

**Sluttrapport til Utviklingsfondet for skogbruket og Skogtiltaksfondet
fra prosjektgruppen OptiKom/Lekter Nordland**

Lekterdrift

- mulighets- og metodestudie for drift til sjø



Dag Fjeld, Jan Bjerketvedt, Ole Bakke

Sammendrag

Prosjektets mål var å utvikle et opplegg for lekterdrift som var egnet for midt- og nordnorske forhold. Arbeidet ble gjennomført i 3 faser; 1) kartlegging av tekniske spesifikasjoner og markedspriser, 2) utvikling av driftsopplegg samt analysemodeller og 3) analyser av tilgjengelighet og økonomi for de foreslåtte lekterdrifter. I fase 3 inngikk også kartlegging av potensielle oppdrag for videre drift.

Fase 1 startet med en gjennomgang av tekniske spesifikasjoner for lekterens og slepebåtens kapasitet samt markedspriser for disse. I fase 2 valgte prosjektgruppen (OptiKom/Lekter Nordland) hovedretningen for det videre arbeidet, og sammen utviklet de et forslag til effektivt driftsopplegg. Deretter ble analysemodeller utviklet både for å kartlegge driftsområdenes tekniske egnethet (dybdeforhold, strandlagring, terrengvanskelighet) og beregne kostnader og inntekter. I fase 3 ble de foreslåtte driftene filtrert etter teknisk gjennomførbarhet. Deretter ble K/I analysen gjennomført for å finne de viktigste faktorer for lønnsomhet. Tilslutt ble en helårs produksjonsløype analysert i Nordland, og volumer av andre potensielt lønnsomme oppdrag langs Trøndelagskysten ble kartlagt.

For produksjonsløypen i Nordland ble fire drifter lagt i rekkefølgen fra nord til sør. Disse hadde et samlet kvantum på 35 000 m³ (150 arbeidsdager). For to av driftene måtte volumene samles og leveres med tømmerbil til lekteren. I analysen begynte flyttekostnader å plane ut ved et driftskvantum på 6000 m³. Den simulerte produksjonsløypen ga en total flyttekostnad (lekter og driftslaget) på ca. 40 kr/m³ og en lekterkostnad på 30 kr/m³. For det tiltenkte opplegget tilsier resultatene at en velkoordinert lekterdrift kan gjennomføres til en merkostnad på 70 kr/m³. Erfaringstall fra Vestlandet indikerer en merkostnad på nærmere 100 kr/m³ (for tilsvarende store driftskvantum).

Bruk av slepebåt til flytting innebærer store faste kostnader per drift. Det foreslåtte opplegget er avhengig av koordinering for å unngå ventetid og produksjonstap for driftslaget. Skarp produksjonsrapportering og -styring kreves for koordinering med fartøyets anløp. Med utvikling av rutiner for å tilpasse terrengtransporttakten til fartøyets anløpsplan, bør merkostnadene ved strandlagring (ca. 30 kr/m³) kunne minimeres og med det, behovet for ekstra lassbærerkapasitet.

Lekterdrift representerer det eneste aktuelle alternativet for isolerte og sjønære områder. Merkostnadene for lekterdrift er konkurransedyktige sammenlignet med visse andre driftsformer som, f.eks. taubanedrift. Men på grunn av de store kvanta som behøves for lekterdrift, tilsvarer de egnede driftene i Nordland og Trøndelag ikke mer enn 3 årsverk for et lekterlag. Sjønære drifter med veitilknytning, men uten tilfredsstillende bruksklasser for tømmertransport, kan også være aktuelt. I disse tilfellene kan de faktiske kostnader for kippkjøring (83 kr/m³ for 5 km kipping) også overstige de beregnede merkostnadene for effektiv lekterdrift. Per i dag gjør manglende klassifisering av disse veiene det vanskelig å identifisere hvilke områder og tilleggs volumer som kan være aktuelle.

Innhold

Bakgrunn.....	4
Mål og gjennomføring	6
1. Kartlegging av tekniske muligheter og kostnader	7
1.1 Lektere	7
1.2 Slepebåter.....	8
2. Utvikling av driftsopplegg og analysemodeller.....	10
2.1 Driftsopplegg	10
2.2 Metoder for analyse av teknisk tilgjengelighet	13
2.2.1 Detaljert analyse av potensielle lekterdriftområder	13
2.2.2 Feltkontroll av dybde data.....	14
2.2.3 Overordnet analyse av potensielle lekterdriftområder langs Trøndelagskysten	14
2.3 Kostnads- og inntektsanalyse	15
3. Resultater.....	18
3.1 Teknisk tilgjengelighet for lekterdrift	18
3.1.1 Detaljert analyse av potensielle lekterdriftområder	18
3.1.2 Feltkontroll av dybde data.....	20
3.2 Kostnads- og inntektsanalyser for enkeltdrifter	24
3.2.1 Sammenstilling av kostnader og inntekter for et års produksjonsløype i Nordland.....	25
3.3 Overordnet analyse av potensielle lekterdriftområder langs Trøndelagskysten	30
4. Diskusjon.....	31
4.1 Analyse av teknisk tilgjengelighet.....	31
4.2 Gjennomføring av lekterdrifter	32
Etterord.....	35
Litteratur.....	36
Vedlegg 1. <i>BPKalk</i> for beregning av krav til slepebåt for flytting av lekter mellom drifter.....	37
Vedlegg 2. <i>LekterKalk</i> for sammenstilling av kostnader og inntekter ved lekterdrift.	38
Vedlegg 3. Erfaringer fra lekterdrift i Lislørja (Næsbø Skog).....	39

Lekterdrift; mulighets- og metodestudie for drift til sjø

Bakgrunn

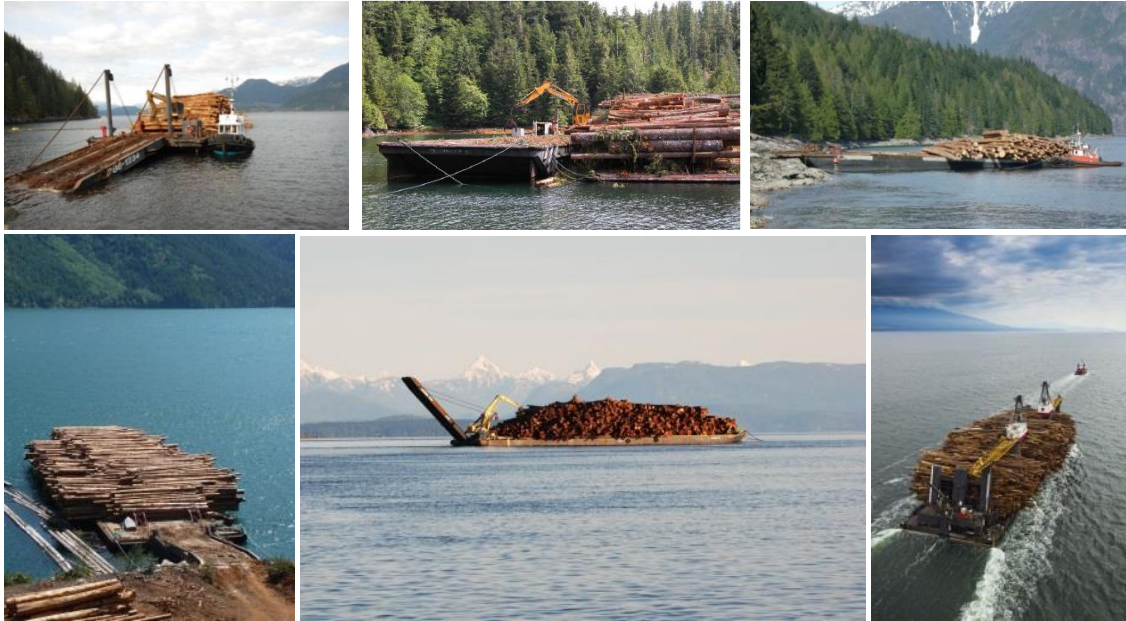
Langs kysten finnes store skogreiste arealer som mangler tilfredsstillende tilknytning til det offentlige veinett for tømmerbil. I andre lander har ulike løsninger for lekterdrift blitt utviklet for å rasjonalisere sjøtransport av tømmer. Det regionale utviklingen har vært ulikt for ulike regioner som Norden, Skottland og Canadas vestkyst.

Lekterdrift har blitt brukt på finske innsjøer for å nå øyer i grunne innsjøer (Assikainen 2001). Typiske system bruker selvdrevne lektere med lastekapasitet på 200-500 m³, gjerne med bufferlekter (100-250 m³). Lastningen ble gjort med lekterens egen kran enten fra bufferlekteren eller fra strandlager (baklager). Disse har to generelle utfordringer; i) å finne egnet strandlinjer som fyller krav til både dybdeforhold og er egnet til strandlager, og ii) balansere produksjon mellom avvirkning og lektertransport for å minimere ventetider. Liknende løsninger med separat slepebåt har også blitt brukt på øyer i Sveriges indre kyststrøk etter vindstormer, både med og uten bufferlektere (Figur 1).



Figur 1. Mindre og mellomstor lekterløsning. Sverige.

Lektertransport langs Canadas vestkyst ble utviklet på grunn av manglende infrastruktur i isolerte driftsområder (McAllister 1995, Heal 2012). For de største strekningene varierte lastekapasiteten fra 6 000 til 18 000 m³. De største hadde doble 25 t kraner for lasting og var utstyrt med ballasttanker for å tippe av lasset i mottagerens vannlager. Med tidens overgang til mindre drifter måtte lasten samles fra flere driftsområder og utviklingen gikk mot mellomstore lektere uten fastmonterte kraner. Her brukes både roll-on (Ro) lasting fra strandlager med lengre lastramper, og lift-on (Lo) lasting fra bufferlekter/mobilkai (Figur 2).



Figur 2. Mindre, mellomstore og store lekerløsninger. Canada.

Utfordringen med å finne egnede landgangsplasser med både krav til dybdeforhold (helst bratt sjøbunn) og god plass til strandlager (flatt over vann) øker med tidevannsforskjeller. For de fleste lekersystem er tilstrekkelig dybdeforhold viktige for problemfri drift. Dersom dybdeforhold ikke er tilstrekkelige kan dette kompenseres med lengre lastramper, der den lengste rampe var over 20 m. Noen kortere ramper kunne opereres med hydraulikk, men de aller fleste bruker vinsj (Figur 3).



Figur 3. Ulike rampeløsninger for Ro-Lo drift.

I Skottland er en lang-ramp løsning utviklet for isolerte områder med svake offentlige veinett (FBP 2010). Bufferlekteren har en egen linksplan for å muliggjøre direktelasting fra strand til fartøy. Lekteren har støttebein («spuds») som sikrer stabile underlag for kjøretøy når den brukes av tyngre kjøretøy (Figur 4).



Figur 4. Leker med linksplan for direktelasting til fartøy. Skottland (FBP 2010).

I Norge finnes det mye praktisk erfaring med ulike varianter av flytekai, bl.a. hos Vestskog der det finnes maritim kompetanse. Mellomstore lektere har også vært testet som plattform for taubanedrift for ellers utilgjengelige driftsområder (Hansen 2006, Hansen 2011, Talbot et al. 2015). Større lektere (Euro- eller Nordsjøklasse) har også blitt testet som Ro-Lo mobilkai for å redusere tømmerbilers transportavstand der permanente kaier savnes (Daler 2015).

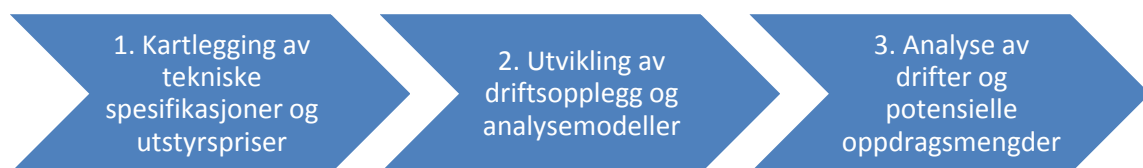


Figur 5. Lekter som plattform for taubanedrift (venstre) og som Ro-Lo mobilkai (høyre). Norge.

Mål og gjennomføring

Etttersom det finnes en stor variasjon i lekterløsninger for ulike forhold var prosjektets mål å utvikle et driftsopplegg egnet for midt- og nordnorske forhold.

Arbeidet ble gjennomført i 3 faser; 1) kartlegging av tekniske spesifikasjoner og markedspriser, 2) utvikling av driftsopplegg samt analysemodeller og 3) analyser av tilgjengelighet og økonomi for de foreslåtte lekterdrifter og kartlegging av potensielle oppdragsmengder. Fase 1 startet med en gjennomgang av tekniske spesifikasjoner til lekterens og slepebåtens kapasitet samt markedspriser for disse. I fase 2 valgte prosjektgruppen hovedretningen for det videre arbeidet og utviklet et forslag til driftsopplegg. Deretter ble analysemodeller utviklet for å kartlegge driftsområdenes tekniske egnethet for lekterdrift (dybdeforhold, strandlagring, terrengvanskelighet) samt beregning av kostnader og inntekter. I fase 3 ble foreslåtte drifter først filtrert etter teknisk gjennomførbarhet. Deretter ble K/I analysen gjennomført på teknisk egnede enkeldrifter for å finne de viktigste faktorer for lønnsomhet. Tilslutt ble en helårs produksjonsløype analysert i Nordland og volumet kartlagt av potensielle lønnsomme oppdrag langs Trøndelagskysten.

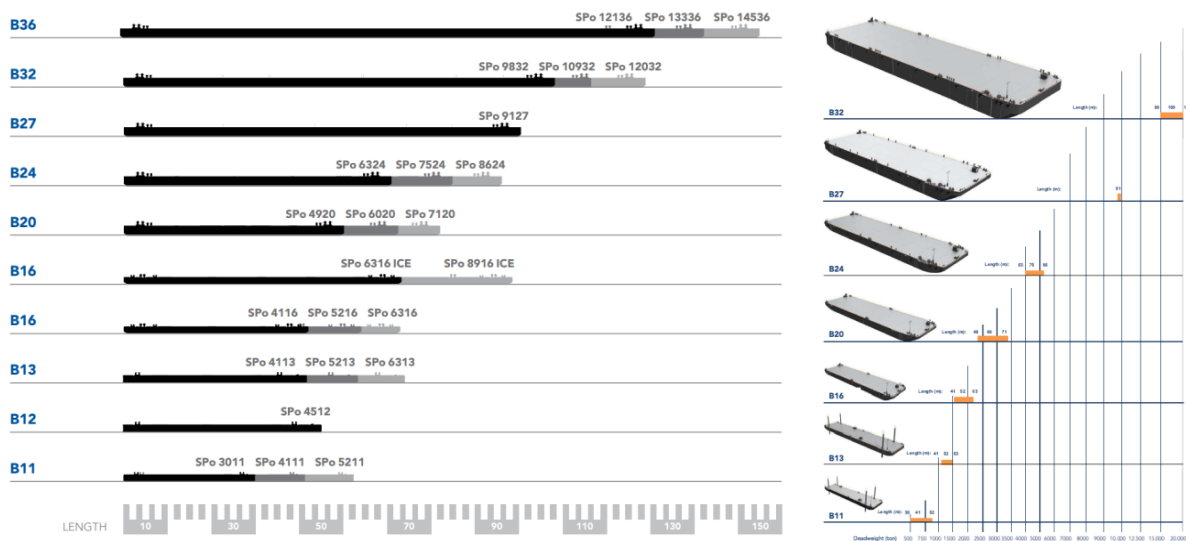


Figur 6. Faser i prosjektets gjennomføring.

1. Kartlegging av tekniske muligheter og kostnader

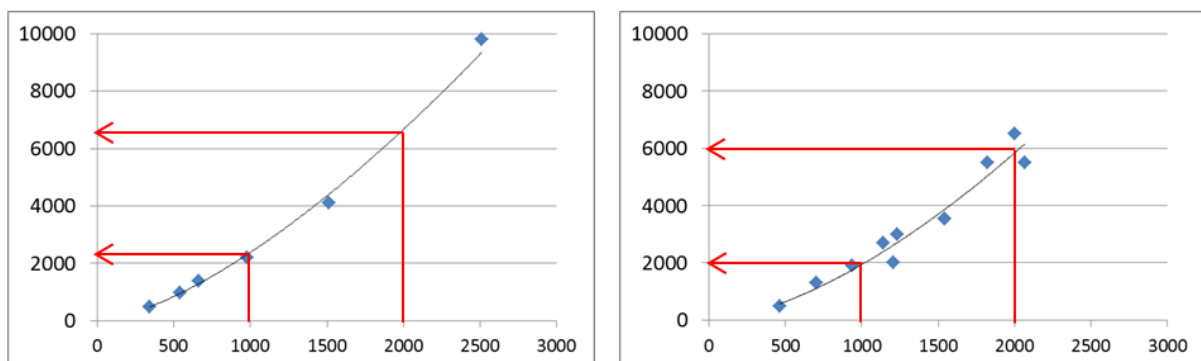
1.1 Lektere - Det finnes en stor variasjon i lekerstørrelser så arbeidet startet med en kartlegging av ny-produsert lektere (DAMEN) og brukte lektere (sommer 2016; DSB Offshore, Marine Transportation Consultants, Work Barge Brokers).

Fra produsenten DAMEN varierer lektere i bredden fra 11 til 36 m med valgbar lengder per breddeklasse. DAMENs oversikt av dimensjoner presenteres under (venstre) med tilhørende lastekapasitet i dead weight tons, DWT, (høyre).



Figur 7. Dimensjoner (venstre) og lastekapasitet (DWT, høyre) for standardlektere (DAMEN).

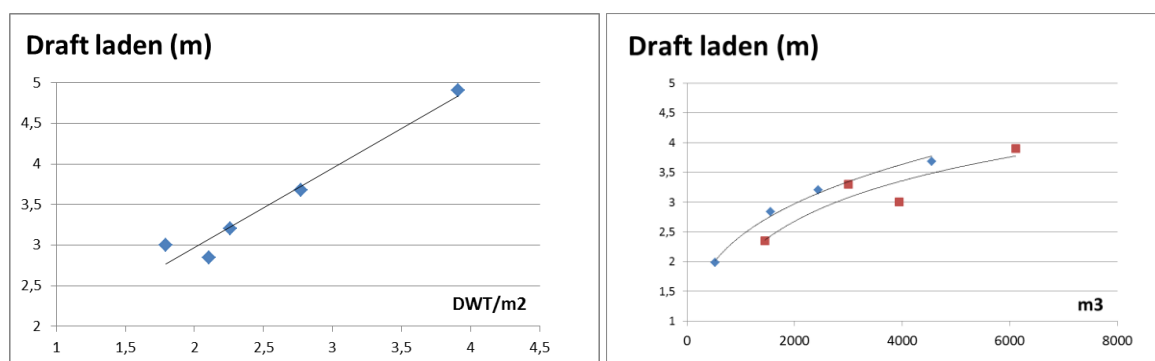
En sammenligning av dekkareal (bredde x lengde) og lastekapasitet (Figur 8, venstre) viste en teoretisk lastekapasitet på 2 t/m^2 for mindre lektere ($< 1000 \text{ m}^2$) og 3 t/m^2 for større lektere (2000 m^2). Gjennomgang av brukte lektere (steel flat-top, non-propelled) til salgs eller charter på det europeiske marked viste liknende kapasiteter (Figur 8, høyre). For disse var bredder mindre enn 17 m begrenset til kyststrøk, og bredder over 22 m bredde uten slike restriksjoner.



Figur 8. Lastekapasitet (DWT på y-akse) og dekkareal (m^2 på x-akse) for nye lektere (DAMEN, venstre) og brukte lektere (Europeisk marked, sommer 2016, høyre). Pilene indikerer DWT kapasitet for dekkstørrelser 1000 m^2 (2 t/m^2) og 2000 m^2 (3 t/m^2).

Lastekapasitet for tømmer - Hvis man forutsetter en vekt på ca. 1 t/m^3 og fastmasseprosent av ca. 50 %, veier en dekkslast med tømmer ca. 0,5 t per høydemeter. Teoretisk tilsvarer dette en lasthøyde opp til 4 m på mindre lektere (2 t/m^2) og 6 m på større lektere (3 t/m^2). For et mer presist eksempel med sagtømmer ($0,9 \text{ t/m}^3$ ub, 60 % fastmasse) blir de tilsvarende lasthøyder 3,7 og 5,5 m. På grunn av lavere bulkdensitet, blir lasthøyden for tømmer høyere enn for andre bulkprodukter. Så i likhet med tømmertransport med bulkfartøy begrenses lastekapasitet av volum og ikke vekt, av hensyn til stabilitet.

Krav til dybdeforhold varierte med lastekapasitet. For brukte mellom-store lektere ($< 2 \text{ t/m}^2$) var en typisk dypgående (draft laden) 3 m. For større lektere (3 t/m^2) var dypgående ca. 4 m (Figur 9, venstre). For både nye og brukte lektere (Figur 9, høyre) krever en tømmerlast 3 m dypgående.



Figur 9. Typiske krav til dybdeforhold (draft laden i m på y-akse) for ulike lekerstørrelser (DWT/m^2 til venstre, tilsvarende lastekapasitet i m^3 rundvirke til høyre). For lastekapasitet (høyre) indikerer farge data fra Damen (blå) og brukte lektere på det europeiske markedet (rød).

Foreslåtte priser var oppgitt for 6 av de 10 tilgjengelige brukte lekterne (produsert i årene 1978-2015). Prisene stod i proporsjon til størrelse og lastekapasitet (3 st $< 1000 \text{ m}^2$, 3 st $> 1500 \text{ m}^2$).

Tabell 1. Prisfunksjon for brukte lektere på det europeiske marked, avhengig av dekkstørrelse (m^2).

Dekkstyrke	Pris fast ledd (USD)	Pris variabel ledd (USD/ m^2)
Alle lektere (n=6)	100 000	550-990
Lektere med dekkstyrke $7-10 \text{ t/m}^2$ (n=5)	100 000	550-600

Priser for de større lekterne ($1500-2200 \text{ m}^2$) varierte mellom standard dekkstyrke ($7-10 \text{ t/m}^2$) og Ro-Ro dekk (20 t/m^2). For standard dekkstyrke var grunnpris ca. 100 000 USD med et tillegg av 550-600 USD/ m^2 . Dette innebærer at en typisk pris for en 1000 m^2 leker med standarddekk ble ca. 675 000 USD (5,4 mill NOK). Prisoversikten tar ikke hensyn til varierende utrustning som ankervinsjer, lastramper, støttebein (spuds) eller ballasttanker.

1.2 Slepebåter – Lekterens krav til slepebåt oppgis i bollard pull tons (BPT). Det brukes flere modeller for å beregne BPT og hk (hestekrefter) for å flytte lektere under varierende forhold. Alle bygger på lekterens slemotstand som drives primært av lekterens vannfriksjon etter deplasement og hastighet. Deretter tilkommer andre faktorer avhengig av modellens detaljeringsgrad før justering for værforholdene (kl 1-3). Enklere modeller er utviklet for å beregne generelle krav for typiske forhold i regionen. Andre er utviklet for mer nøyaktig beregning av sleping under spesifikke forhold. Forskjellene består av grader av oppløsning for å fange forhold som øker lekterens og lastens hydrodynamisk og aerodynamiske motstand.

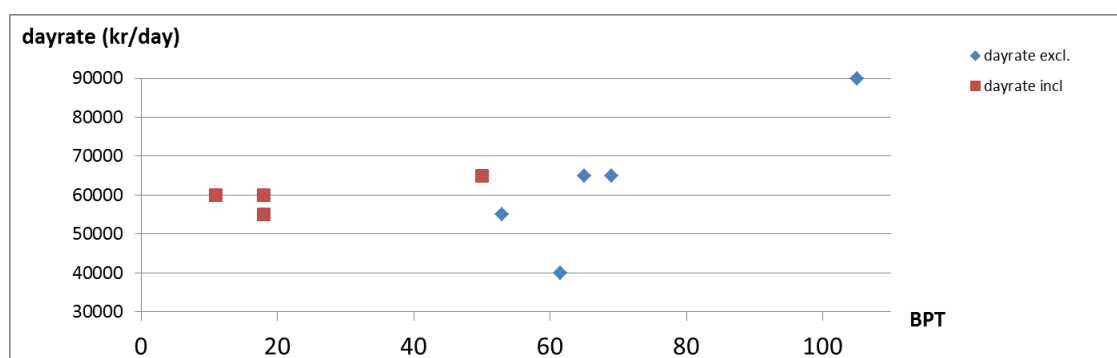
I denne analysen ble 3 ulike modeller brukte for belyse BPT-behovet for ulike størrelser lektere, både med og uten last. Disse bestod av i) en enkel modell for mer generelle retningslinjer angående hk, ii) en liknende variant som beregner BPT direkte, inkluderte vindmotstand, og iii) en komplett BPT beregning for faktiske forhold (Naval Arch 2016). De tilsvarende motorstyrker (hk) ble også beregnet for å kunne estimere drivstoff forbruk (m^3/t). Et beregningseksempel for mellomstor lekter (24 x 60 m) med og uten last vises i Tabell 2. Tabellen presenterer gjennomsnittsverdien fra alle 3 beregningsmodeller.

Tabell 2. Krav til slepebåtens trekk-kraft (BPT) med tilsvarende hk og drivstoff-forbruk ($m^3/time$) for mellom-stor lekter (24 x 60 m). Værforhold (k) representeres av 3 klasser (1: bra, 2: utfordrende, 3: ekstrem) med fast hastighet (5 knop under alle værforhold) eller redusert hastighet (hvh. 5, 4, 3 kn for K 1, 2, 3).

		Trek-kraft i BPT		Tilsvarende hk og drivstoff-forbruk ($m^3/time$)	
Værforhold (k)	Hastighet (kn)	Tom lekter (0,75 m draft)	Full lastet lekter (3,5 m draft)	Tom lekter (0,75 m draft)	Full lastet lekter (3,5 m draft)
<i>Samme hastighet ved økende k</i>					
1	5	9	19	766 (0,12)	1621 (0,24)
2	5	15	30	1277 (0,19)	2585 (0,39)
3	5	30	57	2492 (0,37)	4788 (0,72)
<i>Redusert hastighet ved økende k</i>					
1	5	9	19	766 (0,12)	1621 (0,24)
2	4	10	19	874 (0,13)	1557 (0,23)
3	3	15	22	1288 (0,19)	1832 (0,28)

Krav til trekk-kraft overstiger ikke 15 BPT ved flytting av en mellom-stor lekter uten last med vanlig hastighet (5 knop) under værforhold 1 og 2.

Markedspriser (NOK/dag) ble undersøkt hos 3 ulike leverandør av slepebåt-tjenester (BOA, Seløy, Polaryngel). For mindre slepebåter (< 50 BPT) var døgnpriser oppgitt inkl. drivstoff. For større slepebåter (>50 BPT) var døgnpriser eks. drivstoff (Figur 10).



Figur 10. Oppgitte markedspriser (NOK/dag på y-akse) for slepebåter av varierende trekk-kraft (BPT på x-akse) i Nordland og Trøndelag (rød: drivstoff inkludert, blå: drivstoff ekskludert).

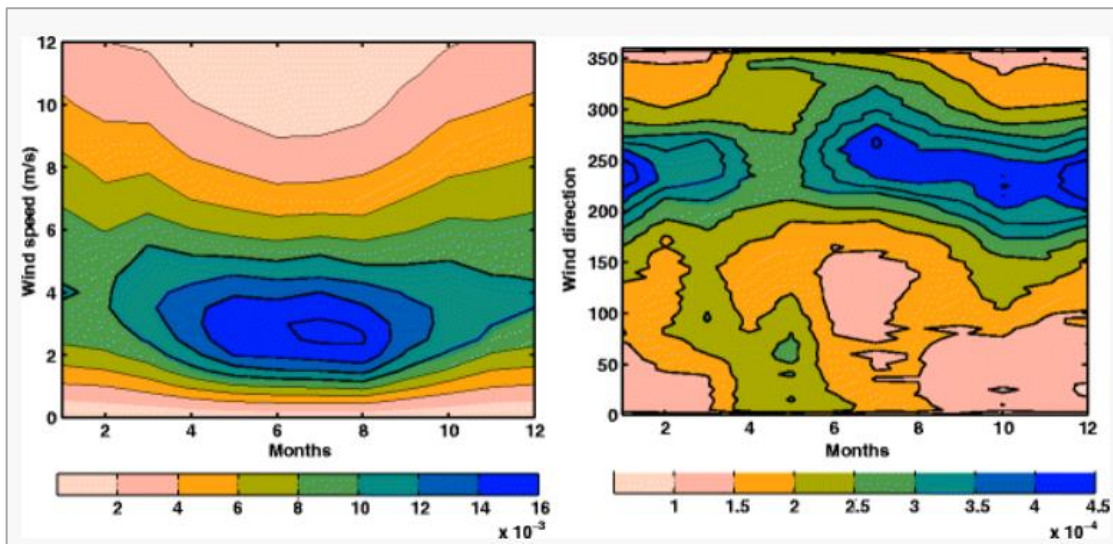
For tilstrekkelig trekkraft for flytting av en tomlektet under moderate værforhold (< 20 BPT) var døgnpris 55 000 – 60 000 NOK/dag (inkludert drivstoff).

2. Utvikling av driftsopplegg og analysemodeller

2.1 Driftsopplegg

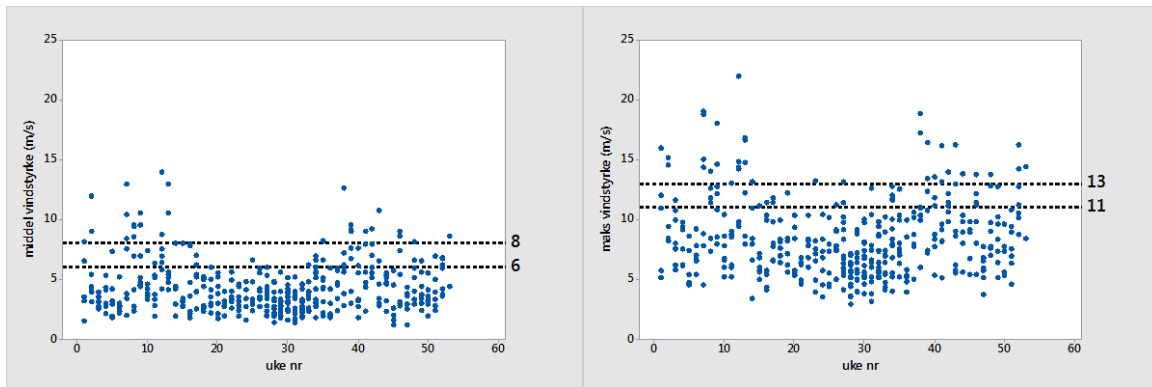
Arbeidsgruppens valgte bruk av lekter som mobil kai som hovedretning for analysene, primært med direktelasting av lassbærer på dekk (Ro-Lo drift: roll-on, lift-off). Driftsopplegget skulle søke balanse mellom helmekanisert produksjon og lasting/videretransport med fartøy for å minimere ventetider og strandlagring.

Driftsopplegget bygger på at flytting mellom drifter gjøres kun uten tømmer. Når det gjelder forutsetning om rimelige værforhold for flytting (k 1, 2) viser Figur 11 sannsynlighet for ulike vindstyrker på Nordsjøen (Suselj et al. 2012). Variasjon i vindstyrken drives av sesong (Figur 11). De sterkeste vindene er i tidsrommet nov.-feb. og under denne perioden kommer mest fra vest og sydvest (200-270 grader). Gjennom våren (mars-juni) minskes vindhastigheten, men kommer fremdeles primært fra vest og sydvest. Vindhastighet reduseres om sommeren mot sitt laveste på seinsommeren, for deretter å øke fra august.



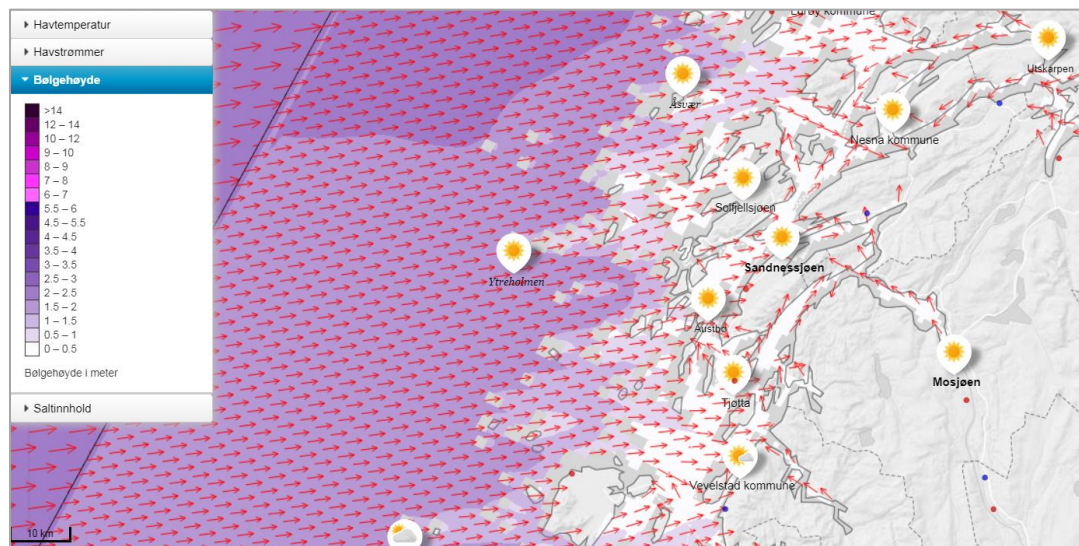
Figur 11. Sannsynlighet for vindstyrke (m/s, venstre) og vindretning (grader, høyre) per måned (1-12 på x-akse) i Nordsjøen (1980-2000). Fra Suselj et al. (2010).

Opplegget forutsetter derfor gjennomføringen av lekterdrift under den sesongen når værforhold er mest gunstig (vår-sommer-tidlig høst). I lavsesong finnes det derfor mulighet å nytte lekteren til andre formål. Sesongvariasjon av vindhastighet ved en av de foreslåtte lekterdriftene (Løvøya, Sandnessjøen værstasjon, 2018-2019) vises i figuren under (Figur 12).



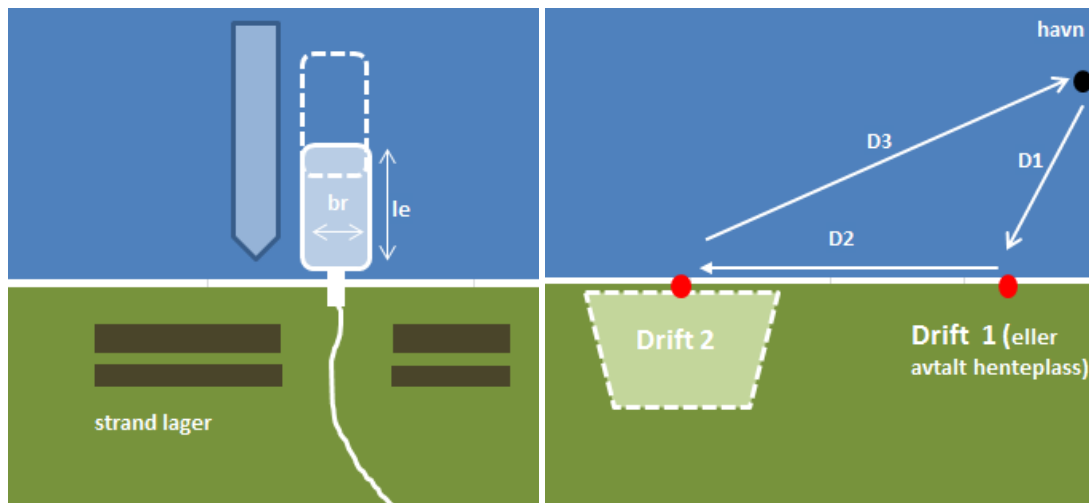
Figur 12. Middel vindstyrke (venstre) og maks vindstyrke (høyre) per uke ved Sandnessjøen værstation (2018-2019).

I dette tilfelle vises en vindu med redusert forekomst av vindstyrke (middel > 7 m/s) fra uke 14-38. Et vindu på 25 uker og 5, 6 og 7 arbeidsdager per uke gir hhv. 125, 150 og 175 driftsdager per år under høysesong for lekterdrift. Kartet i Figur 13 viser et eksempel på variasjon i bølgehøyde mellom åpent hav (3-3,5 m) til indre kyst (0-0,5 m) ved vind fra vest (Yr.no, 28. Aug 2019).



Figur 13. Variasjon i bølgehøyde mellom åpent hav (3-3,5 m) og indre kyst (0-0,5 m) ved vind fra vest (Yr.no, 28. Aug 2019).

Fra driftslagets perspektiv er det ønsket at lektere ankres vinkelrett til egnet landgangsplass med mulighet å vinsjes inn og ut for å sikre tilstrekkelig dybdeforhold for ankommende fartøy (Figur 14, venstre).



Figur 14. Det tiltenkte opplegg for forankring (venstre) og flytting (høyre).

Arbeidssekvensen ved flytting var tenkt som følgende (Figur 14, høyre):

- 1) Når tidspunkt nærmer seg for driftsslutt og siste lasting av fartøyet (drift 1) anropes slepebåt fra havn med hjelpelekter.
- 2) Slepebåten reiser til den avsluttende drift (D1 til drift 1) og flytter utstyret til neste drift på hjelpelekter (hogstmaskin, lassbærer, gravemaskin D2 til drift 2) for å forberede landgangsplassen og starte avvirkingen.
- 3) Slepebåter reiser tilbake til avsluttet drift (D2 til drift 1) for å hente den tomme tømmerlekteren mens landgangsplassen forberedes på drift 2.
- 4) Etter lekteren er ferdiglosset flytter slepebåten tom lekter til drift 2 og forankrer. Deretter tilbake til havn med hjelpelekteren (D3).

Under selve avvirkingen transporteres fortrinnsvis sortimentsrene lass av det sortiment som er avtalt for nestkommende anløp. Når direktetransport til lekteren forhindres av fartøyet, arbeider lassbæreren i områdene lengst unna for å minimere volumet som må legges på strandlager.

2.2 Metoder for analyse av teknisk tilgjengelighet

2.2.1 Detaljert analyse av potensielle lekterdriftsområder

Allskog identifiserte 10 mulige lekterdriftsområder i Møre og Romsdal (3 stk), Nord-Trøndelag (4 stk) og Nordland (3 stk). Områdenes skoglige data var volumer i hkl 4 og 5 fordelt på treslag og transportavstand (hhv 1000 og 2000 meter fra sjøen).

Analysens mål var primært å kartlegge potensielle landgangssteder innenfor disse foreslåtte områdene, men også å vurdere de driftstekniske forholdene. Landgangsstedene måtte på sjøsiden ha tilstrekkelig dybde nær land, mens det på landsiden ikke måtte være for bratt eller for dårlig bæreevne for lassbæreren og flatt nok for eventuelt strandlager.

Tabell 3. Metodeoversikt for detaljert analyse

	Handling	Faktorer	Data	Krav
1	Identifiser aktuelle skogområder	H.kl. IV+V Gran og furu	Skogbruksplan	Minimumskrav til totalvolum? Max 2 km avstand til kystlinje?
2	Kartlegge terrengforhold	Bratthet Eksisterende veier Bæresvak mark	FKB-data (høydekurver, veier, AR5, vann) Løsmassekart DTM-analyse	
3	Identifisere potensielle adkomster til sjø	Adkomst Strandlager	Bratthet	Max 40-60% 0-20%
4	Kartlegge dybdeforhold	Dypt nok og nært nok	Dybdedata (kurver, pkt, grunner og tørrfallgrense) + Kystlinje (FKB)	
5	Identifisere potensielle landgangsplasser	Min-dybde og maks-avstand fra land	Beregne dybdekurve 3 meter. Klipp denne mot 10 m buffer på Kystlinje	2 m lekterdybde + 1 m sikkerhet. 10 m landgang er kanskje maks?
6	Kombinere 1+3+5	Er strandsonen for bratt? Kommer man ned til stranda? Muligheter for strandlager (flatt)? Er det dypt nok, nært nok land? Hvor lang terrengtransport?		

Tilgjengelige sjødybdedata (kurver, pkt, grunner og tørrfallgrense) og kystlinje fra FKB ble benyttet for å konstruere en digital dybdemodell hvor man kunne ta ut aktuelle dybdeverdier. I analysen ble dybdekurve 3 meter valgt som minimumsgrense og en maksimalavstand på 10 meter fra kystlinjen.

Høydekurver fra FKB ble benyttet for å konstruere en digital terrengmodell (5x5 m) over landområdene. I terrengmodellen ble det utført en bratthetsklassifisering. Denne danner grunnlaget for å identifisere både terrengtransport- og strandlagermuligheter.

Ved å kombinere sjø- og landdata ble det mulig å stedfeste potensielle landgangsområder hvor det er mindre enn 10 meter ut til 3 meter dybde og hvor terrengbrattheten tilfredsstiller både terrengtransport- og strandlagerkravene.

2.2.2 Feltkontroll av dybde data

I august 2017 ble det gjennomført en feltundersøkelse av dybde data for 3 av lokalitetene fra den detaljerte analysen. Dette gjaldt Løvøya, Husvika og Hundåla som alle ligger i Nordland fylke (Dønna og Vefsn kommuner). Lokalitetene ble befart med båt.

Dybdeforholdene ble kartlagt ved hjelp av en Raymarin kartplotter (GPS og ekkolodd). Dataene ble fotografert direkte fra kartplotter-skjermen og siden registrert i Excel-regneark for videre bearbeiding. GPS-posisjonen ble omregnet fra grader, minutter og 1000-dels minutter til desimalgrader i Excel. Videre ble dybdemålingene justert ut fra tidevannstabell og tidspunkt.

Tabell 4. Tidevannstabell data

Høy/lav	Tid	Beregnet tidevann
Lav	Kl. 07:16	25 cm
Høy	Kl. 13:22	280 cm
Lav	Kl. 19:29	43 cm

Tidevannshøyden ble beregnet lineært for registreringene som foregikk mellom lav- og høyvann (09:43 – 12:47). Samme tidevannsdata ble benyttet for alle 3 lokalitetene. De innsamlede dybde dataene ble sammenlignet med data fra den digitale dybdemodellen. Det ble i tillegg gjort visuelle vurderinger av landgangsforhold.

2.2.3 Overordnet analyse av potensielle lekterdriftområder langs Trøndelagskysten

Det ble deretter utført en gjennomgang av aktuelle områder for lekterdrift i Trøndelag. Nordland ble utelatt på grunn av datamangel for de skoglige ressursdataene.

Datasettene som ble benyttet er beskrevet i Tabell 5.

Tabell 5. Metodeoversikt for overordnet analyse

Datasekk	Eier	Beregning
Kystlinje	Kartverket	Konstruert buffer med 1.5 km bredde til hver side, - ble benyttet til å klippe SR16-dataene
SR16	NIBIO	Skogressurskart som inneholder figurer med bl.a. treslag, volum pr da og areal. Ble brukt til å identifisere (primært) granbestand med tilhørende volum. Ungskog inngår også i sumtallene, men har et lite volum
Hovedplan Vei	NIBIO (vert)	Inneholder både potensielle veiutbyggingsområder og områder uten veiløsning. For disse områdenes vedkommende finnes det som regel volumtall for eldre produksjonsskog og hogstmoden skog for både gran og furu, samt SatSkog-tall for volum av eldre gran- og furuskog
Elveg	Kartverket	Ulike bruksklasser for tømmertransport
Bratthet	NVE	Bratthetsklassifisert terrengdata
Bratthet	NGI	Bratthetsklassifisert terrengdata

På basis av disse datakildene ble det gjort en grov analyse av hvilke granarealer som kan være aktuelle med hensyn til avstand til kysten og terrengets bratthet. Med ett unntak ble alle potensielle veiområder fra hovedplan vei med veiforslag sett bort fra.

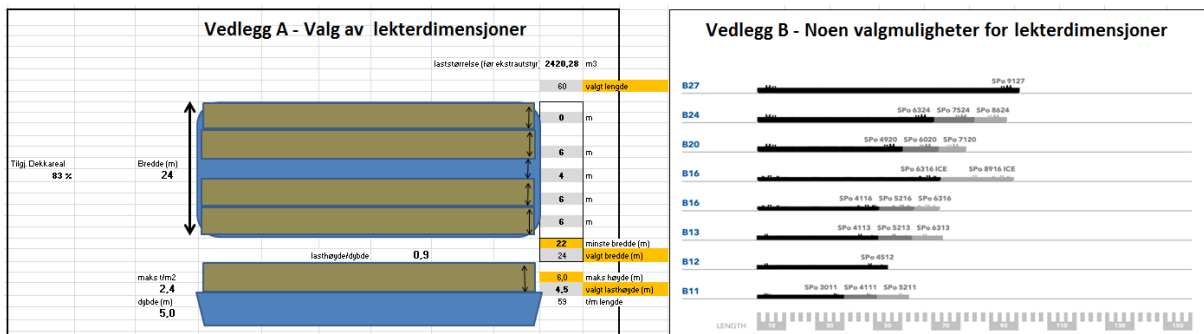
2.3 Kostnads- og inntektsanalyse

Et Excel-regneark ble utviklet for å beregne de forventet kostnader og inntekter for lekerdriften ved varierende forutsetninger. LekterKalk beregner kostnader og inntekter per drift i 6 steg som vises i Tabell 6 under og figurene 15-18 (kun grå celler fylles inn av brukeren).

Tabell 6. Seks steg for beregninger av kostnader og inntekter i LekterKalk.

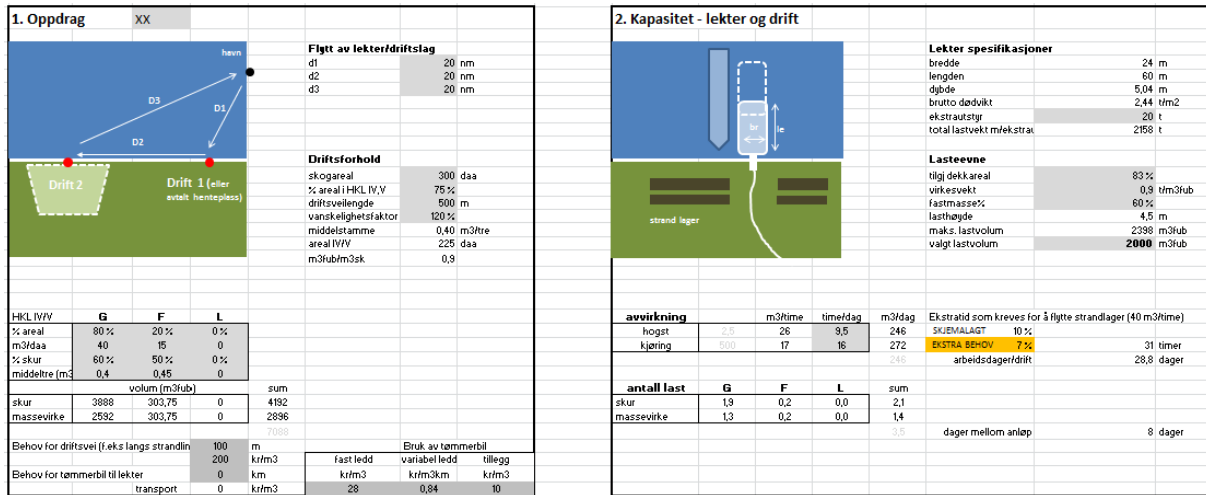
Steg	Input
1. Valg av lekerdimensjoner	Bredde, lengde, lastfordeling på dekk
2. Oppdragsbeskrivelse	Volumer, vanskelighet, driftsveilegder og flytteavstander
3. Produksjonsbalanse	Kapasitet og arbeidstider
4. Flytting mellom drifter	Tider og hastigheter for flytting av leker og lasting av fartøy
5. Kostnadsforutsetninger	Investering i leker samt timekostnader for øvrig utstyret
6. Sammenstilling av K/l	Tømmerpriser, tilskudd, krav til interessenter

Valg av lekerdimensjoner (vedlegg A, B) – Fartøyets kran rekker oftest to langranker (2 x 6 m) eller tre korte (3 x 3 m). Arbeidet med regnearket starter derfor ved å spesifisere lastens ønskede fordeling på dekk samt lassbærerens kjørevei (vedlegg A). Etter å legge til 1 m fribredde på hver side spesifiserer brukeren lekerbredden som ønskes brukt videre. Regnearket viser typisk skrogdybde og teoretisk maksimal DWT/m² med tilsvarende lasthøyde. Deretter velger brukeren egnet lasthøyde ut ifra hensyn til stabilitet og lekerens makslast.



Figur 15. Valg av lekerdimensjoner.

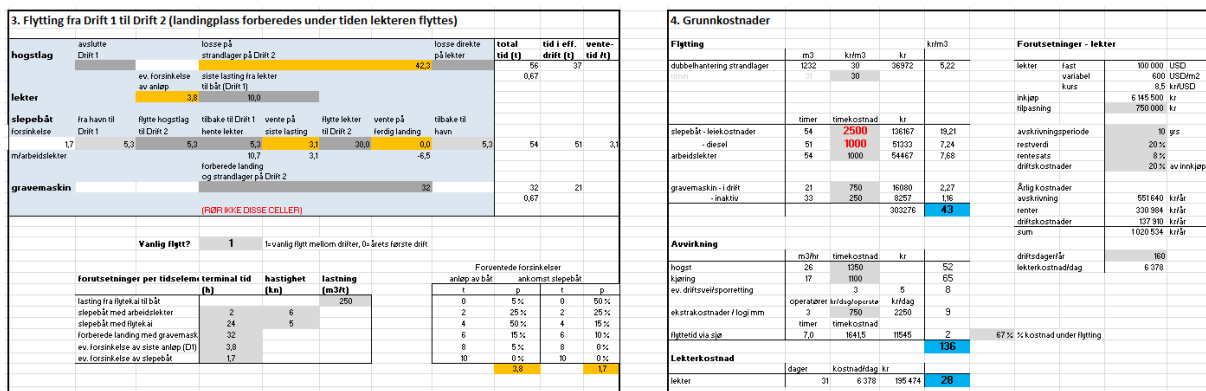
Oppdrag – Beskrivelse av oppdragets hovedparametere inkluderer områdets relevante skogareal med HKL IV/V, driftsveilegde, vanskelighetsfaktorer og spesifisering per treslag (f.eks. stående volum, middelstamme og skurutbytte). I tillegg spesifiseres flytteavstander mellom drifter og slepebåten bashavn.



Figur 16. Spesifikasjon av oppdrag (1) og kapasitet (2).

Kapasitet og effektiv tidsforbruk under driften – På grunnlag av oppdragsbeskrivelsen beregnes driftslagets dagsprestasjon ut ifra oppdragsgiverens egen prestasjonsnorm og brukerens spesifisering av arbeidstider. Regnearket viser deretter antall dagsverk for selve avvirkningen, ekstratid for håndtering av strandlager, antall lekterlast per sortiment, og ca. intervall for anløp og tømning av lekteren.

Flytting mellom drifter – Her beregnes tider for flytting mellom drifter og ev. ventetider for ulike deler av systemet. For hvert steg spesifiseres faste tider per steg (timer), flytnehastigheter for slepebåt (kn) og lastetider (m³/time). I tillegg oppgis typiske avvik/forsinkelser ved ankomst av fartøy eller slepebåt. Deretter beregnes forventede flytte- og ventetider som grunnlag for tilhørende flyttekostnader.



Figur 17. Spesifikasjon av flyttetider (3) og grunnkostnader for lekter og øvrig utstyr (4).

Grunnkostnader – Etter spesifisering av driftsforhold, kapasitet og flytting beregnes kostnader per levert m³ for alle systemdelene. Kostnader spesifiseres for flytting (slepebåt, arbeidslekter, gravemaskin, strandlagering), driftslaget (hogst, kjøring, losji på isolerte drifter og eventuelle behov

for driftsvei,) og selve lekteren. Lekterkostnader beregnes først som årlige kostnader inkludert innkjøp, tilpasning og drift. Driftskostnader regnes som en andel av innkjøpskostnaden over avskrivningsperioden. Dagskostnaden beregnes etter forutsatt antall driftsdager per år. Lekterens innkjøpskostnader er lenket direkte til brukerens valgte dimensjoner og justeres for varierende avskrivningsperioder, restverdier og ev. tilskuddssatser.

5. Sammenstilling av driftsnetto				
priser (kr/m ³ ub)				
	G	F	L	
skur	300	400	0	
massevirke	200	150	0	
inntekter (kr)				
skur	1166 400	121 500	-	
massevirke	518 400	45 563	-	
Sum inntekter		1851 963		
		kr/m ³	261	
Sum kostnader				
			43	
			136	
			28	
			0	
Driftsnetto			55	

Brøke ferje alteras	0	Ja, 0=nei
	1 851 963	
	0	
	0	
	0	
	0	
	0	

6. Fordeling av driftsnetto				
driftsnetto				kr/m ³
driftstilskudd				55
skogeierens krav				90
				100 obs - inkl. skogfond
driftsselskapet				
driftsmargin	10%			
	kontor	felt		
kr/dagsverk	6000	7000		
planlegging				
	dagsverk/hilf.		kr	
kontor	2		12000	
ifelt	2		14000	
			28000	4,0
koordinering				
	dagsverk/hilf.	antal	kr	
per flytt	1	1	6000	
per anløp	0,5	3,5	10631,25	2,6
			16631,25	2,6
lekter				
			grunnkostnad	
			28	2,8
driftsselskapets krav				9,4 (inkludert 10% driftsmarginal på planlegging, koordinering og eie-
igjen til omsetningsledd				36,0

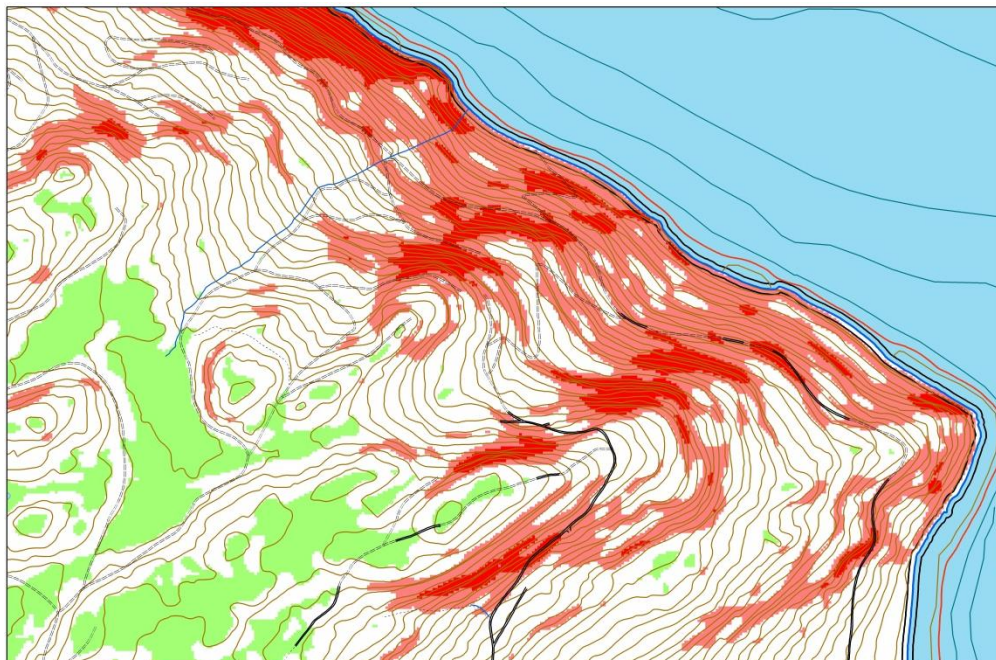
Figur 18. Sammenstilling av driftsnetto (5) og fordelingen til ulike interessenter (6).

Sammenstilling av K/I - Her angis tømmerprisene (FAS, Free Alongside Ship) for de respektive sortiment som ble angitt for oppdraget. Etter fratrukk for flytting, avvirkning, lekter og ev. merkostnader (f.eks. bruk av tømmerbil for samling av virke fra flere driftsområder) gjenstår den rå driftsnetto per m³. På den siste steget vises resterende driftsoverskudd etter driftstilskudd og skogeierens og driftsselskapets krav (planlegging, koordinering og margin).

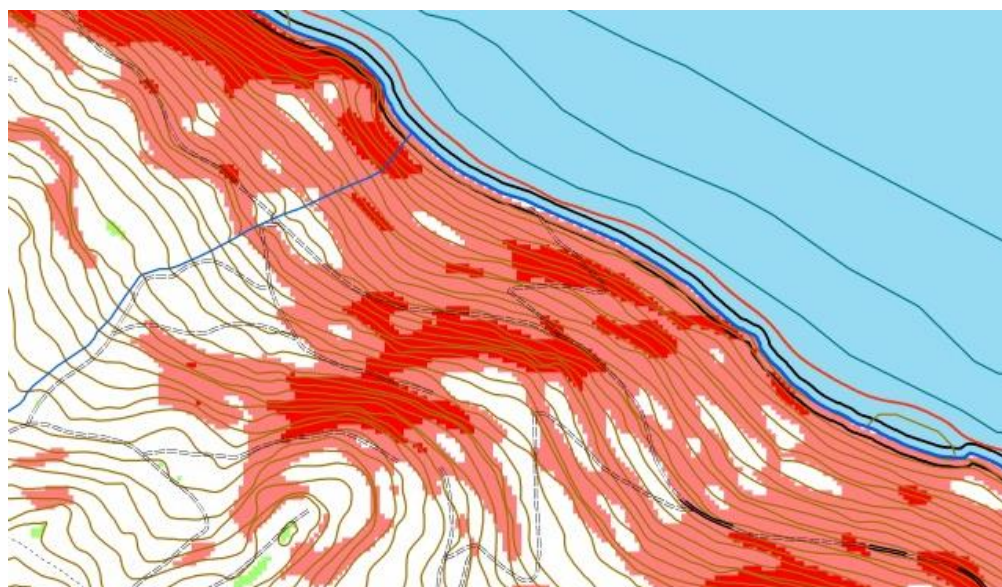
3. Resultater

3.1 Teknisk tilgjengelighet for lekterdrift

3.1.1 Detaljert analyse av potensielle lekterdriftsområder



Figur 19. Analyseresultat fra Øraneset, Nesset kommune, Møre og Romsdal. Rødt er bratt og grønt er flatt.



Figur 20. Utsnitt av analyseresultat fra Øraneset, Nesset, Møre og Romsdal

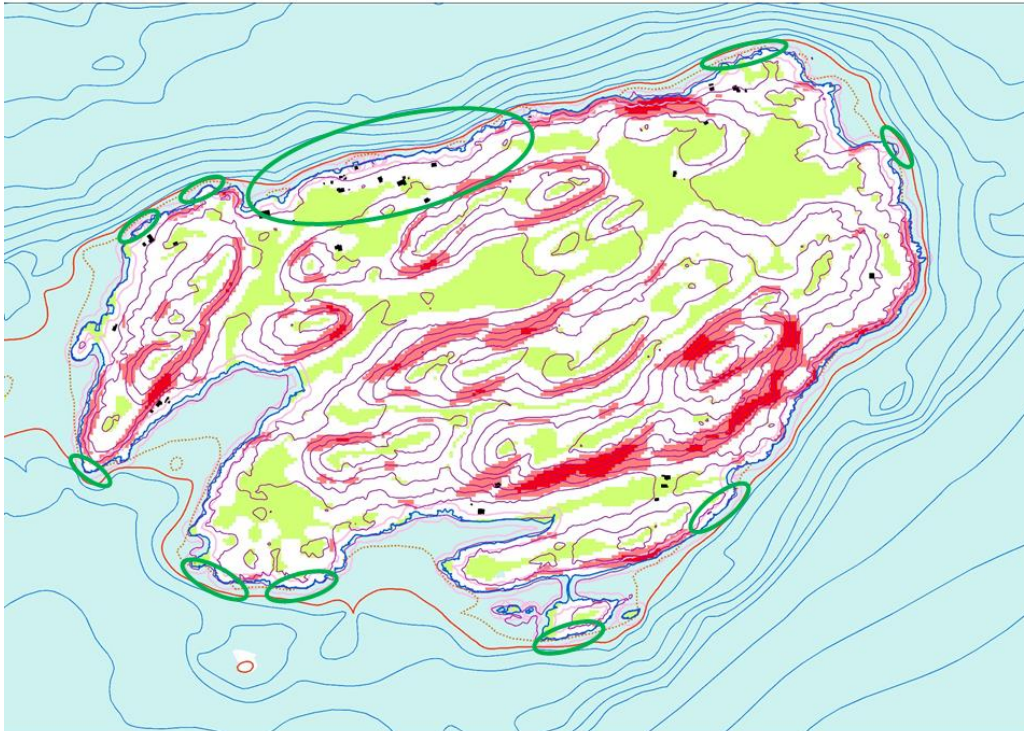
Mange av de foreslåtte områdene viste seg å være lite egnede. Utsnittet i figuren over viser de fleste mangler: for mye bratt terreng (røde områder), ingen muligheter for strandlager (grønne områder) nær stranda, for lang avstand ut til 3 meters dybde (svart linje i sjøen er 10 m fra land og rød linje i sjøen er beregnet 3 m dybde).

Tabell 7. Resultater fra detaljert analyse

Område	Kommune	Fylke	Vurdering
Øraneset	Neset	Møre og Romsdal	Mye bratt, ikke strandlager, for grunt
Sekken	Molde	Møre og Romsdal	A: Landgangsmuligheter, men mye bratt terreng og lang transport. B: Få landgangsmuligheter, bratt terreng og dårlig strandlager C: Landgangsmuligheter, men begrenses av adkomst fra landsiden og strandlagermuligheter. Mye bratt terreng
Tingstaden	Fosnes	Nord-Trøndelag	Svært begrenset med landgangsplasser og vanskelige terrengtransport pga bratt terreng
Hoddøya	Namsos	Nord-Trøndelag	Hoddøya-sør har minimalt med landgangsalternativer og lang transport. Hoddøya-nord har også få potensielle landgangsplasser. Best muligheter i vest.
Foldereid	Nærøy	Nord-Trøndelag	Få landgangsplasser og dårlige strandlagermuligheter. Krevende og bratt ned mot fjorden. Ganske mye ungskog i området
Oppløy (Juvika)	Nærøy	Nord-Trøndelag	Enkelte landgangsplasser, men terrengets beskaffenhet setter grenser for tømmertransporten
Løvøya*	Dønna	Nordland	Flere aktuelle områder for å komme seg både inn og ned, samt strandlager. Med utgangspunkt i skogens tyngdepunkt er antageligvis nordsiden mest aktuell.
Husvika-Hundåla*	Vefsn	Nordland	Husvika, har overraskende nok ikke gode nok dybdeforhold for å komme inn til kaia, - ifølge grunnlagsdataene. Eneste mulighet tolkes til å være på sydvest-spissen av odden, men det er neppe enkelt å komme seg dit. Høyst tvilsomt om det er nok volumer i dette området + lange driftsveilegder Hundåla har få gode muligheter. Det beste (?) stedet er ved eksisterende flytebrygge, tett opp til off. vei og fergeleie, og med dårlige strandlagermuligheter. Odden vest for utløpet av elva kan nås via traktorvei langs elva, men her ser ikke dybdeforholdene gode nok ut.
Lislørja	Brønnøy	Nordland	Ikke sjødata tilgjengelig. Flybilder og kart åpner for muligheter på nord og sørsiden av elveutløpet. Omfatter kryssing av elven for å drive ut alt tømmeret. Bratthet OK

* Inngår i Feltkontroll av dybdedata.

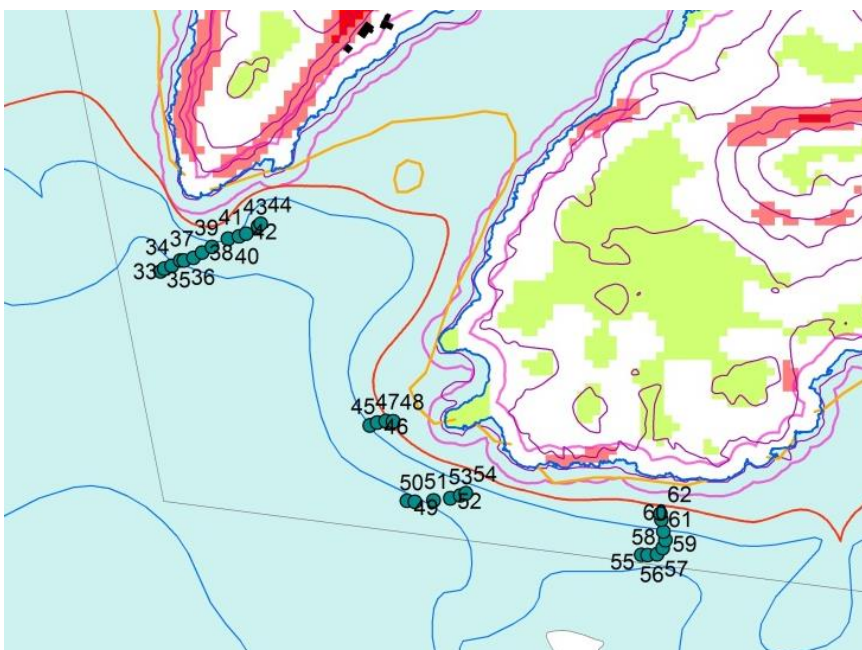
For mer detaljer henvises det til Bjerketvedt (2017) «OPTIKOM - Kort beskrivelse av metodikk og noe lengre beskrivelse av tilhørende resultater. Arbeidsnotat, NIBIO, November 2017».



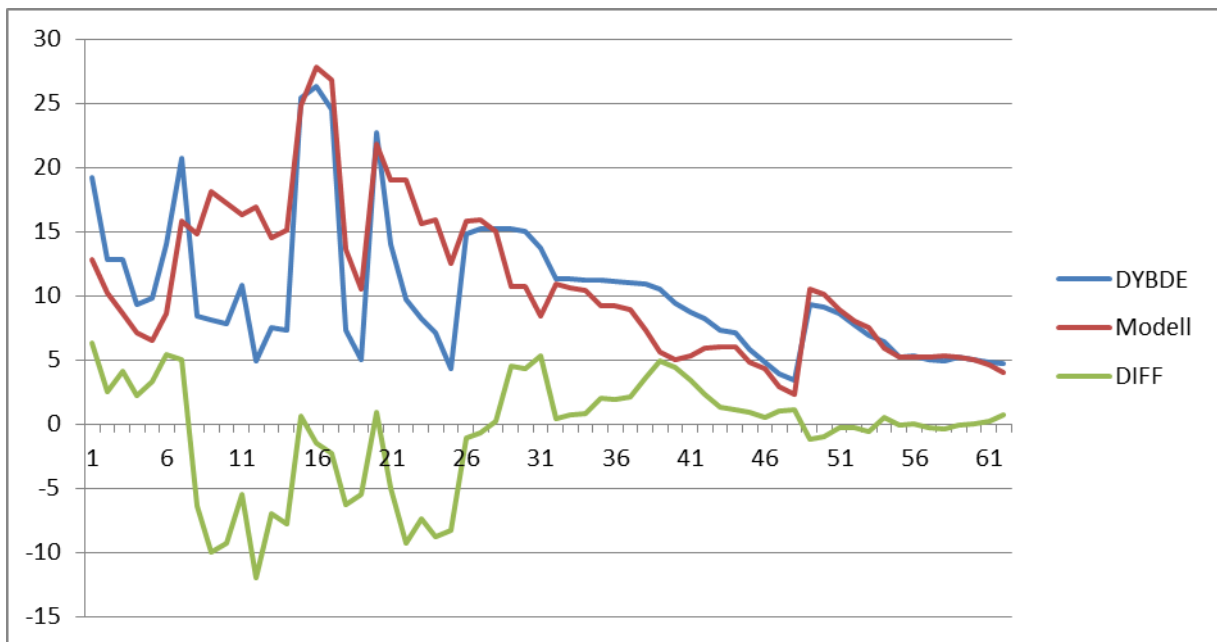
Figur 21. Analyseresultat fra Løvøya, Dønna kommune, Nordland.

Det mest lovende området var Løvøya. Som det fremgår av Figur 21 så var det flere landgangsmuligheter (mørkegrønne ovaler) og greie terrengforhold både for transport (lite rødt) og strandlager (grønt).

3.1.2 Feltkontroll av dybde data

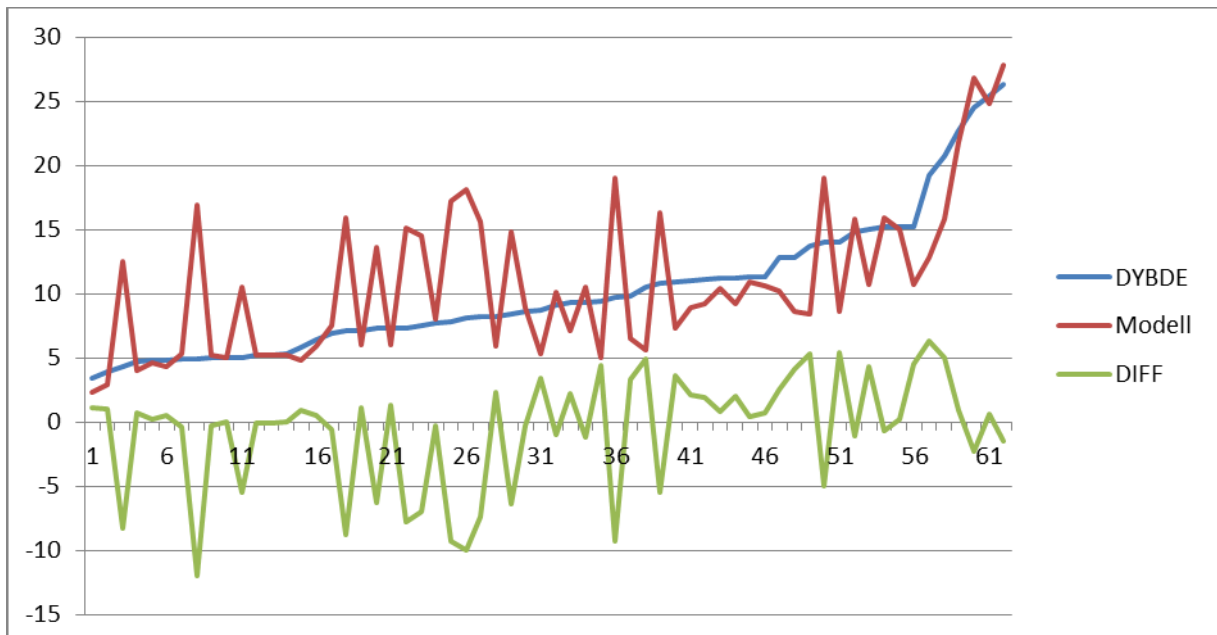


Figur 22. Dybdemålingspunkter fra vestsiden av Løvøya



Figur 23. Målt og modellert dybde, samt differanse (meter), Løvøya

Det er en del avvik mellom ekkoloddmålinger justert for tidevann (blå) og tilhørende dybde fra 3D-modellen basert på dybdekurver (rød), denne differansen (grønn) er visualisert Figur 23. Særlig pkt 8-14 og 22-25 har store avvik, men dette er i områder med bratte bunnforhold. De siste målingene i pkt 44-62 viser derimot veldig godt samsvar.

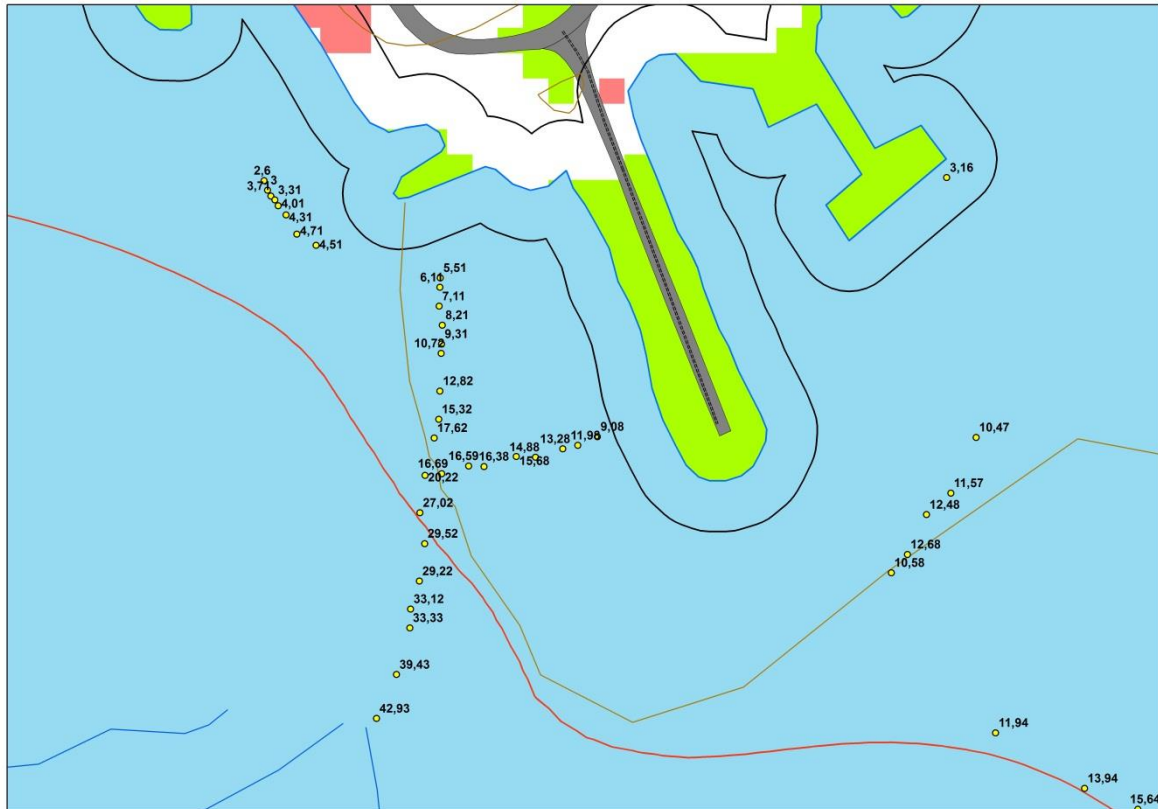


Figur 24. Målt og modellert dybde, samt differanse (meter). Sortert på målt dybde. Løvøya

Det synes heller ikke å være noen systematisk sammenheng mellom avviksstørrelse og dybdeforhold, se Figur 24.

Nordsiden av Løvøya synes mest aktuell både ut fra dybde- og bratthetsforhold, samt at den nok gir den korteste gjennomsnittlige transportavstanden for tømmeret på land. Hovedutfordringen her blir nok kombinasjonen av oppankringsplass/strandlager og eiendomsforhold/hytter.

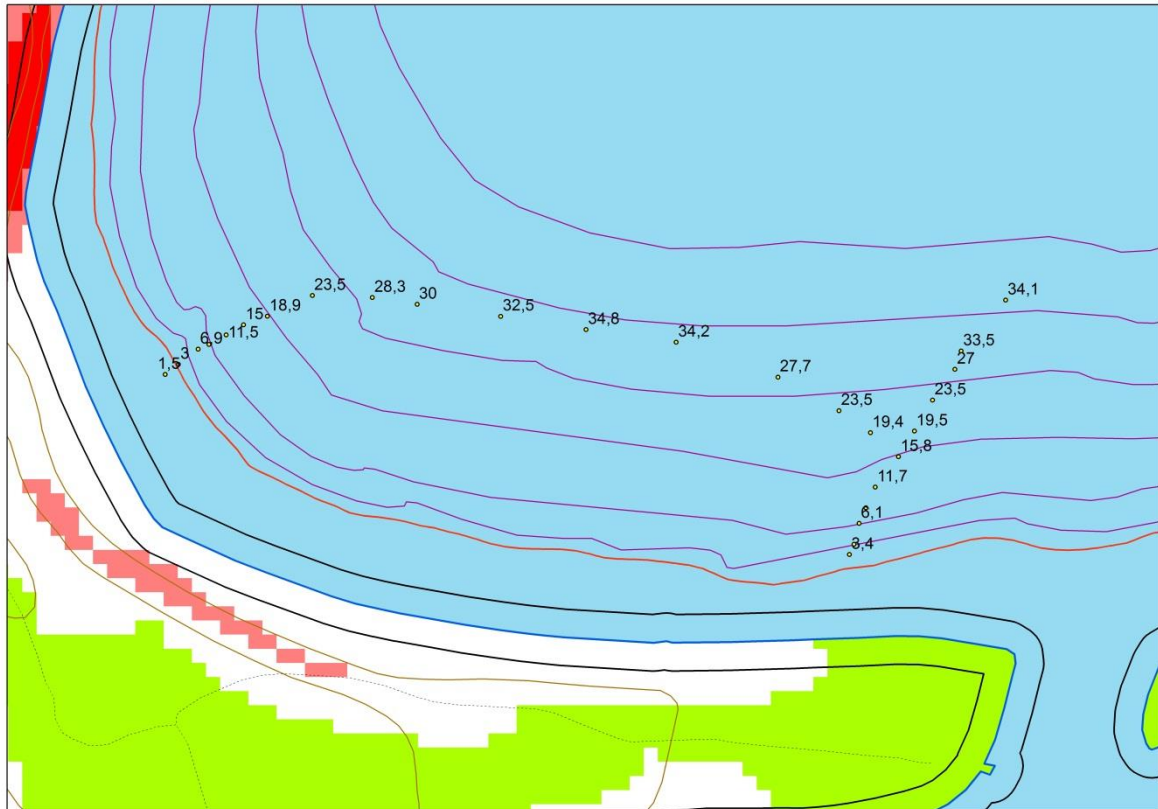
Volummessig sett er det mye og konsentrert skog på øya med relativt greie transportforhold.



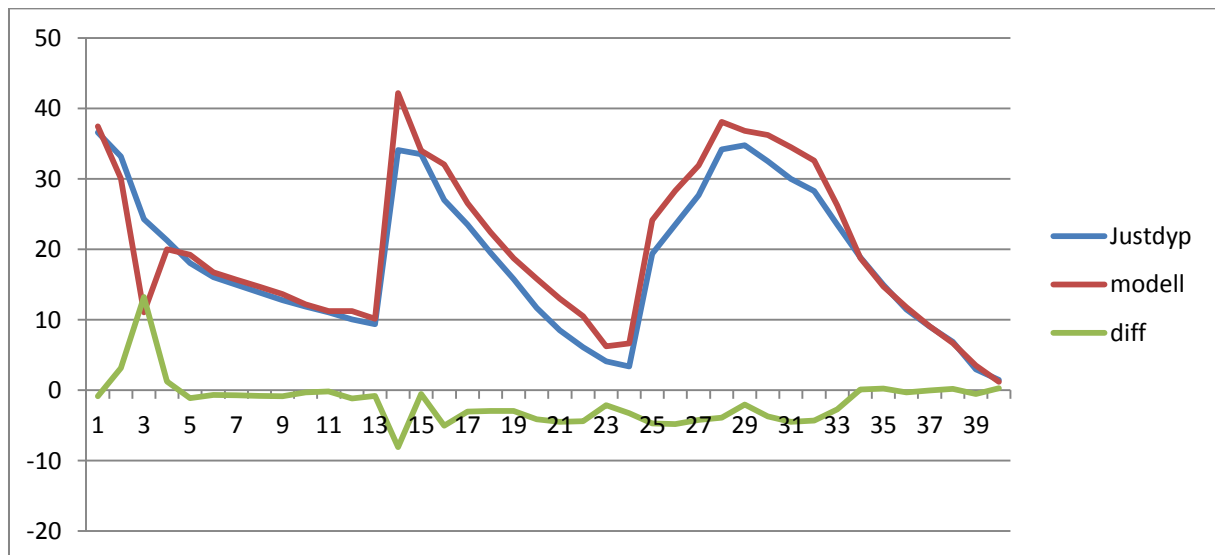
Figur 25. Dybdemålinger (meter) fra Husvika, Vefsn kommune, Nordland

Begrensninger knyttet til mangel på detaljerte dybde-data kom tydelig til syne ved målingene i Husvika, se Figur 25. Den beregnede 3 meters dybde-kurven (rød) krysses av ekkoloddmålinger på nesten 30 meter.

Det finnes landgangsmuligheter både ved Husvika og indre del av nabobukta Halsan. Driftsforholdene er dels krevende pga bratthet, men den største bekymringen er tilgjengelig volum. Det synes ikke å være mye i nærområdet. Det kan jo også være andre områder i nærheten og med eksisterende bilvei til begge landgangspunkter så er jo dette en mulighet, - gitt at veistandarden er OK.



Figur 26. Dybdemålinger (meter) fra Hundåla, Vefsn kommune, Nordland



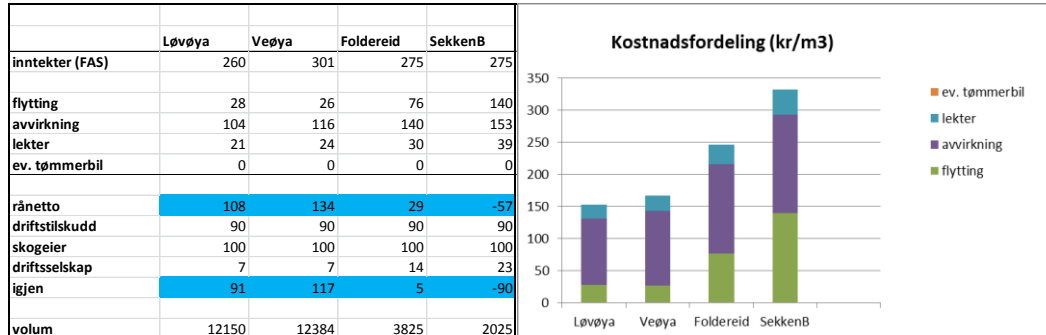
Figur 27. Målt og beregnet dybde, samt differanse (meter). Hundåla

I Hundålaområdet var det med få unntak godt samsvar mellom modellerte dybder og målte verdier, se Figur 27.

Figur 26 viser måldata mellom pkt 14 og 40, fra nord inn mot land og vestover. Dybde 3 m angitt med rødt, mens dybdekurver med 5 m intervall er angitt med fiolett farge.

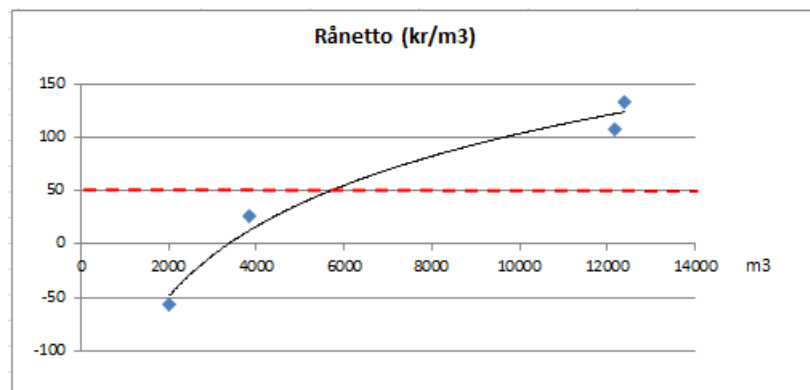
3.2 Kostnads- og inntektsanalyser for enkeltdrifter

Av de 4 enkeltdrifter som ble valgt ut som egnet, gav 3 en positiv driftsnetto etter beregning i LekterKalk (Figur 28).



Figur 28. Inntekter (kr/m³ FAS) og driftskostnader (kr/m³ flytting, avvirkning, lekter, ev. tømmerbil) for 4 enkeltdrifter (venstre) med kostnadsfordeling (høyre).

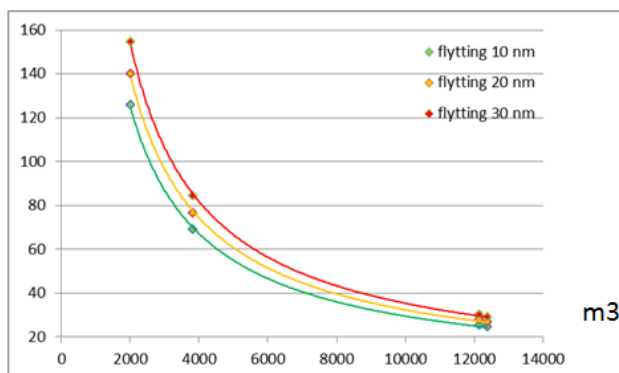
To drifter (Løvøya, Veøya) hadde relativt store driftskvantum (> 10 000 m³) med skogreisningsgran. Disse to hadde de høyeste driftsnettoer, etterfulgt av en drift med blandet skogreisningsgran og naturlig furuskog (Foldereid, ca. 4 000 m³) og en drift med spredte og lave stående volumer av naturlig furuskog (Sekken B, ca. 2 000 m³). Høye flyttekostnader (280 000 -334 000 kr per drift) gjorde at flyttekostnaden per m³ økte fra under 30 kr/m³ for de største driftene til over 75-140 kr/m³ for de minste. For de samme driftene økte avvirkningskostnadene fra ca. 105 til 150 kr/m³ og lekterkostnader fra 20 til 40 kr/m³. Alt dette gjorde at rånetto (før tilskudd og skogeierens og driftsselskapets krav) gikk ned fra over 100 kr/m³ for de største driftene til under -50 kr/m³ for de minste (Figur 29).



Figur 29. Økning i rånetto (kr/m³ på y-akse) med økende driftskvantum (m³ på x-akse).

I driften med minste kvantum og laveste driftsnetto (Sekken, se Figur 28 og Figur 29) ble sum driftskostnader (flytting, avvirkning, lekter) 332 kr/m³.

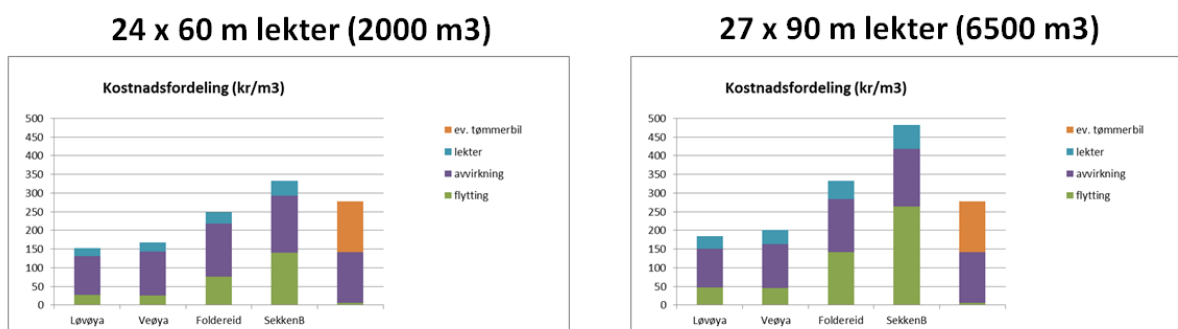
Flytting (kr/m³)



Flyttekostnader planer ut ved 6000 m³
 - **1000 m³** sparer **6-7 kr/m³**
 - **10 sjømil** sparer **4-5 kr/m³**
 (effekten avtar ved høy volum)

Figur 30. Variasjon i flyttekostnader (kr/m³) med varierende driftskvantum og flytteavstand mellom drifter.

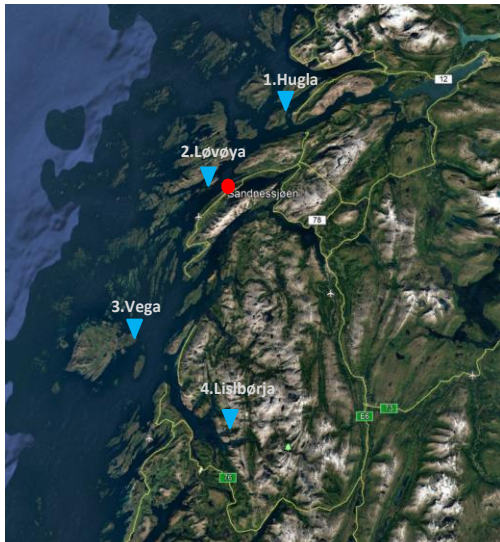
Alle drifter ble simulert i LekterKalk med to ulike lekterstørrelse (24 x 60 m kontra 27 x 90 m) der den største lekteren forutsetter to slepebåter for manøvrering. Kostnadene var 30 til 80 kr/m³ lavere for 24 x 60 m lekter enn 27 x 90 m). Forskjellen var største for de minste driftene (Foldereid og Sekken, se Figur 31).



Figur 31. Kostnadsfordeling for 4 utvalgte lekterdrifter (Løvøya, Vegøya: >10 000 m³, Foldereid: 4000 m³ og Sekken: 2000 m³) og 2 ulike lekterstørrelser (24 x 60 kontra 27 x 90 m). Stolpen til høyre representerer kostnader for konvensjonell drift på Sekken B der virket kjøres med ut med tømmerbil via ferje.

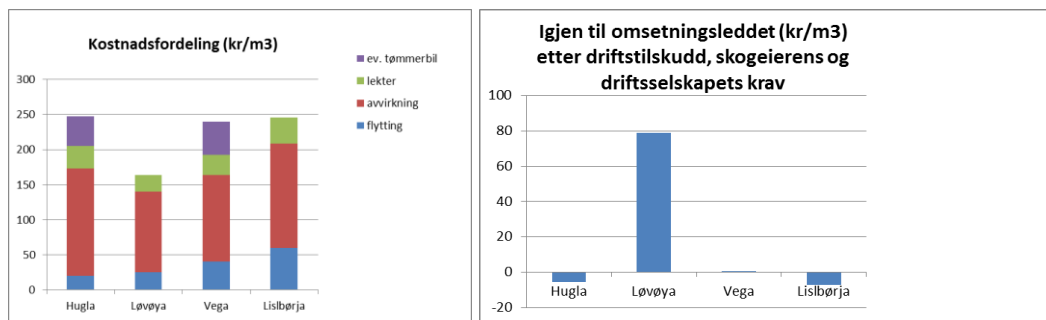
3.2.1 Sammenstilling av kostnader og inntekter for et års produksjonsløype i Nordland

Som neste ledd i analysen ble det sammenstilt et eksempel på ett års oppdrag for lekterdrift (24 x 60 m) med tilhørende produksjonsløype. Fire drifter ble lagt i løypen fra nord til syd (Hugla, Løvøya, Vega, Lislbørja, med et samlet driftskvantum på 35 000 m³ over 150 arbeidsdager). For to av driftene (Hugla, Vega) var det forutsatt at kvantum samles fra spredte drifter og leveres med tømmerbil til lekteren.



Figur 32. Produksjonsløype for ett års lekterdrift i Nordland (35 000 m³)

Driftskostnader for de enkelte drifter varierte fra 164-247 kr/m³. Forutsatt tilskudd til drift (90 kr/m³), krav til overskudd til skogeieren (100 kr/m³) og full kostnadsdekning til lekterens driftsselskap varierte overskudd til omsetningsleddet mellom + 79 til -7 kr/m³ (Figur 33).



Figur 33. Kostnader (venstre) og overskudd til omsetningsleddet (høyre) for 4 drifter innen ett års produksjonsløype for lekterdrift.

Tabell 8 viser de samlede kostnader og inntekter for produksjonsløypen. Årets tømmerinntekter ble samlet 9 030 060 kr. Med disse forutsetninger var det beregnede overskuddet 810 847 kr (inklusive retur av driftslaget tilbake til havn), dvs. 8,9 % av omsetningen.

Tabell 8. Sammenstilling av tømmerinntekter og driftskostnader for ett års produksjonsløype i Nordland.

	Drift	1 2 3 4				Årets rutt		
		Hugla	Løvøya	Vega	Lislørja	Kr/m ³	Kr/år	
	volum (m ³)	10800	12150	6480	5301			34731 m ³ år
Inntekter (FAS)		260	260	260	260	260	9 030 060	
Kostnader	flytting	20	25	41	60	32	1 102 069	
	avvirkning	153	115	123	149	133	4 634 768	
	lekter	32	24	29	37	29	1 020 534	
	ev. tømmerbil	42	0	47	0	22	761 875	
	rånetto	13	96	20	15	44	1 510 813	
Fordeling til ulike parter	rånetto	13	96	20	15	44	1 510 813	
	tilskudd	90	90	90	90	90	3 125 790	
	skogeierens krav	100	100	100	100	100	3 473 100	
	driftsselskapets krav	8	7	10	12	9	300 160	
Igjen til omsetningsleddet		-6	79	0	-7	25	863 344	
	arbeidsdager/drift	52	43	27	29			151 arbeidsdager/år
	kostnad for returflytt av driftslaget til havn	1	1	2	3	2	52 497	

I analysen av enkeltdrifter var de forutsatte flytteavstander 10, 20 og 30 nm (nautiske mil). For produksjonsløypen var gjennomsnittavstanden for D1 (bashavn til avsluttende drift) 15 nm, for D2 (mellom drifter) 16 nm og D3 (returavstand til bashavn) 22 nm.

Tabell 9. Gjennomsnittsavstander (nm) for bruk av slepebåt under årets produksjonsløype i Nordland.

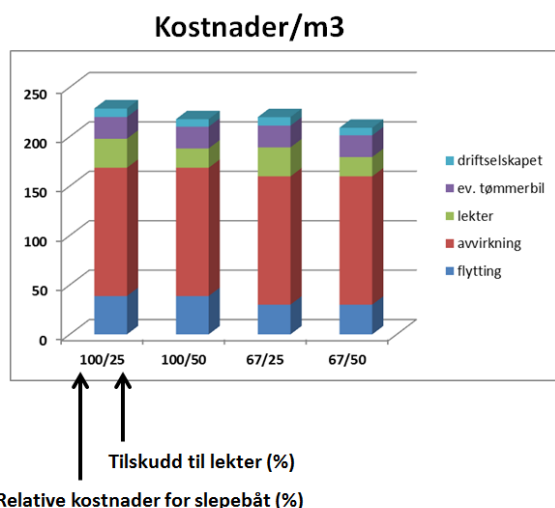
Sammenstilling av flytteavstander (nm)					
	Hugla	Løvøya	Vega	Lislørja	snitt
D1	15	15	3	27	15
D2	4	17	25	20	16
D3	15	3	27	42	22

Følsomhetsanalyse for driftskostnader

I gjennomsnitt var den største enkeltkostnad i analysen avvirkningsarbeidet (133 kr/m³). Deretter kom flytting mellom drifter (32 kr/m³) og selve lekterkostnaden (29 kr/m³). Dersom tømmerbil var forutsatt for å samle volumer til mobilkai varierte transportkostnaden mellom 42 og 47 kr/m³.

Flyttekostnader bestod primært av leie av slepebåt (3500 kr/time). Lekterkostnaden bestod primært av selve kapitalkostnaden til innkjøp og tilpasning for tømmerdrift. Innkjøpspriser for brukte lektere (10 t/m² dekk) ble beregnet etter de noterte markedspriser med en estimert tilpasningskostnad på 750 000 kr. Driftskostnader var satt til 20 % av sum innkjøp og tilpasning over lekterens avskrivningstid. Restverdi etter 10 år var satt til 20 % og rentesats for bundet kapital 8 %. Med disse forutsetninger ble sum årlige kostnader for selve lekteren 1 020 534 kr/år. I sammenligning ble driftsselskapets kostnader 300 000 kr/år for driftsplanlegging og koordinering av drift og anløp.

Det ble gjennomført en følsomhetsanalyse for effekten av de to kostnadsdrivere som er sentral for lekterdrift; kostnaden for leie av slepebåt og tilskudd til innkjøp og tilpasning av lekteren. Med en langsiktig avtale om bruk av slepebåt samt forutsigbar tidspunkter for oppdrag bør det være mulig å oppnå en lavere leiepris (eksempel på 33 % brukt her). Samtidig ved at alle aktører får tilgang til lektertjenester bør lekteren kunne ses som en del av regionens infrastruktur, og med det, motivere statlig tilskudd (eksempel på 25-50 % brukt her). Følsomhetsanalysen viste at en 33 % reduksjon av slepebåtkostnader gav en reduksjon av total kostnader på 11 kr/m³. En økning av tilskudd for innkjøp og tilpasning av lekteren fra 25 til 50 % gav en kostnadsreduksjon av 9 kr/m³ (Figur 34).



Figur 34. Følsomhetsanalyse for effekten av slepebåtskostnader (100 og 67 % av 3500 kr/time) og tilskudd til innkjøp og tilpasning av lekteren (25 og 50 %) på gjennomsnittskostnaden (kr/m³) over ett års lekerdrift.

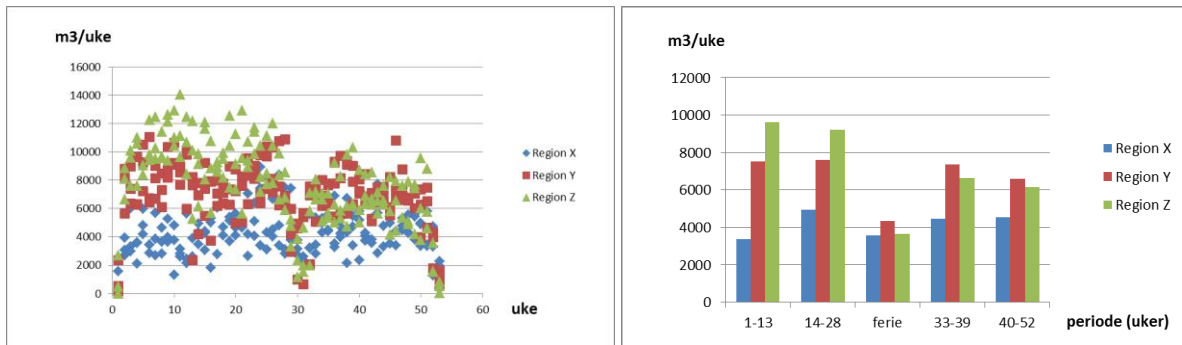
Effekten av begge faktorer til sammen tilsvarer en økning i driftsoverskuddet på 20 kr/m³. Sett i forhold til omsetningen (forutsatt gjennomsnittspris på 260 kr/m³) tilsvarer dette en økning på 7,5 %.

Effekter for oppdragsgiverens leveransetakt - Testløype i Nordland gave en produksjon på 35 000 over 150 driftsdager. Dette tilsvarer en gjennomsnittlige dagsproduksjon på 200-250 m³/dag. På alle drifter var lassbærerens produksjon til lekteren estimert til 20 m³/time eller mindre. Den høye dagsproduksjon ble muliggjort av 14-16 timer per dag (Tabell 10).

Tabell 10. Leveransetakt til videretransport med fartøy ved lekerdrift.

	Leveranser til leker (lassbærer)		
	m ³ /time	timer/dag	m ³ /dag
Hugla	14	16	220
Løvøya	20	16	316
Vega	19	14	259
Lislbørja	15	14	216

Forutsatt 25 uker per år med gode forhold kreves at driften pågår 6 dager per uke for å gjennomføre oppdraget i tidsperioden. Dette tilsvarer 1300-1400 m³/uke, under perioden der leveransetakten kan være lav ellers i regionen.



Figur 35. Typiske sesongvariasjon i leveransetakt (m^3 /uke på y-akse, ukenummer på x-akse) for tre regioner i Midt-Norge. Figuren til høyre viser gjennomsnittstakt per periode.

Leveransetakt varierer gjennom året og regioner. For årene 2014-2016 viser Figur 35 (venstre) at region Z (Nord-Trøndelag) hadde den største forskjell mellom høysesong (vinter uker 1-15) og lavsesong (høst uker 33-52). Under den tiltenkte periode for lekterdrift (uker 14-39) var reduksjonen i leveransetakt størst under høsten (uke 33-39; $2900 m^3$ /uke), men også under tidlig sommer (uke 14-28; $400 m^3$ /uke). Høstens leveransebortfall frem til slutt på lektersesongen tilsvarer litt over dobbelproduksjonen for et lekterlag. Leveransebortfall under tidlig sommer tilsvarer mindre en halvproduksjonen for et lekterlag.

3.3 Overordnet analyse av potensielle lekterdriftområder langs Trøndelagskysten

Tabell 11. Data for potensielle områder med over (ca.) 6000 kbm gran

Drift	Kommune	Område	Gran	Furu	Kommentar
			m3	m3	
1	Snillfjord	Klungervik	5000	5000	Mye bratt terreng
2	Namsos	Hemna/Stangaråa	8000	3200	1/4 av grana i bratt terreng
3	Namsos	Hoddøya			se tidligere undersøkelse
4	Namdalseid	Svartåsen/Skjerpøya			For lite volum og for bratt
5	Namsos	Matkroken			For lite volum og for bratt
6	Namsos	Reindalen/Hestvika			For lite volum og litt bratt
7	Namsos	Myanvika			For lite volum og for bratt
8	Nærøy	Juvika			se tidligere undersøkelse
9	Nærøy	Monsøysetran-Kvalvika	6000	1500	
10	Nærøy	Kvalvika-området			del av 9, mye bratt, max 1500 gran
11	Nærøy	Finnestrand	600	600	En god del bratt terreng
12	Nærøy	Urdshalsvågen	3500	2000	En del bratt terreng
13	Nærøy	Kjøløya	3500	1150	En del bratt terreng
14	Nærøy	Sørhopen	1800	400	En del bratt terreng
15	Nærøy	Selvågen	5000	4100	SR16=større område
16	Nærøy	Neset-Steinan	14000	360	En god del bratt terreng
17	Nærøy	Dalen-Kvitnesodden			En del bratt terreng
18	Nærøy	Grytbugen	6300		Veiløsning?
Sum			53700	18310	

Med ett unntak (driftnr. 18) ble alle potensielle veiområder fra hovedplan vei med veiforslag sett bort fra. Dette betyr at det kan være langt flere aktuelle lekter-områder dersom den potensielle veiplanen ikke er teknisk/økonomisk gjennomførbar.

Effekten av dårlige eksisterende veier ble ikke synlig i analysen. Dette har sannsynligvis en hovedårsak: manglende tilgjengelig klassifisering av standard på kommunale veier, på private veier og på skogsbilveier. Også her kan konsekvensen være at potensielle lekter-områder er oversett.

Som tabellene viser er det potensielle drifter å finne, men dette er en grov skrivebordsanalyse basert på volumtall fra ulike kilder. Med hensyn til effekten av terrengforholdene er det kun bratthet som er med, - ikke bæreevne eller terrengujevnheter. Muligheter for å bygge enkle driftsveier som gir adgang til platåer har ikke vært gjenstand for vurdering.

Det er ikke gjort detaljerte analyser av landgangsmuligheter, hverken på sjø- eller landsiden. Et positivt trekk synes å være at mange av driftene er samlokalisert innenfor en avskjermet fjordarm.

For mer detaljer vises til Bjerketvedt (2019) «OPTIKOM 2019 - Overordnet analyse av potensielle lekterdriftområder i Trøndelag. Arbeidsnotat, NIBIO, Mars 2019».

4. Diskusjon

Analysen av den tekniske tilgjengeligheten med tilhørende datakilder diskuteres for seg, før den praktiske gjennomføringen behandles.

4.1 Analyse av teknisk tilgjengelighet

Analysen av aktuelle lekterdriftsområder er i hovedsak avhengig av 4 datakilder:

- Skoglige data: hvor er volumene med salgbart virke?
- Terrengdata: hvor i terrenget kan man benytte helmekaniserte driftsopplegg, hvor kan lassbærer komme til landgangsplassen og hvor er det mulig å ha strandlager?
- Sjødata: hvor kan en lekter komme inn til landgangsplass?
- Veidata: hvilke eksisterende veier er så dårlige at transporten bør gå sjøveien isteden?

Det er begrenset med skogbruksplandata i enkelte aktuelle områder. Den nye landsdekkende laserskanningen vil kunne bedre situasjonen gjennom å være et grunnlag for både et grovere ressurskart eller mer detaljerte skogbruksplaner. Dette vil øke nøyaktighetsgraden når det gjelder anslag av tilgjengelige volumer for de ulike treslagene.

Med det datagrunnlaget som er benyttet i analysene vil det være områder som er overvurdert, korrekt vurdert og undervurdert hva gjelder kommersielle volumer. Det er helt nødvendig med feltbefaringer og/eller lokalkunnskap.

Terrengdata vil gjennom den pågående landsdekkende laserskanningen gi skognæringen et svært godt grunnlag for å beskrive terrengforholdenes muligheter for både avvirkning, transport og strandlager. Laserdata gir detaljert informasjon om terrengets bratthet. Antatt bæreevne kan klassifiseres ut fra dataene via markfuktighetskart kombinert med løsmassekart. Man har imidlertid liten tilgang til informasjon om terrengoverflatens ujevnheter, - her må det lokalkunnskap til for å vurdere lassbærerens framkommelighet.

Terrenganalysen vurderes å ha gode resultater hva gjelder bratthet. Det er imidlertid ikke gjort vurderinger for bruk av andre driftsmetoder enn tradisjonell hogstmaskin og lassbærer. Bruk av for eksempel gravedrifter eller hjelpevinsj på skogsmaskinene vil kunne øke aktuelle arealer og volumer, men også driftsprisene. Det må til enda mer detaljerte analyser og/eller feltbesøk for gjøre disse vurderingene.

For sjødataenes vedkommende skjer det også her en utvikling. Skognæringens problem er at man i denne sammenhengen er mer interessert i strandlinjeområdene enn i skipsleiene, i motsetning til de andre store databrukerne i disse områdene. Videre kan det være en utfordring at deler av dataene er sikkerhetsklassifiserte og krever godkjenning for å få tilgang. Dette kan koste tid og penger å få på plass.

Selv med gode dybde data tilgjengelig gjenstår det ytterligere utfordringer. Tidevannsforskjeller, strømmer, oppankingsmuligheter og vindutsatte områder er faktorer som må tas med i en endelig vurdering.

Veidata var det svakeste punktet i analysene. Generelt sett er det offentlige veinettet godt klassifisert hva gjelder både vogntoglengder, aksellast og totalvekt. Men, dette gjelder ikke private veier og skogsbilveier.

Manglende oversikt over eksisterende veier med utilfredsstillende veistandard gjør at potensielle lekerområder lett kan oversees. Herunder kommer også veier med for eksempel lave tunneller, høye fergekostnader ol.

På den annen side bør man også ta høyde for at enkelte aktuelle områder kan bli løst ut gjennom framtidig veibygging. Det vil åpne for permanent tilgang til arealene og muligheter for langt mer intensiv drift. Med utgangspunkt i «Hovedplan vei» ble alle potensielle veiområder med veiforslag (med ett unntak) sett bort fra. Dette betyr at det kan være flere aktuelle lekerområder dersom den beskrevne veiplanen ikke er teknisk/økonomisk gjennomførbare.

Planlegging av lekerdrifter vil, som for tradisjonell driftsplanlegging, også i stor grad være avhengig av driftsteknisk kompetanse, lokalkunnskap og feltbefaring. Selv om man stadig får et bedre og mer nøyaktig datagrunnlag å basere analysene på, så kan ikke alt løses fra kontoret. Det man imidlertid kan gjøre er å redusere feltarbeid ved å identifisere de områder som er klart interessante og klart uinteressante, - og så må man bruke noe mer tid på de usikre områdene.

4.2 Gjennomføring av lekerdrifter

Den tiltenkte produksjonsløype genererte en årskvantom på 35 000 m³/år over 150 driftsdager. I analysen av både enkeltdrifter og produksjonsløypen begynner flyttekostnader å plane ut ved et driftskvantom på 6000 m³ og egnede drifter bør derfor ta sikte på 8 000 m³/landgangsplass. Dette ga en total flyttekostnad (lekter og driftslaget) på ca. 40 kr/m³ og en lekerkostnad på 30 kr/m³. Resultatene indikerer at en velkoordinert lekerdrift kan gi en merkostnad på 70 kr/m³.

Sammenligning av beregnet kostnader med erfaringstall - I et praktisk eksempel hos Vestskog er merkostnaden for drift til lekter brukt som flytende kai beregnet til 100 kr/m³ (basert på 1 million kr kostnad utover avvirkning for en drift på 10 000 m³). Driften krevde 50 liggedager for lekteren, som tilsvarer en tredjedel av sesongen (150 dager) som er forutsatt i prosjektets beregninger. Med en døgnrate på 10 000 kr/dag (total kostnad 500 000 kr) ble selve lekerkostnaden 50 kr/m³. I dette tilfellet kostet mobilisering med slepebåt 200 000 kr, som tilsvarer 20 kr/m³. Flyttekostnaden stemmer overens med de større drifter analyserte med Lekerkalk (20-30 kr/m³ for Løvøya, Vega, Veøya). Lekterens dagskostnad var derimot høyere i praksis (18/21 x 70 m lekter) enn forutsatt i Lekerkalk (24 x 60 m; hhv. 9 000 og 6 500 kr/dag ved innkjøp uten og med tilskudd). Driften ble gjennomført av to hogstlag med en ekstra lassbærer til framlunning fra strandlager. Forskjellen mellom de respektive merkostnadene for lekerdrift stemmer godt overens med en mer frekvent bruk av ekstra lassbærer til framlunning (30 kr/m³). Kostnadene kan også sammenlignes med en tidligere sammenstilling (Kystskogbruket 2015) der det ble oppgitt en kostnad på 5 000-6 000 kr/dag for lekterleie og 2 500 kr/timen for slepebåt. Disse satser ga en merkostnad mellom 30-40 og 200 kr/m³ (Kystskogbruket 2015).

Prosjektets beregninger for innkjøp av lekter forutsatte en avskrivningstid på 10 år. Ved utilstrekkelig oppdragsmengde gjelder en kortere avskrivningstid, f.eks. 4-5 år som brukes for tømmerbil. Dette medfører en tilsvarende høyere restverdi ved videresalg. I dette tilfellet vil de primære kostnader være tilpasningskostnader for bruk som flytende tømmerkai.

Etter prosjektets beregninger var det potensielle overskudd til omsetningsleddet ca. 9 % av omsetningen. To usikkerhetsfaktorer påvirker hhv inntekter og kostnader. Den første gjelder tømmerinntekter. Analysen forutsatte FAS tømmerpriser (Free Alongside Ship) på samme nivå som gjelder for rundtømmer levert bilvei (se Figur 18). I virkeligheten bør FAS-priser være høyere enn det er brukt her. Prishøyningen bør være på samme nivå som den gjennomsnittlige kostnad for tømmertransport med bil til nærmeste permanente kai. Den andre gjelder driftskostnader for avvirkning, som er basert på oppdragsgiverens estimater for parametere som middelstamme og prestasjonskurver. Som første steg i virkeskjeden bestemmer hogsten den øvre grensen for produksjonstakt for både terrengtransport og videretransport, med tilsvarende variasjon i driftsdager for lassbærer og liggedager for lekteren.

Lekterens bruk som flytende kai - Under prosjektgruppens møter har opplegget for forankring og lasting av fartøy vært mye diskutert. For avvirkningen var det foretrukket vinkelrett posisjonering av lekteren mot strandlinjen, men fra rederiets side parallell mot strandlinjen. I tilfelle parallell mot strandlinjen og lasting kun fra sjøsiden blir fartøyet sikret dypere vann, men lasten begrenses til to ranker med langtømmer. Ved vinkelrett forankring er begge sider tilgjengelige for lasting, men med redusert dybde lengst inne mot stranden, med økt behov for flytting av lekteren ved anløp. Noen typiske eksempler på fartøyets djupgående vises i tabellen under.

Tabell 12. Noen eksempler på dypgående for ulike størrelser av selvlastende bulkfartøy for videretransport av tømmer.

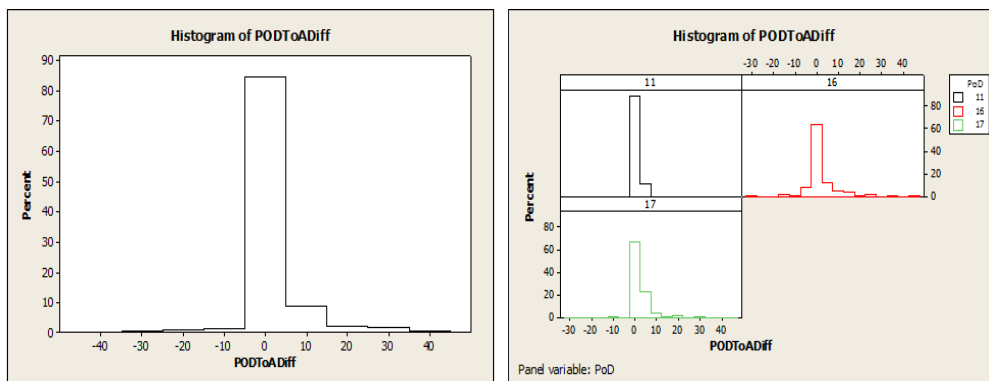
Lass volum	Lengde	Bredde	oppgitt dypgående
4500 m ³	116	17	5,7
	105	16	5,8
2500 m ³	90	14	5,6
	88	13	5,4

I denne sammenheng er de mest vanlige fartøy (4500 m³) brukt til lengre transport og de mindre (2500 m³) brukt til kortere transport til nære innenriksdestinasjoner. Fartøyets dypgående for begge klasser er 5,4-5,8 m, ca. 3 m dypere enn forutsatt for lekteren. I praksis vil derfor lekterens posisjonering måtte avgjøres av dybdedata som fanges ved feltbefaring. Parallell-posisjonering av samme lekterstørrelse innebærer mindre lass og mer frekvente anløp. I dette tilfellet kan en lekter med økt lengde være fordelaktig. Regionens topografi og infrastruktur medfører at fartøyene ofte kan besøke 2-5 havner eller kaier for å oppnå fullt lass. Dette innebærer at for eksport (oftest 4500 m³ sagtømmer) kan 1500 m³ lekterlast (1/3 båtlast) være et praktisk minstevolum og for tilsvarende for innenriks destinasjoner (2500 m³ massevirke) kan det være 1250 m³ (1/2 båtlast).

Tilpasning av lekter – For vinkelrett posisjonering gir en 24 x 60 m lekter mulighet for 3 ranker med opptil 6 m tømmer inklusiv en 4 m bred gate for lassbæreren (forutsatt 1 m frigang fra hver av lekterens langsider). Maks tømmerhøyde med hensyn til stabilitet vil variere med virkesvekt og værforhold. Dekkbeskyttelse forutsettes for bruk av lassbærer med kjetting/belter og rampelengden blir avgjørende for problemfri ombordkjøring. To vinsjer kreves for flytting av lekteren fra

strandlinjen, utfra tidevannsforskjeller og behov for å oppnå dypere vann ved fartøyets ankomst. For flytting av tomlekteren under lette værforhold (klasse 2) kan de fleste av de tilgjengelige slepebåter brukes (15-20 BPT, Tabell 2).

Koordinering av lekterdrift og videretransport - Kostnadseffektiv lekterdrift innebærer minimering av strandlagring der det lar seg gjøre. Dette stiller krav til koordinering mellom terrengtransport (sortiment som kjøres ombord) og anløp (avtalte hentevolum). Ved flytting mellom drifter kan anløpsforsinkelser innebære ventetider for både driftslaget og slepebåt. Figur 36 viser en typisk fordeling av ankomstforsinkelser for svenske importdestinasjoner (Fjeld & Talbot 2016). Ankomst ved destinasjoner kom både før og etter planlagt tid, men 85 % av kom innen 5 timer (PoDToADiff). Større avvik kom primært som forsinkelser mellom 5 og 15 timer (Figur 36, venstre), litt avhengig av sluttdestinasjonen (Figur 36, høyre).



Figur 36. Fordeling av avvik (prosent på Y-akse, timer på X-akse) mellom fartøyets planlagte og faktiske ankomst til destinasjonshavn (PODToADiff; Port of Discharge Time of Arrival Difference). Etter Fjeld & Talbot (2016).

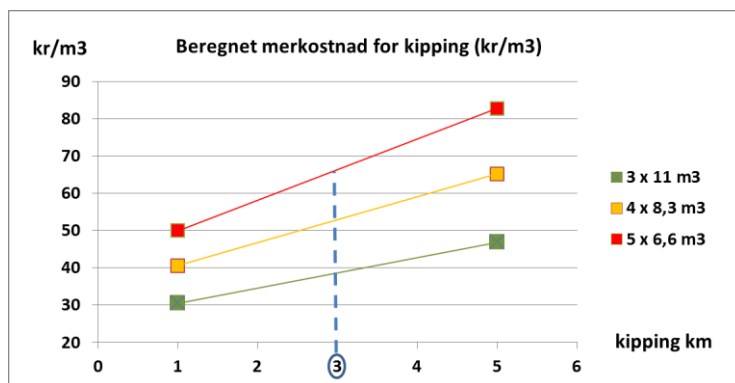
I kontrast til svenske importleveranser har innenrikstransport i Midt-Norge korte kommunikasjonsveier mellom de ulike parter med mulighet for bedre kontroll av ankomsttider både ved PoL (Point of Loading, lasting) og PoD (Point of Discharge, lossing). Likevel kan det forekomme avvik som med kort varsel, f.eks. der tilgjengelige volumer på PoL avviker fra plan. For eksportleveranser er det rimelig å forvente større variasjon. Beregningene forutsetter en forventet forsinkelse på 4 timer per anløp. Dette gjelder uventede endringer etter seineste melding. Dersom anløpsplaner må være fleksible for slike forandringer vil andelen strandlagring samt kapasitetsbehovet for framlunning (ekstra lassbærer) måtte øke. Informasjonssystemer som Vesselplan muliggjør hyppig oppdatering av volumer og anløpsplaner etter som driftene gjennomføres og forenkler kommunikasjon mellom partene.

Arbeidsgruppens forslag til gjennomføring - Produksjonsløypen forutsetter at drifter er kontrahert og planlagt året i forveien. Dette gir mer forutsigbare forutsetninger og bedre vilkår for avtaler om kapasitetsbehov/priser for avvikning og slepebåt. For skogeiere hvor driftene ikke har andre alternativer enn sjøleveranse bør 1-års planleggingshorisont være akseptabel. Derimot kan en lengre planleggingshorisont kreve utvikling av prisavtaler.

Driftsopplegget forutsetter at lekterens driftsselskap tar ansvar for kvalitetssikring av driftsforholdene og forslag til strandlagerets plassering. Landgangsplassene godkjennes på forhånd av de respektive rederier/operatører. Godkjenningen støttes gjennom at dybdeforhold skannes

under driftsselskapets befaring. Det samme gjelder enighet om lastingspraksis (f.eks. lekteren vinkelrett/parallell mot strandlinjen).

Avsluttende kommentarer - Økonomien for bruk av lekter som flytende kai er avhengig av koordinering for at ventetider unngås. Store faste kostnader for lekterdrift eksisterer som bruk av slepebåt ved flytting, men eventuelle stillstandskostnader for driftslaget og produksjonstap vil også forekomme dersom koordineringen mislykkes. Skarpere produksjonsstyring og rapportering gir grunnlag for forbedret planlegging av anløpstider. Med utvikling av rutiner for å tilpasse terrengtransport og anløpsplan for videretransport bør baklager kunne minimeres, og med det, merkostnader og behov for ekstra kapasitet reduseres. Med praktisk erfaring bør merkostnader ved lekterdrift kunne nærme seg de nivåer som er beregnet i disse analyser, for relevante driftsstørrelser. De merkostnader som er presentert her (fra 70 kr for prosjektets simulerte drifter til 100 kr/m³ for erfaringer på Vestlandet) representerer det eneste aktuelle alternativ for drift i mange områder. Når det gjelder alternativer for at øke regionens virkesforsyning, tilbyr lekterdrift en høyere produksjonstakt per driftslag enn taubanetransport, og til lavere kostnad. I en enkel kartlegging av Nordland og Trøndelag var det lokalisert egnede drifter som tilsvarte 3 årsverk for et lekterlag.



Figur 37. Merkostnader ved kippkjøring med tømmerbil der tilhenger er ikke tillatt (Fjeld, et al. 2019).

Områder med uegnet offentlig veinett var ikke inkludert i disse volumer, men dersom tømmerbil med tilhenger ikke er tillatt på Bk8/32 kan de faktiske kippekostnader (83 kr/m³ for 5 km kipping) overstige merkostnaden for lekterdrift (Fjeld et al. 2019). Lekterdrift kan være et godt supplement til det regionale driftsapparat for større drifter i isolerte områder.

Etterord

Forfatterne takker referansegruppen for god veiledning og ivrig engasjement. Referansegruppen bestod av Vegard Aune, Ole Bakke, Per Arne Løvhaugen for OptiKom, og Kurt Jessen Johansson og Frank Karlsen for Lekter Nordland. Takk også til Torbjørn Storesletten fra Myklebusthaug Rederi for gode råd om egnet driftsopplegg og lekterens tilpasning samt Bente Huse for datainnsamling. Spesielt takk til Torkil Næsbø for innsikt og erfaringer fra lekterdrift i Lislbørja.

Litteratur

- Assikainen, A. (2001). Simulation of logging and barge transport of wood from forests on islands. *International Journal of Forest Engineering*, 12(2), 43-50.
- Bjerketvedt, J. 2017. OPTIKOM - Kort beskrivelse av metodikk og noe lengre beskrivelse av tilhørende resultater. Arbeidsnotat, NIBIO, November 2017.
- Bjerketvedt, J. 2017. OPTIKOM - Feltundersøkelse. Arbeidsnotat, NIBIO, November 2017.
- Bjerketvedt, J. 2019. OPTIKOM 2019 - Overordnet analyse av potensielle lekterdriftområder i Trøndelag. Arbeidsnotat, NIBIO, Mars 2019.
- Daler, R 2015. Innovativ tømmerhogst langs kysten. Anleggsmaskin Nov 2015.
- DAMEN 2016. *Damen Stan Pontoon range*. Damen Shipyards, Gorinchem, NE.
- DNV 2011. *Modeling and analysis of marine operations*. Recommended practice DNV-RP-H103.
- FBP 2010. *Highland Waterborne Freight. Case Study*. FreightBestPractice Scotland.
- Fjeld, D and B Talbot 2016. *Time of arrival variations for short-sea shipping of roundwood and chips within the Baltic Sea*. Proceedings FORMEC 2016 From theory to practice: challenges for forest engineering: 45-48.
- Fjeld, D, Vennesland, B og K Bjørkelo 2019. *Flaskehalsen i det kommunale veinettet – økonomiske konsekvenser for tømmerhogst i Sogn og Fjordane*. NIBIO Rapport 5(97).
- Hansen S 2006. *Millionhogst frå holme utan kai*. Haugesunds Avis. 15.Aug. 2006.
- Hansen, B 2011. *Skogdrift fra lekter i Suldal*. Bedre gardsdrift Des. 2011.
- Heal, S 2012. *The passing of the log carrier*. BC Shipping News Sept. 2012: 44-47.
- Kystskogbruket 2015. *Rapport Sjøtransportseminar Skogdrift til lekter/Flytende kai*. Brønnøysund Mai 2015.
- Leigh J.H., Randall A.G. (1981) Shipping. In: *Timber Trade Practice*. Palgrave, London
- McAllister, M 1995. *Evolution and state of the art of the log barge*. Marine Technology Vol 32, No 2: 132-139.
- Innovasjon Norge 2019. *Eksport håndboken: Incoterms 2010*. Innovasjon Norge.
- Suselj, K, Sood, A and D Heinemann 2010. *North sea near-surface wind climate and its relation to the large-scale circulation patterns*. Theoretical Applied Climatology 99:403-419.
- Talbot, B, Belbo, H and D Fjeld 2015. *Dynamics of seaborne timber harvesting and transport operations in the Norwegian fjords*. Proceedings SSAFR 20015. August 19-21, 2015 Uppsala, Sweden. SLU-Skogforsk.
- Naval Arch 2016. *Excel spreadsheet for Bollard pull calculations (Barge)*. www.thenavalarch.com.

Vedlegg 1. *BPKalk* for beregning av krav til slepebåt for flytting av lekter mellom drifter.

Required tug power for barge towing (bollard pull tons - BPT)

Step 1. Fill in transport and barge assumptions (grey cells)
 Step 2. Suggested bollard pull, Hp and fuel consumption is shown (blue cells).
 Step 3. See day rates for BPT (incl fuel for BPT<50, excl fuel for BPT>50).

1. Assumptions

wind/weather	velocity	breadth	length	draft	height	displacement
2	5	24	60	0,75	4	996
(1-3)	kn	m	m	m	m	t
Displacement	996 t					
velocity	5 kn					unloaded height = depth - draft unladen
Current	0,0002					
Breadth	24 m					
Length	60 m					
Equipment	18 t					
Fuel consumption	0,150 l/hp/hr					
Fuel price	550 USD/t					
Fuel price	4016 kr/m ³					
prop efficiency	1,2					

2. Required BPT, Hp and fuel consumption

	BPT	Hp	Fuel m ³ /hr
Model 1	1,7318000 k(3-10)	9 3	767 0,12
Model 2	1,7318000 k(0,5-3)	23 2	1942 0,291
BV model	k(1-3)	13 2	1122 0,168
avg.	15	1277	0,192

769 fuel kr/hr

3. Dayrates (including/excluding fuel)

dayrate (kr/day)

dayrate per BPT (kr/day/BPT)

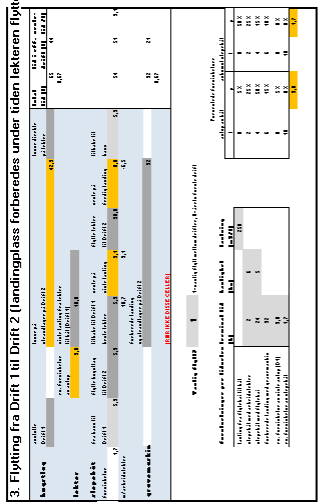
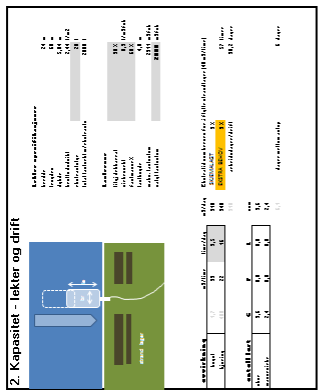
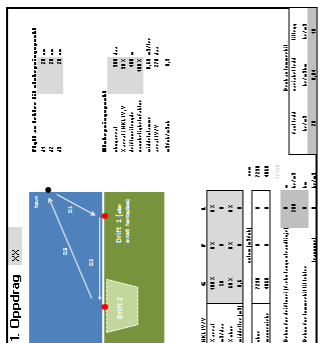
Bureau Veritas model assumptions

L	60
B	24
T	0,75 draft
v	5 velocity
Vc	0 current
D	996 displacement
S	96 windage
d	65 tow line diam (mm)
l	0 immersed tow line (m)
z	1 sag
P	100 tug-tow Distance
N	150 time since inspection
Vfr	14 max towing vessel speed
rho	1025 sea water spec gravity
rho	1,22 air density
n	0,000012 viscosity
Vw	10 wind speed
HULLBLK	0,9
Fictional resistance	
r	128600000 128600000
Cf	0,00201
DCF	0,00241
Cft	0,00482
Sw	1409,4 1296 113,4
Rf	23035 N 2,3 t
Wave resistance	
L/B	2,50
BT	32,0
V/(L)*0,5	0,232
Rv/D	17,92
Rv	17858 N
Rv	1,82 t
Total hydrodynamic resistance	40893 N
Aerodynamic resistance	4,17
Cx	1
Ch	1
Ra	1550 N
Tow line resistance	0,16 t
Total resistance	1,41642531
	0,0001
Total resistance	42445 N
	4,33 t
Bollard pull coefficients	
(V+Vc)/Vfr	0,35714286
Cef	0,64285714
Req'd static bollard pull	6,73312106 t
2	13,4662421 BPT

Vedlegg 2. LekterKalk for sammenstilling av kostnader og inntekter ved lekterdrift.

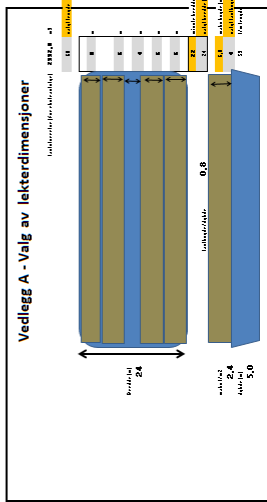
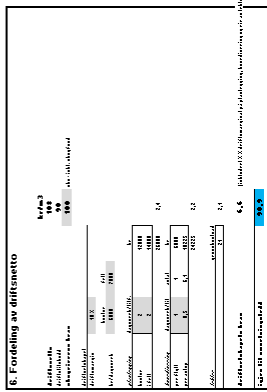
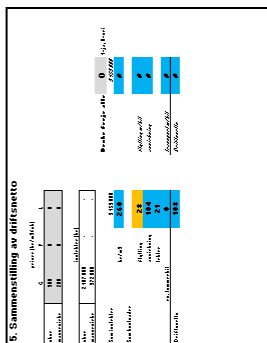
Driftsnetto for avvikning til lekter

Beregnet: Vals først lekterdimensjoner i Vedlegg A fører valgmuligheter stør i vedlegg B) og beregnes (Step 2). Deretter skilte fra steg 1 til 6 og lekter forsetningene per drift i gråk celler. Oppgavens hovedresultat (per m3) vises i blått celler.



4. Grunnkostnader

Material	Labor	1	2	3	4	5	6
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000



5. Sammenstilling av driftsnetto

Material	Labor
1000	1000
1000	1000
1000	1000

6. Fordeling av driftsnetto

Beregnet: Vals først lekterdimensjoner i Vedlegg A fører valgmuligheter stør i vedlegg B) og beregnes (Step 2). Deretter skilte fra steg 1 til 6 og lekter forsetningene per drift i gråk celler. Oppgavens hovedresultat (per m3) vises i blått celler.



7. Valg av lekterdimensjoner

Material	Labor
1000	1000
1000	1000
1000	1000

8. Noen valgmuligheter for lekterdimensjoner

Beregnet: Vals først lekterdimensjoner i Vedlegg A fører valgmuligheter stør i vedlegg B) og beregnes (Step 2). Deretter skilte fra steg 1 til 6 og lekter forsetningene per drift i gråk celler. Oppgavens hovedresultat (per m3) vises i blått celler.



9. Grunnkostnader

Material	Labor
1000	1000
1000	1000
1000	1000

Vedlegg 3. Erfaringer fra lekterdrift i Lislbørja (bilder og info fra Næsbø Skog AS).



Figur 3a. 24 x 55 m lekter med 10 m lasterampe.



Figur 3b. Strandlager.



Figur 3c. Pendlerbåt.



Figur 3d. Brakke for boende ved isolerte drifter.



Figur 3e. Lasting til 1500 m3 fartøy (12-13m b, 71-72m l).



Figur 3f. Lasting til 1500 m3 fartøy.



Figur 3g. Fullastet leker (3000-3500 m³, ca. 6 m lasthøyde).



Figur 3h. Gruset lasterampe med rampens vinsjetårn.



Figur 3i. Reparasjon av brudd i ankerkjetting etter høye vinder.

Lekterdriften Lislbørja

- 7000 m³ i April-Juni 2019 (ca. 1 måned effektiv arbeidstid for avvirking)
- alle resurser ble flyttet på lekteren (24 x 55 m, 12 500 kr/dag) fra bas i Trøndelag med 1000 hk slepebåt (250 000 kr/flytt, 3500 kr/t)
- 1 ukes arbeid for tilrigging av lekteren (staker), lasterampen og ståldekket fungerte fint
- leveransen ble hentet i 5 anløp (1500 m³/anløp) med strandlagring av ca. 1/3 av volumet
- < 1 dagsverk gravearbeid for landingsplass, <1/2 dagsverk for ankring av lekteren

Forventede merkostnader ved isolert drift: lettboat for pendling, brakke for boende

Uventede merkostnader: forsikringskostnad 10 kr/m³ (for egne resurser og ansvar for 3:e part)

Utfordringer ved koordinering med slepebåt/anløp – 2 ukers ventetid på slepebåt for til-transport, større fartøy (4500 m³, 16 m b 105 m l) nektet lasting ved ankomst (høye vinder, dårlig lysforhold).

Næsbø's råd - Dette er en risiko-sport. Derfor: 1) vær klar over ansvarsforhold i avtaler om sjødrift, 2) driftsansvarlig må være tilstede til enhver tid, 3) logistikken blir enklere ved sams-leveranser, 4) det kan være enklere å bruke ferje-løsning for flytting av utstyr mellom drifter.

Regne med forsinkelser – presis koordinering kreves av alle ledd for å unngå stillstand!