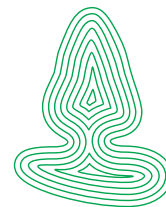


Rapport
fra Skog og landskap

05/2013



skog+
landskap

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

FORPROSJEKT - EVALUERING AV GRAVEDRIFTER

Bruce Talbot



Rapport fra
Skog og landskap

05/2013

FORPROSJEKT –EVALUERING AV GRAVEDRIFTER

Bruce Talbot

ISBN: 978-82-311-0182-6

ISSN: 1891-7933

Omslagsfoto: Drift i Sørfjorden, Hardanger. Foto: Bruce Talbot, Skog og landskap

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

FORORD

Herværende rapport stammer fra et forprosjekt <<B-2011-24: Kartlegging av erosjon på gravedrifter i bratt terreng>> finansiert av Skogtiltaksfondet og Utviklingsfondet for Skogbruk.

Hensikten med dette prosjektet var å <<Kartlegge omfang av erosjon og eventuelle skred, og oppsummere erfaringer fra tidligere gjennomførte gravedrifter>>, i forberedelse av en større prosjektsatsning på denne viktige hogstmetoden. Rapporten informerer således om tilstanden på en reke gjennomførte hogstflater hvor problemstillinger samt de anvendte- og mulige analysemetoder fremlegges.

Prosjektet er gjennomført i Hordaland hvor Vestskog SA som prosjekteier har vært behjelpelig med data og den praktiske organisering av evalueringen. Norges Skogeierforbund har bistått prosjektet.

Bruce Talbot

SAMMENDRAG

Effekten av å bruke gravemaskin til å lage driftsveger ble evaluert i 9 drifter på Vestlandet. Evalueringen bestod hovedsakelig i registrering av omfanget av driftsveger i driftene. Registrering av stigning og lengde på de enkelte segmenter av veien, og volum av masseforflytting etter driften. Registreringen bestod av GPS tracking av driftsvegen og analyse høy oppløselige terreng modeller fra ArcGIS og RoadEng programvare.

Registreringene ble utført sommeren 2011. Resultatene fra registreringene viste at det er nødvendig med en vegtetthet opp mot 600 m/ha ved å benytte dette systemet. Dette kan sees opp mot taubanedrifter som tilnærmer 0m/ha. Pilot studiet viste at hogstmetoden i forskjellig grad kan gi miljøpåvirkninger. Det var store forskjeller som ble påvist ved visuell registrering, men de ble ikke målt direkte eller tallfestet på annet vis. Nøyaktige målinger av jorderosjon er tidkrevende og krever mye planlegging.

En delautomatisert metode til beregning av driftsveglengde og masseforflytting basert på flyfoto ble utviklet under forprosjektet. I et eksempel fra Langedal som er beskrevet i rapporten var masseforflytting beregnet til 1600 m³, en forholdsvis stor mengde som må antas å øke risikoen for skade.

Ettersom driftsprisen er den viktigste grunnen til at hogstmetoden velges bør denne kvantifiseres og verifiseres gjennom et større data materiale enn det som er tilfelle i dag. Metoden har også klare arbeidsbesparende fordeler sammenlignet med taubanedrifter, og en videreutvikling av hogstmetoden må derfor betraktes som viktig for næringen.

Det kan være ønskelig å involvere et bredere fagmiljø i en evaluering og sammenligning med andre hogstmetoder.

Nøkkelord:

Vanskelig terreng, hogst, gravedrift, taubane, erosjon

INNHold

Forord	ii
Sammendrag / Summary.....	iii
1. Bakgrunn	1
2. Problemstilling	2
2.1. Fremgangsmåte	3
2.1.1 Utvalg av bestand	3
2.1.2 Feltregistrering	4
2.1.3 Skrivebordsanalyse.....	4
2.2. Resultater.....	7
2.2.1 Detaljert beskrivelse av et utvalgt bestand - Langedalen	10
2.3. Grafisk oversikt over problematiske forhold	13
2.4. Oppsummerende kommentar fra deltakere på befaringen	14
2.5. Konklusjoner	15
2.6. Anbefalinger for fremtidige analyser	16
Referanser	17

1. BAKGRUNN

Gravedrift er betegnelsen på et driftssystem som etter hvert har fått stor utbredelse i bratt terreng på Vestlandet. Ved gravedrifter brukes gravemaskin til å bygge driftsveger slik at hogstmaskin og lastetraktor kan brukes i bratt terreng som ellers måtte drives med taubaner eller andre driftssystemer. Driftsvegene legges vanligvis med en avstand på ca 20 m slik at hogstmaskinen dekker hele arealet mellom driftsvegene ved hjelp av sin kran. Under arbeidet brukes hogstmaskinen og gravemaskinen i hver sin driftsveg. Når gravemaskinen har bygget veg så langt veglinja er hogget, eller når hogstmaskinen har hogget all skog som kan drives til en aktuell driftsveg, bytter maskinene plass. Vanligvis legges driftsvegene forholdsvis flatt i terrenget gjennom det bestandet som skal hogges, men utkjøringsvegene bygges ofte bratte med en stigning på 25-30 %. Arbeidet legges opp slik at maskinene har begrenset uproduktiv tid. Arbeidsmetoden er studert og beskrevet nærmere av Lileng (2009).

Sannsynligvis drives det fram mer virke gjennom gravedrifter enn med taubaner. Driftssystemet har vunnet frem av flere årsaker. Det at metoden bygger på bruk av lett tilgjengelige maskiner som vanlig hogstmaskin, lastetraktor og gravemaskin, at den er fullmekanisert og at den gir gode økonomiske resultater, har vært hoveddrivkrefter bak økningen. Lilengs studie viste en prestasjon på ca. 150 m³ per arbeidsskift (8-10 timer). Det er 2-3 ganger mer enn det man kan forvente fra taubanedrifter under tilsvarende forhold. Tømmeret ble hogget og framkjørt til bilvei for 167 kr/m³. Dette beløpet refererer seg til kostnader i 2008, så det tilsvarer i dag 180-200 kr. Det er om lag 60 % av normalpris på taubanedrifter.

Utviklingen av en ny driftsmetode har skjedd mens volumet av hogstmoden skog i de bratte liene øker. Granhus et al. (2012) oppgir at det står ca. 120 mill. m³ i hkl. V i bratte lier. Det tilsvarer 6-8000 arbeidsår for en taubane. Derfor etterspørres det økt driftskapasitet i mange av de fylker og kommuner som har slike terreng- og skogforhold. Taubaneentreprenører har vært gjennom en periode med lav konjunktur. Siden taubanedrift er den økonomisk sett mest marginale driftsformen, har taubaneentreprenørene vært utsatt i et presset marked. I midten av 1990-årene var taubaneaktiviteten oppe på ca. 270 000 m³ pr år, men i mellomtiden har den vært nede på omkring 50 000 m³. Takket være Kystskogbrukets store satsning på taubanedrifter er trenden snudd, og aktivitetsnivået økes gradvis. I 2011 var aktiviteten oppe på ca. 70 000 m³. Likevel er det ikke sannsynlig at taubaner alene kan imøtekomme etterspørselen etter økt aktivitet i bratt terreng.

2. PROBLEMSTILLING

Gravedrifter har vist gode prestasjoner og tilfredsstillende økonomi. Graving av driftsveger i bratt terreng foregår imidlertid ofte i utsatte og godt synlige bestand, og etterlater varige sår i landskapet. Derfor er det viktig at det tas tilstrekkelige hensyn slik at inngrepene begrenses til det som er miljø- og samfunnsmessig akseptabelt.

Omfanget og konsekvensene av byggingen av driftsveger er ikke tidligere kvantifisert. Erfaringsgrunnlaget for hvordan skader kan unngås, minimeres eller repareres er ikke systematisert og beskrevet. I en rapport utarbeidet av Skog og landskap konkluderte Lileng (2009) med at «Hvis det hjulgående driftssystemet i bratt terreng som er studert i dette prosjektet består i framtiden, vil det være behov for å videreutvikle driftssystemet, både i forhold til å heve produktiviteten og redusere erosjonsfaren som følge av driftsvegene». I de 4 årene som har gått siden utgivelsen av denne rapporten har dette driftssystemet fått en økende utbredelse langs hele kysten. Det aktualiserer en gjennomgang av driftssystemet med sikte på en slik videreutvikling.

Norsk PEFC Skogstandard har 3 kravpunkter med relevans for dette driftssystemet;

11 Hogstformer

«Valg av hogstform og gjennomføringen av hogsten skal tilpasses forholdene på stedet, slik at områdets miljøkvaliteter bevares, landskapshensyn ivaretas og forholdene legges til rette for en tilfredsstillende foryngelse med treslag tilpasset voksestedet.»

20 Skogsveger

«Trasévalg og vegstandard skal planlegges slik at naturinngrepene blir minst mulig. Linjeføringen skal i størst mulig grad tilpasses landskapet og vegen skal bygges lett i terrenget.»

22 Terrengtransport

«Hjulspor som forårsaker vannavrenning og erosjon, kjøreskader i stier og løyper og andre vesentlige skader, skal utbedres så snart fuktighetsforholdene gjør dette praktisk mulig etter avsluttet bruk av utdriftstraseen».

Med unntak for reglene om hjulspor og erosjon, er disse kravpunktene forholdsvis generelle i forhold til de problemstillinger som er mest aktuelle ved gravedrifter. Kravpunktene gir for eksempel ikke tilstrekkelig anvisning til å avgjøre om ei drift kan gjennomføres med graving og bruk av hjulgående skogsmaskiner eller om den bør drives med taubane. Tilsvarende gjelder spørsmålet om det er forsvarlig å bygge driftsveger forbi et kritisk punkt. Derfor er det behov for å utarbeide mer konkrete anvisninger om hvordan miljøhensyn skal ivaretas i forbindelse med gravedrifter.

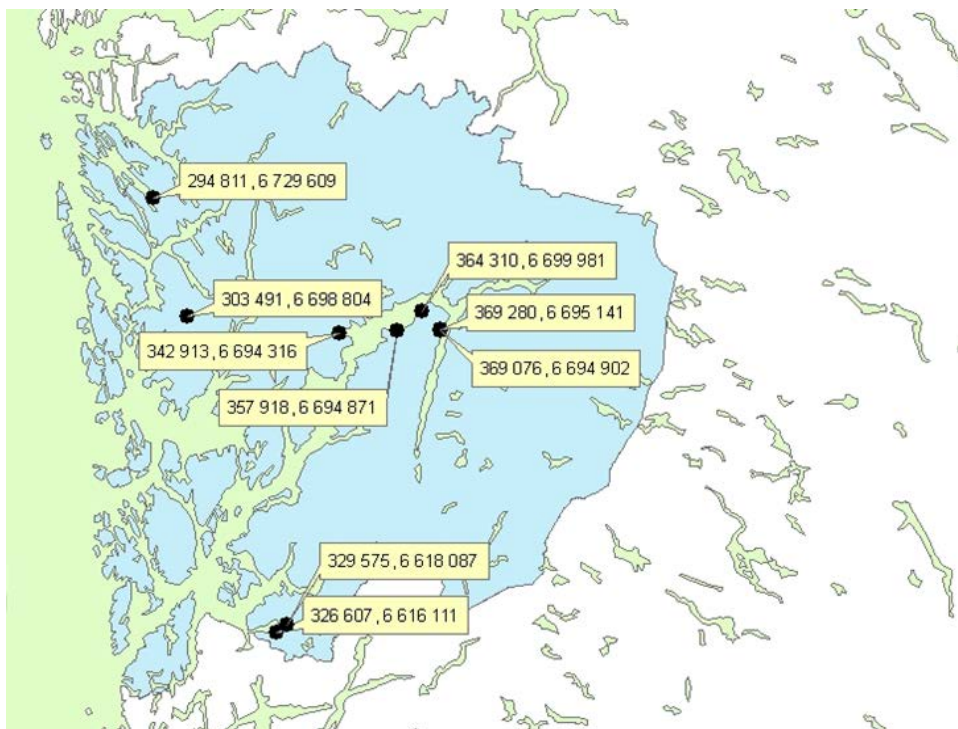
Formålet med dette forprosjektet har vært å skaffe oversikt over tilstanden på tidligere gjennomførte gravedrifter, og å kartlegge hvor og i hvilken grad det forekommer skader i terrenget der dette driftssystemet er benyttet. Målsettingen har vært å hente erfaringer fra de gravedriftene som er gjennomført for å kunne legge opp et mer målrettet arbeid i et framtidig hovedprosjekt. Videre har det vært et mål å undersøke om og hvordan effektene av driftsformen kan kvantifiseres på en objektiv måte.

2.1. Fremgangsmåte

Det var nødvendig med en evaluering av flere bestand i ulike aldre, hogd av ulike entreprenører, og som befant seg under ulike geologiske og topografiske forhold. Vurderingen som denne forprosjektrapporten bygger på inkluderer en feltevaluering av flere bestand, en GIS-analyse av veitetthet, -lengde, -helling, samt masseforflyttings beregninger, og til sist en uttalelse fra fagkyndige fra vei-, forvaltning- og jordskredmiljøene etter en befaring i mai 2012.

2.1.1. UTVALG AV BESTAND

Det ble laget en liste på 10 bestand som inngikk i evalueringen. Bestandene ble ikke utvalgt på basis av andre kriterier enn at de var blitt avvirket som gravedrifter, og at de var praktisk tilgjengelig. De representerte derfor ikke de beste, verste eller på annen måte spesielt utvalgte tilfeller, og estimeres derfor til å gi et realistisk bilde av situasjonen i Hordaland. De fleste lokaliteter (5) er fra indre del av Hardanger, og resten er spredt over Hordaland (angitt i Figur 1) med tilhørende beskrivelse i Tabell 1



Figur 1 Regionale oversikt over utvalgte bestandene.

Tabell 1 Oversikt over de bestand som inngikk i evalueringen

Nr.	Lokalitet(eier)	UTM-N	UTM-Ø	Ortofoto etter hogst
1	Vines	6699981	364310	Ja
2	Ullensvang I	6695141	369280	Nei
3	Ullensvang II	6694902	369072	Ja
4	Langedalen	6698804	303491	Ja
5	Etne – Austreim-sandtak	6618087	329575	Nei

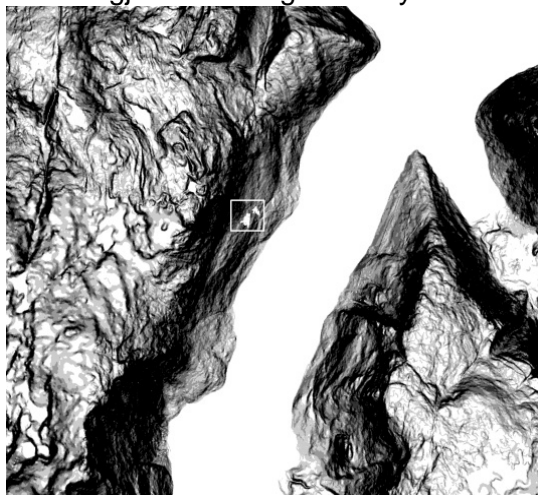
6	Kvam-Norheimsund	6694316	342913	Ja
7	Etne - Grytestranda	6616111	326607	Ja
8	Lindås-Rydlandsvågen	6729609	294811	Ja
9	Storhei	6694871	357917	Nei

2.1.2. FELTREGISTRERING

Alle bestand ble gjennomgått i løpet av sommeren 2011. Hensikten med feltregistreringene var å få stedfestet driftsvegene med GPS-sporing, samt å skaffe oversikt over omfanget av erosjon på driftsvegnettet. Erosjon ble registret på punkter der det forekom i betydelig grad.

2.1.3. GIS-ANALYSE

For å beskrive veinettet kvantitativt, kan man beregne parametere som driftsveienes lengde, tetthet og helling. Digitale høydedata fra kartbladene 6603_1, 6603_3 og 6603_4, er hentet fra Norge digitalt og dekker alle feltregistreringene. Flybilder (ortofoto) hentet fra samme sted ble tilpasset til gjeldende bestand. For cirka halvdelen av bestandene som inngikk i registreringen fantes det ortofoto tatt forholdsvis kort tid etter hogsten, og dermed ble det mulig å analysere resultatene i detalj. I de tilfelle hvor det ikke var tilgjengelige flyfoto ble analysen gjennomført på overordnet nivå - dvs. bare areal, helling, og veglengde. ArcMap 10 fra ESRI samt Softree's RoadEng ble brukt til gjennomføring av analysene.



Figur 2. Det er flere drifter i indre Hardanger, Terrengmodellen viser hvor bratte forholdene er. Her fra Sørfjorden med utheling av de 2 drifter omkring Hauso (Ullensvang herad).

2.1.3.1. Driftsveger

Driftsvegene ble målt opp i feltet ved bruk av håndholdt GPS og deretter korrigert i forhold til ortofotoene i GIS. Det var ikke mulig å korrigere sporene i de tilfeller hvor hogsten var foretatt etter siste omløpsfotografering, og avvik måtte derfor aksepteres. Total driftsveglengde pr. bestand, lengder på de enkelte veisegmenter, driftsstørrelsen (da.), og helling på både bestand og veisegmentene ble beregnet ved hjelp av GIS og RoadEng. (tabell 2). Opprinnelig var tanken at driftsveglengde og driftsvegtettheten ville være tilstrekkelig som indikatorvariabler, men under analysen ble det klart at de 2 parameterne alene hadde begrenset forklaringsgrad/styrke i beskrivelse av inngrepets omfang. Det ble tydelig at det for en del av bestandenes vedkommende var kjørt mange steder hvor det ikke var gravet – enten på grunn av lettere terrengforhold eller fordi maskinene i noen tilfelle kjørte rett opp eller ned lia på tvers av høydekurvene uten at det ble gravet noen veger. Denne type driftsveg eller spor kunne ikke

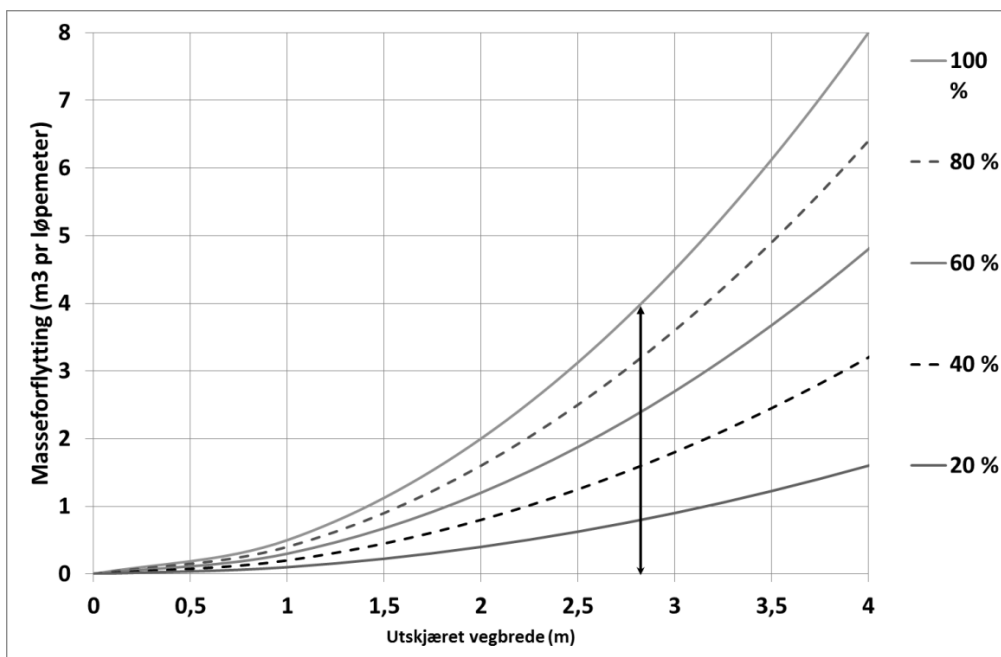
sammenliknes med strekningene hvor graving var utført. På grunn av at det fortsatt syntes viktig å bruke kvantitative parametere falt valget på en analyse av masseforflytningsberegninger, en kvantifisering av den mengde jord som er gravet opp i forbindelse med anleggelse av driftsveger.



Figur 3. Denne beregning av en 4 m bred raster overlay viser at det er godt sammenfall med driftsvegernes bredde (mindre avvik forekommer). På bildet ses det hvor maskinene kjørte rett opp og ned lien uten egentlig å skade terrengoverflaten. Bildet er fra Langedalen.

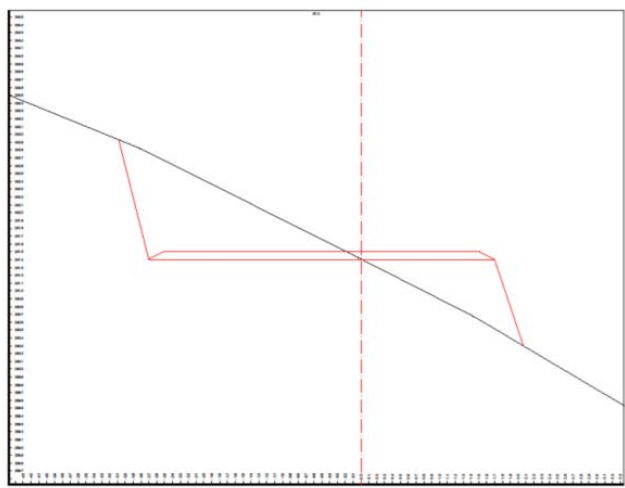
2.1.3.2. Masseforflytting

Masseforflytting brukes for å beskrive den mengde masse som løsnes og flyttes i forbindelse med bygging av driftsveger. Selv om det er ønskelig å kvantifisere den del av inngrepet som kan føre til uønskede konsekvenser som erosjon og endret vannføring, så gir det begrenset mening å fordele mengden på hele driftsvegnettet eller på arealbasis. I denne studien har vi likevel beregnet masseforflytting pr vegstrekning i kubikkmeter masse pr. løpemeter veg. Det gir en indikasjon på hvilke mengder masse som er forflyttet og hvor store mengder som kan være utsatt for erosjon. Det er god sammenheng mellom sporinnleggelsens vinkel til lia og behovet for graving. Gravingen reduseres med økende helling på stikksporene. Til gjengjeld er det større sannsynlighet for erosjon i sporet ved økt helling pga. vannets hastighet, og dermed økte erosjonsenergi.



Figur 4 Masseforflytting ved ulike vegbredder (utskåret) og terrenghellinger. Beregningene bygger på antakelsen om at vegen graves vinkelrett på hellingsretningen, og er derfor det teoretiske maksimum. Pilen er satt ved 2.75 m for å indikere den bredden som er brukt i GIS analysene, hvor fyllingsdelen av planum var satt til 1.25 m.

Masseforflytting er beregnet med Softree' RoadEng programvare. Driftsvegene ble plassert inn i terrengmodellen med en bredde på 4 m. Beregningene er foretatt vha. innebygget funksjonalitet for volumberegning. Det er forutsatt at skjæringsvinkel er 4:1 (nærmer seg det vertikale) og at planum er forskjøvet med 2.75 m på skjæringssiden og 1.25 m på fyllingssiden.





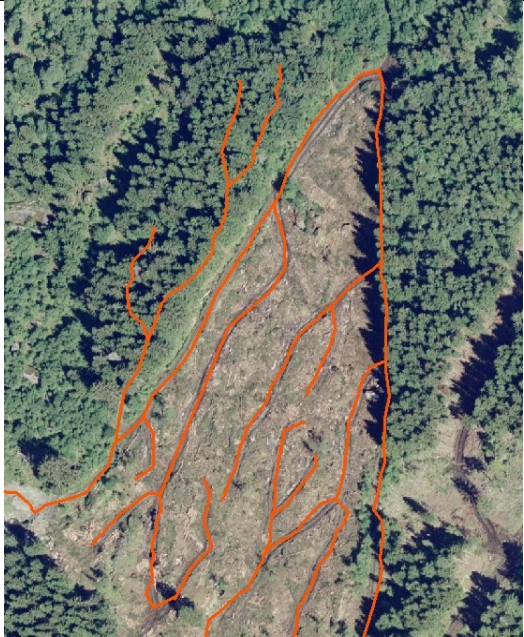

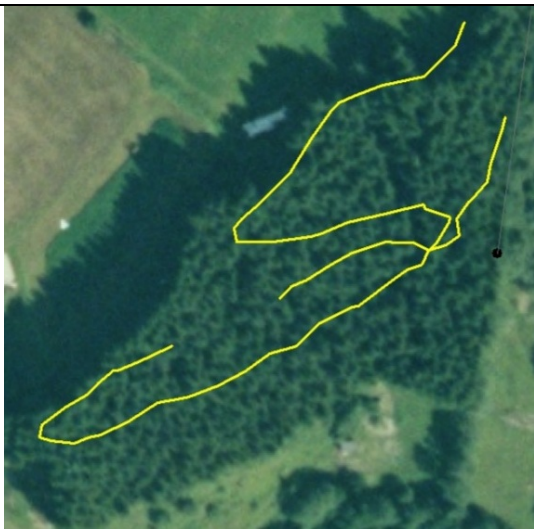
Figur 5 Et eksempel på tverrprofil og masseforflytting beregningen. Det skal legges merke til skjæringsvinkelen (4:1) og forskyvning på veiplanumet (2.75 m skjæring og 1.25 m fylling) i vegkroppen.

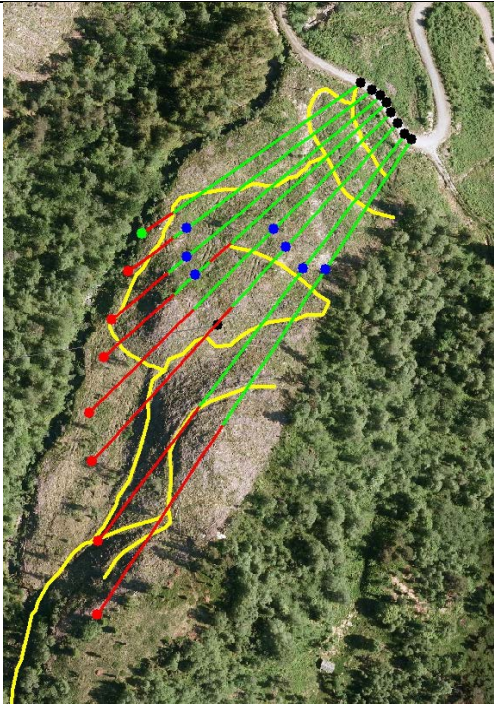

2.2. Resultater

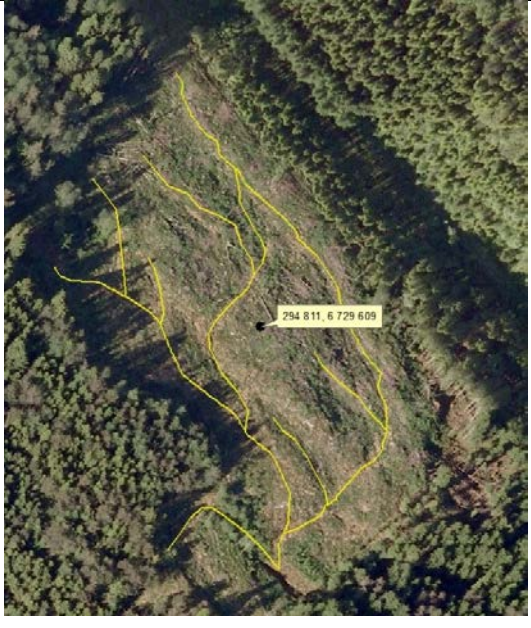
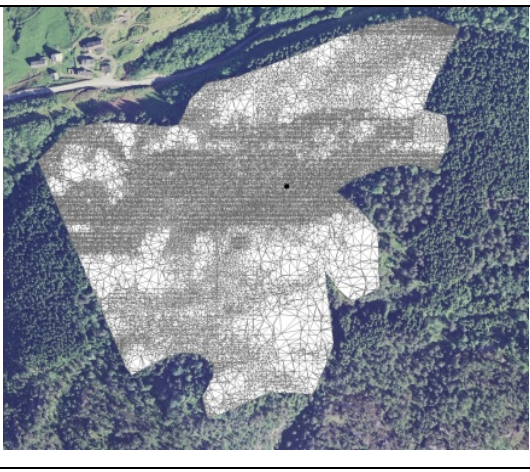
De kvantitative resultater varierer mye mellom bestandene, da alle har ulike utforming, helling og skogforhold, samt at de er avvirket av ulike entreprenører. I dette avsnittet presenteres en overordnet evaluering av alle bestand med tilhørende flyfoto som er brukt i analysen. Deretter følger detaljerte resultater på driftsvegene for bestand Langedalen for å gi innsikt i analysemetodene og deres potensielle bidrag / fortolkning. Det gjøres oppmerksom på at flybildene i tabellen ikke er i samme målestokk.

Tabell 2 Bestandene som inngikk i evalueringen og kommentar fra tilstandsevalueringen.

Nr.		Kommentar
1		<p>Vines. Hogsten i dette bestandet dannet grunnlag for og er beskrevet i Lilengs rapport (Lileng 2009). Bestandet er ekstremt bratt (>60%). Den øverste vegen var en eksisterende traktorvei.klasse 7 Ellers er alle vegene gravd i forbindelse med hogsten. Det er gode forhold for oppover-vinsjing med taubane, men det krever 1-2 bukker.</p> <p>Bortsett fra det tette vegnettet er tilstanden i bestandet generelt positiv. Vegetasjonen er veletablert, bestandet er tilplantet og småtrærne ser ut til å trives, også i vegtraseen</p> <p>Areal: 30.8 daa Driftsveglengde: 1797 m Tetthet: 58 m / daa</p>
2		<p>Ullensvang I. Dessverre finnes det ikke flyfoto tatt etter hogsten. Derfor har det ikke vært mulig å analysere drifta i detalj, men bestandet er drevet samtidig med det neste bestandet på listen, og forholdene svært like. Her var det gode forhold for taubanedrift med tilgang til bestandet fra skogsbilveger både over og under.</p> <p>Areal: 12.4 daa Driftsveglengde: 584 Tetthet: 47 m / daa</p>

3		<p>Ullensvang II</p> <p>Hogsten her må beskrives som vel gjennomført med fornuftig plassering av veger selv om de enkelte steder ligger noe tett. Gode tilgangsførhold. Hadde også gode forhold for taubanedrift</p> <p>Areal:27.2 daa Driftsveglengde: 1590 Tetthet:58.5 m/daa</p>
4		<p>Langedalen</p> <p>Bestandet er beskrevet i detalj i neste avsnitt, men det er gravd noen bratte veger her. Det forekommer enkelte grove spor av utvasking og erosjon. Flere steder er det kjørt direkte opp og ned i lien, og det var ingen tegn på skader i de områder hvor hogstavfallet lå på bakken. Barlegging synes å gi en god beskyttelse mot overflateerosjon. Vanskelig for taubane pga. kraftgate.</p> <p>Areal:42.8 daa Driftsveglengde: 1537 Tetthet:35.9 m/daa</p>
5		<p>Etne (sandtaket)</p> <p>Her er det omfattende graving, men bestandet vil bli omdisponert til sandtak. Det finnes ikke flyfoto tatt etter hogsten, og derfor er ikke denne drifta analysert videre.</p> <p>Areal:11.1 daa Driftsveglengde: 458 m Tetthet:41.3 m/daa</p>

6		<p>Kvam- Norheimsund</p> <p>Graving kun i begrenset omfang og med utforming av driftsvegnettet. Det vises et eksempel på hvordan estetikken kan evalueres. De grønne stripene viser frisiktslinjer fra veien. De røde stripene er skjult fra veien. Dette kunne evt. brukes i planleggingsfasen for en rask analyse av behov for og plassering av bukker.</p> <p>Areal:36.2 daa Driftsveglengde: 906 m Tetthet:25.0 m/daa</p>
7		<p>Etne- Grytestranda</p> <p>Her er det gravd et tett nettverk av driftsveger på begge sider av E134. De fleste vegene er nå registrert som traktorveier av Kartverket selv om vegene ikke er bygget for å være del av det permanente traktorveinettet.</p> <p>Areal:43.2 daa Driftsveglengde:1712 m Tetthet: 39.6 m/daa</p>

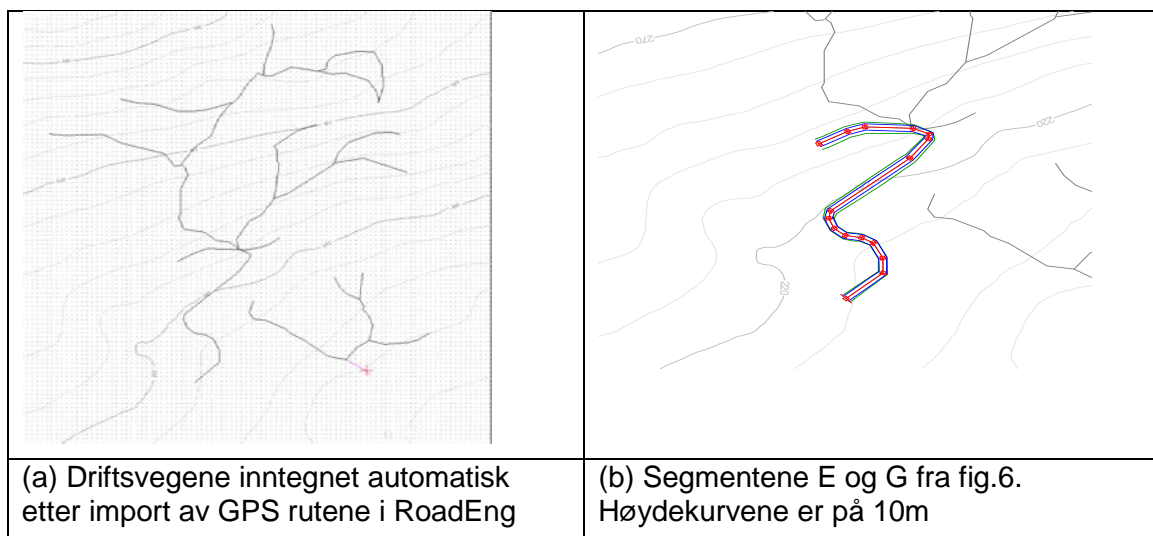
8		<p>Lindaas</p> <p>Bestandet her er ikke nærmere studert da det ligger noe avsides. Det er meget begrenset med inngrep i det forholdsvis lette terrenget. Det var ingen synlige erosjonsskader. Dette var stort sett ei vanlig hogstmaskin / lastetraktor drift.</p> <p>Areal: 13.6 daa Driftsveglengde: 418 m Tetthet: 30.7 m/daa</p>
9		<p>Storhei (mangler veier - ikke analysert)</p> <p>Dette bestandet er ikke analysert. Det skyldes at det ikke ble funnet ved første gjennomgang. Det manglet også ortofoto, men bestandet kan følges opp senere.</p> <p>Areal: daa Driftsveglengde: xx m Tetthet: xx m/daa</p>

2.2.1. DETALJERT BESKRIVELSE AV ET UTVALGT BESTAND - LANGEDALEN

Her beskrives analysen mer i detaljer for å gi innsikt i nytten av det som er blitt målt. Bestandet ved Langedalen brukes som eksempel. Resultatene vises i Figur 6 og Tabell 3.



Figur 6 Langedalen. De angitte vegsegmentene korresponderer med tabell 3. Figuren viser også hvordan segmentene er oppdelt.

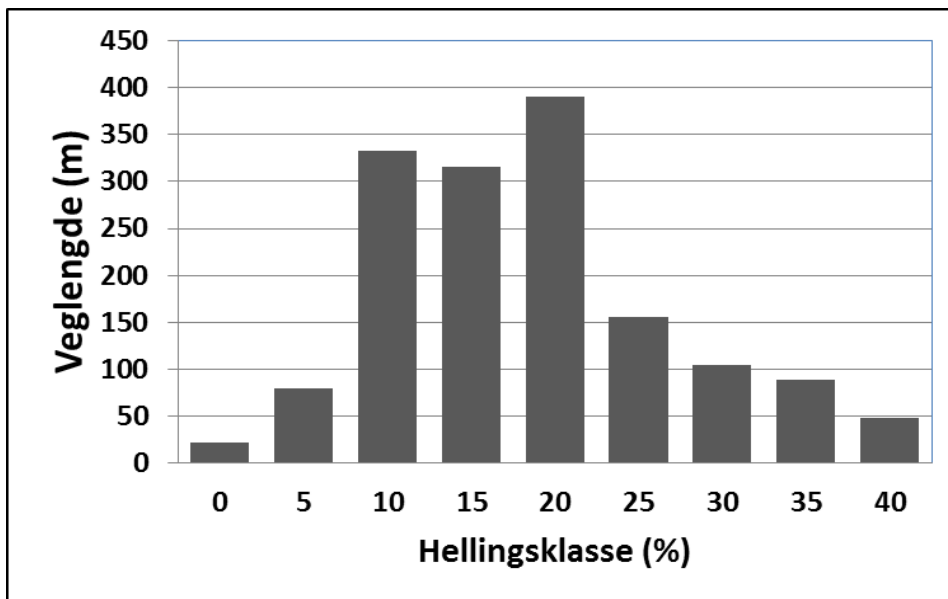


I tabellen nedenfor vises et eksempel på hvordan driftsvegene kan evalueres med hjelp av GIS og RoadEng software. Tabellen inkluderer veglengder, helling på enkeltstrekninger, masseforflytting i forbindelse med anlegg av veien og masseforflytting pr. løpende meter. Tallene på masseforflytting pr. løpemeter passer noenlunde med de fra Figur 4. Beregningene kan bl.a. benyttes til å peke ut problemområder på forhånd.

Tabell 3 Beregninger for enkelte vegsegmentene på bestand Langedal.

Segment	Lengde (m)	Helling (%)	Masseforflytting (m ³)	Masseforflytting (m ³ /m)
1	104	30	58.3	0.56
2	114	16	168.5	1.48
3	98	27	96.7	0.99
4	92	13	140.9	1.53
5	48	38	19.9	0.42
6	22	0	26.7	1.20
7	167	19.6	101.7	0.61
A	110	14	184.6	1.67
B	88	37	113.9	1.29
C	58	27	232.7	4.01
D	65	-8	134.4	2.01
E	53	7	76.4	1.44
F	36	11	46.1	1.28
G	175	12	131.3	0.75
H	126	21	31.5	0.25
I	27	4	17.2	0.64
J	72	18	13.5	0.19
K	25	20	9.1	0.36
L	57	-9	27.1	0.47
Total	1537		1630	1.06

Det som har størst betydning for vannets erosjonsenergi, og som kan påvirkes ganske lett, er kombinasjonen mellom lengde og helling på driftsvegene. Tabellen viser bl.a. hvordan segmentene 1 og 3 har en lengde på 200 m med sammenhengende stigning på ca. 30 %. Det er ikke lagt stikkrenner eller gravd overflaterenner på strekningen. På slike strekninger vil vannet kunne oppnå så stor erosjonsenergi (kinetisk energi) at det fører til erosjon, og på denne strekningen var det tydelige erosjonsskader.



Figur 7 Histogram - driftsveglengde pr. hellingsklasse.

Figur 7 viser et histogram med hellingsklasse i 5 % intervaller. Figuren viser at de fleste strekninger har en helling mellom 10 og 25 %, men at det også finnes f.eks. ca. 220 m over 30 %, hvorav ca. 80 m over 35 % og ca. 50 m over 40 %. Tallene viser ikke sammenhengende segmenter, og kan ikke brukes til annet enn å vise nødvendigheten av å ta hensyn til drenering og andre forhold under graving.

2.3. Vurdering av resultatene

Det har ikke vært mulig å kvantifisere omfang av erosjon innenfor prosjektets ramme, men enkelte steder var det tydelige tegn på erosjon. Det er særlig i skjæringer og i lange sammenhengende stigninger problemene har oppstått. Derfor er det mulig å begrense problemene gjennom bedre planlegging og gjennom avbøtende tiltak.



<p>Denne nokså ekstreme erosjonen forekom i hjulsporet etter lastetraktoren som hadde kjørt rett opp og ned lia. Skaden er ikke knyttet til gravedrift.</p>	<p>Avrenning i hjulspor. Fremst i bildet ses en oppsamling et ca. 50 cm tykt lag med finstoff i veigrøfta.</p>
	
<p>Drift pågår. Gravemaskinen bytter plass med hogstmaskinen. Her er skjæringsskråningen så høy og så bratt at skråningen vil være ustabil fremover.</p>	
	
<p>Slik kommer driftsvegene til å se ut framover. Skjæringene vil rase noe sammen og vegetasjonen re-etableres. Det er fortsatt risiko for erosjon i kjøresporene selv om de etter hvert vil stabilisere seg</p>	

2.4. Oppsummerende kommentar fra deltakere på befaringen

Følgende kommentar oppsummerte inntrykkene fra en 1 dags befaring i Hardangerfjord våren 2012. «De avsluttede gravedriftene som ble vurdert i forprosjektet, framsto positivt. Generelt var det lite synlig erosjon. På de ferskeste gravedriftene var det gått over dreneringssystemet etter avsluttet drift. Eldre gravedrifter viste at reetablering av vegetasjon skjer raskt i de områder hvor denne driftsmetoden har vært mest utbredt. Likevel viste forprosjektet at det er behov for å arbeide videre med enkelte problemstillinger knyttet til denne driftsmetoden.»

2.5. Konklusjoner

Gravedrifter må gjennomføres bl.a. under hensyn til erosjons- og rasfare, helse, miljø og sikkerhet, estetikk og driftsøkonomi. Gravedrifter kan representere store inngrep i terrenget, og ras kan i ytterste konsekvens medføre fare for liv og helse. Derfor må graving i bratte lier foregå med stor bevissthet omkring de faktorer som påvirker slik risiko.

Feltregistreringer og GIS-analyser viser at utformingen av driftsvegnettet har stor betydning for erosjonsfaren ved skogsdrift i bratt terreng. Det videre arbeidet med dette driftssystemet må legges opp med tanke på økt kunnskap om de forhold som påvirker erosjonsfaren, herunder sammenhengen mellom lengde og stigning på driftsveger, sidehelling osv.

Analyser av driftsvegnettet på de studerte driftene viser potensial for å bedre utformingen av vegnettet. Dette krever utvikling av mer egnede verktøy og bedre planleggingsrutiner for skogbruksledere og entreprenører samt økt kunnskap og tilgang til nødvendige informasjonskilder.

Feltregistreringene viser at det lett oppstår erosjon i forgreiningspunktene i vegnettet hvis vannet får renne langs vegene. Det har sammenheng med at det normalt ikke legges stikkrenner på slike driftsveger. Derfor bør det utvikles beskrivelser av hvordan slike forgreiningspunkter skal utformes.

Feltregistreringene viser at høye skjæringsskråninger har en tendens til å rase ut. Slike skråninger kan gi diffus erosjon, men i spesielle tilfeller også føre til ras. I det videre arbeidet med dette driftssystemet bør det legges opp forsøk med gjengraving av veger på strekninger der skjæringsskråningene er høye. Slike forsøk med deaktivering som gjengraving blir benevnt i USA og Canada, må ta sikte på å avklare når deaktivering er aktuelt, hvordan det bør utføres og hva det vil koste. Mulighetene for slike avbøtende tiltak må sees i sammenheng med behovet for gjennomgang av dreningssystemet og utbedring av kjøreskader før drifta avsluttes.

Feltregistreringene viser at hogstavfall kan gi god effekt både for å unngå kjøreskader, for å redusere erosjon og for å dempe visuelle effekter. I det videre arbeidet med dette driftssystemet bør det undersøkes hvordan hogstavfallet bør benyttes for å oppnå slike effekter.

Det bør være en overordnet målsetning å minimere gravingen ved å øke avstanden mellom driftsvegene. Det er lite realistisk å forvente at maskinførerne selv vil gå ut av maskinene for å felle manuelt. Det ville bl.a. føre til lavere utnyttelsesgrad for maskinene. Derfor bør det utvikles organisatoriske løsninger som gjør det mulig å knytte motor-manuell fellingskapasitet til gravedriftlagene, spesielt der stående volum per dekar er lite.

Gjennom dette forprosjektet er det gjennomført en kartlegging og analyse av flere gravedrifter. Prosjektet peker på flere forhold som bør følges opp og undersøkes nærmere. På bakgrunn av dette bør de problemstillinger som er reist gjennom dette forprosjektet følges opp i et mer omfattende hovedprosjekt. Et mål for et slikt prosjekt kan bl.a. være å utarbeide retningslinjer for gjennomføring av gravedrifter. Slike retningslinjer kan gi mer konkrete og utfyllende bestemmelser om hvordan kravpunktene i Norsk PEFC skogstandard skal oppfylles.

2.6. Anbefalinger for fremtidige analyser

GIS-analyser skal forsøkes utført før feltkartlegging. Et kart med ferdig analyserte hellings-, topografiske- og vannforhold vil gi større nytte når feltevalueringen skal gjennomføres. Analysene på f.eks. masseforflytting bør verifiseres i feltet med vanlig landmålingsutstyr for å kunne kontrollere modellenes riktighet. Dette var ikke mulig innenfor rammene av dette forprosjektet.

En effektiv analyse av driftene er helt avhengig av tilgang til ferske flyfoto foretatt umiddelbart etter hogst). Anvendelse av små quadroptere (UAV'er) utstyrt med kamera er blitt en utbredt måte å skaffe billig flybilder på, og bruk av disse kan tas med i et videre forsøk. Utvikling av fjernmålingsmetoder og anvendelsesmuligheter går relativt fort. Masseforflyttingsberegninger vil fremover kunne delvis automatiseres på basis av LiDAR skanninger eller fotogrammetri.

Jordsmonnsskart kan brukes i kombinasjon med digitale terrengmodeller for å evaluere erosjon- og jordskredfare på et bedre grunnlag. Det samme gjelder nettstedet www.skrednett.no som driftes av NVE og NGU. I et større forskningsprosjekt vil det være nyttig å dra inn eksperter fra disse miljøene for å se nærmere på evt. konsekvenser. Dette gjelder for alle former for hogst og veibygging i bratt terreng.

Det manglet informasjon om selve driftsvegens oppbygging, og derfor måtte masseforflyttingsberegningene baseres på en antakelse om både skjæringsvinkel og skjærings / fyllingsandel av planumet. Dette bør analyseres nærmere, også mht. sikkerhet der vegene er tenkt brukt som traktorveg i ettertiden.

I tillegg kommer muligheter for å utvikle et GIS planleggingsverktøy som kan beregne det optimale veinettet for å dekke området, både med hensyn til begrensninger i kranrekkevidde, spesielle geologiske eller hydrologiske formasjoner og prosesser, og ikke minst økonomien. Dette er av større relevans for forskningsmiljøet, men vil danne et brukbart vurderingsgrunnlag.

Det mangler gode produksjons- og kostnadstall for denne driftsmetoden. Det er nødvendig å finne frem til tall som kan danne et pålitelig beslutningsgrunnlag til støtte for valg av avvirkningsmetode. Her er det viktig med en helhetsbetraktning, hvor både kostnader til forsvarlig planlegging og de-aktivering medregnes.

REFERANSER

Granhus, A., Hylen, G. & Ørnelund Nilsen, J-E. Skogen i Norge - Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og landskap 03/2012. 85 sider.

Lileng, J. 2009. Avvirkning med hjulgående maskiner i bratt terreng. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 15/2009. ISBN 978-82-3111-0095-9. 7sider.

Dale, 1995. Omfang og årsaker til hjulsporskader etter skogsdrifter. En feltregistrering fra fem regioner i Norge. Rapport fra Skogforsk 7/95.

Wade, C.R., Aust, W.M., Bolding, C., & Lakel, W.A. Best management practices for erosion control from bladed skid trails. In: In: Butnor, John R., ed. 2012. Proceedings of the 16th biennial southern silvicultural research conference. e-Gen. Tech. Rep. SRS-156. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. 368-371.