk, og får 0 m dybde til vann. Ved å forandre på grenseverdien for min. nedslagsfeltstørrelse kan man simulere ulike årstider, - lite arealkrav for nedbørsrike perioder og større areal for tørre perioder.

Markfuktighetskartet tar ikke hensyn til løsmasseforholdene, kun terrengoverflatens helning. Det betyr at man får det samme resultatet om man har bart fjell eller siltholdige masser

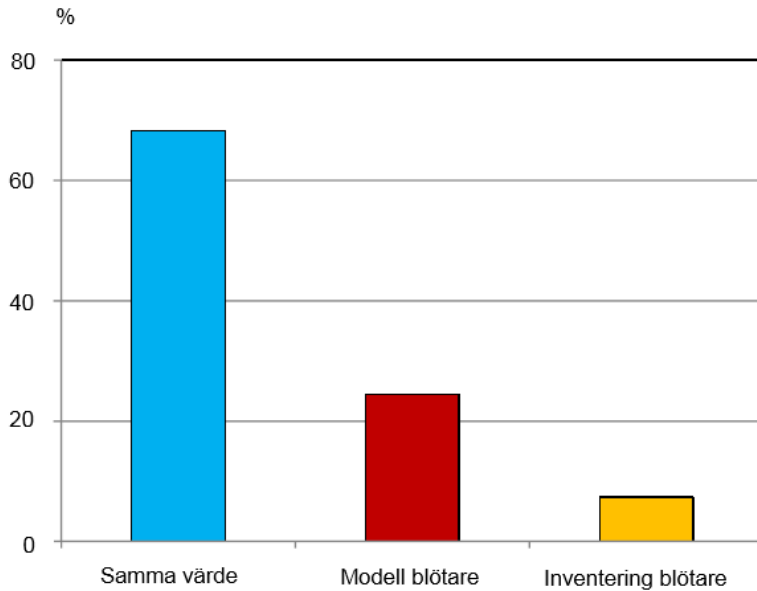
2.2 Tidligere studier

2.2.1 Skoglig Terrängplanering i GIS

Skogforsk i Sverige gjennomførte i perioden 2010-14 prosjektet Skoglig Terrängplanering i GIS (STIG), med formål å utvikle planlegging og avvirkning i skogen med hensyn til skogbunn og vann (Bergkvist et al. 2014). Utvikling og testing av markfuktighetskart var et av elementene som inngikk. Den svenske Riksskogstaxeringens fuktighetsklassifisering ble gjennomført i felt og sammenlignet med beregnede DTW-verdier. Klassifiseringen er basert på middelavstanden fra markoverflaten til grunnvann i vekstsesongen, med følgende klasser:

- Bløt mark, 0 m til grunnvann
- Fuktig mark, < 1 m til grunnvann

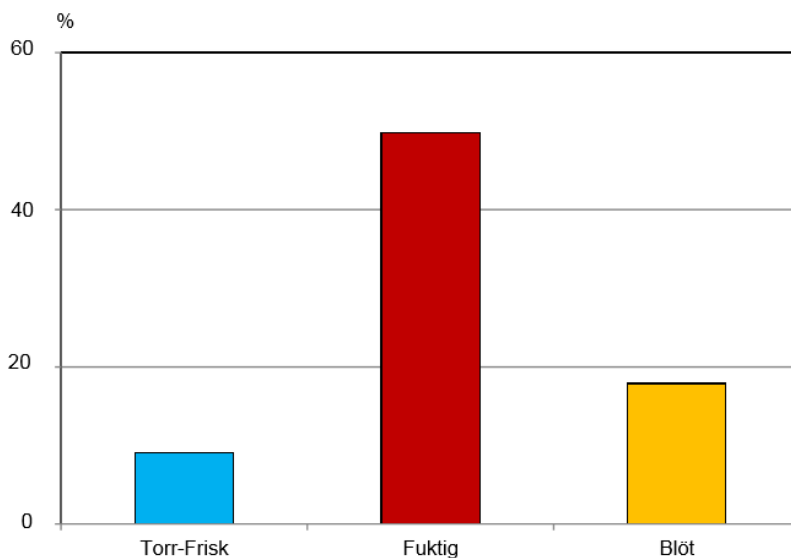
- Frisk mark, 1 – 2 m til grunnvann
- Tørr mark, avstand til grunnvann er mer enn 2 m



Figur 11. Andel av provpunktene som klassades i samme markfuktighetsklasse som markfuktighetskartan, samt hur många som klassades blötare i modellen respektive vid inventeringen.

68 % av de undersøkte punktene ga likt resultat, mens 25 % ble klassifisert bløtere i markfuktighetskartet og kun 7 % var bløtere i terrenget. En analyse av feilklassifiseringen viste at grøfter hadde forårsaket avviket i 65 % av tilfellene, veier var årsak til 7 % av avvikene og for 28 % av feilklassifiseringen ble det ikke funnet noen årsak.

Registrering av kjøreskader viste at mer enn 60 % av skadearealet ble funnet i områder som var klassifisert som fuktige i modellen.



Figur 14. Andel (%) av körvägsarealen inom varje markfuktighetsklasse som skadats.

I figuren representerer klassen Fuktig de 3 markfuktighetskart-nivåene (1,0-0,75 m), (0,75-0,5 m) og (0,5-0,25 m), mens klassen Bløt er (0,25-0 m) dybde til grunnvann.

En av konklusjonene i rapporten er: *Markfuktighetskartene har en stor verdi som kartunderlag i planlegging og avvirking. Utvikling av modellen gjennom å f.eks. ta hensyn til veier og grøfter kan gjøre nøyaktigheten bedre, men allerede i dag kan mye av den ømfintligste skogsmarken identifiseres.*

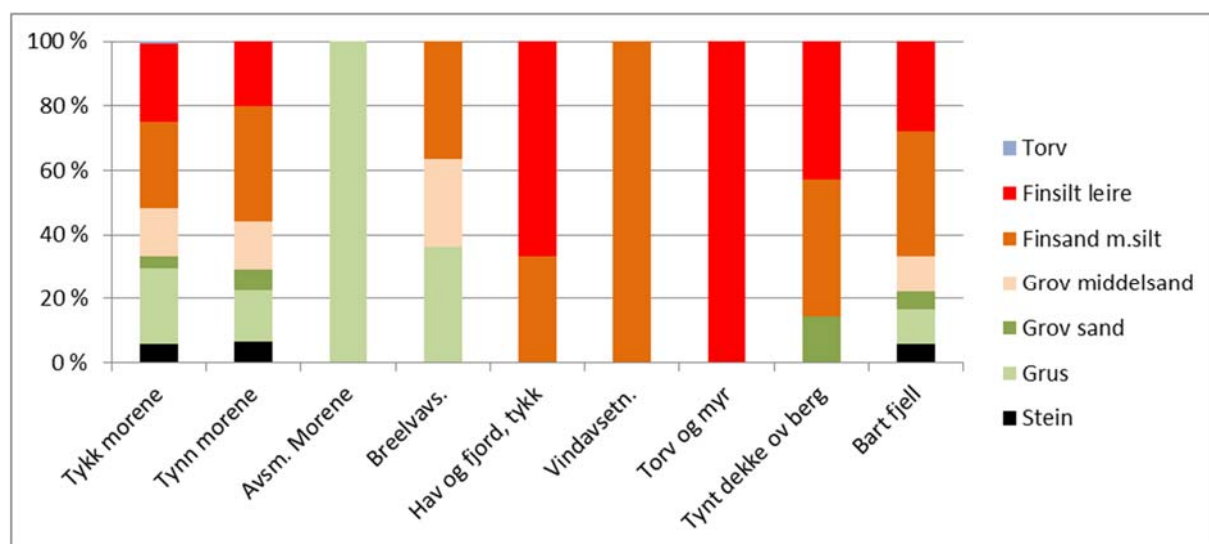
2.2.2 Fuktighetskart som hjelpemiddel for å redusere kjøreskader ved mekanisert hogst

En mastergradsoppgave ved NMBU (Bjørnstad 2016) sammenlignet GPS-registrerte kjøreskader (behov for sporutbedring) fra 9 drifter i Mjøsens område med markfuktighetskart.

Kun 11 % av kjøreskadene ble funnet innenfor markfuktighetskartleggingens blå område (0-1 m beregnet dybde til grunnvann) og skadeomfanget var tilnærmet likt for løsmasseklassene tynn og tykk morene. Mastergradsoppgaven omfattet også intervju med en skogbruksleder og en entreprenør som hadde tatt i bruk markfuktighetskart. Fra skogbrukslederens side ble det påpekt at det var et godt hjelpemiddel til å sortere drifter med hensyn til driftstidspunkt og enklere å planlegge basvei i forkant av befarings, samt at han ville forsøke å benytte det til planlegging av markberedning, planting og annet skogkulturarbeid. Hogstmaskinføreren mente markfuktighetskartet økte effektiviteten gjennom at det var enklere å velge stikkveier og kjøremønstre, men at det var nødvendig å kombinere kartinformasjonen med forstligg skjønn for å kjøre i de fuktige områdene.

2.2.3 Pilotforsøk om skogsmarkas bæreevne

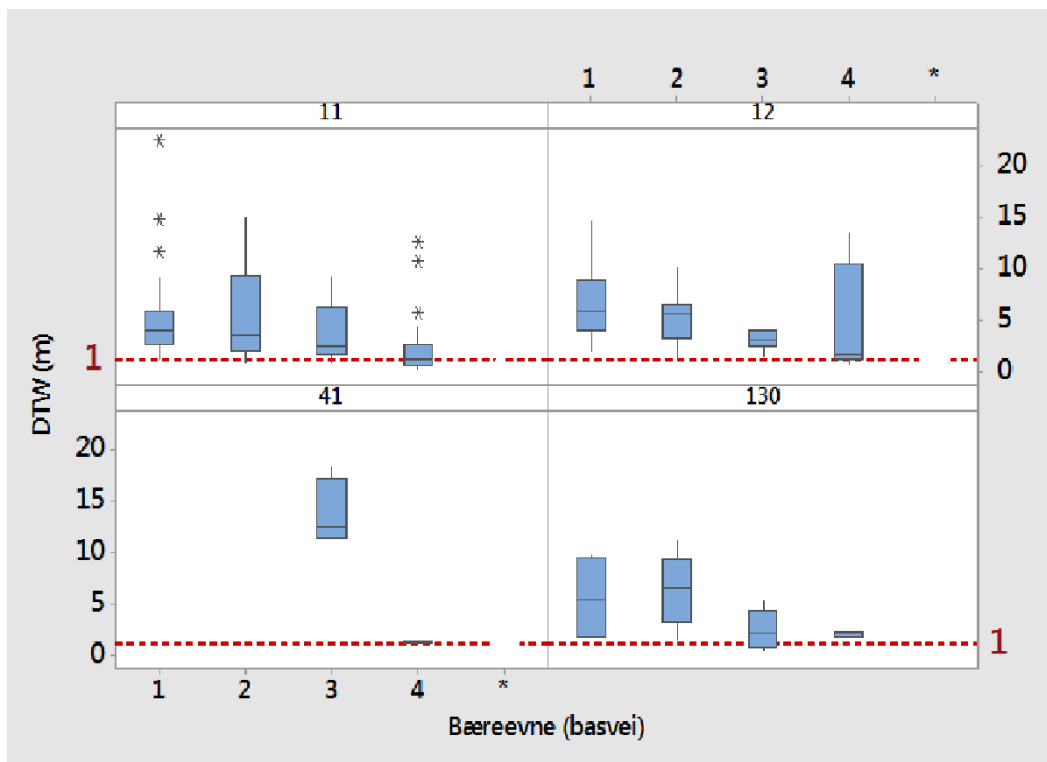
NIBIO gjennomførte høsten 2016 en studie om skogsmarkas bæreevne¹² sammen med flere samarbeidspartnere. Pilotforsøkets mål var å teste og utvikle noen enkle metodikker for objektiv klassifisering av bæreevne i terrenget, basert på både feltregistreringer og digitale datakilder, herunder markfuktighetskartlegging. Arbeidet omfattet 90 forsøksområder hos Viken, Mjøsen og Glommen.



Figur 4. Fordeling av teksturer for de ulike løsmasser.

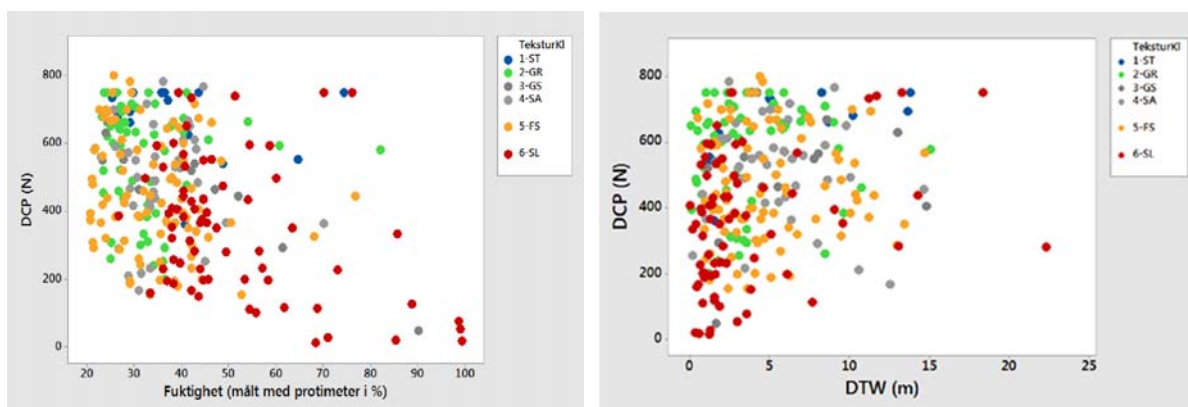
¹² Fønhus, M., (2017), Sluttrapport for Pilotprosjekt for bæreevneklassifisering

En sammenligning av løsmassekartets klassifisering og feltregistrerte data viser klart det store spennet i fraksjoner hos tynn/tykk morene, mens avsmeltingsmorene kun har en fraksjon. Problembarnet «finsilt/leire» går dessverre igjen i mange av klassene.



Figur 5. Fuktighet etter DTW (m) for ulike klasser av basveiens bæreevne (subjektiv feltklassifisering 1-2: helårdrift, 3:barmarksdrift, 4:vinterdrift) for 4 typer løsemasse (11: tykk morene, 12: tynn morene, 41: hav og fjordavsetning, 130: bart fjell).

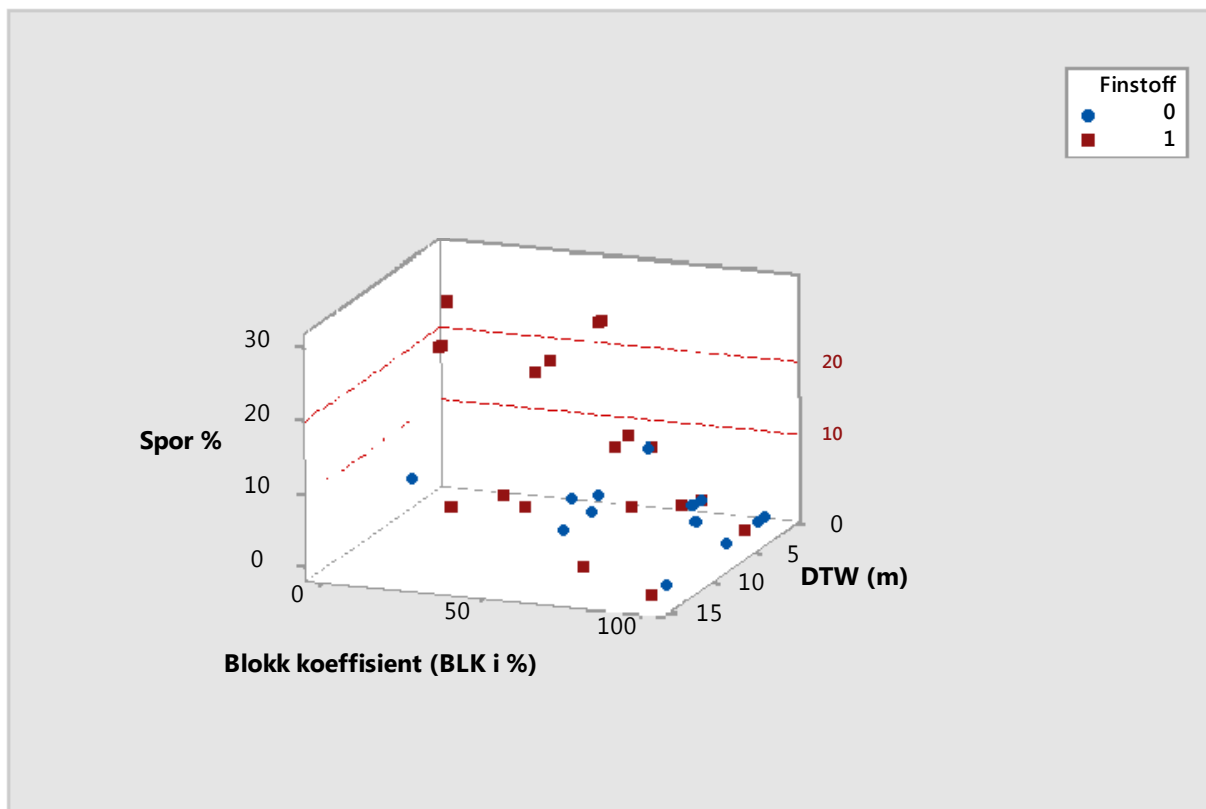
Ut i fra markfuktighetskart kunne DTW for de ulike løsmasser ses i forhold til den subjektive klassifisering av bæreevne som ble gjort i felt. Der den nedre kvartil for DTW nærmer seg 1 m er oftest området bedømt som vinterdrift. For hav eller fjordavsetning (41) krevdes høy DTW for å motivere en klassifisering som barmarksdrift (3).



Figur 6. Jordstyrke (DCP i N) for ulike jordtekstur (GR: grus, GS/SA: sand, FS: fin sand/silt, SL: fin silt/leire) med varierende fuktighet målt med protimeter i % (venstre) og modellerte med DTW i m (høyre).

Penetrasjonsmotstand (DCP i N) er en god indikator for jordartens bæreevne. Figur 6 (venstre) viser DCP-verdiene i forhold til jordfuktighet (denne gangen målt med protimeter) for ulike teksturer. Figuren viser hvordan DCP-verdiene for fin silt og leire (6-SL) har større variasjon enn de andre teksturer og denne variasjon påvirkes i større grad av fuktighet.

Figur 6 (høyre) viser det samme for DTW hvor ved mindre enn 2 m ligger de fleste punkter med grov tekstur (grus) over 400 N, mens punkter med fin tekstur (fin silt/leire) ligger med jevn spredning mellom 0 og 600 N.



Figur 7. 3D plot av spor % fra referanseflatene i forhold til blokk koeffisient (BLK i %) og DTW (m) der punktenes farge indikerer jordtekstur (blått: grus/sand rødt: fin sand/silt/leire).

Klassifisering av bæreevne basert kun på feltregistreringer er tidskrevende og klassifisering basert på kun digitale kilder er unøyaktig. Figur 7 viser forekomst av spor på referanseflatene i forhold til blokk koeffisient (BLK i %) og DTW (m) for grov og finfraksjoner.

3 Nyttevurdering

Det brukes anslagsvis et sted mellom 10–20 millioner kr per år på utbedring av kjøreskader. Et videre anslag på 30-50 % i reduserte kjøreskader betyr en direkte økonomisk nytte på 3-10 millioner kr per år.

I tillegg til den direkte økonomiske nytten vil reduserte kjøreskader være bra for skognæringens anseelse og minske uønskede konflikt-situasjoner som følge av visuelt skjemmende hjulspor i friluftsområder. Videre inneholder PEFCs skogstandard flere punkt som omhandler planlegging for å ivareta hensynet til bl.a. friluftsliv, erosjon og rasfare og vannressurser. Spesielt kan punkt 13 – terrengtransport nevnes¹³.

¹³ http://www.pefcnorge.org/vedl/PEFC%20N%202002_Norsk%20PEFC%20Skogstandard_Juni%202016_.pdf

4 Nasjonal detaljert høydemodell

Statens kartverk vil i prosjektet «Nasjonal detaljert høydemodell» levere en DTM med 1 m oppløsning over hele landet (unntatt fjellområder) basert på laserdata. Prosjektet ferdigstilles i løpet av 2020. DTMen vil dekke et areal på ca. 290.000 km². Av dette er ca. 60.000 km² skannet tidligere i andre prosjekt og per mars 2017 er ca. 48.000 km² skannet i prosjektet. Dette betyr at data for ca. 47 % av arealet er tilgjengelig. Store og viktige skogområder i Trøndelag, Hedmark, Oppland, Østfold og Akershus er skannet. Skanningen for 2017 er allerede i gang og status oppdateres jevnlig på Statens kartverks hjemmesider¹⁴.

¹⁴ <http://www.kartverket.no/Prosjekter/Nasjonal-detaljert-hoydemodell/status-datafangst-2017/>

5 Anvendelsesområder

Som nyttevurderingen gjort ovenfor, og de tidligere studiene viser har mye av fokuset vært rettet mot skogsmaskiner og kjøreskader i terrenget i forbindelse med avvirkning. Dette er også grunnlaget for utarbeidelse av markfuktighetskart utført av andelslagene selv. I tillegg til reduserte kjøreskader finnes det en rekke andre områder hvor informasjon om markfuktighet vil kunne være av interesse:

Skogskjøtsel. Markfuktighetskartene vil også ha informasjon som kan være til nytte for skogkulturtiltak. Ikke bare ved anvendelse av maskiner, men også for skjøtselsmessige valg. Dette kan f.eks. være valg av treslag eller hogstform eller planlegging av markberedning eller grøftevedlikehold.

Skogsbilveger. Et pågående mastergradsarbeid som leveres i år ser på sammenhengen mellom markfuktighetsverdier og bæreevne på eksisterende skogsbilveier. Med utgangspunkt i markfuktighetskart er forskningen i Sverige og Norge er i gang med å se på sammenhengen mellom markfuktighet, ulike løsmassetyper, nedbørsforhold og andre faktorer som grøfter og veier/stikkrenner.

Utvelgelse av nøkkelbiotoper. Kartgrunnlaget kan benyttes til å prioritere nøkkelbiotoper som ligger i områder som er vanskelig tilgjengelige pga. markfuktighet/framkommelighet.

Friluftslivsinteresser. Markfuktighet kan også være nyttig i forbindelse med planlegging og tilrettelegging av friluftslivsinteresser f.eks. ved bygging av skiløypetraseer, turstier o.l.

Samfunnsberedskap. Aktører innen samfunnssikkerhet og beredskap (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Forsvaret) vil kunne ha nytte av data i forbindelse med håndtering av f.eks. skogbrannbekjempelse og tilsyn av infrastruktur som EL-anlegg.

Naturtypekartlegging / Økologisk grunnkart. Digitale kartdata, hovedsakelig flybilder, danner grunnlaget for kartlegging av naturtyper¹⁵. I tillegg anvendes et stort antall andre kart, f.eks. geologiske, kvartærgeologiske, vegetasjonskart, etc. Et markfuktighetskart anses å kunne gi verdifull informasjon i forbindelse med naturtypekartlegging.

¹⁵ Natur i Norge, Kartleggingsveileder [http://www.artsdatabanken.no/Files/16101/Kartleggingsveileder_\(v._2.0.2a\)](http://www.artsdatabanken.no/Files/16101/Kartleggingsveileder_(v._2.0.2a))

6 Oppsummering

Med utgangspunkt i spørsmålspunktene i innledning av rapporten forsøker forprosjektet å gi en oppsummering under.

6.1 Bør det etableres et markfuktighetskart for skogen i Norge?

Ja. Da man i Sverige gjennomførte en landsdekkende laserskanning, var utarbeidelse av (tilnærmet) heldekkende markfuktighetskart noe av det første man brukte laserdataene til. Et markfuktighetskart er en viktig datagrunnlag og verktøy i forbindelse med planlegging og utførelse av drift i skogen som innbefatter bruk av tunge maskiner, f.eks. sluttavvirkning, tynning, markberedning. Per i dag bruker flere av skogandelslagene egne utarbeidede markfuktighetskart for planlegging av drifter. Men ikke alle andelslag har kapasitet og kompetanse til dette. I tillegg vil et nasjonalt markfuktighetskart være tilgjengelige for alle, også for drifter utenfor andelslagenes kartlegging. Videre vil et åpent markfuktighetskart legge til rette for potensielle bruksområder også utenfor skogsdrift, f.eks. kartlegging av naturtyper eller andre miljøregistreringer.

6.2 Vil kvalitet lik det som Sverige har være tilfredsstillende for oss selv om Norge stedvis har betydelig mer nedbør og terrenget er brattere og «trangere»?

DTW-metodikken er utviklet for relativt flate terrengformasjoner i Canada og Sverige, og det er naturlig at resultatet ikke er like godt under andre forhold. Dette er også den klare tilbakemeldingen fra Svein Dypsund (Viken skog). Under brattere forhold er kvaliteten for deres bruk ikke tilfredsstillende. Kvaliteten vil også kunne variere med skanner-instrument, skannevinkel, valg av algoritme og parametre for klassifisering av bakkepunkt. Videre melder Dypsund at resultatet påvirkes av interpolasjonsmetode for konstruksjon av DTM. Markfuktighetskartet i Sverige er et produkt som SLU kommer til å videreutvikle ved å inkludere informasjon om jordarter, barrierer i terrenget og nedbørsdata. Dette vil også kunne bli aktuelt i Norge som en videreutvikling av kartet.

6.3 Hva bør kravene til et norsk kart være?

Kartet bør være basert Statens kartverks nye detaljerte høydemodell med 1 m oppløsning. Videre bør kartet være testet under ulike forhold, ala den svenske STIG-rapporten, slik at informasjon om nøyaktighet i ulike områder kan angis.

6.4 Hva vil det koste å lage landsdekkende markfuktighetskart for Norge?

Et overslag over kostnader ble gjort i et tidlig møte med Ingvild Nystuen ved NIBIO. Her ble det skissert en kostnad på ca. 500 000 for programmering/oppsett av kartløsning, 3-500 000 for prosessering av nye områder, 3-500 000 for prosjektledelse/informasjonsarbeid og 150 000 for testing av kartet i felt.. Forstudien gir et bedre grunnlag for å se nærmere på kostnadene, og det bør innhentes priser fra NIBIO og andre aktører.

6.5 Hvem skal ha rettigheter til kartet?

Markfuktighetskartet bør være basert på offentlige data og være åpent tilgjengelig. Dette kan gjøres som WMS/WCS/WFS-tjenester. Det bør også være muligheter for nedlastning av data.

6.6 Hvem kan lage det?

Det finnes flere ulike kart-miljø i Norge som kunne prosessert laserdata og produsert et markfuktighetskart (TerraTec, Blom Geomatics, COWI, Geodata, Foran). Hovedutfordringen er å håndtere usikkerheten rundt produktet og testing av kvaliteten av kartlaget under ulike forhold. Det er derfor naturlig å tenke seg at arbeidet knyttes opp mot et forskning/utviklings-miljø innenfor skog – og geomatikkområdet. For å sikre en nasjonal forvaltning av dataene, enkel tilgang til data og tjenester, videre forskning og utvikling av datagrunnlaget vil NIBIO være en naturlig part i etablering, drift, utvikling og vedlikehold.

6.7 Hvem bør/kan ta ansvar for å organisere at det lages?

Med erfaring fra forprosjektet og en faglig bakgrunn i bruk av laserdata og terrengmodellering er det naturlig å foreslå at arbeidet koordineres av Skogkurs. I tillegg har Skogkurs kurstilbud og kompetanse som dekker mange av anvendelsesområdene skissert over. Dette vurderes som en fordel med tanke på utvikling av framtidig opplæring i praktisk bruk av kartet.

6.8 Kan det legges inn i databasen Kilden ved NIBIO og vedlikeholdes der?

Ja, Kilden og Skogportalen er en naturlig publikasjonskanal som næring og forvaltning allerede bruker. Det gir en tett forankring og samspill med utvikling, drift og oppdatering. Men det er mulig at kartet ligger et annet sted og allikevel integreres i Kilden.

6.9 Hvor raskt kan et slikt kart lages?

Kartverks NDH prosjekt planlegger å samle laserdata fram til og med 2020. Per 1. mars 2017 er ca. 47 % av det planlagte arealet skannet, inkludert viktige skogområder på Østlandet og i Trøndelag. Basert på disse dataene leverer Kartverket en ferdig digital terrengmodell med 1 m oppløsning. Dette forenkler arbeidet med produksjonen av et markfuktighetskart siden man kan bruke terrengmodellen og slipper å prosessere laserdataene.

6.10 Hvordan kan det tas i bruk – målgruppe og formidling

Foreløpig er det kun skogbruket som har sett nytten i å utvikle dette selv til eget bruk for skogbruksledere og skogsentreprenører. En introduksjonsfilm fra Skogforsk er tilgjengelig¹⁶ og Skogkurs planlegger en oversettelse av filmen til bruk for opplæring i Norge. Videre har Skogkurs ansvar for opplæring innen flere av anvendelsesområdene skissert over bl.a. kurs i PEFC, driftsplanlegging, markberedning, vegplanlegging etc., og bruk av kartet kan inkluderes i eksisterende og nye kurs og læringsmaterieill hos Skogkurs. Kartet kan være nyttig i forbindelse med annen naturkartlegging, f.eks. NiN, MiS.

6.11 Er det andre skogbruket kan samarbeide med for å lage kartet?

I første omgang anbefales det å samarbeide med Artsdatabanken i forbindelse med deres naturtypekartlegging.

¹⁶ Film "Spårlös" <https://www.youtube.com/watch?v=Vw634g2Gxi0>

7 Anbefalinger

Et nasjonalt markfuktighetskart har ulike anvendelsesområder. Brukt i planlegging av sluttavirkning har det allerede vist seg som en svært nyttig ressurs og økonomisk besparende. I tillegg er det et stort potensial i bruk av kartet til bedret ressursforvaltning i skog og utmark. Med en ny DTM av høy kvalitet fra Kartverkets NDH prosjekt er datagrunnlaget for markfuktighetskart godt. Forprosjektet anbefaler derfor at arbeidet med et nasjonalt markfuktighetskart settes i gang. Med bakgrunn i at informasjonen har et infrastruktur-preg, med verdi for mange ulike brukergrupper, vurderes en utarbeidelse av et nasjonalt markfuktighetskart som en offentlig oppgave.

8 Økonomi i forprosjektet

8.1 Budsjett

Timebudsjett

BUDSJETT	Prosjekt- ledelse	Møter	Prosjekt-arbeid	Rapportering	Sum
Skogkurs v/Endre H. Hansen	15	20	35	10	80
NIBIO v/Jan Bjerketvedt		15	35	10	60
Andre på NIBIO		30			30
Norges Skogeierforbund v/Svein M. Søggen		10		5	15
Norskog v/Erling Bergsaker		10		5	15
Sum	15	85	70	30	200

Andre på NIBIO er egeninnsats til NIBIO, 30 t a kr 1000. Resten finansieres over LUF og Skogtiltaksfondet

8.2 Finansiering

Timepris kr 1000.

FINANSIERING	Egeninnsats	LUF	Skogtiltaksfondet	SUM
Egeninnsats NIBIO	30000			30000
Egeninnsats SKOGKURS (LUF)		70000		70000
Skogtiltaksfondet			100000	100000
SUM	30000	70000	100000	200000

NOTATER

NOTATER

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.