



● **RAPPORT 13/83**  
FRA  
*RESEARCH PAPER*  
FROM

**NORSK INSTITUTT FOR SKOGFORSKNING**  
*Norwegian Forest Research Institute*

---

DRIFTSTEKNISK  
RAPPORT

NR. 24

*REPORT ON  
FOREST OPERATIONS RESEARCH*

NO. 24

Ås 1983

ISSN 0333 - 001X

---

1432 ÅS - NLH

# DRIFTSTEKNISK RAPPORT

NR. 24

FRA  
NORSK INSTITUTT FOR SKOGFORSKNING

REPORT ON  
FOREST OPERATIONS RESEARCH

NO. 24

*from the Norwegian Forest Research Institute*

---

## INN H O L D *Contents*

### SKOGSDRIFT I BRATT OG VANSKELIG TERRENG

*Forest operations under steep and difficult terrain conditions*

av

IVAR SAMSET

med bidrag fra:  
Jørgen Frønsdal  
Harald Omnes  
Gunnar Skråmo  
Tore Vik

## UTDRAG

Samset, I. 1983. Skogsdrift i bratt og vanskelig terreng (Forest operations under steep and difficult terrain conditions). Rapp. Nor. inst. skogforsk. 14/83: 1 - 95.

Fra forskningsprogrammet Skogsdrift i bratt og vanskelig terreng er det publisert 22 vitenskapelige avhandlinger og 17 fagartikler. Denne rapport er et sammendrag av de viktigste resultatene fra forskningsprogrammet og omfatter en analyse av utstyr, driftsmetoder, produksjon og driftsøkonomien ved biltransporter på bratte veger, traktortransporter i bratt terreng og vinsj- og taubanedrifter.

## ABSTRACT

Samset, I. 1983. Skogsdrift i bratt og vanskelig terreng (Forest operations under steep and difficult terrain conditions). Rapp. Nor. inst. skogforsk. 14/83: 1 - 95.

From a 5 year research program on forest operations under steep and difficult terrain conditions, 22 scientific reports and 17 articles have been published. This report is a survey of the most important results from the research program and contains an analysis of equipment, operational methods, production and operational economy with truck transportation on steep access roads, tractor transportation in steep terrain and winch and cable operations.

## FORORD

Denne avhandling er sluttrapport fra forskningsprogrammet: Skogsdrift i bratt og vanskelig terreng. Etter ønske fra NLVF's administrasjon, og fra forskningsprogrammets styringsutvalg, blir sluttrapporten publisert i form av denne Driftstekniske rapport nr. 24.

Forskningsprogrammet er gjennomført av NISK, Avdeling for driftsteknikk. De forskjellige medarbeiderne har utarbeidet 22 vitenskapelige avhandlinger. Dessuten er det skrevet 17 artikler fra forskjellige deler av forskningsprogrammet.

Sluttrapporten er utarbeidet av Ivar Samset på grunnlag av de vitenskapelige avhandlingene, supplert med notater fra Jørgen Frønsdal og Harald Omnes. Gunnar Skråmo har skrevet sidene 6 - 10, Tore Vik sidene 32 - 34 og Harald Omnes sidene 81 - 86.

Formålet med forskningsprogrammet har vært å undersøke driftsmetodene i bratt og vanskelig terreng med sikte på å forbedre dem for å lette arbeidet, gjøre det sikrere og for å bedre driftsøkonomien. Biltransport på bratte adkomstveger er undersøkt for å lette adkomsten til det bratte terrenget. Traktortransport i bratt vegløst terreng og på terrasseveger er analysert for å finne i hvilken grad traktordrifter kan erstatte vinsj- og taubanedrifter i bratt terreng. Det er utviklet lette kabelkraner som egner seg for gårdsskogsdrifter og tunge kabelkraner som kan brukes av entreprenører i særlig vanskelig terreng. Formålet har vært å finne driftsmetoder med det utviklede utstyr og å komme fram til sannsynlige prestasjoner og kostnader for taubanedriftene. Til slutt er det foretatt en driftsøkonomisk sammenligning av de forskjellige driftsmetodene som egner seg i bratt og vanskelig terreng i Norge. Det ble dessverre ikke midler til å videreutvikle Nestestogs radiostyrte kabelkran selv om denne norske konstruksjon sannsynligvis er en av verdens beste løsninger fra en arbeidsvitenskapelig synsvinkel.

Følgende verksteder har utviklet vinsj- og taubaneutstyr til forskningsprogrammet, i samarbeide med eksperimentallaboratoriet og prøvelaboratoriet på NISK: Ragnvald Nestestog Mek. Verksted (Vinje), Hordaland Mek. Verksted A/S (Voss), Elkem - Spigerverket A/S, Stål og Tau (Stokke), Per Iglands Fabrikk A/S, (Grimstad) Lantec Industries Ltd. (Vancouver, B.C.), Moxy A/S (Elnesvågen) og Trygve Owren A/S (Vingrom).

Forskningsprogrammet er en videreføring av vinsj- og taubaneforsøkene som NISK, Avdeling for driftsteknikk har arbeidet med gjennom en årrekke. Forskningsprogrammet startet i 1978 og ble avsluttet i 1982. (Se Medd. Nor. Inst. Skogforsk. 35.2, 1979 og 37.1, 1981).

NLVF har i alt bevilget 10 mill. kroner til forskningsprogrammet. Av dette beløp er halvparten, 5 mill. kr. bevilget fra Rasjonaliseringsfondet for Skogbruket. Omtrent halvparten av det bevilgede beløp til forskningsprogrammet er brukt til forskningsformål og resten til maskinprodusenter for utvikling av maskiner og utstyr innen forskningsprogrammets ramme. NISK har bidratt med midler til forskningsprogrammet over sitt eget budsjett.

Hermed takkes Rasjonaliseringsfondet for skogbruket, Styringsutvalget for skogsdrift i bratt og vanskelig terreng, Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, maskinfabrikantene, forsøksvertene og medarbeidere for all positiv støtte under gjennomføringen av forskningsprogrammet.

NISK, Avdeling for driftsteknikk  
Februar, 1983

*Ivar Samset*

INNHOOLD

	<u>Side</u>		<u>Side</u>
1. Planleggingen .....	1	3.5 Metoder og drift med lette kabelkraner .....	55
1.1. Adkomstvegene .....	2	3.5.1. Owrens variovinsj .....	56
1.2. Samlevegene .....	3	3.5.2. Iglands interlukkede vinsj .....	61
1.3. Planlegging på kart eller flybilde med HP9825 B bordkalkulator (av Gunnar Skråmo) .....	6	3.6. Fallbaner .....	75
1.3.1. Opplegg og gjennomføring av prosjektet .....	6	3.6.1. Mellomstore fallbaner .....	76
1.3.2. Resultater .....	7	3.6.2. Små fallbaner .....	78
1.3.3. Diskusjon og konklusjon .....	9	4. Driftsøkonomisk analyse av de undersøkte driftsmetodene (av Harald Omnes) .....	81
1.3.4. Nye aktuelle problemstillinger .....	10	5. Sammendrag .....	87
2. Traktorlunning i bratt terreng .....	10	5.1. Planlegging av bilveger og taubaner i bratt terreng .....	87
2.1. Terrengekjøring uten traktorveger .....	10	5.2. Biltransport på bratte adkomstveger .....	87
2.1.1. Registrering av traktorlunning i praktiske drifter ..	13	5.3. Traktortransport i bratt terreng uten vegar .....	87
2.2. Traktorlunning med terrasseveger .....	15	5.4. Traktortransport på terrasseveger .....	88
2.2.1. Terrasseveger kombinert med vinsjlunning .....	16	5.5. Utvikling av utstyr til taubanedrift .....	88
2.2.2. Vinsjlunning (kabelkranlunning) og framkjøring i én operasjon .....	17	5.5.1. Forankringsutstyr .....	88
2.2.3. Bygging av terrasseveger med lunnetraktoren, samtidig med snarekjøringen .....	19	5.5.2. Bukker .....	89
2.2.4. Terrasseveger kombinert med hogst og rulling på rullebenk .....	21	5.5.3. Signalisering og fjernstyring .....	89
3. Vinsj- og taubanedrifter .....	24	5.5.4. Vinsjer og kabelkraner .....	89
3.1. Forankringer og bukker .....	24	5.5.5. Løpekatter .....	90
3.1.1. Forankringer .....	25	5.5.6. Fallbaner .....	90
3.1.2. Bukker .....	27	5.5.7. Automatisk utløsbare stropper .....	90
3.1.3. Mastetrær og stålmaster .....	29	5.5.8. Diverse utstyr .....	90
3.2. Mannskap og signalisering .....	31	5.6. Prøving av utstyr til taubanedrift .....	90
3.2.1. Mannskap .....	31	5.7. Arbeidsbelastning for skogsarbeidere i bratt terreng ....	91
3.2.2. Arbeidstyngden ved hogst og taubanearbeid i bratt terreng (av Tore Vik) .....	32	5.8. Driftsmetoder med taubaner .....	92
3.2.3. Signalisering .....	35	5.8.1. Monteringsteknikken .....	92
3.3. Hjelpemidler ved montering og drift .....	36	5.8.2. Driftsmetoden .....	92
3.3.1. Lette kabelkraner .....	37	5.8.3. Prestasjoner og driftsøkonomi .....	92
3.3.2. Tunge kabelkraner .....	37	6. Artikler og avhandlinger som er publisert i tilknytning til forskningsprogrammet .....	93
3.4. Metoder og drift med tunge kabelkraner .....	38		
3.4.1. Nestestog radiostyrte kabelkran .....	38		
3.4.2. Moxy kabelkran med løpende bærekabel .....	45		

### 1. PLANLEGGINGEN

Transportnettet forgrener seg gjennom skogarealet. Vegene gir tilgjengelighet til de enkelte terrenghetene og er grunnlaget for virksomheten på arealet mellom vegene. En del av virksomheten gjelder foryngelse og pleie av skogen, og en del gjelder hogst og framdrift av tømmeret.

Ved skogsdrift fra større snauhogster i pent terreng og på bæredyktig mark har transportnettet forholdsvis liten betydning for virksomheten. Der hvor forholdene setter økonomisk grense for virksomheten, f.eks. tynningshogster, drift på lite bæredyktig mark m.v. har utformingen av vegnettet stor betydning for hvilke driftsmetoder man kan bruke.

I bratt lende er terrenget til stor hindring for den skoglige virksomheten. Her er utformingen av transportnettet av fundamental betydning for driftsmetodene. Samlevegene har til oppgave å samle tømmeret fra det vanskelige terreng og bringe det fram til skogsbilveger hvor transporten til brukerne kan begynne.

Transportplanleggingens hovedoppgaver er å finne en hensiktsmessig utforming av skogsbilvegnettet. Videre er det av betydning å gi forslag til løsning av arbeidsvirksomheten på arealet mellom skogsbilvegene, f.eks. i form av traktorveger med sikte på traktortransporter eller vinsjstasjoner og traséer for kablene med sikte på vinsjdrift.

Etter at skogsbilvegnettet er bygget ut blir eventuelle traktorveger og taubane-traséer anmerket på kart eller flybilder til støtte for arbeidsformannen når han skal sette i gang sin virksomhet.

Det er sammenheng mellom transportbanen og transportmiddelet (fig. 1). Vegene i terrenget er transportbaner. Noen av dem (adkomstvegene) har vesentlig undervegsfunksjon mens vinsjstasjoner, velteplasser, og andre terminaler, vesentlig har terminalfunksjon (lasting, lossing, opparbeiding m.v.). Samlevegene har dels undervegsfunksjon og dels terminalfunksjon. Man samler opp tømmeret fra siden av vegen (terminalfunksjonen) og transporterer det langs vegen (undervegsfunksjonen). Også transportmiddelet har undervegs- og terminalfunksjoner. På

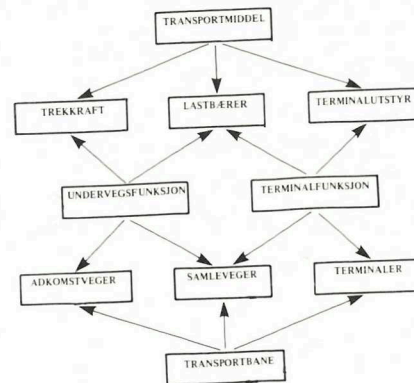


Fig. 1. Sammenhengen mellom undervegsfunksjonene og terminalfunksjonene for transportmiddelet og transportbanen.

en traktor med tilhenger har de drivende hjul eller belter undervegsfunksjon, mens vinsjen eller lastekranen har terminalfunksjon. Tilhengeren har dels terminalfunksjon (under lasting og lossing) og dels undervegsfunksjon (under framkjøringen).

Hos taubanene har bækabelen, trekk- og returlinene undervegsfunksjon, mens heiselinene har terminalfunksjon. Løpekatten har begge funksjoner.

Utviklingen av driftsmetodene har ført med seg en overføring av tunge arbeidsoperasjoner fra manuelt arbeide til maskinarbeide. Dette gjelder også terminalarbeider som lasting, lossing og opparbeiding av virke. I vanskelig terreng er dette enda viktigere enn i pent terreng, fordi det er særlig tungt å drive tømmerhogst i bratt terreng.

Transportnettets linjeføring i terrenget har avgjørende betydning for hvilke driftsmetoder som kan anvendes (traktorlunning, vinsjlunning, taubane-transport m.v.).

Transportplanleggingen skjer i følgende trinn:

*Inndeling i terrengheter.* Terrenget inndeles i enheter med naturlig avgrensning og der terrengforholdene er noenlunde de samme innen enheten. Terrengheten blir klassifisert med hensyn på stigningsforhold, terrengjevnhed, bæreevne m.v. og man søker å ta standpunkt til mulige driftsmetoder.

*Adkomstveger.* De forbinder eksisterende vegnett for langtransport med terrengheten ved hjelp av kortest mulig veg. De legges slik at de passerer flest mulig terrengheter undervegs.

*Samleveger.* De legges ut parallelt med hverandre gjennom terrenghetene, ofte parallelt med terrengkotene. Man legger dem gjennom hensiktsmessige punkter i terrenget som passer til terminaler, f.eks. vinsjstasjoner.

*Driftsenheter.* Samlevegene deler opp terrenghetene i driftsenheter. De legges ut i overensstemmelse med skogtilstanden og hvilken driftsmetode som kommer på tale.

#### 1.1. ADKOMSTVEGENE

I bratt terreng med lange lier har skogsdriften ofte vært konsentrert til den nedre delen der det er lettest å få tak i tømmeret. For å få satt hele skogarealet i full produksjon er det nødvendig å legge adkomstvegene oppover i høyden der store deler av den hogstmodene kubikkmassen befinner seg. Skogsbilvegene (adkomstvegene) må derfor overvinne høydeforskjeller, og de kan bli bratte. I enkelte tilfeller kan man utnytte offentlig vegnett eller seterveger, men i mange tilfeller må det anlegges nye adkomstveger.

Våre forsøk viste at skogsbilvegene kan anlegges med en bratthet inntil 22% for transporter i den snøfrie årstiden. Om adkomstvegene skal brukes hele året bør brattheten ikke overstige 12 - 15%.

Skogsbilvegens kvalitet beror på stigningsforhold, kurvatur, vegbredde og vegdekke. Om man senker kravet til en av egenskapene, må man øke kravene til de andre. Bratte utforbakker må ha større vegbredde enn flattere veger. Det

må ikke være skarpe kurver i de bratteste bakkene. Dette gjelder særlig utkurver, mens innkurver (inn mot terrenget) kan tillates hvis de har stor kurveradius (min. 40-50 m). På nedsiden av meget bratte bakker, bør det være en horisontal bremsestrekning. Følgende tabell gir sammenhengen mellom stigningsforhold og vegens kjørebredde.

Tabell 1. Stigningsforhold og vegbredde.

Lasskjøringsretning utfor (returkjøringsretn. m/tomt kjøretøy)	Bredde (banketten kommer i tillegg)
20%	4,5
18%	4,3
14%	4,0

Det blir stor klimaslitasje i bratte bakker. Ved å anlegge overflaterenner bremses man opp vannhastigheten langs vegbanen i store regnfall. Overflaterennen bør helle innover mot sideskjæringen slik at man samler opp grus som blir vasket ut under regnskyllene. Man har kommet fram til følgende avstander mellom overflaterenner:

Tabell 2. Stigningsforhold og avstand mellom overflaterenner.

Lasskjøringsretning utfor (returkjøringsretn. m/tomt kjøretøy)	Overflaterenner, avstand i m	
	<1.000 mm/år	>1.000 mm/år
20%	21	13
18%	24	18
14%	28	

For å unngå stor klimaslitasje i regnskyll i de bratteste bakkene har det vist seg gunstig å sprøyte asfaltløsning på vegbanen. Man har oppnådd godt resultat med asfaltemulsjon som kan sprøytes ut kald med traktorsprøyte. Det anbefales 2 liter pr. m<sup>2</sup>. Etter påsprøytingen bør man høvle vegen for å få blandet asfaltemulsjonen sammen med grusen. De store kornene i grusdekket bærer transportbelastningen gjennom indre friksjon. Asfaltemulsjonen blandes inn mellom gruskornene for å holde dem på plass og forhindre utvasking og erosjon.

Bratte traktorveger kan også fungere som adkomstveger til et nett av parallelle terrasseveger (fig. 12).

### 1.2. SAMLEVEGENE

Samlevegene grener seg ut ifra adkomstvegene. De legges slik i terrenget at de samler opp størst mulig del av skogarealet. Det er vanlig å legge dem hoenlunde parallelt med terrengkotene, men gjerne med et fall på minst 1% av hensyn til klimaslitasjen. Det er en fordel å legge dem med mange kurver, alt etter terrenget, slik at det blir flest mulig kontaktpunkter med det omkringliggende areal. Samlevegene bør bygges som bilveger, men kortere samleveger kan også være traktorveger. Da bør det være en terminal (velteplass) i tilknytningspunktet mellom adkomstvegen og samlevegen.

Der hvor terrenget er så bratt og terrengoverflaten så ujevn at man må bruke vinsj- eller taubaneteknikk, må man først ta standpunkt til om det kan anvendes korte kabelkraner eller om det er nødvendig med større taubaner.

Korte kabelkraner har en rekkevidde på 200 meter slik at avstanden mellom samlevegene må være 300 - 400 m. Det er en fordel med et så tett samlevegnett, fordi man kan bruke utstyr som passer for lunnetraktor eller landbrukstraktor. Det er særlig aktuelt i gårdsskogene. Det tette samlevegnettet har også den fordelen at man kan bruke lett, flyttbart utstyr. Derved blir mulighetene for en mer variert skogbehandling større.

Større kabelkraner må tas i bruk, der hvor terrengforholdene er for vanskelige. Selv om de bør konstrueres for kabelkranlengder opp til 700 m for å kunne løse enkelte vanskelige taubanetrekk, bør banene normalt være kortere. Våre forsøk viste at man får det beste resultat for kabelkraner mellom 300 og 500 m. Det er for arbeidskrevende både under monteringen og under det daglige arbeide oppe i feltet med lengre baner. Stort sett er det tilstrekkelig med én samleveg i de lengste taubaneliene. Denne legges 2/3 oppe i lia, så den nederste delen drives ned til dalbunnen, mens den øvre delen av lia blir drevet fra oversiden og nedsiden til samlevegen.

Traktorlunning kommer til anvendelse hvis terrenget er flattere enn 30 - 40% og i noe brattere terreng (opp til 60%) hvis det er jevn mark og lette vegbyggingforhold. Kravet til avstand mellom samlevegene er mindre enn ved vinsj- og taubanedrift. Det er imidlertid en fordel å legge dem med 300 - 400 m avstand, så man kan veksle mellom traktorlunning og lunning med korte taubaner, alt etter vekslingen i terrenget. Det viktigste er å legge samlevegene (bilveger) slik at man får utnyttet hyller og platåer i terrenget for traktorlunning. I lange, bratte lier med jevn terrengoverflate, kan det være riktig å legge bratte samleveger slik at terrassevegene kan forgrene seg ut fra oversiden av dem.



Fig. 2. Hewlett Packard programmerbar bordkalkulator HP 9825 B. Fra venstre mot høyre: Skriver, kalkulator, plotter, kart på digitaliseringsbrett.

*Hjelpemidler ved planleggingen.* Flybilder og ortofotokart eller andre kart med gode koter er praktiske hjelpemidler under planleggingen. De kan imidlertid aldri erstatte befaringer i terrenget. Man får god oversikt over bratt terreng ved å studere det på avstand fra et utsiktspunkt i motstående lise.

På flybilde eller kartene legger man ut de korridorene der adkomstvegene og samlevegene kan gå. Hvis arealet omkring samlevegene skal drives med taubaner bør man helst legge dem slik at man unngår bukker. På kartet eller flybildene legger man ut en rekke taubanetraséer for å undersøke dette, og kan derved komme fram til en korridor der samlevegen kan legges. I enkelte tilfeller er det vanskelig å unngå bukker. Det kan være hensiktsmessig å legge ut en stikkveg fra samlevegen til en vinsjstasjon (taubaneterminal) hvorfra man har godt angrep på det nedenforliggende eller ovenforliggende areal med en vifteforgrening av taubanetraséene.

Taubane- og vegplanleggingen medfører et omfattende beregningsarbeide som ligger godt til rette for datateknikk. Pacific North West Forest and Range Experiment Station (PNW) har utviklet programmer for taubaners lassvegparabler og programmer for beregning av massebalanse og planumslinjen ved skogsveger. Programmene er stillet til disposisjon for NISK, Avdeling for driftsteknikk. Deretter er de omregnet til metrisk system og tilpasset en planleggingsteknikk som passer for norske forhold. Programmene egner seg for en Hewlett Packard programmerbar bordkalkulator HP9825 B (se fig. 2). Utstyret er raskt å arbeide med. Det

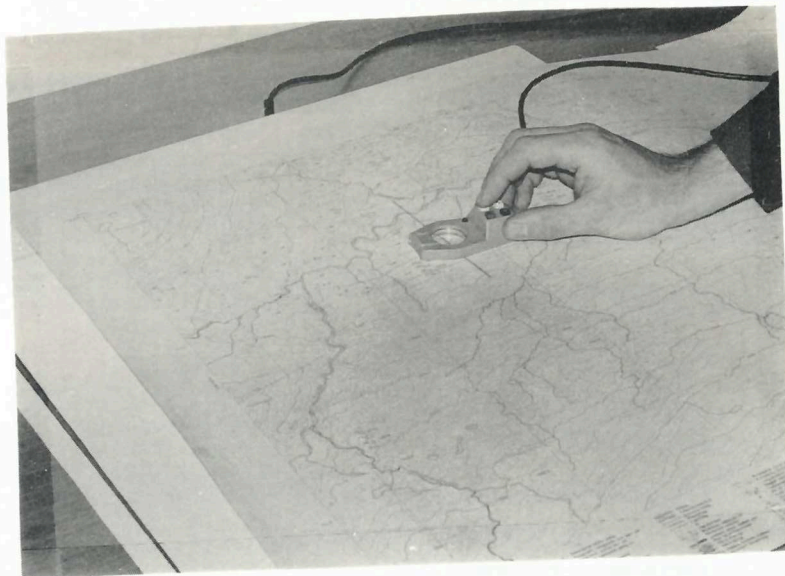


Fig. 3. Kotelagt kart montert på digitaliseringsbrettet.

er transportabelt og egner seg f.eks. ved fylkesskogkontorer eller planleggingskontorer i skogeierforeningene, større skogbedrifter m.v. Det fører for langt å redegjøre for beregningsmetodikken i denne rapport. I stedet henvises til en avhandling i Driftsteknisk Rapport nr.22 av Halvor Fjone og Gunnar Skråmo. Programmene er tilgjengelig i form av et stensil som interesserte kan få ved henvendelse til NISK, Avdeling for driftsteknikk. Personell ved avdelingen vil også være behjelpelig med å sette interesserte inn i bruken av programmene. I følgende kapittel redegjør Gunnar Skråmo for de forsøk vi har gjennomført for å undersøke beregningsmetodens og programmene brukbarhet under norske forhold.

### 1.3. PLANLEGGING PÅ KART ELLER FLYBILDER MED HP9825 B BORDKALKULATOR (av Gunnar Skråmo)

#### 1.3.1. Opplegg og gjennomføring av prosjektet

Kalkulator med tilleggsutstyr er vist i fig. 2. Metoden slik den forelå fra PNW, er basert på profilmålinger på karter (fig. 3). Spesielt ved detaljplanleggingen medfører dette omfattende markarbeid for å lokalisere punkter. Kartene er ikke detaljerte nok til lokalisering av detaljer. Dette lokaliseringsproblemet eksisterer så og si ikke ved bruk av flyfoto, og for praktisk bruk hos oss var det derfor naturlig å innarbeide vår egen planleggingsteknikk med bruk av flyfoto. Også for måling av punkthøgder gir flyfotoene bedre og sikrere data enn kartene.

Det er foretatt en sammenligning av målemetoder, og grunnlaget for sammenligningen er to taubanefelter som var ferdig planlagt med vår egen planleggingsmetode. Målemetodene var:

#### 1. Fotogrammetrisk kartleggingsinstrument.

Metoden anses å være den sikreste av de anvendte metoder. Dessuten er kontrollpunktene som er kartlagt og målt ved denne metode, referanse for de andre fotogrammetriske metoder - for derved å sikre en best mulig sammenligning.

#### 2. Målebånd og stigningsmåler.

Det er lagt vekt på riktig bruk av metodene. Sammen danner metode 1 og 2 fasit for de andre målingene.

#### 3. Radialkartlegging og fotomålte punkthøgder.

Metoden som er utviklet ved NISK, forutsetter bruk av vanlig speilstereoskop med målemikrometer. Radialkartet gir relativ beliggenhet, avstander og retninger, mens fotomålinger sammen med korreksjon ut fra kjente punkter gir høgdene.

#### 4. Radialkartlegging og kotehøgder fra økonomisk kart.

Radialkartets detaljer overføres til et kotelagt kart. De overførte punktene og kotehøgdene danner grunnlaget for lengdeprofilen.

#### 5. Stereoortofoto.

Det er framstilt stereoortofoto for de to feltene, og disse er benyttet ved oppmåling av detaljplanen. Alle trinn i planleggingen kan skje direkte i stereoortofotoet. Det gjelder fototyding, avstandsmålinger og høgdemåling, som dessuten kan gjøres uten korreksjoner.

### 1.3.2. Resultater

Sammenligningen av målemetodene omfatter selve måleresultatene i form av lengdeprofiler, og registrert tidsforbruk.

Figur 4 viser lengdeprofilene for en taubane, på grunnlag av de forannevnte målemetoder.

Tabell 3 viser tidsforbruket for de mest aktuelle metoder.

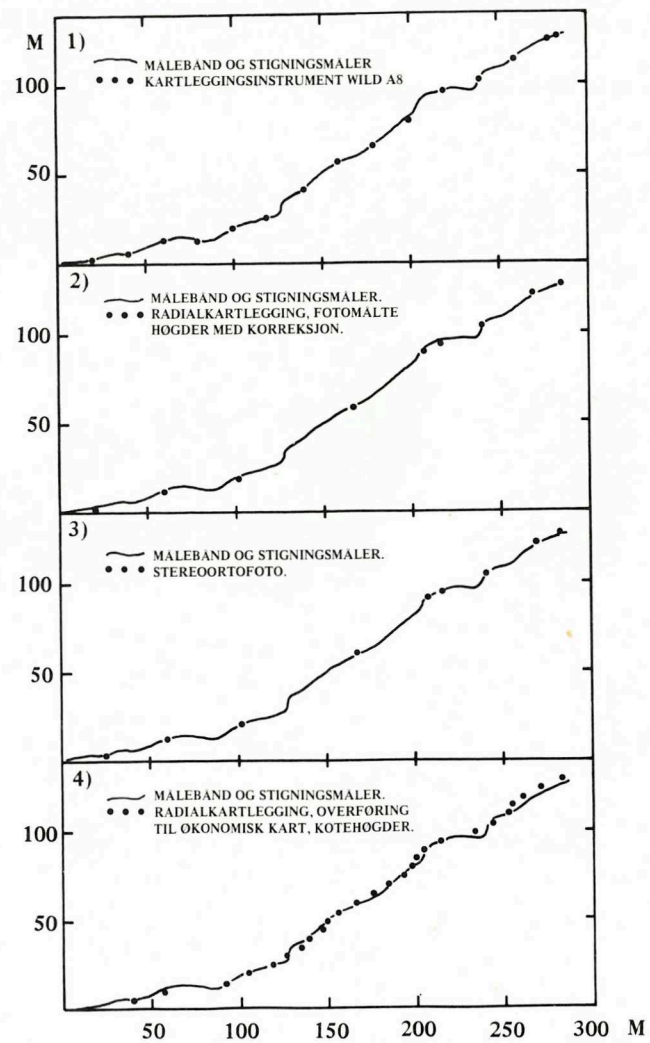


Fig. 4. Lengdeprofil for en taubanetrase på grunnlag av forskjellige målemetoder.

Tabell 3. Tidsforbruk for delarbeider.

Delarbeider	Tidsforbruk i min. og prosent			
	Min.	%	Min.	%
Sum tidsforbruk for 4 banetrasjer på til sammen 1 400 m, fordelt på 2 stereomodeller				
1) Flyfoto kontaktkopier, spillstereoskop m/målemikrometer, radialmetode Texas TI 59. Metode utviklet ved NISK	80	16,9	80	22,0
2) Flyfoto kontaktkopier, spillstereoskop m/målemikrometer, radialmetode HP 9825 A. Samme målegrunnlag som 1), alle prøvinger med HP 9825 A	33	6,9	33	9,0
3) Flyfoto kontaktkopier, spillstereoskop m/målemikrometer, radialmetode HP 9825 A	35	7,4	35	9,6
4) Stereortofoto, spillstereoskop m/målemikrometer. Texas TI 59. Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk uten korleksjon.	43	9,1	-	-
5) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	18	3,8	-	-
6) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	112	23,7	112	30,8
7) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	52	11,1	52	14,3
8) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	95	20,1	-	-
9) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	18	3,8	46 <sup>1)</sup>	12,6
10) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	8	1,7	-	-
11) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	31	6,6	6	1,7
Sum	473	100	364	100
Prosent i forhold til metode 1)	100		77	
12) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	11	2,3	11	3,0
13) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	-	-	-	-
14) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	-	-	-	-
15) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	15 <sup>4)</sup>	3,2	-	-
16) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	9 <sup>5)</sup>	1,9	-	-
17) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	74	15,6	52	14,3
18) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	18	3,8	34 <sup>3)</sup>	9,1
19) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	8	1,7	-	-
20) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	31	6,6	6	1,7
21) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	166	35	172	36
22) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	35	7,4	36	9,7
23) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	6,6	1,4	100	26,9
24) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	-	-	-	-
25) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	-	-	-	-
26) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	9,0	1,9	-	-
27) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	5,4	1,1	-	-
28) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	44,6	9,4	-	-
29) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	-	-	-	-
30) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	10,9	2,3	-	-
31) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	4,8	1,0	-	-
32) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	18,7	4,0	-	-
33) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	100	21,3	100	26,9
34) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.	3,5	0,7	3,5	0,9

1) Omfatter digitalisering av radiakart, beregning av lineære korleksjoner, høydeberegning og vinkelberegning.

2) Det inngår ikke kontrollpunkter.

3) Omfatter digitalisering av trasjer på økonomisk kart, beregning av avstander, høydeberegning og vinkelberegning.

4) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.

5) Avstandsmåling direkte på ortofoto med kjent målestokk.



### 1.3.3. Diskusjon og konklusjon

PNW-metoden i sin opprinnelige form er ikke funnet egnet til detaljplanlegging for norske forhold. Men den kan være nyttig for områdeplanleggingen, ved lokalisering av samleveger og avgrensning av driftsområdene inn til samlevegene. Vi snakker her om prøveprofiler som kan digitaliseres raskt fra kotelagte karter.

Med de vegbyggingsforholdene vi har i Norge, må detaljutformingen av veger alltid skje i marka. Det er laget programmer som er tilpasset markdata, slik at de nødvendige beregninger av masseballanse m.m. i tilknytning til detaljstikkingen kan skje raskt og effektivt.

Detaljplanleggingen av taubanefelt og linjeføring av veger kan med fordel utføres på flyfoto. Forutsetningene med hensyn til karter og foto, kan imidlertid variere fra sted til sted, og det er nyttig å ha et fleksibelt opplegg av planleggingsrutiner. Det er utarbeidet anbefalte opplegg for en del grunnlagsdata.

Figur 4 viser at man får meget brukbare profiler fra metodene "Radialkartlegging og fotomålte punkthøgder" (2) og "stereoortofoto" (3). For metoden "Radialkartlegging og kotehøgder fra økonomisk kart" (4), bekreftes det vi vet fra før - nemlig at kotehøgder er dårlig egnet som punkthøgder for lengdeprofiler. Høgdekoter har generelt dårligere nøyaktighet enn punkthøgder, og i tillegg kan vi få store utslag på grunn av tett vegetasjon som skjuler bakken. Vi har hatt andre eksempler der kotene over tette skogarealer ligger i trærnes kronesjikt i stedet for på bakken. Dette er ikke noen regel, men viser at kotehøgder er usikre data for lengdeprofiler.

Stereoortofoto er ikke vanlig utbredt ennå, men vil komme som et ledd i Norsk Kartplan. Både figur 4 og tabell 3 viser at dette hjelpemiddel er meget godt egnet til denne type planlegging.

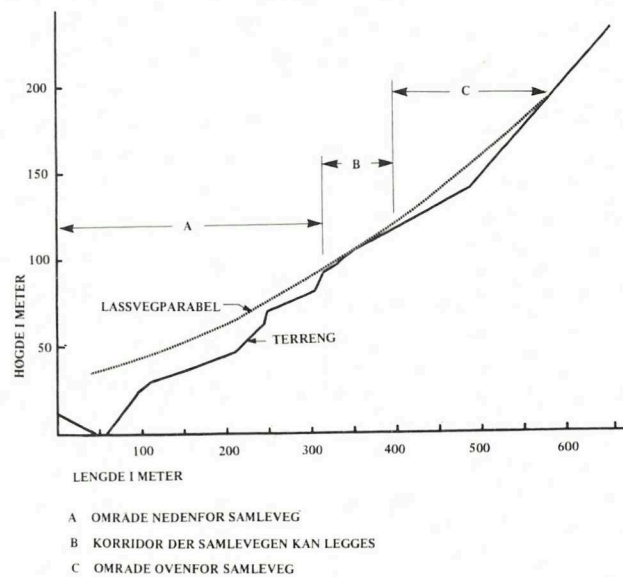


Fig. 5. Lengdeprofil tegnet fra det kotelagte kart på digitaliseringsbrettet (fig. 3) og lassvegsparabelen beregnet med kalkulatoren (fig. 2). Begge deler er automatisk tegnet inn med plotteren i fig. 2.

### 1.3.4. Nye aktuelle problemstillinger

Den egentlige styrke ved PNW-metoden ligger i taubaneberegningene og masseberegningene for veger som kommer etter innmålingen av lengdeprofilene, og ved en rask profilmåling fra kart ved lokalisering av vegtraséer. Tabell 3 viser at stereoortofoto og enkel kalkulator faktisk er mest effektiv til å framskaffe detaljerte lengdeprofiler. Resultatene innebærer at det bør arbeides med å tilpasse mindre kalkulatorer til denne type planlegging. Det vil gjøre metodikken lettere tilgjengelig for praksis og bedre mulighetene for et fleksibelt opplegg.

## 2. TRAKTORLUNNING I BRATT TERRENG

Lunning med traktor er dels undersøkt på prøvebaner (FRØNSDAL 1983) og dels ved registrering av prestasjoner under praktisk kjøring i varierende terreng (FJONE og FRØNSDAL 1980). Traktorlunningen er utført med små belte- eller hjultraktorer, rammestyrte lunnetraktorer, landbrukstraktorer og lastetraktorer.

Traktorlunningen gjelder dels kjøring i terrenget uten vegbygging og dels på parallelle terrasseveger der det var tilstrekkelig med løsmasser til bygging av billige traktorveger (OMNES 1983).

### 2.1. TERRENGKJØRING UTEN TRAKTORVEGER

Forsøksserien omfattet Mini-Bruunett lastetraktor med dobbeltboggie (boggie foran og bak), Kockum 821 rammestyrte lunnetraktor, John Deere 2140 landbrukstraktor, Volvo BM 400 landbrukstraktor, Variotrac 912 beltetraktor og Krabat 232 beltetraktor. Traktorene ble dels undersøkt på maskinprøvelaboratoriet ved NISK, Ås, og dels på prøvebaner. Prøvebanene ble lagt ut i terrenget med varierende bratthet og overflatejevnhet hos Mathiesen Eidsvold Værk i Skrukkelia.

Først ble traktorenes sidestabilitet undersøkt på et tippeplan ved NISK's maskinprøvelaboratorium på Ås (tabell 4).

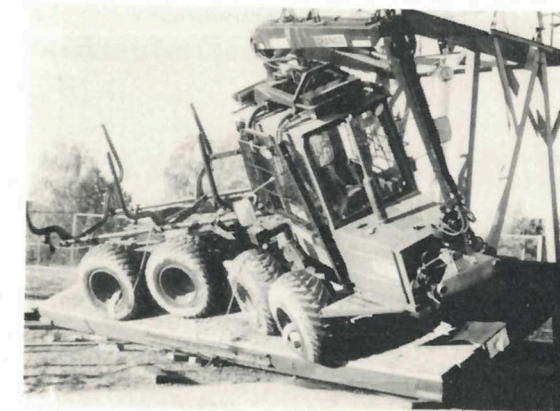
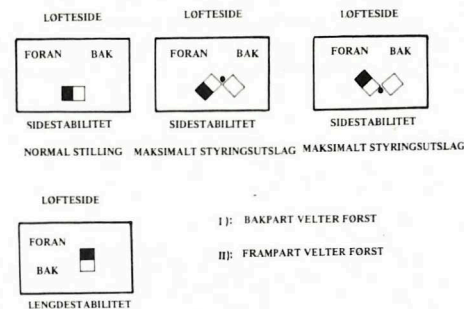


Fig. 6. Vippebrett for å undersøke den statiske veltevinkelen på det maskintekniske prøvelaboratorium ved NISK.

Tabell 4. De målte velte-/steilevinkler.

Maskintype	Last	Maskin plassering på velteplass	Velveinkel		Steilevinkel	
			Grader	%	Grader	%
Variotrac 912	Nei	■ I II	44	96	-	-
John Deere 2140	Nei	■ I	32,5	63	-	-
	Nei	■ II	-	-	41	86
Mini Bruunett	Nei	■ I	35	70	-	-
	Ja	■ I	27,5	52	-	-
	Ja	◆ I	27,5	52	-	-
Krabat 232	Ja	◆ I	25	47	-	-
	Nei	■ II	39	81	-	-
Kockums 821	Nei	■ I	-	-	> 59	> 166
	Nei	■ I	34	67	-	-
Volvo BM 400	Nei	◆ I	34	67	-	-
	Nei	◆ I	30	58	-	-
Volvo BM 400	Nei	■ I	36	73	-	-

TEGNFORKLARING



Tabell 4 viser den maksimale skråning traktoren kan stå sidelengs i uten å tippe. For Mini-Bruunett uten lass er sidehellingen 35° eller 70% (se tabell 3).

De maksimale veltevinkler gjelder for stillestående traktor i jevnt terreng. Hvis traktoren kjører over en terrenghindring med øverste hjulpar blir den løftet opp og kan tippe. Ved terrenghindringer (stubber eller stein) som er 40 cm høye blir tippvinkelen ifølge terrenghindringen 9° og terrenghellingen må reduseres med 9° i forhold til veltevinkelen for at den ikke skal tippe over. Om traktoren har en bestemt hastighet vil den også få en dynamisk veltekraft. Ved en 40 cm høy terrenghindring og en hastighet på 1 m/sek. (3,6 km/time) vil den dynamiske tippvinkelen bli 12°.

Det er viktig at man summerer eller subtraherer tippvinklene og ikke hellingsprosentene. Ved å finne den endelige veltevinkel i grader, kan man regne om veltevinkelen til prosent. Hellingsprosenten tilsvarer tangens til veltevinkelen.

Den resulterende terrenghindring blir da:

Statisk veltevinkel: 35°  
 - Tippvinkel iflg. terrenghindring: 9°  
 - Tippvinkel iflg. dyn. veltekraft: 10°  
 Differanse (Terrenghelling) 16°

I dette tilfelle kan altså terrenghindringen ikke være mer enn 16°, tilsvarende 28,7%.

Om traktoren kjører i en kurve samtidig som oversiden kjører over terrenghindringen, får man en sentrifugalkraft som også søker å tippe traktoren over, og som man må redusere terrenghindringen med.

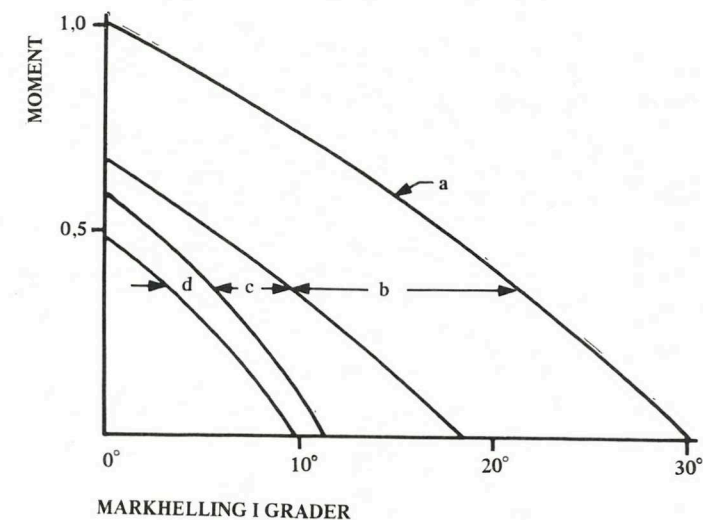


Fig. 7. Statisk og dynamisk veltevinkel for en traktor (etter Lindberg 1976).  
 a = Statisk veltevinkel.  
 b = Reduksjon av veltevinkelen på grunn av 40 cm høy terrenghindring på oversiden.  
 c = Reduksjon i veltevinkelen på grunn av dynamisk tippkraft ved passering av terrenghindringen med 1 m/sek.  
 d = Reduksjon av veltevinkelen på grunn av sentrifugalkraften ved kjøring i kurve med 1 m/sek.

Fig. 7 illustrerer forholdet for en traktor som har en statisk veltevinkel på 30°. Man ser at når man kjører over en terrenghindring vil de statiske og dynamiske tippvinkler føre til en betydelig reduksjon av traktorens veltevinkel i forhold til den statiske veltevinkel.

Om man betrakter de statiske veltevinklene i tabell 3 og tar hensyn til de ekstra tippvinklene man får ved passering av terrenghindringer ser man at det er forbundet med stor fare for kjøresikkerheten å kjøre sidelengs med traktorer i bratt terreng. Dette gjelder særlig kjøring med høye lass, f.eks. lastetraktorlass. Spørsmålet er alvorlig og bør undersøkes nærmere ved de traktorforsøk som NISK, Avdeling for driftsteknikk skal sette igang.

Analysen viser også at forutsetningen for å kjøre traktor i vegløst terreng er at man planlegger driften så man unngår sidekjøring i terrenget og snuing av traktoren der hvor det er bratt.

Prøvebaneforsøkene omfattet kjørehastigheter i terreng med forskjellig bratthet og ujevnhet. Dette gjelder kjøring rett utfor bakke og returkjøring i motbakke (ikke sidehelling). Om terrenghindringen oversteg 30% ble det betydelige reduksjoner i kjørehastighetene med samtlige undersøkte traktorer. Hvis terminaltidene (lessing og lossing) var halvparten av virketiden, ble prestasjonene redusert med 25% under kjøring i terreng som heller 16,7° tilsvarende 30%.

### 2.1.1. Registrering av traktorlunning i praktiske drifter

Registreringen ble utført på 13 forskjellige områder i Telemark, Buskerud og Akershus (FJONE og FRØNSDAL 1980). Innen hvert av områdene var tømmeret lunnet fram med traktor, vanligvis rammestyrte lunnetraktor i bratt terreng uten at det var foretatt noen annen form for vegbygging enn rydding av veg-gater. På hvert av feltene ble det foretatt terrengklassifisering (terrengbratthet, terrengjevnhet, jorddybde, steininnhold, bæreevne m.v.). Dessuten ble stigningsforhold og lunnevegene registrert der traktoren hadde kjørt fram virke. Videre noterte man årstid for driften, skoglige data, prestasjoner og kostnader oppgitt av skogeierne.

Dette gjaldt felter der traktorlunning i bratt terreng hadde latt seg gjennomføre. De omkringliggende arealer der traktorlunning ikke var gjennomført eller hadde latt seg gjennomføre, ble også registrert.

Undersøkelsen viste at man lokalt kan lunne fram virke i meget bratt terreng med traktor under forutsetning av at det finnes hensiktsmessige adkomstveger (traktorveger eller bilveger) fram til driftsområdet. Ved god planlegging kan man utnytte hyller i terrenget og finne egnede lunneveger for traktoren. Da kombinerer man vinsj-lunning fra den vanskeligste delen av terrenget med framkjøringen langs lunnevegene (snarekjøring). Der hvor man ikke har adkomst til feltet, begrenser terrenghellingen og terrengjevnheten muligheten for å anvende traktorlunning. Derfor forekommer det ofte at traktorlunningen blir begrenset til den beste del av feltet mens resten av arealet må avdrives med vinsjteknikk. En slik reduksjon av trekapitalen i den beste delen av det bratteste terrenget kan redusere driftsøkonomien for vinsj- eller taubanedrift for den delen av tømmeret som blir stående igjen etter traktorlunningen.

FJONE og FRØNSDAL fant at man kunne dele traktorlunnefeltene i 3 karakteristiske profiler (fig. 8).

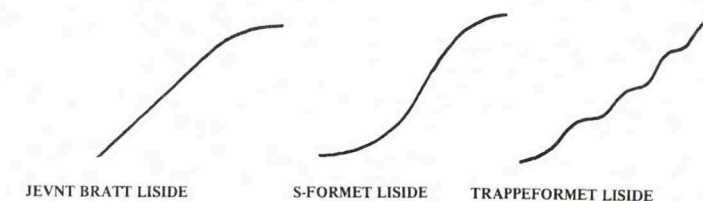


Fig. 8. Karakteristiske høydeprofiler.

*Jevnt bratte lisider, kortere enn 300 meter.* Lisider under 300 meter må betraktes som en driftsenhet. Ved å ta bare den nedre del med traktor ødelegges mulighetene for økonomisk vinsjdrift for den delen av skogen som blir stående igjen. Hvis hellingen er mellom 30 og 40% kan man kjøre i en del av terrenget uten vegbygging hvis ujevnheten og steininnholdet ikke er for stort. Kjøringen foregår vinkelrett på kotene idet man vinsjer tømmeret fra resten av arealet inn til lunnevegene. Hvis hellingen er mellom 20 og 30% er det andre terrenghindringer enn brattheten som hindrer bruk av traktor.

*S-formede lisider, kortere enn 300 meter.* Denne litypen passer dårlig for traktordrifter, hvis gjennomsnittshellingen er over 30%. Man kan nok drive av den nederste eller den øverste delen av lia med traktorlunning, men da blir midtpartiet stående igjen. Den generelle metoden bør være vinsj-lunning ned til en bilveg i bunnen av lia.

*Trappeformede lisider, kortere enn 300 meter.* Denne terrengtype er mye utbredt i den søndre kystregionen. Ofte er det svært vanskelig traktorterreng idet løsmassene er ujevnt fordelt med skrinne rabber og fjell. Om det er god adkomst til feltet kan man bruke traktor selv om gjennomsnittshellingen er over 40% uten å bygge traktorveger. Da benytter man hyllene i terrenget til å ta seg fram med traktoren og kombinerer dette med vinsj-lunning fra arealene omkring lunnevegene (snarekjøring). De fleste av feltene i slikt terreng egner seg best for taubanedrift.

*Jevntbratte lisider, lengere enn 300 meter.* Hvis hellingen er over 30% kan man ikke bruke traktorlunning i slikt terreng uten vegbygging. Der hvor det er gode løsmasser kan man forbedre adkomsten til arealene ved adkomstveger og samleveger hvorfra et nett av traktorlunneveger kan bygges ut.

*S-formede lisider og trappeformede lisider lenger enn 300 meter.* Hvis gjennomsnittshellingen er over 30% kan man vanligvis ikke bruke traktorlunning annet enn på begrensede deler av arealet. Det er nødvendig å skaffe adkomst til arealene ved adkomst- og samleveger. Derved blir en del av arealet egnet for traktorlunning uten vegbygging, mens en del må drives med vinsj.

FJONE og FRØNSDAL konkluderer med at lokalt sett kan man bruke traktorlunning uten å bygge traktorveger i meget bratt terreng. Vegbyggingen begrenses til rydding av veg-gater. Forutsetning er at det er adkomst til hogstfeltet og at det finnes terrenghyller der traktoren kan komme fram. Av sikkerhetsmessige grunner bør man i alminnelighet ikke benytte traktorlunning i vegløst terreng der gjennomsnittshellingen er over 30%. I brattere terreng kan traktorlunning bare gjennomføres hvis grunnforholdene gjør det mulig å bygge et tett nett av billige traktorveger. I slike tilfeller er traktorlunningen et lønnsomt og verdifullt supplement til vinsj- og taubaneteknikken i bratt og vanskelig terreng.

### 2.2. TRAKTORLUNNING MED TERRASSEVEGER

I bratt terreng med dyp jord der det er lett å bygge veg, kan man legge ut et tett nett av traktorveger. De forgrener seg fra adkomstveger og legges gjerne parallelt med terrengkotene og parallelt med hverandre som terrasseveger (fig. 9 og fig. 12). Metoden egner seg i bratte lisider med jevnt terreng og uten særlige hindringer i form av store steiner, blokkmark eller fjell. Terrassevegene har vært brukt i hellinger mellom 20 og 60% (11-31°). Metoden kan gjennomføres fordi vegbyggingen er billig, vanligvis mindre enn 10 - 15 kr (etter prisnivået i 1980). Vegene blir bygget med gravemaskin. Ved enkelte metoder er lunnetraktoren utstyrt med frontskjær slik at den brøyter sin egen lunneveg etter hvert som lunnearbeidet skrider fram. Metoden blir brukt i Rocky Mountains. Den egner seg der hvor løsjorden er motstandsdyktig mot erosjon.

Alt etter driftsmetoden blir terrassevegene anlagt med varierende avstand fra ca. 15 m til ca. 100 m. Det har imidlertid vært reist innvendinger mot terrassevegene fra miljøvernhold, dels fordi lunnevegene gir systematiske sår i terrenget og dels på grunn av erosjonsfaren.



Fig. 9. Terrasseveger ved Forestville, Quebec, Ost-Canada. I forgrunnen 200 m vegavstand for vinsjunning. I bakgrunnen 40 m vegavstand for traktorlunning.

### 2.2.1. Terrasseveger kombinert med vinsjunning

Metoden er prøvd i Statens Skoger i Tinn i Telemark der det er jevne, bratte lisider med dyp jord som egner seg for bygging av billige traktorveger. Tre forskjellige metoder er analysert av Omnes (1983). Traktorvegene forgrener seg ut fra eksisterende adkomstveger (bilveger), og ble lagt parallelt med terrengkotene. For å komme opp fra én traktorveg til neste er det lagt bratte adkomstveger (traktorveger) med vanlig stigning opp til ca. 20%.

Terrassevegene ble bygget med gravemaskin før driften kom i gang. Den hogstmodene skogen hadde gjennomsnittlig 3 trær pr. m<sup>2</sup>. Trærne ble opparbeidet til stammer i terrenget (motorsagkasting). Stammene ble lunnet fram til terrassevegene. En lastetraktor kappet stammene opp i sortimenter samtidig med pålessingen på lastetraktoren, idet vikarm-kranen var utstyrt med gripsag. I de tilfeller man brukte ramme styrt lunnetraktor ble stammene snarekjørt fram til velteplass ved skogsbilveg. Der ble de kappet opp til sortimenter med gripsag før videretransport med lastebil. Lunnedistansen fra hogstfelt til skogsbilveg var ca. 500 meter ved de driftsmetodene som ble sammenlignet.

*Lunning med Vario-vinsj og kjøring med lastetraktor.* I dette tilfelle var det ca. 250 meter mellom terrassevegene. Tømmeret ble lunnet fram som stammer fra terrenget og lagt opp vinkelrett mot terrassevegen. Lunnedistansen var max. 130 meter fra oversiden og ned til veg og 120 meter fra nedsiden og opp til terrassevegen. Lastetraktoren kappet stammene opp i sortimenter og kjørte tømmeret fram til skogsbilveg. Man oppnådde følgende prestasjoner pr. mann pr. arbeidsplassestid:

Hogst (stammer)	2,38 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplassestid
Vinsjunning	1,77 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplassestid
Lastetraktor (iber.kapping)	10,00 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplassestid

Om man tar hensyn til samtlige arbeidsoperasjoner fra felt til velteplass ved skogsbilveg er den gjennomsnittlige prestasjon 0,92 m<sup>3</sup>/mann/arbeidsplassestid. (Det tilsvarende arbeidskraftforbruk er 1,09 timeverk/m<sup>3</sup>, eller 0,20 dv/m<sup>3</sup> ved 5,5 arbeidsplassestid/dag.

*Lastetraktordrift.* Terrassevegene (traktorvegene) legges parallelt med kotene og med maksimum 100 meters avstand. På feltet blir trærne opparbeidet til stammer med motorsagkasting. Lastetraktorens vikarm-kran har gripesag. Den tar stammene, kapper dem til sortimenter, laster dem opp og kjører dem fram til velteplass ved bilveg (ca. 500 meter). Vikarm-kranen rekker stammer opp til ca. 22 meter fra oversiden av terrassevegen og ca. 16 meter fra nedsiden av terrassevegen. Resten av stammene blir vinsjunnnet inn til terrassevegen. Med 2-manns lag er gjennomsnittsprestasjonen for vinsjunningen er 3,09 m<sup>3</sup>/arbeidsplassestid. 52% av hogstkvantumet måtte vinsjunnnes slik at den gjennomsnittlige prestasjon for vinsjunningen fordelt på hele hogstkvantumet er 2,95 m<sup>3</sup>/mann/arbeidsplassestid. Dette gir følgende prestasjon pr. mann pr. arbeidsplassestid:

Hogst (stammer)	1,79 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplassestid
Vinsjunning	2,95 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplassestid
Lastetraktor (iber. kapping)	9,72 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplassestid

Dette fører til en gjennomsnittlig prestasjon på 1,01 m<sup>3</sup>/mann/arbeidsplassestid. (Det tilsvarende arbeidskraftforbruk er 1,001 tv/m<sup>3</sup> eller 0,18 dv/m<sup>3</sup> ved 5,5 arbeidsplassestid/dag).

*Snarekjøring med rammestyrte traktor.* Avstanden mellom terrassevegene bør ikke være mer enn 80 m fordi det er for arbeidskrevende å trekk trekklinen lenger ut enn ca. 40 m fra terrassevegen. I feltet blir trærne opparbeidet til stammer (motorsagkvisting). Stammene blir vinsjlynet fram til terrassevegen og snarekjørt fram til velteplass ved bilveg. Der blir de opparbeidet til sortimenter med gripsag før videretransport på bil. Man oppnådde følgende prestasjoner:

Hogst	2,38 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplasstime
Snarekjøring	3,45 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplasstime
Kapping på velteplass	12,50 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplasstime

Gjennomsnittsprestasjonen for alle arbeidsoperasjoner iberegnet kapping på velteplass ved skogsbilveg var 1,27 m<sup>3</sup>/mann/arbeidsplasstime. (Tilsvarende arbeidskraftforbruk er 0,79 timeverk/m<sup>3</sup>, eller 0,14 dv/m<sup>3</sup> ved 5,5 arb.pl.time/dag).

Hvis terrenget er flatere enn ca. 20% kan lastetraktoren ta en del tømmer i feltet utenfor terrassevegen, og avstandene mellom terrassevegene kan økes i tilsvarende grad. Ved bruk av rammestyrte traktor kan man ta en del tømmer i terrenget hvis hellingen er mindre enn ca. 30%. Det fører til øking av avstanden mellom terrassevegene for denne driftsmetodes vedkommende i den flatere del av terrenget. For øvrig kan systemet med terrasseveger brukes i terreng opp til ca. 60% helling, under forutsetning av at det ikke er fare for erosjon.

Analysen viser at man oppnådde det beste resultat med snarekjøring og rammestyrte lunnetraktor. Der hvor terrenget er særlig vanskelig eller vegbyggingen særlig kostbar, kan man ha større avstand mellom terrassevegene og bruke vinsjlyning til terrassevegene og lastetraktor langs vegene fram til skogsbilveg.

**2.2.2. Vinsjlyning (kabelkranlyning) og framkjøring i en operasjon**

Hvis terrassevegene (traktorvegene) kan legges ut i en avstand på 200 - 300 m, er det ofte fordelaktig å gjennomføre vinsjlyningen og framkjøringen med traktor i én operasjon. Om terrenghellingen er mindre enn ca. 20% kan man kjøre opp i terrenget med landbrukstraktoren eller lunnetraktoren. Da anvendes snarekjøring idet stammene vinsjes inn til traktoren som trekker dem fram til terrassevegen og langs denne til velteplassen ved skogsbilveg.

Er det så bratt eller terrengoverflaten så ujevn at traktoren ikke kan kjøre i terrenget utenfor terrassevegene, anvender man slepebanelyning eller kabelkranlyning (interlock-vinsj). Kabelkranen eller slepebanen blir montert ved at endeblokken trekkes ut (100 - 200 m) til endetreet.

Trekk- og returlinene med løpekatten påmontert er festet til traktorens trekk- og returromler ved hjelp av hurtigkopliger. Dette gjør at de kan legges igjen i terrenget mens traktorføreren kjører langs terrassevegen fram til velteplassen med lasset. Her utfører traktorføreren restkvisting og eventuelt kapping og sortering, før han kjører tilbake til feltet etter ny vending.

Mens traktorføreren kjørte ned med lasset, er hoggeren opptatt med å gjøre ferdig et nytt lass. Han fellar og overkvister trærne. Han har 4 - 5 m lange snurpeliner med 3 - 5 stropper på hver line. Snurpelinens tykkelse er 10 mm. Etter at han har felt trærne stropper han dem og fester dem til snurpelinene.

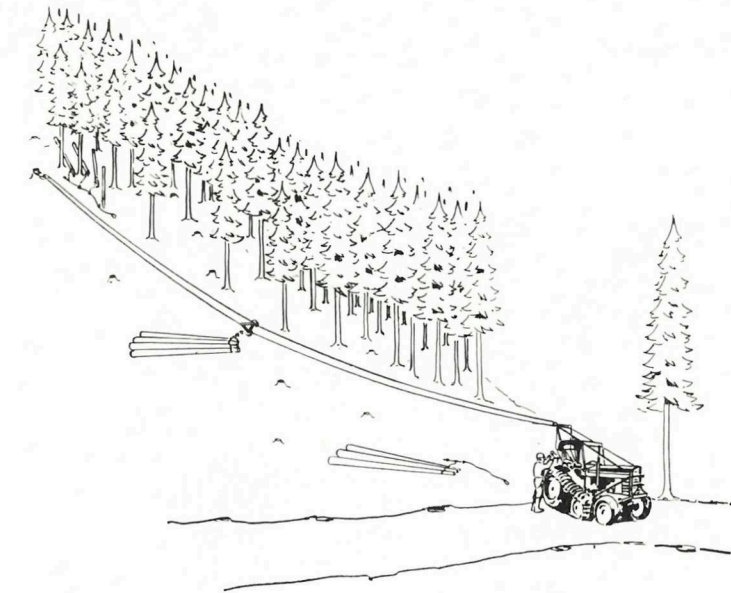


Fig. 10. Hoggeren har gjort ferdig snurpeliner med vinsjhiv mens traktoren var på velteplassen med lass. Hivene vinsjes inn til traktoren.

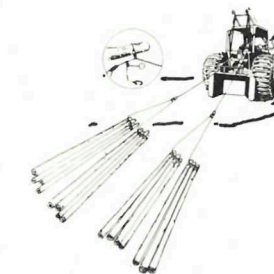


Fig. 11. Trekk- og returlinene blir koplet fra traktorvinsjen og ligger igjen i terrenget mens traktorføreren vinsjer inn de framlynnede vinsjhiv og snarekjører dem langs traktorevegen til velteplassen.

Så snart traktorføreren kommer tilbake til feltet, fester han trekk- og returlinene med hurtigkopligerne til trekk- og returromlene. Dermed er han klar til å lunne fram 4 nye lass. Dette er raskt gjort fordi de ligger ferdig med hver sin snurpeline. Hoggeren arbeider som på stropper under vinsjlyningen. Traktorføreren tar snurpelinene av og returnerer tomme snurpeliner opp i feltet. Etter at de 4 hivene er lunnet fram til terrassevegen kan hoggeren fortsette sin tømmerhogst og stropper 4 nye hiv til de tomme snurpelinene. Traktorføreren

kopler trekk- og returlinene fra vinsjtrømlene, og fester hivene, 2 til hver av de to vinsjtrømlene (fig. 11). Så vinsjer han de 4 hivene inn og kjører fram lasset til velteplassen. Der tar han av stroppene og de 4 tomme snurpe-linene, slik at disse kan returneres tilbake til skogs. Så restkvister han lasset, og foretar eventuell kapping før han returnerer til skogs.

Denne metoden egner seg godt for tynning i eldre bestand. Med en avstand langs terrassevegen på 1.000 meter og med en gjennomsnittsdimensjon på 100 - 150 l/tre er dagsprestasjonen  $1,3 - 1,5 \text{ m}^3/\text{mann/arbeidsplasstime}$ . Ved sluttavvirkninger er produksjonen vesentlig større.

Med 2-tromlet vinsj og et kort lunnetårn kan man veksle mellom snarekjøring og kombinert kabelkranlunning og framkjøring, alt etter terrengforholdene. Det blir en fleksibel metode som egner seg for terrassevegavstander mellom 200 og 400 meter og med hellinger fra ca. 20% - ca. 70%.

### 2.2.3. Bygging av terrasseveger med lunnetraktoren samtidig med snarekjøringen

I de ovennevnte tilfellene er terrassevegene bygget med gravemaskin før tømmerdriften ble satt igang. I Rocky Mountains in Britisk Columbia har man anvendt en metode der man bruker beltetraktor til snarekjøring. Denne er utstyrt med frontskjær slik at terrassevegene (lunnevegene) blir bygget kontinuerlig ved hjelp av lunnetraktoren etter hvert som lunningen skrider fram. Man har anvendt følgende beltetraktorer: John Deere 5000, International TD-8 og Caterpillar D4. Den vanligste var International TD-8. Beltetraktoren er utstyrt med en 1-tromlet vinsj utstyrt med lunneport. I forenden har traktoren et vegskjær som kan skråstilles og vinkelstilles med hydraulisk betjening fra traktorsetet. Dermed kan traktoren brukes til å bygge terrasseveger i løse jordmasser. Under driften pusser man litt på vegeu under returkjøringen til feltet for å hente nytt lass. Under en befaring ved Elk Creek i 1979 (SAMSET og SØRHAGEN 1979) hadde man driftsmetoden i gang i et tett barskogområde, der det gjennomsnittlig sto  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Gjennomsnittsdimensjonen var  $1,3 \text{ m}^3/\text{tre}$ . Bestandene var meget tette (utynnede) og trærne sterkt oppkvistede.



Fig. 12. Terrasseveger for traktorlunning ved Elk Creek i Rocky Mountains, British Columbia 1979.

Før å unngå lang traktorlunning hadde man bygget et bilvegnett med gjennomsnittlig 250 m avstand mellom bilvegene (30 kr/m i 1979). Terrassevegene (traktorvegene) ble bygget samtidig med driften. De ble lagt ut med 30 m avstand. På feltet arbeidet det 2 lunnetraktorer (International TD-8), dels med å brøyte ny veg og dels med å lunne fram virke. I feltet arbeidet det 2 hoggere, og på velteplassen ved skogsbilvegen var det én hogger som utførte restkvisting og kapping.



Fig. 13. En International TD-8 nedover med lass, og en på retur til skogs.

Trærne ble felt parallelt med vegeu og vinsjet fra oversiden av terrassevegen til traktoren. Denne slepte de ukvistede trær ned til velteplassen. Etter at lasset var kommet fram på velteplassen ble traktorskjæret brukt til å grovkviste trærne. Også her kom vinkelstillingen og skråstillingen av frontskjæret til hjelp. En stor del av kvisten ble tatt av ved at føreren høvlet langs stammene og tok av kvisten på oversiden og dels på siden av lasset. Restkvistingen ble utført med motorsag av veltemannen før neste lass kom inn på velteplassen. Produksjonen var ca.  $67 \text{ m}^3/\text{dag}$ . Med 6,5 arbeidstimer/dag tilsvarer det  $2,0 \text{ m}^3/\text{mann/arbeidsplasstime}$ . Her er den vesentlige delen av vegbyggingsarbeidene iberegnet. Metoden med å kombinere lunningen og vegbyggingen i én operasjon er interessant for norske forhold. Den bør kunne anvendes der vegbyggingsforholdene er lette, gjerne i form av enkelttraktor i drift. Grovkvistingen med et frontskjær på lunnetraktoren bør også være interessant mange steder under norske forhold.

### 2.2.4. Terrasseveger kombinert med hogst og rulling på rullebenk

I områder med jevn terrengoverflate og dyp jord som muliggjør bygging av billige terrasseveger, kan man anvende rulling istedenfor vinsjunning fra oversiden av terrassevegene. En slik driftsmetode er i gang i Mokjølen i Mathiesen's skoger ved Atna, og den ble undersøkt av førstkandidat Omnes (OMNES 1983). I dette tilfellet ligger skogsbilvegen (adkomstvegen) høyt i feltet og man driver tømmeret oppover fra en bratt lisse til skogsbilvegen (fig. 14). For å komme opp til skogsbilvegen er traktorvegene til dels meget bratte. Den maksimale stigning er vanligvis 29% med unntak av et kortere parti på 38%. Under driften ble det brukt en ØSA 250 lastetraktor med dobbelt boggi og hydrostatisk drift på alle 8 hjul. Vikarm-kranen har en rekkevidde på 5,7 m.

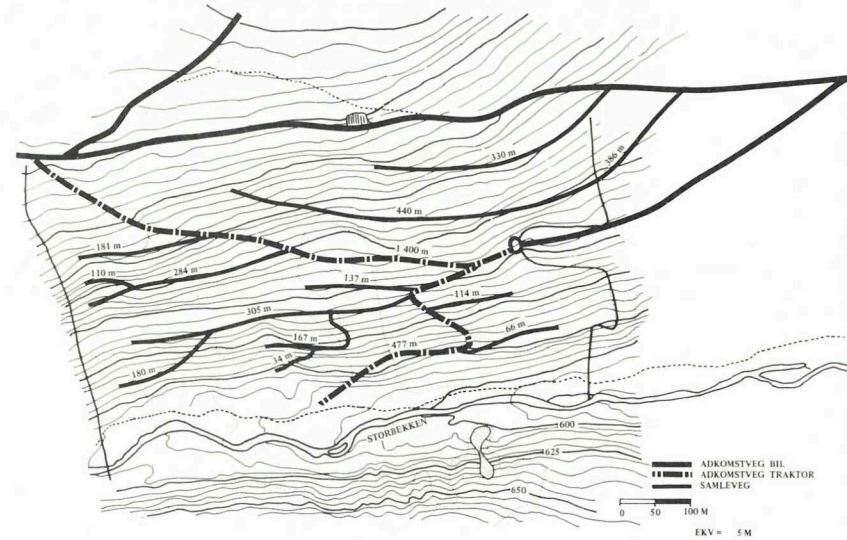


Fig. 14. Forsoksfeltet i Mokjølen i Mathiesen's skoger ved Atna.

Driftsmetoden egner seg til snauhogst og all skog må ryddes på feltet. Rulle- teknikken egner seg best for hellinger mellom ca. 20% og ca. 60%.

Terrassevegene bygges med gravemaskin før hogsten settes igang. Hogsten starter med at det felles 2 trær like på oversiden av terrassevegen og mot bakken (se fig. 15). Man anvender høy stubbe og feller slik at stammen henger fast på stubben. Ofte anvendes et såkalt "fransk felleskjær". Etter at stammene er kvistet danner de en god benk for kvisting og rulling av tømmeret. Man feller trærne parallelt med kotene og tvers over benketrærne. Deretter blir de kvistet og kan ruller ned mot terrassevegkanten. Der er det satt igjen noen trær som stopper stammene når de kommer rullende. Restkvistingen og kappingen foregår ved vegkanten.

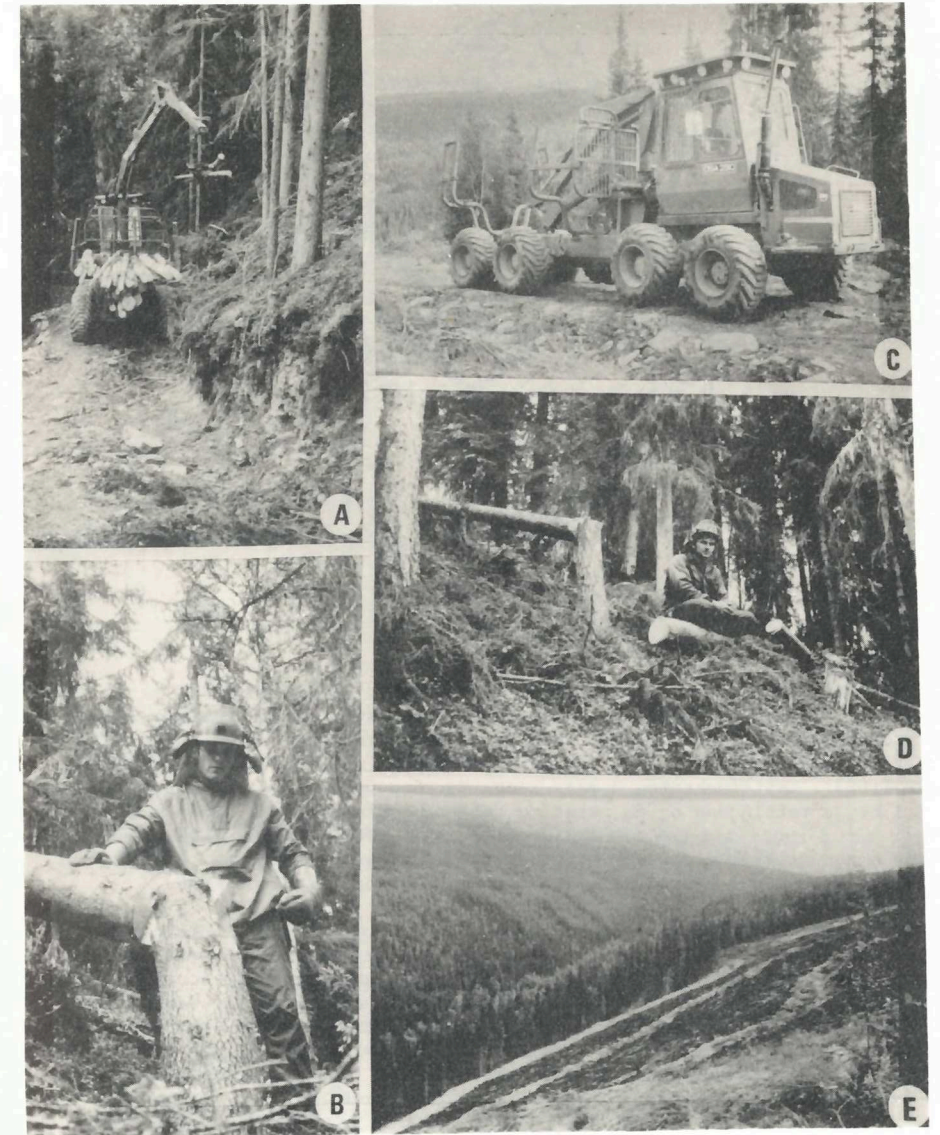


Fig. 15. Rulling på terrasseveg i Atna.  
 A : Lessing på lastetraktor.  
 B : »Fransk fellesnitt.

C : ØSA 250 lastetraktor med dobbelt boggie  
 D : Benketre.  
 E : Terrasseveger.

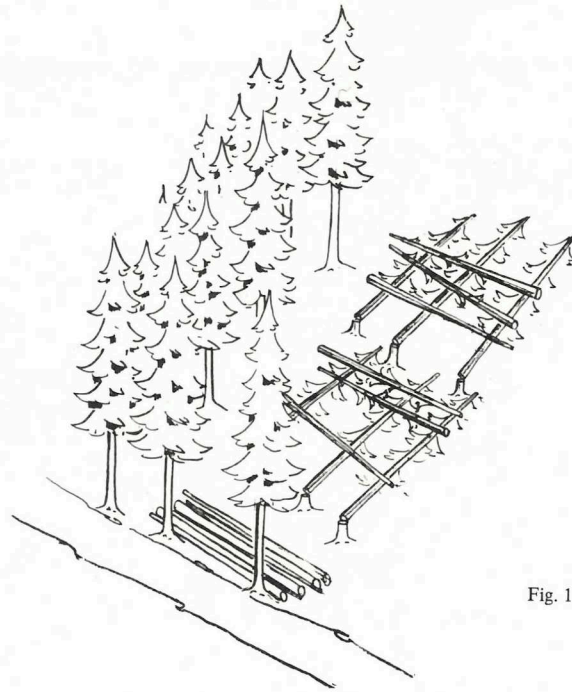


Fig. 16. Rulling på rullebenk.

Man kan fortsette oppover i lia med nye benketrær i forlengelsen av de første og på den måten kan man rulle forholdsvis store distanser. Man har prøvet rulledistanser på opp till 65 m, men erfaringen viser at ca. 40 m er å foretrekke. Dette er også den driftsøkonomisk optimale distansen iflg. OMNES (1983). Lastetraktoren kjøres langs terrassevegene. Da traktoren går like fort i begge retningene og da setet og betjeningsorganene kan snues i førersetet, pleier man å rygge med tom traktor innover langs terrassevegen slik at man unngår å snu traktoren før man begynner lasskjøringen. Traktoren hadde ingen vanskeligheter med å kjøre fulle lass opp motbakkene i traktorvegen.

Den kombinerte hogst og rulling krever god øvelse og teknikk. I bratt terreng er det viktig at hoggeren står på oversiden av stammene under kvistingen og gjerne setter igjen noen kvist slik at rullingene foregår under en viss kontroll. Det blir en del arbeid med å ta fram benketrærne etter at det øvrige tømmer er avvirket. Man begynner ovenfra, snur benketrærne parallelt med kotene og ruller dem fram på de nedenforliggende benketrærne. Man bør unngå å bruke større trær enn ca. 300 l forat dette arbeid ikke skal bli for tungt. Driften avsluttes med å opparbeide buffer-trærne langs øvre terrassevegkant.

Undersøkelsen ble gjennomført i et bestand der gjennomsnittsdimensjonen var 0,167 m<sup>3</sup>/tre. Under forutsetning av samme lastetraktorprestasjon som i Tinn (se s. 16), kom man fram til følgende prestasjoner pr. mann pr. arbeidsplass/time:

Hogst og rulling:	1,20 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplass/time
Lastetraktor-kjøring:	10,00 m <sup>3</sup> /mann/arbeidsplass/time

Dette tilsvarer en samlet produksjon på 1,07 m<sup>3</sup>/mann/arbeidsplass/time. Det tilsvarende arbeidskraftforbruk er 0,93 tv/m<sup>3</sup> eller 0,17 dv/m<sup>3</sup> ved 5,5 arbeidsplass/time/døg. Kombinert hogst og rulling er et godt alternativ til vinsjullning i korte og jevne lisider, der hellingen varierer mellom 20 og 60%.

### 3. VINSJ- OG TAUBANEDRIFTER

#### 3.1. FORANKRING OG BUKKER

De fleste aktuelle taubaner er kabelkraner. Lasset blir slept inn fra siden og transportert fram til vinsjstasjonen langs en eller annen form for bærekabel. Lasset blir dels transportert halvslpende, idet forenden av lasset blir løftet klar av terrengujevnhetene. Lasset kan også være helbårent, idet lasset henger klar av bakken under transporten langs kabelen. I begge tilfeller må bærekabelen monteres slik at man får lasset klar av bakken.

Det er en fordel å unngå bukker (fig. 17) og der hvor man må ha bukk, må man påse at bukken i et spenn ikke blir løftet opp under innslepingen av lasset i et annet av spennene (fig. 18). Kreftene som følge av kabelspenningene eller motorkeftene må tas opp gjennom skikkelig forankring i terrenget.

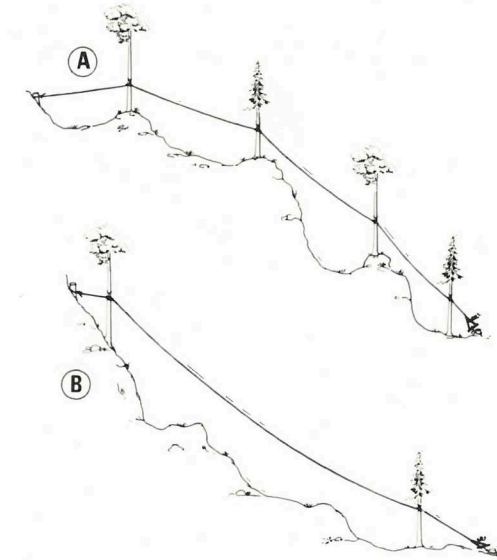


Fig. 17. A : Konveks lengdeprofil fører til mange bukker. B : Konkavt lengdeprofil gjør monteringen og driften enklere.

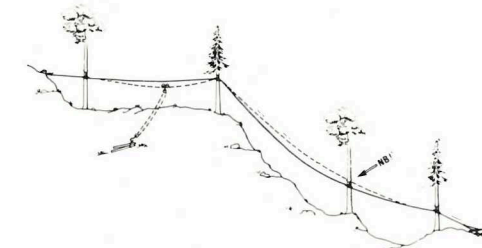


Fig. 18. Feilaktig plassert bukk. Under innslepingen i øvre spenn strekker kabelen seg og kan løfte bæreskoen i nedre spenn så denne hekter seg opp i tverrlinjen.



### 3.1.1. Forankringer

I skogterreng er det best å forankre kablene til friske stubber eller til roten av friske trær. Det må være friske solide stubber i god og dyp jord. Særlig må man unngå stubber med grunne røtter på flåberg, eller på vannsyk mark. Ved flyttbare taubaner er det en fordel å bruke forankringsstropp, slik at endefestet og forankringer kan forhåndsmonteres av en formann. Ved faste bærekabler kan man velge forankringsstubber eller forankringstrær i kabelens lengderetning (fig. 19). I mange tilfeller er det enklere å velge stubber ved siden av hverandre i øvre kant av feltet idet man fordeler kraften mellom stubbene ved hjelp av en kauseblokk (fig. 59, side 52).

Der hvor man ikke har gode stubber kan man forankre kablen til en "daumann" (fig. 20), eller til bolt i fjell (fig. 24). I Forsøksmelding fra NISK nr. 35.2 (SAMSET 1979) er det gitt en del holdepunkter angående dimensjonering av stubber, fjellbolter, mastetrær og bukketrær m.v.

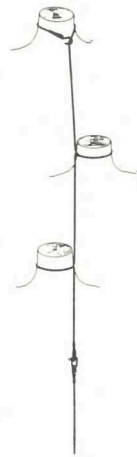


Fig. 19. Hvis kabelkranen eller taubanen skal flyttes ofte, er det en fordel å bruke forankringsstropp, fordi denne kan forhåndsmonteres.

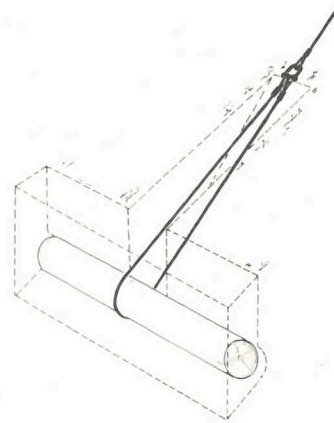


Fig. 20. Forankring i nedgravet tverrstokk (daumann).

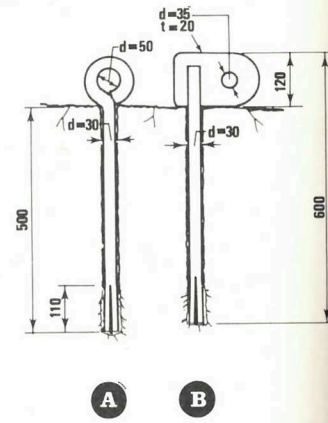


Fig. 21. Bolt i fjell.

Ved kabelkraner med løpende bærekabel der det er trekk- og returlinene som bærer lasset, kan det bli tvinn mellom linene under monteringen. Da er det en fordel å bruke svivel mellom endeblokken og forankringen. Hvis det er tvinn mellom linene kan man ta ut bolten i svivelen, dreie blokken rundt til man har tatt ut tvinn mellom linene, og sette bolten på plass igjen (fig. 22). I motsatt fall blir det slitsomt å ta ut tvinn mellom linene, ikke minst fordi det er store krefter i linene og fordi endeblokken er tung.

Der hvor linene blir festet til forankringspunkter bør man unngå wireklemmer eller plateklemmer. Det er arbeidskrevende å skru dem fast på tauet eller kablen. Dessuten blir ståltauet tynnere under bruk og man må etterstramme klemmene. Det er bedre å bruke "øye" og krok som kan monteres ferdig på forhånd.

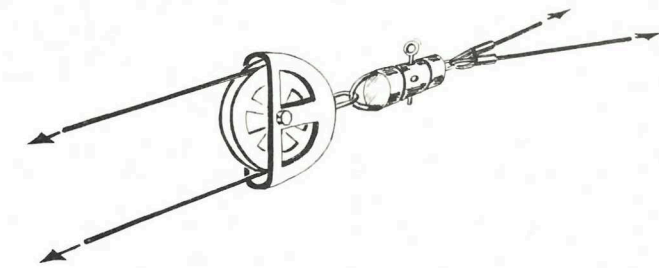


Fig. 22. Endeblokk med svivel for å ta ut tvinn i linene.

Der hvor man må feste linene inne på et spenn, er det en fordel å bruke eksenterklemme eller kiletrykk-klemme (fig. 23) der det er store trekkkrefter. Ved mindre trekkkrefter, f.eks. tverrliner, kan man anvende kiletrekkverktøy eller dobbelt kileklemme (fig. 24). Skogknote eller halvstikk er også bra der det ikke blir for store strekk i linen (fig. 25).

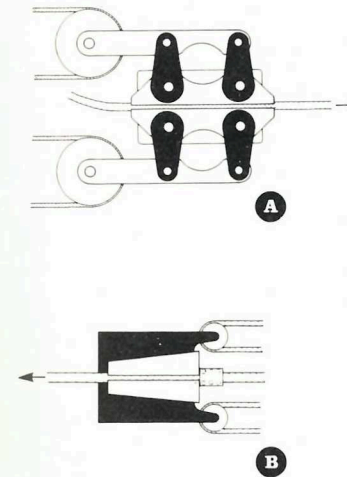


Fig. 23. A : Eksentertrykk-klemme. B : Kiletrykk-klemme

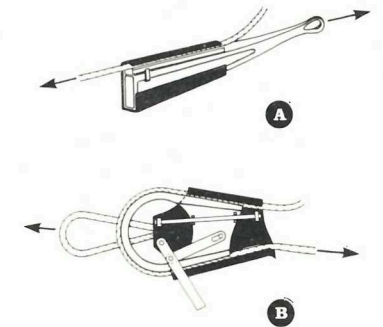


Fig. 24. A : Kiletrekkverktøy (enkelkile) B : Dobbelt kileklemme.

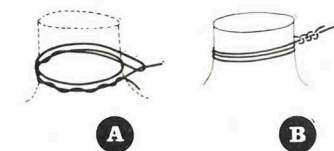


Fig. 25. Knote brukt til forankring av barduner. A : Skogknote B : Forankring med 3 - 4 kast rundt treet eller stubben og halvstikk rundt utgående bardun.

### 3.1.2. Bukker

Selv om man bør unngå å bruke bukker ved moderne taubaneteknikk, kan terrenget være så vanskelig at det er nødvendig å montere bukk i spennet. Hittil har *hengebukk* vært det vanligste (fig. 26). Det er ikke nødvendig å bruke strammeapparat for å stramme opp tverrlinen. Det er en fordel at denne er forholdsvis slakk for å unngå overbelastning. Ved den *ensidige hengebukk* anvender man terrenget som feste for den ene enden av tverrlinen (fig. 27).

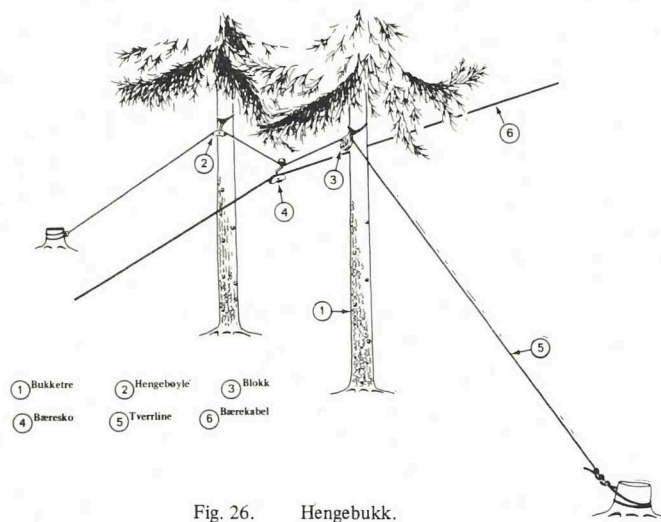


Fig. 26. Hengebukk.

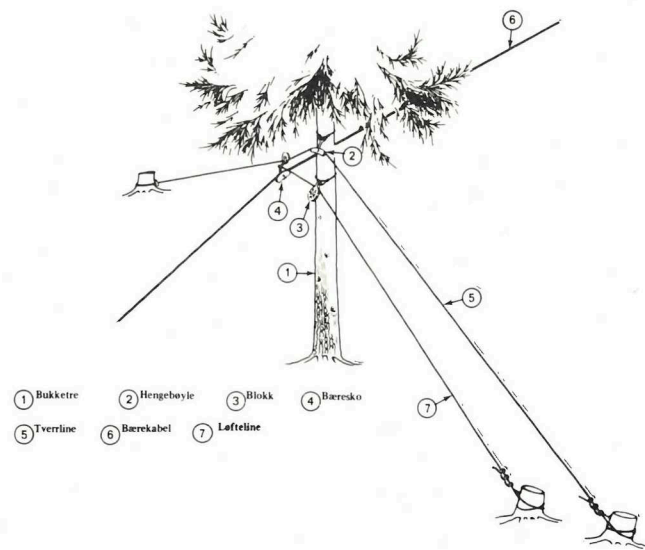


Fig. 27. Ensidig hengebukk.

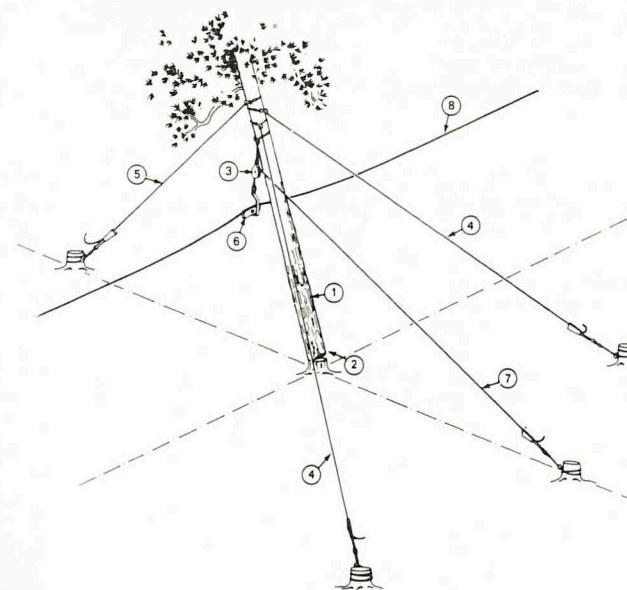


Fig. 28. Fingerbukk.

I forsøksdriftene viste det seg at *fingerbukken* er særlig godt egnet. Den er lett å montere og en øvet skogsarbeider monterer en hengebukk på en halv time under vanlige forhold (fig. 28). Fingerbukken er særlig aktuell der hvor man lunner fram smale striper fra den ene siden av bærekabelen for å unngå lange sidestrek. Da flyttes bærekabelen sidelengs, ca. 15 - 20 m idet man lunner og kjører fram en stripebredde på 15 - 20 m ved hver taubanemontering.

Det er viktig at bukken blir plassert riktig i forhold til et høybrekk i terrenget, særlig der hvor det er forholdsvis lave bukker og liten høydeforskjell mellom bærekabel og terrenng (fig. 29).

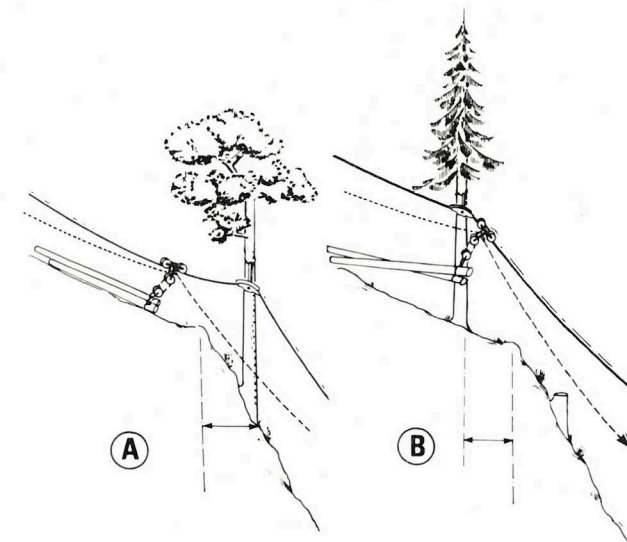


Fig. 29. A : Korrekt plassering av bukk ved et høybrekk  
B : Feilaktig plassert bukk fordi lasset kan kjøre seg fast i høybrekket

I Forsøksmelding nr. 35.2 fra NISK er det gitt en del holdepunkter angående dimensjonering av bukketrær og mastetrær (SAMSET 1979).

### 3.1.3. Mastetrær og stålmaster.

Det er nødvendig at bærekabelen får tilstrekkelig høyde over veltepllassen for å gi plass til tømmervelten. Ofte kan dette gjøres ved at kablen monteres riktig i terrenget. I mange tilfeller må man montere *mastetre* (fig. 30). I enkelte tilfeller er det også nødvendig å løfte bærekabelen klar av terrenget i den ytre enden ved hjelp av et *endetre*.

Ved nyere taubanekonstruksjoner anvender man gjerne en stålmaster på vinsjen (fig. 31). Det kan være en *teleskopmast*. Den er nede under transport fra et felt til et annet, men heises opp under monteringen av taubanen. I andre tilfeller anvender man en *tippmast* som ligger horisontalt over traktoren og vinsjen under transport fra et felt til et annet. Masten blir reist opp, gjerne med en hydraulisk trykksylinder under monteringen av taubanen på et felt. Enkelte konstruksjoner er en kombinasjon, en *tipp/teleskopmast*.

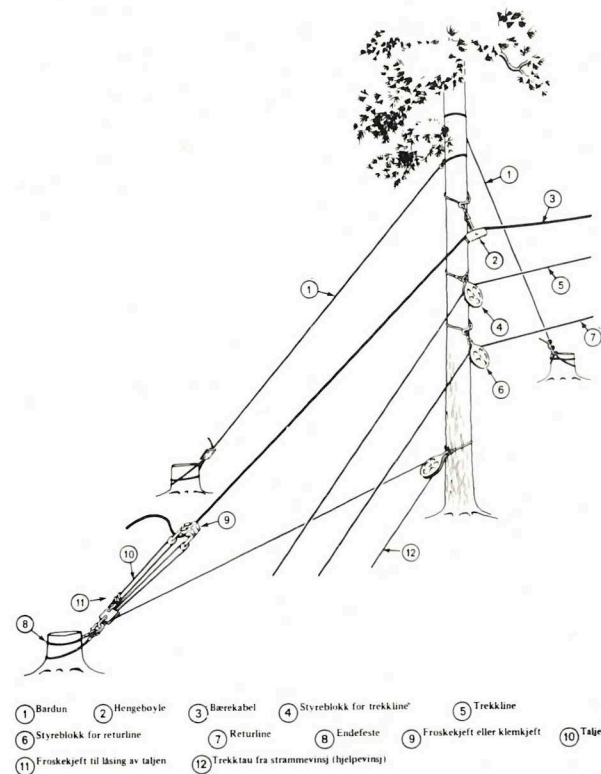


Fig. 30. Mastetre.

Såvel mastetreet som stålmaster må barduneres godt, både i kablens strekkretning og i sideretningen. Det er særlig viktig at bardunene er godt dimensjonerte og har god forankring. Det kan bli opp til 30% større strekkkraft i bardunen enn i bærekabelen. Ved tidligere konstruksjoner hadde man til dels for dårlig bardunering og en del stygge ulykker skyldes underdimensjonering av bardun eller bardunefeste.

Det kan være vanskelig å finne gode fester for bardunene. Variovinsjen anvender *hydrauliske sidestøtter* for å ta opp sidekreftene slik at man bare bardunerer i kablens strekkretning. Dette forenkler monteringsarbeidet (fig. 32).

Hvis vinsjen er montert på en tung traktor, f.eks. en rammestyrte lunnetraktor, kan man anvende fast tårn og *støtteforankring*. Dette er vanligvis tilstrekkelig ved korte taubanestrek. Da blir monteringen rask og det er lett å flytte traktoren med vinsjen fra en taubanemontering til en annen (fig. 33). Lavt tårn kan imidlertid gi dårlig spoling på vinsjtrømlene.

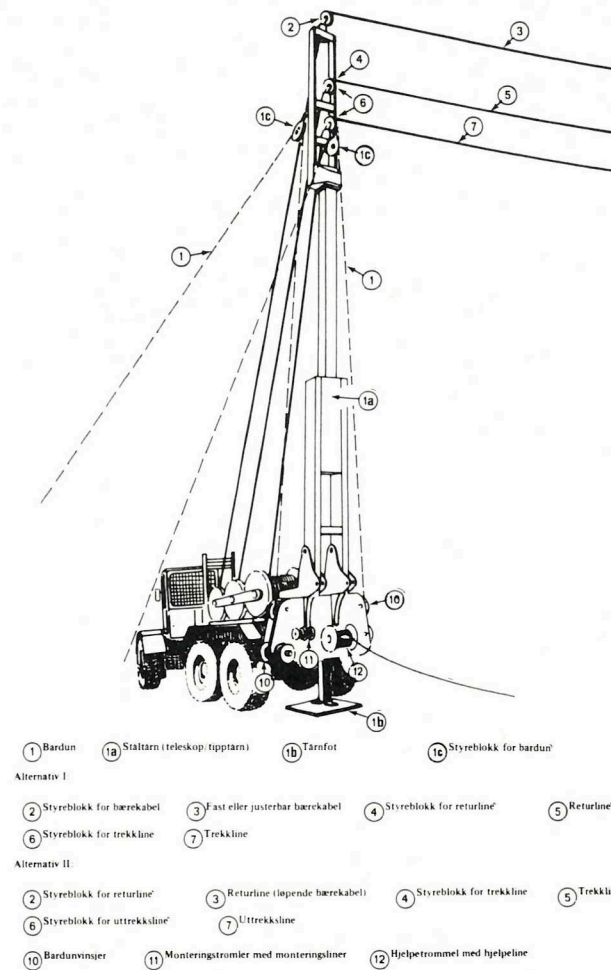


Fig. 31. Stålmaster.

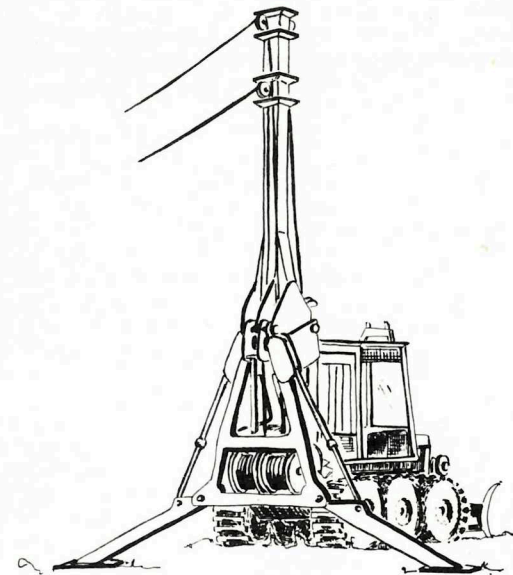


Fig. 32. Bardunert tippårn med hydrauliske sidestøtter.



Fig. 33. Støtteforankring kan erstatte bardunering av tårnet.

### 3.2. MANNSKAP OG SIGNALISERING

#### 3.2.1. Mannskap

Korte taubaner blir ofte betjent av 2 mann, *vinsjføreren* og *terrengarbeideren*. De er sammen om monteringen idet vinsjføreren monterer og forankrer traktoren mens terrengmannen trekker ut hjelpelinene og ordner med endefestet. Under driften er det vanlig å kombinere hogst og kjøring. Terrengmannen feller og overkvister trærne, mens vinsjføreren tar av stroppene på velteplassen og utfører restkvisting og kapping. I andre tilfeller kjøres virket ukvistet fram til en velte av heltrær som senere blir opparbeidet med hogstmaskin.

Ved større taubaner har arbeidslaget gjerne en *arbeidende formann*. Forøvrig består mannskapet av *vinsjfører*, *veltemann*, *stroppe* og *signalør*.

*Formannen* er leder på taubanelaget. Han er ansvarlig for monteringen av banen og for den daglige ledelse under driften.

Etter at taubanen er planlagt og markert på flybilde eller kart og før mannskapet med utstyret kommer til feltet, monterer formannen endefester, bardunfester og eventuelle bukker. Han trekker også ut den tynneste *monteringslinen* slik at den ligger klar før resten av mannskapet kommer til feltet.

I vanskelige tilfeller hender det at en av mannskapene hjelper formannen med forhåndsmonteringen, dels rydding av kabeltraséen og dels montering av endefester.

Mannskapet driver fram virket fra en taubanestripe mens formannen ordner med endefester og forankringer i den neste taubanestripen. Dette gjør at flyttingen fra en stripe til den neste går raskt.

*Vinsjføreren*s oppgave er å kjøre vinsjen. Han bør også kunne utføre vedlikehold og mindre reparasjoner.

*Stropperen* og *signaløren* feller trærne og stroppe virket. Man kan ordne seg slik at de begge feller, stroppe og gir signal, idet den ene arbeider høyt oppe i lia og den andre lenger nede i lia. Derved kan vinsjføreren kjøre løpekatten til den ene arbeider, mens den andre er opptatt med å felle og stroppe et nytt lass. På neste tur besøkes den andre arbeideren.

I andre tilfeller arbeider begge terrengarbeiderne på samme sted idet den ene utfører fellingen av trærne, mens den andre stroppe og signaliserer. I den ledige tid hjelper også han til med fellingen.

*Veltemannen* tar stroppene av virket på velteplassen. Han kan også utføre en del hogstarbeide, som f.eks. restkvisting og kapping.

#### 3.2.2. Arbeidstyngden ved hogst og taubanearbeid i bratt terreng (av Tore Vik)

Når skogsarbeid eller annet tungt kroppsarbeid blir utført i bratt terreng, vil arbeidstyngden øke. Årsaken til dette er i første rekke merbelastningen ved å forflytte seg i det bratte terrenget. Det fysiske arbeidet øker ved at kroppsvekten må løftes fra et utgangspunkt ved dalstasjonen til arbeidsstedet som kan ligge opp til hundre meter høyere. Dessuten vil forflyttingen under arbeidet innebære korte forflyttinger til et høyereliggende sted.

Det finnes også andre årsaker til at arbeidet i bratt terreng er tyngre. For hogstarbeidets vedkommende gjelder at skogen kan være kortere, ha dårligere form og dermed mer kvist på høyereliggende arealer. Videre er ofte terrenget utformet med stup og kløfter så det er tyngre å forflytte seg der enn i vanlig terreng.

I løpet av prosjektperioden er det utført en rekke studier av arbeidstyngden under drift med de fleste av de vinsj- og taubanesystemene som ble utviklet.

Det har deltatt sju yngre skogsarbeidere i studiene. De har alle fått bestemt sin arbeidskapasitet på ergometersykkel (fig. 34). Arbeidskapasiteten er et mål for den største mengde energi som kan frigjøres i menneskekroppen over en kort tid. Det er ikke mulig å utnytte hele denne energimengden under yrkesarbeid, men den andelen av arbeidskapasiteten som utnyttes gir et godt mål for den totale belastningen på kroppen. Det anbefales at denne andelen bør være under 50%.

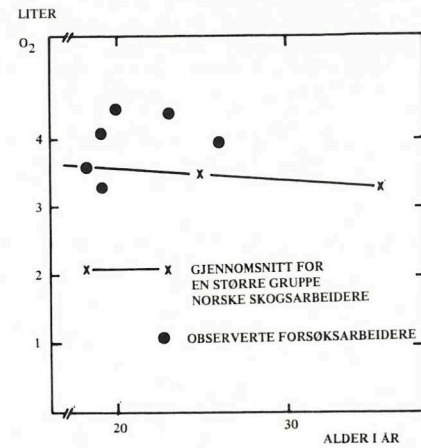


Fig. 34. Forsøksarbeidernes arbeidskapasitet målt på ergometersyssel.

Under studiene ble skogsarbeiderne fulgt gjennom hele arbeidsdagen. Hjerterefrekvensen ble registrert, og den ble benyttet som mål på arbeidstydgen.

Ved å sammenholde disse målingene med resultatene fra arbeidsforsøkene på ergometersyssel, kan en beregne hvor stor del av arbeidskapasiteten som utnyttes i løpet av arbeidsdagen.

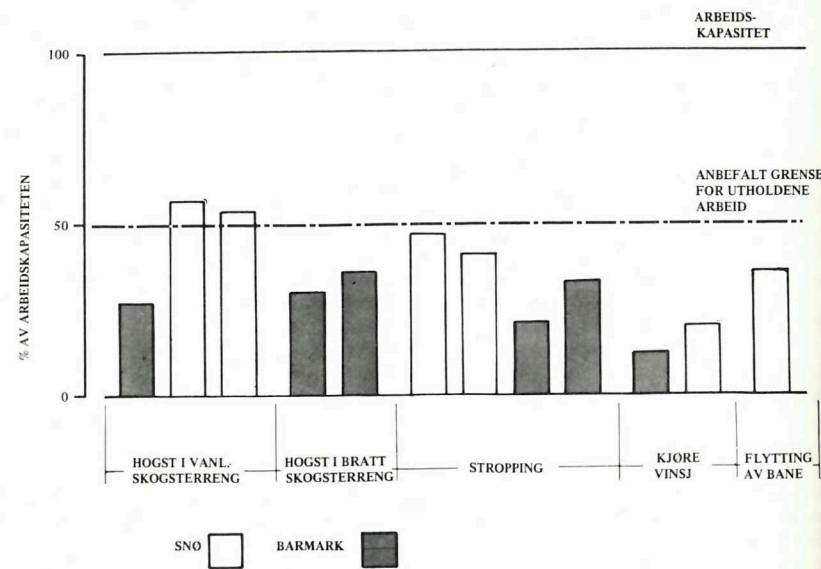


Fig. 35. Relativ arbeidskapasitet ved en del arbeidsoperasjoner i bratt terreng.

Fig. 35 viser resultater fra et utvalg av studiedagene. Det er ulike arbeidsoppgaver som er blitt studert.

Hogsten er den eneste arbeidsoppgaven som er studert både i vanlig terreng og i bratt terreng. Hogst i dyp snø viser seg å være tyngre enn hogst på barmark. Snøen fører til en større økning av arbeidstydgen enn ved overgang fra vanlig til bratt terreng i barmarksperioden.

Arbeidstydgen er avhengig av arbeidstempoet. I barmarksperioden fant en ut at ved samme energiforbruk kunne en skogsarbeider hogge 3,5 ganger så mye tømmer pr. dag i flatt som i bratt terreng.

Stropping delvis kombinert med hogst kan være en tung arbeidsoperasjon. I motsetning til hogsten hvor det er en jevn belastning i løpet av arbeidsdagen, vil stoppingen bestå av relativt kortvarige men meget tunge deloperasjoner. 18% av arbeidsdagen utgjøres av deloperasjoner som har en gjennomsnittlig hjerterefrekvens på 132 pulsslag pr. min. Imidlertid vil all ventetiden bidra til at den totale belastningen ligger på et rimelig nivå. Det må også påpekes at stoppingen blir betydelig tyngre under vinterdrifter med dyp snø.

Vinsjbetjening er et lett arbeid. For føreren av Moxy-vinsjen utgjorde arbeidstydgen bare 12% av arbeidskapasiteten. Ved enklere vinsjopplegg der vinsjføreren også må utføre noe veltearbeid, vil arbeidstydgen øke en del, men arbeidet må fortsatt kunne betraktes som lett arbeid.

Flytting av bane var tidligere et meget tungt arbeid. I et tidligere NLVF-prosjekt (Sluttrapport nr. 345) er tradisjonelt monteringsarbeid beskrevet. Det utviklingsarbeidet som er blitt utført for å forenkle og utnytte tekniske hjelpemidler ved montering og flytting av vinsj- og taubaneanlegg, har ført til at dette arbeidet fra å være et meget tungt arbeid, er blitt middels tungt.

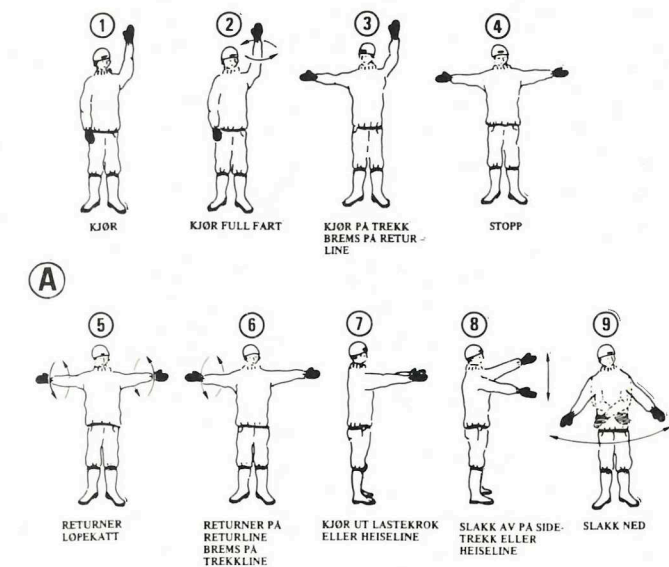


Fig. 36.

### 3.2.3. Signalisering

Det er flere skogsarbeidere i taubanelaget som må samarbeide. En god signalgiving øker sikkerheten og effektiviteten i arbeidet.

*Armsignaler* er den beste og billigste måte å signalisere på der hvor mannskapene kan se hverandre. NISK, Avdeling for driftsteknikk har eksperimentert med forskjellige tegngivninger og kommet fram til gode armsignaler som anbefales for praksis (fig. 36). De viktigste av signalene er: *kjør, kjø full fart, stopp, returner og slakk ned.*

Der hvor det er dårlig sikt, eller ved større taubaneanlegg der det er langt mellom mannskapene er *kortvegsradioen* (walkie-talkie) en god løsning i forbindelse med monteringsarbeid og ved traktor- eller anleggskjøring. Mannskapene kan snakke med hverandre og gi forklaringer. En VHF FM kortvegsradio (type BDR 1606) med høretelefon og mikrofon har gitt gode resultater under forsøksdriftene.

Ved signalisering under selve taubanedriften er kortvegsradioen mindre hensiktsmessig. *Lydsignaler* gir en langt bedre og mer presis informasjon enn samtaleformen. En amerikansk talkie-tooter har vært prøvd med godt resultat under forsøksdriftene med Moxy kabelkran. Det kreves imidlertid en spesiell lisens for å bruke denne radiotypen under norske forhold, og dessuten er systemet kostbart.



Fig. 37. A : Snorre-tuteren.  
B : Lydsignaler for vinsjunning og kabelkrantransport.

Derfor har ingeniør *Snorre Ilagen* ved NISK, Avdeling for driftsteknikk, utviklet en billig radio for lydsignaler (fig. 37). Det er bygget noen få eksemplarer på laboratoriet ved NISK, Avdeling for driftsteknikk. De har gått i praktisk drift dels i forsøksdriftene, og dels andre steder. Radioen har vist seg å være driftssikker. Den er rimelig å framstille og det undersøkes muligheten for produksjon.

Senderenheten er bygget inn i en liten kasse (5x3,5x28 cm) og antennen er formet som en bøyle. Ved å trykke inn senderknappen gis det et radiosignal til en mot-tager på traktoren som aktiverer et signalhorn. Sikker rekkevidde for radiosignalene er 400 m.

NISK har utviklet et lydsignalsystem med bare prikker (korte lydstøt) fordi det kan være vanskelig å skille mellom prikk og strek (kort og langt støt). Lydsignalene er vist i fig. 37.

Snorre-tuteren kan også brukes til å fjernstyre 1 - 2 eller 3-tromlede vinsjer for snarekjøring. Det er bare clutch-spaken som blir betjent idet man monterer en elektrisk eller hydraulisk trykknhet på clutch-spaken. Så lenge man gir signal fra radiosenderen, holdes clutch-spaken inne. Clutchen kobles av igjen så snart man stopper signalgivingen fra radiosenderen. Ved 2 eller 3 tromler anvendes et sjalterelé slik at man først kobler inn første trommel, ved neste signal trommel nr. 2 og ved tredje signal trommel nr. 3. Det tar 2 sekunder fra man gir signal til vinsjtrommelen starter. Dette gir tid til et mellomtrykk på senderen hvis den trommel som sist var igang ønskes igangsatt på nytt.

Ved dette system er det bare clutchen som blir fjernkontrollert. Så snart lasset har kommet inn til traktoren må man låse bremsespaken manuelt. Systemet gir en rimelig fjernkontroll som vil være nyttig for landbrukstraktormonterte vinsjer. Den har vist seg å være driftssikker og praktisk i bruk i våre tynningsforsøk.

### 3.3. HJELPEMIDLER VED MONTERING OG DRIFT

Tidligere taubaner besto av taubanedeler som mannskapet bygget sammen på feltet. Det ble en lite flyttbar enhet der motorkraften ikke var til hjelp under monteringen. Motorkraften ble bare brukt til å kjøre lasset under selve driften. Dagens taubane er montert på flyttbare kjøretøy, for det meste traktor. Vinsjen er utstyrt med tårn og andre innretninger til hjelp under monteringsarbeidet og driften. Den traktormonterte vinsjen er utstyrt med hjelpeinnretninger for å redusere antall liner i terrenget og forenkle løpekattkonstruksjonen. Istedenfor arbeidskrevende skruforbindelser anvendes hurtigkoblinger, kilestrekkverktøy, froskekjefter m.v.



Fig. 38. Monteringsstige i fingerbukk. Kviteseid 1978.



Fig. 39. Monteringsvinsj montert på motorsagmotor.



Fig. 40. Den østerrikske ACKJA monteringsvinsj.

Mesteparten av hjelpeutstyret blir beskrevet i tilknytning til de enkelte taubanene. Her tas bare med en del utstyr av generell karakter.

*Monteringsstigen* er uunnværlig såvel ved større som ved kortere taubaner. Man må ofte klatre i trærne for å henge opp blokker, bæresko m.v. og tidligere brukte man klatresko til formålet. Det var risikabelt og tungt. Monteringsstigen er delt opp i korte, f.eks. 3 m, seksjoner, og blir festet til trestammen. De er lette (lettmetall) og man forlenger stigen oppover langs stammen etter hvert som man klatrer oppover. Monteringsstigen kan fraktes ut i feltet med hjelpelinen eller med taubanen.

### 3.3.1. Lette kabelkraner

Ved de traktormonterte taubanene for 200 - 300 m lunning er det nyttig å ha en 2-tromlet vinsj i tillegg til selve taubanevinsjen. På den ene av tromlene bør det være en *hjelpeline* med 5 - 6 mm diameter. Lengden bør være det dobbelte av normal banelengde. På den andre trommelen bør det være plass til *bardunlinen* til forankring av tårnet. Barduntrommelen bør kunne låses for å oppta de største kreftene og bardunlinens tykkelse må være tilstrekkelig for å oppta spenningene i bærekabelen. I enkelte tilfeller blir bardunen festet i tårnet og blir dratt ut med håndkraft. Da fester man dem til forankringspunktet med en kiløklemme (fig. 24). Det er imidlertid lettvintere å ta bardunen på egen barduntrommel.

Sidebardunene får vanligvis ikke så store påkjenninger som endebardunen (i bærekabelretningen) og det letter arbeidet om de kan erstattes med hydrauliske sidestøtter. Ved svært lette og mobile taubaneanlegg kan man bruke støtteforankring istedenfor endebardun, idet traktorens vekt motvirker strekkraften i bærekabelen.

### 3.3.2. Tunge kabelkraner

Det er taubaner beregnet for lengder 300 - 500 m, men som i enkelte tilfeller bør kunne strekkes ut til ca. 700 m. De er beregnet for å kunne løfte lassene klar av bakken under transporten. Det blir tungt utstyr å håndtere for mannskapene.

Taubanene blir montert på flyttbare kjøretøyer og bør være utstyrt med hjelpeinnretninger for montering og drift. Under monteringen arbeider noen av mannskapene oppe i feltet, og andre ved vinsjstasjonen. En god kontakt mellom mannskapene er nødvendig, f.eks. ved kortvegsradio. Taubaner med radiostyrte vinsjer er en fordel, fordi det er den skogsarbeider i terrenget som bruker kreftene som også styrer dem ved fjernkontroll til vinsjen.

*Monteringsline på bæremeis.* Det anvendes en monteringsline med 1,5 - 2,0 mm tykkelse og da kan en arbeidende formann bære med seg 1.000 m line på to små tromler på bæremeisen. Han går til toppen av feltet, binder de 2 monteringslinene sammen og fester dem rundt endeblokken. Deretter går han nedover og strekker samtidig ut de to linene parallelt med hverandre. Etter at taubanen er kommet til feltet, kan man trekke ut en monteringsline med 3 - 4 mm diameter med den tynne monteringslinen. Det er en motordreven monteringsstrommel på taubanevinsjen til dette bruk.

*Hjelpelinen* har gjerne en tykkelse på 8 mm (6x19+1). Denne blir trukket ut i feltet ved hjelp av monteringslinen. Hjelpetrommelen er gjerne montert ved foten av vinsjtårnet på taubanevinsjen (fig. 31). Hjelpelinen blir brukt til å trekke ut bærekabel, trekk- og returline med endeblokk osv. Den kan også brukes til å flytte endeblokken på ytre ende av banen fra en taubanestripe til den neste.

*Monteringsvinsjer* er nyttige hjelpemidler ved større taubaner, særlig for å flytte utstyr ute i terrenget fra en trasé til den neste. Derved unngår man å beslaglegge hjelpelinen slik at flytting av taubanevinsjen og flytting av endefestet kan foregå uavhengig av hverandre. Under forsøkene prøvde vi forskjellige typer av monteringsvinsjer. *Motorhåndvinsjen* kan bæres av to mann (fig. 39). Med en motoreffekt på 2,5 kW har vinsjen en trekkraft på 900 N og en hastighet på 0,2 m/sek. Den er hendig å arbeide med, men for liten for de tyngre taubanene av idag.

Under forsøkene ble det prøvd forskjellige typer monteringsvinsjer (SAMSET 1981) men den som viste seg mest hensiktsmessig var en Ackja-vinsj: Vekt 750 N - effekt 4,8 kW - trekkraft 800 N - hastighet 0,8 m/sek. Det er plass til 100 m med 6,5 mm tykk line på trommelen. Trekkraften viste seg å være for liten i enkelte tilfeller. I de fleste tilfeller var den tilstrekkelig når man anvendte dobbelt trekkline og blokk. Det ville være nyttig å utvikle denne vinsj videre, for å gi noe større trekkraft. Utformingen er god. Den er smal og lang og tar seg smidig fram over terrengujevnhetene når man bruker linen til å trekke fram vinsjen. Den smale bredden gjør det mulig for mannskapet å balansere vinsjen i sidehelling. Motoren kan arbeide i alle posisjoner på samme måte som en motorsagmotor. Det er en fordel for en monteringsvinsj som må kunne arbeide i alle vinkler i bratthenget.

## 3.4. METODER OG DRIFT MED STORE TAUBANER

### 3.4.1. Nestestog radiostyrte kabelkran

Nestestog radiostyrte kabelkran har gått i forsøksdrift siden den ble bygget i 1965. Utstyret og driftsmetoden er beskrevet i flere avhandlinger som det henvises til (SAMSET 1981). Kabelkranen har også inngått som en del av forsøksprogrammet og det er gjennomført en del forbedringer av driftsmetoden.

Nestestog kabelkran (K-1200) er særlig interessant fordi den er fjernkontrollert. På vinsjen er det en radiomottager, slik at den kan betjenes av hver enkelt arbeider i taubanelaget. Hver mann har en liten radiosender. På en bærebølge

sendes en tone fra senderen til mottageren på vinsjen. Tonen filtreres ut og et relé slutter en elektrisk strøm fra traktorens batteri. Strømmen brukes til å styre en magnetventil slik at den hydrauliske oljen fra hydraulpumpen kan sette igang vinsjens hydrauliske motor. Alt etter hvilken magnetventil som blir aktivert, kjøres vinsjen framover, tilbake eller stopper.

Det er en tidsbryter på radiomottageren som hver av arbeiderne kan sette igang med sin radiosender. Løpekatten beveger seg automatisk langs bækabelen og stopper av seg selv. Vinsjen kjører løpekatten med lass eller returnerer den tomme løpekatten til feltet uten betjening fra mannskapenes side. Derved kan terrengmannskapene felle og stroppe trærne og veltemannen kviste trærne mens taubanen går.

Nestestog radiostyrte kabelkran (K-1200) har fast bækabel med 20 mm tykkelse. Løpekatten kjøres framover eller tilbake langs bækabelen ved hjelp av en endeløs 12 mm tykk line. Linen blir drevet av et sett sporskiver som får drivkraft fra en hydraulisk motor. Sporskivedriften kan monteres på traktor, der hydraulpumpen får kraft fra traktormotoren. Den blir også montert på lastebilchassis med drivkraft fra en egen motor (fig. 48).

Monteringen skjer på grunnlag av en forutgående planlegging der traséene er markert på flybilde eller kart. Tidligere anvendte man en dobbeltmontering som er illustrert ved figurene 41 - 45. Ved en dobbeltmontering sparer man arbeide. Etter at første halvdel av feltet er drevet av, flyttes bækabelen over til traséen for returlinen og man får drevet av to taubanestriper med en vinsjmontering.

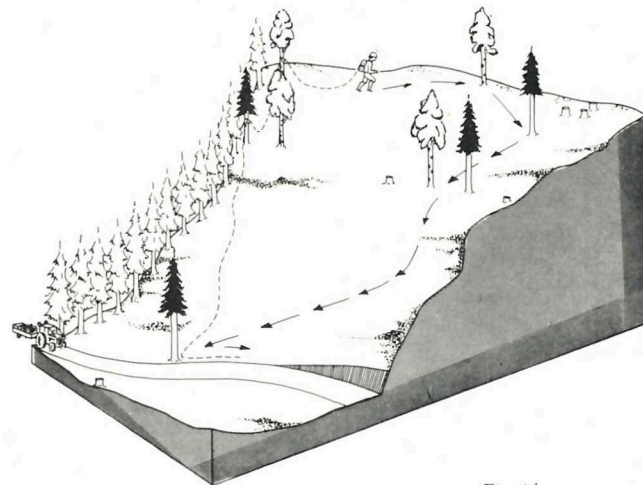


Fig. 41.

FASE I

Monteringsline I blir lagt ut rundt feltet ved hjelp av bæremeisen. Samtidig henger man opp terrengblokkene i hensiktsmessige trær og legger linen opp i blokkene etter hvert som man passerer dem. Dette er den eneste linen som må transporteres manuelt rundt feltet. Monteringsline I er 1,5 mm tykk.

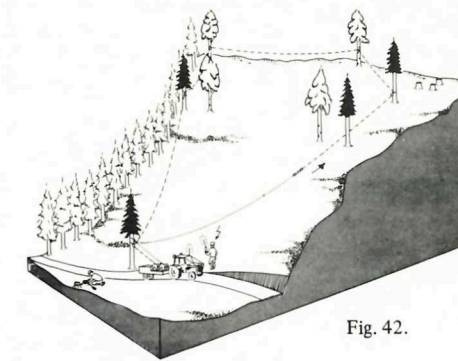


Fig. 42.

FASE II.

Monteringsline II (3,3 mm tykk) blir kjørt rundt feltet. Den traktormonterte taubanevinsjen driver monteringsstommelen på taubanetilhengeren, slik at man spoler inn monteringsline I.

Man går frem på samme måte for å trekke returlinen rundt feltet med den 3,3 mm tykke monteringslinen. Deretter justerer man ståltaulengden, ev. ved å spleise inn en lengde, eller kappe returlinen så den blir kortere. Så kobles linens trekk- og returside sammen ved hjelp av en mellomliggende trevegssvivel så linen blir endeløs. Tre-vegs svivelen har transportfunksjon under monteringen.

Den andre arbeideren begynner samtidig å montere nedre endefestet.

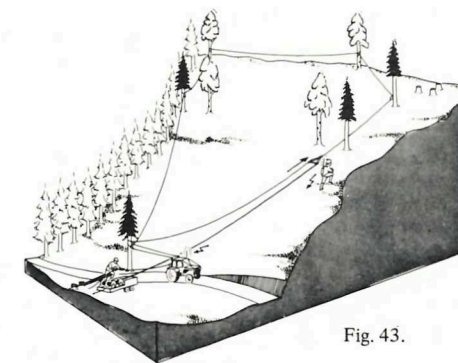


Fig. 43.

FASE III.

Den ene taubanearbeideren flytter vinsjtilhengeren til nedre forankringspunkt av taubanen og den endeløse linen blir lagt rundt sporskivene i den traktormonterte taubanevinsjen. Deretter kjører han traktoren fram til den endeløse linen er stram, og forankrer traktoren. Den andre arbeideren fortsetter monteringen av nedre endefeste, hvorefter de begge fester bækabelen til trevegssvivelen mellom trekk- og retursiden av den endeløse linen. Så blir bækabelen trukket opp til toppen av taubanen med taubanevinsjens hjelp. Arbeidet er lett å kontrollere fordi taubanevinsjen blir styrt med radio av den arbeideren som følger med bækabelen til toppen av banen. Deretter forankrer han bækabelen der. Den andre arbeideren fortsetter arbeidet med å ordne dalstasjon og nedre forankring.



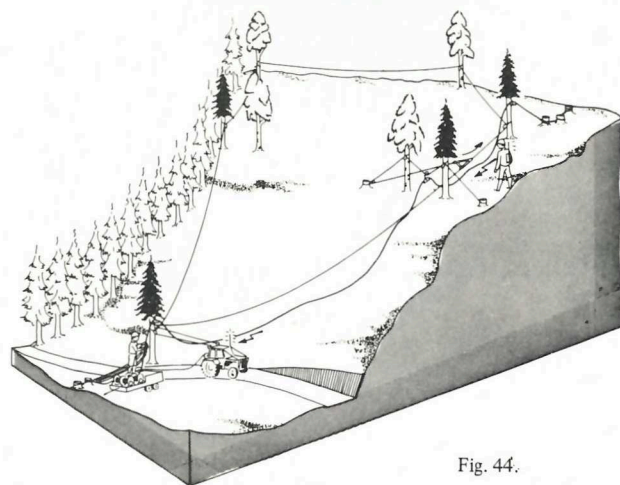


Fig. 44.

FASE IV.

Etter at bækabelen er festet til stubber eller bolt i fjell på toppen av banen, monterer den ene arbeideren endetreet ved øvre enden av bækabelen og eventuelle bukker.

Han bruker den radiostyrte taubanevinsjen til oppstramning av tverrlinen, idet denne blir festet til trevegssvivelen mellom trekk- og returlinene. Den andre arbeideren monterer mastetreet og gjør klar hjelpelinen for oppstramning av bækabelen.

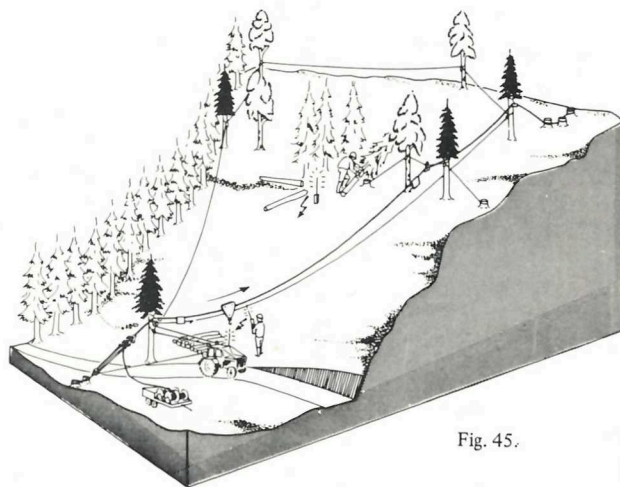


Fig. 45.

FASE V.

Etter at endetreet, mastetreet og bukkene er montert og løpekatten er festet på kabelen, blir denne strammet opp ved hjelp av taubanevinsjens trekktrummel og den firskårne taljen med eksenterklemmen. Man kan undersøke om det er passe stramning i bækabelen ved å slå på denne og ta tiden for en fram- og tilbakegående bølgebevegelse langs kabelen (SAMSET 1979 b, s. 190 - 196).

Når bækabelen er passe stram, kjører man stoppvognen opp til det sted hvor arbeidet skal begynne og driften kan settes igang. Etter å ha kjørt noen lass b man inspisere samtlige blokker og fester for å kontrollere at alt fungerer

Med en lagstørrelse på 3 mann var gjennomsnittstiden for 25 monteringer 2,9 dager for å sette opp og ta ned anlegget på et felt. Den gjennomsnittlige taubanelengden var 480 m og det var en bukk i spennet, samt et mastetre og et endetre.

Det har senere vist seg fordelaktig å la returlinen gå i samme trasé som trekklinen og bækabelen. Det forenkler såvel førstegangsmontering av banen som sideflyttingen. Montering etter dette prinsipp skjer omtrent på samme måten ved Nestestog radiostyrte kabelkran som ved Moxy kabelkran med løpende bækabel og det er beskrevet i kapittel 3.4.2., side 49.

Det viste seg at stoppvognene førte til mye driftstans og tapstider. Det ble en betydelig produksjonsøkning etter at forskningsprogrammet kom fram til en automatisk løpekatt som kunne stanses hvor som helst langs bækabelen.

Driftsmetoden.

Som ledd i forskningsprogrammet ble det anskaffet en Koller automatisk løpekatt fra Østerrike i 1978. Denne ble bygget sammen med nedre delen av Nestestog's løpekatt på NISK's eksperimentalverksted og gikk under navnet Koller/Nestestog løpekatt (fig. 46). Eksperimentene falt heldig ut og Nestestog's Mekaniske Verksted bygget en egen radiostyrt løpekatt som ble satt i prøvedrift i 1979 (fig. 47).

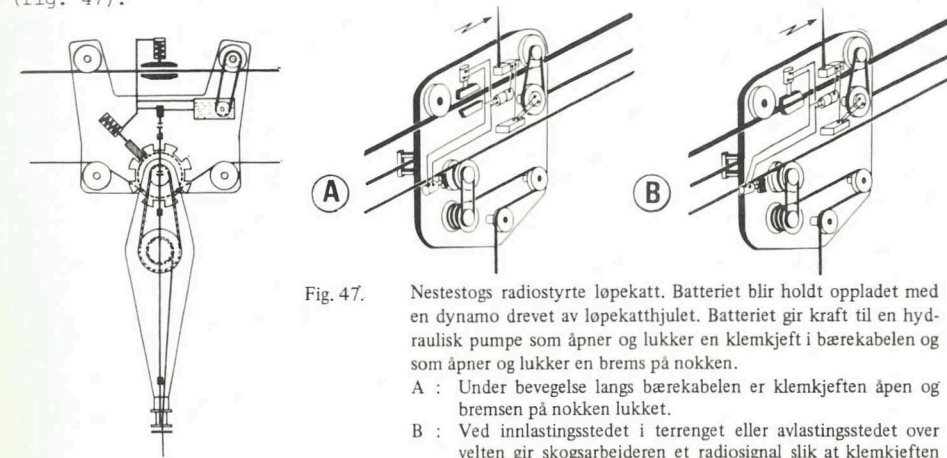


Fig. 47.

Nestestogs radiostyrte løpekatt. Batteriet blir holdt oppladet med en dynamo drevet av løpekathjulet. Batteriet gir kraft til en hydraulisk pumpe som åpner og lukker en klemkjeft i bækabelen og som åpner og lukker en brems på nokken.

A : Under bevegelse langs bækabelen er klemkjeften åpen og bremsen på nokken lukket.

B : Ved innlastingsstedet i terrenget eller avlastingsstedet over velten gir skogsarbeideren et radiosignal slik at klemkjeften lukker seg omkring bækabelen samtidig som bremsen på nokken er åpen. Ved å sette den endeløse trekk- og returlinen i bevegelse begynner nokken og dermed heisetrømmelen å bevege seg, hvilket fører til at heiselinen låres ut eller trekkes inn alt etter bevegelsesretningen.

Fig. 46. Koller/Nestestogs løpekatt

En av fordelene med den automatiske løpekatten er at terrengmannskapene kan arbeide på forskjellige steder langs linen og uavhengig av hverandre (fig. 48). Dessuten går returlinen i samme trasé som bækabelen.

Driftsmetoden og prestasjonene i denne undersøkelsen gjelder hogst og transport av ukvistede trær til velteplass ved skogsbilveg, idet videretransporten går med stammebil. Virket blir felt og stroppet i terrenget og transportert til dalstasjonen med kabelkranen. Der blir de ukvistede trærne opparbeidet til stammer og lagt i velte med en Logma T-300 teleskopkvister.

Ved å kombinere en taubane med en kvistemaskin er det viktig å forberede monteringsarbeidet godt før maskiner og arbeidslag kommer fram til hogstfeltet. Dessuten er det viktig med en god ledelse av arbeidslaget. I forsøksdriftene med Nestestogs

kabelkran 1978 - 1980 ble arbeidslaget ledet av en arbeidende formann. Før mannskap og maskiner kom til hogstfeltet, monterte formannen endefester, eventuelt fingerbukker, og strakk ut monteringslinen. Arbeidet med forhåndsmontering gjorde at monteringen av utstyret gikk raskt etter at mannskap og maskiner var kommet fram til hogstområdet.

Da man kan stanse løpekatten hvor som helst langs bære-kabelen, kan terrenngmannskapene arbeide på forskjellige steder. En av dem arbeider langt nede i lia, og den andre høyere oppe i lia (fig. 48).

På velteplassen arbeider det en mann. Han løsner stroppene fra trærne og sender løpekatten nullmannsbetjent oppover i terrenget igjen. Deretter kvister han trærne med kvistemaskinen. Veltemannen kjører også kabelkranen i det tidsrommet løpekatten befinner seg ved dalstasjonen.

De prestasjonene som fremkom under forsøkene i 1980 refererer seg til et firemannslag: en arbeidsformann, en kvistemaskinfører og to terrenngarbeidere som hogger og stropper i terrenget.

Prestasjoner.

Tabell 1 viser hvorledes den gjennomsnittlige virketid i materialet var oppdelt på forskjellige deloperasjoner, idet den gjennomsnittlige innslepingslengden fra siden og inn til kabelen var  $sk = 12$  m, og den gjennomsnittlige transportlengden  $L_T = 390$  m. Man kjørte med samme lass enten det var stammedrift eller fulltreddrift, og gjennomsnittslasset under forsøksdriften i Åsgrend 1980 var  $1,15 \text{ m}^3/\text{lass}$ .

Tabell 5. Nestestogs kabelkran (K-1200) med radiostyrt vinsj og radiostyrt løpekatt. Kviteseid 1980. Relativ fordeling av deltidene. Virketid ( $E_0$ ) i min./lass. Gjennomsnittlig  $L_T = 390$  m og  $sk = 12$  m.

DELOPERASJONER	MIN./LASS	%
Returkjøring tomkatt	2,60	28
Uttrekking av heiseline	0,63	7
Stropping	1,70	18
Innsleping av lass	0,68	7
Lasskjøring	2,34	25
Nedfiring av lass	0,61	7
Avlastning	0,58	6
Oppkjøring av heiseline	0,19	2
SUM	9,33	100

Tabell 6 viser prestasjonene under forutsetning av 27,5% tapstider.

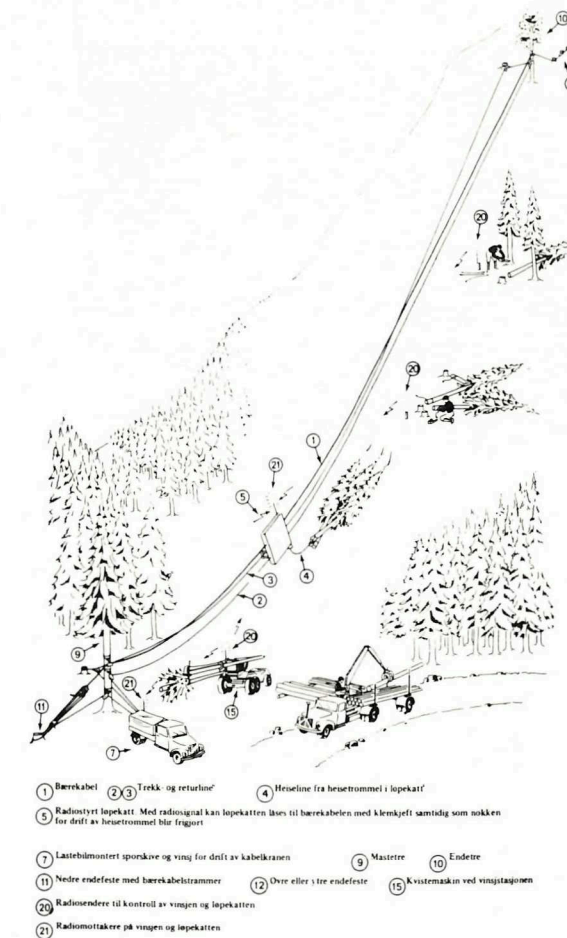


Fig. 48. Nestestogs radiostyrte lastebilmonterte kabelkran og radiostyrte løpekatt.

Tabell 6. Nestestogs kabelkran med radiostyrt vinsj og radiostyrt løpekatt 1980. Prestasjoner i  $\text{m}^3/\text{arbeidsplassstunde}$ .

$\text{M}^3/\text{LASS}$	KJØRELENGDE ( $L_T$ )		
	100 m	300 m	500 m
0,7	6,0	4,2	3,2
0,9	7,7	5,3	4,0
1,1	9,3	6,5	4,8
1,3	11,2	7,7	5,8
1,5	12,8	8,8	6,7

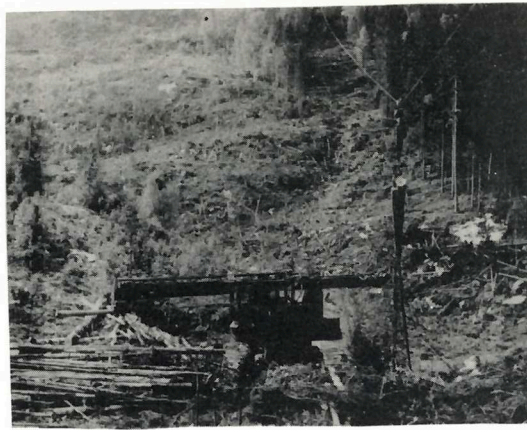


Fig. 49. Fulltretransport med Nestestogs kabelkran, K-1200 og Koller/Nestestogs løpekatt, Logma T-300 kvistemaskin på dalstasjonen.

### 3.4.2. Moxy kabelkran med løpende bærekabel

#### Utstyret

Kabelkranen er montert på en Moxy lastetraktor. Det er brukt en Lantec 3-tromlet vinsj med interlukking mellom tromlene og planetdrift i hver av tromlene. Vinsjen er bygget av Lantec og taubanen av Moxy A/S etter spesifikasjoner av NISK, Avdeling for driftsteknikk. Traktor med tårn og vinsj veier 280 kN. Stålmasten er et tipp/teleskoptårn og er 15 m høyt. Motorkraften er 154 kW.

De maksimale kjørehastigheter på trekk- og returlinene er 11 m/sek. (40 km/time). Til sammenligning kan nevnes måleresultatene fra en tyngdekraftdreven pendelbane i Spjotsodd, Telemark. Det var 1.100 m fritt spenn og en høydeforskjell på 410 m. Likevel var kjørehastighetene mellom 5 og 6 m/sek. og de største kjørehastighetene var oppe i 8,5 m/sek. Moxy kabelkran kan derfor med fordel brukes både for kjøring oppover og nedover, og man kan ikke regne med at løpekatten, f.eks. ved fallbaner, har større hastighet under returkjøringen ut i felt enn de hastighetene som Moxy kabelkran arbeider med. Såvel trekk- og uttrekkslinene som returlinene har en tykkelse på  $D=14$  mm (6x26+1). Trekklinens lengde er 945 m, uttrekkslinen 880 m, heiselinen 50 m og returlinen 1.490 m. Dette betyr at banen kan brukes på lengder opp til 700 m, selv om 300 - 500 meters lengder er å foretrekke, både av ergonomiske grunner for menneskene, og av økonomiske grunner.

Ved foten av ståltårnet er det montert 4 barduntromler hver med 75 m barduner, som har en tykkelse på 18 mm. Dessuten er det en hjelpetrommel med 1.090 m hjelpeline med 8 mm tykkelse. Det er 2 monteringslinjer på 760 m hver med 2,1 mm tykkelse og en 1.360 m monteringsline med 4 mm tykkelse.

Under forsøksdriften prøvde vi først en uttrekkskatt av amerikansk konstruksjon. (fig. 60 B). Da erfaringene med denne ikke var gode, konstruerte NISK, Avdeling for driftsteknikk en trommelkatt, og etter at prototypen ga vellykkede resultater kom vi fram til en endelig utforming (fig. 60 D).

Virkingen av en tretromlet interlukket vinsj er vist i figur 50. De to trekk-tromlene (T og UT i fig. 50 A) trekker løpekatten innover mot vinsjen ved hjelp av trekklinen (2) og uttrekkslinen (2a). Samtidig går returtrommelen (R i fig. 50 A) i motsatt retning og gir ut returlinen (3). Da de tre tromlene er forbundet med hverandre, blir lasset holdt klar av bakken ved hjelp av spenningene mellom trekk- og uttrekkslinene på den ene siden og returlinene på den annen. Dette tas opp som et internt vridningsmoment mellom returtrommelen og trekk-/uttrekks-tromlene (SAMSET 1979 s. 183).

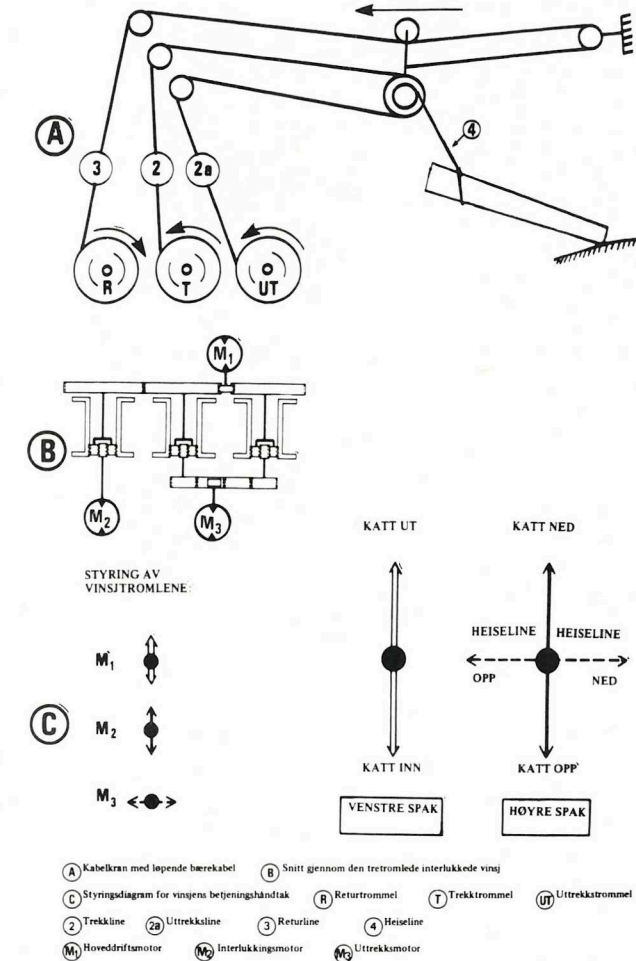
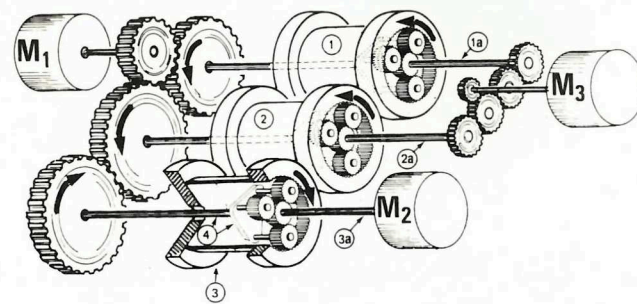


Fig. 50. Kabelkran med løpende bærekabel og tretromlet interlukket vinsj.

Etter hvert som løpekatten beveger seg innover mot vinsjen, minsker radien på returtrommelen mens radien på trekk- og uttrekks-tromlene øker. Derfor må turtallet mellom de to trommelsettene justeres. Dette skjer ved at det er planetdrev innebygget i hver av tromlene (fig. 50 B). Den hydrauliske motor ( $M_1$ ) driver samtlige tre tromlers planetdrev, returtrommelen i en omdreiningretning og trekk-/uttrekks-tromlene i motsatt omdreiningretning. Den hydrauliske motor ( $M_2$ )



- M<sub>1</sub> Hovedmotor til drift av alle tre tromler
  - M<sub>2</sub> Interlukningsmotor koblet til solhjulet for returtrommelen til regulering av returtrommelens turtall
  - M<sub>3</sub> Motor til regulering av trekk- og uttrekkslinenes hastighet. Gjennom gir er motoren koblet til solhjulene i trekk- og uttrekksstromlene for å regulere deres turtall i forhold til hverandre
- 1 Uttrekkstrommel      1a Aksel til solhjulet i uttrekkstrommelen      2 Trekkstrommel
  - 2a Aksel til solhjulet i trekkstrommelen      3 Returtrommel      3a Aksel til solhjulet i returtrommelen
  - 4 Aksel til drift av planetbæeren med de tre planetjulene

Fig. 51. Den tretromlede interlukkede Lantec vinsj som er brukt i Moxy kabelkran.

er koblet til returtrommelen. Ved å sette returtrommelens solhjul i bevegelse i den ene eller den andre av de to omdreiningretningene ved hjelp av hydraulisk motoren (M<sub>2</sub>), regulerer man returtrommelens turtall i forhold til de 2 andre tromlene (fig. 51).

I trommelkatten går trekklinen inn på oversiden av venstre trommeldel, og uttrekkslinen på undersiden av høyre trommeldel. Heiselinen går inn på midtre trommeldel (fig. 59). Hvis trekk- og uttrekkstrommelen går med samme omdreiningshastighet, holder heiselinen seg i ro i forhold til løpekatten. Hvis trekklinen går litt fortere enn uttrekkslinen når man kjører innover mot vinsjen, heiser man heiselinen og lasset opp. Går uttrekkslinen raskere enn trekklinen, senkes lasset. Dette skjer ved en hydraulisk motor (M<sub>3</sub>). Hvis denne holder seg i ro, står solhjulene i trekk- og uttrekksstromlene stille. Setter man den hydrauliske motoren (M<sub>3</sub>) i bevegelse, vil solhjulet i den ene av de to tromlene gå i en omdreiningretning mens solhjulet i den andre trommelen går i motsatt retning. Det fører til at den ene av tromlene går langsommere og den andre hurtigere.

Systemet gir enkel betjening (fig. 50 C). Hoveddriftsmotoren (M<sub>1</sub>) blir betjent med venstre spak. Skyver man spaken fram, blir løpekatten kjørt utover fra vinsjen. Trekker man spaken tilbake, kjører løpekatten innover igjen. Justeringen av interlukningsmotoren på returtrommelen (M<sub>2</sub>), skjer ved høyre spak. Skyver man spaken framover, slakkes linene så løpekatten og lasset blir senket ned mot bakken. Trekker man spaken til seg, strammes linene opp og lasset hever seg fra bakken.

Justeringene av turtallet mellom trekk- og uttrekksstromlene skjer ved å regulere uttrekksmotoren (M<sub>3</sub>) med høyrehåndsspaken. Førres den til høyre, går trekklinen langsommere enn uttrekkslinen når man kjører innover mot vinsjen, og heiselinen senker seg ned mot bakken. Setter man spaken til venstre går trekkstrommelen fortere, og heiselinen blir trukket opp mot løpekatten. Man får det samme resultat når man kjører løpekatten utover fra vinsjen.

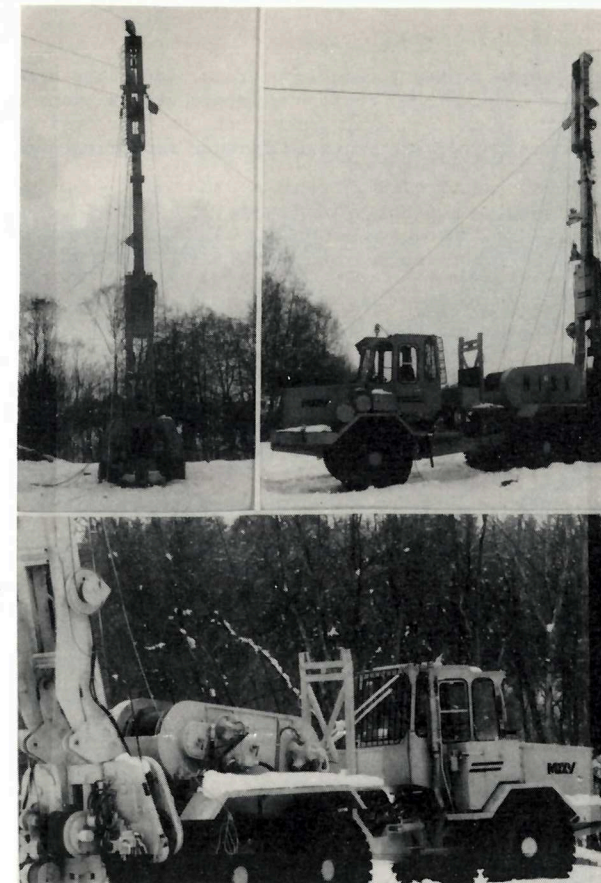


Fig. 52. Moxy kabelkran med teleskop/tipp-tårn. Lantec vinsj montert på Moxy lastetraktor.  
A : Vinsj og tårn sett bakfra.  
B : Vinsj og tårn sett fra siden.  
C : Detaljbilde av vinsj og tårnfot.

Navnet "løpende bækabel" skriver seg fra at det er trekk- og returlinene som bærer lasset, og det fører til økt ståltauslitasje. På den annen side blir systemet enkelt og lett å montere. Man får også en fleksibel kjøring som er lett å tilpasse til varierende terrengforhold, fordi lasset kan heves og senkes i forhold til terrenget.

Monteringen

Monteringsteknikken er vist for transport ovenfra en li og ned til en dalstasjon, og fra et horisontalt felt, f.eks. tvers over en dal. Den samme monterings-teknikken brukes også ved transport nedenfra en li og oppover når hellingen er flatere enn ca. 20%.

Lunningen foregår fra en side av kabelen. Man unngår større bredder enn ca. 20 m. Første gang monteres kablene langs bestandskanten. Deretter hogger man og driver ut en 20 m stripe, hvoretter banen flyttes sidelengs inn til den nye bestandskanten.

Flyttingen ved dalstasjonen utføres av vinsjføreren, mens flyttingen av øvre ende-feste utføres av formannen.

Ved denne taubanetypen brukes forhåndsmontering, idet lagets formann tar ut forankringspunkter og endetrær. Formannen legger ut den tynne monteringsline I på feltet før taubanen med mannskap kommer dit. Han tar også ut bardunfester og setter bardunstroppene fast. Forøvrig foregår monteringen på følgende måte:

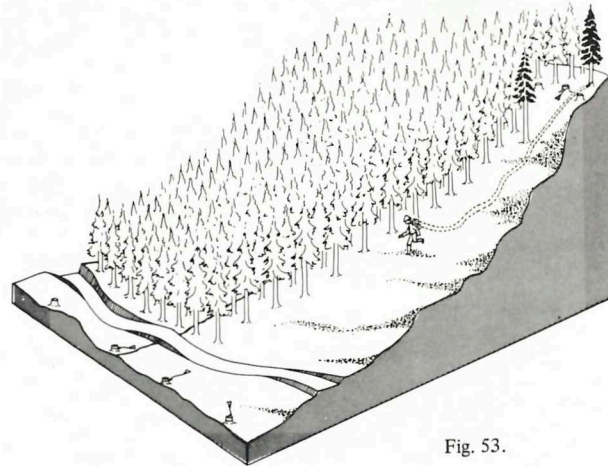


Fig. 53.

FASE I.

Formannen går ut med 2,1 mm monteringsline (fig. 53). Han setter forankringsstroppe på gode stubber ved øvre endefeste, tar ut et hensiktsmessig endetre, og setter forankringsstroppe på bardunfestene i nedre enden av banen.

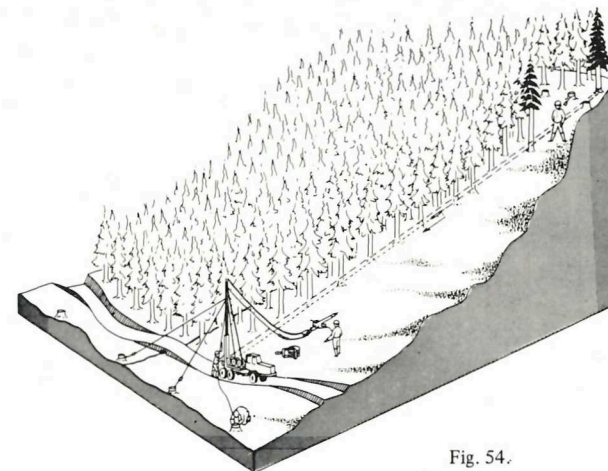


Fig. 54.

FASE II.

Taubanen med mannskap er kommet fram til feltet. Etter at tårnet er reist opp, trekker terrenngmannskapene bardunene ut fra barduntromlene og fester dem til forankringsstroppene. Samtidig blir endeblokken lagt til rette og festet til den dobbelte kauseblokken for forankring ved øvre enden. I mellomtiden trekker vinsjføreren først ut den 4,0 mm tykke monteringsline II ved hjelp av den 2,1 mm tykke monteringsline I. Deretter blir den 8 mm tykke hjelpelinen trukket ut. Formannen befinner seg ved toppen av banen for å inspisere at alt går rett for seg. Han har kontakt med vinsjføreren og dalstasjonen gjennom kortvegsradio.

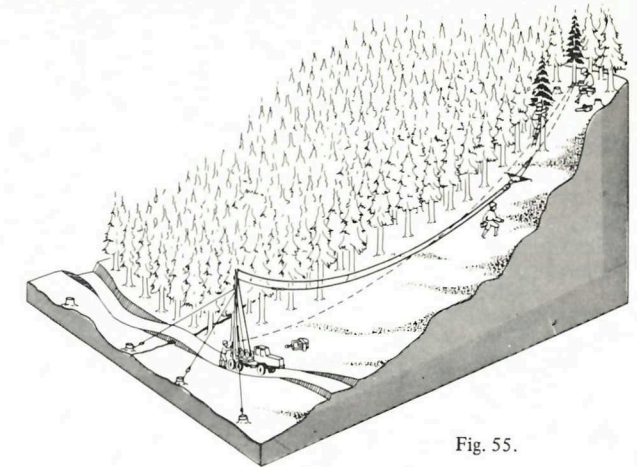


Fig. 55.

FASE III.

Den dobbelte kauseblokken med endeblokk og bukten av den 14 mm tykke returline blir trukket opp til toppen av feltet med hjelpelinen. Dobbeltblokken for å løfte trekk- og returlinene, blir montert i endetreet av formannen, og den øverste av hoggerne hjelper ham med det. Det hender at man bruker enkel stroppe mellom kauseblokken og endeblokken. Da blir den holdt oppe i endetreet med en hengebøyle. Man unngår tvinn med en stroppe ned fra endeblokken.

Etterpå tar hoggerne seg fram til sine hogststeder i bestandskanten, en øverst i lia og en lenger nede.

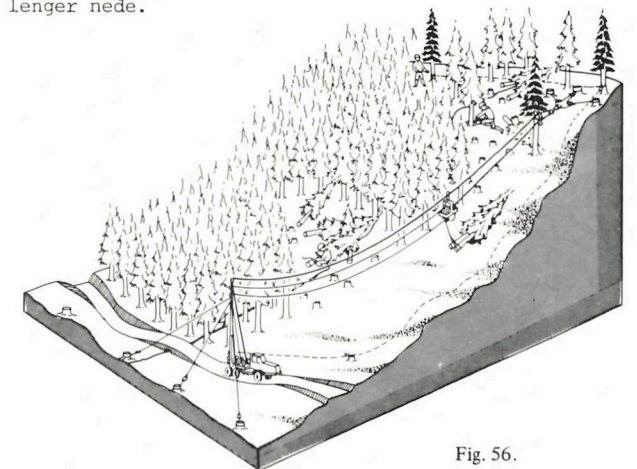


Fig. 56.

FASE IV.

Når løpekatten er hengt opp på returline og trekk- og returlinene er festet til løpekatten, strammer vinsjføreren linene opp. Er det tvinn i linene mellom løpekatten og endeblokken (i det lange spennet) kjøres løpekatten ut mot endeblokken. Formannen tar ut bolten i blikkshvelen (fig. 22) så endeblokken kan dreies rundt til man har fått bort tvingningen. Deretter kan transporten begynne. Hoggerne fellar og stropper lassene, og så blir de transportert ukvistet ned til vinsjen. Der blir de lagt vinkelrett mot veggen slik at en kvistemaskin kan få tak i dem for videre opparbeidelse.

Mens transporten foregår er formannen opptatt med å sette en ny kauseblokk med fordelingsstroppe ved toppen av neste stripe og han monterer ferdig øvre endetre. Hvis man må flytte bardunene, sørger formannen også for å ta ut nye bardunfester og sette bardunstroppe på dem.

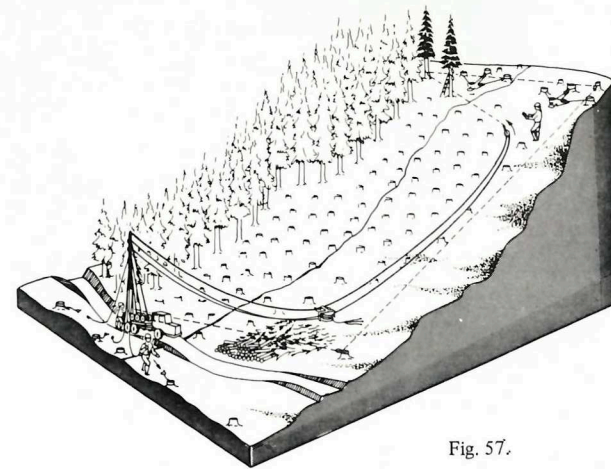


Fig. 57.

FASE V.

Når tømmeret er drevet ut fra første stripe, blir taubanen flyttet til neste stripe der formannen allerede har forhåndsmontert endefestene. Etter at linene (returlinen, trekklinen og uttrekkslinen) er lagt løst ned på bakken, flytter formannen endebløkken fra kauseblokken øverst på første stripe til den nymonterte kauseblokken ved neste stripe. Han bruker hjelpelinen til dette arbeidet. Han kan også benytte monteringsvinsj. Det er en fordel fordi han da slipper å belaste vinsjføreren ved dalstasjonen mens han flytter endefestet og løfter returlinene opp i den dobbelte løfteblokken i endetreet.

Ved dalstasjonen løsnes bardunene og traktoren flyttes langs veggen ca. 20 m til neste taubanestripe. I enkelte tilfeller kan man bruke de samme bardunfestene under driften av to striper. I andre tilfeller må man løsne bardunene og flytte dem over til nye festepunkter.

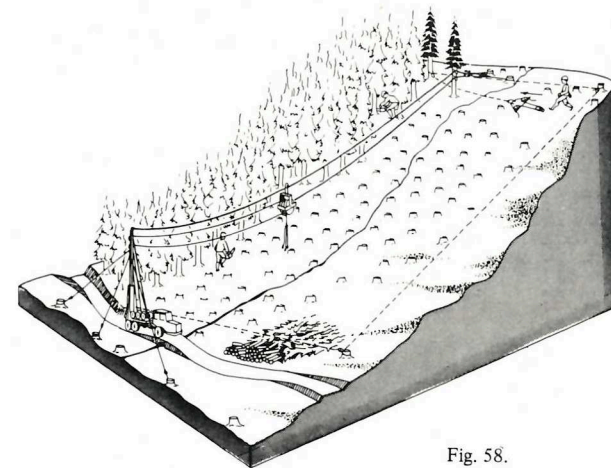


Fig. 58.

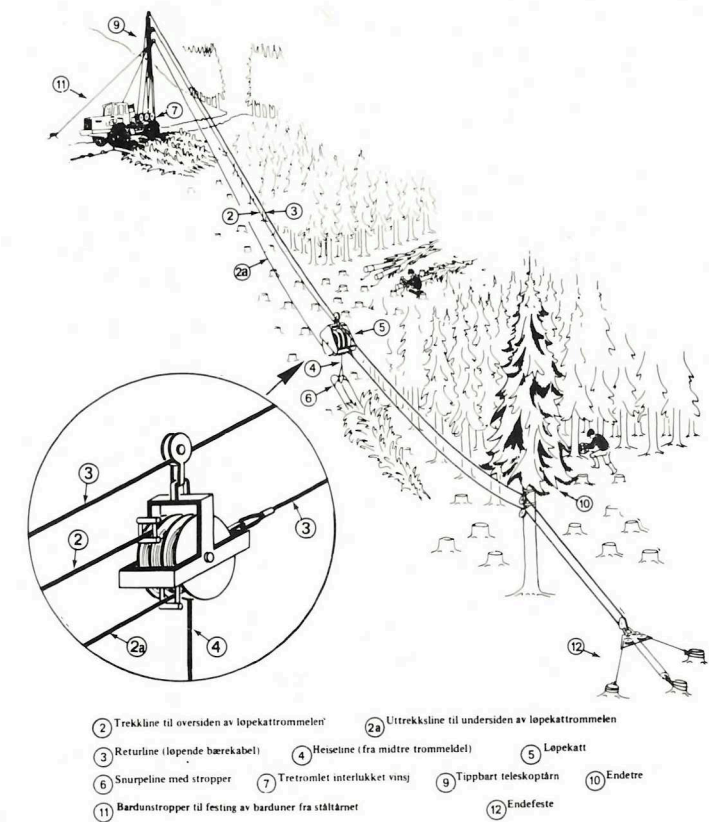
FASE VI.

Etter at øvre feste er montert og vinsjtårnet er bardunert, kan vinsjføreren stramme trekk- og returlinene slik at de løfter seg over fra foregående til den nye kabeltrasé. Han tar ut eventuelle tvinn (se FASE IV) og strammer opp linene. Hogsten og transporten kan begynne på den nye 20 m stripen. Formannen flytter den dobbelte kauseblokken med fordelingsstropp over til toppen av taubanestripe nr. 3, slik at han kan fortsette forhåndsmonteringen der.

Tidsforbruk for monteringen.

Den største fordelen med denne taubanetypen er at den er enkel å montere fordi det er få liner å holde greie på. Taubanen har ingen bærekabel idet trekk- og returlinene løfter lassene over terrenghindringene. Derfor går linene i en og samme trasé. Ved at en arbeidende formann foretar planleggingen og forhåndsmonteringen av endefester, bardunfester m.v., blir det kort monterings- og demonteringstid for mannskapet. De utjevnete gjennomsnittsverdiene fremgår av tabell 7. For en 300 m bane tar det 2,6 timer for arbeidslaget å montere og demontere den og for en 500 m bane tar det ca. 5 timer.

Det tar arbeidslaget omtrent en halv time å flytte banen 20 - 40 m fra en trasé til den neste. Gjennomsnittsverdiene for laget for 21 flyttinger med Moxy kabelkran var 0,19 timer pr. flytting.



- ② Trekkline til oversiden av løpekattrommelen
- ③ Returline (løpende bærekabel)
- ④ Husetine (fra midtre trommeldel)
- ⑤ Løpekatt
- ⑥ Snurpeline med stropper
- ⑦ Tretromlet interlukket vinsj
- ⑧ Tippbart teleskopstårn
- ⑨ Endefeste
- ⑩ Endetre
- ⑪ Bardunstropper til festing av barduner fra stiltårnet
- ⑫ Endefeste
- ⑭ Uttrekksline til undersiden av løpekattrommelen

Fig. 59. Transport oppover med Moxy kabelkran.

Tabell 7. Utjevne tider (i timeverk og i timer for laget) for montering, demontering og flytting av Moxy kabelkran med løpende bærekabel.

BANELENGDE ( $L_1$ ), m	100			300			500		
	TIMEVERK			TIMER FOR LAGET					
Montering	3,5	10,5	17,5	0,70	2,10	3,5			
Demontering	0,7	2,5	7,5	0,14	0,50	1,50			
Sum	4,2	13,0	25,0	0,84	2,60	5,00			
Flytting	1,2	2,1	3,0	0,24	0,42	0,60			

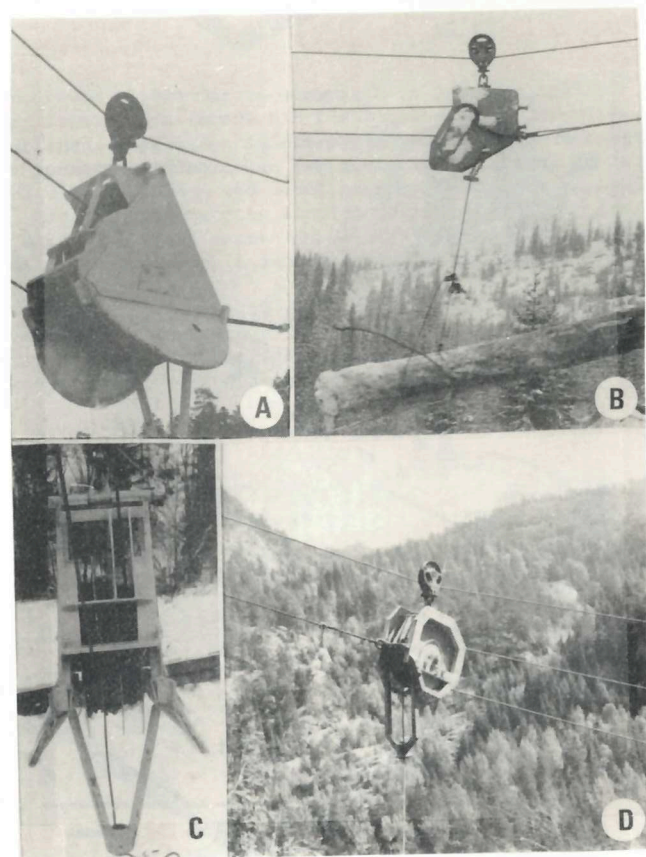


Fig. 60. Lopekatter for Moxy kabelkran.  
 A : Trommelkatt. Prototyp konstruert av Norsk institutt for skogforskning.  
 B : Uttrekkskatt av amerikansk konstruksjon.  
 C : De tre delene av en trommelkatt. Trekktrummeldelen til venstre, uttrekktrummeldelen til høyre og heisetrummeldelen i midten.  
 D : Trommelkatt konstruert av NISK.

Driftsmetoden.

Forsøkene omfatter hogst og transport av ukvistede trær ned til en dalstasjon der trærne ble kvistet til stammer med en Logma T-300 kvistemaskin.

Mannskapet består av formann, vinsjfører, to terrengarbeidere, veltemann og en operatør på kvistemaskinen.

Taubanedriften blir ledet av en arbeidende formann. Han leder det daglige arbeidet, tar standpunkter i forbindelse med vedlikehold m.v. og foretar forhåndsmontering av hardunfester og endefester. Mens mannskapet er opptatt med å kjøre fram virke fra en kabeltrasé, monterer formannen endefestene på neste trasé. I enkelte tilfeller får han hjelp av en av terrengarbeiderne. Kabelen flyttes sidelengs ca. 20 m pr. gang. Etter at kablene er strammet opp i en ny trasé, felles og forhåndsstropes trærne fra den ene siden av kabelen slik at den nye 20 m stripen blir avdrevet.

I terrenget arbeider det to skogsarbeidere, den ene langt nede i lia og den andre høyt opp i lia. Mens vinsjføreren kjører ned lasset fra den ene skogsarbeideren, feller og stopper den andre et nytt lass.

Kvistemaskinen gjør trærne opp til stammer etter hvert som de kommer fram på velteplassen, hvoretter de blir lagt hensiktsmessig til for opplassing på lastebil.

Tabell 8. Moxy kabelkran med tretromlet interlukket vinsj og løpende bærekabel 1980.

DELOPERASJONER	MIN./LASS	%
Returkjøring med tomkatt	0,57	16,1
Uttrekking av heiseline	0,62	17,4
Stropping	0,45	12,7
Innsleping av lass	0,41	11,5
Lasskjøring	0,89	25,1
Manuell avstropping	0,61	17,2
SUM	3,54	100,0

Deltidens relative andel av virketiden er vist i tabell 8. På grunn av de store kjørehastighetene utgjør undervegstidene forholdsvis liten andel av virketiden, mens terminaltidene i feltet og på velteplassen tar den største delen av virketiden. De samlede tapstider var 36,0%.

Tabell 9 gir en oversikt over prestasjonene i  $m^3$  pr. arbeidsplassstunde. Prestasjonene gjelder kjøringen etter at taubanen er montert. Kabelkranen ble ofte flyttet en eller to ganger pr. dag, en kostnad som kommer i tillegg til selve lunne- og kjørekostnadene.

Tabell 9. Moxy kabelkran med tretromlet interlukket vinsj og løpende bærekabel 1980. Prestasjoner i m<sup>3</sup>/arbeidsplassestunde. Stammedrift.

M <sup>3</sup> /LASS	KJØRELENGDE (L <sub>T</sub> )		
	100 m	200 m	300 m
0,6	10,5	7,8	6,1
0,8	12,8	9,8	7,9
1,0	14,5	11,4	9,3
1,2	15,8	12,6	10,5
1,4	16,7	13,6	11,4

### 3.5. METODER OG DRIFT MED LETTE KABELKRANER.

Denne taubanetypen er en videreføring av den tradisjonelle slepetaubanen og egner seg for korte transportlengder vanligvis mellom 100 og 300 meter. Den arbeider best på distanser mellom 50 og 150 meter. Etter at det lykkes å komme fram til bukk for løpende bærekabel, arbeider de også godt på lengre distanser, opp til 300 m.

Vinsjen er konstruert for montering på landbrukstraktor eller lunnetraktor. Opprinnelig var hver av tromlene utstyrt med clutch og brems. *Ludvig Isachsen* konstruerte den første 2-tromlete vinsjen for landbrukstraktorer i 1951. Den var utstyrt med et 6 m høyt ståltårn som ble tippet over traktoren under transport (tipptårn). Under kjøringen blir lasset løftet opp over terrenghindringene ved å bremse på returtrommelen. Dette fører til store effekttap. Dessuten er det vanskelig å kjøre løpekatten jevnt langs banen. Løpekatten "hopper og danser" under lasskjøringen og returkjøringen. Iglands teleskopvinsj er en moderne versjon av den opprinnelige slepetaubanen og har de samme svakhetene.

Det ble en vesentlig forbedring etter at man utstyrte vinsjtrømlene med interlukking. Da er vinsjtrømlene forbundet med hverandre slik at den ene trommelen kjører inn, samtidig som den andre kjører ut. For å snu løpekattens kjøreretning, må man snu omdreingsretningene for trekk- og returtrømlene.

Når man kjører innover med lass, bygger ståltauet seg opp på trekktrømmelen så radien øker, samtidig som radien minker på returtrømmelen. Trommelradiene endrer seg under kjøringen og turtallet må reguleres. Ved hydraulisk drift skjer det ved at man regulerer oljemengden til de hydrauliske motorene som driver vinsjtrømlene (Owrens variovinsj). Ved mekanisk drift kan variasjonen i trømlenes turtall utføres ved hjelp av en beltevariator (Iglands interlukkede vinsj). (Fig. 68).

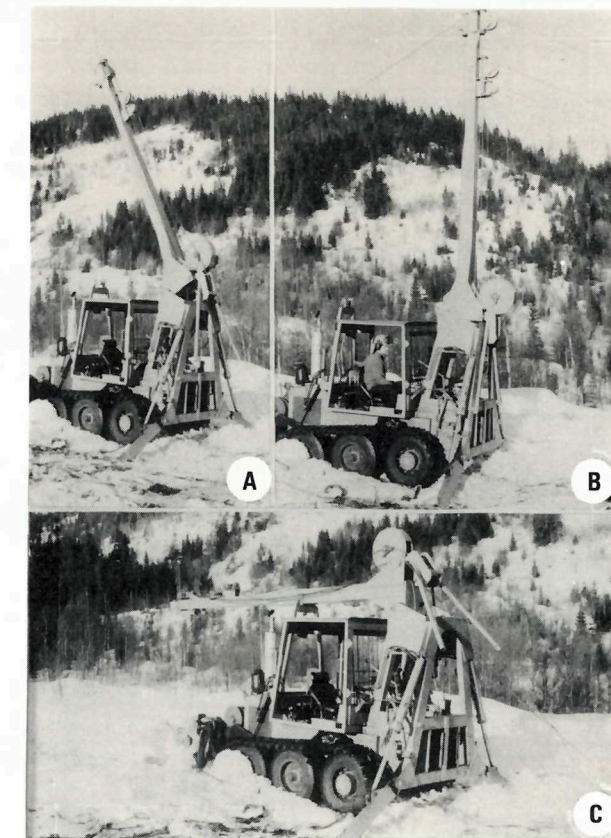


Fig. 61. Forsøksdrift med Johs. Owrens Variovinsj. Hurdal 1980.  
A og C: Hydraulisk heving av tipptårnet.  
B: Tårnet forankret med fotstøtter og en bardun. Ovenfra i tårnet: returline, trekkline og uttrekksline.

#### 3.5.1. Owrens variovinsj

Variotractor 912 er konstruert av *Owrens Mekaniske Versted A/S*, Vingrom. Det er en liten beltetraktor til lunning i skogbruket og til anleggsdrift. Den veier 26 kN (2,6 tonn) og har et marktrykk på 17 kPa (0,17 kg/cm<sup>2</sup>). Den er drevet av en luftavkjølt tresylindret dieselmotor hvis motoreffekt er 40 kW ved 2.500 omdreinger/min. med et vridningsmoment på 172 Nm ved 1.600 omdreinger/min. Traktoren har hydrostatisk kraftoverføring fra motor til belter. En dobbelt variabel hydraulpumpe gir oljemengde og trykk til 2 hydrauliske motorer, en på hvert belte. Ved å variere oljemengden kan man få forskjellige hastighet på beltene så traktoren svinger. Man kan returnere oljen så traktoren kan rygge. Etter forslag fra NISK konstruerte Owrens Mekaniske Verksted en hydrostatisk drevet to-tromlet vinsj med tipptårn som tilleggsutstyr til traktoren.

Under transport fra et område til et annet ligger tipptårnet framover traktoren. Man reiser det opp med hydraulisk trykksylinder. Tårnet blir støttet i sideretningen med to hydrauliske sidestøtter. De kan løftes helt opp under transport fra et felt til et annet. Det gjør at man kan forankre tårnet med en bardun. Utstyret er smidig, og det er lett og raskt å flytte traktor med vinsj fra en stripe til den neste.



Tipptårnets høyde er 6,5 m og med vinsj og tårn veier traktoren 41 kN (4,1 tonn). Da er marktrykket 30 kPa (0,3 kg/cm<sup>2</sup>).

Den maksimale trekk-kraft på trekk- og returlinene varierer mellom 18 og 26 kN (1,8 - 2,6 tonn). På høygear er trekk-kraften mellom 10 og 15 kN.

Trommelhastighetene kan varieres trinnløst fra 0 - 2,6 m/sek. på lavgear og fra 0 - 4,9 m/sek. på høygear.

Under forsøkene ble vinsjen først kjørt som en vanlig 2-tromlet vinsj. Da ble heiselinen trukket ut til siden på samme måte som ved de tradisjonelle slepetaubanene. Det var tungt for mannskapene. Derfor ble vinsjen supplert med en egen trommel for en uttrekksline. Derved kan man bruke en trommelkatt av lignende konstruksjon som for Moxy-vinsjen. (Se figur 59). Til å begynne med brukte man en mindre motor på uttrekkstrommelen. Under kjøringen bør man imidlertid holde løpekatten klar av bakken såvel under kjøringen som når løpekatten står i ro under på- eller avlessingen. Derfor viste det seg at man må ha samme hydrauliske motorstørrelse såvel for uttrekkstrommelen som for trekkstrommelen og returtrommelen. Alle linene er 10 mm tykke. Trekklinen og uttrekkslinen er 200 m, mens returlinen er 400 m lang.

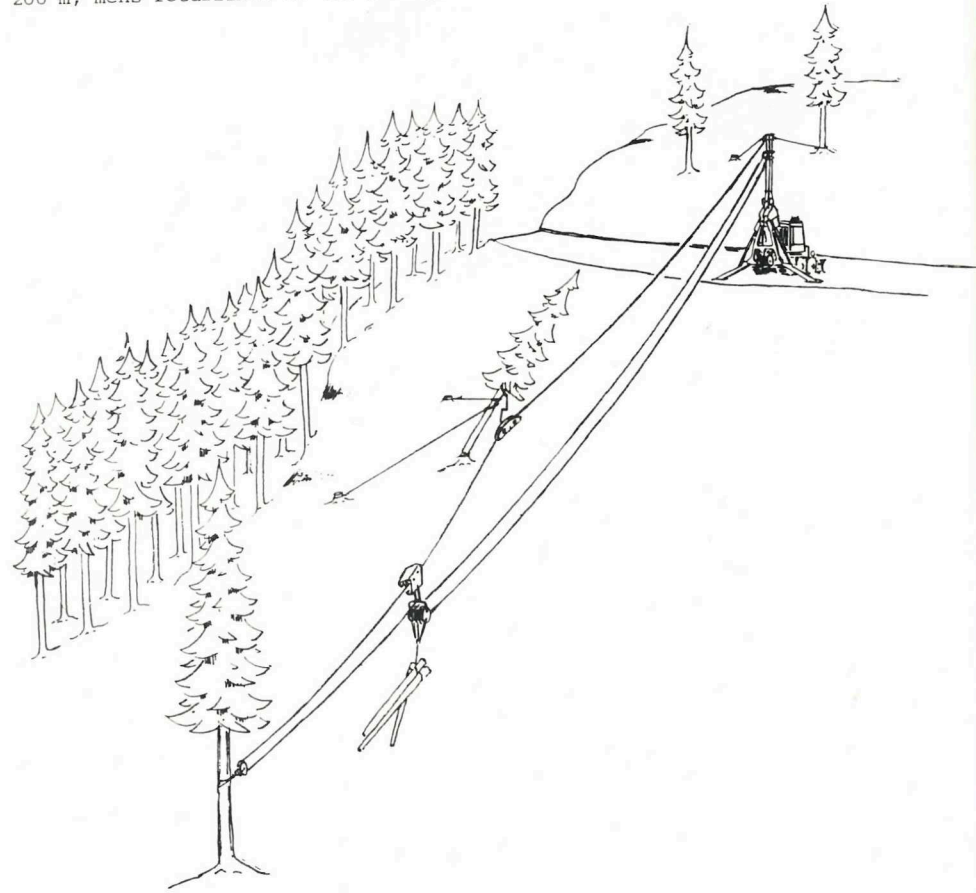


Fig. 62. Owren Variovinsj med bæresko for løpende bærekabel.

Variovinsjen med tårn kan også monteres på andre traktortyper, f.eks. en ramme-styrt lunnetraktor (fig. 63). Det er en god "pensjonsordning" for traktoren og vinsjen er lett å flytte langs landeveg fra et sted til et annet. Der hvor forholdene ligger til rette for det kan man forkorte tårnet og bardunere dette til traktorens framende. Ved å montere støtteanker bak traktoren får man en enhet som er rask å montere og flytte fra en taubanestripe til den neste (fig. 33).

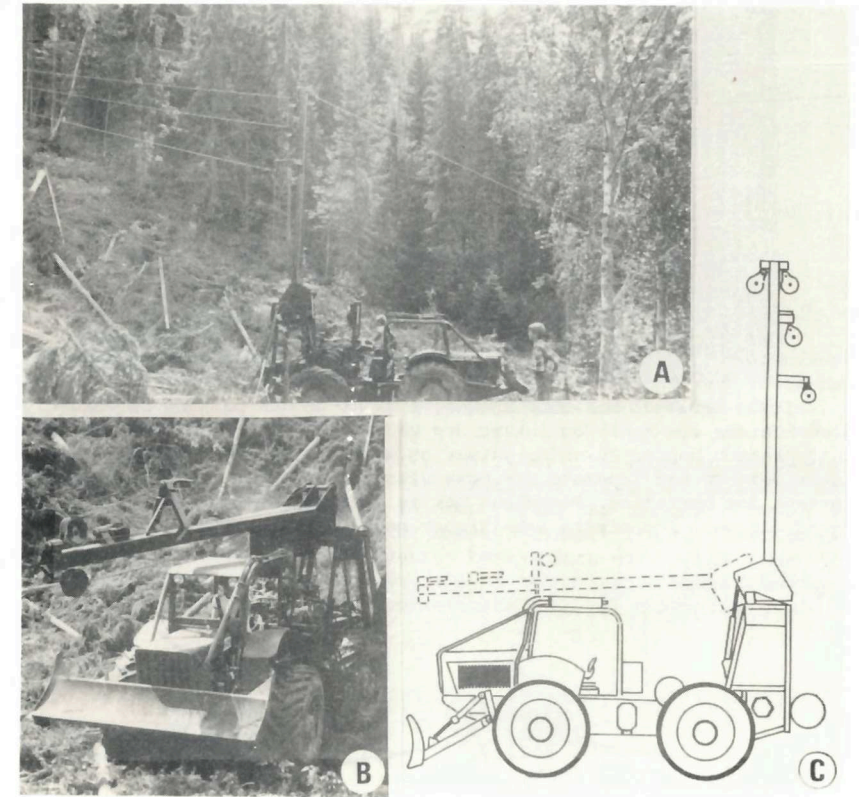


Fig. 63. Owren Variovinsj montert på ramme-styrt lunnetraktor.

Bukk for kabelkran med løpende bærekabel.

Kabelkraner med løpende bærekabel har hatt den svakhet at man ikke kan montere bukk i spennet. Dette er en stor hindring under norske forhold der terrengforholdene ofte gjør det nødvendig med bukk. Man har eksperimentert med slike bukker i mange land, uten at man har kommet fram til noen hensiktsmessig løsning. Under forsøksdriftene har det imidlertid lyktes å komme fram til en bukk som egner seg for kabelkran med løpende bærekabel (fig. 64, 65 og 66).

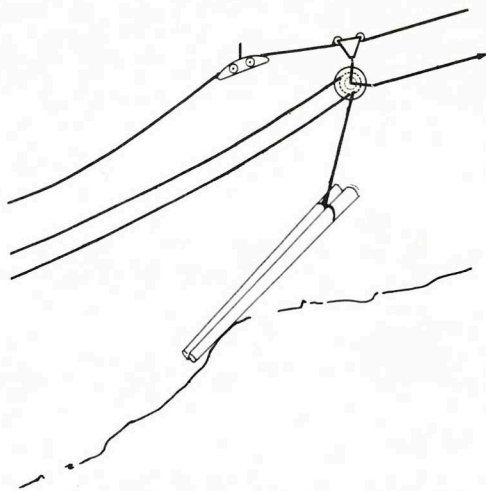


Fig. 64. Bæresko for løpende bærekabel.

Bæreskoen er dobbelt slik at det er plass for returlinen mellom bæreskoens flenser. I hver ende av bæreskoen er det en trinse som returlinen løper på. Løpekattens bærehjul har stor bredde, slik at de kan passere bæreskoen. En låsemekanisme som åpner og lukker seg ved anslag mot bæreskoens arm, hindrer at løpekatten hopper av under passering av bukken. Det er også konstruert en større bæresko med løpekatt for Moxy-vinsjen. Denne er imidlertid tung og tidkrevende for montering. Forsøkene har imidlertid vist at bukktypen er godt anvendelig også for større kabelkraner med løpende bærekabel.

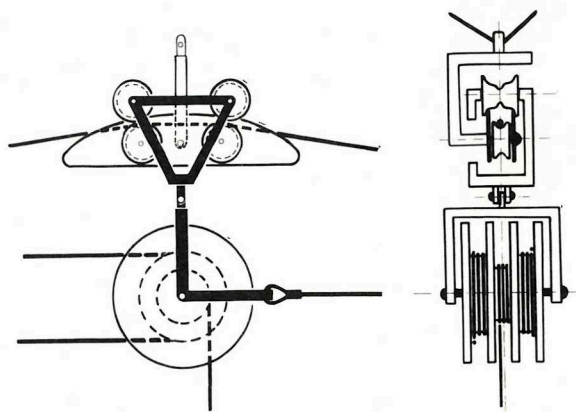


Fig. 65. Løpekatt passerer bæresko for løpende bærekabel.

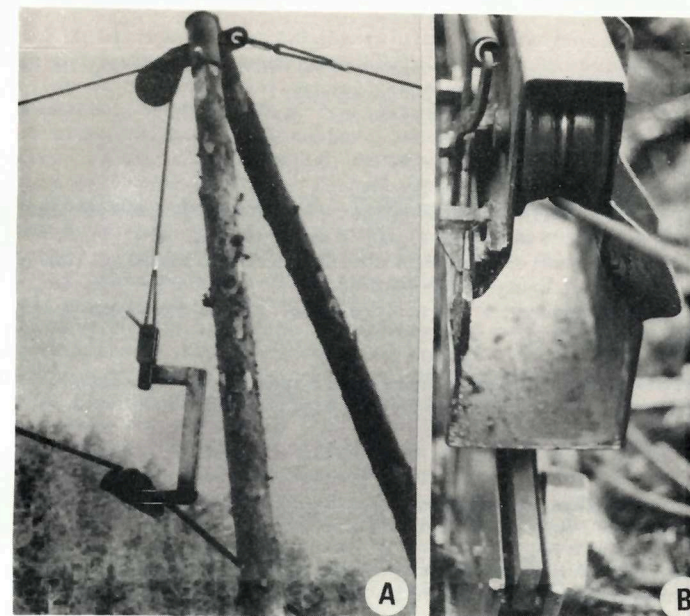


Fig. 66. A : A-bukk med bæresko. B : Løpekatt med brede hjul.

Ved vanlige spenn, og ikke alt for stor knekkvinkel i bærekabelen ved bukken, kan man kjøre løpekatten over bukken uten hindringer (fig. 64). Dette er det normale og det er sjelden nødvendig å ta noen hensyn ved bukkpasseringen. Det har aldri forekommet noen vanskeligheter under forsøksdriftene. I unntagelsestilfeller, der det er stor vertikal knekk i bærekablene over bukken, kan det oppstå problemer (fig. 67 A). Da er det mulig å senke lasset ved å låre ut heiselinen ved hjelp av trekk- og uttrekkslinene like før bukkpasseringen (fig. 67 B).

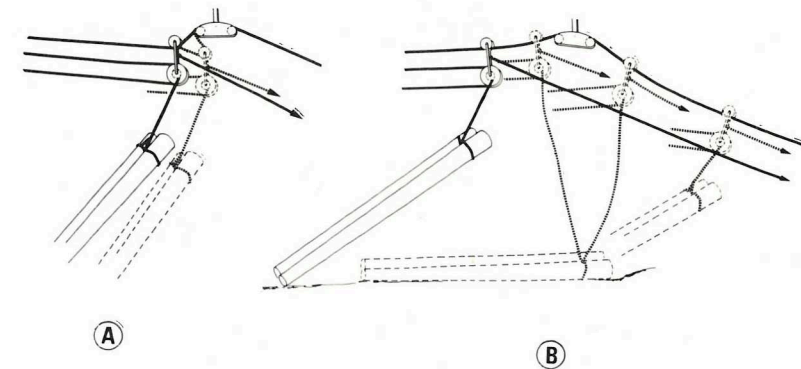


Fig. 67. Bæresko for løpende bærekabel. Hvis det er stor knekk kan man kjøre fast lasset i skoen.  
 A : Lasset kjører seg fast.  
 B : Ved å senke lasset til bakken blir løpekatten avlastet så den lett passerer bæreskoen.

Den ubelastede løpekatt kan derved passere bukken hvoretter man heiser opp lasset igjen for videre transport langs kabelen.

### 3.5.2. Iglands interlukkede vinsj

Den første interlukkede vinsjen ble bygget ved NISK's eksperimentalverksted i 1978. En vanlig 2-tromlet vinsj med clutch og brems ble utstyrt med vendegeare. Man spolet tauet ut på returtrommelen og inn på trekkrommelen. Omdreiningen ble snudd ved hjelp av vendegearet når løpekatten skulle kjøres i motsatt retning. Variasjonen i turtallene under kjøringen framkom ved å slure på kluttsjene.

Man kunne kjøre vinsjen dels på tradisjonell måte eller som interlukket vinsj. På prøvelaboratoriet viste det seg at ved kjøring med 1.000 kg's last var trekkkraften under interlukk-kjøring bare 1/6 part av trekk-kraftbehovet ved kjøring med clutch og brems. Det viste seg imidlertid vanskelig å kontrollere sluringen på clutchene. Derfor bygget Per Igland's Fabrikk A/S en ny type interlukket vinsj for 300 m kabelkran med løpende bære-kabel. Turtallene på trekk- og retur-tromlene ble regulert med beltevariator for å få jevn kjøring og passe stramning på linene.

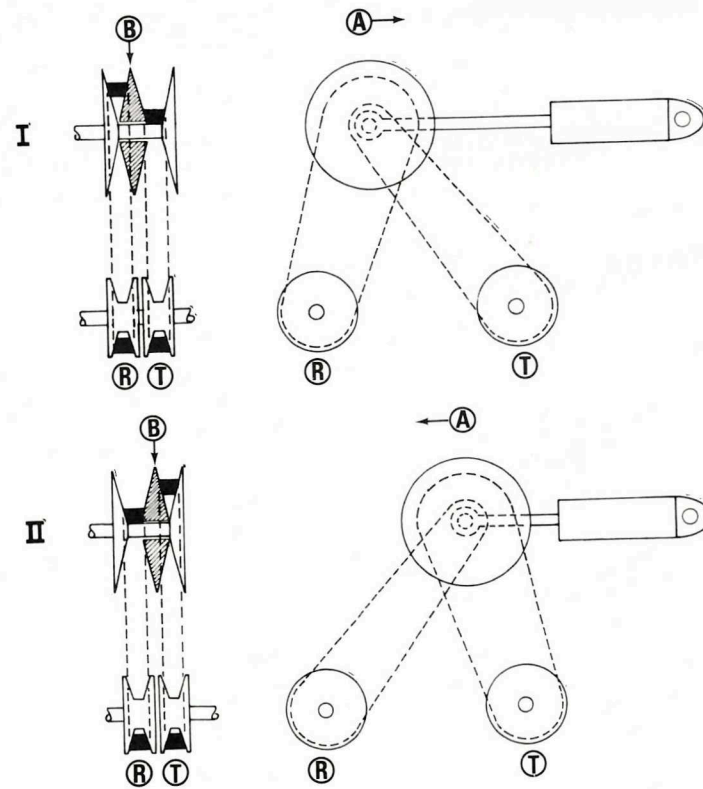


Fig. 68. Virkemåten for en beltevariator.

Virkemåten av en beltevariator framgår av figur 68. De to nederste belte-hjulene er forbundet med henholdsvis returtrommelen (R) og trekkrommelen (T). Det øvre belte-hjulet (A) er dobbelt, idet den midtre flensen (B) kan forskyve seg sidelengs langs akselen. En hydraulisk trykksylinder kan bevege det øvre belte-hjulet (A) i sideretningen. I situasjon I er det øvre belte-hjulet skjøvet lengst ut mot venstre. Da går returtrommelen forttere enn trekkrommelen. I situasjon II er det øvre belte-hjulet skjøvet lengst over i høyre posisjon. Da går trekkrommelen raskere enn returtrommelen. Hastighetsvariasjonene i trekk- og retur-linene følger turtallsvariasjonene i trekk- og retur-tromlene. Den reguleres kontinuerlig ved å styre det øvre belte-hjulet (A) ved hjelp av trykksylinderen fra venstre til høyre posisjon eller omvendt.

Et av formålene med eksperimentene var å finne ut hvor mange belter det skulle være i beltevariatoren. Ved riktig valg av turtall kom man fram til at det var tilstrekkelig med ett belte i beltevariatoren og dermed kunne man bygge en lett og hensiktsmessig vinsj med interlukking for landbrukstraktor.

Parallelt med disse eksperimentene bygget Per Igland en 2-tromlet vinsj påmontert et teleskoptårn. Vinsjen var av standard clutch/brems type. Vinsjen kunne kobles til 3-punkt opphenget på landbrukstraktor idet den ble drevet med kraftoverføring fra traktorens kraftuttak. Tårnet hadde en hovedbardun for å ta opp kreftene i trekk- og returlinene og to sidebarduner. Ved å montere disse litt framover i forhold til vinsjen kunne vinsjen stå alene med tårnet (fig. 70). Traktoren kunne kobles fra og kjøres vekk fra en oppmontert taubane. Vinsjen fikk navnet Iglands Teleskopvinsj og har allerede fått stor utbredelse i det praktiske skogbruk. Den er et ledd i utviklingen av Igland's interlukkede vinsj, idet clutch/brems vinsjen blir erstattet med en interlukket vinsj.

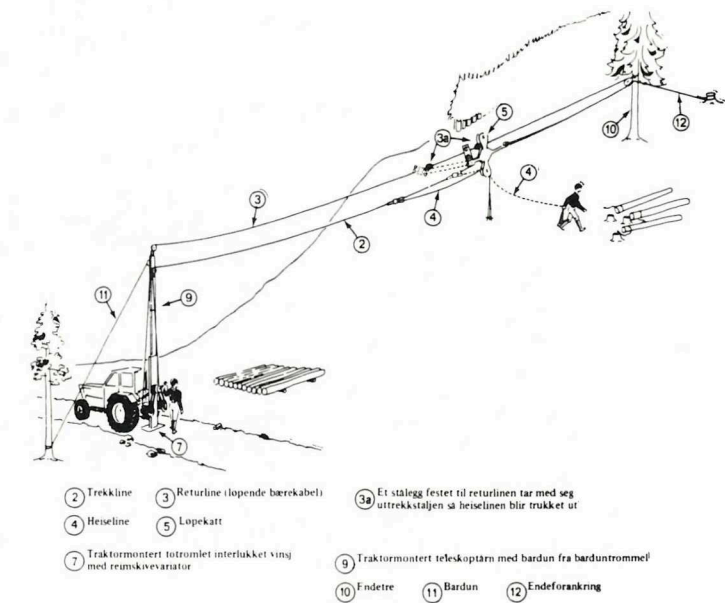


Fig. 69. Kabelkranlunning med Iglands interlukkede vinsj og lopekatt med uttrekksblokk.

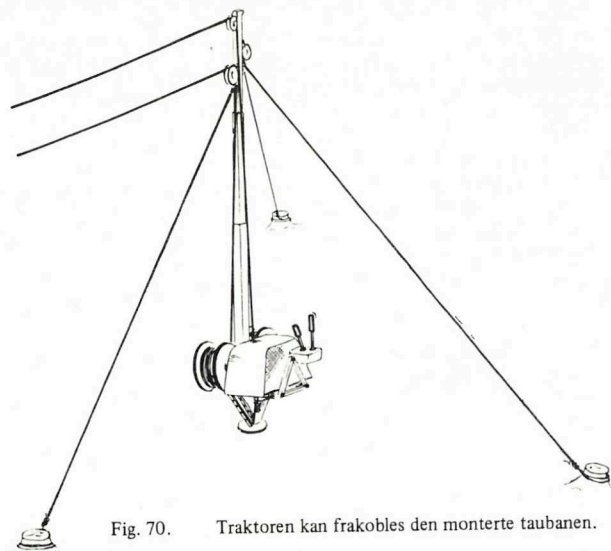


Fig. 70. Traktoren kan frakobles den monterte taubanen.

Den interlukkede vinsjen var ferdig i 1980 og har siden gått i forsøksdrift. Erfaringene er gode både hva driftssikkerhet og kjøreegenskaper angår. Det er en vesentlig fordel at vinsjen er utstyrt med interlukking, fordi kraftbehovet er mindre, så man kan kjøre med større hastigheter og større lass enn vanlig standard vinsj. Dessuten blir kjøringen mykere, fordi det er lett å kontrollere løpekattens høyde over bakken under lasskjøringen eller returkjøringen. Den interlukkede vinsjen viser seg å være et stort framskritt på vinsjteknikkens område, en erfaring man også har høstet i andre land.

Utstyret.

Iglands interlukkede vinsj er beregnet for montering på landbrukstraktor som minst bør ha en effekt på 50 kW. Det er imidlertid en fordel om effekten er noe



Fig. 71. Iglands interlukkede vinsj monteret på en Ford County traktor.

høyere. Vinsjen med tårnet veier 11,8 kN (1,18 tonn). Teleskoptårnets høyde er 6,65 m. Den maksimale trekk-kraft når klutsjen slurer er 54 kN (5,4 tonn) på tom trommel, og 29 kN (2,9 tonn) på full trommel. Beltevariatoren varierer hastigheten kontinuerlig, 1,7 - 5,6 m/sek. ved tom trommel og 3,3 - 10,7 m/sek. ved full trommel. Det er samme hastigheter og trekk-krefter på trekk- og returtrommelen. Man bruker 10 mm tykke liner. Trekklinen er 200 m lang og returlinen 400 m. Dessuten er det en hjelpetrommel med 400 m hjelpeline (5 mm tykk). Denne brukes til å kjøre ut de tykkere linene med i feltet. Bardunene blir trukket ut med håndkraft og festet med dobbelte kileklemmer (fig. 24). Ved videre utvikling av vinsjen bør linekapasiteten økes til 300 m banelengde. Man bør vurdere å gå over til tipptårn, som kan bygges stabilere enn teleskoptårnet.

Igland interlukkede vinsj har 2 tromler for at den kan egne seg for landbruks-traktor. Det er ingen uttrekkstrommel, og det er utviklet spesielle løpekatter for å lette arbeidet med å trekke heiselinen ut i terrenget. En uttrekksblokk med uttrekksline gjør det mulig å trekke ut heiselinen uten å bruke uttrekks-trommel (fig. 69).

Det er skrudd fast en medbringer i form av et stålegg på returlinen, der hvor innslepingen av lass skal foregå. Når den tomme løpekatten blir kjørt utover fra vinsjen, beveger returlinen, og dermed stålegget, seg innover mot vinsjen.

Ved innsleplingsstedet passerer stålegget løpekattens bæreblokk. Denne har så stor åpning at stålegget kan passere. Derimot er uttrekksblokken smal, og derfor tar stålegget den med seg i retning av vinsjen. Det gjør at uttrekks-linen trekker trekklinens trevegssvivel innover mot løpekatten slik at heiselinen (4) blir kjørt ut.

Stålegget må flyttes langs returlinen etter hvert som lunningen skrider fram. Stropperen stiller seg på det nye lunnestedet. Han gir stoppsignal til vinsjføreren så stålegget stanser. Stålegget skrues løs, og så holder stropperen det fast mens vinsjføreren kjører løpekatten fram til innvinsjingsstedet. Der blir stålegget skrudd fast til returlinen igjen.

Svakheten ved konstruksjonen er dels at man bare kan lunne fra et innlastnings-sted av gangen. Dessuten kan det bli tvinn mellom uttrekkslinen og heiselinen.

En annen måte å lette arbeidet med å dra ut trekklinen til tømmeret på, er å bruke løpekatt med fast heiseline (fig. 72). Da er det festet en medbringer (stålegg) på trekklinen. Avstanden fra trekkkroken tilsvarer lengden av heiselinen. I løpekatten er det en utløslbar gaffel (fig. 73).

Arbeidsrekkefølgen (fig. 72) begynner etter at lasset er kommet fram til velte-plassen. Før man løsner stroppene fra tømmeret, blir løpekatten kjørt utover mot feltet (fig. 72 A). Så snart medbringeren har låst seg fast i løpekatten, kan man løsne stroppene fra tømmeret. Mange ganger tar man stroppene av trekk-kroken og returnerer et sett tomme stroppe til terrenget. Veltemannen tar stroppene av tømmeret mens terrengmannen utfører sin del av arbeidet.

Løpekatten blir kjørt ut i terrenget med ferdig uttrukket heiseline ("fast" heiseline, fig. 72 B). Ved å bruke to egg (medbringere) på trekklinen kan man arbeide med to forskjellige lengder av heiselinen.

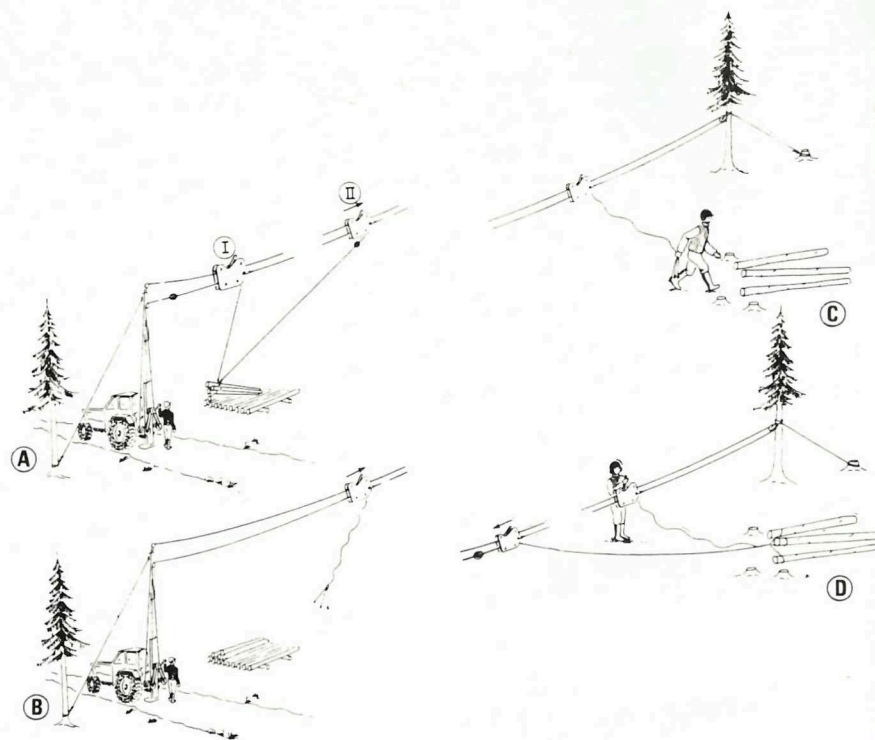


Fig. 72. Iglands interlukkede vinsj med løpekatt for fast heiseline.

I terrenget er det lett å dra heiselinen ut (fig. 72 C). På den annen side må stropperen gå bort til løpekatten og løse ut løpekattens gaffel før man kan begynne å slepe inn lasset (fig. 72 D). Selv om det er viktig at vinsjføreren lar linene være så slakke som mulig er det oftest litt spenning i linene på grunn av hellingen. Løpekatten vil få et sjokk i det øyeblikk stropperen løser ut løpekattgaffelen. Det er viktig at stropperen står på motsatt side av løpekatten i forhold til tømmeret, så han ikke får et slag av løpekatten, eller blir tatt med i vinkelen mellom trekk- eller returlinene og heiselinen.

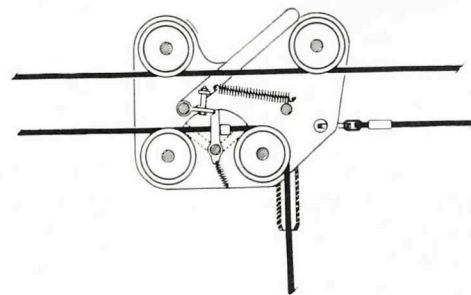


Fig. 73. Iglands løpekatt for fast heiseline.

Svakheten ved at stropperen i terrenget må bort til løpekatten og løse ut medbringeren er løst ved en ny løpekatt konstruert av Per Igland Fabrikk A/S (fig. 74). Der er utløserarmen erstattet med en mekanisme som blir kontrollert ved at det er plassert 2 medbringere (stålegg) etter hverandre på trekk-/heiselinen. Avstanden fra enden av heiselinen til den første medbringer bestemmer lengden av heiselinen. Den andre medbringeren er plassert noen meter lengre inn på trekklinen.

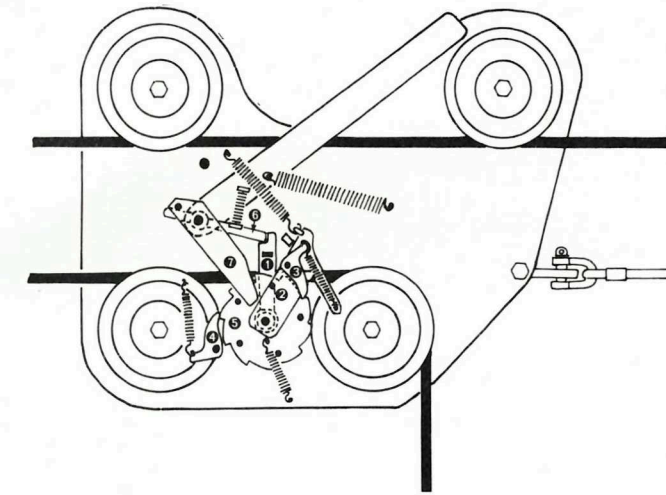


Fig. 74. Iglands løpekatt for fast heiseline med automatisk utløsning.

Før lasset stoppes av, kjører det retur (fig. 72 A). Dermed blir heiselinen trukket ut. Virkemåten i løpekatten framgår av fig. 74.

Når den første medbringer treffer låsegaffelen (1) blir den trukket mot høyre inntil medbringeren går forbi. Dermed tar den med seg palarmen (2), og palen (3) dreier palhjulet (5) 1/10 omdreining. Da går den andre palen (4) i inn-grep, samtidig som palarmen (2) med pal (3) går tilbake. Låsegaffelen (1) går også tilbake mot låsearmen (6). Medbringeren har nå sperret heiselinen slik at den ikke blir trukket inn igjen, og etter avstopping kjøres katten ut i terrenget med uttrukket heiseline.

Når hivet er stoppet, kjøres det på retur til medbringer nr. 2 passerer løpekatten. Idet den tar med seg låseklaffen (1) og dermed palarmen (2) med palen (3), blir palhjulet (5) igjen dreid 1/10 omdreining. En av knastene på palhjulet svinger dermed utløserarmen (7), som igjen svinger ut låsarmen (6). Låsegaffelen (1) kan nå svinge til venstre, og heiselinene kan bli kjørt inn.

Denne løpekatten er særlig egnet for 2-tromlet interlukket vinsj, der løpekatten bør holdes klar av bakken såvel under kjøringen som under pålessingen og avlessingen. Igland's interlukkede vinsj har betjening med elektrisk kabel slik at operatøren kan stå i en viss avstand fra vinsjen, f.eks. ved velteplassen, under vinsjbetjeningen. Dette gjør det også mulig å radiostyre (fjernkontrollere) Igland interlukkede vinsj.

*Selvtløsende stropper.*

Det er en fordel om man kan sløyfe avstropperen på velteplassen. Bli det høye velter, kan arbeidsplassen være farlig. Med automatisk avstropping sparer man dessuten en mann i laget. Automatisk avstropping er raskere enn manuell avstropping.

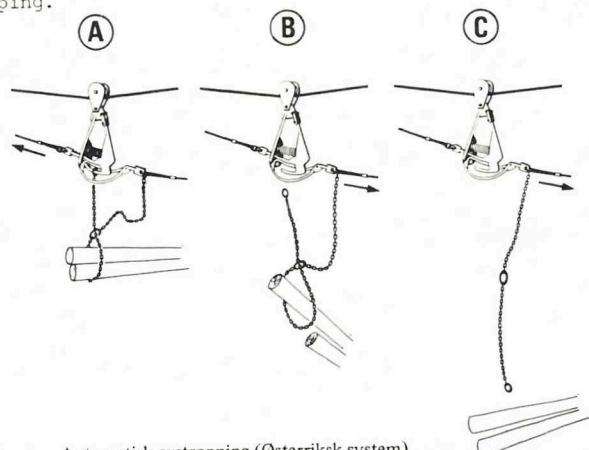


Fig. 75. Automatisk avstropping (Østerriksk system).  
A : Under lasskjøringen er det spenning i trekk- og returlinen, slik at lastekroken i løpekatten er lukket.  
B : På velteplassen er det stramning i returlinen og slakking i trekklinen, så stroppen løsner fra kroken i løpekatten.  
C : Stroppen er arrangert slik at den blir med ut i feltet igjen under returkjøring av tom løpekatt.

Utløsning med automatkatt og strekkraft i returlinen bygger på en østerriksk idé (fig. 75). Stroppen følger med løpekatten ut igjen i terrenget etter avstroppingen. Når et nytt lass er stroppt, hektes det fast i automatkattens utløsningskrok og så sant det er strekkraft i både trekk- og returlinen, vil kroken være lukket så stroppens ring sitter fast.

Etter at lasset er kommet fram til veltene, løsnes strekkraften i trekklinen. Returlinen trekker automatkatten tilbake mot feltet, og stroppen løsner fra utløsningskroken i katten. Stroppen blir trukket løs fra tømmeret samtidig med at løpekatten er på veg utover mot terrenget igjen.

Metoden egner seg hvis det er stort tømmer. Ved små tømmerdimensjoner må man håndlunne og det blir små lass. Dessuten er det tungt å arbeide med automatkatten i terrenget.

Utløsning med utløsningsstropp og strekk i returlinen ble prøvd i forbindelse med vinsjutislag av tømmer i fløtningsvassdrag (SAMSET 1960). Stroppen er festet rundt stammen med en utløsningskrok. Det er festet en utløsningsstropp til utløsningskroken (fig. 76). Også her følger stroppen med ut i terrenget etter avstroppingen.

Under stroppingen trekker man heiselinen ut til det sted hvor stokkene eller stammene er stroppt. De blir festet til heiselinen og vinsjet inn til løpekatten. Der fester man utløsningsstroppene, en fra hver utløsningskrok til løpekatten. Under transporten inn til velteplassen er det stramning i trekk- og returlinen og da er utløsningsstroppen løs. Når man løsner strekket i trekklinen

og returnerer løpekatten utover mot feltet, vil utløsningsstroppen løsne kroken fra stroppen så denne løsner fra tømmeret og stroppene blir med løpekatten ut i feltet igjen. Metoden er tung å arbeide med for terrengmannskapene fordi man må trekke heiselinen fra løpekatten ut til der tømmeret ligger. Dessuten er den komplisert å arbeide med. Det hender også at det blir tvinn mellom utløsningsstropp og stroppekjetting, hvilket øker tapstidene.

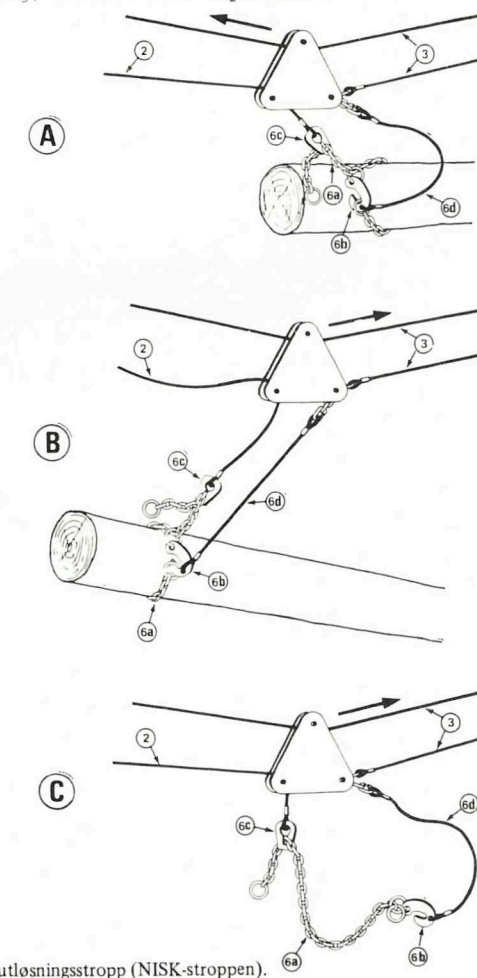


Fig. 76. Automatisk utløsningsstropp (NISK-stroppen).  
A : Ferdigstroppt lass.  
B : Med stram returline og slakk trekkline trekker utløsningsstroppen kroken av tømmeret.  
C : Løpekatten tar med stroppen under returkjøringen til feltet.  
2. Trekkline. 3. Returline. 6a. Justerbar kjettingstropp. 6b. Utløsningskrok. 6c. Kause for å regulere stropplengden. 6d. Utløsningsstropp.

Utløsning med returlinens vinkel (fig. 77). Per Igland Fabrikk A/S har konstruert utløsningsstroppen. Etter at lasset er kommet fram til veltene, senkes løpekatten lavt over tømmeret. Når løpekatten kjøres ut i terrenget igjen, endres heiselinens og dermed stroppens vinkel i forhold til tømmeret. Stroppen løsner og bringes med løpekatten ut i terrenget igjen.

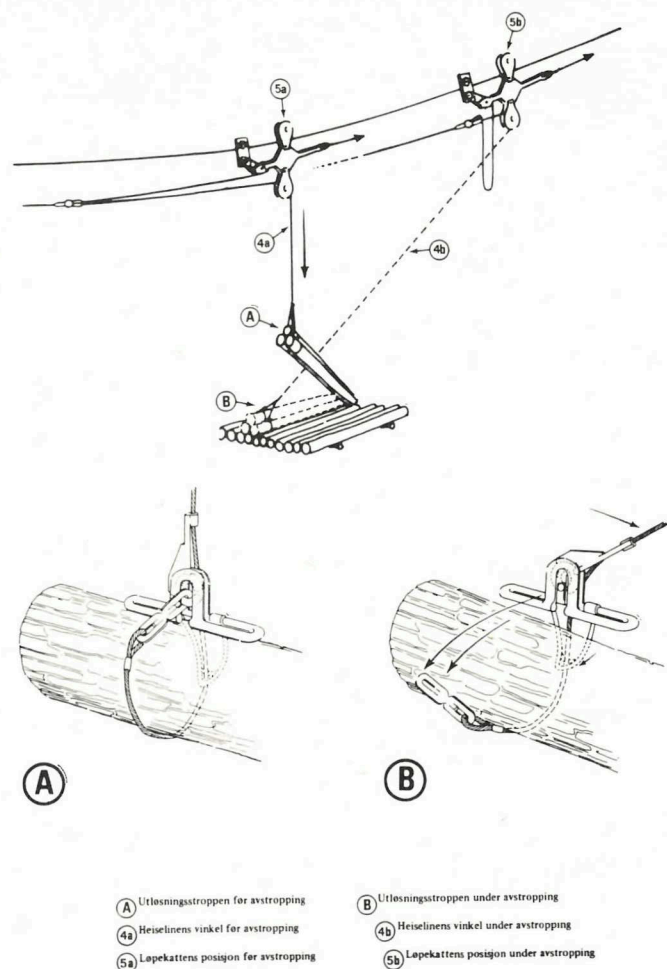


Fig. 77. Iglands utløsingsstropp.

Metoden er driftssikker. Den egner seg best der det er store tredimensjoner, fordi man vanligvis ikke får med seg mer enn to trær eller stammer av gangen. Hvis man bruker flere stropper, blir det ofte tvinn mellom dem. Det fører til høye tapstider og ekstra slitasje på stropene. Iglands selvutløsbare stropper er de som hittil har gitt best resultat.

De selvutløsbare stropene kan ikke brukes ved de systemene der heiselinen blir kjørt ut ved å returnere løpekatten fra velten (fig. 72). Derimot kan metoden godt brukes hvis man anvender løpekatt med uttreksblokk (fig. 69) eller trommelkatt (fig. 59).

Driftsmetoden ved lette kabelkraner med løpende bærakabel.

Driftsmetoden er omtrent den samme for de forskjellige taubanetyperne som er undersøkt og beskrevet, Owrens variovinsj og Iglands interlukkede vinsj. De kan anvendes i all slags terreng, såvel for lunning oppover, som nedover, og ved horisontale spenn, f.eks. over kløfter. Det kan også være bukk i spennet.

Om taubanen har 2-tromlet vinsj med clutch og brems, egner den seg vesentlig for transport ovenfra og nedover. Det store effekttap man får ved å bremse på returtrommelen for å løfte lasset klar av bakken, gjør at motorkraften vanligvis blir for liten for å trekke tømmeret oppover i bratt motkjøring.

Monteringsarbeidet.

Ved de korte kabelkranene er det vanligvis to mann, hvorav den ene arbeider i terrenget og den andre kjører vinsjen. Monteringsmetoden er omtrent den samme for alle de beskrevne systemene for lette kabelkraner. Iglands interlukkede vinsj krever noe mer arbeid for plassering og montering av selve vinsjen fordi det kan volde besvær å finne hensiktsmessige forankringer for sidebardunene (fig. 70). Owrens variovinsj bruker hydrauliske sidestøtter istedenfor sidebarduner, og er derfor raskere å montere eller å flytte fra en kabelstripe til den neste (fig. 32). Om den interlukkede vinsjen eller variovinsjen blir montert på en tung lunnetraktor, kan man også unngå hovedbardunen fordi denne blir erstattet med en støtteforankring (fig. 33). Det krever imidlertid rommelig plass på vinsjstasjonen fordi traktoren må stå i taubanestripens lengderetning.

For øvrig skjer monteringen i fire faser.

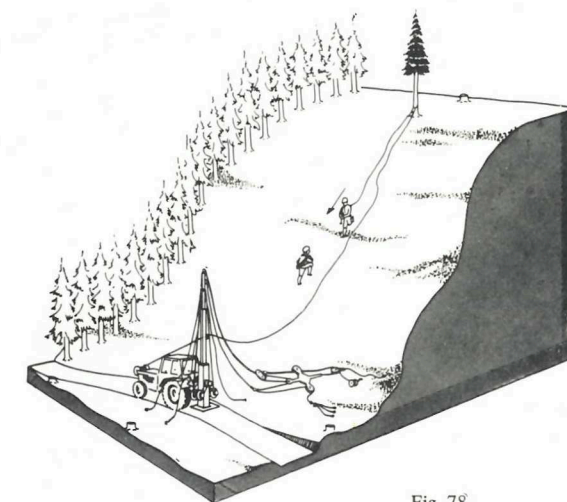


Fig. 78.

FASE I.

Terrengmannen går ut med hjelpelinen og fester endebløkken til endetreet, hvorefter han begynner på nedturen. Vinsjføreren begynner å montere vinsjen og går deretter oppover for å møte terrengmannen.

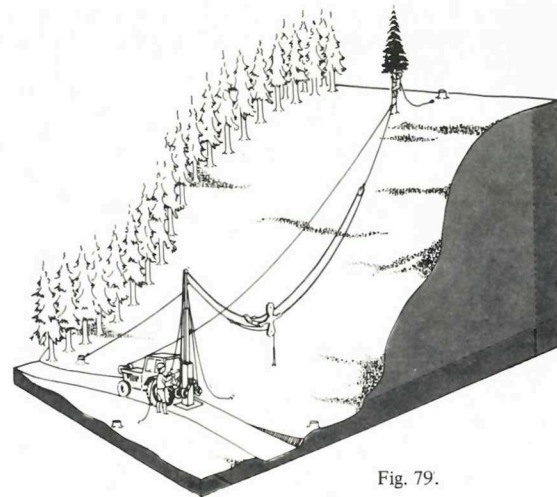


Fig. 79.

FASE II.

Terregmannen returnerer til endetreet, og begynner å montere dette. Vinsjføreren går ned med hjelpelinene, fester denne til endebløkken og kjører den og returlinen ut til endetreet. Terregmannen fortsetter monteringen av endetreet.

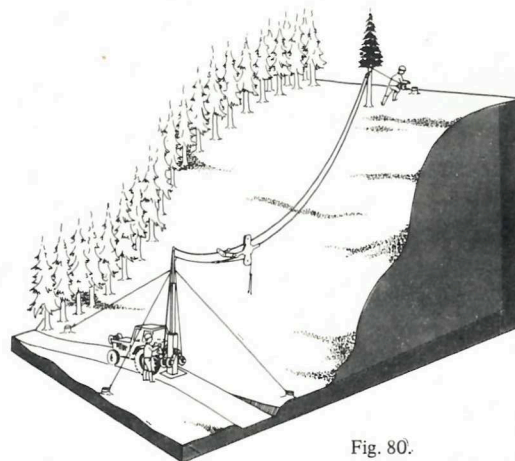


Fig. 80.

FASE III.

Terregmannen gjør ferdig barduneringen av endetreet, mens vinsjføreren monterer og bardunerer ferdig vinsjtårnet. Deretter kjører han løpekatten langsomt ut mot endetreet. Hvis det er tvinn i returlinen, tar terregmannen ut bolten i endebløkkens svivel, dreier denne til tvinnen mellom linene er gått ut, og fester bolten igjen (fig. 22).

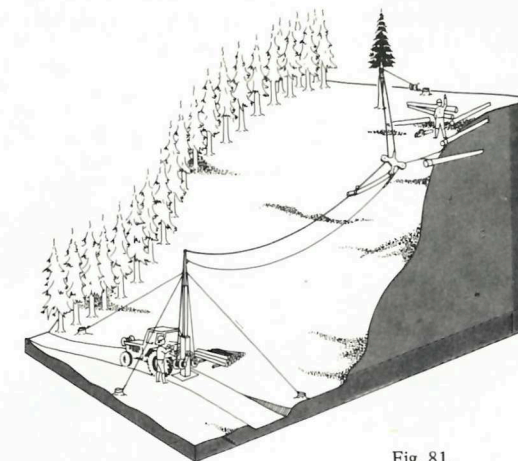


Fig. 81.

FASE IV.

Vinsjingen begynner. Etter at en taubanestripe er avviklet legges linene løst ned på terrenget. Terregmannen forankrer et nytt endetre, og fester endebløkken til dette. Vinsjføreren flytter vinsjen og forankrer denne ved enden av den nye taubanestripen. Deretter strammes linene opp, og vinsjingen på den nye stripen kan begynne. Man kjører gjerne fram en 20 m stripe av gangen.

I forsøkene har det gjennomsnittlig tatt 2 timer for et 2-manns lag å montere en 100 m's bane, og sideflyttingen (gjennomsnittlig 20 m) har tatt 0,6 timer for laget.

Driftsmetoden og prestasjonene.

De korte kabelkranene med løpende bærekabler egner seg for banestrekke opp til 200 m. De beste resultatene har man fått ved 100 - 150 m's baner. I mange tilfeller hogges tømmeret først. Da bør stammene eller stokkene felles parallelt med kotene. Det er imidlertid en fordel å kombinere hogst og framkjøring i én operasjon. Ved motormanuell kvisting utfører terregmannen en del av hogstarbeidet og vinsjføreren resten. Terregmannen feller og overkvister stammene. Han bør kviste best mulig uten å snu stammene. Der hvor det er særlig vanskelig å arbeide kan han kviste noe mindre og overlate resten til vinsjføreren på vinsjstasjonen. Etter at lasset er stropet fortsetter han hogstarbeidet. På veltepllassen tar vinsjføreren imot lasset, tar av stroppene og returnerer den tomme løpekatten ut i feltet igjen. Deretter foretar han restkvisting og eventuell kapping av stammene. Terregmannen og vinsjføreren må avpasse arbeidet i forhold til hverandre, slik at ingen av dem får ventetider.

Arbeidet i bratt terreng er arbeidskrevende og tungvint. Hogstprestasjonen blir sterkt redusert. Derfor er det en fordel å kviste virket maskinelt ved vinsjstasjonen. Da feller og stropper terregmannen virket. Vinsjføreren kjører fram de ukvistede trærne og tar av stroppene. Deretter returneres den tomme løpekatten ut til feltet igjen.



Lunnene med ukvistede trær kan senere bli opparbeidet av en hogstmaskin. Da er det en fordel at lunnene ikke er for høye. Derfor bør man stadig flytte vinsjen, slik at det blir en rekke av forholdsvis små lunner langs samleveggen.

Hogsten og lunningen foregår i ca. 20 m brede striper, alt etter terrengforholdene og mulighetene for å finne endetrær og forankringspunkter. Første gang blir kablene strukket opp langs bestandskanten. Så hogger man og kjører fram en 20 m stripe, hvoretter kablene flyttes inn til den nye bestandskanten.

Følgende tabell viser deloperasjonenes andel av virketiden hvis den gjennomsnittlige lunnedistansen er 77 m. Om det er samme kubikkmasse pr. ha. langs hele kabelens lengde tilsvarer dette en taubanelengde på 154 m.



Fig. 82. Forsøksdrift i Åsgrend, 1980.  
 A og B : Lasset kommer inn til velteplassen.  
 C : Tom løpekatt med fiberstropper ferdig til returtransport.  
 D : Løsning av fiberstroppene på velten.

Tabell 10. Lett kabelkran med løpende bærekabel. Stammelunning. Relativ fordeling av deltidene. Virketid i min./lass  $L_m = 150$  m, sk = 10,7 m. Igland interlukkede vinsj. Břakandalen 1982.

DELOPERASJONER	MIN./LASS	%
Returkjøring tomkatt	1,35	17,6
Uttrekking av heiseline	1,26	16,4
Stropping	0,69	9,0
Utløsning av heiseline	0,20	2,6
Gå i sikkerhet	0,16	2,1
Innslepning av lass	0,27	3,5
Lasskjøring	1,93	25,1
Utkjøring av heiseline	0,32	4,1
Avstropping	1,51	19,6
SUM	7,69	100,0

Prestasjonene varierer meget med forholdene. Hvis det er glissen skog og små tredimensjoner blir gjennomsnittslasset gjerne  $0,4 \text{ m}^3/\text{lass}$ , men hvis det er tette bestand og  $3 \text{ trær/m}^3$  kan man regne med  $0,8 \text{ m}^3/\text{lass}$ . Følgende tabell viser gjennomsnittsprestasjoner for forskjellige lass-størrelser og kjørelengder. Er det jevnt med tømmer langs hele kabelen, blir taubanelengden det dobbelte av de oppgitte kjørelengder (100 m kjørelengde tilsvarer 200 m bane). Hvis banelengden er 200 m og det bare er tømmer på den øvre halvdel av lia, blir den gjennomsnittlige kjørelengden 150 m.



Fig. 83. Iglands løpekatt for fast heiseline med løpevogn til passering av bæresko for løpende bærekabel.

Tabell 11. Typiske prestasjoner for lette kabelkraner. 2 menn vinsjer fram ferdighogde stammer eller ukvistede trær. Igland interlukkede vinsj. Brakandalen 1982.

M <sup>3</sup> /LASS	KJØRELENGDE			
	50 m	100 m	150 m	200 m
0,4	3,3	3,0	2,6	2,4
0,6	4,4	4,0	3,6	3,3
0,8	5,5	4,9	4,4	4,1

3.6. FALLBANER

En fallbane er et populært navn for en kabelkran uten returline. Bærekabelen kan være fast eller justerbar (bærekabelens stramning kan justeres under kjøringen).

Fallbanene egner seg der hvor samlevegen eller vinsjstasjonen ligger høyt i terrenget slik at man transporterer tømmeret nedefra og oppover mot velt-plassen. Fallbaner kan brukes der hvor det er brattere enn ca. 20%, idet løpekatten returneres nedover langs bærekabelen ved tyngdekraftens hjelp.

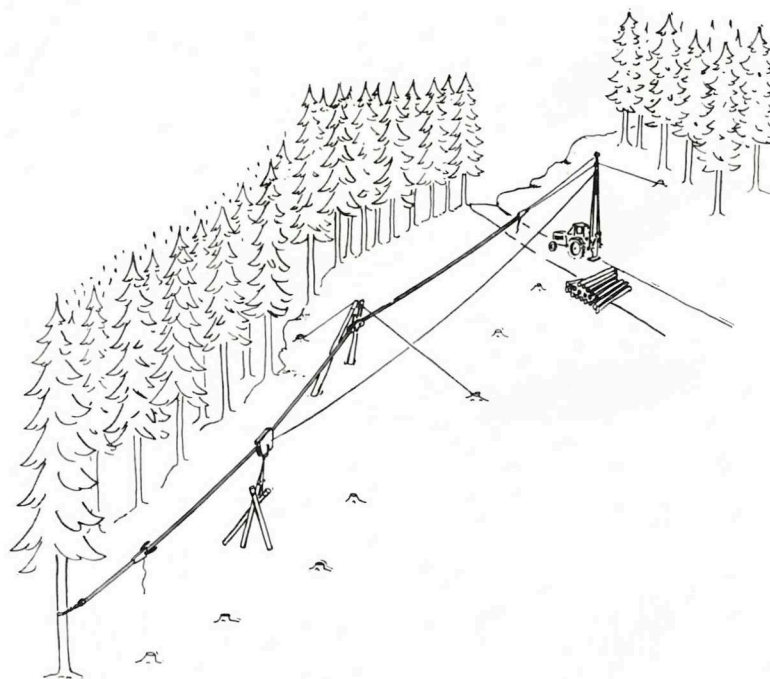


Fig. 84. Iglands returbremsede 2-tromlede vinsj, eller Iglands interlukkede vinsj, brukt som fallbane.

Fallbanen har vært kjent lenge. Den ble brukt i 50-årene i forbindelse med lunning i motbakke med Vossa-vinsjen. Den har også vært tillempet for 2-tromlede traktormonterte vinsjer. Da man unngår returline er utstyret enkelt og lett å rigge opp på feltet. Under monteringen trekker man bærekabelen nedover fra vinsjen. Det går lett fordi man arbeider med tyngdekraften. Hvis det er bratt, kan to mann trekke ut en 20 mm tykk bærekabel uten bruk av hjelpe-line.

3.6.1. Mellomstore fallbaner

Den østerrikske Koller 300 har vært benyttet her i landet. Den benytter en Igland's 8000 vinsj, hvorav den ene trommelen blir brukt til bærekabel og den andre til trekkline. Trommelen for bærekabel er utstyrt med ekstra bremse-anordning for å kunne ta opp spenningene i bærekabelen.

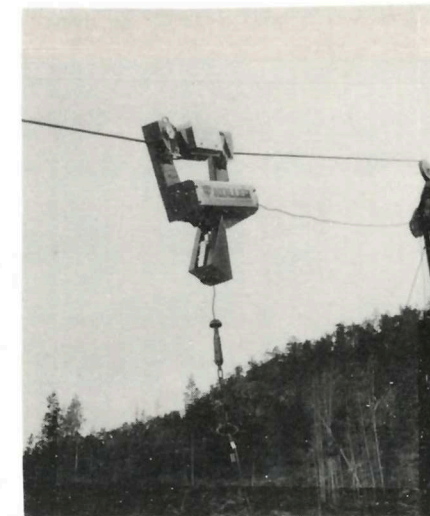


Fig. 85. Koller hydrauliske løpekatt med automatisk stoppanordning.

Koller har konstruert en egen løpekatt som kan stoppes automatisk hvor som helst langs bærekabelen. Et av løpehjulene driver en hydraulisk pumpe som gir trykk til en hydraulisk akkumulator. Det blir tilstrekkelig trykk i akkumulatoren etter ca. 5 meters kjøring langs bærekabelen. Når man kommer fram til det sted der innlastingen skal foregå, returneres løpekatten 2 - 3 m. Derved utløses trykket fra akkumulatoren til en klemkjeft som klemmer løpekatten fast til bærekabelen. Samtidig løsnes kroken fra trekklinen, slik at denne faller ned mot bakken og mannskapet kan trekke den ut sidelengs for lessing av de stroppe de stammer eller trær. Så snart disse er vinsjet inn og slår an mot løpekatten, hefter kroken seg fast, samtidig som klemkjeften løsnes fra bærekabelen. Derved kan lasset trekkes oppover til vinsjen. Der returneres løpekatten 2 - 3 m, hvoretter klemkjeften fester seg til bærekabelen samtidig som kroken løsner så lasset kan senkes ned til feltet.

Kollers løpekatt kan passere vanlige bæresko, og fallbanen kan derfor brukes med bukker i spennet.

NISK, Avdeling for driftsteknikk, har prøvd det samme systemet på Iglands Alpevinsj. Da brukes bare bærekabelen og trekklinen. Denne fallbaneløsning har vært kjørt med Kollers løpekatt. Metoden er hensiktsmessig og representerer en god anvendelse for de Alpevinsjer som er anskaffet av det praktiske skogbruk. Sammen med Kollers automatiske løpekatt er Alpevinsjen en like god løsning for mellomstore fallbaner som Koller 300.

De mellomstore fallbanene kan brukes på distanser opp til 600 - 700 meter, men man bør unngå større lunnedistanser enn 400 - 500 meter av arbeidstekniske og økonomiske grunner.

Det anvendes 20 mm tykk bærekabel og 12 mm tykk trekklina og man bør minst ha en traktorstørrelse på 50 kW til drift av banen. Forøvrig er dimensjonene og prestasjonene omtrent den samme som for Iglands Alpevinsj (SAMSET 1981).

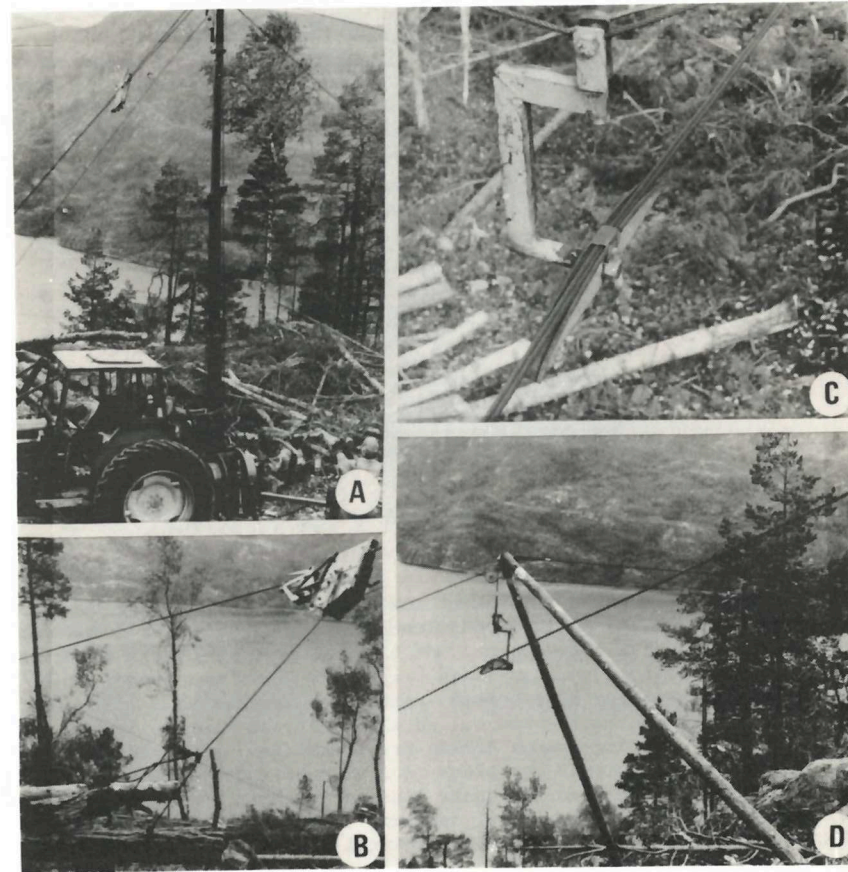


Fig. 86. A : Iglands fallbane. B : Løpekatt ved stoppvogn under innslepningen. C : Bæresko med plass til dobbelt returline. D : Sidestillet A-bukk.

### 3.6.2. Små fallbaner

Etter forslag fra taubaneassistent Torleiv Slåtten, er det utviklet en lett fallbane som bygger på det samme utstyr som Iglands interlukkede vinsj, eller Iglands 2-tromlede teleskopvinsj. Den samme metoden kan også brukes for Owrens variovinsj. De tekniske spesifikasjoner er de samme som for de lette kabelkranene med løpende bærekabel. Denne strekkes ut til nedre ende av feltet og opp igjen til tårnet, og over blokk som bardun til et forankringspunkt bakenfor vinsjen (fig. 84). Den dobbelte returlinen tjener som bærekabel. Dette fører til at bæreskoen i bukken har dobbelt bredde med plass for den dobbelte returlinen og bærehjulene på løpekatten har også dobbelt bredde. For at utstyret skal bli lettest mulig er det utviklet en lett A-bukk som blir montert ved siden av og parallelt med bærekabelen. Denne blir forankret til en stubbe med en bardun. Bæreskoen blir løftet opp til bukken med en løfteline gjennom en blokk ved A-bukkens topp (fig. 26).

På NISK's eksperimentalverksted er det bygget en løpekatt for Iglands fallbane med en stoppvogn over veltepllassen og en annen stoppvogn ved innlastingsstedet. Den nedre stoppvognen må flyttes langs bærekabelen etter hvert som lunningen skrider fram.

Fallbanen egner seg for ca. 200 m lunnedistanse. Utstyret er billig tilleggsutstyr til den interlukkede vinsjen, teleskopvinsjen eller variovinsjen.

#### Monteringen.

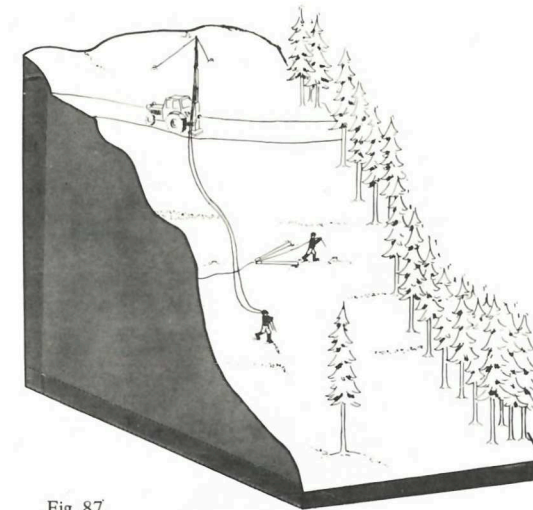


Fig. 87.

#### FASE I.

Vinsjføreren monterer traktoren. Samtidig trekker terrenngmannen returlinen og den 5 mm tykke hjelpelinen nedover til endetreet ved nedre enden av feltet.

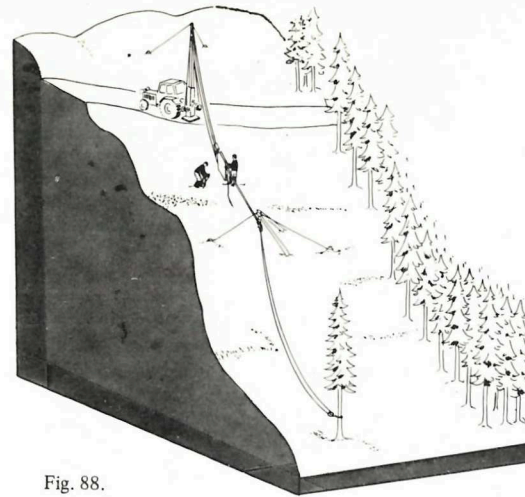


Fig. 88.

FASE II.

Returlinen blir trukket opp til vinsjen igjen ved hjelp av hjelpelinen. Deretter arbeider vinsjføreren og terrenngmannen sammen om montering av bukken og å montere stoppvogner og løpekatt på bærekabelen. Løpekatten med nedre stoppvogn kjøres ut til feltet der hogsten skal begynne.

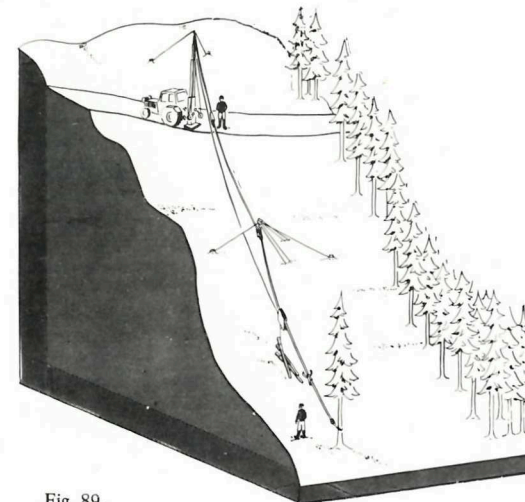


Fig. 89.

FASE III.

Driften er igang idet man begynner nedenfra og arbeider seg oppover langs en 20 m bred taubanestripe. Så snart denne er avvirket og lunnet fram, flyttes vinsjen, bukken og endetreteet til en ny trasé langs bestandskanten, hvoretter driften kan fortsette.

Driftsmetoden.

Driftsmetoden med lette fallbaner er den samme som for de lette kabelkranene med løpende bærekabel (Iglands interlukkede vinsj, variovinsjen m.v.). Man kan hogge virket først og lunne etterpå. Da blir trærne felt vinkelrett på kabeltraséen. Man kan også kombinere hogst og lunning i én operasjon idet terrenngmannen fellervirke og stropper trærne, mens vinsjføreren kjører opp trærne, foretar restkvistingen og eventuell kapping. Der hvor man kan anvende egen kvistemaskin, foretas bare felling og stropping i terrenget og avstropping på vinsjstasjonen. Det er viktig å flytte vinsjen ofte langs samleveggen, slik at det blir små lunner av ukvistede trær. Ved heltredrift bør man anvende rotstropping, mens toppstropping er å foretrekke ved stammedrift eller stokkdrift.

Fallbanen er enkel å arbeide med, og den er rask. Derfor er prestasjonene gjerne 30 - 40% høyere enn ved kabelkranlunning med 2-tromlet vinsj. Derfor bør man bruke fallbaner i alle tilfeller der tømmeret skal vinsjes nedenfra og opp til en samleveg, under forutsetningen av at hellingen er 20% eller brattere. Tabell 12 viser fordelingen av deloperasjonene innenfor virketiden, og tabell 13 gir en oversikt over hvilke prestasjoner man kan regne med i m<sup>3</sup>/arbeidsplasstime under forutsetning av at tømmeret er hogget ferdig før vinsjdriften settes i gang.

Tabell 12. Iglands fallbane. Stammelunning. Relativ fordeling av deltidene. Virketid i minutter pr. lass. L<sub>T</sub> = 115 m, sk = 4,8 m.

DELOPERASJONER	MIN./LASS	%
Returkjøring. Tomkatt	0,54	15,3
Uttrekking av heiseline	0,35	9,9
Stropping	0,58	16,5
Innsleping av lass	0,21	6,0
Lasskjøring	0,93	26,4
Avstropping	0,91	25,9
SUM	3,52	100,0

Tabell 13. Prestasjoner med Iglands fallbane. Brakandalen 1982. Stammedrift. M<sup>3</sup> pr. arbeidsplasstime

M <sup>3</sup> /LASS	100 m	150 m	200 m
0,4	4,3	3,6	3,3
0,6	5,9	5,1	4,6
0,8	7,1	6,3	5,7
1,0	8,2	7,3	6,6

#### 4. DRIFTSØKONOMISK ANALYSE AV DE UNDERSØKTE DRIFTSMETODENE (Av Harald Omnes)

##### Tunge kabelkraner.

Av de tunge kabelkraner skal en her ta med Nestestogs radiostyrte kabelkran K-1200 med radiostyrt løpekatt og Moxy kabelkran. I begge tilfeller ble trærne kvistet på dalstasjonen. Tre forskjellige kvistemaskiner, Logma T-300, ØSA 705 og Igland - NISK kvisteren, har vært benyttet.

De driftsøkonomiske kalkyler for K-1200 bygger på de tall som ble funnet under et forsøk i Åsgrend, Kviteseid 1980 (se side 43 - 44). Banelengden var vel 600 m og hadde en bukk. Tid for montering er beregnet etter OMNES (1980) og det er forutsatt et kvantum på 600 m<sup>3</sup> på to baner, altså en dobbeltmontering. Gjennomsnittlig lasstørrelse er 1,1 m<sup>3</sup>. Kvistemaskinen som var en Logma T.300 kvistet stammene etterhvert som de kom fram. Kappingen ble utført med motorsag, men kvistemaskinen ble også brukt til sortering og stabling.

For Moxy kabelkran er produksjonen undersøkt både for et 5-manns lag hvor felling og transport ble kombinert i en operasjon og for et 4-manns lag hvor feltet var ferdig felt på forhånd. Under driftsformen kombinert felling og transport ble det forsøkt både kvisting på dalstasjonen samtidig med taubanetransporten og å flytte de ukvistete stammene vekk fra taubanen til et bufferlager. Det siste ble gjort etter mønster fra bl.a. østerrikske forhold. Erfaringen var imidlertid at en til dette trenger en stor og tung lunnetraktor utstyrt med gripeklo (grappleskider). Kvistemaskinen var ØSA 705 som også kappet og sorterte virket. Driften foregikk på vinterstid. Forsøket med forhåndsfelte trær ble bare utført på barmark. De to stropperne arbeidet sammen ute i feltet og de brukte snurpeline med vanlige ståltroppe. Til kvisting, kapping og sortering ble det benyttet Igland - NISK kvisteren.

Tabell 13. Tidforbruk, prestasjoner og kostnader for fulltredrift med tung kabelkran og maskinell kvisting. Tiden er arbeidsplassetid og m<sup>3</sup> er over bark. Totale mannskapskostnader settes til kr. 632,50 pr. dag. Maskinkostnadene til kr. 1.500 for Moxy, kr. 1.000 for K-1200 og kr. 1.000 for kvistemaskinen. Under montering halve maskinkostnader.

Kabelkran	Kjørelengde m	Tidsforbruk tv/m <sup>3</sup>		Prestasjon m <sup>3</sup> /t	Kostnader kr/m <sup>3</sup>		
		Kjøring	Montering		Manuell	Maskin	Total
Moxy rein transp.	100	0,28	0,13	9,8	62	39	101
	200	0,35	0,13	8,3	70	47	117
	300	0,43	0,13	7,1	79	56	135
Moxy komb. felling og transp.	100	0,52	0,13	7,6	79	57	136
	200	0,65	0,13	6,4	90	66	156
	300	0,74	0,13	5,7	100	74	174
K-1200	100	0,43	0,14	7,0	66	46	112
	300	0,62	0,14	5,3	87	62	149
	500	0,83	0,14	4,1	112	82	194

I kalkylen er det regnet med en banelengde på 350 m og et kvantum på 1.000 m<sup>3</sup> pr. drift. På hvert strekk tas det ut 60 m<sup>3</sup>. Gjennomsnittlig lasstørrelse er 0,9 m<sup>3</sup>. Tabell 13 viser de totale kostnader for felling, transport og opparbeiding på dalstasjon. For forhåndsfelling er det inkludert kr. 15 pr. m<sup>3</sup> i de manuelle kostnader. Prestasjonstallene inneholder imidlertid ikke felling i det tilfellet der feltet er felt på forhånd. Maskinkostnadene som er brukt er reelle ut fra de aktuelle maskiner som ble brukt, men det vil neppe være mulig å oppnå disse maskinkostnader med nytt utstyr.

##### Lette kabelkraner.

Undersøkelsen omfatter Owrens Variovinsj, Igland Teleskop med returbremse og den samme vinsjen brukt som fallbane. I tabell 14 er det foretatt en sammenligning av de tre vinsjtypene ved forskjellig kjørelengde. Kostnadene gjelder for vinsjing av stammer. I tillegg kommer kostnader for eventuell framkjøring og kapping.

Når det gjelder Variovinsjen og Teleskopvinsjen har disse vært undersøkt nokså omfattende både i Hurdal under svært gunstige forhold og i Kviteseid og andre steder i mer "normalt" terreng. Den vanligste driftsformen med dette utstyret er nok fremdeles motormanuell hogst og vinsjing av stammer. Det er imidlertid mulig å redusere hogstkostnadene noe ved bruk av kvistemaskin dersom dette organiseres fornuftig (OMNES, FROST, 1983). Vinsjing av ukvistete trær bør bare foregå nedover. Gjennomsnittlig lasstørrelse for begge banetyper under forutsetning av tre trær pr. m<sup>3</sup> er satt til 0,6 m<sup>3</sup>, og banelengden til 150 m. Hele driftskvantumet settes til 300 m<sup>3</sup> fordelt på 10 strekk.

Fallbaner gir mulighet for større lass og er også bedre egnet for drift av ukvistete trær. Denne vinsjen har under driften i Kviteseid siste sommer og høst vist gode resultater. Gjennomsnittlig lasstørrelse er satt til 0,7 m<sup>3</sup>. Det er regnet med et kvantum på 150 m<sup>3</sup> pr. strekk. Banelengden er 300 m og har to bukker.

Tabell 14. Tidsforbruk, prestasjoner og kostnader for lette kabelkraner. Tiden er arbeidsplassetid og m<sup>3</sup> er over bark. Totale mannskapskostnader settes til kr. 632,50 pr. dag og maskinkostnadene til kr. 700 for Variovinsjen, kr. 500 for Teleskopvinsjen og kr. 550 for Teleskopvinsjen når den brukes som fallbane. Under hogst og montering halve maskinkostnader. Manuell hogst.

Kabelkran	Kjørelengde m	Tidsforbruk i tv/m <sup>3</sup>		Prestasjon m <sup>3</sup> /t	Kostnader kr/m <sup>3</sup>			
		Kjøring	Montering		Man.	Mask.	Hogst	Totalt
Vario	50	0,29	0,10	5,1	45	35	51	131
	100	0,38	0,10	4,2	55	41	51	147
	150	0,47	0,10	3,5	66	47	51	164
Tele- skop	50	0,30	0,12	4,8	48	27	51	126
	100	0,37	0,12	4,1	56	30	51	137
	150	0,44	0,12	3,5	65	33	51	149
Tele- skop fall- bane	50	0,27	0,10	5,4	42	27	51	120
	100	0,31	0,10	4,9	47	29	51	127
	150	0,35	0,10	4,4	52	31	51	134
	200	0,39	0,10	4,1	56	33	51	140

Terrasseveger kombinert med rulling eller traktortransport.

Driftsmetoden hogst med rullebenk krever et tett vegnett og en terrenghelling mindre enn 60 - 70%. Metoden ble studert i Stor-Elvdal hvor det var rikelig med løsmasser og terrengoverflata var jevn. Resultatet av undersøkelsen (se side 21) viste følgende kostnader:

Hogst	96 kr/m <sup>3</sup>
Framkjøring med lastetraktor	36 "
Totalt eks. vegkostnader	132 kr/m <sup>3</sup>
Vegkostnad	22 "
Totalt	154 kr/m <sup>3</sup>

For hogstkostnadene, som også her settes til kr. 632,50 pr. dag, er det en statistisk usikkerhet på ± 8,70 kr/m<sup>3</sup> ved 95% konfidensintervall. Kostnadene for lastetraktoren er satt opp etter de erfaringstall som bedriften hadde.

I den del av bestandet hvor tidsstudiet ble foretatt var trestørrelsen 0,169 m<sup>3</sup>. Dette var klart mindre enn gjennomsnittet for bestandet. Ifølge taksten lå den på 0,23 m<sup>3</sup>. Årets driftsresultat viste en hogstprestasjon på 8,0 m<sup>3</sup> pr. dagsverk, mens beregnet produksjon ifølge forsøket var 7,1 m<sup>3</sup> ved en trestørrelse på 0,22 m<sup>3</sup> og 5,2 timers arbeidspasstid. Dette ville ha gitt en hogstkostnad på 84 kr/m<sup>3</sup>. Under forutsetning av samme veg- og framkjøringskostnad gir det en total kostnad på 142 kr/m<sup>3</sup>. Med en gjennomsnittlig trestørrelse på 0,33 m<sup>3</sup> blir tilsvarende tall 72 og 130 kr/m<sup>3</sup>. En skal da være oppmerksom på at usikkerheten i beregningene øker.

Under vinsjdrift hvor terrenget riktignok er mer ujevnt og vanskelig, lå tidsforbruket ved stammehogst på 0,44 arbeidspasstimer pr. m<sup>3</sup>. Dette er for en trestørrelse på 0,3 m<sup>3</sup>. For rullebenk-metoden vil hogst inkludert rulling og ruskapping ved vegkant ta 0,63 t/m<sup>3</sup>. Felling og kvisting står for 74% av tidsforbruket, mens rulling bare utgjør 6,5%. Forutsatt at en har laget et riktig og tett opplegg med benketrær går rulling nærmest av seg selv og avstanden er heller ikke av avgjørende betydning så lenge man opererer under rimelige avstander. Store trær ruller bedre enn små trær og best når brattheten øker. Imidlertid vil økende bratthet føre til vanskeligere forhold for kvistingen. Det er svært viktig at trærne ikke har mye krok, toppbrekk o.l. Innslag av lauv vil f.eks. nedsette effektiviteten vesentlig.

Noe overraskende var det kanskje å finne at hogsten av selve rullebenktrærne ikke tok mer enn 34% lengre tid. Av betydning for prestasjonen ellers er diameteren, jevnhet og form av terrenget og ikke minst tømmerettheten.

Lastetraktoren ble under forsøket ikke fullt utnyttet. Terrassevegene ble bygd for 10 kr/m for samlevegene og 20 kr/m for adkomstvegene. De hadde en kjørebredde på henholdsvis 3.2 m og 4.7 m. Adkomstvegen hadde en maks. stigning på 38% i den bratteste kneika.

Et noe glisnere vegnett kombinert med snarekjøring med rammestyrte traktor og rettet felling supplert med vinsjing og kapping/framkjøring med lastetraktor ble undersøkt i Tinn (se side 10 - 17). I tillegg ble disse to metodene sammenlignet med kortdistanse vinsjulling. Heller ikke dette terrenget var særlig vanskelig taubaneterreng, men dog vesentlig vanskeligere enn i Stor-Elvdal, hvor rulling ble studert. Tømmertettheten varierte fra 24 til 27 m<sup>3</sup>/da og gjennomsnittlig trestørrelse var 0,32 m<sup>3</sup>.

Ut fra registrerte tidsforbruk som totalt er medgått under forsøket (se side 16 og 17) er følgende kostnader pr. m<sup>3</sup> funnet:

Metode I - Vinsjulling.

Hogst	kr. 48,-
Vinsjulling	" 100,-
Framkjøring, kapping	" 45,-
Vegkostnader	" 4,-
Totalt	kr. 197,-

Metode II - Lastetraktor.

Hogst	kr. 64,-
Vinsjing	" 51,-
Framkjøring, kapping	" 47,-
Vegkostnad	" 10,-
Totalt	kr. 172,-

Metode III - Snarekjøring.

Hogst	kr. 48,-
Lunning, framkjøring	" 80,-
Kapping	" 22,-
Vegkostnader	" 10,-
	kr. 160,-

Det er regnet med manuelle kostnader på kr. 632,50 pr. dag. Maskinkostnader for Variovinsj settes til kr. 700 og for lastetraktoren inklusive førerlønn til kr. 2.500 pr. dag. Ved metode III ble det benyttet et mobilt kappeanlegg. Både for kappeanlegget og likeså den rammestyrte traktoren som ble brukt settes maskinkostnadene til kr. 900 pr. dag. Ved metode II ble det brukt en liten traktor med entromlet vinsj. Kostnadene for denne settes til kr. 250 pr. dag. Kostnadene for vegbyggingen hadde variert fra 13 kr/m og helt opp til 40 kr/m for en veg. Gjennomsnittlige vegkostnader settes til 20 kr/m.

Tallene ovenfor gir egentlig bare et bilde av det relative forhold mellom de tre metodene som ble prøvd. På grunn av at en ønsket å gjennomføre prøven etter et bestemt forsøksopplegg og tatt i betraktning det utstyret vi hadde til disposisjon er disse tallene noe høyere enn det som et rasjonelt driftsopplegg med trent mannskap gir mulighet for. En vil senere på grunnlag av tidsstudiene og erfaringene som ble gjort diskutere hvordan opplegget bør være og hvilke kostnader en kan forvente. Foreløpige tall viser: vinsjunning kr. 175,-, lastetraktor kr. 150,- og snarekjøring kr. 140,-.

*Avsluttende kommentarer.*

Det er ikke lett å skulle foreta noen sammenligning mellom de forskjellige driftsmetoder. Dette skyldes ulikheter i arbeidsbetingelser, ytelsesnivå hos mannskapet og utviklingsstadium i metoder og utstyr. Selv under forsøket i Tinn har en måttet sammenligne forskjellige mannskaper, mens bestands- og terrengforhold var så like som vel mulig.

Av de undersøkte metoder er de laveste kostnader funnet for hogst med rulling til et tett vegnett. Metoden er begrenset til det peneste terrenget der bratt-heten ikke overskrider 60 - 70%. Det må også finnes rikelig med løsmasser for å gi billige vegger. Arbeidsmetoden krever god teknikk og planlegging av mannskapet. En bør ikke starte opp med en slik metode uten grundig opplæring hvor bl.a. sikkerheten blir lagt vekt på.

Snarekjøring med rammestyrt traktor gir normalt et bedre resultat enn bruk av lastetraktor med kappeutstyr i gripkloa. Jo brattere det blir desto vanskeligere er det å få ledet tømmeret inn på vegen når det vinsjes nedenfor vegen. Lastetraktoren blir altså mer og mer rasjonell og det finnes sikkert en grenseverdi her. Under anlegg av vegen bør en lage til egnede steder hvor innvinsjingen kan foregå. Trær langs ytterkant av vegen hjelper til med å få tømmeret inn i vegen. Kurvatur, profil og vegstandard må planlegges etter den metode og utstyr som skal benyttes. Hvis tømmerettheten er ekstra stor og vegbyggingen er billig kan det imidlertid være lønnsomt å redusere vegavstanden så mye at alt tømmeret kan nås med lastetraktoren.

I det letteste vinsjterrenget kan en bygge vegger for inntil et beløp av størrelsesorden 30 kr/m<sup>3</sup> og benytte traktortransport før vinsjing er mer lønnsomt. Fallbaner er meget enkle å montere og har en stor produksjon. De burde i større grad kunne benyttes.

Som en ser av tallene utgjør vegkostnadene en svært beskjeden andel av de totale driftskostnader. Med den tømmerettheten en her hadde ville det vært teknisk/økonomisk riktig med et enda tettere vegnett. Selv om en forutsetter en tømmeretthet på 15 m<sup>3</sup>/da og fortsatt samme vegtetthet, ville en kunne bygge vegger med en kostnad på rundt 45 kr/m før vinsjalternativet er konkurransedyktig med snarekjøring. Dette forutsetter dog at terrenget tillater bruk av snarekjøring. Det bratte terrenget kan imidlertid ofte være så ujevnt og opprøvet at vinsjunning er eneste alternativ.

Å sammenligne disse resultatene med rullemetoden fra Stor-Elvdal er kanskje vanskelig, men jeg tror ikke rullemetoden ville gitt et så gunstig resultat her.

Det kan kanskje se ut som om det ikke er så stor økonomisk forskjell på drift med de tunge og lette kabelkranene. Dette spesielt hvis en må foreta hogstarbeidet motormanuelt ved de små banetyperne. På den annen side har de tunge kabelkranene kombinert med kvistemaskin en temmelig stor kapitalinvestering. For å oppnå den produktivitet som utstyret egentlig kan gi og akseptable kostnader må en stille større krav til planlegging, og opplæring av mannskap og ledelse enn det som praktisk drift som oftest viser i dag. Det synes derfor som om det enkle og billige utstyret er en bedre løsning for dagens situasjon.

## 5. SAMMENDRAG

### Punktvis oppstilling av de viktigste resultatene fra forskningsprogrammet.

Resultatene bygger dels på erfaringene fra en 30-årig forskning angående drift i bratt og vanskelig terreng i perioden 1949 - 1979 og dels erfaringene fra forskningsprogrammet 1978 - 1982. Det er redegjort for resultatene i 39 vitenskapelige avhandlinger (se kapittel 7 og 8) og i denne sluttrapport til NLVF. I den følgende punktvis oppstilling er det gitt en summarisk liste over hvilke erfaringer som er oppnådd. Det vil imidlertid bli for omfattende å redegjøre for samtlige resultater. De er gitt i sluttrapporten som det henvises til.

#### 5.1. PLANLEGGING AV BILVEGER, TRAKTORVEGER OG TAUBANER I BRATT TERRENG.

NISK, Avdeling for driftsteknikk overtok de planleggingsprogrammene som ble utviklet av US Forest Service med HP 9825 B Bordkalkulator. Planleggingsprogrammet er omarbeidet til metriske enheter og utviklet videre ved NISK, Avdeling for driftsteknikk. En programpakke er utarbeidet for det praktiske skogbruk. Ved hjelp av flybilder eller gode kotelagte kart har man et godt hjelpemiddel for en hensiktsmessig og rask planlegging i praksis. Planleggingsprogrammet må gjennomføres parallelt med befaringer i marken og den viktigste fordel er at man forenkler såvel markarbeidet som kontorarbeidet. Programmene kan omarbeides til andre computere som blir tilgjengelige ved distriktsvise landbrukskontorer, fylkesskogkontorer, skogforvaltninger, skog-eierforeninger eller større skogbedrifter (SAMSET 1980, FJONE 1980, FJONE 1982, FJONE og SKRÅMO 1983).

#### 5.2. BILTRANSPORT PÅ BRATTE ADKOMSTVEGER.

I samarbeide med S.D. Cappelen er det bygget en bratt forsøksveg ved Silvimontana, og dessuten en rekke andre forsøksveger der linjeføring, bygging og vegenes vedlikehold er undersøkt. Det er gitt anvisning om overflatebehandling, bl.a. med asfaltemulsjon for å redusere erosjonsproblemer ved bratte vegeer og anvisning om tettheten av overflaterenner.

Det er gjennomført analyser av lastebiltransporter med opptil 30 m<sup>3</sup> lass. På sommerføre kan man transportere fulle lass med full sikkerhet med opptil 22% i utfør-retningen. Det er gitt anvisning om vegbreddeøkning og kurvatur på slike vegeer (SKAAR 1982, FRØNSDAL 1979, 1980 og 1981).

#### 5.3. TRAKTORTRANSPORT I BRATT TERRENG UTEN VEGER.

Analysen er gjennomført ved undersøkelse av traktortransporter på forskjellige steder i landet. Det er stor ulykkesrisik ved kjøring i altfor bratt terreng, særlig der det er ujevn terrengoverflate. Gjennomsnittsbrottheten bør ikke overstige 40%. Hvis terrenget er avtrappet med hyller, kan traktoren anvendes i brattere terreng enn 40% under forutsetning av at traktorene tar seg fram langs hyllene, og tømmeret blir vinsjet inn fra de bratteste lisdene til traktoren. (FJONE og FRØNSDAL 1980, FRØNSDAL 1983).

#### 5.4. TRAKTORTRANSPORT PÅ TERRASSEVEGER.

Analysen er gjennomført i praktiske skogsdrifter i Tinn og ved Atna. Metoden egner seg der det er dype løsavleiringer og lette vegbyggingsforhold, under forutsetning av at det er stabile jordmasser (grus m.v.) Da kan man anvende terrasseveger i terrenghelling opp til 60%. Ved stort leirinnhold kan metoden føre til erosjonsproblemer.

Det er undersøkt terrasseveger med 200 meters avstand. Da kombinerer man vinsjunning til traktorvegene med framdrift på lastetraktorer. Hvis terrassevegene har en avstand på ca. 80 m kan man bruke stammedrift med rammestyrte traktor. Hvis det er jevn terrengoverflate kan vegene legges med 40 meters avstand. Tømmeret blir rullet ned til samlevegen på rullebenker og kjørt videre med lastetraktor. Av de ovennevnte metodene ga stammelunning med rammestyrte lunnetraktor og 80 meters avstand mellom vegene, det beste økonomiske resultat. (OMNES 1983).

#### 5.5. UTVIKLING AV UTSTYR TIL TAUBANEDRIFT.

Forutsetningen for å finne fram til gode praktiske driftsmetoder for tunge taubaner med driftslengder opp til 500 - 600 m og lette taubaner opp til 300 m er at det ble utviklet taubanestyr. Dette gjelder nye vinsjkonstruksjoner, og forskjellige komponenter til hjelp under monteringen og driften. Utstyret er dels utviklet i samarbeide med taubanefabrikanter og dels på eksperimentalkverkstedet ved NISK.

I utviklingsarbeidet støttet man seg til erfaringene fra en 30-årig forskningsinnsats ved NISK, og erfaringer fra forsknings- og utviklingsarbeide i andre land, særlig Japan, Mellom-Europa, USA og Canada.

På grunnlag av analysen av krefter og effekter under arbeide i terrenget, eller på prøvelaboratoriet på Ås, kom man fram til dimensjoneringsgrunnlag. Deretter ble det utarbeidet konstruksjonstegninger med tekniske beregninger. Som eksempel kan nevnes at beregnings- og konstruksjonsarbeide for Vario-kranen tok 3 år, mens det tok ett år å bygge maskinen. I andre tilfeller, f.eks. Igland's interlukkede vinsj, bygget man først en enkel prototyp for å undersøke forskjellen mellom clutch-styrt og interlukket vinsj, deretter en ny prototyp for analyse av beltevariatoren i et interlukket system. Det tredje ledd var en interlukket vinsj, beregnet for landbrukstraktor, og på grunnlag av denne, kom man fram til en endelig løsning av en interlukket vinsj for landbrukstraktor. Dette utviklingsarbeidet tok 5 år.

I hvert enkelt tilfelle skjedde utviklingsarbeidet som et samarbeide mellom personell ved NISK, Avdeling for driftsteknikk, og personell fra fabrikanter. Nedenforstående liste gjelder utstyr som er ferdigutviklet og satt i produksjon hos fabrikanter i Norge.

##### 5.5.1. Forankringsutstyr

*Kauseblokk og fordelingsblokk* er konstruert og satt i produksjon. Ved hjelp av disse komponentene er monteringsarbeidet forenklet og kreftene blir fordelt til mange trær i terrenget.

*Endeblokk med svivel.* Denne gjør det mulig å ta ut tvinn mellom kablene på en enkel måte, uten overanstrengelse for mannskapene.



*Dobbelt kileklemme* forenkler befestigelsen mellom hjelpeliner og arbeidsliner under terrengarbeidet.

### 5.5.2. Bukker

*Fingerbukk.* Det er utviklet utstyr slik at man kan montere en fingerbukk ved hjelp av et enkelt tre for å lette arbeidet og korte ned monterings-tiden (½ time for øvet mannskap).

*Enkle A-bukker.* Det er utviklet bukkehetter og annet hjelpeutstyr som gjør det raskt å sette opp bukk, der man ikke har hensiktsmessige trær til formålet.

*Bukkeutstyr for løpende bærekabel.* Hittil har man ikke kunnet bruke løpende bærekabelsystem på felter der man må ha bukk i terrenget, selv om man har arbeidet med spørsmålet i mange land. Det er lykkedes NISK, Avdeling for driftsteknikk å komme fram til en lett og hensiktsmessig bukk for løpende bærekabel, hvilket er en nyhet også internasjonalt sett. Bukkeutstyr for løpende bærekabel er utviklet såvel for de lette kabelkranene som for de tunge.

### 5.5.3. Signalisering og fjernstyring.

Det er uteksperimentert og standardisert signaler såvel for armsignaler som for radiosignaler med lyd. Signalene er godkjent av Arbeidstilsynet. På NISK's laboratorium er det utviklet en lett radio for signalisering. Radiosenderen brukes av mannskapet i terrenget og mottageren står på traktoren. Senderen kan dels brukes til lydsignaler, og dels til styring av en-, to- eller tre-tromlede vinsjer for snarekjøring. Systemet har fått navnet Snorre-tuteren. Det blir et billig tilleggsutstyr til landbrukstraktoren, og systemet blir satt i produksjon av en av vinsjfabrikantene i Norge.

### 5.5.4. Vinsjer og kabelkraner.

*Moxy kabelkran for løpende bærekabel.* Maskinen er konstruert av Moxy og NISK i samarbeide. Maskinen har gått i prøvedrift og blir nå overtatt av Sør-Trøndelag Skogeierlag for videre praktisk drift. Det foreligger interesse for produksjon av maskinen, bl.a. for eksportmarkedet.

*Iglands interlukkede vinsj.* Dette er en forbedring av den to-tromlede vinsj for landbrukstraktor, og er nå satt i produksjon.

*Vario-vinsj.* Denne er konstruert og bygget først for Variotractor beltetraktor og for montering på vanlig rammestyrte lunnetraktor.

*Vario-kran.* På grunnlag av erfaringene fra en rekke andre vinsjkonstruksjoner, er det bygget en Vario-kran på hydrostatisk styrt beltetraktor med 110 hk motor. Kranen vil kunne brukes såvel for 300 meter kabelkran med løpende bærekabel som for 500 meter kabelkran med justerbar bærekabel. Maskinen vil kunne egne seg til allslags terreng som forekommer i Norge, og vil også egne seg for eksport. Prøvedriften er begynt.

### 5.5.5. Løpekatter.

*Radiostyrt løpekatt med automatisk nødbrems.* Denne er utviklet i samarbeide med Nestestog's Mek. Verksted for den radiostyrte kabelkranen.

*Løpekatt med 3-delt trommel* er konstruert for å forenkle arbeidet med å kjøre ut og vinsje inn heiselinen ved kabelkraner med løpende bærekabler. Denne er bygget ved NISK, Avdeling for driftsteknikk, både for tunge kabelkraner og lette kabelkraner. Løpekatten er satt i produksjon.

*Andre former for utkjøring av heiseline.* I samarbeide med Per Igland's fabrikk A/S er det bygget to forskjellige typer løpekatter for utkjøring av heiseline med to-tromlet vinsj. Løpekattene er satt i produksjon.

### 5.5.6. Fallbaner.

*Igland's Alpevinsj med Koller løpekatt.* Det finnes mange Alpevinsjer omkring i landet. Disse kan ombygges til kabelkraner for drift oppover til en høytliggende velteplass eller samleveg. Fallbanen bruker ingen returline, fordi løpekatten går ut i terrenget igjen med tyngdekraftens hjelp. Hellingen må være minst 20%. Koller automatiske løpekatt er utviklet i Østerrike. NISK, Avdeling for driftsteknikk har foretatt justering av Alpevinsjen for å benytte denne sammen med Koller løpekatt til fallbane.

*Iglands teleskopvinsj eller interlukkede vinsj med NISK løpekatt og stoppvogner.* Her brukes returlinen som bærekabel. Denne strekkes ut i feltet og tilbake igjen, slik at den dobbelte returlinen blir bærekabel. Bæresko, løpehjul m.v. har dobbelt bredde for å kunne gå på den dobbelte returlinen. Løpekatt, bæresko og annet tilleggsutstyr er bygget ved NISK, og er deretter satt i produksjon hos en vinsjfabrikant.

### 5.5.7. Automatisk utløsbare stropper.

NISK har utviklet en rekke typer utløsbare stropper, slik at man unngår avstropper på velteplassen. Videre har Igland utviklet en stropptype. Ved hjelp av slike stropper kan man redusere mannskapet med én mann og dessuten er de hensiktsmessige ved radiostyring av taubanene. Stroppene egner seg for stort tømmer. Videre arbeide med spørsmålet pågår.

### 5.5.8. Diverse utstyr.

I tillegg til de ovennevnte nykonstruksjonene som alle er satt i produksjon, er det utviklet en lang rekke småutstyr som forenkler kjøringen og driften eller monteringen. Videre er det under arbeide radiostyring av såvel lette som tunge kabelkraner. Arbeidet er kommet langt, men enda ikke avsluttet. (SAMSET og LISLAND 1971, SAMSET 1978, 1979, 1980, 1981, 1982).

### 5.6. PROVING AV UTSTYR TIL TAUBANEDRIFT.

Det maskintekniske prøvelaboratorium ved NISK, Avdeling for driftsteknikk, er utviklet i løpet av forskningsprogrammet med instrumenter og prøveutstyr for vinsjer og taubaner. Prøvemethodikken er teknisk avansert og det er utviklet en høy kompetanse hos personellet. Prøveresultatene har vært av fundamental

betydning såvel for utviklingsarbeidet med maskiner og utstyr, som for selve driftsmetodene. Blant de viktigste prøvene som er gjennomført settes opp følgende liste:

- Liten mekanisk interlukket to-tromlet vinsj for landbrukstraktor.
- Sandvik 2000 en-tromlet lunnevinsj.
- Plumett TL 150 A en-tromlet sveitsisk lunnevinsj.
- Tømmerbilforsøk på bratt skogsbilveg.
- Ursus 1204 traktor. Effekt og drivstofforbruk.
- Monteringsvinsj fra Hordaland mekaniske Verksted.
- Igland mekanisk interlukkede vinsj med fire-remmers beltevariator.
- Radiostyrt løpekatt fra Nestestog mekaniske verksted.
- Prøveprosedyre for traktormonterte lunnevinsjer.
- Sandvik 2500 en-tromlet lunnevinsj.
- Sandvik 3000 en-tromlet lunnevinsj.
- Variotrac med hydraulisk interlukket vinsj.
- Moxy med mekanisk interlukket vinsj.
- Vibrasjonskrefter og frekvenser i Moxy-vinsjens barduneringsystem.
- Sandvik 3000 kombi en-tromlet lunnevinsj.
- Sandvik 4500 kombi en-tromlet lunnevinsj.
- Ståltauprøver utført på innsendte ståltau.
- Traktorforsøk på velteplan.
- Radio-signaliseringsutstyr for skogbruk.
- Teoretisk slitasteberegning av løpende ståltau.
- Undersøkelser av brukt ståltau fra Moxy vinsjen.
- Iglands mekaniske interlukkede vinsj med to-remmers beltevariator.
- Utstyr for kabel og radiofjernstyring av Owrens Variovinsj.
- Drivstoffmålinger på Owrens Variovinsj.
- Drivstoffmålinger på Moxy vinsjen.
- Drivstoffmålinger på Igland's interlukkede vinsj på Ford County traktor.
- NISK's radiofjernstyring på to-tromlet hydraulisk betjent Igland vinsj.
- NISK's radiofjernstyring og elektrisk aktuator for Sanvik en-tromlet vinsj.
- Igland's teleskopvinsj brukt som fallbane.
- Østerriksk Ackja monteringsvinsj.
- Sandvik 3081 en-tromlet lunnevinsj.
- Sandvik 805 en-tromlet lunnevinsj.
- Sandvik 5000 kombi en-tromlet lunnevinsj.

Det er i tillegg utført diverse prøver på mindre utstyr og komponenter. (SØRHAGEN 1978, 1980).

#### 5.7. ARBEIDSBELASTNING FOR SKOGSARBEIDERE I BRATT TERRENG.

Skogsarbeidernes fysiske arbeidsevne er målt på ergometersyssel, og arbeids-tyngden under feltarbeidet er vurdert i forhold til den enkeltes individuelle arbeidsevne. Hogst og stropping utgjør det tyngste arbeidet. Dette kan i enkelte tilfeller representere en belastning som tilsvarer grensen for ut-holdende yrkesarbeid. Montering og flytting av bane har gjennom utvikling av nye arbeidsmetoder og spesialutstyr blitt vesentlig lettere og representerer i dag en middels tung arbeidsoperasjon.

Arbeid i bratt terreng er bare ubetydelig tyngre enn arbeid i vanlig terreng når belastningen vurderes isolert, fordi skogsarbeideren justerer sin innsats etter terrengvanskelighetene. Prestasjonene har gått betydelig ned, og i 70% helling er det målt prestasjoner som er 1/3 av prestasjonene i flatt og pent terreng. Derfor bør kvisting og kapping flyttes fra det vanskelige terrenget, f.eks. ved heltre-lunning og opparbeiding ved vinsjstasjonen. Kablene bør flyttes ofte, så det blir kort gange og innslepningslengde i terrenget. (VIK, KRISTIANSEN og NYLAND 1980).

#### 5.8. DRIFTSMETODER MED TAUBANER.

I løpet av forskningsprogrammet er de forskjellige taubanesystemene prøvet under praktiske drifter. Man er kommet fram til arbeidsmetoder under montering og drift, og for å lette og effektivisere arbeidet under hensyntagen til driftssikkerheten. Videre er driftsøkonomien undersøkt gjennom prestasjons-analyser og driftsøkonomiske kalkyler. Det fører for langt å summere opp samtlige resultater, og det henvises til sluttrapporten og de 39 avhandlingene.

##### 5.8.1. Monteringsteknikken.

Det er utviklet ny monteringsteknikk for tunge og lette kabelkraner, samt fallbaner. En 500 m tung kabelkran monteres på 1/2 dag, mens en lett kabelkran eller fallbane, monteres på 2 - 3 timer. Driften foregår i smale striper for at terrengmannskapet ikke skal ha for tungt arbeide med gange i terrenget. En 20 meters sideflytting tar ca. 1/2 time for såvel en tung som for en lett kabelkran. Monteringstiden varierer med terrengforholdene (SAMSET 1981).

##### 5.8.2. Driftsmetoden.

Ved de tunge kabelkranene er det en fordel å ha en arbeidende formann som forhåndsmonterer endefester og forankringspunkter, mens laget driver fram virket på foregående taubanestripe. Det er vanligvis en fordel å kombinere felling og kjøring i én operasjon, idet kvistingen bør foretas ved vinsj-stasjonen. De lette kabelkranene drives best av to mann som feller og kjører fram virket, idet kvistingen helst bør skje med kvistemaskin på vinsjstasjonen. Ved motormanuelt arbeide bør overkvistingen skje i terrenget av terrengmannen, mens restkvisting og kapping utføres av vinsjføreren ved vinsjstasjonen. (SAMSET 1981).

##### 5.8.3. Prestasjoner og driftsøkonomi.

Med øvet mannskap og god planlegging, samt hensiktsmessig organisering av arbeidet oppnår man prestasjoner som gjør drift i bratt og vanskelig terreng økonomisk. Der vegbyggingen er for kostbar, må man bruke tunge kabelkraner. Hvis det er mulig å legge samlevegger med 400 meters avstand, kan man anvende lette kabelkraner som blir montert på lunnetraktor eller landbrukstraktor. Dette er en økonomisk fordel, og er skogskjøtselsmessig bedre fordi hogst-feltene kangjøres mindre og i overensstemmelse med topografi og bonitetsforhold. Prestasjonene pr. arbeidsplasstime er nokså lik i de forskjellige praktiske drifter som er undersøkt. Derimot varierer dagsprestasjonen meget. Det skyldes at man ofte har kort arbeidsplasstid pr. 8 timers dag, og det er observert arbeidsplasstimer ned til ca. 4 timer pr. 8 timers dag. Derfor bør det legges stor vekt på organiseringen av arbeidet slik at man oppnår flere arbeidsplasstimer pr. dag, helst 5,5 - 6 arbeidsplasstimer pr. 8 timers dag (SAMSET 1981, OMNES 1983).

6. ARTIKLER OG AVHANDLINGER SOM ER PUBLISERT I TILKNYTNING  
TIL FORSKNINGSPROGRAMMET

- Fjone, H. 1980. Skyline planning via aerial photos, topographical maps, and desk-top computer systems. Pp. 24 - 31 in : Proceedings, IUFRO Symposium on Mountain Logging. University of Washington.
- Fjone, H. 1982. Skyline and road planning with desk top calculator. Pp. 16 - 23 in : The planning and technique of transport and its relation to operational activities in forestry. Proceedings, ECE/FAO/ILO and IUFRO Seminar.
- Fjone, H. og Frønsdal, J. 1980. Traktordrifter i bratt og vanskelig terreng. Meddr. Norsk inst. skogforsk. 35 : 384 - 467.
- Frønsdal, J. 1979. Forebyggende vedlikehold på bratte veier. Norsk Skogbr. 25 (4B) : 59 - 60.
- Frønsdal, J. 1980. Skogsbilveger i bratt terreng. Driftsteknisk rapport nr. 18. Tidsskr. Skogbr. 88 : 93 - 97.
- Frønsdal, J. 1980. Lumber transport and forest road geometry in steep terrain. Pp. 20 - 23 in : Proceedings, IUFRO Symposium on Mountain Logging. University of Washington.
- Frønsdal, J. 1981. Biltransport i bratt terreng. Driftsteknisk rapport nr. 20. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 12/81 : 145 - 157.
- Frønsdal, J. 1983. Terrengekjøring med ulike skogsmaskiner. En praktisk og teoretisk analyse av terrenkfaktorenes innvirkning på maskinenes stabilitet og hastighet. Driftsteknisk rapport nr. 28. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 19/83.
- Kyllo, O. 1980. Fulltredrift med radiostyrt kabelkran, Koller/Nestestog løpekatt og mekanisert kvisting på dalstasjon. Driftsteknisk rapport nr. 18. Tidsskr. Skogbr. 88 : 55 - 59.
- Kyllo, O. 1980. Fulltredrift med Iglands interlukket taubanevinsj og NISK-kvisteren. Driftsteknisk rapport nr. 18. Tidsskr. Skogbr. 88 : 61 - 67.
- Langslet, O. og Vik, T. 1983. Registrering av skogsdrifter i bratt terreng i Telemark. Driftsteknisk rapport nr. 27. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 18/83.
- Omnes, H. 1982. Cable Logging in Norway. Pp. 270 - 275 in : The planning and technique of transport and its relation to operational activities in forestry. Proceedings, ECE/FAO/ILO and IUFRO Seminar.
- Omnes, H. 1983. Terrasseveger og valg av driftsmetoder. Et forsøk på å sammenligne tre ulike driftsopplegg i Tinn. Driftsteknisk rapport nr. 26. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 16/83.
- Omnes, H. 1983. Prestasjoner og kostnader for noen driftsmetoder i bratt terreng. Driftsteknisk rapport nr. 26. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 16/83.
- Omnes, H. og Frost, G. 1983. Driftsstatistikk for vinsjplunning. Driftsteknisk rapport nr. 26. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 16/83.
- Omnes, H. og Aaseng, T. 1983. Rullebenk, et hogstopplegg i bratt terreng. Driftsteknisk rapport nr. 26. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 16/83.
- Samset, I. 1978. Utviklingsarbeide med taubaneutstyr 1977/78. Driftsteknisk rapport nr. 17. Tidsskr. Skogbr. 86 : 406 - 417.
- Samset, I. 1978. Interlukket to-tromlet skogbruksvinsj. Driftsteknisk rapport nr. 17. Tidsskr. Skogbr. 86 : 391 - 405.
- Samset, I. 1978. Signaler ved traktor-, vinsj- og taubanedrift i skogbruket. Driftsteknisk rapport nr. 17. Tidsskr. Skogbr. 86 : 267 - 270.
- Samset, I. 1979. Krefter og effekter i vinsj- og taubanesystemer. Medd. Nor. inst. skogforsk. 35 : 23 - 312.
- Samset, I. 1979. Yrkeskole for skogsarbeidere i bratt terreng. Norsk Skogbr. 25 (1) : 23 - 24.
- Samset, I. 1980. Skogsdrifter i bratt terreng i det indre av Britisk Columbia. Driftsteknisk rapport nr. 18. Tidsskr. Skogbr. 88 : 41 - 54.
- Samset, I. 1980. The transport network. Terminology and definitions. Pp. 171 - 174 in : Proceedings, IUFRO Symposium on Mountain Logging, University of Washington.
- Samset, I. 1980. The accessibility of forest resources. Pp. 175 - 181 in : Proceedings, IUFRO Symposium on Mountain Logging. University of Washington.
- Samset, I. 1981. Vinsj- og taubanesystemer i norsk skogbruk. Medd. Nor. inst. skogforsk. 37 (1) : 501.
- Samset, I. 1982. Driftstekniske muligheter og problemer i skogbruket. III. Bratt terreng og veier. Norsk Skogbr. 28 : 34 - 36.
- Samset, I. 1982. Development of Norwegian winch and cable systems and their influence on silviculture and operational activities in mountain forests. Pp. 100 - 139 in : Dokumentation des 4. Internationalen Kongresses Interforst. 29. - 30.6.1982.
- Samset, I. og Lisland, T. 1977. Østerrikske skogsdrifter i bratt terreng. Del I. Norsk Skogbr. 23 (10) : 10 - 13, 28.
- Samset, I. og Lisland, T. 1977. Østerrikske skogsdrifter i bratt terreng. Del II. Norsk Skogbr. 23 (9B) : 4 - 10.
- Skråmo, G. og Fjone, H. 1983. Taubane og vegplanlegging med bordkalkulator, flyfoto og kart. Driftsteknisk rapport nr. 23. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 12/83 : 90.
- Skaar, R. 1982. Building and maintenance of steep forest truck roads. Pp. 303 - 306 in : The planning and technique of transport and its relation to operational activities in forestry. Proceedings, ECE/FAO/ILO and IUFRO Seminar.
- Skaar, R. 1982. Truck transport on steep forest roads. Pp. 307 - 311 in : The planning and technique of transport and its relation to operational activities in forestry. Proceedings, ECE/FAO/ILO and IUFRO Seminar.
- Sørhagen, O. 1978. Sammenligning av kjøring med to-tromlet vinsj som retur-bremset system og som interlukket system. Driftsteknisk rapport nr. 17. Tidsskr. Skogbr. 86 : 419 - 424.
- Sørhagen, O. 1980. The testing of logging equipment at the Norwegian Forest Research Institute. Pp. 154 - 159 in : Proceedings, IUFRO. Symposium on Mountain Logging. University of Washington.

Vik, T., Kristiansen, S.A. og Nyland, T.H. 1980. Hogst av stammer og trær i meget bratt terreng. Prestasjoner og arbeidsbelastning. Driftsteknisk rapport nr. 18. Tidsskr. Skogbr. 88 : 17 - 39.

Vik, T. 1983. Arbeidstyngden ved drift av Moxy kabelkran. Driftsteknisk rapport nr. 27, Rapp. Nor. inst. skogforsk. 18/83.

Vik, T. 1983. Arbeidstyngden ved drift av Variovinsj. Driftsteknisk rapport nr. 27. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 18/83.

Vik, T. 1983. Arbeidstyngden ved drift av Iglands Teleskopvinsj. Driftsteknisk rapport nr. 27. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 18/83.

24  
25  
26