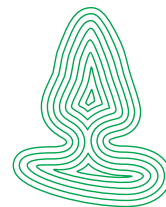


Rapport  
fra Skog og landskap

12/2011



skog+  
landskap

NORSK INSTITUTT FOR  
SKOG OG LANDSKAP

---

## ØKT AVVIRKNING I MARGINALE SKOGSOMRÅDER MED DÅRLIG BÆREEVNE

---

Erling Bergsaker<sup>1</sup> og Anders Eid Hohle<sup>2</sup>

1 Norskog

2 Norsk institutt for skog og landskap



---

# ØKT AVVIRKNING I MARGINALE SKOGSOMRÅDER MED DÅRLIG BÆREEVNE

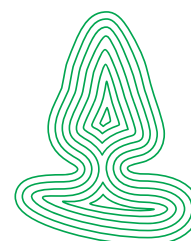
---

Erling Bergsaker og Anders Eid Hohle



ISBN: 978-82-311-0135-2

ISSN: 1891-7933



skog+  
landskap

Omslagsfoto: Overfart på myr med kjørelemmer, Fjeldskogen. Foto: Anders Eid Hohle, Skog og landskap

---

Norsk institutt for skog og landskap, Pb. 115, NO-1431 Ås

---

## FORORD

Prosjektet "Økt avvirkning i marginale skogområder med dårlig bæreevne" ble startet i 2008, og har vært et samarbeid mellom NORSKOG og Norsk institutt for skog og landskap. Det har vært organisert som et brukerstyrt innovasjonsprosjekt (BIP). Norges Forskningsråd har vært hovedfinansier, mens Skogtiltaksfondet har vært delfinansier. I tillegg kommer egeninnsats fra NORSKOG og Skog og landskap.

Undertegnede har vært ansvarlige for gjennomføringen av prosjektet, mens Egil Rønning og Maria Björck ved NORSKOG, og Jørn Lileng og Erlend Ystrøm Haartveit ved Skog og landskap har vært involvert i prosjektet tidligere. Leif Kjøstelsen, Eirik Nordhagen og Daniel Kindernay ved Skog og landskap har også bidratt til de praktiske forsøkene.

Takk til skogeiere og entreprenører som velvillig har stilt areal og tjenester til rådighet.

*Oslo / Ås, 31. januar 2011*

**Erling Bergsaker**

*Administrativt ansvarlig*

**Anders Eid Hohle**

*Prosjektleder*

# INNHold

1.	Innledning.....	1
1.1.	Bakgrunn .....	1
1.2.	Formål / problemstillinger .....	1
2.	Materiale og metode .....	3
2.1.	Materiale.....	3
2.2.	Metode.....	5
3.	Resultater – Del 1: Økt fremkommelighet og mindre kjøreskader under terrengtransport ....	6
3.1.	Beskrivelse av forsøksdrifter.....	6
3.2.	Tidsbruk.....	16
3.3.	Økonomi.....	17
3.4.	Brukererfaringer .....	20
4.	Resultater – Del 2: Skogsbilveger på bæresvak mark og marginale områder .....	21
4.1.	Flisveger .....	21
4.2.	Grove slitelag .....	22
5.	Diskusjon.....	25
6.	Konklusjoner .....	27
	Referanser .....	28

## SAMMENDRAG

Prosjektet "Økt avvirkning i marginale skogområder med dårlig bæreevne" har fokusert på systemer som reduserer kjøreskadene ved terrengtransport. Kjørelemmer laget av trematerialer og rundvirke har blitt testet ved overfarer på myr og fuktige partier. Også geonett med overdekking av kvist er studert under de samme forholdene.

Ved forsøksområdene var det ingen alternativ å kjøre rett over de fuktige partiene uten hjelpemidler – alternativet var å kjøre rundt, noe som innebar 200 - 400 ekstra terrengtransport med lassbærer. Sammenlignet med ekstrakostnaden for lengre kjøring var derfor kostnaden til kjørelemmer (inkludert tidsbruken til utlegging og innsamling) marginal.

Andre fordeler med å benytte kjørelemmer eller andre, tilsvarende systemer er blant annet redusert jordkomprimering, mindre avrenning og reduserte kostnader til utbedring av sporskader.

**Nøkkelord:** Avvirkning, skogsmaskiner, kjørelemmer, bløtt terreng, driftsveier

Andre aktuelle  
publikasjoner fra  
prosjekt:

# 1. INNLEDNING

## 1.1. Bakgrunn

På oppdrag fra Stortinget, la Landbruks- og matdepartementet i 2006 frem en nasjonal strategi for økt avvirkning i Norge. Denne utredningen dokumenterte at den årlige avvirkingen i landet kan økes fra dagens 8-9 til 15-16 millioner fastkubikkmeter de neste 10 til 15 årene. For å utnytte det store avvirkningspotensialet vil det være behov for å utvikle systemer og virkemidler som gir økt tilgjengelighet til skogsressursene innenfor dagens økonomiske og miljømessige rammebetingelser. Dette må gjennomføres med tiltak som reduserer driftsveglengder og forbedrer skogsmaskinenes evne til å forsere fuktige områder uten å lage kjøreskader.

En stor andel av den hogstmodne skogen står i vanskelig tilgjengelige områder. I tillegg etterspør industrien virke hele året, som kombinert med ustabile vinterforhold gjør planlegging av skogsdriftene mer krevende. Økt uttak av GROT (greiner og topper) til biobrensel medfører dessuten at maskinene får mindre underlag å kjøre på, samt at antallet operasjoner i skogen øker. Summen av disse momentene gjør at risikoen for kjøreskader ved avvirkning og terrengtransport øker. Også av hensyn til det økte fokuset på skogbrukets miljøpåvirkning, blant annet avrenning til vann og vassdrag, gjør at forebyggende tiltak bør implementeres i bransjen.

Skog og landskap har tidligere testet utstyr og metoder som reduserer kjøreskader, blant annet gummimatter og trelemmer til bruk som markforesterkning ved terrengtransport. I tillegg har konstruksjon av alternative skogsbilveier på bæresvak mark, og bruk av grove slitelag blitt studert.

Utfordringene kan sammenfattes med følgende punkter:

- Varierende klima – krevende planlegging
- Avvirkning hele året
- Biobrensel uttak
- Miljøsertifisering
- Jorderosjon / avrenning

## 1.2. Formål/Problemstillinger

### 1.2.1. PROSJEKTETS MÅLSETNING

Økt avvirkning gjennom å bedre tilgjengeligheten til den hogstmodne skogen som står langt fra eksisterende skogsveier og i områder med dårlig bæreevne.

## 1.2.2. DELPROSJEKTER

Prosjektet ble delt i to hoveddeler:

1. Økt fremkommelighet og mindre kjøreskader under terrengtransport
2. Skogsbilveger på bæresvak mark og marginale områder

Hovedfokuset har vært på del 1, med forsøk innen kjøreskader ved terrengtransport. Disse skadene er noe som engasjerer allmennheten i stor grad, og dessuten er av stor interesse for skogeiere og entreprenører å finne gode løsninger på. De aktuelle systemene som er testet i dette prosjektet er dessuten i liten grad studert i nasjonal eller internasjonalt forskning.

I enkelte tilfeller er det ingen alternativ å kjøre rundt myrer eller andre fuktige områder, det er derfor helt nødvendig å benytte seg av tekniske hjelpemidler som gjør det mulig å forsere dem.

Utgangspunktet vil da være:

1. Det er ingen alternativ løsning for drift på barmark eller ufrossen mark.
2. Det finnes en alternativ løsning med å kjøre rundt problemområdet. Bruk av kjørelemmer må da vurderes mot merkostnaden ved bruken av disse.

Del 2 har basert seg på eksisterende litteratur om skogsbilveier på bæresvak mark og marginale områder. Det er spesielt resirkulert bygningsmaterialer og grove slitelag som er aktuelle metoder for å bygge relativt rimelige skogsbilveger.

## 2. MATERIALE OG METODER

### 2.1. Materiale

For terrengtransport delen av prosjektet ble følgende tre systemer studert:

Kjørelemmer laget av rundvirke

- Produsert av Skog og landskap
- Lengde 4,5 meter, bredde ca. 0,8 meter
- Tømmerstokker av gran og furu, diameter ca. 15-20 cm
- Sydd sammen med stålwire
- Totalt 22 lemmer



Bilde 1. Rundvirkeslem.

Foto: Anders Eid Hohle. 2010.

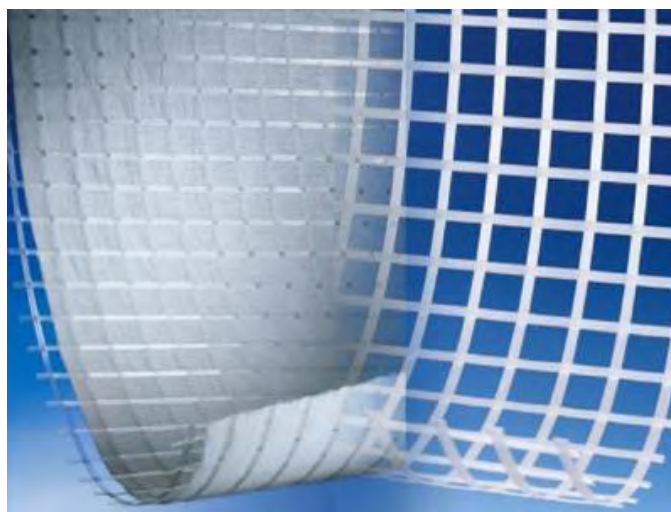


- Kjørelemmer laget av materialer
  - Produsert av Lillevrå Såg AB i Sverige
  - Lengde 4,5 meter, bredde ca. 0,8 meter
  - Vekt 500 - 600 kg
  - Materialer (blokker) boltet sammen
  - Totalt 10 lemmer



Bilde 2. Material lemmer. Foto: Anders Eid Hohle. 2010.

- Geonett med overdekning av topper og kvist
  - Levert av ViaCon AS
  - Rullengde 75 meter. 4 meter bredde.



Bilde 3. Geonett. Foto: ViaCon AS. 2010.

## 2.2. Metode

Personell fra Skog og landskap utførte de praktiske studiene, mens innleide entreprenører utførte operasjonene.

Under de praktiske forsøkene ble følgende momenter registrert / studert:

- Terrengforhold
- Myr egenskaper
- Hjulutrustning på maskinene (belter/kjettinger)
- Spordybde etter endt drift (der lemmene hadde ligget)
- Visuell bedømming av eventuelle markskader
- Vurdering av slitasje og holdbarhet på lemmer
- Tidsstudier av følgende operasjoner:
  - Av- og pålessing av lemmer på velteplassen
  - Terrengtransport av lemmene
  - Utlegging og innsamling på myra

Tidsstudiene ble utført med en tidlogger, med fordeling på ulike arbeidsmoment. Det ble utført 1-3 gjentak på de ulike driftene, med hensikt at maskinføreren skulle lære seg teknikken, samt for å se om det var variasjon i tidsbruken. Føreren fikk tildelt statistikk skjema hvor antall lass og volum, samt tidsbruk til utskifting av lemmer etc. ble registrert.

I etterkant ble dataene analysert, med hensikt å finne svar på følgende:

- Lønnsomheten tilknyttet de ulike systemene
- Driftsstørrelse og alternativ kjørerutes innvirkning på kostnadene
- Tidsbruk for ulike momenter ved håndtering av lemmene

### 3. RESULTATER – DEL 1: ØKT FREMKOMMELIGHET OG MINDRE KJØRESKADER UNDER TERRENGTRANSPORT

#### 3.1. Beskrivelse av forsøksdrifter

Totalt fem praktiske forsøk ble utført i perioden november 2009 til november 2010.

Nedenfor følger en beskrivelse av gjennomføring og resultater for alle fem:

##### 3.1.1. FORSØK 1

<i>Tidspunkt</i>	November 2009
<i>Skogeier</i>	Mathiesen Eidsvold Værk ANS
<i>Sted</i>	Skrukkelia
<i>Entreprenør</i>	Torbjørn Dahl AS
<i>Lassbærer</i>	John Deere 1710 D. Belter på alle hjul. Tomvekt ca. 22 tonn.
<i>Terreng</i>	Relativt svak helling. Stedvis bløtt, men grunt.
<i>Distanse over myr</i>	Ca. 20 m
<i>Lemmer benyttet</i>	10 rundvirkeslemmer
<i>Utkjørt volum</i>	0 m <sup>3</sup>
<i>Studert</i>	Tidsstudier av utlegging av lemmene. Forsøk med kjøring på dem.
<i>Resultat</i>	På grunn av nedslitte brodder i beltene, samt at underlaget var ujevnt, skled maskinen sideveis av lemmene. Det var dessuten ikke nødvendig å benytte lemmene, siden det var alternative basveger på hogstflata.
<i>Spordybde etter drift</i>	0 cm
<i>Konklusjon</i>	Lemmene er ikke egnet til bruk i ujevnt terreng. Maskinen er i så fall avhengig av å utrustes med kjetting eller belter med gode brodder.



Bilde 4. Forsøk 1, i Skrukkelia. Foto: Anders Eid Hohle. 2009.

### 3.1.2. FORSØK 2

<i>Tidspunkt</i>	Mai 2010
<i>Skogeier</i>	Sætre Bruk AS
<i>Sted</i>	Sætre
<i>Entreprenør</i>	Jørgensen Skog AS
<i>Lassbærer</i>	John Deere 1710 D. Belter på bakre boggie. Kjettinger på alle fire framhjulene. Tomvekt ca. 22 tonn.
<i>Terreng</i>	Flatt. Fuktig og næringsrik jord. Stedvis veldig bløtt.
<i>Distanse over myr</i>	Ca. 45 m
<i>Lemmer benyttet</i>	10 material lemmer
<i>Utkjørt volum</i>	225 m <sup>3</sup>
<i>Studert</i>	Tidsstudier av utlegging og innsamling av lemmene. Forsøk med kjøring på dem.

*Resultat*

Lemmene holdt godt til alle overfartene. De lå stabilt selv om de ble presset litt ned i underlaget. Lemmene ble imidlertid relativt mye slitt på grunn av kraftige brodder i beltene.

*Spordybde etter drift*

10-20 cm

*Konklusjon*

Lemmene fungerte bra ved det aktuelle underlaget, til tross for at maskinens totalvekt med lass var 40-45 tonn. Det ville imidlertid vært en fordel å legge et lag med kvist over lemmene for å skåne dem mer for slitasje fra belter og kjetting.



Bilde 5. Forsøk 2, på Sætre. Foto: Anders Eid Hohle. 2010.

### 3.1.3. FORSØK 3

<i>Tidspunkt</i>	August 2010
<i>Skogei</i>	Stangeskovene AS
<i>Sted</i>	Fjeldskogen
<i>Entreprenør</i>	HOFAM AS
<i>Lassbærer</i>	Rottne F10. Belter på bakre boggie. Kjettinger på to framhjul. Tomvekt ca. 12 tonn.
<i>Terreng</i>	Flatt. Fuktig myr, stedvis veldig bløtt. Over 2 meter dybde til fast grunn enkelte steder.
<i>Distanse over myr</i>	Ca. 60 m
<i>Lemmer benyttet</i>	10 material lemmer og 14 rundvirkeslemmer
<i>Utkjørt volum</i>	300 m <sup>3</sup>
<i>Studert</i>	Tidsstudier av utlegging og innsamling av lemmene, 2 gjentak. Forsøk med kjøring på dem.
<i>Resultat</i>	Material lemmene holdt godt til alle overfartene. Noen stokker på rundvirkelemmene knakk. Allikevel lå sistnevnte mer stabilt siden de formet seg best etter terrenget. Det måtte suppleres med litt massevirke ved det aller bløtteste partiet.
<i>Spordybde etter drift</i>	0-10 cm
<i>Konklusjon</i>	Lemmene fungerte bra ved det aktuelle underlaget, til tross for stedvis svært fuktig myr.



Bilde 6. Forsøk 3, på Fjeldskogen. Foto: Anders Eid Hohle, 2010.



Bilde 7. Utfordring når hogstmaskinen er smalere enn lassbæren; lemmene må dras sammen. Foto: Anders Eid Hohle, 2010.



Bilde 8. Bilde etter endt drift på Fjeldskogen. Begrensede sporskader. Foto: Anders Eid Hohle, 2010.

#### 3.1.4. FORSØK 4

<i>Tidspunkt</i>	September 2010
<i>Skogeier</i>	Stangeskovene AS
<i>Sted</i>	Fjeldskogen
<i>Entreprenør</i>	HOFAM AS
<i>Lassbærer</i>	Rottne F10. Belter på bakre boggie. Kjettinger på to framhjul. Tomvekt ca. 12 tonn.
<i>Terreng</i>	Flatt. Fuktig myr, stedvis veldig bløtt. Over 2 meter dybde til fast grunn enkelte steder. Kryssing av bekk med fuktig parti på hver side.



<i>Distanse over myr</i>	Ca. 16 m. I tillegg forsering av en bekk på ca. 1 m bredde.
<i>Lemmer benyttet</i>	6 material lemmes og 7 rundvirkeslemmer
<i>Utkjørt volum</i>	1 000 m <sup>3</sup>
<i>Studert</i>	Tidsstudier av utlegging og innsamling av lemmene, 2 gjentak. Forsøk med kjøring på dem.
<i>Resultat</i>	Rundvirkeslemmene ble benyttet på myra, og noen av stokkene knakk. Material lemmene ble benyttet til å bygge en bro. Denne holdt utmerket, selv om 75 lass ble transportert over. Spennet på broen var ca. 1,5 meter.
<i>Spordybde etter drift</i>	0-15 cm
<i>Konklusjon</i>	Material lemmene fungerer svært bra til å bygge bro over hindringer. Rundvirkeslemmene burde vært bygget av stokker med større diameter, alternativt av et annet treslag, for å tåle større påkjenninger.



Bilde 9. Bygging av bro over bekk på Fjeldskogen. Foto: Anders Eid Hohle. 2010.

### 3.1.5. FORSØK 5

<i>Tidspunkt</i>	November 2010
<i>Skogeier</i>	Stangeskovene AS (kun ansvarlig for drifta)
<i>Sted</i>	Lierfoss
<i>Entreprenør</i>	Brødrene Haneborg AS
<i>Lassbærer</i>	Timberjack 1410 D. Belter på bakre boggie. Kjettinger på alle fire framhjul. Tomvekt ca. 18 tonn.
<i>Terrang</i>	Flatt. Fuktig myr, delvis trebevokst. Tørt topplag (omdannet humus). Over 5 meter dybde til fast grunn enkelte partier. Har vært et tjern tidligere.
<i>Distanse over myr</i>	Ca. 95 m.
<i>Lemmer benyttet</i>	10 material lemmer og 10 rundvirkeslemmer. 1 rull geonett.
<i>Utkjørt volum</i>	800 m <sup>3</sup>
<i>Studert</i>	Tidsstudier av utlegging av lemmer og geonett med kvister/topper, 1 gjentak. Forsøk med kjøring.
<i>Resultat</i>	Det var begynnende frost under drifta, men ingen tele rakk å etablere seg. Dette påvirket derfor ikke resultatet. Geonettet med kvister/topper over fungerte bra, selv om effekten av geonettet på det aktuelle underlaget var relativt begrenset. Maskinføreren mente det ikke var veldig stor forskjell i forhold til strekningen som kun var dekket med kvister/topper. Hensikten med geonettet var å hindre kvister/topper å trenge ned i myra, men det skulle sannsynligvis ha vært en enda fuktigere overflate for at dette skulle vært registrerbart. Alle lemmene holdt godt under drifta.
<i>Spordybde etter drift</i>	0-10 cm
<i>Konklusjon</i>	Geonettet er et dyrt tiltak som hadde begrenset funksjon under forholdene som var på forsøksstedet. Det var dessuten relativt arbeidskrevende å vedlikeholde, siden det ble brukt cirka ti minutter ekstra per lass for å supplere med kvister/topper. I tillegg er det vanskelig å fjerne geonettet etter endt drift. Systemet er derfor mer aktuelt for bygging av permanente vegger.

Lemmer er et billigere og enklere tiltak på det aktuelle området. Ufordringen var imidlertid at strekningen som skulle forseres var relativt lang.



Bilde 10. Geonett før overdekking med kvister/topper. *Foto: Anders Eid Hohle. 2010.*



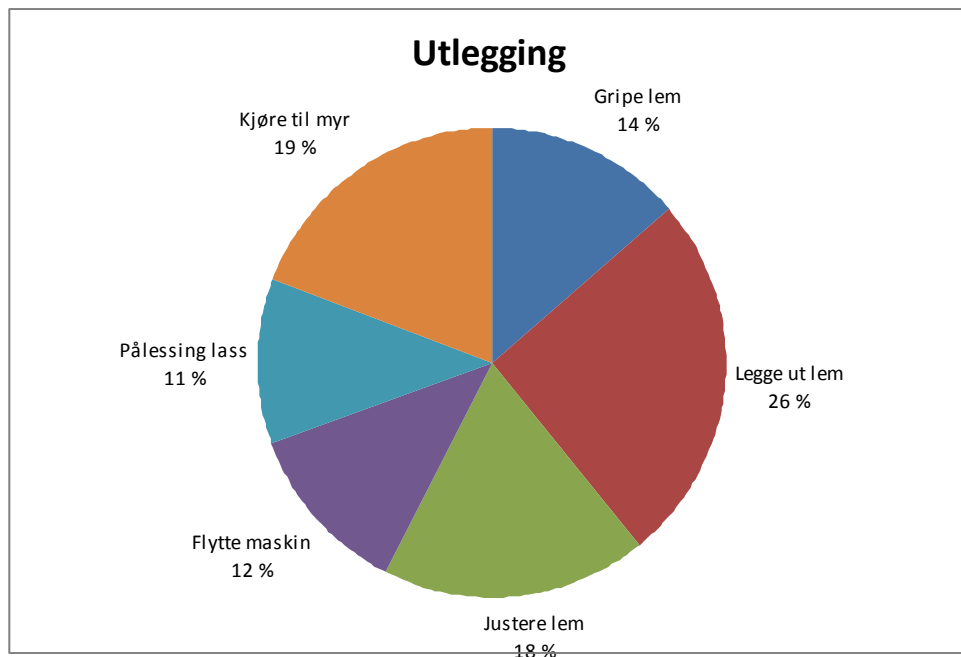
Bilde 11. Hogstmaskinen avvirker skog langs traseen som opparbeides over geonettet. Foto: Anders Eid Hohle. 2010.



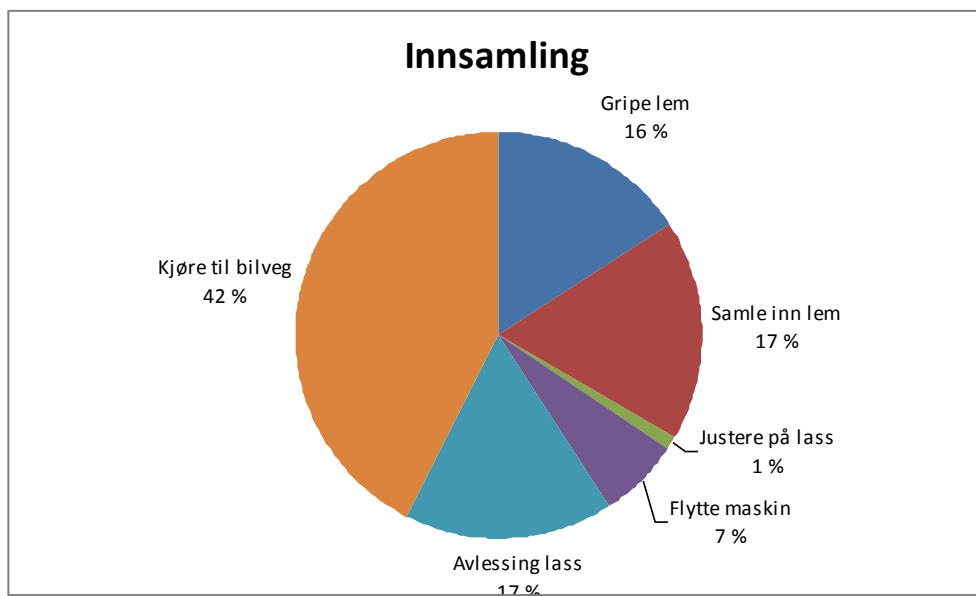
Bilde 12. Supplering med kvister/topper under drifta. Foto: Anders Eid Hohle. 2010.

### 3.2. Tidsbruk

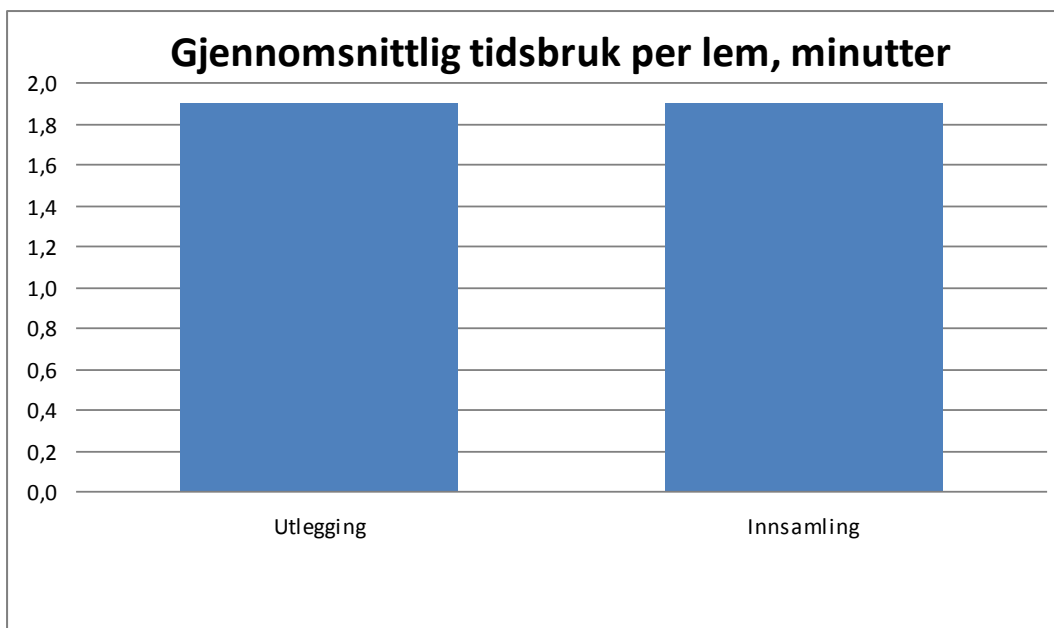
Under forsøk 3 ble det gjort omfattende tidsstudier av lassbæreren mens den la ut og samlet inn lemmene. Tidsfordelingen mellom de ulike arbeidsmomentene ved utlegging illustreres i figur 1, mens figur 2 viser tilsvarende for innsamlingen. Kjøreavstanden fra bilveg til myr er 200 meter. Lassbæreren (Rottne F10) hadde lesset så mange lemmer som det var mulig å få plass til på lasset (16-18 stykker – tilsvarende 40 meter lemlagt strekning).



Figur 1. Prosentvis fordeling av tidsbruk ved utlegging av lemmer ved forsøk 3.



Figur 2. Prosentvis fordeling av tidsbruk ved innsamling av lemmer ved forsøk 3.



Figur 3. Gjennomsnittlig tidsbruk for henholdsvis utlegging og innsamling av lemmer ved forsøk 3. Alle arbeidsmomentene for lassbæreren er inkludert. Oppgitt i minutter per lem.

Figur 3 illustrerer at tidsbruken for utlegging og innsamling av lemmene var tilnærmet identisk. Selv om kranoperasjonene gikk raskere ved innsamling, var kjøretiden per lem lengre siden lassene ved innsamling var kun halvparten så store som ved utkjøring. Årsaken til dette var at maskinen rygget ut under innsamling, og lassene derfor var mindre for å få tilfredsstillende sikt bakover.

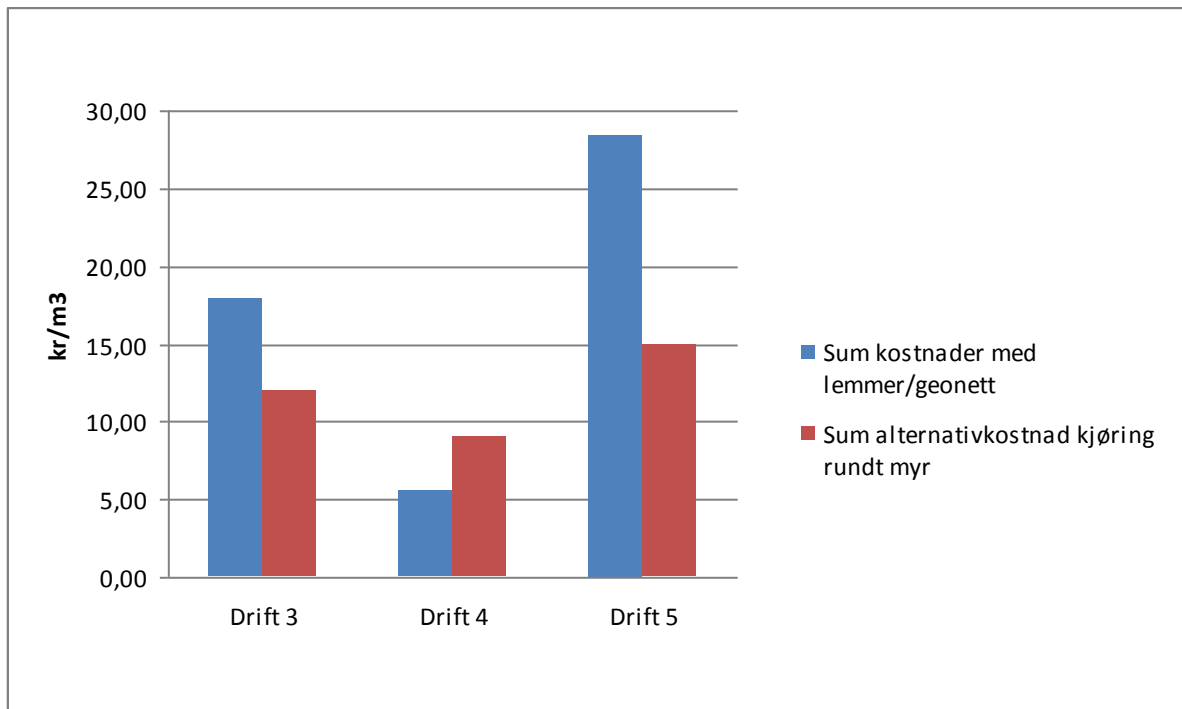
### 3.3. Økonomi

Forsøk 1 og 2 var kun innledende forsøk for å teste ut kjørelemmene i praksis. Det ble ikke registrert nok data til at det var mulig å beregne lønnsomhet etc. ved disse forsøkene. En grundigere analyse ble derfor utført for forsøk 3-5. Tabell 1 viser data og beregnede kostnader for de tre siste driftene, samt den teoretiske alternativkostnaden for å kjøre rundt myrene som ble forsert. Alternativ kjøreavstand rundt myrene ble estimert på kart eller i terreng for de ulike driftene.

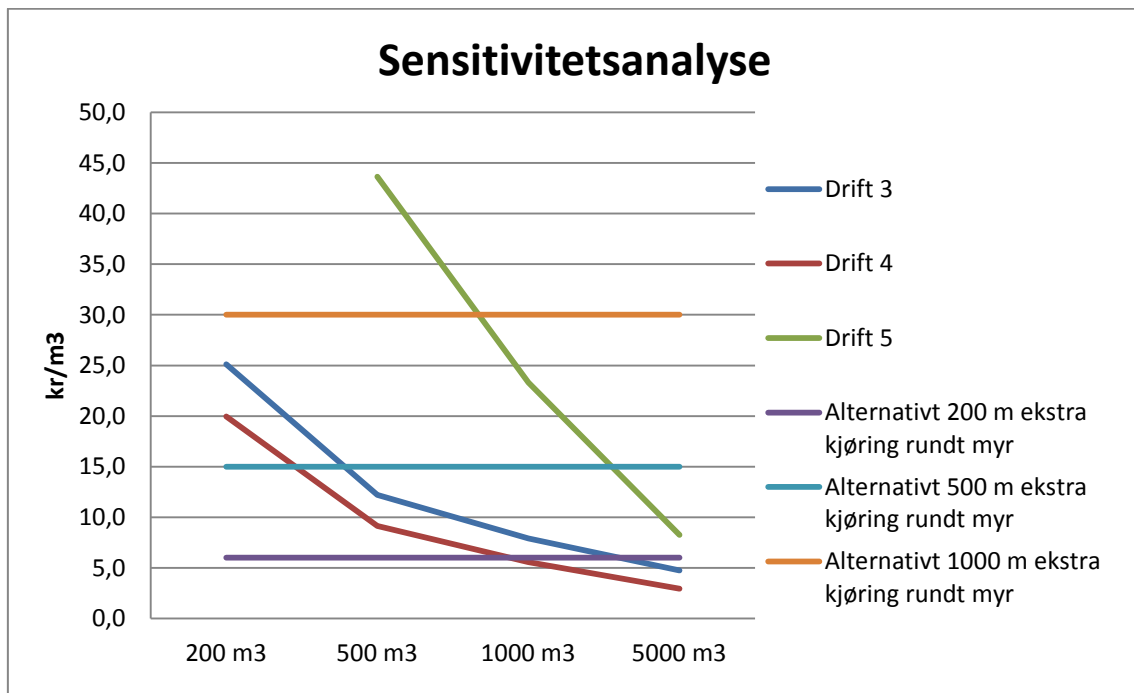
Tabell 1. Data og kostnader ved forsøk 3-5.

	<b>Forsøk 3</b>	<b>Forsøk 4</b>	<b>Forsøk 5</b>
<b>Forutsetninger</b>			
Lemkostnad	1 500	1 500	1 500 kr/enhet
Antall lemmer benyttet	24	13	20 stk.
Holdbarhet lemmer	10 000	10 000	10 000 m <sup>3</sup>
Geonett kostnad			120 kr/m
Distanse over myr, med lemmer	60	20	40 meter
Distanse over myr, med geonett og kvister/topper			36 meter
Distanse over myr, kun med kvister/topper			19 meter
Avvirket volum	300	1 000	800 m <sup>3</sup>
Gjennomsnittlig lasstørrelse	12	13	14 m <sup>3</sup>
Antall overfarer lassbærer	50	154	114
Antall overfarer hogstmaskin	2	20	16
Ekstra tidsbruk lassbærer	4	3	14 timer
Ekstra tidsbruk hogstmaskin	0	0	3 timer
Timepris lassbærer	700	700	800 kr
Timepris hogstmaskin			1 100 kr
Transport av lemmer på tømmerbil	1 500	1 500	1 500 kr
<b>Utrekning</b>			
Kapitalkostnader lemmer	3,60	1,95	3,00 kr/m <sup>3</sup>
Kapitalkostnader geonett			5,40 kr/m <sup>3</sup>
Ekstra driftskostnader lassbærer/hogstmaskin	14,33	3,60	20,00 kr/m <sup>3</sup>
<b>Sum kostnader per volum</b>	<b>17,93</b>	<b>5,55</b>	<b>28,40 kr/m<sup>3</sup></b>
<b>Sum kostnader hele drifta</b>	<b>5 380</b>	<b>5 550</b>	<b>22 720 kr</b>
<b>Alternativkostnad</b>			
Ekstra kjøreavstand rundt myr	400	300	500 meter
Ekstra driftskostnad per 100 meter	3,00	3,00	3,00 kr/m <sup>3</sup>
<b>Sum alternativkostnad per volum</b>	<b>12,00</b>	<b>9,00</b>	<b>15,00 kr/m<sup>3</sup></b>
<b>Sum alternativkostnad hele drifta</b>	<b>3 600</b>	<b>9 000</b>	<b>12 000 kr</b>
<b>Ekstrakostnad lemmer/geonett ift. å kjøre rundt myra</b>	<b>5,93</b>	<b>-3,45</b>	<b>13,40 kr/m<sup>3</sup></b>
<b>Ekstrakostnad lemmer/geonett ift. å kjøre rundt myra</b>	<b>1 780</b>	<b>-3 450</b>	<b>10 720 kr</b>

Figur 4 illustrerer ekstrakostnadene ved å benytte kjørelimmer / geonett, samt alternativkostnaden for å kjøre rundt myrene.



Figur 4. Ekstrakostnad ved bruk av lemmer for forsøk 3-5, samt alternativkostnad ved kjøring rundt myr.



Figur 5. Sensitivitetsanalyse for ulike driftsstørrelser ved de tre forsøksområdene.



Figur 5 viser det økonomiske krysningpunktet for ulike driftskvantum for forsøk 3-5, i forhold til alternative kjørelengder rundt myra. Det er forutsatt at ekstratiden for lassbæreren / hogstmaskinen til å vedlikeholde lemleggingen eller geonettet øker med 10 % for hver 1 000 m<sup>3</sup>. Ved en driftsstørrelse på 200 m<sup>3</sup> vil kostnadene for alternativet med geonettet (forsøk 5) være i overkant av 100 kr/m<sup>3</sup>. Det er derfor utelatt i grafen.

### 3.4. Brukererfaringer

Maskinførerne som prøvde ut kjørlemmene var i all hovedsak veldig positive til systemet, og anså det som et effektivt verktøy for å fersere myrer og hindringer som bekker og vegggrøfter.

*Lassbærerfører Eirik Mobrenna, HOFAM AS:*

- Lemmene laget av rundvirke var bedre å kjøre på enn lemmene laget av materialer. Dette skyldtes at førstnevnte formet seg bedre etter terrenget, og maskinen derfor skled mindre sidelengs.
- Rundvirkeslemmene var litt vanskeligere å håndtere med krana, men det gikk forholdsvis greit når en lærte seg teknikken.
- Rundvirkeslemmene knakk lettere enn de andre, så grovere stokker burde sannsynligvis vært benyttet.

En skogeier som har benyttet seg av kjørlemmer i noen år er Fritzøe Skoger. Lemmene er egenproduserte, og ligner på Lillvrå Såg sin versjon. Fritzøes erfaring er at systemet fungerer godt, og det helt klart er lønnsomt hvis en for eksempel kan spare 300 meter terrengtransport i stedet for å måtte kjøre rundt en myr. (pers.med.: Ivar Gonsholt. 29.10.2010).

## 4. RESULTATER – DEL 2: SKOGSBILVEGER PÅ BÆRESVAK MARK OG MARGINALE OMRÅDER

Denne delen av prosjektet har vært vektlagt i mindre grad enn del 1, og har kun vært et litteraturstudium. Resultatene baserer seg derfor på eksisterende rapporter innen fagområdet.

### 4.1. Flisveger

I rapporten fra "Prosjekt flisveg", skrevet av Jan Bjerketvedt, nevnes følgende aktuelle byggemetoder av bilveger på myr

Byggemetoder av vei på myr:

- Masseutskifting
- Kavling
- Fiberduk
- Armeringsnett
- Lette fyllmasser (organiske: bark/ sagflis/ hoggerflis, uorganiske: lettbetongavfall/skumplast/slagg etc.)

Trematerialers egenskaper:

- Det er et fornybart og miljøvennlig naturprodukt.
- Det har lavere egenvekt enn andre tradisjonelle veibyggingmaterialer, omtrent halvparten av vekten til pukk medregnet vann som trevirket suger opp (ca. 900 kg/m<sup>3</sup> mot ca. 1800 kg/m<sup>3</sup>). Særlig ved veibygging på bæresvak mark vil dette være en fordel.
- Det er også hevdet at flisa drenerer så godt at den kan klare å holde unna damdannelser som ellers kan oppstå ved bruk av tradisjonelle veibyggingmasser.
- Tilgangen på masse er ofte god, man kan hogge opp tømmer som står i og i nærheten av veitraseen. Alternativt kan rivingsvirke fritt for forurensninger benyttes. Sammenlignet med lang transport av tradisjonelt egnede masser, kan treflisa bli et fordelaktig alternativ. Dette gjelder ikke minst der skogressursene ikke tillater store investeringer i veibygging.

#### 4.1.2. FORSØK MED BYGGING AV FLISVEG I BERGENSOMRÅDET , ÅR 2000

Treflis var et avfallsproblem i dette området, og skogeierne fikk transport ut flis kostnadsfritt til veinanlegget. Forbruket var 5,5 lm<sup>3</sup> flis per løpemeter vei. Veistrekningen var 180 meter.

Tabell 2. Økonomiske nøkkeltall for den studerte veistrekningen, 180 meter.

		kr
<b>BYGGEKOSTNADER</b>		
Flis		0
Flistransport		0
Asfaltrester	2 tonn/m * 45 kr/tonn * 180 m	16 200
Asfalt transport	360 tonn * 20 kr/tonn	7 200
Geoduk	24 kr/m * 180 m	4 320
Slamtransport	126 tonn * 40 kr/tonn	5 040
Gravemaskin		
- Flis	15,6 time * 325 kr/time	5 070
- Asfalt	7,0 time * 325 kr/time	2 275
- Rydding	0,4 time * 325 kr/time	130
- Slam	5,8 time * 325 kr/time	1 885
Totale kostnader		42 120
<b>INNTEKTER</b>		
Slam	126 tonn * 200 kr/tonn	25 200
<b>NETTO KOSTNAD</b>		<b>16 920</b>

Fordelt på veistrekningenes 180 meter ble meterprisen 94 kroner før grusing (tilsvarer 115 kr i år 2010 – kilde SSBs konsumprisindeks). Statstilskudd er ikke inkludert. Det er viktig å poengtere at kostnadsalkylen er fra år 2000.

#### **4.1. Grove slitelag**

I grove slitelag utgjør grovkornandelen (20-100 mm) mellom 30 og 100 % av fraksjonen 0-20 mm. Det anbefales videre at finkornandelen skal utgjøre 20–30 % av 0–20 fraksjonen. De resterende 70-80 % fordeles på fingrus og sand, hvor fingrusandelen bør være større enn sandkornandelen.

<b>Kornstørrelse (mm)</b>	<b>Benevning</b>
20 – 100	Grovkornandel
60 – 100	Steinandel
20 – 60	Grovgrusandel
2 – 20	Fingrusandel
0,08 – 2	Sandkornandel
< 0,08	Finkornandel

Argumenter for å benytte grove slitelag:

- Et grovt slitelag vil fungere som et kombinert bære- og slitelag. Aksellasten vil via hjultrykket fordele seg på en større flate enn normalt nedover i slitelaget. En større flate gir lavere trykk per flateenhet og dermed øker veiens bæreevne.
- Bruk av et 15 cm tykt grovt slitelag har i forsøk gitt en bæreevneøkning på 50-70 %, mens 20 cm tykkelse har resultert i 90-140 % økning. Et 10 cm grovt eller 10-15 cm tykt vanlig slitelag gir praktisk talt ingen økning i bæreevne.
- Økt bæreevne gir økt brukstid gjennom året. Et grovt slitelag er mer robust overfor trafikk- og klimaslitasje. Grove slitelag er billigere å produsere.
- På minussiden må det noteres at grove slitelag kan være mer utsatt for løse steiner på overflaten. Enkelte opplever det også som mer bråkete å kjøre på. Det stilles også større krav til den teknikken man benytter ved utlegging og vedlikehold, og ikke minst hva gjelder massesammensetning (kornfordeling). Feil blanding kan gi løse og ustabile masser, eller glatt kjørebane i regnvær.



Bilde 13. Bygging av flisveg med returtre. Foto: Gjermund Liereng, 2003.



Bilde 14. Flisveg med grovt slitelag. Foto: Gjermund Liereng, 2003.

## 5. DISKUSJON

Kostnadene per avvirket kubikkmeter for å benytte lemmer/geonett bestemmes i stor grad av driftsstørrelsen. Små drifter vil naturlig nok få en høyere relativ kostnad, mens store drifter enklere vil kunne forsvare ekstrakostnaden. Men også andre faktorer påvirker kalkylen. Blant annet varierte lemlagt strekning fra 20 til 95 meter under de ulike forsøkene. Dette påvirker også kapitalkostnadene for lemmene/geonettet per avvirket kubikkmeter, samt ekstrakostnaden for lassbærerens tidsbruk i forbindelse med utlegging / innsamling.

Avstanden fra bilveg og fram til myrene der forsøkene foregikk varierte fra 50 til 700 meter, men det påvirket i liten grad den totale tidsbruken til utlegging / innsamling. En stor andel av tiden ved utlegging av lemmene gikk til å justere lemmenes posisjon. Spesielt rundvirkeslemmene var litt krevende å håndtere. Det er uansett rimelig å anta at tidsbruken per lem vil kunne reduseres betydelig etter hvert som en maskinfører får mer erfaring.

Det anslås at lemmene har en levetid som tilsvarer overfarter med cirka 10 000 kubikkmeter virke. Det vil imidlertid avhenge av hjulutrustningen på maskinene. Benyttes det kjettinger eller belter med kraftige brodder vil lemmene slites vesentlig raskere. Det vil derfor være en fordel å dekke dem med et lag med kvist for å redusere slitasjen

Hovedutfordringene for å kunne implementere kjørelimmer i det operative skogbruket er:

- Kostnaden ved tiltaket
- Diskusjon om hvem som skal kjøpe inn lemmene (skogeier / skogeierforening / entreprenør)
- Transportlogistikk av lemmene mellom driftsobjektene
- Lassbæreren må være på plass før hogstmaskinen for å legge ut lemmene

Ved diskusjonen om hvem som skal ta kostnaden ved å kjøpe inn lemmene, er det enten skogeierforeninger eller entreprenører, alternativt store skogeiere som er aktuelle. Uansett hvem som tar kostnaden må den kompenseres, noe som sannsynligvis må gjøres av skogeieren. Alternativkostnaden vil være å kjøre rundt myra, alternativt bygge en bilveg eller etablere en vinterveg. Ved å kjøre rundt myra vil det i tillegg kunne påløpe kostnader til sporskadeoppretting. Det er uansett best å gjøre preventive tiltak fremfor oppretting av skader, med hensyn til jordstruktur og fremtidig skogproduksjon.

Logistikken rundt transport av lemmene mellom objektene kan også være en utfordring, da de er relativt tunge og volumkrevende. Lassbæreren har som oftest fylt opp lasterommet med dieseltank og belter/kjettinger, og totalvekten blir dessuten for høy om maskinen skal transporteres på en trekkvogn. Å transportere lemmene på en tømmerbil er derfor det mest realistiske alternativet. I praksis vil det kunne være mulig å fullesse tømmerbilen med lemmer på det siste lasset den kjører ut fra skogen.

Argumentet med at lassbæreren må være på plass før hogstmaskinen er helt klart en utfordring, såfremt det er så fuktig at hogstmaskinen ikke kan krysse uten lemmene. Lillevrå Såg produserer imidlertid kjørelimmer med en løftewire, som gjør det mulig å håndtere dem med hogstaggregatet. Om det kun er et fåtall lemmer som skal legges ut er det derfor mulig at hogstmaskinen kan utføre operasjonen.

Det finnes også alternative systemer til kjørelimmer for å redusere kjøreskader i terrenget. Blant disse kan følgende kort nevnes:

- Flisveier
- Vinterveier (snøpakking)
- Flere og bredere hjul på maskinene
- Ulike beltetyper
- CTI (Central Tyre Inflation)
- Lettere maskiner med bedre vektfordeling

I tillegg til disse alternativene er god planlegging av driftene kanskje det viktigste og enkleste tiltaket å starte med. Kjøreskader kan i stor grad reduseres om en driver på bæresvake områder i enten kalde eller tørre årstider, og at en har alternative objekter hvis værforholdene blir vanskelige.

## 6. KONKLUSJONER

- Å benytte kjørelemmer eller tilsvarende systemer for å redusere kjøreskader er en metode som fungerer godt under rette forhold, som overfarer på myr.
- Tiltakets kostnad vil imidlertid være sterkt avhengig av driftsstørrelsen, da maskinenes tidsbruk til utlegging av lemmer etc. er relativt lik uansett avvirkningsvolum.
- I en del tilfeller finnes ingen reelle alternativ. Ved ellers normale drifts- og tømmerpriser vil en da likevel få god netto fra drifta, og det vil være lønnsomt å hente ut virket.
- Geonett med overdekking av kvister/topper fungerer bra teknisk, men er et dyrt tiltak i forhold til kjørelemmer. Systemet er best egnet for svært store drifter eller ved etablering av mer permanente veier.
- Det bør jobbes med å implementere systemer som reduserer kjøreskader i de operative virksomhetene av skogsbransjen.
- Preventive tiltak er viktige for å forhindre kjøreskader, selv om det kan medføre ekstrakostnader. Alternativet med oppretting av hjulspor er også et kostnadskrevende tiltak, samtidig som det ikke reparerer skadene på jordstrukturen.
- Skogbruket bør ta kjøreskader på alvor før det kommer pålegg / restriksjoner fra myndighetene som kan øke kostnadene ytterligere.
- Bruk av flisveger og grove slitelag ved skogsbilvegbygging er et rimelig alternativ som bør kunne øke i omfang. Det vil også kunne gjøre avvirkning i marginale skogområder mer lønnsomt.



## REFERANSER

- Bjerketvedt, Jan. Prosjekt flisveg. Forskningsrapport. Norsk institutt for skog og landskap. 2000.
- Bjerketvedt, Jan. Skaar, Reidar. Resirkulert skogsveibygging. Norsk institutt for skog og landskap. Universitetet for miljø og biovitenskap. 2003.
- Bjerketvedt, Jan. Nyeggen, Hans. Grove slitelag. Norsk institutt for skog og landskap. 2007.

### **Muntlige referanser**

Gonsholt, Ivar. Fritzøe Skoger. 29.10.2010.

### **Internett**

Konsumprisindeksen: <http://www.ssb.no/kpi/>